

PALEOFLORA Y PALEOVEGETACIÓN DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES: PLIOCENO-CUATERNARIO

JOSÉ S. CARRIÓN
(coordinador)



José S. Carrión
Coordinador

PALEOFLORA Y PALEOVEGETACIÓN DE LA
PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES:

Plioceno-Cuaternario

**PALEOFLORA Y PALEOVEGETACIÓN DE LA PENÍNSULA IBÉRICA
E ISLAS BALEARES: PLIOCENO-CUATERNARIO**

© J.S. Carrión

1ª. edición: Murcia, 2012

I.S.B.N.: 978-84-615-9026-1

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción total o parcial sin permiso
expreso y por escrito de los titulares del Copyright.

PALEOFLORA Y PALEOVEGETACIÓN DE LA PENÍNSULA IBÉRICA E ISLAS BALEARES: Plioceno-Cuaternario

Coordinador

José S. Carrión

Comité de redacción y edición

José S. Carrión

Santiago Fernández

Elena Fierro

Lourdes López-Merino

Manuel Munuera

Trabajo gráfico y maquetación

Santiago Fernández

Fátima Valle

Autores

José Sebastián Carrión García, Universidad de Murcia

Santiago Fernández Jiménez, Universidad de Murcia

Penélope González Sampériz, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Zaragoza

Lourdes López Merino, Brunel University, London

Leonor Peña Chocarro, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid

Francesc Burjachs Casas, ICREA, Barcelona - Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES)
y Universitat Rovira i Virgili (URV), Tarragona

Mercedes García Antón, Universidad Autónoma de Madrid

Eduardo Barrón López, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid

José María Postigo Mijarra, Universidad Politécnica de Madrid

Manuel Vieira, Universidade do Minho, Portugal

Yolanda Carrión Marco, Universitat de València

José Antonio López Sáez, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid

Juan Manuel Rubiales, Universidad Politécnica de Madrid

Paloma Uzquiano Ollero, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid

Elena Fierro Enrique, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid; Universidad de Murcia

Ignacio García Amorena, Universidad Politécnica de Madrid

Ethel Allué Martí, Institut de Paleoeologia Humana i Evolució Social (IPHES) - Universitat Rovira i Virgili (URV)

Ernestina Badal García, Universidad de Valencia

Manuel Munuera Giner, Universidad Politécnica de Cartagena

Gonzalo Jiménez Moreno, Universidad de Granada

Graciela Gil Romera, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Zaragoza

Suzanne A. G. Leroy, Brunel University, London

María Soledad García Martínez, Universidad de Murcia
Encarnación Montoya Romo, Instituto Botánico de Barcelona, CSIC
Michèle Dupré Olivier, Universidad de Valencia
William Fletcher, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Zaragoza
Riker Yll Aguirre, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona
María Oliva Rodríguez Ariza, Universidad de Jaén
Scott Anderson, University of Northern Arizona, USA
María Cristina Peñalba Garmendia, Universidad de Sonora, México
María José Gil García, Universidad de Alcalá
Ana Pérez Sanz, Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Zaragoza
Rosa María Albert Cristóbal, ICREA/GEPEG - Universidad de Barcelona
María José Díez Dapena, Universidad de Sevilla
César Morales del Molino, Universidad Politécnica de Madrid
Fernando Gómez Manzaneque, Universidad Politécnica de Madrid
Igor Parra, Observatorio de Impactos Climáticos del Levante Almeriense, Almería
Blanca Ruiz Zapata, Universidad de Alcalá
Santiago Riera Mora, Universidad de Barcelona
Lydia Zapata Peña, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
Ana Ejarque Montolio, Northern Arizona University, USA
Teresa Vegas Vilarrúbia, Universidad de Barcelona
Valentí Rull del Castillo, Instituto Botánico de Barcelona, CSIC
Louis Scott, Free State University, Sudáfrica
Daniel Abel Schaad, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid
Antonia Andrade Olalla, Universidad de Alcalá
Saul Manzano Rodríguez, Universidad Complutense de Madrid
Cristina Navarro Camacho, Universidad de Murcia
Sebastián Pérez Díaz, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid
Elena Moreno Amat, Universidad Politécnica de Madrid
Laura Hernández Mateo, Universidad Politécnica de Madrid
Juan José Sánchez Baena, Universidad de Murcia
José Antonio Riquelme Cantal, Universidad de Granada
Raúl Iglesias González, Universidad Complutense de Madrid
Fátima Franco Múgica, Universidad Autónoma de Madrid
Celia Chaín Navarro, Universidad de Murcia
María Ntinou, Universidad de Valencia
Isabel Figueiral, Institut National de Recherches Archéologiques, Francia
Elena Grau Almero, Universidad de Valencia
Francisco Jiménez Espejo, Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR), Armilla
María Valle Hernández, Universidad de Salamanca
Rosario Rivas Carballo, Universidad de Salamanca
Alfonso Arribas Herrera, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid
Guiomar Garrido Álvarez-Coto, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid
Fernando Muñoz Guinea, Ayuntamiento de Lepe, Huelva
Geraldine Finlayson, Gibraltar Museum
Clive Finlayson, Gibraltar Museum
Mónica Ruiz Alonso, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid
Guillem Pérez Jordá, Centro de Ciencias Humanas y Sociales, CSIC, Madrid
Yannick Miras, GEOLAB (UMR 6042/CNRS), Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France

ÍNDICE Y CONTRIBUCIÓN DE AUTORES POR SECUENCIAS

Capítulo 1. Galicia	1
MD01-2447, Costa atlántica (W. Fletcher).....	3
MD99-2331/MD03-2697, Costa atlántica (W. Fletcher).....	5
Area Longa, Lugo (A. Pérez, P. González-Sampériz).....	8
Caamaño, La Coruña (J.M. Postigo).....	12
Moucide, Lugo (J.M. Postigo).....	14
Cova Da Valiña, Lugo (Y. Carrión-Marco).....	16
Yacimiento de Oia, Pontevedra (J.M. Postigo).....	17
Laguna de Lucenza, Lugo (L. López-Merino, S. Manzano).....	19
Mougás, Pontevedra (J.M. Postigo, Y. Carrión-Marco).....	22
Pozo do Carballal, Lugo (E. Fierro, J.S. Carrión).....	26
Chan do Lamoso, Lugo (C. Morales).....	28
Turberas de la Sierra de Queixa, Orense (D. Abel Schaad).....	30
As Pontes, Lugo (J.A. López-Sáez).....	32
Campo Lameiro, Pontevedra (Y. Carrión-Marco, L. López-Merino, J.A. López-Sáez).....	34
Petón, La Coruña (J.A. López-Sáez).....	37
Turbera de A Cespedosa, Lugo (D. Abel Schaad, L. López-Merino).....	38
Turbera de Pena da Cadela, Lugo (D. Abel Schaad, M. Munuera).....	42
Pala da Vella, Orense (Y. Carrión-Marco).....	45
Turbera de Penido Vello, Lugo (D. Abel Schaad, C. Navarro).....	47
A Golada, León (J.M. Rubiales).....	49
Braña Rubia, La Coruña (M. Munuera).....	51
Finca Galea, Lugo (I. García-Amorena).....	53
Baldayo, La Coruña (I. García-Amorena).....	55
Capítulo 2. Asturias	57
Comella (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata).....	59
Cueva del Conde (P. Uzquiano).....	63
Abrigo de Sopeña (P. Uzquiano).....	65
Brañagallones (B. Ruiz-Zapata).....	66
La Riera (S. Fernández, M. Munuera).....	68
Lago de Ajo (L. López-Merino).....	70
Puerto de Tarna (M.J. Gil-García).....	73
Los Canes (P. Uzquiano).....	75
Tito Bustillo (M. Munuera).....	77
Lago Enol (L. López-Merino).....	59
Alto de la Espina (L. López-Merino).....	83
Las Dueñas (L. López-Merino).....	87
Cueva de los Azules (P. Uzquiano, S. Fernández, M. Munuera).....	90
Monte Areo (L. López-Merino).....	93

Navia (I. García-Amorena)	96
Mazaculos (P. Uzquiano)	97
Villaviciosa (M. García-Antón, I. García-Amorena)	98
Corteguero (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata)	102
Roñanzas-La Borbolla (I. García-Amorena).....	104
Capítulo 3. Cantabria	107
Caranceja (J. M. Postigo-Mijarra).....	109
El Esquilleu (P. Uzquiano, M.J. Gil-García).....	112
Covalejos (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata, P. Uzquiano)	116
Cueva del Castillo (P. Uzquiano)	119
Cueva Morín (M. Munuera).....	120
Cueva de El Mirón (L. Peña)	123
Cueva del Otero (M. Munuera).....	125
Cobrante (P. Uzquiano, M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata)	127
Cueva de Chufín (A. Pérez, P. González-Sampériz).....	130
País de Altamira (P. Uzquiano, J.S. Carrión)	132
Rascaño (E. Fierro)	135
Abrigo de la Peña del Perro (P. Uzquiano)	137
La Pila (P. Uzquiano)	138
Peña Oviedo (Y. Carrión-Marco)	140
Los Tornos (M.C. Peñalba)	142
Cueto de la Avellanosa (L. López-Merino).....	145
Merón-Oyambre-Noja (I. García-Amorena).....	147
Alsa (L. López-Merino, S. Manzano)	149
Capítulo 4. País Vasco	151
Labeko Koba, Guipúzcoa (S. Pérez-Díaz, S. Fernández)	153
Erralla, Guipúzcoa (C. Morales-Molino).....	156
Cueva de Urtiaga, Guipúzcoa (S. Fernández).....	158
Cueva de Amalda, Guipúzcoa (E. Fierro, M. Dupré)	160
Cueva de Ekain, Guipúzcoa (E. Fierro, M. Dupré).....	162
Santa Catalina, Vizcaya (P. Uzquiano).....	164
Arenaza, Vizcaya (P. Uzquiano, B. Ruiz-Zapata, S. Fernández)	166
Saldropo 1-2, Vizcaya (M. García-Antón, M.C. Peñalba)	169
Peña Parda, Álava (S. Pérez-Díaz).....	173
Irún, Guipúzcoa (L. Peña).....	175
Capítulo 5. Navarra	177
Abauntz (J.A. López-Sáez)	179
Berroberría (P. González-Sampériz, A. Pérez).....	181
Zatoya (S. Pérez Díaz, C. Navarro)	183
Aizpea (L. Zapata, L. Peña)	185

Los Cascajos (L. Peña).....	188
Turbera de Belate (M.C. Peñalba).....	191
Turbera de Atxuri (M.C. Peñalba).....	193
Capítulo 6. Aragón	195
Gabasa, Huesca (P. González-Sampériz)	197
Tramacastilla, Huesca (A. Pérez, P. González-Sampériz).....	199
El Portalet, Huesca (P. González-Sampériz).....	202
San Juan de Mozarrifar, Zaragoza (P. González-Sampériz).....	206
Gallocanta, Zaragoza y Teruel (F. Burjachs).....	209
Salada de Mediana, Zaragoza (P. González-Sampériz)	212
Ibón de las Ranas, Huesca (A. Pérez, P. González-Sampériz).....	214
Salada de la Playa, Zaragoza (P. González-Sampériz).....	217
Ojos del Tremedal, Teruel (P. González-Sampériz).....	220
Cabezo de la Cruz, Zaragoza (E. Badal, Y. Carrión-Marco).....	222
Lago Grande de Estaña, Huesca (P. González-Sampériz, S. Fernández, S. Riera).....	225
Capítulo 7. Andorra	231
Turbera Riu dels Orris (A. Ejarque).....	233
Bosc dels Estanyons (Y. Miras)	236
Capítulo 8. Cataluña	241
Tarragona E2, Tarragona (G. Jiménez-Moreno)	243
Garraf 1, Barcelona (G. Jiménez-Moreno)	245
Bruixes, Barcelona (G. Jiménez-Moreno)	247
Papiol y yacimientos próximos, Barcelona (E. Barrón, M. Valle-Hernández, R. Rivas-Carballo)	249
Sant Onofre, Tarragona (C. Navarro, J.S. Carrión).....	252
Yacimiento de Crespià, Gerona (E. Barrón, J.M. Postigo)	255
Mas Miquel, Gerona (S. Leroy, L. López-Merino).....	257
Molí Vell, Gerona (S. Leroy, L. López-Merino)	259
Cal Guardiola, Barcelona (J.M. Postigo)	261
Bòbila Ordis, Gerona (S. Leroy, L. López-Merino).....	264
Tres Pins, Gerona (S. Leroy, L. López-Merino)	268
Mas Grill, Gerona (S. Leroy, L. López-Merino).....	271
Cova de L'Arbreda, Gerona (F. Burjachs)	272
Cinglera del Capelló, Barcelona (F. Burjachs, E. Allué)	275
Pla de l'Estany, Gerona (F. Burjachs)	281
Banyoles, Gerona (F. Burjachs)	284
Keb 25: Delta del Ebro, Tarragona (E.I. Yll)	286
Cova del Parco, Lérida (F. Burjachs)	290
Balma del Gai, Barcelona (E. Allué).....	292
La Cativera, Tarragona (E. Allué)	294
Lago Burg, Lérida (A. Pérez, P. González-Sampériz)	296

Cova 120, Gerona (E. Allué, F. Burjachs).....	299
Castelló d'Empúries, Gerona (F. Burjachs)	303
Bauma del Serrat del Pont, Gerona (F. Burjachs)	306
Besós, Barcelona (S. Riera)	308
Cova del Frare, Barcelona (E. Allué).....	312
Sobrestany, Gerona (I. Parra).....	314
Creixell, Tarragona (F. Burjachs).....	317
Cova de La Guineu, Barcelona (E. Allué)	320
La Draga, Gerona (M.S. García-Martínez)	323
Cubelles, Barcelona (S. Riera).....	328
La Feixa, Gerona (F. Burjachs)	331
Montcortès, Lérida (E. Montoya, T. Vegas, V. Rull).....	333
Els Vilars d'Arbeca, Lérida (L. Peña, M.S. García Martínez)	337
Minferri, Lérida (M.S. García Martínez, L. Peña).....	342
Iesso, Lérida (L. Peña, M.S. García Martínez)	346
Lleida (L. Peña, M.S. García-Martínez)	348
Port Lligat, Gerona (J.A. López-Sáez).....	353
Turbera del Pradell (A. Ejarque).....	356
Capítulo 9. Castilla y León	359
Atapuerca, Burgos (M. García-Antón, F. Burjachs, M. Munuera)	361
Tubilla del Agua, Burgos (R. Iglesias).....	368
Villacastín, Segovia (J.S. Carrión, A. Arribas, L. Scott, E. Montoya)	370
Ambrona, Soria (L. Peña)	372
Torralba, Soria (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata)	376
Laguillín, León (L. López-Merino, S. Manzano)	378
Quintanar de la Sierra, Burgos (M.C. Peñalba, M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata).....	381
Sanabria, Zamora (S. Fernández, S. Riera).....	385
Laguna de la Roya, Zamora (E. Fierro, J.S. Carrión)	393
Puerto de Leitariegos, León (L. López-Merino)	395
Dolina de Polvaredo, León (L. López-Merino).....	397
Turbera de la Piedra, Burgos (S. Pérez Díaz)	400
Camporredondo, Valladolid (M. García-Antón, C. Morales-Molino)	402
Las Pardillas, Burgos (J.M. Rubiales).....	405
Espinosa de Cerrato, Palencia (C. Morales, M. García Antón)	407
Quintana Redonda, Soria (M. García-Antón, C. Morales-Molino)	410
Lomilla, Palencia (J.M. Rubiales).....	412
El Carrizal de Cuéllar, Segovia (C. Morales, M. García Antón).....	413
Puerto de San Isidro, León (J.M. Rubiales)	416
El Espertín, León (P. Uzquiano).....	418
Cueva de la Vaquera, Segovia (P. Uzquiano, L. Peña).....	420
Gredos, Ávila (F. Gómez-Manzaneque)	424
Valle Amblés, Ávila (J.A. López-Sáez)	427
El Mirador, Burgos (E. Allué).....	433

Porma, León (J.M. Rubiales)	435
Cruz da Colada, León (Y. Carrión-Marco).....	436
Tubilla del Lago, Burgos (E. Moreno).....	438
El Payo, Salamanca (D. Abel Schaad)	440
Xan de Llamas, León (C. Morales).....	443
Brañas de Lamela, León (J.M. Rubiales).....	446
Pelambre, León (J.A. López-Sáez)	448
Garganta del Trampal, Salamanca (G. Gil-Romera).....	450
La Mota, Valladolid (E. Fierro).....	452
Almenara de Adaja, Valladolid (L. López-Merino)	454
Pintia, Valladolid (L. Hernández).....	457
Lanzahíta, Ávila (J.A. López-Sáez)	460
Las Cogotas, Ávila (J.A. López-Sáez).....	463
Mesa de Miranda, Ávila (J.A. López-Sáez).....	465
Las Médulas, León (L. López-Merino, L. Peña, M. Ruiz-Alonso)	467
El Raso, Ávila (J.A. López-Sáez)	472
Vega de Viejos, León (J.M. Rubiales).....	474
Prado de Las Zorras, Ávila (E. Fierro, A. Andrade)	476
Haya de la Herguijuela, Salamanca (G. Gil-Romera).....	478
Serranillos, Ávila (L. López-Merino)	480
Pinar de Lillo, León (M. García-Antón, C. Morales-Molino)	483
Turbera de El Quemal, Salamanca (D. Abel Schaad)	485
Suárbol, León (D. Abel Schaad)	487
Ventanas temáticas	489
Análisis polínico (J.S. Carrión, G. Gil-Romera)	489
Análisis de carbones y maderas (Y. Carrión-Marco, E. Badal)	492
Macrorrestos vegetales (E. Barrón, J.M. Postigo)	496
Identificación de frutos y semillas (L. Peña)	499
Metodología del estudio de fitolitos (R.M. Albert).....	501
Técnicas de datación (G. Jiménez-Moreno)	505
Importancia de los Resultados Negativos (J.S. Carrión, S. Fernández).....	509
Extinciones durante el Cenozoico ibérico (J.M. Postigo, E. Barrón)	513
Refugios Glaciales en la Península Ibérica (P. Uzquiano, J.S. Carrión)	517
<i>Pinus pinaster</i> : aspectos paleogeográficos (J.A. López-Sáez)	520
Dinámica glacial y postglacial de <i>Fagus</i> en la Península Ibérica (L. López-Merino).....	524
El olivo: historia de una especie emblemática (Y. Carrión-Marco, E. Badal, N. Ntinou)	527
Capítulo 10. La Rioja	531
Villarroya (J.M. Postigo).....	533
Hoyos de Iregua (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata, L. López-Merino)	535
Capítulo 11. Comunidad de Madrid	539
Calvero de la Higuera (B. Ruiz-Zapata, M.J. Gil-García, P. Uzquiano).....	541

Rascafría (F. Franco).....	546
Jarama (M. García-Antón).....	548
Capítulo 12. Extremadura	551
Cerro de la Horca, Cáceres (J.A. López-Sáez)	553
Los Barruecos, Cáceres (J.A. López-Sáez).....	554
Garganta del Mesto, Cáceres (G. Gil-Romera).....	556
La Mata, Badajoz (L. Peña)	558
La Panera, Cáceres (D. Abel Schaad)	561
Capítulo 13. Castilla-La Mancha	563
Terrazas fluviales del río Tajo, Toledo (M.J. Gil-García, J.S. Carrión)	565
Los Torrejones, Guadalajara (J.S. Carrión, L. Scott, A. Arribas, E. Montoya, G. Garrido)	570
Fuentillejo, Ciudad Real (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata)	572
Arenal de San Gregorio, Ciudad Real (B. Ruiz-Zapata).....	575
Verdelpino, Cuenca (J.A. López-Sáez)	576
Daimiel CC-17, Ciudad Real (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata).....	578
Mesa de Ocaña, Toledo (M.J. Gil-García)	580
Ojos de Villaverde, Albacete (J.S. Carrión, M. Munuera)	581
Azután, Toledo (J.A. López-Sáez)	585
Valle de Huecas, Toledo (J.A. López-Sáez).....	587
Castillo de Calatrava, Ciudad Real (M. García-Antón).....	590
Pelagallinas, Guadalajara (C. Morales-Molino, M. García-Antón).....	592
Tablas de Daimiel, Ciudad Real (M.J. Gil-García, B. Ruiz-Zapata)	594
Laguna de Taravilla, Guadalajara (P. González-Sampérez).....	597
Puente Arzobispo, Toledo (G. Gil-Romera, M. Munuera).....	600
La Cruz, Cuenca (F. Burjachs).....	602
Capítulo 14. Comunidad Valenciana	605
Salines, Alicante (F. Burjachs)	607
Laguna de Villena, Alicante (J.S. Carrión, M. Dupré, S. Manzano).....	610
Cova Beneito, Alicante (J.S. Carrión, M. Dupré)	612
Turbera de la Canal de Navarrés, Valencia (J.S. Carrión, M. Dupré)	614
Cova de les Cendres, Alicante (E. Badal, M. Munuera, L. Peña, M.S. García Martínez)	618
Cueva de les Malladetes, Alicante (E. Fierro, M. Dupré, J.S. Carrión)	626
Cova d'En Pardo, Alicante (M.S. García Martínez, P. González-Sampérez)	628
Calaveres, Alicante (E. Fierro, M. Dupré, J.S. Carrión)	632
Ratlla del Bubo, Alicante (E. Badal).....	634
Santa Maira, Alicante (Y. Carrión-Marco, L. Peña).....	636
Tossal de la Roca, Alicante (P. Uzquiano, J.S. Carrión)	640
Túnel dels Sumidors, Valencia (E. Fierro, M. Dupré, J.S. Carrión)	644
Cova Fosca, Castellón (R. Yll)	645
Elx, Alicante (F. Burjachs).....	647

San Benito, Valencia (R. Yll, M. Dupré)	649
Cova de l'Or, Alicante (E. Fierro, E. Badal, M. Dupré)	651
Abric de la Falguera, Alicante (Y. Carrión-Marco).....	655
Mas d'Is, Alicante (Y. Carrión-Marco)	658
Tossal de les Basses, Alicante (Y. Carrión-Marco)	660
Casablanca-Almenara, Castellón (I. Parra).....	662
Torre la Sal, Castellón (Y. Carrión-Marco)	664
Les Jovades y Niuet, Alicante (E. Badal).....	666
Avenc dels Dos Forats, Valencia (Y. Carrión-Marco).....	670
La Lloma de Betxí, Valencia (L. Peña, G. Pérez-Jordá)	672
L'Alt de Benimaquí, Alicante (L. Peña, G. Pérez-Jordá)	674
El Castellet de Bernabé, Valencia (L. Peña, G. Pérez-Jordá).....	676
Valentia, Valencia (E. Grau).....	678
Capítulo 15. Islas Baleares	681
Algendar, Menorca (R. Yll)	683
Cala'n Porter, Menorca (R. Yll).....	685
Cala Galdana, Menorca (R. Yll)	688
Ibiza, Ibiza (R. Yll)	691
Es Grau, Menorca (F. Burjachs).....	695
Albufera de Alcúdia, Mallorca (F. Burjachs).....	698
Santa Ponça, Mallorca (I. Parra)	700
Cova des Càrritx, Menorca (L. Peña, M.S. García Martínez).....	702
Capítulo 16. Portugal	705
Alpiarça, Santarém (M. Vieira)	707
Rio Maior, Santarém (E. Barrón, M. Vieira).....	710
São Pedro da Torre, Viana do Castelo (M. Vieira).....	714
Vale de Santarém, Santarém (M. Vieira).....	716
Monsarros, Aveiro (M. Vieira)	718
Morgadinho, Faro (M. Vieira).....	720
MD01-2443, Océano Atlántico (W. Fletcher).....	721
MD95-2042, Océano Atlántico (W. Fletcher).....	723
MD95-2039, Océano Atlántico (W. Fletcher).....	725
SU81-18, Océano Atlántico (W. Fletcher)	727
Buraca Escura, Leiria (I. Figueiral, Y. Carrión-Marco, E. Badal)	729
Buraca Grande, Leiria (I. Figueiral, Y. Carrión-Marco, E. Badal).....	731
Cabeço de Porto Marinho, Santarém (I. Figueiral, Y. Carrión-Marco, E. Badal).....	733
8057-B, Océano Atlántico (J.S. Carrión, C. Navarro)	735
CM5 Beliche, Faro (W. Fletcher).....	737
Charco da Candieira, Guarda (E. Fierro, J.S. Carrión)	739
Laguna de Santo André, Setúbal (M. Vieira)	744
Prazo, Guarda (J.A. López-Sáez).....	746

Lagoa do Marinho, Vila Real (E. Fierro, J.S. Carrión)	748
Lagoa Comprida, Guarda (E. Fierro, J.S. Carrión)	750
Castelejo, Vila do Bispo (E. Badal)	753
Barreiro, Setúbal (I. García-Amorena)	755
Lagoa Travessa, Setúbal (E. Fierro, J.S. Carrión)	756
Valle de Muge, Santarém (F. Franco)	758
Esposende-Ovar, Braga (I. García-Amorena)	761
Coudelaria de Alter do Chão, Portalegre (M. Vieira)	764
Capítulo 17. Región de Murcia	767
Cueva Negra (J.S. Carrión, M. Munuera, J.J. Sánchez Baena)	769
Sima de las Palomas (J.S. Carrión, M. Munuera, J.J. Sánchez Baena)	771
Cueva Pernerias (J.S. Carrión, M. Dupré, M. Munuera)	773
SU81-03, Costa murciano-alicantina (I. Parra)	775
Cueva del Algarrobo (M. Munuera, J.S. Carrión)	777
El Sabinar (J.S. Carrión)	779
Carril de Caldereros (J.S. Carrión, S. Fernández)	783
Punta de los Gavilanes (M.S. García Martínez)	786
Capítulo 18. Andalucía	789
Andalucía G1, Mar de Alborán (G. Jiménez-Moreno)	791
Lepe y Casa del Pino, Huelva (E. Barrón, J.M. Postigo, F. Muñiz, M. Valle-Hernández, R. Rivas-Carballo)	793
Alfaix, Almería (F. Burjachs)	796
Cueva de la Carihuela, Granada (S. Fernández, J.S. Carrión, F. Jiménez-Espejo)	798
Padul, Granada (J.S. Carrión, S. Fernández, F. Jiménez-Espejo)	805
Zafarraya, Málaga (J.S. Carrión, E. Fierro)	811
Bajondillo, Málaga (J.A. López-Sáez)	813
ODP-976, Mar de Alborán (W. Fletcher)	817
Nerja, Málaga (E. Badal)	819
El Asperillo, Huelva (J.S. Carrión, M.J. Díez)	823
MD95-2043, Mar de Alborán (W. Fletcher)	829
SU81-13, Océano Atlántico (I. Parra)	831
San Rafael, Almería (R. Yll)	833
Laguna de Siles, Jaén (J.S. Carrión)	835
Cueva de Ambrosio, Almería (M.O. Rodríguez-Ariza)	840
El Pirulejo, Córdoba (J.A. López-Sáez)	844
Cueva de las Ventanas, Granada (J.S. Carrión, J.A. Riquelme, L. Scott)	846
Antas, Almería (R. Yll)	849
Cañada de la Cruz, Jaén (J.S. Carrión, A. Andrade)	851
Laguna de Río Seco, Granada (S. Anderson, G. Jiménez-Moreno)	855
Baza, Granada (J.S. Carrión)	857
Cueva de los Murciélagos, Córdoba (L. Peña)	861
Laguna de Medina, Cádiz (J.S. Carrión, S. Fernández, M.J. Díez)	863

Gádor, Almería (J.S. Carrión, C. Chaín)	865
Cueva del Toro, Málaga (M.O. Rodríguez-Ariza, L. Peña, M.S. García Martínez)	870
Roquetas, Almería (R. Yll).....	875
Castillejos de Montefrío, Granada (L. Peña, M.S. García Martínez)	877
Cueva del Nacimiento, Jaén (C. Morales-Molino)	883
Laguna de las Madres, Huelva (J.S. Carrión, M.J. Díez, S. Manzano)	885
Mari López, Huelva (J.S. Carrión, E. Fierro)	889
El Acebrón, Huelva (J.S. Carrión, E. Fierro, M.J. Díez)	891
Los Millares, Almería (M.O. Rodríguez-Ariza)	893
Cerro del Alcázar de Baeza, Jaén (J.S. Carrión, J.J. Sánchez Baena).....	896
Depresión de Baza-Huéscar, Granada (M.O. Rodríguez-Ariza).....	898
Peñalosa, Jaén (L. Peña)	901
Pocito Chico, Cádiz (J.A. López-Saéz).....	904
Eras del Alcázar de Úbeda, Jaén (J.S. Carrión, J.J. Sánchez-Baena).....	907
Depresión de Vera, Almería (M.O. Rodríguez-Ariza)	909
Zóñar, Córdoba (P. González-Sampériz).....	912
La Junta, Huelva (J.S. Carrión, S. Manzano).....	915
Marismas de Doñana, Huelva (E. Fierro, J.S. Carrión)	917
Rambla Honda, Almería (F. Burjachs).....	919
San Bernardo, Sevilla (M.S. García-Martínez).....	923
El Aljibe, Parque Natural de Los Alcornocales, Cádiz (E. Fierro, M.J. Díez).....	926
Capítulo 19. Gibraltar	929
Cueva de Gorham (J.S. Carrión, G. Finlayson, C. Finlayson, S. Fernández, E. Fierro, E. Allué).....	931
Bibliografía	939

PRESENTACIÓN

De la misma forma que nosotros somos en gran medida el fruto de nuestras vivencias e historia, la flora y la vegetación que podemos apreciar en cada lugar y en un momento determinado no son solamente el resultado de las influencias actuales del medio físico, ni siquiera exclusivamente de los impactos causados por la acción transformadora del hombre. Más allá de estas causas cabe buscar factores geológicos, históricos y de cambio climático que han condicionado el tipo de flora y vegetación imperante en cada zona de la Tierra. No es posible interpretar adecuadamente la diversidad vegetal actual y la fisonomía a la que conducen sus formaciones sin esta perspectiva histórica.

Sin embargo, la notable especialización temática por parte de los científicos actuales conduce con demasiada frecuencia a una compartimentación de los conocimientos que, desafortunadamente, entraña a menudo una visión de conjunto muy limitada. Además, los investigadores de los distintos campos dan a conocer sus hallazgos en publicaciones de su especialidad, por lo que dicho conocimiento suma al carácter excluyente de su singularidad técnica, el aparecer más o menos disperso en la bibliografía especializada, estando por ello poco accesible a quienes no forman parte de ese colectivo investigador.

La obra que el lector tiene en sus manos le va a permitir profundizar en la historia de la flora y vegetación de la Península Ibérica y de las islas Baleares, así como en los factores que las han modelado y condicionado durante los últimos 5 millones de años. Se trata de una tarea nada fácil pero para la que se cuenta ya con una ingente cantidad de información, en su mayor parte derivada de los numerosos sondeos, prospecciones y trabajo arqueobotánico efectuados en los últimos decenios por toda la geografía peninsular. Los datos polínicos, antracológicos, y de macrorestos vegetales, obtenidos a partir de ellos, permiten inferir los cambios ambientales acaecidos así como reconstruir con fiabilidad el tipo de vegetación dominante en cada momento y lugar, así como discernir cuáles fueron los principales elementos florísticos.

El notable esfuerzo realizado para hacer realidad este libro se ve coronado, además, por una impecable presentación, que pone de manifiesto una importante labor de edición y homogeneización, imprescindible para asegurar la uniformidad de exposición dada la desigual procedencia de la información utilizada. En este sentido, cabe destacar muy especialmente la profusión de esquemas, tablas y diagramas polínicos, que lo hacen especialmente valioso y que permiten al lector un acceso más rápido y directo a los principales datos de los distintos estudios compendiados.

En suma, se trata de un trabajo de síntesis exhaustivo, que ha sido posible gracias al buen hacer del Prof. José S. Carrión quien, junto con un importante plantel de investigadores, ha conseguido plasmar en este libro toda la información disponible sobre paleofloras y paleoclimas de nuestra Península, dispersa en infinidad de contribuciones científicas. Es, pues, una obra única y muy necesaria, cuya utilidad trasciende el umbral de los especialistas en paleobotánica, pues hace asequible una información muy valiosa e imprescindible para botánicos, ecólogos, geógrafos y biólogos evolutivos.

Juan A. Devesa

Director del Jardín Botánico de Córdoba

PRÓLOGO

La Península Ibérica representa un ámbito territorial sumamente interesante y bien investigado desde el punto de vista biogeográfico y ecológico, como se observa en una ingente cantidad de publicaciones científicas y obras divulgativas. Sin embargo, los estudios generales sobre la diversidad biológica y sus cambios en el pasado brillan por su escasez o se localizan en fuentes y repertorios bibliográficos especializados, a menudo difícilmente accesibles y escasamente legibles en el ámbito de otras materias. No es extraño, por tanto, que las lecciones que se pueden extraer del estudio de los ecosistemas pretéritos no hayan penetrado en las políticas de gestión del territorio y conservación de la biodiversidad, aún cuando muchas de éstas pretenden enfrentarse a los retos medioambientales del futuro.

La lectura más inmediata que se extrae de los archivos sedimentarios y su registro fósil es que el paisaje vegetal y la composición florística de la Península Ibérica e Islas Baleares han cambiado marcadamente en el curso de los últimos cientos, miles y millones de años. En unas ocasiones, el cambio vegetal ha venido controlado o modulado por el cambio climático, ante el cual los organismos han reaccionado de forma adaptativa o modificando su distribución geográfica. En otros casos, el estrés climático ha provocado la extinción regional, peninsular o continental de algunas especies. A una escala espacial y temporal más pequeña, las interacciones ecológicas, el historial de perturbaciones y los propios rasgos evolutivos de las especies vegetales, representan factores contingentes que deben ser tenidos en cuenta en la estima de los umbrales de vulnerabilidad y resiliencia de los ecosistemas peninsulares.

Aunque a menudo se ignora, la reputada originalidad florística de la Península Ibérica y Baleares tiene mucho que ver con su historia geobiológica. Vista en el tiempo, la Península resulta ser, reiteradas veces, un área de migración, también un escenario de reserva y supervivencia de numerosas especies, un refugio glacial en las épocas frías y áridas del final del Terciario y del Cuaternario. Iberia es zona de transición entre el Atlántico y el Mediterráneo, entre África y Eurasia, eventualmente, en épocas muy antiguas, entre el Hemisferio Sur y el Hemisferio Norte; digamos también que el extremo occidental de un gran continente y linde noroccidental de un gran océano. A menudo, por condicionamientos tectónicos, gran parte del territorio peninsular ha estado sumergido, mientras que durante los últimos 50 millones de años, se configuran la orografía accidentada y diversidad fisiográfica características de nuestros días. En las floras actuales hay evidencias de todos estos cambios. Y en las floras pasadas se encuentran buena parte de las explicaciones.

El presente tratado aporta información monográfica, y secuenciada regionalmente, sobre los principales registros paleobotánicos publicados para la Península Ibérica e Islas Baleares durante los últimos cinco millones de años, aproximadamente. El ámbito paleontológico incluye secuencias palinológicas (polen, esporas y otros microfósiles), de carbón arqueológico, semillas, fitolitos y otros macrorrestos vegetales. Administrativamente, incluimos España, Portugal, Gibraltar y Andorra. El marco cronológico viene definido por el período Plioceno (5,3-2,5 Ma) y por el período Cuaternario (últimos 2,5 Ma). Este amplio intervalo cubre el cambio más reciente desde el mundo tropical del Paleógeno hasta el contexto actual de fragmentación entre la región Mediterránea y Eurosiberiana. El conjunto temporal estudiado viene a ser una especie de experimento histórico que permitirá evaluar el impacto de las variaciones climáticas sobre los paleoecosistemas peninsulares y, finalmente, las consecuencias combinadas de éstas con la actividad del hombre, la cual es ciertamente muy antigua en algunas regiones de la Península, remontándose al Neolítico en algunas zonas del Levante y Andalucía.

Los diagramas polínicos y antracológicos presentados, así como las tablas de información paleocarpológica y sobre macrorrestos, comprenden sumarios en los que no se listan habitualmente todos los taxones, aunque sí los más significativos botánica o ecológicamente. En cualquier caso, en cada secuencia se hace referencia a la fuente original. Todos los diagramas han sido redibujados de la publicación correspondiente siguiendo un formato uniforme. En esta obra, se ha prescindido de cualquier intento de correlación de secuencias, ya que no pretendemos hacer planteamientos discursivos o comparativos, ni a nivel diacrónico ni regional. Para ampliar información, remitimos a las fuentes originales, así como al volumen especial de *Review of Palaeobotany and Palynology* recientemente publicado (Carrión & Leroy, editores, 2010, vol. 162, *Iberian Floras through Time: Land of Diversity and Survival*). En este número

se hace un repaso a las floras y vegetación ibérica durante los últimos 400 millones de años, es decir desde el Devónico hasta la actualidad. Nuestra pretensión aquí es detallar la casuística más reciente del Plioceno y Cuaternario.

En esta obra, la selección de registros y datos paleobotánicos atiende a criterios lógicos de resolución cronológica, discriminación taxonómica, amplitud y veracidad del marco temporal, sobre todo control de los eventos; impacto ulterior de la publicación y relevancia teórica de los hallazgos. Se observará una abrumadora mayoría de registros cuaternarios y sobre todo del Holoceno reciente; obviamente por una mayor abundancia de publicaciones.

Los textos que aquí se presentan fueron producidos inicialmente por los autores de cada capítulo y posteriormente sometidos a una labor de revisión y homogenización de estilo por parte del equipo redactor. Muchos autores lo son de los trabajos originales; en otros casos han tenido que describir secuencias de sus colegas de especialidad. Cabe señalar que, en esta tarea, se ha intentado reducir al máximo el componente interpretativo y centrarse en la presentación del registro. Pedimos disculpas por anticipado si ha habido errores en la descripción o inconsistencias en la interpretación. Esperamos en tal caso, suplir la información adecuada en futuras ediciones. Las ilustraciones y tablas que se presentan se han elaborado expresamente para este libro. No obstante, la mayoría son adaptaciones gráficas de otras fuentes bibliográficas, fundamentalmente artículos de investigación en revistas científicas y actas de congresos. En todos los casos, se ha citado en el pie o en el texto la fuente original. Nuestro deseo ha sido transmitir la información con el máximo de claridad posible. Las fuentes mencionadas en la bibliografía pretenden representar la mayor parte de los trabajos existentes sobre la temática, pero no constituyen un sistema de información. Para ello estamos desarrollando un proyecto web (<http://www.paleodiversitas.org/>) en el que las referencias se presentarán de forma estructurada de acuerdo con su marco cronológico y coordenadas geográficas. En cualquier caso, si en esta obra se han omitido fuentes importantes, no se ha hecho intencionadamente. La selección no debe tomarse, pues, como prueba de valoración alguna por parte de los autores.

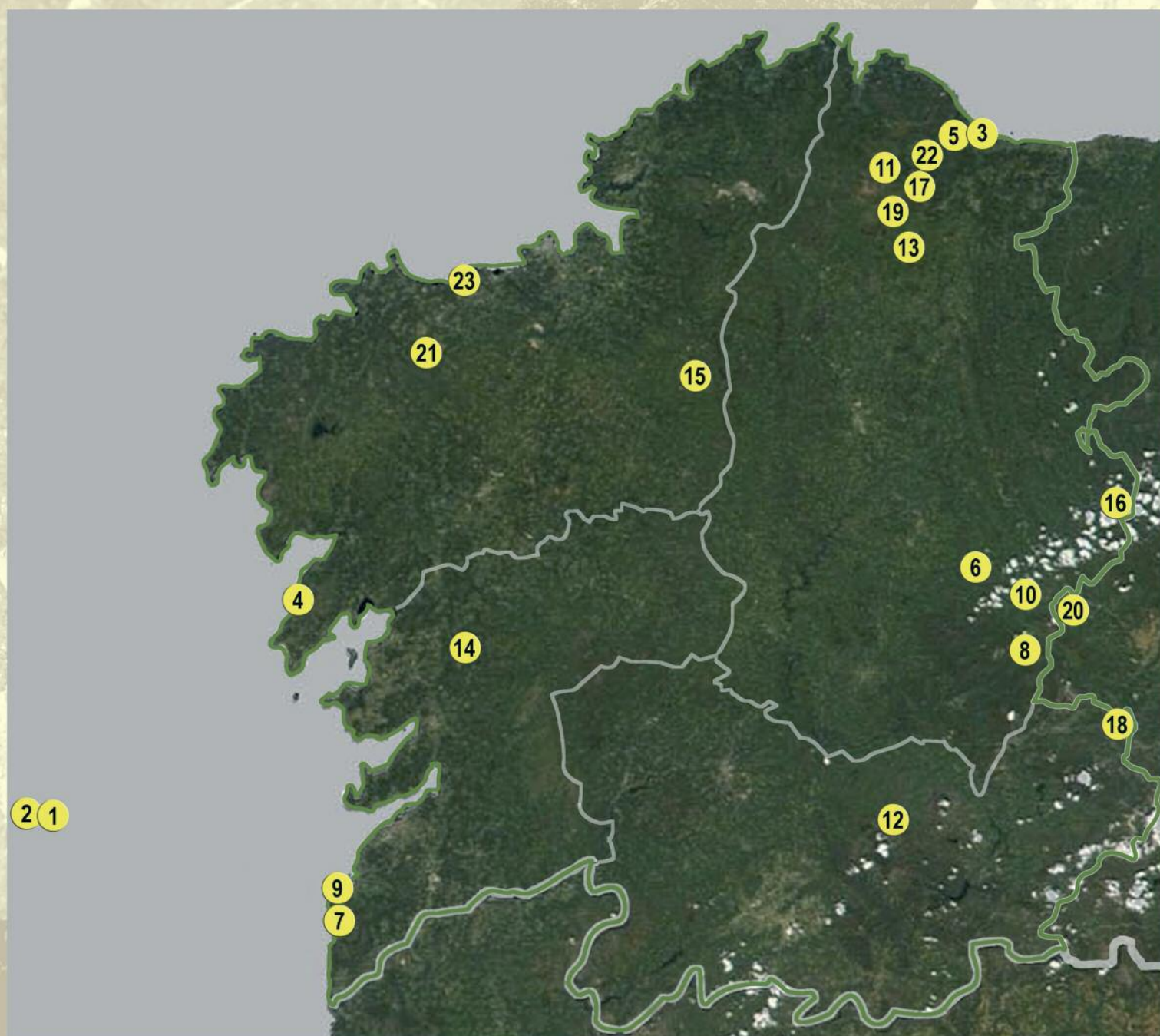
Un tratado de esta envergadura no habría sido posible sin la colaboración y apoyo de numerosos colegas, a los cuales estamos sumamente agradecidos. Desde el punto institucional, aparte de la Universidad de Murcia, que representa el ámbito ejecutivo del trabajo coordinador, y de los centros de investigación de todos los autores, destacamos la financiación continuada del Ministerio de Economía y Competitividad a través de los proyectos PALEOFLORA y PALEOVEGETACIÓN IBÉRICA I y II (CGL-BOS 2006-2956, IBERVELD CGL-BOS 2009-6988), así como de la Acción Complementaria AACC-2011-12909-E. Todas estas acciones han sido gestionadas con inteligencia y presancia por Lourdes Armesto, Juan Devesa, Pedro Jordano y Adolfo Cordero desde el Departamento Técnico de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Universidad de Murcia, a través de su Vicerrectorado de Investigación dirigido por Juan María Vázquez y Gaspar Ros, colaboró igualmente proporcionando personal técnico de apoyo para la ilustración y maquetación de las primeras versiones del manuscrito. La Fundación Séneca (Agencia Regional de Ciencia y Tecnología de Murcia) colaboró financiando la red temática PALEODIVERSITAS y el proyecto ECOCHANCE (8490/PI/08). Agradecemos a su director, Antonio González Valverde, por su respaldo incondicional en el curso de estas investigaciones. Otros proyectos y entidades incluyen PEPLAN (Dirección Regional del Medio Natural de Murcia), LIMNOCAL, DINAMO, CGL-BTE 2004-0048, CGL-BOS 2008-06005, RNM-5280 Junta de Andalucía, AGRIWES-TMED (ERC-AdG 230561), HAR-HIST-1920 y Consolider CSD2007-00058, entre otros. Esta obra cuenta con fotografías de algunas localidades, cuyo mérito corresponde a veces a contribuyentes que generosamente han proporcionado el material y cuya autoría se cifra en el lateral de cada ilustración. El equipo de Quaderna Editorial, con Joaquín Iborra, Juan Carlos Pérez Tornell y Juan Francisco Fernández, ha sido crucial para la puesta en escena de la obra a través de su aplicación web. Sin duda, debemos también disculparnos ante nuestras familias y amigos, por el precioso pedazo de tiempo que les hemos robado durante los años de producción de este manuscrito. Finalmente, como coordinador y responsable principal, deseo dedicar este libro a la mujer de mi vida, mi hija Lara Carrión Borgoños.

José S. Carrión
Coordinador

ABREVIATURAS

¹⁴ C	Carbono 14	IRHP	Período Húmedo Ibero Romano
ACM	Anomalía Climática Medieval	It	Índice de termicidad
AD	Después de Cristo (<i>After Domini</i>)	ka	Miles de años
AMS	Espectrometría de Masas con Aceleradores (<i>Accelerator Mass Spectrometry</i>)	km	Kilómetros
A.N.E.	Antes de Nuestra Era	l/m ²	Litros por metro cuadrado
AP	Polen arbóreo (árboles)	LGM	Último Máximo Glacial (<i>Last Glacial Maximum</i>)
BC	Antes de Cristo (<i>Before Christ</i>)	m	Metros
BP	Antes del presente (<i>Before Present</i>)	m s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
c.	<i>Circa</i>	Ma	Millones de años
cal.	Calibrados	MEB	Microscopio Electrónico de Barrido
Cal Pal	Programa de calibración (radiocarbono)	MIS	Estadio isotópico marino
com. pers.	Comunicación personal	mm	Milímetros
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	NPPs	Microfósiles no polínicos
DO	Evento Dansgaard Oeschger	N	Norte geográfico
frag.	Fragmento	NAP	Polen no arbóreo (arbustos, herbáceas)
GISP2	<i>Greenland Ice Sheet Project 2</i>	OIS	Estadio isotópico del oxígeno
gr.	gramos	P	Precipitación
GRIP	<i>Greenland Icecore Project</i>	PEH	Pequeña Edad del Hielo
H	Evento Heinrich	S	Sur geográfico
ha	Hectáreas	SE	Sureste geográfico
Indet.	Indeterminado	subsp.	Subespecie
Indiff.	Indiferenciado	t.	Tipo
IRD	<i>Iceberg rafted detritus</i>	UE	Unidades Estratigráficas
		var.	Variedad

GALICIA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE GALICIA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. MD01-2447
2. MD99-2331/MD03-2697
3. Area Longa
4. Caamaño
5. Moucide
6. Cova Da Valiña
7. Yacimiento de Oia
8. Laguna de Lucenza
9. Mougás
10. Pozo do Carballal
11. Chan do Lamoso
12. Turberas de la Sierra de Queixa
13. As Pontes
14. Campo Lameiro
15. Petón
16. Turbera de A Cespedosa
17. Turbera de Pena da Cadela
18. Pala da Vella
19. Turbera de Penido Vello
20. A Golada
21. Braña Rubia
22. Finca Galea
23. Baldayo

MD01-2447

Costa atlántica, Galicia

Pleistoceno medio/superior (430-360 Ka, 250-180 Ka)



Figura 1. Situación geográfica del sondeo de MD01-2447 en la costa atlántica gallega

El punto de sondeo del testigo marino MD01-2447 se localiza a una distancia aproximada de 60 km de la costa gallega ($42^{\circ} 09' N$, $09^{\circ} 40' O$) y a una profundidad de agua de 2080 m, y fue recuperado por el buque francés Marion Dufresne, equipado con la sonda de émbolo CALYPSO. La secuencia consiste en más de 40 m de sedimentos finos hemipelágicos, que corresponden a los últimos cuatro ciclos glacial-interglacial.

La cronoestratigrafía del MD01-2447 está basada en la identificación de eventos isotópicos en el registro béntico de isótopos estables de oxígeno ($\delta^{18}O$). La investigación polínica y multidisciplinar se ha centrado en los estadios isotópicos marinos (OIS) 7 y 11, buscando completar el estudio regional de correlación directa marino-terrestre en el noroeste de la Península Ibérica para los últimos cinco interglaciales (Desprat *et al.* 2007).

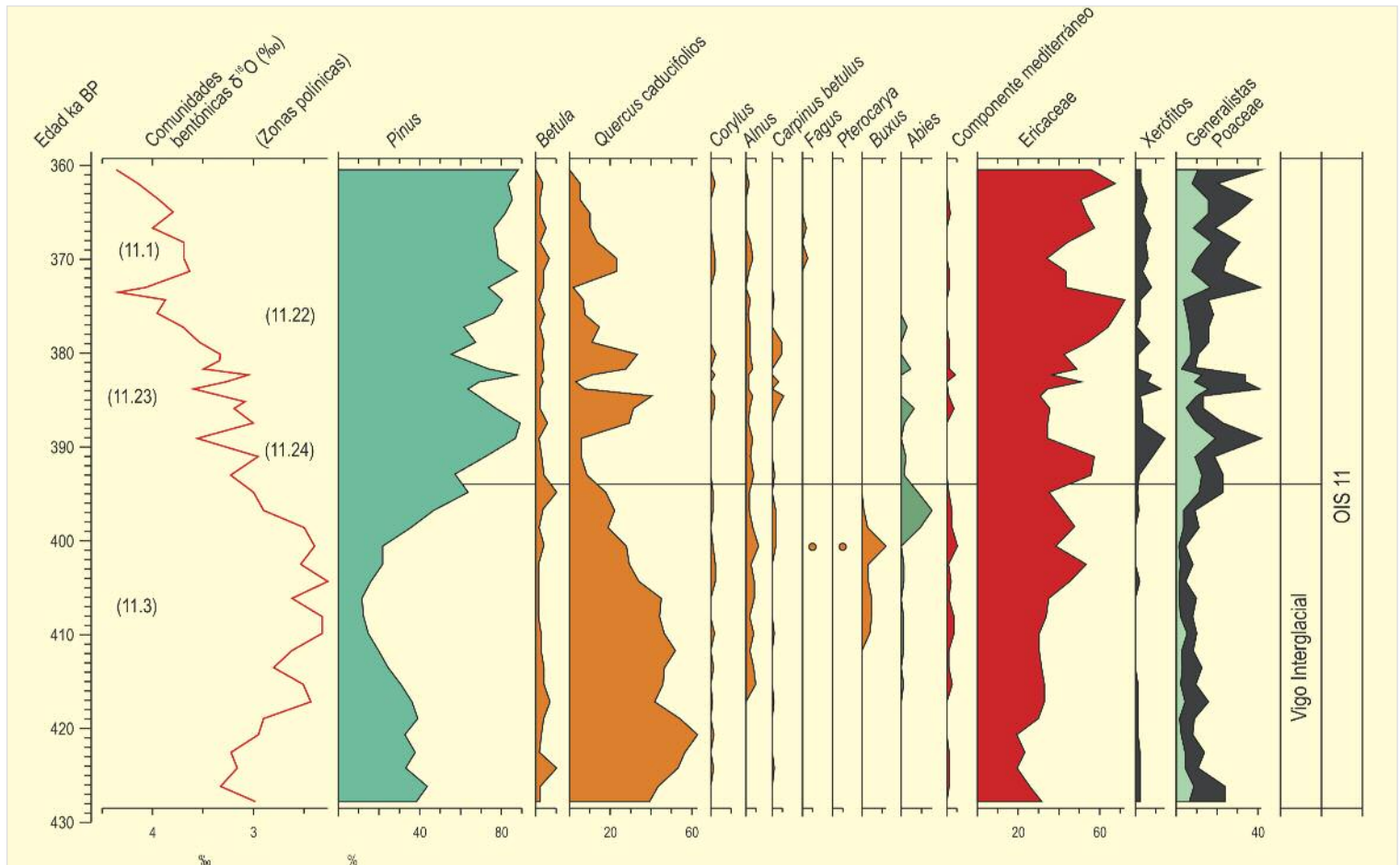


Figura 2. Diagrama polínico del estadio isotópico marino (OIS) 11 de MD01-2447. Redibujado de Desprat *et al.* (2005)

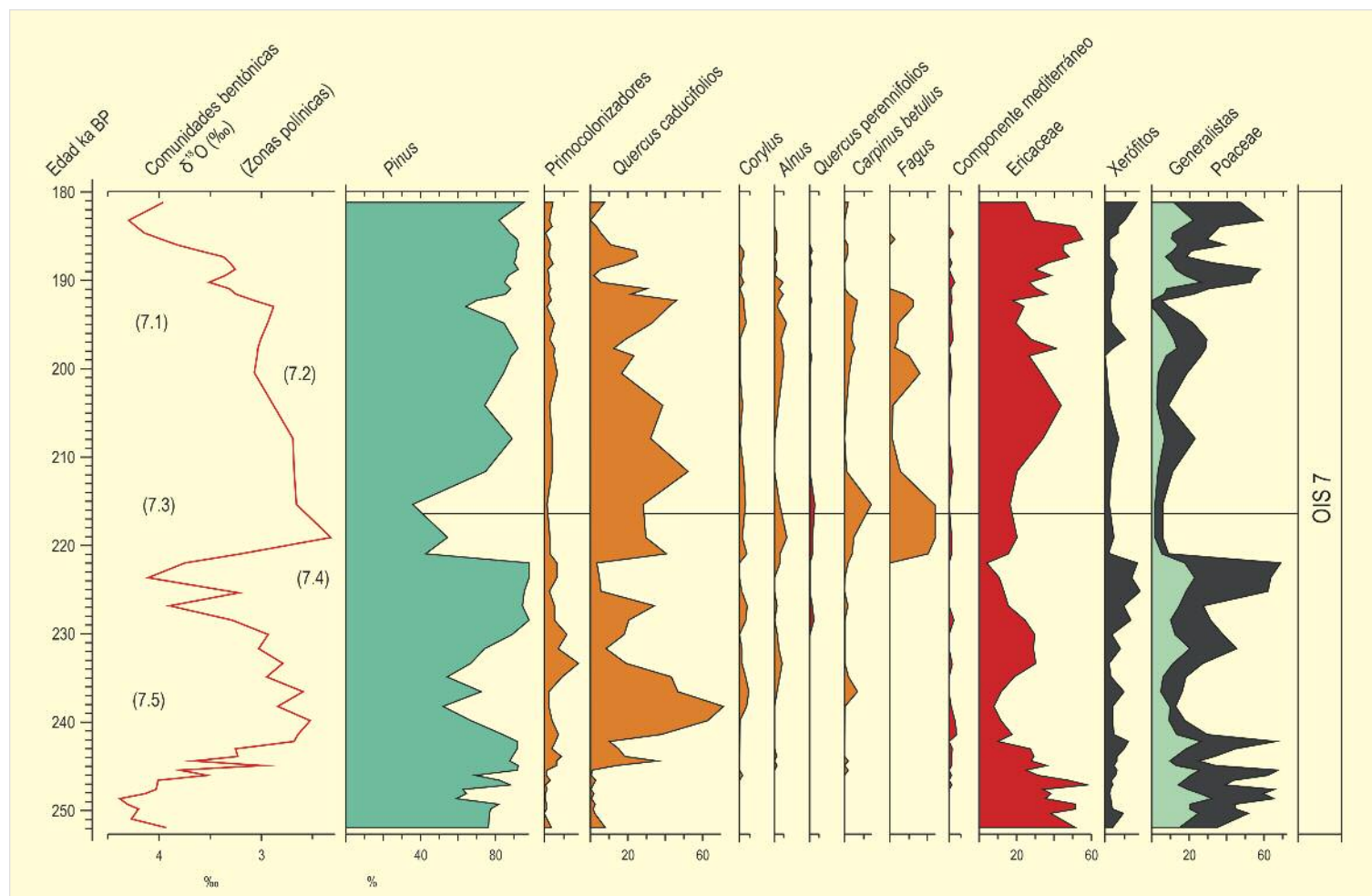


Figura 3. Diagrama polínico del estadio isotópico marino (OIS) 7 de MD01-2447. Redibujado Desprat *et al.* (2006)

Los resultados polínicos para el OIS 11 (Fig. 2), indican un largo periodo cálido y húmedo entre 426.000 y 394.000 años BP, caracterizado por la presencia de bosques caducifolios y cuatro fases vegetales: (1) dominio de *Quercus caducifolios* acompañados por árboles pioneros como *Betula*, (2) expansión de *Alnus*, *Buxus* y plantas mediterráneas, (3) apertura de los bosques, con expansión de *Ericaceae* y presencia de *Pterocarya* y *Fagus*, y (4) expansión de *Abies* y *Pinus* en el contexto de disminución de bosques caducifolios.

La segunda parte del OIS 11 (394.000-362.000 años BP) presenta una alternancia de fases de crecimiento de bosque y fases de extensión de vegetación esteparia con plantas herbáceas, pasando por un estado intermedio caracterizado por la expansión de brezales. Esta alternancia sugiere el impacto de tres ciclos climáticos cálidos-fríos, cada uno con una duración de entre 5000 y 12.000 años.

En el inicio de la fase OIS 7 se identifican tres oscilaciones climáticas rápidas marcadas por la alternancia en las abundancias de *Ericaceae* y plantas herbáceas (Fig. 3), con un corto intervalo

cálido caracterizado por una expansión de *Quercus caducifolios* a ~244.000 años BP, similar a la del intervalo cálido Bølling-Allerød de la transición OIS 2-1. En el OIS 7 se observan cinco periodos cálidos y húmedos con expansión de bosques caducifolios de *Quercus*, *Carpinus betulus* y *Fagus*, alternando con cinco periodos fríos, algunos de ellos húmedos (desarrollo de brezales), y otros más bien secos (dominio de vegetación esteparia).

Los resultados del estudio multiparamétrico (indicadores marinos incluidos) y la comparación con secuencias marinas del Atlántico Norte, sugieren que las condiciones vegetales y climáticas en el noroeste de la Península Ibérica respondieron de una manera sensible, tanto a los cambios climáticos globales relacionados con el volumen de hielo global, como a los cambios abruptos relacionados con eventos de descarga de icebergs.

Más información:

Desprat *et al.* (2005, 2006, 2007)

MD99-2331/MD03-2697

Costa atlántica, Galicia

Pleistoceno medio (330-280 Ka), Pleistoceno superior-Holoceno (130 Ka-actualidad)



Figura 4. Situación geográfica de los sondeos MD99-2331/MD03-2697 en la costa atlántica gallega

Los testigos marinos MD99-2331 y MD03-2697 fueron recuperados a unos 65 km de la costa de Galicia ($42^{\circ} 09' N$, $09^{\circ} 41' O$ y $42^{\circ} 09' N$, $09^{\circ} 42' O$ respectivamente) a una profundidad de agua superior a los 2100 m por el buque francés Marion Dufresne, equipado con la sonda de émbolo CALYPSO, durante las campañas oceanográficas GINNA (IMAGES V) de 1999 y PICABIA de 2003. Ambos testigos se componen de arcillas hemipelágicas. El primero de ellos alcanzó una profundidad de 37,2 m, lo que corresponde a los últimos dos ciclos interglacial-glacial y parte del tercer ciclo. El segundo, cubre una secuencia de más de 40 m y proporciona información para los últimos cuatro ciclos inter-

glacial-glacial. La zona de sondeo recibe sedimentos terrestres de las cuencas hidrográficas de las Rías Baixas de Galicia y los ríos Miño y Duero, de tal manera que el contenido polínico de estos testigos proporciona una señal potencial integrada de la vegetación regional del sector noroeste de la Península Ibérica (Naughton *et al.* 2007).

La investigación palinológica y multidisciplinar (sedimentología, isótopos planctónicos, conjuntos de foraminíferos planctónicos y estimaciones de temperaturas de aguas superficiales marinas), se ha centrado en los estadios isotópicos marinos OIS 9, 5, 4, 3, 2 y 1. La cronología del MD99-2331 está basada en 55 dataciones radiocarbónicas AMS sobre muestras monoespecíficas de foraminíferos planctónicos (Naughton *et al.* 2009), y en la correlación estratigráfica de eventos abruptos con la secuencia de referencia MD95-2042 (Sánchez-Goñi *et al.* 2008). La recuperación y análisis subsiguiente de otros testigos (MD01-2447 y MD03-2697) en el mismo lugar geográfico permite la construcción de un registro polínico muy completo y la correlación directa terrestre-marino para los últimos cinco interglaciales (Desprat *et al.* 2007). La cronoestratigrafía del MD03-2697 para el OIS 9 está basada en la identificación de eventos isotópicos en el registro planctónico de isótopos estables de oxígeno ($\delta^{18}O$) y en la correlación con la secuencia MD01-2443, mientras que la cronología de la parte superior (OIS 1) está basada en siete dataciones radiocarbónicas AMS (Tabla 1).

Los resultados polínicos del estudio del OIS 9 de MD03-2697 (Fig. 6, 340.000 a 270.000 años BP) indican tres periodos principales caracterizados por el desarrollo de bosques caducifolios (Pontevedra,

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2 σ)	Años cal. BP (mediana)	Material
20	2880 \pm 40	2501-2739	2656	<i>Globuligerina bulloides</i>
40	4760 \pm 40	4866-5198	5008	<i>Globuligerina bulloides</i>
70	7435 \pm 50	7783-7998	7895	<i>Globuligerina bulloides</i>
80	7470 \pm 40	7835-8014	7930	<i>Globuligerina bulloides</i>
110	9940 \pm 40	10.705-11.084	10.896	<i>Globuligerina bulloides</i>
150	11.920 \pm 60	13.233-13.486	13.353	<i>Globuligerina bulloides</i>
200	12.520 \pm 60	13.816-14.111	13.965	<i>Globuligerina bulloides</i>

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia MD03-2697 (Naughton *et al.* 2007) * Conversión con Marine04 (Hughen *et al.* 2004) en CALIB versión 5.0 (Stuiver & Reimer 1993)

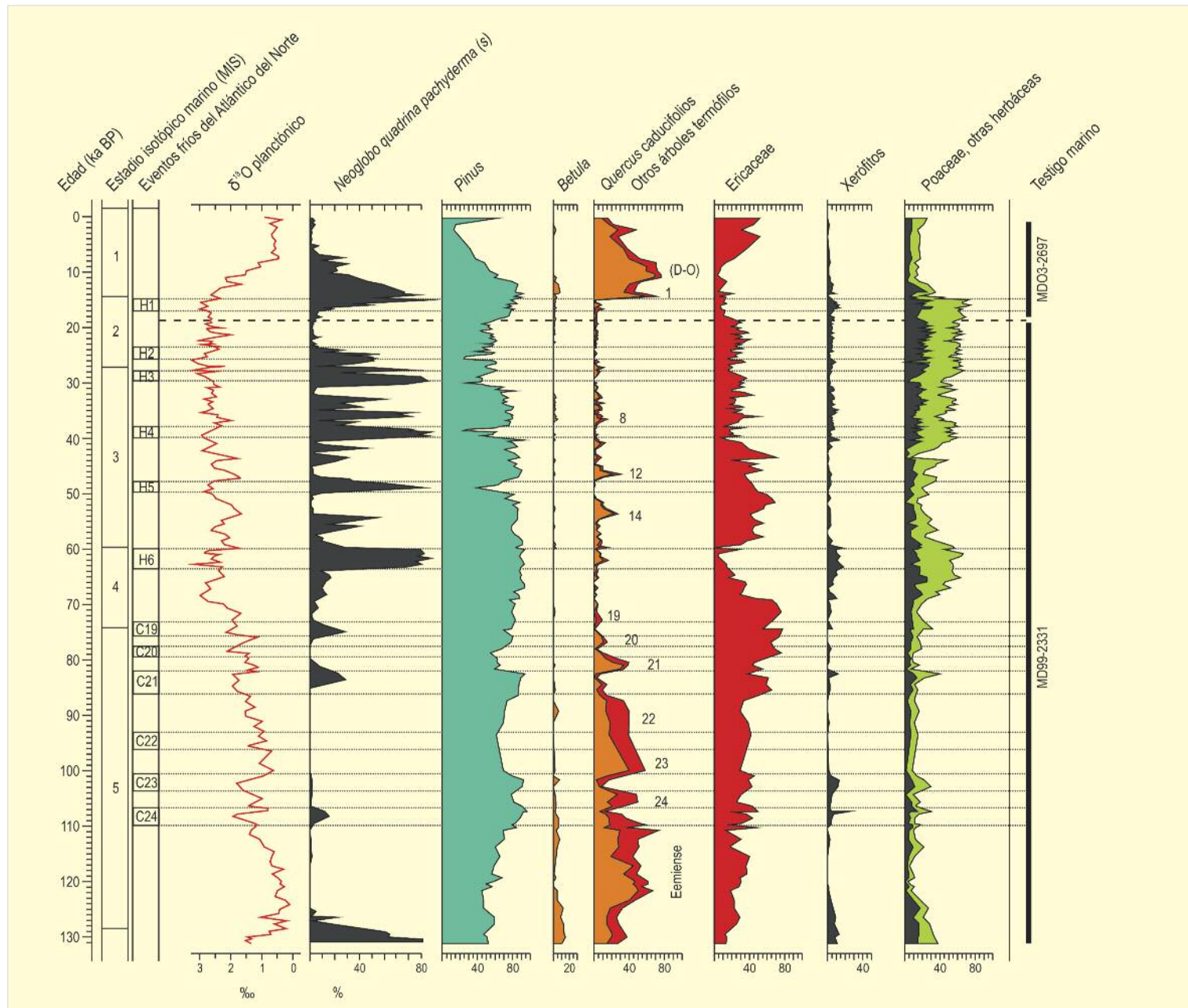


Figura 5. Diagrama *multiproxy* de MD99-2331, basado en Sánchez-Goñi *et al.* (2005, 2008), Naughton *et al.* (2007) y Gouzy *et al.* (2004). Para el intervalo 0 a 15 ka, se presentan datos del testigo MD03-2697 (Naughton *et al.* 2007). Las barras grises indican los eventos fríos del Atlántico Norte

Sanxenxo, Bueu), que corresponden a los tres intervalos mayores de bajo volumen global de hielo detectados en los isótopos béticos (Desprat *et al.* 2009). El desarrollo de los bosques en cada fase demuestra una sucesión característica de árboles pioneros (*Betula*) seguidos por *Quercus* caducifolios, y finalmente combinaciones de *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus betulus* y *Fagus*. El primer periodo forestal (Pontevedra), con una duración de aproximadamente 12.000 años, muestra los porcentajes más elevados de *Quercus* caducifolios y plantas mediterráneas, y corresponde a las temperaturas oceánicas más cálidas del OIS 9. El segundo periodo forestal (Sanxenxo) se caracteriza por un desarrollo menor de bosque, y por la sucesión de fluctuaciones abruptas en la vegetación. El tercer periodo forestal

(Bueu) muestra una expansión de *Quercus* caducifolios similar a la del primer periodo, pero los elementos mediterráneos no registran cierta expansión en este caso. También se registra una serie de doce eventos de reducción de bosque (3NWI-fr-1-12, Fig. 6), que corresponde a expansiones de *Ericaceae* (lo que sugiere condiciones frías y húmedas) o plantas herbáceas y esteparias (lo que sugiere condiciones más bien frías y secas). Estos eventos también se detectan en los indicadores marinos en la misma secuencia, lo que sugiere impactos sincrónicos atmosféricos y marinos de eventos a escala milenaria durante el OIS 9.

Los datos obtenidos de la secuencia MD99-2331 y los aportados por la parte superior del testigo marino MD03-2697 recogen los

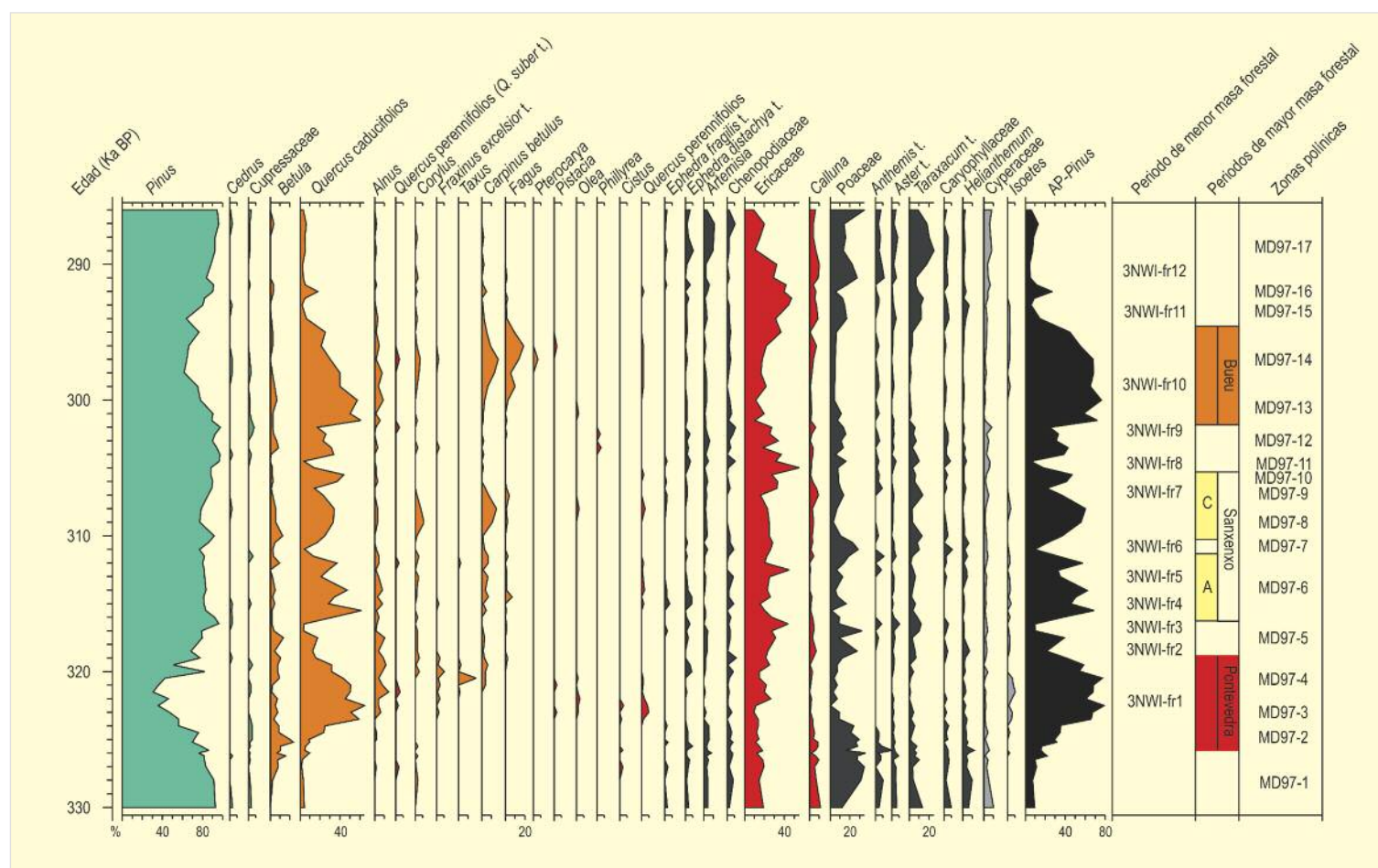


Figura 6. Diagrama polínico del estadio isotópico marino (OIS) 9 de MD03-2697. Redibujado de Desprat *et al.* (2009)

cambios de vegetación en el noroeste de la Península Ibérica durante los últimos periodos interglacial y glacial y durante los eventos Bølling-Allerød y Dryas reciente frente a la evolución y variabilidad del clima regional (Fig. 5). A largo plazo (escala orbital), es muy evidente la regresión de los bosques de robles desde el último interglacial (Eemiense) hacia el periodo glacial (OIS 4, 3 y 2) y la expansión de brezales y vegetación herbácea. Esta tendencia indica una reducción progresiva de temperaturas atmosféricas durante el último ciclo climático que evolucionó en paralelo con la instalación de condiciones marinas frías. Superpuesta en esta tendencia, resulta notable la variabilidad registrada a escala milenaria durante el periodo comprendido entre el OIS 5 y el OIS 2, evidente tanto en el registro polínico como en los indicadores marinos. La expansión de árboles termófilos se registra en fase con el calentamiento de las aguas superficiales marinas durante los intervalos cálidos (interstadios de Groenlandia), observándose durante el intervalo Bølling-Allerød (base del OIS 1) una respuesta rápida de *Quercus caducifolios* y especies arbóreo-arbustivas pioneras (*Betula*, *Cupressaceae* e *Hippophae*). Por el contrario, las reducciones de árboles termófilos y la expansión de

vegetación abierta con *Ericaceae* y *Poaceae* se observan en paralelo con el enfriamiento de las aguas superficiales marinas que tuvo lugar durante los episodios fríos (estadios de Groenlandia, eventos de Heinrich 1-6 y eventos de enfriamiento noratlánticos C19-24).

La expansión máxima de *Quercus caducifolios* se observa durante el Holoceno temprano o inferior mientras una expansión progresiva de *Ericaceae* caracteriza la segunda mitad del Holoceno.

El análisis *multiproxy* del MD99-2331 también ha arrojado luz sobre la complejidad climática interna de los eventos de Heinrich, proporcionando evidencias de dos fases climáticas (frío-húmedo y fresco-seco) dentro de los eventos H4, H2 y H1 en la zona noroeste de la Península.

Más información:

Gouzy *et al.* (2004), Sánchez-Goñi *et al.* (2005, 2008), Naughton *et al.* (2007, 2009), Desprat *et al.* (2009)

AREA LONGA

Foz, Lugo

Pleistoceno superior (> 50.000-35.000 años cal. BP)



Figura 7. Vista general de la playa de Area Longa, Lugo

El depósito de Area Longa ($43^{\circ} 36' N$, $07^{\circ} 18' O$; 0 m s.n.m.) se encuentra cerca de Foz (Lugo) y pertenece a la Región Eurosiberiana de la Península Ibérica, hallándose en el piso colino, con una vegetación dominante de brezales y bosques de *Quercus humilis*. El clima de la zona es marcadamente oceánico, sin grandes oscilaciones de temperatura y con una precipitación media anual de 1100 mm. En general, la temperatura media anual ronda los $14^{\circ}C$, la de invierno los $8^{\circ}C$ y la de verano los $22^{\circ}C$. La distribución de las lluvias a lo largo del año es uniforme, aunque los meses estivales son los que menos volumen de precipitación registran.

La secuencia polínica procede de un depósito localizado en un pequeño acantilado con una altura máxima de 18 m, situado inmediatamente detrás de una playa. La formación presenta en su zona basal facies marinas cementadas por óxidos de hierro que se

depositaron durante la transgresión oceánica del Eemiense (OIS 5e) (Mary 1989). Sobre estas facies descansa un nivel continental en el que se alternan capas inorgánicas y facies lacustres formadas en el momento de la regresión marina que acompañó a la última glaciación, cuando la retirada del agua generó lagos y turberas en las zonas deprimidas.

La primera investigación fue publicada por Mary *et al.* (1977), quienes llevaron a cabo dataciones y análisis palinológicos de tres niveles. El de mayor edad (>35.000 años BP) fue atribuido al peniglacial wurmiense y los otros dos (16.780 y 15.950 años BP), a la transición del Último Máximo Glacial al Tardiglacial. La acción erosiva que ejerce constantemente el mar sobre el acantilado, hizo que en 1990 se localizaran tres nuevos niveles lacustres. Dos de ellos, nivel I y nivel III, no habían sido descritos previamente, mientras que el nivel II se identificó como perteneciente al nivel más antiguo señalado por Mary *et al.* (1977) y por lo tanto se le atribuyó una edad wurmiense (OIS 4).

Sobre los otros dos niveles (nivel I y nivel III), se llevaron a cabo un total de 12 dataciones radiocarbónicas, cuatro de ellas por AMS (Tabla 2). Las cuatro dataciones sitúan cronológicamente al nivel III dentro del OIS 3. Las dataciones realizadas sobre el nivel I sólo suministran la edad mínima de las muestras debido a que superan el umbral máximo de datación por ^{14}C (Tabla 2).

El nivel I (OIS 5c) de turba (Fig. 8), con 40 cm de espesor, reposa directamente sobre las facies marinas eemienses. La base (zona polínica-1) se caracteriza por un elevado porcentaje de taxones

Ref. Convencional	Lab. AMS	Nivel	Prof. (cm)	Años BP Convencional	Años BP AMS	Material
GrN-20822		I	1650	> 49.000		madera
GrN-21440		I	1653-1654	> 45.000		turba
GrN-22827	GRA-6983	III	1017,5-1020	> 37.100	35.850 ± 300	turba
GrN-22826	GRA-6982	III	1070-1072,5	> 37.900	41.670 ± 520/490	turba
GrN-22825	GRA-6980	III	1087,5-1090	> 40.300	41.150 ± 520/480	turba
GrN-22824		III	1127,5-1130	> 42.000		turba
GrN-22823	GRA-6979	III	1160-1162,5	> 40.500	> 50.000	turba
GrN-21441		III	1700-1172,5	39.170 ± 2300/1800		turba

Tabla 2. Dataciones radiocarbónicas obtenidas por el método convencional y por análisis AMS para los niveles de Area Longa

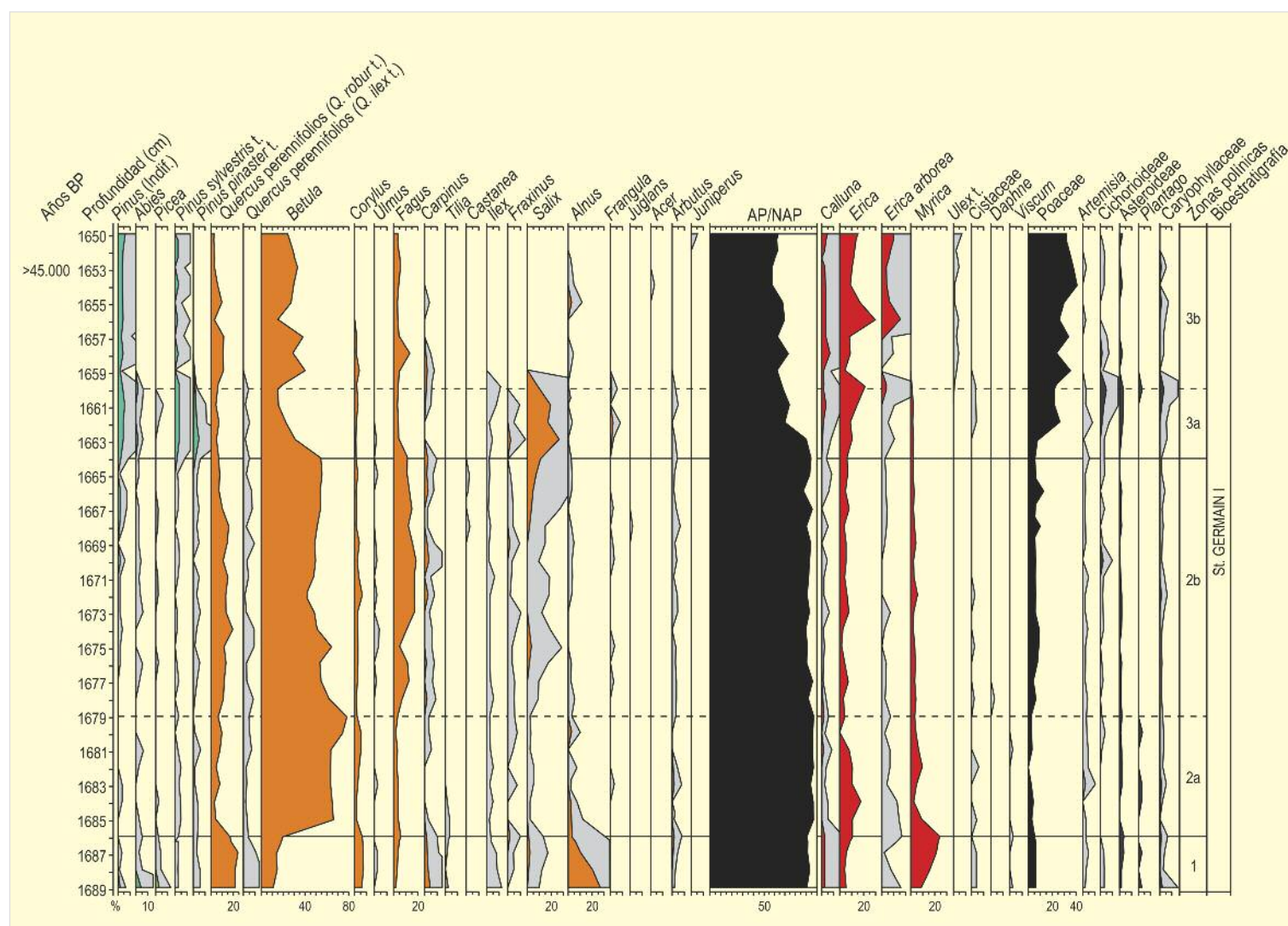


Figura 8. Diagrama polínico del nivel I (OIS 5c) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana *et al.* (2007)

arbóreos (90% del total de la suma polínica), en el que dominan caducifolios como *Quercus* y *Alnus*. La presencia significativa de *Alnus* sugiere un bosque galería muy próximo a la zona. En la siguiente fase (zona polínica-2), *Betula* y *Fagus* se convierten en los taxones dominantes del espectro arbóreo, que sigue siendo mayoritariamente de tipo caducifolio. Por último, en la zona superior de este nivel I (zona polínica-3), se reconoce una apertura de la vegetación con un aumento considerable de gramíneas. También en este momento desaparecen del espectro arbóreo las coníferas y una larga lista de taxones termófilos. El diagrama polínico sugiere que el nivel I (Fig. 8) coincide con una fase de gran expansión arbórea, en un momento en el que ya había comenzado la regresión marina asociada a la última glaciación. Igualmente, en Europa se registran fases de forestación al comienzo de la glaciación Würm, pero a diferencia de lo registrado en Area Longa, los interestadios europeos presentan extensas poblaciones de coníferas (*Pinus*, *Picea*, *Abies* y *Juniperus*) (Müller 2000).

El nivel II (OIS 4) (Fig. 9) está conformado por una parte basal de 130 cm de turba, y una parte superior de sedimento arcilloso con un

alto porcentaje de materia orgánica. Aunque los taxones arbóreos siguen estando presentes, el espectro polínico del nivel II está dominado por taxones de tipo herbáceo/arbustivo, principalmente Ericaceae y Poaceae, cuyos porcentajes son complementarios a lo largo de toda la secuencia. La correlación existente entre la variación de las proporciones de taxones acuáticos y la alternancia litológica entre arcillas orgánicas y arcillas orgánico-arenosas, indican fluctuaciones recurrentes de la lámina de agua durante el periodo de depósito de este nivel. La casi ausencia de taxones indicadores de aridez como *Artemisia* y Chenopodiaceae, y la persistencia de otros de carácter termófilo, sugiere que el área pudo ser refugio de especies mesófilas (*Quercus robur*, *Corylus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Ulmus* e *Ilex*) que verían limitada su expansión en el resto de Europa por la intensa aridez que caracteriza al OIS 4.

El nivel III (OIS 3) está compuesto por una capa de 172 cm de turba. El registro polínico muestra una dominancia de taxones arbóreos, en la que la expansión del bosque caducifolio se intercala con momentos cortos de apertura de la vegetación (Fig. 10).

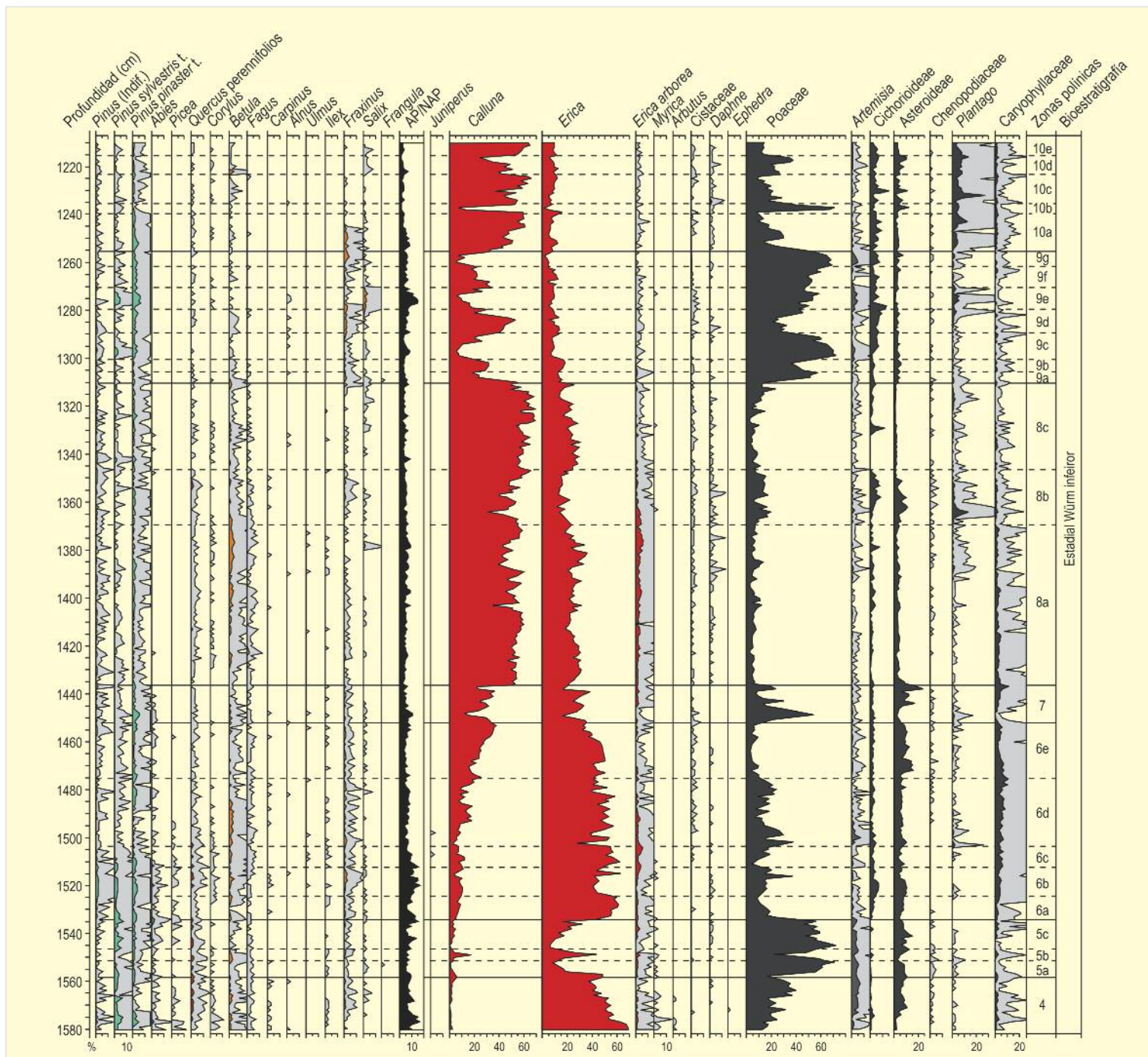


Figura 9. Diagrama polínico del nivel II (OIS 4) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana *et al.* (2007)

En total se observan 3 fases claras de desarrollo de la masa forestal. La primera (zona polínica-12), entre 41.000 y 42.000 años BP, debió de ser la más cálida del interestadio, a juzgar por la alta proporción de polen arbóreo y la dominancia de *Quercus caducifolia*. La siguiente fase (zona polínica-14), aprox. entre 36.000 y 41.000 años BP, se caracteriza por la expansión de *Betula*, lo que sugiere que la temperatura no debió de ser tan alta como en la anterior. Por último, la zona polínica-16 (registrada hace unos 35.000 años), muestra una dominancia de *Quercus* y un descenso de gramíneas. Esto hace pensar

que, aunque la temperatura no debió de ser tan alta como en la primera fase (zona polínica-12), al menos sí que superaría la de la segunda (zona polínica-14). La correspondencia entre el registro polínico observado y los eventos de Heinrich y Dansgaard-Oeschger parece evidenciar el marcado carácter fluctuante de este interestadio.

Más información:

Mary *et al.* (1977), Mary (1989), Gómez-Orellana *et al.* (2007)

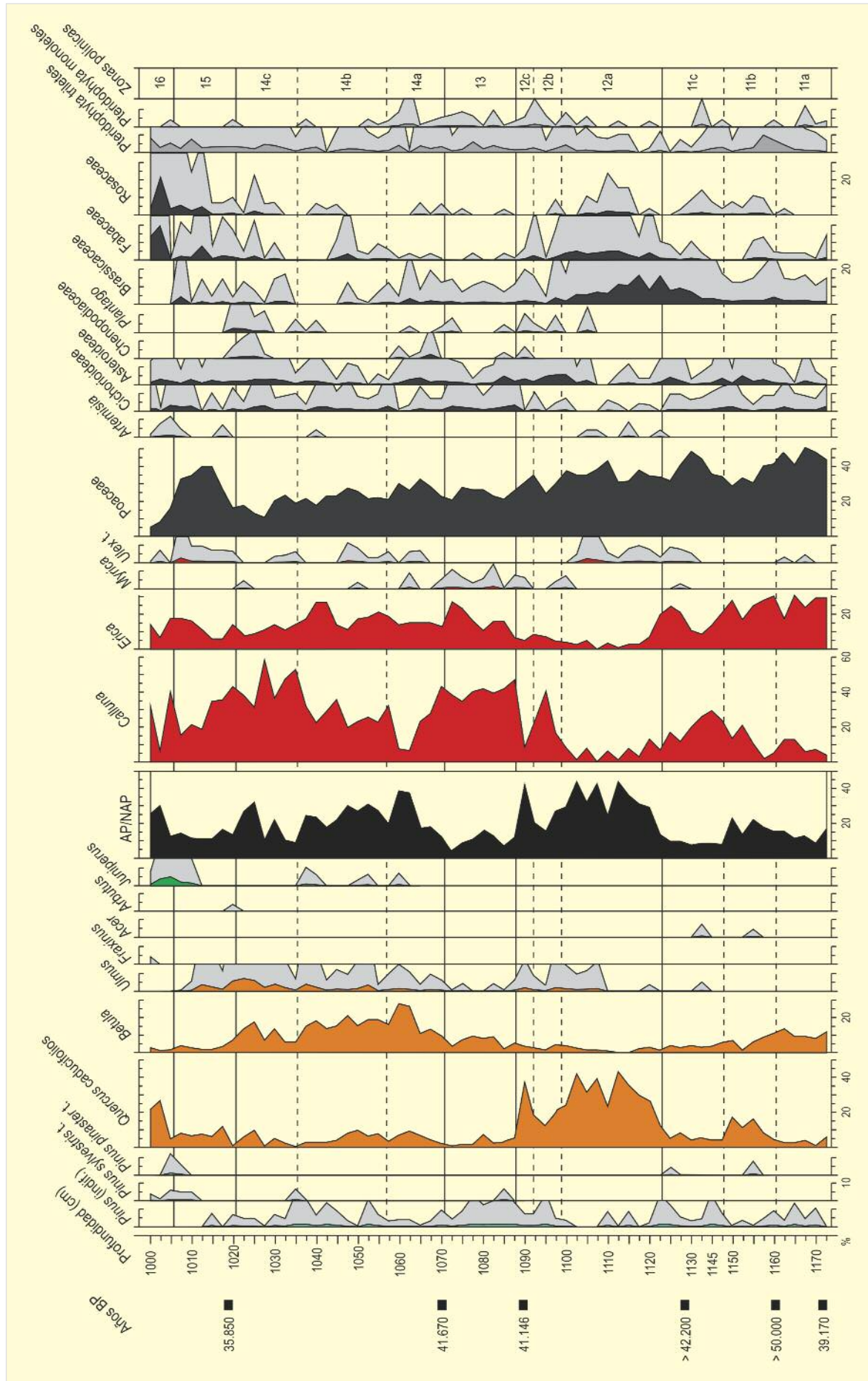


Figura 10. Diagrama polínico del nivel III (OIS 3) de Area Longa. Redibujado de Gómez-Orellana et al. (2007)

CAAMAÑO

Costa gallega, Porto do Son, A Coruña
Pleistoceno superior (>40.680~24.100 años cal. BP)

El depósito costero de Caamaño (42° 39' N, 09° 02' O; 0 m s.n.m.), situado en la ría de Muros-Noia, aparece emplazado sobre la plataforma de abrasión mostrando su perfil vertical de aproximadamente 8 m de altura gracias a la batida constante del mar. El entorno bioclimático es el del piso colino, con frecuentes precipitaciones repartidas principalmente en invierno y con un mínimo en el verano. En el área próxima al acantilado aparecen pastizales y herbazales mesófilos más o menos densos, apareciendo también en sus proximidades, matorrales mixtos entre las repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus*. En otras zonas mejor conservadas aparece el robledal de *Quercus robur*.

A nivel sedimentológico se han estudiado tres columnas (Gómez-Orellana 2002). A muro, aparece dispuesto un nivel de

sedimentos de origen eólico que muestran señales de rubefacción. Encima de éste, en los denominados perfiles A y C, aparece un nivel coluvial sobre el que se dispone una capa de material limnético mientras que en el denominado perfil B, el nivel eólico da paso directamente a una capa limnética de unos 70 cm de potencia. En los tres perfiles posteriormente aparece una capa heterogénea de materiales aluviales y coluviales de unos 6 m de espesor que a techo finaliza con una capa de suelo.

Los análisis polínicos (Ramil-Rego *et al.* 1996, Gómez-Orellana 2002) se han realizado con dos de los niveles limnéticos fosilizados (Caamaño A y B), mientras que el tercero fue polínicamente estéril. El análisis polínico en la capa más antigua, niveles I y II, muestra un dominio del polen no arbóreo (Poaceae/Asteroidae) (Fig. 11). Los

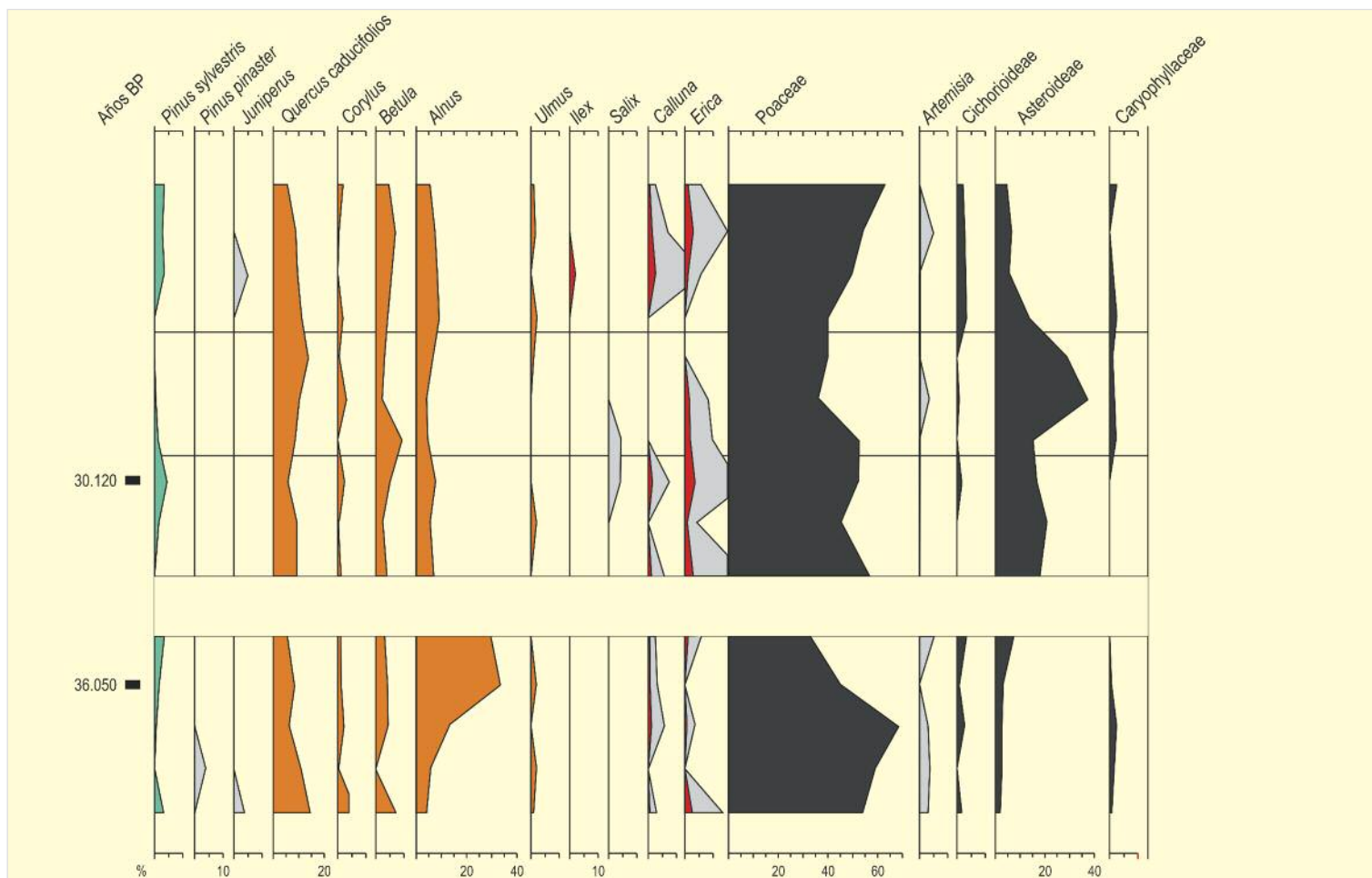


Figura 11. Diagrama polínico del perfil Caamaño B. Redibujado de Ramil-Rego *et al.* (1996)

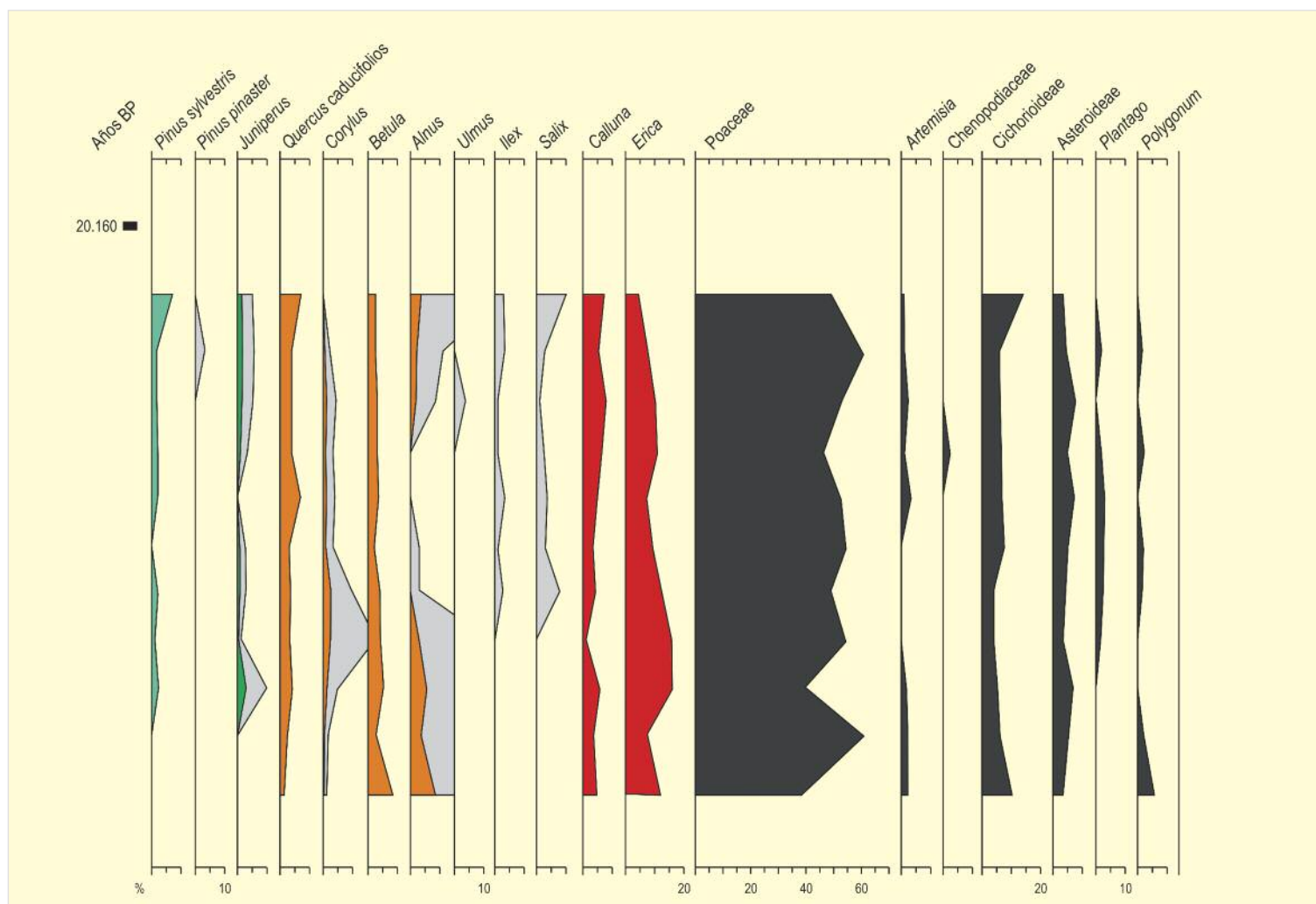


Figura 12. Diagrama polínico del perfil de Caamaño A. Redibujado de Ramil-Rego *et al.* (1996)

árboles se encuentran representados por planocaducifolios principalmente (*Quercus robur*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Alnus*) aunque aparecen en porcentajes muy reducidos (Iriarte *et al.* 2005). El paisaje es por tanto abierto y reflejaría unas condiciones frías, aunque no extremas. Hay que destacar los valores bajos de criotermos tales como *Artemisia*, y la presencia de especies higrófilas tales como *Myrica*, *Calluna*, *Erica* y *Empetrum*, indicadoras de elevada humedad ambiental (Gómez-Orellana 2002).

Las dataciones realizadas en los perfiles permiten situar cronológicamente estas secuencias entre el interestadial würmiense y el inicio del estadal würmiense (c. 36.050-28.750 años BP). En el nivel III, cuyo techo se sitúa a 20.160 años BP y se corresponde con la capa superior, aparece igualmente una capa con dominio de Poaceae, llegando a alcanzar valores cercanos al 60%. Cichorioideae y Asteroideae mantienen niveles significativos en todo el diagrama mostrando sólo ocasionalmente *Artemisia* valores significativos. Al igual que sucedía en los niveles inferiores los taxones caducifolios (*Quercus*, *Betula*, *Corylus* y *Alnus*) mantienen niveles moderados pero continuos, a excepción de *Ilex* y *Ulmus* que aparecen de modo discontinuo (Fig. 12). Del mismo modo, los arbustos son diversos

pudiendo destacarse la presencia de *Erica* y *Calluna* por su elevada representación junto a otros géneros tales como *Myrica*, *Thymelaea* o *Empetrum*. Los datos polínicos permiten dilucidar un momento frío y húmedo, con una vegetación abierta con presencia de árboles y arbustos dispersos. Es interesante mencionar que entre las coníferas, *Juniperus* aparece de modo constante en la parte superior del diagrama, nivel III, mientras que *Pinus* (*P. sylvestris t.*) aparece de modo continuo en toda la secuencia, aunque siempre mostrando valores muy bajos. A lo largo del intervalo también hace su presencia *P. pinaster*, aunque de modo muy esporádico y con valores muy bajos.

La secuencia pone de manifiesto que durante los estadios isotópicos OIS3-2 el bosque caducifolio atlántico retrocedió ante las condiciones de intenso frío reinante en zonas costeras y sublitorales. Sin embargo, la elevada humedad ambiental permitió la existencia de un elenco de especies higrófilas atlánticas de carácter arbustivo que dominaron sobre las especies estépicas como *Artemisia*.

Más información:

Ramil-Rego *et al.* (1996), Gómez-Orellana (2002)

MOUCIDE

Noroeste peninsular, Foz, Lugo

Pleistoceno superior-Holoceno (44.730-1530 años BP)



J.A. RODRÍGUEZ

Figura 13. Bosquete de ribera en las proximidades a Moucide

El yacimiento de Moucide (43° 36' N, 07° 21' O; 0 m s.n.m.) se encuentra situado a unos 3 kilómetros de la costa nororiental gallega, en el valle del río que da nombre al yacimiento. El afloramiento se encuentra formando parte de un conjunto de niveles aluviales y coluviales en los que depósitos orgánicos y detríticos alternan entre sí. En estos sedimentos orgánicos se han llevado a cabo diferentes estudios polínicos que han permitido reconstruir, al menos parcialmente, la vegetación de la zona durante el Pleistoceno superior y el Holoceno (Nonn 1960, Nonn 1966, Aira-Rodríguez *et al.* 1987, Gómez-Orellana 2002, Iriarte *et al.* 2005).

El entorno bioclimático es el piso colino y en las inmediaciones del yacimiento es posible encontrar en la actualidad repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus* principalmente, aunque en áreas muy próximas aparecen brezales mixtos con *Erica cinerea*, tojares mixtos con *Ulex europaeus* y *Ulex minor* y helechares con *Pteridium aquilinum*.

Una de las secuencias estudiadas lo constituye el depósito de la "cantera de Moucide" en el cual, de base a techo, pueden diferenciarse las siguientes facies sedimentarias (Martínez-Cortizas *et al.* 1996): en la base aparece un nivel formado por grandes bloques cementados por gravas y arenas, seguido por una capa de arcillas en bandas; posteriormente, un nivel de terraza de mate-

riales cuarcíticos al que sigue una capa de clastos inmersos en una matriz arenosa. Por encima de estos materiales se ubica una discontinua capa de sedimentos orgánicos de unos 55 cm. Los abundantes restos orgánicos hallados, como por ejemplo filodios de *Sphagnum* o fibras y vainas de *Carex*, indican que el yacimiento se formó a partir de un humedal higróturboso de carácter continental (Gómez-Orellana 2002).

En el yacimiento se han realizado tres análisis polínicos que permiten apreciar la evolución de la vegetación en el OIS 3, 2 y 1. Del análisis de la última capa de sedimentos orgánicos (Gómez-Orellana 2002, Iriarte *et al.* 2005) se han obtenido las siguientes dataciones mediante ¹⁴C: a 110-115 cm de profundidad se ha obtenido una edad de 44.730 años BP y a 70 cm de profundidad una edad de 33.440 años BP, lo cual permite enmarcar este tramo del yacimiento dentro del Estadío Isotópico 3 (OIS 3). La vegetación presente en este intervalo temporal queda definida en dos zonas polínicas (Fig. 14) (Iriarte *et al.* 2005): en la primera, zona polínica I, se aprecia un óptimo de *Quercus caducifolios*, superando valores del 25% apareciendo otros taxones arbóreos como *Fraxinus*, *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Salix* o *Carpinus*, este último únicamente en la parte más basal.

Posteriormente en la zona polínica II entre 33.400 y 41.400 años BP, se produce un retroceso general de la cubierta arbórea, especialmente de *Quercus caducifolios* y *Betula* llegando a desaparecer otras especies acompañantes. Este hecho coincide con la expansión de Poaceae e incremento de *Lycopodium* e *Isoetes*.

La secuencia pleistocena de Moucide, dentro del OIS 3 (60.000-25.000 años BP), parece reflejar, por tanto, una primera fase de expansión arbórea relacionable con un momento de elevada termicidad dentro del interstadial y el inicio de un periodo de empeoramiento climático consecutivo.

En la cantera, Van Campo (Delibrias *et al.* 1964, Nonn 1966) realizó también un análisis polínico en una capa de unos 15 cm de potencia, cuya datación en su base arroja una edad de 13.600 años BP. El espectro polínico obtenido puede relacionarse con un ambiente muy frío no exento de una cierta humedad ambiental, al menos estacional. En la escasa representación polínica puede identificarse la presencia en cantidades notables de Poaceae junto a la presencia mucho más moderada de *Pinus sylvestris* t. y casi testimonial del abedul.

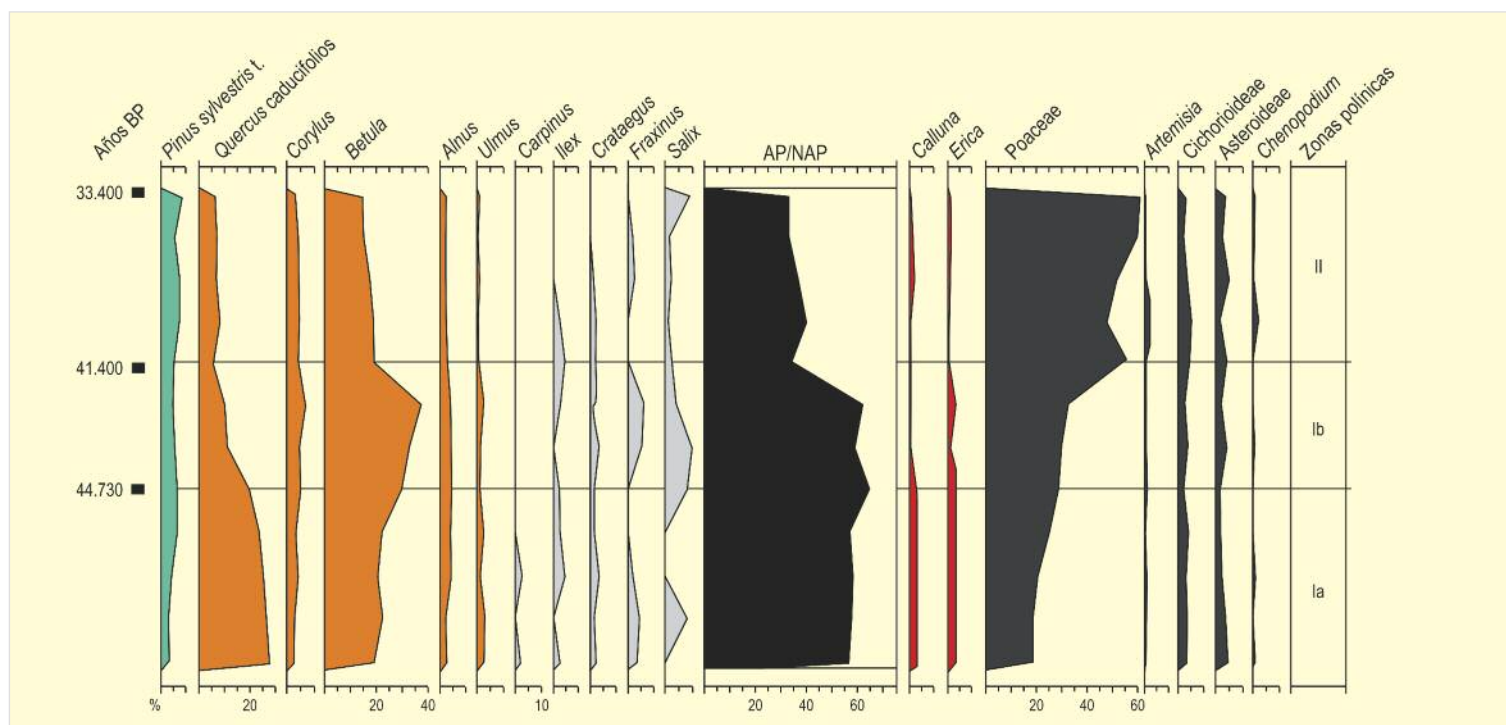


Figura 14. Diagrama polínico del yacimiento de Moucide. Redibujado de Gómez-Orellana *et al.* (2001)

Aira-Rodríguez *et al.* (1987) analizaron dos nuevos niveles de escasa potencia. En el nivel inferior, un nivel grisáceo de 45 cm de espesor, se obtuvo un espectro polínico dominado por Poaceae, con valores que superan el 80% y presencia reducida pero continua de *Corylus* y *Alnus*. Este nivel se ha relacionado con el nivel Tardiglacial de Nonn (1966), aunque persisten ciertas dudas sobre su cronología (Gómez-Orellana 2002).

En el nivel superior, la datación radiocarbónica permite calificarlo como Subatlántico (1530 años BP). En esta muestra, extraída

a unos 90 cm de la superficie en un área próxima a la anterior, se contabilizaron unos 240 granos de polen, registrándose un total de 20 taxones entre los cuales el porcentaje del polen arbóreo llegó a alcanzar un 40%. Se aprecia un dominio de *Corylus* con presencia de *Quercus*, *Betula*, *Alnus* y presencia de *Juglans* y *Pinus sylvestris*.

Más información:

Aira-Rodríguez *et al.* (1987), Gómez-Orellana *et al.* (2001), Gómez-Orellana (2002), Iriarte *et al.* (2005)

COVA DA VALIÑA

Sierras orientales gallegas, Triacastela, Lugo
Pleistoceno superior (39.030 años cal. BP)

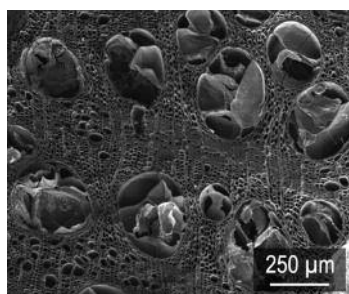


Figura 15. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de *Quercus caducifolia*

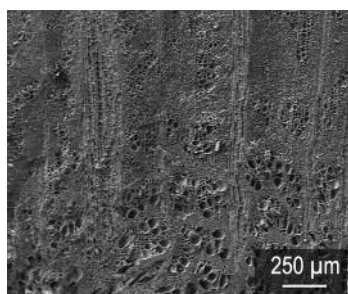


Figura 16. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de Fabaceae

Y. CARRIÓN MARCO

La Cova da Valiña (Triacastela, Lugo) se abre sobre una ladera del Monte da Croa, cerca del Río Valiña del que recibe su nombre (42° 46' 57" N, 07° 14' 9" O; 620 m s.n.m.) y en el límite entre la Meseta de Lugo y las Sierras orientales gallegas. Las excavaciones llevadas a cabo en la cavidad entre 1987 y 1992 permitieron definir la secuencia sedimentaria de la cueva, que se dividió en tres ciclos: el Ciclo I correspondía al material superficial alóctono; el Ciclo II se formó en un momento de fases alternantes de encharcamiento de la cueva; por último, el Ciclo III corresponde al nivel arqueológicamente fértil. Éste se divide en dos momentos de ocupación o niveles, que son los que han proporcionado el carbón analizado, el Nivel 1 (en torno a 34.800 años BP) y el Nivel 0, muy desmantelado y de difícil asignación cronológica.

En el Nivel 1, el taxón dominante en el carbón es un antracotipo *Pinus nigra-sylvestris*, seguido por *Quercus caducifolia* y por *Betula*. El resto de identificaciones (*Clematis*, *Fraxinus* y *Juniperus*) corresponden a una presencia muy puntual. La dominancia de los pinos de montaña, junto con *Betula*, indica la existencia de un paisaje abierto, aunque matizado por la importante presencia de *Quercus caducifolia*, presente en proporciones similares a los pinos.

Sendos análisis polínicos realizados en el yacimiento bajo la dirección de Mme. Arlette Leroi-Gourhan (Llana-Rodríguez *et al.* 1996) y de Ramil-Rego *et al.* (1996), respectivamente, coinciden en el predominio de los taxones arbóreos, dominados por *Pinus sylvestris* y acompañado por *Abies* y *Juniperus* en porcentajes mucho más reducidos. Los caducifolios están también representados, destacando la presencia de *Betula*, *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, *Castanea* y *Ulmus*. En cuanto a las herbáceas, el predominio de las gramíneas estaría en relación con la existencia de amplios espacios deforestados. Esta dualidad entre espacios abiertos y boscosos viene también apoyada por los restos paleontológicos recuperados en el yacimiento, que apuntan hacia un dominio de especies características de espacios abiertos tipo praderas o brezales, y algunos típicos de pequeñas áreas forestadas.

El conjunto de datos paleoambientales del Nivel 1 remite a las características climáticas de finales del Interglacial Würm II-III y comienzos del Würm III, determinado por unas condiciones bastante húmedas y atemperadas, aunque ya de transición al estadal. Los resultados antracológicos del Nivel 0, indeterminado cronológicamente, muestran un cambio sustancial con respecto al anterior: los taxones dominantes pasan a ser *Quercus caducifolia*, en detrimento fundamentalmente, de los pinos. Nos encontramos pues ante una dinámica de expansión de *Quercus* frente a las coníferas, aunque la pervivencia de *Betula* y Fabaceae sigue denotando la existencia de espacios abiertos. También están presentes *Clematis*, *Ephedra* y Maloideae.

Más información:

Llana-Rodríguez *et al.* (1996), Ramil-Rego *et al.* (1996), Carrión-Marco (2005)

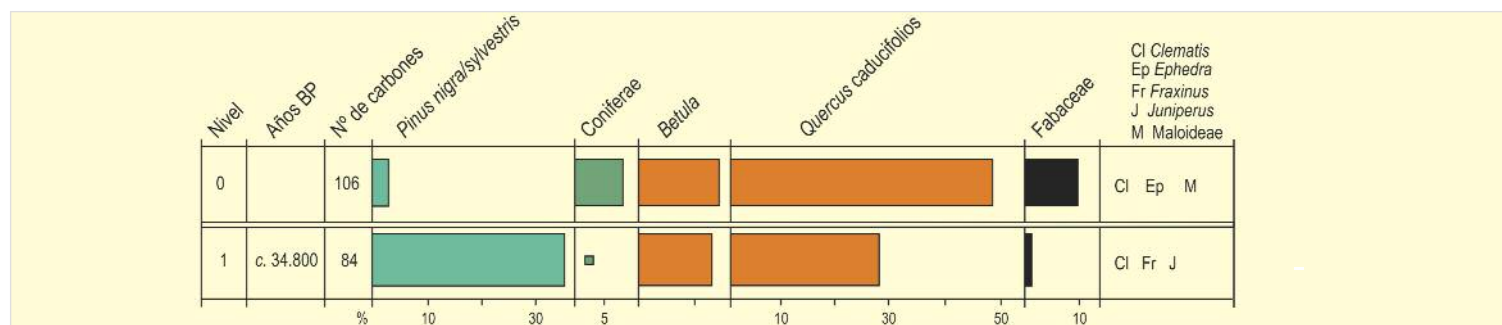


Figura 17. Diagrama antracológico de A Valiña (redibujado de Carrión-Marco 2005)

YACIMIENTO DE OIA

Costa gallega, Oia, Pontevedra

Pleistoceno superior (c. 25.000-15.000 años BP)



Figura 18. Oia (Pontevedra), en cuyo término municipal se sitúa el yacimiento epónimo

El yacimiento litoral de Oia ($42^{\circ} 00' N$, $08^{\circ} 52' O$; 0 m s.n.m.) se encuentra situado en las proximidades de la Cala do Redondeliño, al sur de la localidad de la cual toma el nombre. El perfil se encuentra seccionado por la misma línea de costa, estando sometido a la acción constante de las mareas. En la actualidad, en las inmediaciones aparece un tojar de *Ulex europaeus* mezclado con *Pteridium aquilinum*, aunque es posible encontrar en la zona tojares mixtos y brezales de *Erica cinerea* entre las repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus*.

En la costa es posible apreciar diferentes secciones del depósito de diferente espesor y cronología, pudiendo comprobarse como en la parte norte de la bahía estos depósitos son de menor complejidad, de cronología postglacial. Cano *et al.* (1997) realizaron una datación radiocarbónica en el perfil obteniendo una edad de 32.980 años BP. En la columna estudiada por Gómez-Orellana (2002) e Iriarte *et al.* (2005) pueden diferenciarse niveles tanto orgánicos como detríticos. Los niveles limnéticos estudiados desde un punto de vista polínico son el denominado

nivel II y el nivel IV. El llamado nivel II tiene aproximadamente unos 42 cm de espesor. En él aparecen numerosos macrorrestos vegetales carbonizados y la datación realizada en él indica una edad de 34.250 años BP. La segunda facies limnética supera los 1,30 m de potencia y descansa sobre una línea de clastos de unos 10 cm de espesor.

En la zona I de la secuencia polínica (Fig. 19) se puede apreciar como tras una primera fase corta con predominio de polen no arbóreo, rápidamente se produce la recuperación de los *Quercus* caducifolios, seguida de *Corylus* y *Alnus*, el cual llega a alcanzar porcentajes del 60%, lo que lleva el porcentaje marítimo total de caducifolios a máximos del 80 %. Junto a estos taxones también están presentes otros con menor representación dentro del conjunto como *Ilex*, *Betula*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Fraxinus* y las coníferas *Pinus sylvestris* t. y *P. pinaster* t.

Tras un hiato sedimentario, la zona polínica II comienza con valores muy elevados de *Quercus* caducifolios y *Fagus*, este último alcanzando valores próximos al 20% y viéndose acompañado por

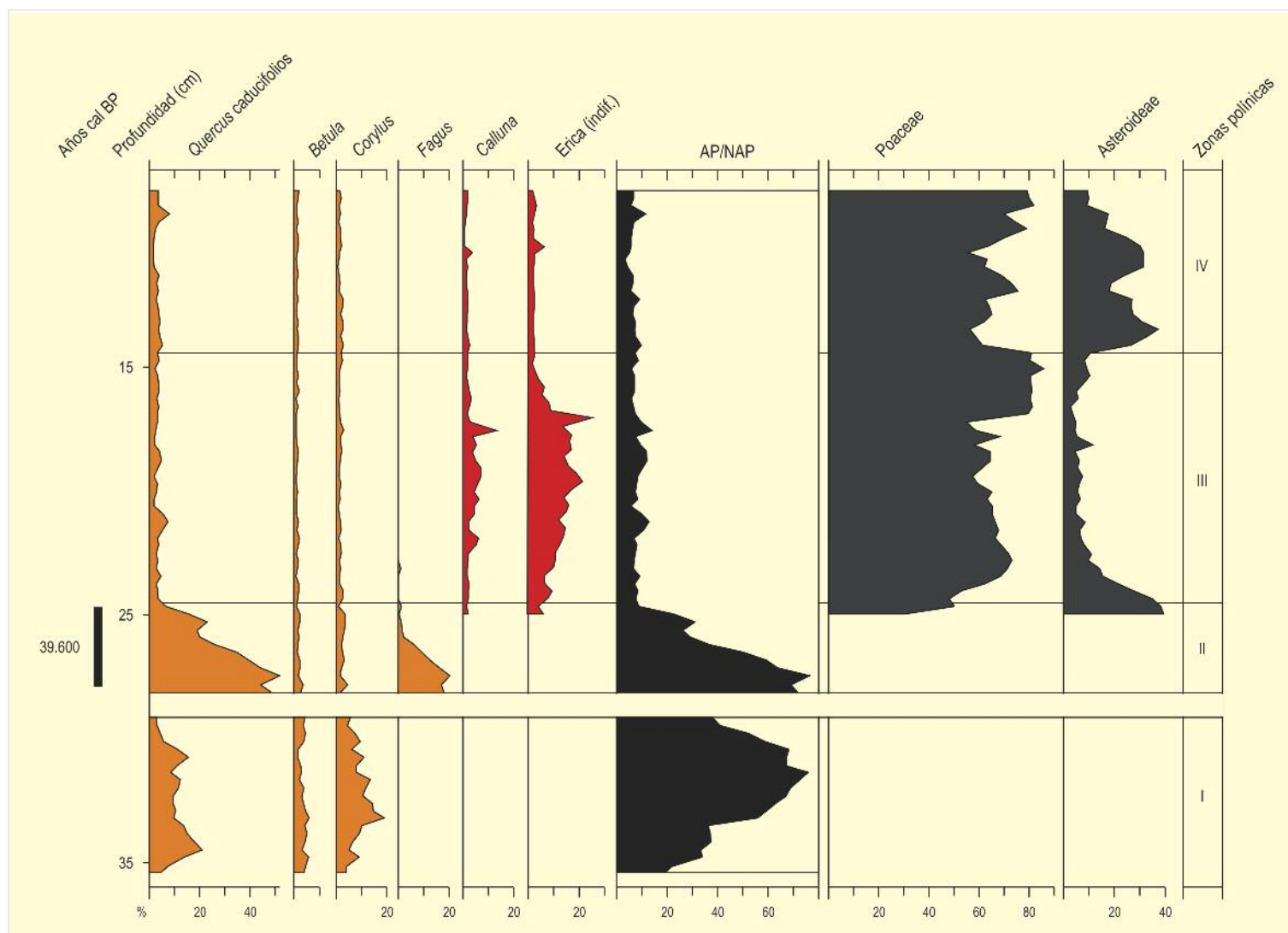


Figura 19. Diagrama polínico sintético de Oia. Redibujado de Ramil-Rego & Gómez-Orellana (2002) e Iriarte *et al.* (2005)

un elenco de árboles muy variado entre los que podemos destacar a *Carpinus*, *Arbutus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Acer*, *Ilex*, *Fraxinus* y *Pinus pinaster*. Según Gómez-Orellana (2002) e Iriarte *et al.* (2005) estas primeras zonas polínicas I y II se corresponderían con el Interestadial Wurmense (OIS 3), pudiendo quedar enmarcadas en una edad aproximada comprendida entre 35.000 y 25.000 años BP. Las condiciones de relativa ausencia de intenso frío unidas a una elevada humedad ambiental favorecieron la expansión de los caducifolios, así como la de especies más termófilas, como por ejemplo *Arbutus*, desde los refugios más próximos.

Al final de la zona polínica II, el porcentaje de polen arbóreo disminuye de forma muy notable, apreciándose la desaparición de *Fagus*, *Carpinus*, *Frangula*, *Acer* y *Arbutus* mientras que el resto de caducifolios quedan reducidos claramente en los porcentajes. De forma paralela se produce el inicio de las curvas de *Erica* y *Calluna*, variación que termina ocasionando una tercera fase, la zona polínica III, en la que predominará el polen no arbóreo, alcanzando Poaceae valores por encima del 60% y destacando *Erica* entre los

arbustos. La representación arbórea en esta fase queda mucho más reducida tanto en porcentaje como en diversidad (Iriarte *et al.* 2005).

Estas condiciones se mantienen en las zonas polínicas, III y IV, pudiéndose únicamente apreciar en éstas pequeñas oscilaciones en la importancia relativa polínica entre Poaceae y Asteroideae. Este último tramo, final de la zona polínica II y zonas III y IV quedarían enmarcadas dentro del Último Máximo Glacial (OIS 2) (c. 25.000-15.000 años BP) (Gómez-Orellana 2002, Iriarte *et al.* 2005). Se corresponden con un recrudescimiento climático de condición de estadal dentro del ciclo glacial-interglacial, mostrando probablemente un paisaje dominado por un frío intenso pero con cierta humedad, en el que dominan las formaciones de herbáceas pero no desaparecen del todo los árboles.

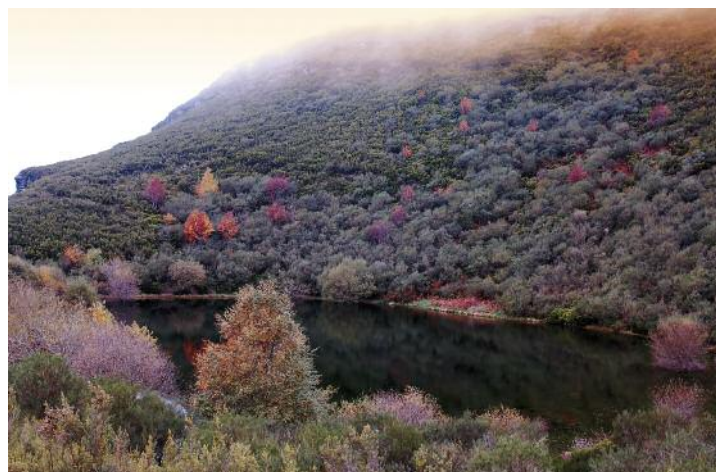
Más información:

Gómez-Orellana (2002), Ramil-Rego & Gómez-Orellana (2002), Iriarte *et al.* (2005)

LAGUNA DE LUCENZA

Sierra de Courel, Quiroga, Lugo

Pleniglacial final-Holoceno (20.734 -<4050 años cal. BP)



J. QUINTERO

Figura 20. Vista otoñal de la Lagoa o Laguna de Lucenza

La Lagoa o Laguna de Lucenza (42° 35' 32" N, 07° 06' 47" O; 1375 m s.n.m.) se localiza en el piso montano de la Sierra del Courel (Lugo), en la vertiente suroccidental de la misma (Fig. 20). La lagunilla consiste en una pequeña cuenca de origen glacial de 60x60 m cercana a una antigua morrena y asentada sobre terrenos silíceos en la parte alta del valle de Seara. En la actualidad, Lucenza funciona como una charca estacional que, durante varios

meses al año, alcanza una profundidad de 1-2 m, mientras que en verano permanece seca.

A día de hoy, en las zonas menos elevadas del valle se utilizan los campos para prácticas agrícolas, pero en las partes más elevadas, cercanas a la laguna, la vegetación consiste en pastos y caméfitos junto con matorral, siendo *Calluna*, *Erica* y *Ulex* los géneros más abundantes (Fig. 20). Pese al impacto humano, en los alrededores de la laguna todavía existen poblaciones de *Salix atrocinerea*. A nivel regional, la Sierra del Courel se localiza cercana a la frontera entre las regiones mediterránea y eurosiberiana, hecho que da cierta singularidad a su vegetación y a su estudio paleoambiental, debido a su especial sensibilidad, también. Los bosques de *Quercus pyrenaica* son los más característicos del área. Sin embargo, en las vertientes occidental y noroccidental, debido a la influencia oceánica por los vientos húmedos del Atlántico, en el piso colino pueden encontrarse formaciones mixtas caducifolias con *Betula alba*, *Acer pseudo-platanus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Ulmus glabra*, *Salix atrocinerea* y *Fagus sylvatica*; mientras que en el piso montano existe un mosaico de bosques de *Q. petraea*, *Q. pyrenaica*, *F. sylvatica* y *B. alba*. Sin embargo, en las vertientes oriental y suroriental las precipitaciones son mucho menores, encontrándose en ellas formaciones vegetales típicamente mediterráneas que incluyen a *Quercus ilex* subsp. *ballota*.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Años cal. BP	Material	Método
GrN-22829	45-50	3710 ± 50	3903-4229	4050	sedimento	convencional
GrN-22754	155-160	4320 ± 60	4657-5213	4908	sedimento	convencional
GrN-22828	255-260	6060 ± 160	6507-7287	6929	sedimento	convencional
GrN-22753	355-360	9170 ± 70	10.219-10.515	10.349	sedimento	convencional
GrN-21450	390-395	10.240 ± 160	11.347-12.527	11.957	sedimento	convencional
GrN-23341	400-405	11.380 ± 230	12.747-13.719	13.246	componente fino	convencional
GrN-23408	400-405	11.360 ± 340	12.587-13.908	13.229	restos vegetales	convencional
GrN-23610	400-405	11.270 ± 150	12.765-13.416	13.147	sedimento	convencional
GrN-22752	430-435	13.330 ± 280	15.162-16.903	16.156	sedimento	convencional
GrN-22751	465-470	15.310 ± 130	18.053-18.830	18.575	sedimento	convencional
GrA-4888	525-530	17.320 ± 250	20.010-21.375	20.678	sedimento	AMS
GrA-5095	525-530	17.390 ± 90	20.333-21.188	20.734	sedimento	AMS

Tabla 3. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Laguna de Lucenza (Lugo) estudiada por Muñoz-Sobrinó et al. (2001). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer et al. 2004). La edad calibrada se tomó como el punto de mayor probabilidad del intervalo 2 sigma (95,4%)

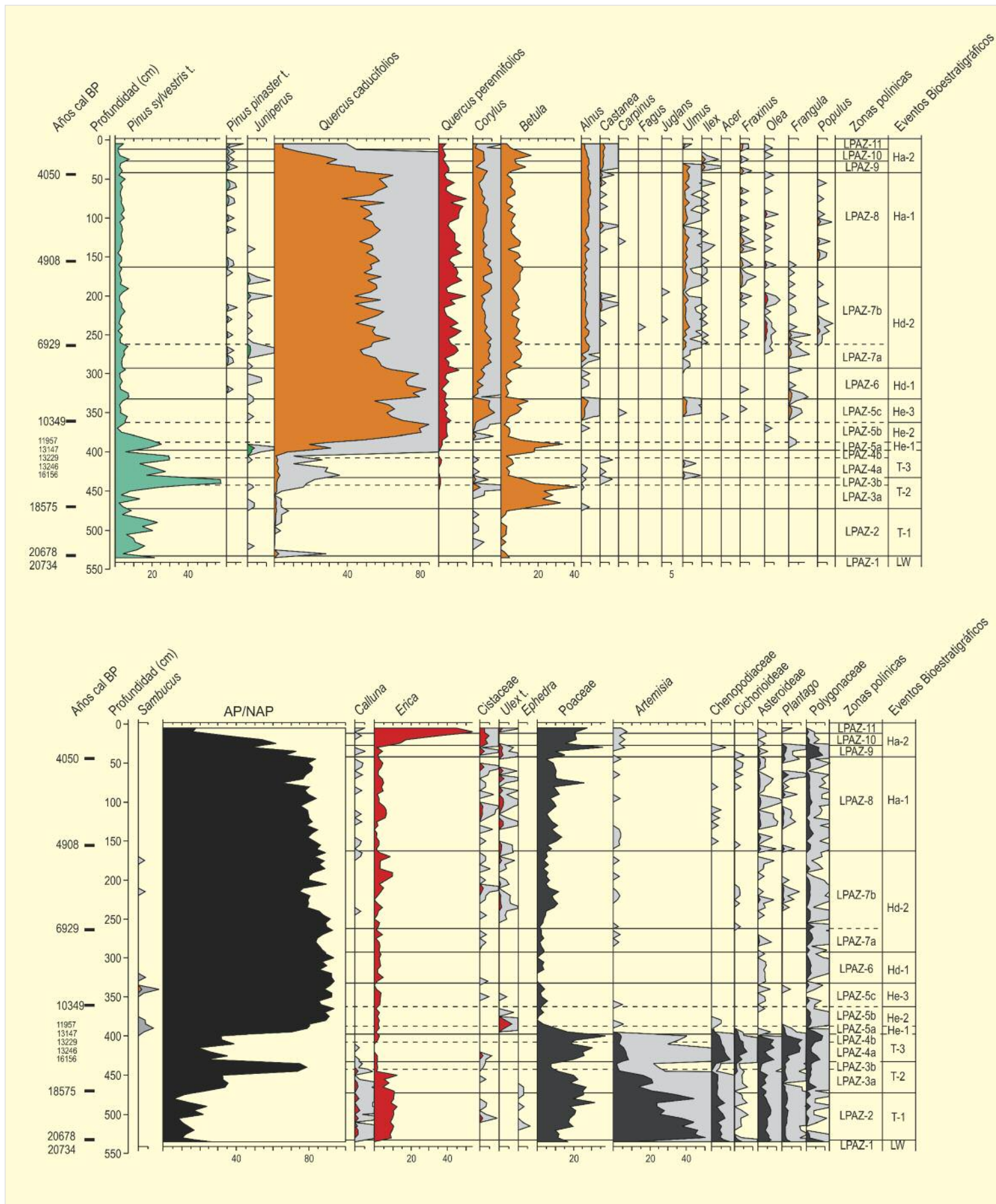


Figura 21. Diagrama polínico sintético de la Laguna de Lucena. Redibujado de Muñoz-Sobrinó *et al.* (2001)

El primer estudio polínico de Lucenza fue realizado por Aira-Rodríguez (1986), que recuperó un testigo de una potencia de 540 cm en el que obtuvo una edad de 8540 años BP (9290-9882 años cal. BP) a 450 cm de profundidad. Con posterioridad, Santos *et al.* (2000) extrajeron una secuencia sedimentaria de 490 cm de profundidad en la que efectuaron ocho dataciones radiocarbónicas y estudiaron 62 muestras para análisis polínico. La más antigua de estas dataciones resultó poseer una fecha de entre 10.975-9204 años cal. BP a los 460-470 cm, siendo esta profundidad la que indica el inicio de la acumulación de sedimento de características orgánicas. Los autores de este estudio estiman que la zona más basal (LUC-1) de este testigo, correspondiente con limos de naturaleza inorgánica, se ubicaría hacia el final del Dryas reciente; mientras que el resto del testigo (LUC-2 a LUC-13), de naturaleza arcillosa, se enmarcaría en el Holoceno. De manera contemporánea, Muñoz-Sobrino *et al.* (2001) también estudiaron palinológicamente un nuevo testigo de esta laguna. En este caso, la potencia sedimentaria que se alcanzó fue de 535 cm, similar a la de Aira-Rodríguez (1986), pero este testigo resultó ser mucho más antiguo que los estudiados anteriormente. En este nuevo análisis se realizaron doce dataciones radiocarbónicas (Tabla 3) y se estudiaron polínicamente más de cien muestras, poseyendo la base de la secuencia una antigüedad de más de 20.500 años. Este último estudio es el que se comentará por el hecho de que posee la secuencia polínica estudiada a mayor resolución y con un mejor encuadre cronológico. Además, el hecho de recoger el final del Pleniglacial y episodios del Tardiglacial hace a esta secuencia muy interesante para comprender la dinámica de la vegetación del noroeste peninsular.

En el diagrama palinológico de la Laguna de Lucenza (Fig. 21) se distinguieron once zonas polínicas locales (LPAZ) que, adicionalmente, se encuadraron en varios eventos bioestratigráficos que se corresponderían con el final del Pleniglacial (LW), el Tardiglacial (T1-T3), el Holoceno inicial (He), medio (Hd y Ha-1) y final (Ha-2). Durante el final del Pleniglacial (>20.500 años cal. BP; LW: LPAZ-1), aunque se detectan bajos porcentajes arbóreos, los valores de *Pinus sylvestris* son relativamente altos (25%). Junto con el pino aparecen otros taxones arbóreos como *Quercus caducifolios* y *Betula*, pero aun así el paisaje estuvo dominado tanto por taxones criófilos (Poaceae) como heliófilos (Chenopodiaceae, Cichorioideae, Asteroideae, *Plantago* y Polygonaceae con valores <10%) además de por *Artemisia*. Todas estas evidencias apuntarían a la existencia de formaciones boscosas abiertas, sobre todo de pino, en las zonas menos elevadas pero que no estarían cercanas a la zona de estudio.

Tras el Pleniglacial final se posee información sobre el Tardiglacial, tanto de las fases frías del Dryas antiguo y reciente como de la mejora climática del Interstadío Tardiglacial. El Dryas antiguo (c. 20.500-18.500 años cal. BP; T-1: LPAZ-2) se caracteriza en Lucenza por la notable presencia de taxones herbáceos, especialmente de *Artemisia*, que alcanza porcentajes de entre el 25 y el 50%. Este taxón es muy representativo de este estadio de características frías y secas, y sugiere el desarrollo de una vegetación estépica en las zonas montanas. Aun así, se detecta la presencia de *Pinus sylvestris* y, de

manera más puntual, de otros taxones arbóreos como *Juniperus*, *Quercus caducifolios*, *Corylus* y *Betula*, que ocuparían los fondos de valle. T-2 (LPAZ-3) y T-3 (LPAZ-4) representan el Interstadío Tardiglacial y el Dryas reciente. Durante la primera parte del Interstadío Tardiglacial (T-2: LPAZ-3) se produce una recuperación de los porcentajes arbóreos (20-80%), primero por la expansión de *Betula* (LPAZ-3a) y la proliferación de *Corylus* y *Quercus caducifolios* y, posteriormente (en LPAZ-3b), con la expansión de *Pinus sylvestris*, la proliferación de *Quercus perennifolio* y la disminución de los valores de *Betula*. A continuación, la LPAZ-4a representa la transición entre la fase anterior y el Dryas reciente y se caracteriza por una gran reducción del polen arbóreo, sobre todo de *Pinus sylvestris*. Sin embargo, esta zona también recoge las mayores presencias de taxones mesófilos (*Quercus caducifolio*, *Castanea* y *Ulmus*) y esclerófilos (*Quercus perennifolio*) durante el final del Pleistoceno en la secuencia, por lo que no se correspondería con una fase de deterioro climático. Por el contrario, durante el Dryas reciente (T-3: LPAZ-4b) se observa la disminución de los porcentajes arbóreos representados por taxones mesófilos y termófilos como *Quercus perennifolio*, *Castanea* y *Ulmus*, mientras que Poaceae alcanza los valores más elevados de toda la secuencia. Además, este intervalo es la fase que posee la tasa de acumulación más lenta del registro. Es importante señalar el hecho de la aparición durante el Tardiglacial de numerosos taxones mesotermófilos, indicando la existencia en esta zona del norte peninsular de refugios que explicarían la rápida colonización arbórea ocurrida a inicios del Holoceno.

Con posterioridad a 11.900 años cal. BP se detecta el Holoceno (LPAZ-5 a LPAZ-11), periodo en el cual los sedimentos empiezan a ser más orgánicos que en las fases anteriores. La colonización de los espacios anteriormente abiertos por parte de las formaciones arbóreas (AP=80-95%) es el hecho más significativo durante el Holoceno inicial (LPAZ-5). La primera expansión arbórea se corresponde con el aumento de los porcentajes de *Betula*, *Pinus sylvestris* y *Juniperus* (LPAZ-5a), mientras que en una segunda fase abedules y pinos se ven desplazados ante la expansión de *Quercus caducifolios* (LPAZ-5b) y *Corylus* (LPAZ-5c), los elementos más importantes, junto a los que, en menor medida, encontramos otros tales como *Frangula*, *Ulmus*, *Alnus*, *Sambucus* y *Quercus perennifolios*. Durante el Holoceno medio (LPAZ-6 a LPAZ-8) se observa la estabilización de las formaciones boscosas asentadas anteriormente; mientras que durante el último tramo del Holoceno (LPAZ-9 a LPAZ-11), correspondiente a los últimos 4000 años, estas formaciones boscosas se ven sumamente alteradas debido al impacto antropogénico en la zona, produciéndose una bajada de los porcentajes arbóreos del 85 al 15% y un aumento espectacular de los valores de *Erica* y Poaceae. Este impacto humano es el que ha conformado los paisajes que se observan en la actualidad de pastos de altura junto con formaciones arbustivas y cultivos en los fondos de valle.

Más información:

Aira-Rodríguez (1986), Santos *et al.* (2000), Muñoz-Sobrino *et al.* (2001)

MOUGÁS

Litoral atlántico, Oia, Pontevedra

Pleistoceno superior-Holoceno (17.770-6240 años cal. BP)

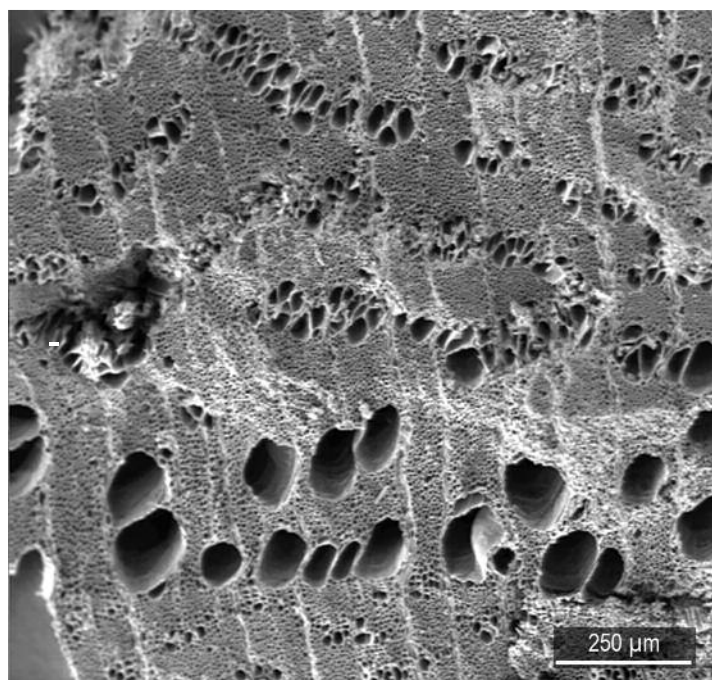


Figura 22. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de olmo procedente de Mougás

El depósito de Mougás se sitúa en el litoral Atlántico, en Oia (Pontevedra), a 42° 03' 37" N, 08° 53' 29" O y a nivel del mar. Tiene su origen en una laguna continental colmatada por materiales coluviales, los cuales han quedado actualmente expuestos por la erosión marina. Se localiza en el piso bioclimático termocolino, gran parte del cual está en la región cubierto por brezales, con *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus ilex* y *Quercus suber* como elementos arbóreos. Son frecuentes las formaciones de carácter mediterráneo en los enclaves meridionales,

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN-20828	75	5530 ± 50	6335
GrN-20512	130	9800 ± 70	11.220
GrN-20829	180	13.720 ± 110	16.847
GrN-20511	185	14.100 ± 200	17.203

Tabla 4. Dataciones radiocarbónicas de Mougás (a partir de Gómez-Orellana 2002)

por contacto con esta región, lo que se hace evidente en la presencia de encinares, alcornoques, lauredas y melojares, que albergan, entre otras, las siguientes especies: *Arbutus unedo*, *Osyris alba*, *Rhamnus alaternus*, *Olea europaea* y *Smilax aspera*. Las formaciones de humedal también están presentes en la zona, entre las que destacan *Salix atrocinerea*, *Frangula alnus* y *Ulmus glabra*, así como las halófilas sobre playas, dunas y marismas.

Estratigráficamente, se distinguen 11 niveles. El más antiguo se asienta sobre la plataforma marina granítica formada por grandes bloques de piedra. Descansa sobre él una capa de sedimento orgánico de color gris, rica en gravas y arenas. A techo de esta capa aparece una pequeña línea de piedras formada nuevamente por material granítico anguloso que da paso a otro nivel con sedimentos orgánicos y con una potencia en torno a los 150-160 cm. En este nivel orgánico se han distinguido hasta 4 subniveles, todos ellos bien delimitados. Estos son los niveles VIII, VI, IV y III, en los cuales han aparecido numerosos macrorrestos vegetales carbonizados.

El depósito ha dado lugar a varios trabajos paleoambientales (Nonn 1966, Franz 1967, Saá y Díaz-Fierros, 1988, Costa Casais *et al.* 1996, Gómez-Orellana *et al.* 1998, Gómez Orellana 2002, Carrión-Marco 2005) y se ha convertido en un referente en el ámbito del Pleistoceno superior del sector noroccidental de la península.

El hecho de que el perfil presente acumulación de material carbonizado a lo largo de toda la secuencia pone en evidencia la recurrencia de incendios que afectaron a parte de la vegetación leñosa. El contenido de carbón a lo largo del perfil es muy desigual, estando incluso ausente en algunos niveles. Sólo en los espectros que han ofrecido un volumen representativo de carbón se puede inferir la frecuencia de los taxones documentados, mientras que para el resto de las muestras, se tiene en cuenta únicamente su presencia.

Antracológicamente, los taxones que presentan una mayor continuidad a lo largo de toda la secuencia son *Erica* y *Quercus* caducifolios, seguidos de Fabaceae y siendo el resto de taxones más esporádicos (Fig. 23). En la base, posiblemente datada a inicios del Tardiglacial, las únicas especies representadas son las ericáceas, también abundantes en el registro polínico. Este momento coincide con valores muy bajos de concentración de carbón y la fase de menor desarrollo arbóreo en el diagrama polínico (Figs. 24 y 25), siendo Poaceae claramente dominante en este último.

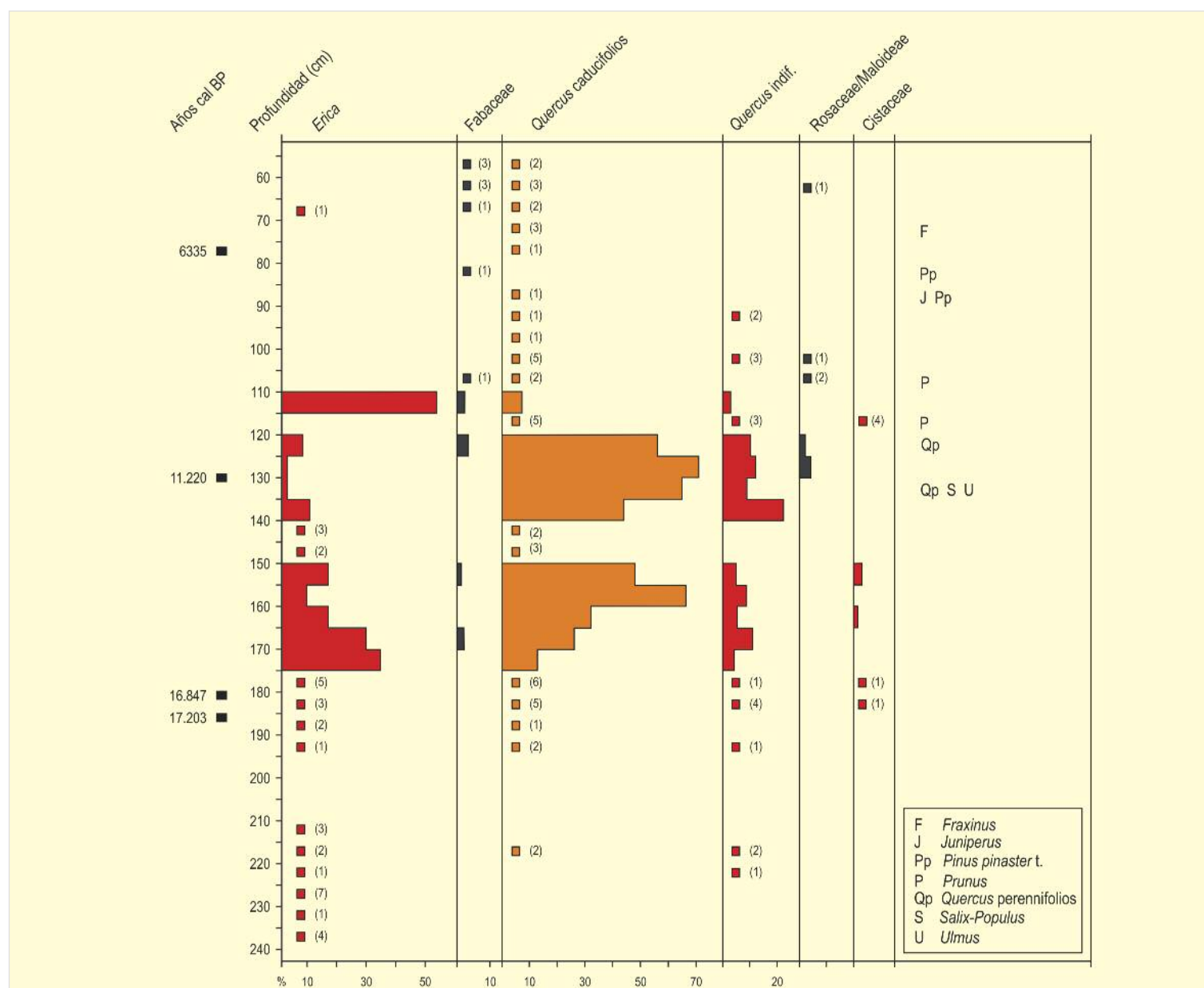


Figura 23. Frecuencias de los taxones identificados en el carbón de Mougás. Redibujado de Carrión-Marco (2005)

Desde una cronología algo anterior a c. 14.100 años BP se documenta la presencia constante de *Quercus* en el registro antracológico (Fig. 23). Éste alcanza sus máximos valores entre 13.500 y 9200 años BP, en niveles que muestran la mayor concentración de carbón de todo el perfil. También comienzan a estar presentes otros taxones mesófilos. *Erica* es dominante al inicio de esta fase, pero reduce drásticamente sus porcentajes coincidiendo con los máximos valores de *Quercus*. A partir de 9000 años BP, los altos porcentajes de esporas de *Isoetes* y otras acuáticas (Fig. 23) indicarían la existencia de un medio lagunar.

En momentos anteriores a 5500 años BP, cae visiblemente la presencia de carbón en el perfil (Fig. 25), tal vez como resultado de la reducción de fuegos a nivel local que, sin embargo, son frecuentes en otras zonas del NO ibérico. *Quercus* mantiene una presencia

constante, esta vez acompañado de leguminosas a techo de la secuencia, mientras que las ericáceas han desaparecido casi completamente del registro.

A partir de 5500 años BP, se dan los mayores valores de polen de *Quercus* y el máximo de polen arbóreo (Fig. 24), mostrando posiblemente los efectos del óptimo climático. *Betula*, *Alnus*, *Ulmus* y *Pinus* también están presentes de forma continua. En la última fase de la secuencia, éstos comienzan a reducirse de forma paralela a la rápida expansión de *Plantago*, que debió de coincidir con el final del proceso de colmatación de las zonas lagunares por niveles coluviales.

Hay que resaltar la presencia constante de *Pinus* en todos los diagramas polínicos, aunque en valores siempre moderados, pu-

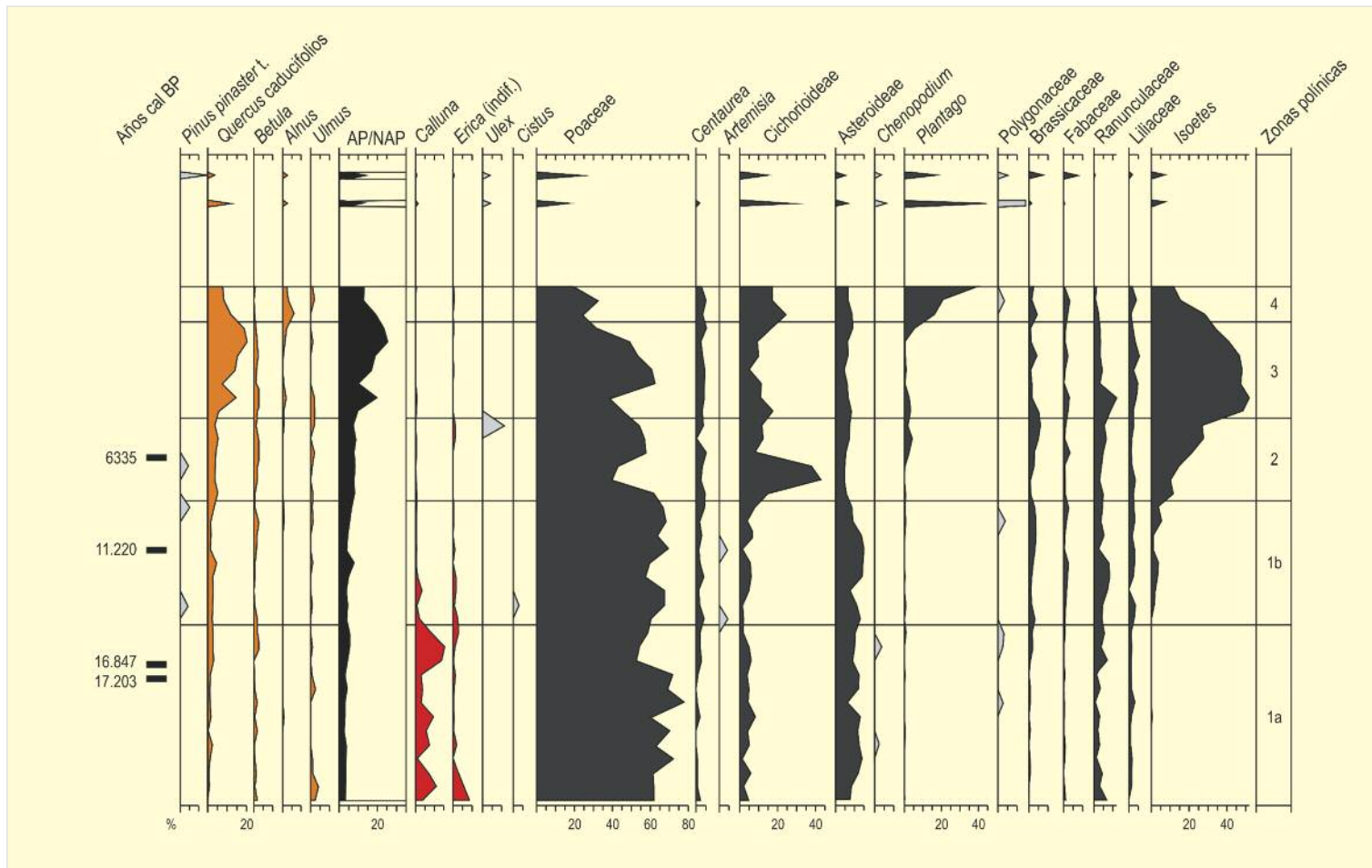


Figura 24. Diagrama polínico de Mougás. Redibujado de Gómez-Orellana *et al.* (1998)

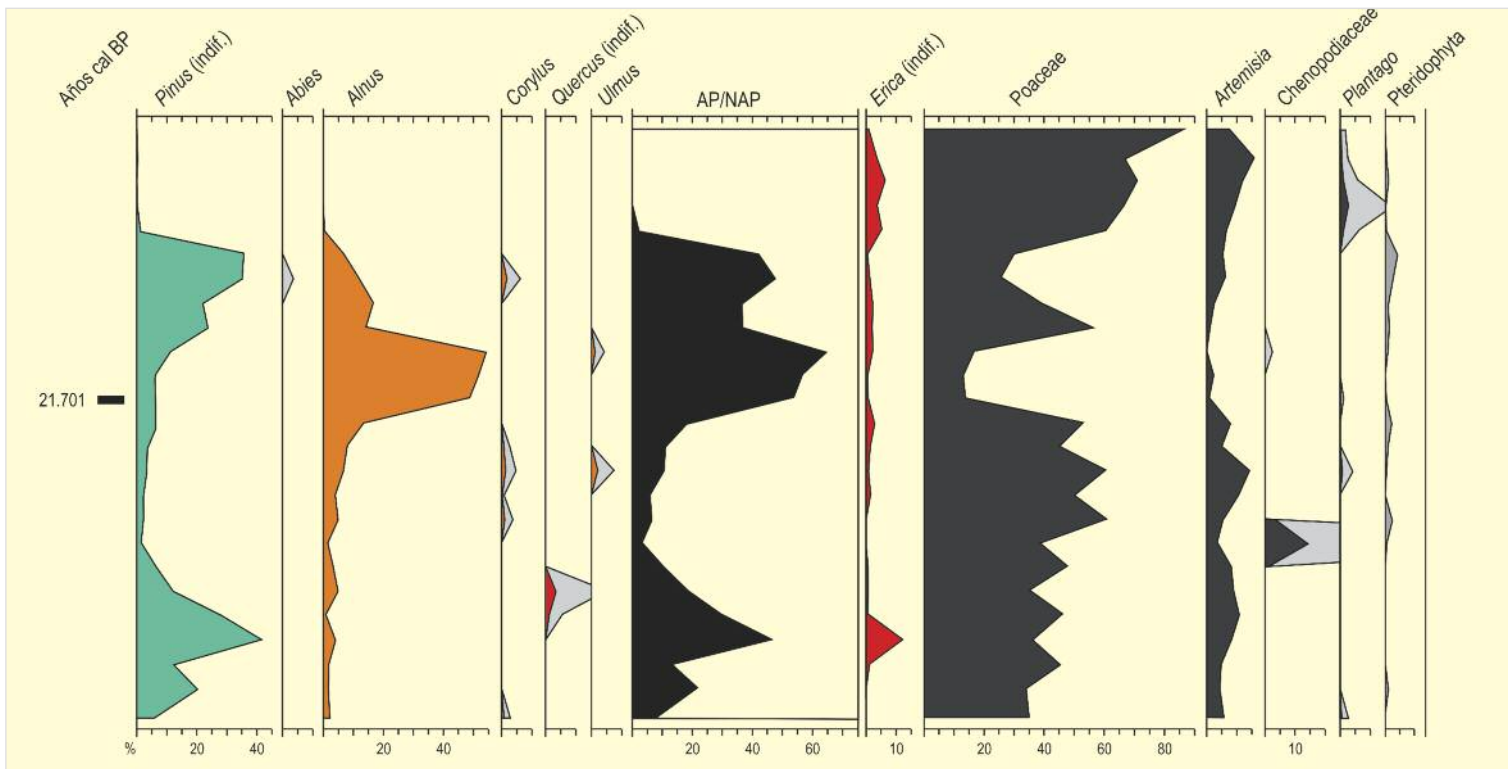


Figura 25. Diagrama polínico de Mougás a partir de los datos de Cohen 1964. Redibujado de Gómez-Orellana *et al.* (1998)

Zonación polínica	Años BP	Palinología	Antracología
INFLUENCIA ANTRÓPICA		Poaceae-Asteraceae-(<i>Plantago</i>) Dominio de Poaceae Incremento de <i>Alnus</i> Incremento de <i>Plantago</i>	Presencia continua de <i>Quercus</i> y Fabaceae Presencia de <i>Pinus</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Fraxinus</i> Desaparición de <i>Erica</i> y mínimos valores de la concentración de carbón
DOMINIO ARBÓREO	5530	Poaceae-<i>Quercus robur</i> t.-(<i>Isoetes</i>) Dominio de Poaceae Máximo de <i>Quercus robur</i> Óptimo y descenso de <i>Isoetes</i> .	
EXPANSIÓN ARBÓREA	9800	Poaceae-<i>Quercus robur</i>-(<i>Isoetes</i>) Dominio de Poaceae Expansión de <i>Quercus robur</i>	Dominio de <i>Quercus caducifolia</i> Presencia de <i>Maloideae</i> , <i>Salix</i> , <i>Prunus</i> . Mínimo de taxones arbustivos
DRYAS ANTIGUO	13.720 14.100	Poaceae-Tubuliflorae Dominio de Poaceae Curvas continuas de <i>Betula</i> , <i>Quercus robur</i> y <i>Pinus</i>	Presencia continua de <i>Quercus</i> Regresión de la curva de <i>Erica</i> . Dominio de Ericaceae Mínimo de taxones arbóreos

Figura 26. Fases de vegetación en Mougás a partir del registro antracológico y polínico (datos polínicos a partir de Gómez-Orellana 2002, modificado)

diendo destacarse la presencia de la tipología polínica del pino marítimo, *P. pinaster*, taxón que muestra una estrecha afinidad por este tipo de paisajes oceánicos frescos y con elevada humedad ambiental.

A lo largo de la secuencia de Mougás quedan patentes situaciones de cambio paisajístico relacionables con el clima y las variaciones de éste en los últimos 16.000 años BP (Fig. 26). Así, puede apreciarse cambio, con origen en mejoría climática, desde el Tardi-

glacial, al bosque Preboreal, de aquí a las condiciones y paisajes del Óptimo Climático Holoceno y finalmente la deforestación y aperturas de espacios ya en el Holoceno más reciente, hecho relacionable, posiblemente, con la acción antrópica.

Más información:

Cohen (1964), Gómez-Orellana *et al.* (1998), Gómez-Orellana (2002), Carrión-Marco (2005)

POZO DO CARBALLAL

Pedrafita do Cebreiro, Lugo

Tardiglacial-actualidad (>10.360-<2960 años BP)



A. MAGDALENA CARBALLAL

Figura 27. Panorámica de los paisajes de Pedrafita do Cebreiro

El Pozo do Carballal (Pedrafita do Cebreiro, Lugo) es un pequeño lago temporal localizado en el sector occidental de la Sierra de Ancares (42° 42' 20" N, 07° 06' 40" O; 1330 m s.n.m.). Los materiales geológicos dominantes en esta sierra son pizarras, esquistos, areniscas, cuarcitas, calcitas, granito y dolomitas. El área de los Ancares lucenses pertenece a la Región Eurosiberiana y presenta un clima oceánico de alta y media montaña con temperaturas medias anuales comprendidas entre los 6 y los 12° C y unas precipitaciones anuales medias superiores a los 900 mm. La vegetación actual está formada por bosques de caducifolios entre los que encontramos *Betula alba*, *Acer pseudo-platanus*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Prunus avium*, *Prunus padus*, *Ulmus glabra*, *Salix atrocinerea*, *Salix capraea* y *Fagus sylvatica*. Las zonas de matorral están ampliamente representadas siendo los brezales junto a las genisteas espinosas las formaciones dominantes. En las cotas más altas se localizan algunas repoblaciones de *Pinus sylvestris*.

La secuencia polínica obtenida (Fig. 28) abarca desde el Interstadial Tardiglacial hasta el presente y constituye uno de los registros polínicos del noroeste de la Península Ibérica más completos para este período.

Durante la fase interstadial los valores de polen arbóreo se encuentran próximos al 40%, siendo *Pinus sylvestris* el taxón dominante. Se detecta también la presencia de taxones mesófitos como el abedul, el roble, la encina o el avellano aunque en muy baja proporción.

En la fase siguiente, supuestamente correlativa del Dryas reciente, se percibe una reducción del porcentaje de polen arbóreo por debajo del 20 %. El paisaje está ahora dominado por las gramíneas, con cierta relevancia para *Betula*.

A partir de 10.360 años BP la secuencia muestra una notoria expansión del roble, tendencia que marcará el primer tercio de

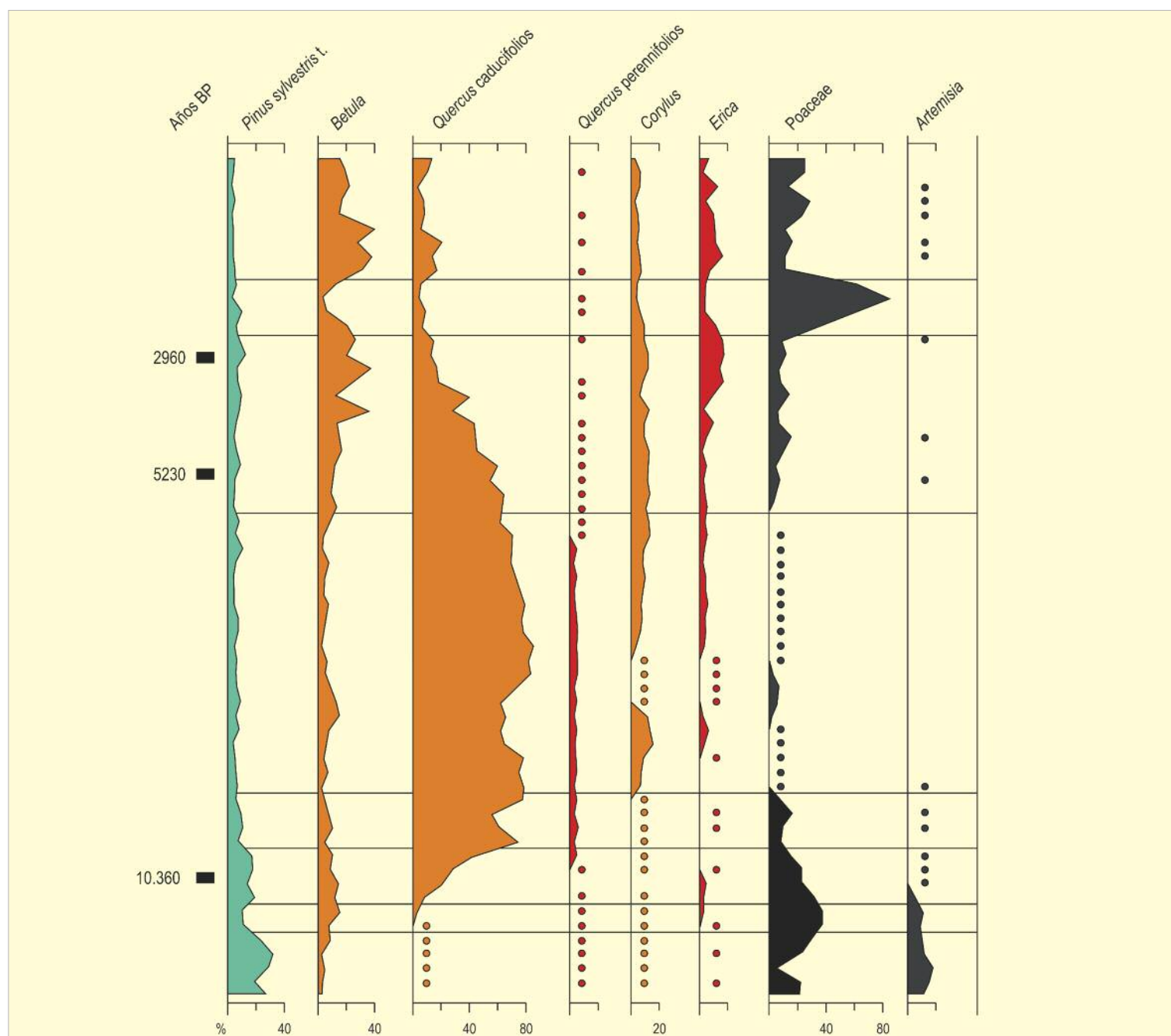


Figura 28. Diagrama polínico de la secuencia Pozo do Carballal, Lugo. Redibujado de Muñoz-Sobrino *et al.* (1997)

este período. Durante el segundo tercio del Holoceno (8500-3500 años BP) se detectan los valores más altos de polen arbóreo que se sitúan próximos al 90 %.

Al comienzo del último tercio se registra un declive en la cobertura arbórea que dará lugar al valor mínimo de polen arbóreo detectado a lo largo de toda la secuencia. Este mínimo en la cobertura arbórea coincide con el máximo valor registrado de polen de Poaceae.

Hacia el final de esta última etapa, se recupera en parte la cobertura arbórea donde la mayor contribución se debe al abedul, se-

guido del roble y avellano. Puntualmente también se detecta la presencia de encinas.

Cabe igualmente destacar que se presenta polen de cereal desde antes de 5300 años BP, en coincidencia con aumentos en *Erica*, *Artemisia* y otros heliófitos (Muñoz-Sobrino *et al.* 1997). No obstante, los indicadores de agricultura son más obvios a partir de 2960 años BP.

Más información:

Muñoz-Sobrino *et al.* (1997).

CHAN DO LAMOSO

Sierra del Xistral, Muras, Lugo

Holoceno (9891-<3692 años cal. BP)



Figura 29. Pastizales y brezales de la Sierra del Xistral

Chan de Lamoso ($43^{\circ} 29' 54''$ N, $07^{\circ} 33' 09''$ O; 1039 m s.n.m.) es una turbera de cobertura activa situada próxima a la cumbre más elevada de la Sierra del Xistral, al norte de la provincia de Lugo. La vegetación que cubre hoy la turbera se encuentra dominada por ciperáceas y gramíneas, con algunas áreas de brezal de *Calluna vulgaris* y *Erica mackaiana* y pequeñas charcas donde abundan *Hypericum elodes*, *Parnassia palustris* y *Narthecium ossifragum* (Fig. 29). El clima que permite la persistencia de este tipo de turberas es de carácter hiperoceánico, con una incidencia casi continua de los frentes ciclónicos atlánticos. En este lugar se extrajo una secuencia sedimentaria constituida fundamentalmente por turba muy humificada y sin restos apreciables de fibras, que descansa sobre cuarcitas. Los 5-20 cm superficiales de la secuencia, sin embargo, son restos actuales con abundantes fibras. La tasa de

sedimentación ha sido muy constante a lo largo de toda la secuencia, aunque se aprecia una cierta reducción en los últimos 3700 años.

La zonación de la secuencia palinológica (Fig. 30) ha ido siendo modificada según se ha progresado en el estudio de la misma (Ramil-Rego *et al.* 1994, 1998), presentándose a continuación la más reciente (Muñoz-Sobrino *et al.* 2005) que refleja zonas polínicas regionales. Durante la zona He-3 el polen arbóreo se sitúa en torno al 40-60%, con predominio de los robles y avellanos. Durante Hr-2, la curva de polen arbóreo alcanza un mínimo, a la vez que se da un máximo en la curva de gramíneas y se registran importantes ascensos en las de compuestas y Chenopodiaceae. La zona Hd-1 supone un aumento de los porcentajes del roble, avellano y abedul.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
GrN-19144	105	3405 ± 40	3692	convencional
GrN-19143	235	5475 ± 40	6291	convencional
GrN-19142	350	7530 ± 60	8308	convencional
GrN-19141	355	7785 ± 50	8555	convencional
GrN-17535	415	8785 ± 30	9891	convencional

Tabla 5. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Chan do Lamoso (Ferreira de Valadouro, Lugo) según Muñoz-Sobrino *et al.* (2005). Las edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB (Stuiver & Reimer 1993) en su versión 5.0.2, utilizando la curva IntCal04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% (2σ)

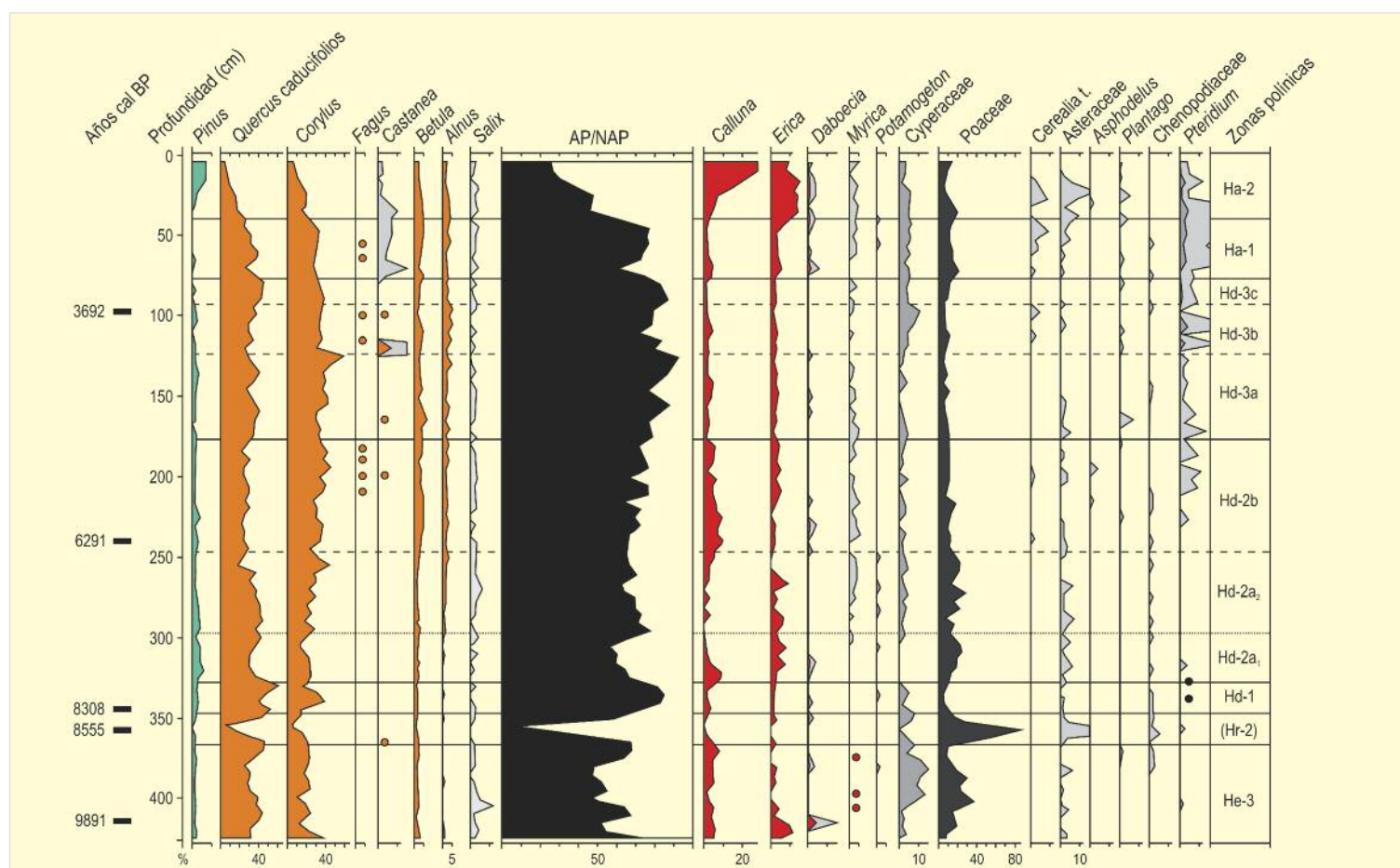


Figura 30. Diagrama polínico de la turbera de Chan do Lamoso. Redibujado de Ramil-Rego *et al.* (1994) y Muñoz-Sobrinó *et al.* (2005)

Durante Hd-2a₁ se registran los porcentajes de polen arbóreo más bajos de todo el Holoceno medio, acompañados de valores notables en las curvas de gramíneas, brezos y biécol. Hd-2a₂ implica un leve ascenso en los porcentajes de polen arbóreo y Cyperaceae, registro más frecuente de *Potamogeton*, presencia de *Myrica* y descenso de *Calluna*. La zona Hd-2b se caracteriza porque *Calluna* recupera sus valores previos, las gramíneas pierden protagonismo y reaparece *Daboecia*. Se dan aquí los primeros registros, aunque discontinuos, de polen de cereal, *Asphodelus* y *Plantago*, a la vez que comienza la presencia de esporas de *Pteridium*. La zona Hd-3 es un periodo de recuperación forestal. Durante las subzonas Hd-3a y Hd-3c se alcanzan máximos en los valores de polen arbóreo, mientras que en Hd-3b esta curva decrece. Ha-1 supone una leve recuperación de los taxones de zonas húmedas y brezales. Asimismo aumenta la representación de indicadores antrópicos (cereal y *Pteridium*). Ha-2 es significativa por importantes ascensos en los porcentajes de *Erica* y *Calluna*, además de una mayor representación de las compuestas y pinos (probablemente asociado esto último a las repoblaciones recientes).

La secuencia se inicia con una de las fases finales de la recuperación forestal tras el Dryas reciente, dominada por robles y avellanos. El evento 8,2 ka BP se manifiesta de forma clara como un retroceso muy brusco de las masas forestales (zona Hr-2). Se ha observado a lo largo de todo el Holoceno una correlación muy

importante entre la evolución de las turberas de estas sierras subbitorales cantábricas y las temperaturas superficiales del Atlántico Norte, que alcanza su máximo exponente durante este evento 8,2 ka. El Holoceno medio asiste a un dominio claro de las masas boscosas, principalmente constituidas por robles y avellanos. El inicio de esta fase (en torno a 8000-7000 años cal. BP) se correspondería con el principio del Óptimo Climático Holoceno, cuando el ascenso de las temperaturas y la consiguiente presencia de suelos más secos en las turberas de estas sierras habría permitido un ascenso del límite del arbolado. Entre 4500 y 2500 años cal. BP se asiste a una situación similar, que también encuentra equivalente en otros registros paleoclimáticos. Sin embargo, estas situaciones de ascenso de la banda forestal no se perciben de forma excesivamente clara en estas montañas de clima hiperoceánico donde la geomorfología modifica en buena medida el macroclima regional. En este periodo no se perciben en el entorno de Chan do Lamoso signos de una importante actividad humana, aunque sí podría haberse desarrollado una cierta actividad pastoral. Por último, en el Holoceno reciente se asiste a una reducción notable en la cubierta arbórea, asociada fundamentalmente a la creciente acción antrópica.

Más información:

Ramil-Rego *et al.* (1994a, 1998), Ramil-Rego & Aira-Rodríguez (1994b), Muñoz-Sobrinó *et al.* (2005)

TURBERAS DE LA SIERRA DE QUEIXA

Sierra de Queixa, Ourense

Holoceno (~ 8600-8400 años cal. BP)



Figura 31. Turbera de Chaguazoso en la sierra de Queixa



Figura 32. Turbera de Chandrexa en la sierra de Queixa

La Sierra de Queixa al sur de la localidad del mismo nombre (42° 14' 28" N, 07° 25' 39" O) se localiza en la provincia de Ourense y supone la muestra de glacialismo más occidental de la Península Ibérica. En este macizo se han estudiado dos depósitos en la cuenca del alto Cenza, donde se sitúan importantes depósitos morrénicos que cubren los berrocales graníticos, denominados Chaira de Pedrafita, a 1320 m de altitud, y Chaira das Lagoas, a 1300 m de altitud.

La Chaira das Lagoas es una alta turbera eutrófica con *Eriophorum polistachyon*, *Erica tetralix*, *Drosera rotundifolia*, *Potamogeton*, *Sphagnum*, *Potentilla*, *Ranunculus flammula*, *Calluna vulgaris* y varias especies de umbelíferas y ciperáceas.

La Chaira de Pedrafita forma una pequeña pradera con *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *E. tetralix*, *Helianthemum*, *Potentilla*, *Wahlenbergia hederacea*, *Pedicularis*, *Trifolium repens*, *Genista*, *Molinia coerulea*, *Peplis portula*, *Viola palustris*, *Polytrichum*, *Gentiana pneumonanthe* y abundantes especies de *Sphagnum*.

El estudio polínico de estas turberas ha sido realizado por Menéndez-Amor (1971). Sólo se han datado cronológicamente dos muestras de la Chaira de Pedrafita, para cuya base, a 140 cm, se ha obtenido una fecha de 7760 años BP (8580 años cal. BP) (Tabla 6).

Chaira de Pedrafita

En el diagrama obtenido (Fig. 33) destaca, en primer lugar, la escasez del bosque y la escasa variedad de las especies forestales: *Betula*, *Salix*, *Pinus*, *Alnus* y *Quercetum mixtum*, integrado éste, casi exclusivamente, por *Quercus*, pues tanto *Fraxinus* como *Tilia* y *Ulmus* faltan o son muy escasos. Los pinos, escasos en los 70 cm superiores, desaparecen en su totalidad a lo largo del diagrama y solamente en la base de este aparecen esporádicamente. Aunque con bajos porcentajes, el árbol dominante es el *Quercus*. Por lo que a *Corylus* se refiere, destaca el máximo alcanzado entre los 20 y 65 cm, si bien está presente en todo el diagrama.

Corresponde a las gramíneas la máxima dominancia en lo que a plantas herbáceas se refiere, con altos valores (>30%) a lo largo

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
-	65-70	7630 ± 80	8450	-
-	130-140	7760 ± 100	8580	-

Tabla 6. Tabla de dataciones de las turberas de Queixa en Ourense. Menéndez-Amor (1971)

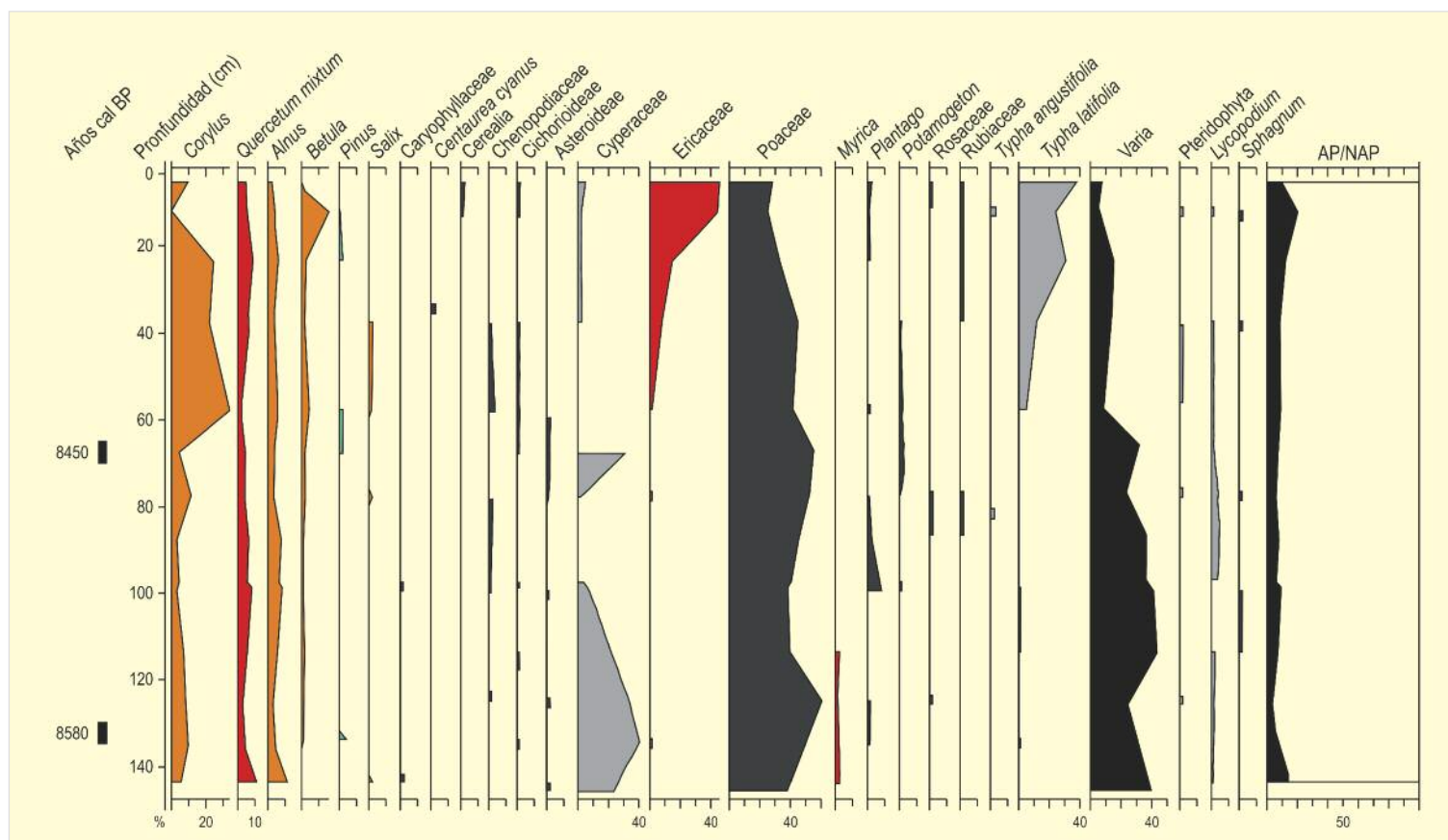


Figura 33. Diagrama polínico de las Turberas de Queixa. Redibujado de Menéndez-Amor (1971)

de todo el diagrama. En la parte superior, los porcentajes más elevados corresponden a las ericáceas entre las arbustivas, mientras que son las ciperáceas las que dominan en la parte inferior. El resto de las herbáceas alcanza valores ínfimos. Puede considerarse, pues, a esta turbera como de pradera montañosa formada por ciperáceas y gramíneas y, a veces, con *Sphagnum* y bastante carrizo, como revelan los altos valores de *Typha latifolia* en la parte superior del diagrama.

En los 50 cm superiores de la turbera aparecen algunos granos de polen de cereales acompañados de otros indicadores de cultivos, tales como *Plantago*, *Rumex* y *Urtica*.

Chaira das Lagoas

En lo que al bosque se refiere, presenta caracteres análogos a lo visto en el estudio de la anterior, manteniendo igualmente las mismas especies arbóreas con un máximo de *Corylus*, pero esta vez en la parte inferior del diagrama. *Betula* eleva aquí ligeramente sus porcentajes.

En este depósito dominan, con ligeras oscilaciones en su base, los granos de polen de las ericáceas, manteniéndose discretos los porcentajes de gramíneas y *Typha latifolia*, mientras

que los de ciperáceas han disminuido de una manera muy ostensible. El resto de las plantas herbáceas sigue mostrando escasos valores. Chaira das Lagoas debemos considerarla como una landa esponjosa de brezos propia de suelos silíceos, donde los brezos y *Sphagnum* se instalan simultáneamente.

Posiblemente, durante el período Atlántico existió en Galicia una temperatura más elevada que la actual, con lluvias abundantes que provocaron una humedad local bastante intensa, porcentajes relativamente elevados de ciperáceas y presencia de granos de polen de plantas acuáticas. Este exceso de humedad podría ser la causa de los bajos porcentajes de *Alnus*, ya que impide su crecimiento dentro de los límites de la turbera.

Parece evidente la acción del hombre provocando la deforestación como consecuencia de la lógica destrucción del bosque. Así parecen indicarlo los elevados porcentajes de algunas hierbas y de plantas arbustivas: gramíneas, ericáceas, plantagináceas y compuestas.

Más información:

Menéndez-Amor (1971)

AS PONTES

Abadín, Lugo

Holoceno (7140 años cal. BP-actualidad)



Figura 34. Paisaje de Terra Chá donde se sitúa el yacimiento de As Pontes

El yacimiento de As Pontes se localiza en las inmediaciones del núcleo de Abadín (Lugo), en un punto periférico de A Terra Chá (43° 21' N, 07° 29' O; 466 m s.n.m.) (Fig. 34). La apertura de una zona de obra, para la construcción de un gasoducto puso al descubierto un interesante perfil edáfico que mostraba la existencia de, al menos, dos niveles de paleosuelos con características diferentes y cinco niveles edáficos. Un nivel 1 superficial, de época contemporánea. Un nivel 2 más profundo e igual adscripción cronológica. Un nivel 3 correspondiente al primer paleosuelo, con notables marcas de arado, posiblemente de época medieval o moderna. Un nivel 4 con estructuras de combustión. Y, finalmente, un segundo paleosuelo o nivel 5, donde pudo recogerse cierto material lítico, y podría presuponerse que representaría el primer momento de ocupación del área de estudio, en una época probablemente asociable al Neolítico final. En dicho perfil fueron estudiadas palinológicamente 11 muestras: MU 1 a 6 en el nivel 1, MU 7 del nivel 2, MU 8-9 del nivel 3, MU 10 para el nivel 4 y MU 11 en el nivel 5.

La secuencia polínica (López-Sáez *et al.* 2003a,b, Fig. 35) arranca a mediados del Holoceno (nivel 5), mostrando la existencia de formaciones forestales relativamente bien conservadas, donde los elementos más representativos son *Quercus caducifolia* y *Corylus* entre los taxones arbóreos, y *Rhamnus* entre los arbustivos. También presentes, aunque en menores porcentajes, pueden citarse el aliso y los pinares montanos. Entre las herbáceas cabe destacar el alto porcentaje de las gramíneas y *Polypodium vulgare*. Entre los microfósiles no polínicos es muy significativa la presencia del tipo 10, *Anthostomella fuegiana* y *Coniochaeta xylariispora*, cuya presencia conjunta podría ser indicativa de condiciones locales de mayor sequedad dentro de un ambiente generalmente húmedo. Inicialmente este paleopaisaje debería corresponder a la primera ocupación del área durante el Neolítico final.

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP
Beta-141788	3	1340 ± 60	1260
CSIC-1533	4	4656 ± 41	5400
Beta-141789	5	6250 ± 140	7140

Tabla 7. Dataciones radiocarbónicas del perfil edáfico de As Pontes

A partir de 5400 años cal. BP cabe señalar cierto aumento en los valores de *Corylus*, y la primera aparición en el diagrama polínico de *Betula* y *Populus*. La vegetación herbácea, por su parte, muestra importantes cambios, pues se reducen notablemente las gramíneas y toman relevancia pólenes con carácter antrópico (*Cannabis/Humulus*, *Aster*, *Centaurea nigra*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*). El paisaje dominante seguiría correspondiendo al carballedal, relativamente abierto, donde diversas formaciones arbustivas (*Rhamnus*) serían indicativas, bien de la recuperación del bosque, bien de su degradación antrópica.

En época medieval/moderna (nivel 3) la vegetación forestal se asemeja mucho a la hasta ahora descrita, con el predominio del carballo y el avellano y, en menor medida, del abedul y el aliso. Se documenta por primera vez polen de castaño (*Castanea*). Es importante señalar que, a diferencia de otros estudios polínicos en la región chariega, en As Pontes la cobertura arbórea sigue siendo relativamente alta en estos momentos, sin poder detectarse fenómenos de deforestación relativamente acusados. Es significativa la documentación de polen de cereal en porcentajes sumamente elevados, lo cual debe significar que el yacimiento estaba situado por entonces en el seno de un campo de cultivo, como se atestigua además por la existencia de marcas de arado.

En época contemporánea (nivel 1) no se detectan cambios sustanciales en la vegetación, si bien cabe destacar la constancia de la cerealicultura, la presencia más o menos continua de castaño (*Castanea*) y, ya en fechas más recientes (nivel 1), la aparición del nogal y una degradación paulatina del carballedal como consecuencia de la repoblación con coníferas y la consecuente proliferación del brezal.

Más información:

López-Sáez *et al.* (2003a,b)

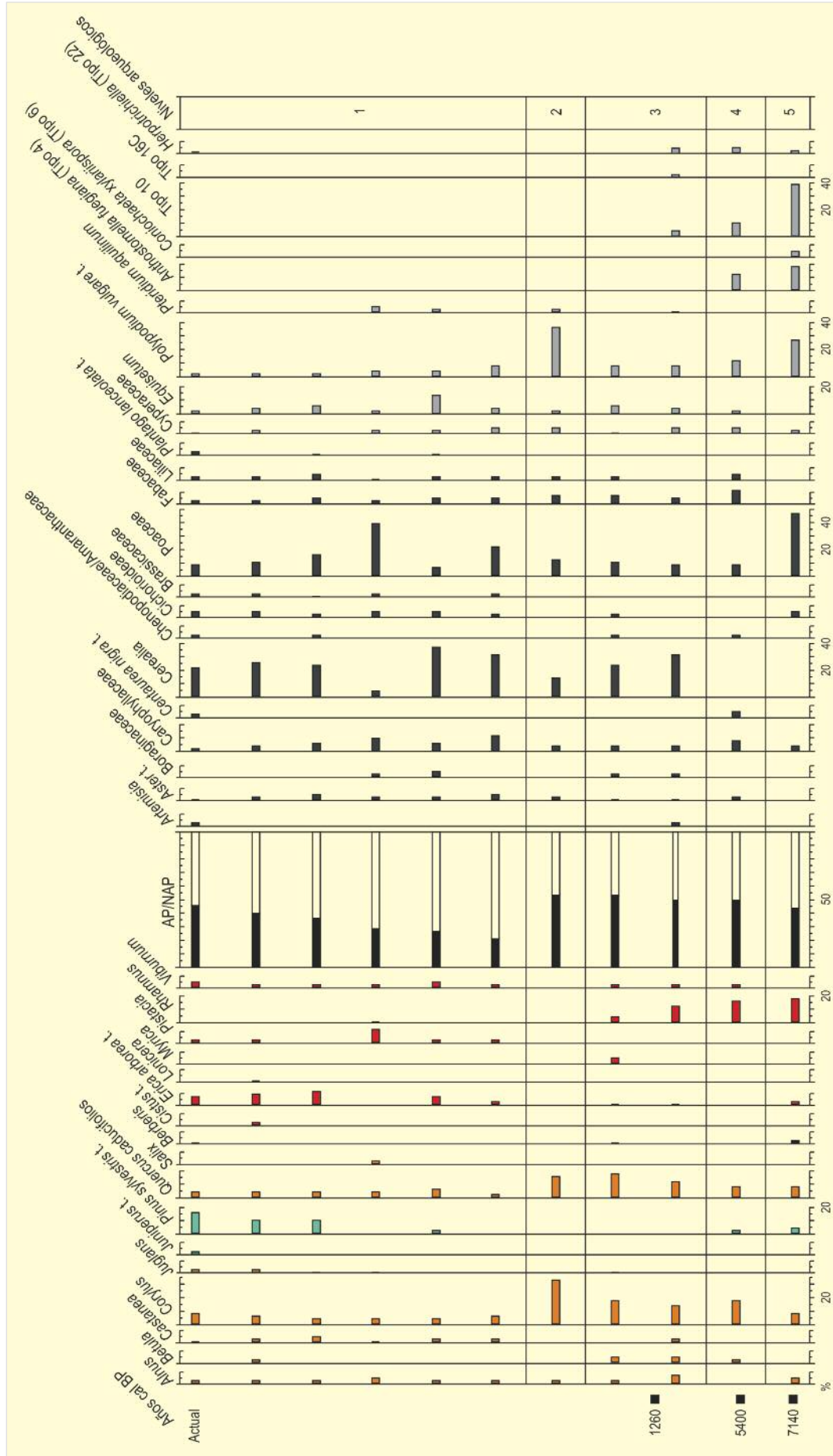


Figura 35. Histograma palinológico de As Pontes. Redibujado de López-Sáez et al. (2003)

CAMPO LAMEIRO

Monte Paradela, Campo Lameiro, Pontevedra
Holoceno (6132-1773 años cal. BP)



Figura 36. Vegetación en las proximidades del Centro de Interpretación del Arte Rupestre de Campo Lameiro

El Parque de Arte Rupestre de Campo Lameiro (Fig. 36) (Pontevedra), en el entorno de Monte Paradela, es una región de gran interés arqueológico, ya que alberga diversos yacimientos y uno de los mayores conjuntos de arte rupestre del noroeste ibérico.

Como resultado de varios milenios de intensa interacción humana con el medio, la vegetación actual está formada por un mosaico de matorral de brezos, tojos y retamas, pequeños bosquetes de carballos, pinos y eucaliptos, helechos y abundante vegetación herbácea (Fig. 37).



Figura 37. Entorno de Monte Paradela donde se ha estudiado el paleosuelo de Campo Lameiro

El clima de la región es templado y húmedo, con temperaturas medias anuales en torno a los 15°C (9°C en invierno y 21°C en verano) y una precipitación media anual de 1200 mm, que se concentra sobre todo en otoño-invierno.

En el seno de este Parque, se ha estudiado paleobotánicamente un suelo coluvial denominado PRD-2 (42° 32' 48" N, 08° 31' 40" O; 310 m s.n.m.) (Fig. 37), de 210 cm de potencia, que ha permitido reconstruir la historia de la vegetación y la dinámica antrópica del área durante gran parte del Holoceno (Costa Casais *et al.* 2009, Carrión-Marco *et al.* 2010).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Ua-22555	85-90	1835 ± 40	1773
Ua-22556	120-125	3055 ± 40	3280
Ua-22557	170-175	3770 ± 40	4139
Ua-22558	190-195	5350 ± 40	6132

Tabla 8. Dataciones radiocarbónicas del paleosuelo de Campolameiro (PRD-2) (Martínez-Cortizas *et al.*, 2009)

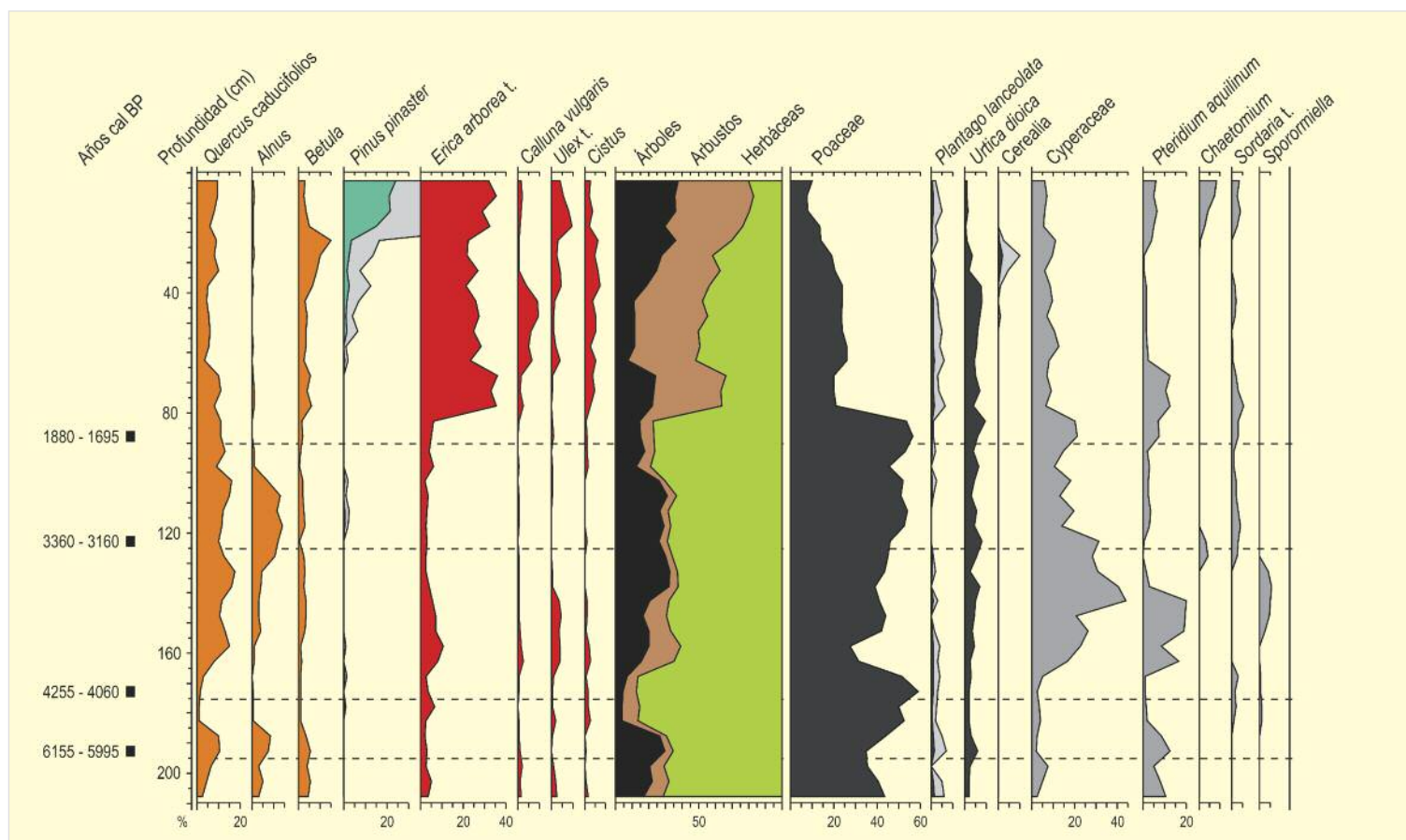


Figura 38. Diagrama palinológico del paleosuelo de Campo Lameiro (PRD-2). Redibujado de Carrión-Marco *et al.* (2010)

La secuencia polínica (Fig. 38) se inicia hacia finales del VII milenio cal. BP, momento para el que se refleja la existencia de un paisaje arbóreo de carballedal relativamente abierto. El registro polínico muestra, hasta 6000-5500 años cal. BP la presencia de ciertos elementos mesófilos (aliso, abedul y castaño), algunos arbustivos de etapas degradativas del tojal-breza, y sobre todo, pastizales antrópicos y antropozoógenos. El registro antracológico de esta fase está dominado por el carballedal, con presencia importante de leguminosas (Fig. 39).

Tras un hiato sedimentario, relacionado con eventos erosivos (*Glomus* y *Pseudoschizaea*), la vegetación muestra una drástica reducción de la cobertura arbórea y la proliferación de elementos antrópicos y antropozoógenos, y pastizales de gramíneas hasta 4000 años cal. BP. El carbón de *Quercus* también se reduce sensiblemente y se da una fase de expansión del madroño, así como el arranque de la curva de *Erica*. Estos hechos, probablemente, tienen relación con el evento climático abrupto del 4100-4200 años cal. BP o con procesos antrópicos importantes (Martínez-Cortizas *et al.* 2009), pues de hecho se confirma una intensa actividad pastoral local y una alta concentración de carbón en estos niveles que reflejarían un aumento de la incidencia antrópica del fuego.

A partir de la fecha anterior, hasta 1900 años cal. BP, se produce una recuperación y estabilización progresiva del carballedal, pro-

bablemente favorecida por una fase de elevadas precipitaciones, como parece indicar la presencia de pastizales higrófilos (Cyperaceae) y la importancia de aliso y abedul. No obstante, los indicadores de procesos antrópicos y de presión pastoral siguen siendo evidentes, particularmente hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*).

En la secuencia antracológica, este periodo está marcado por un dominio del matorral, primero de brezos y luego de leguminosas, produciéndose el cambio hacia 3300-3100 años cal. BP. En este momento también se observa un progreso notable del polen de *Alnus* en detrimento de los pastos higrófilos, coincidiendo con un episodio de recuperación de la curva de carbón de *Quercus*, dinámicas que apuntan hacia un periodo de mayor humedad edáfica.

En los dos últimos milenios se produce una expansión muy notable del tojal-breza y de los helechares (*Pteridium aquilinum*), posiblemente como respuesta al aclarado del carballedal. Cobran también importancia otros elementos heliófilos, como el abedul y se introducen en la zona el castaño, el pino resinero y el eucalipto en fechas relativamente recientes (tras 400 años cal. BP), así como el cultivo de cereales. El registro antracológico también muestra una abrupta expansión del breza en detrimento de las formaciones de *Quercus*-leguminosas.

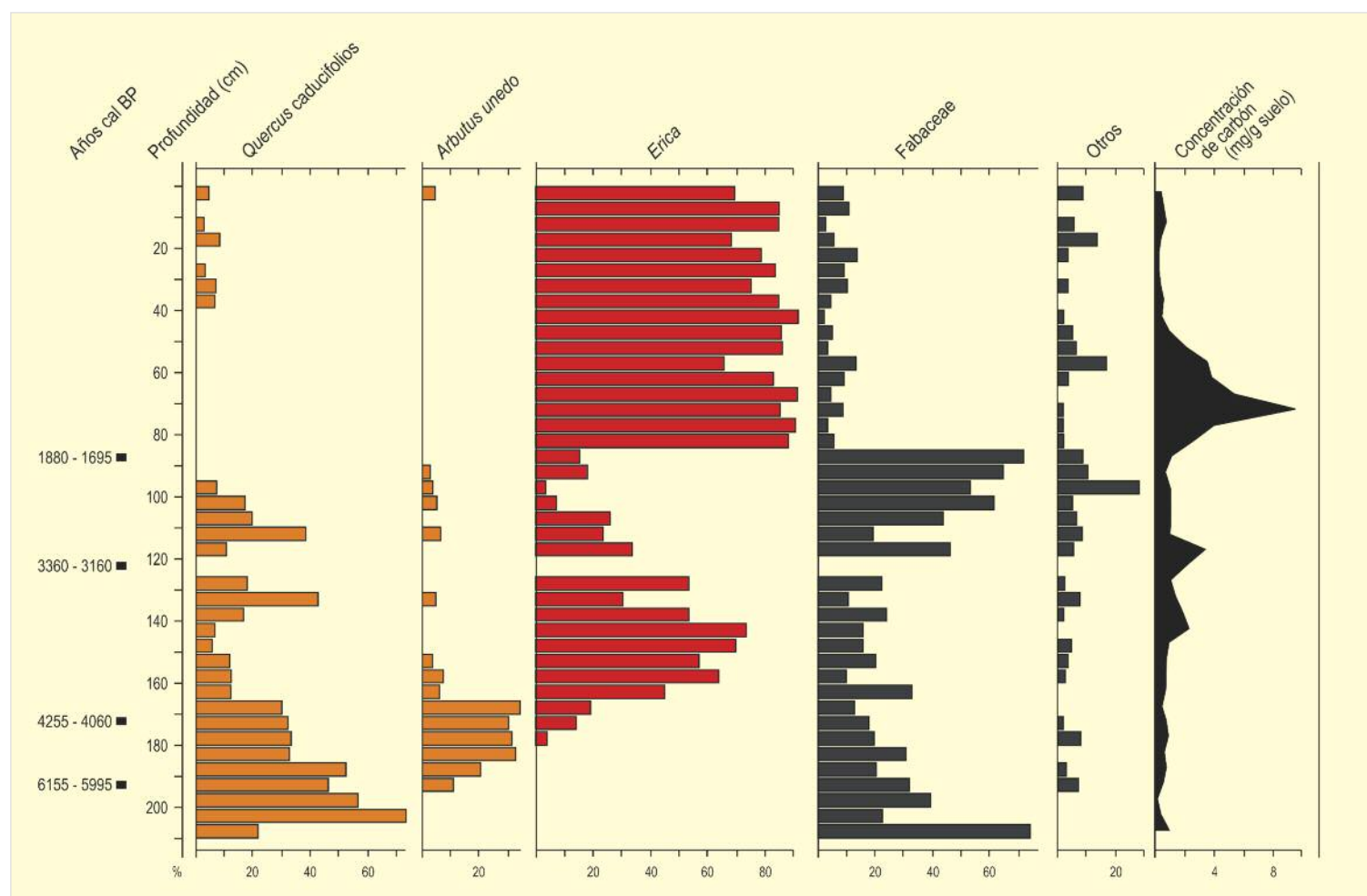


Figura 39. Antracología del paleosuelo de Campolameiro (PRD-2). Redibujado de Carrión-Marco *et al.* (2010)

El máximo pico de concentración de carbón de la secuencia, que se produce en torno a 1500 años cal. BP, demuestra que este cambio en la vegetación tuvo su origen o se vio favorecido por el fuego. La antropización del paisaje va incrementándose progresivamente, aunque las actividades ganaderas parecen más esporádicas.

Sólo en el techo de la secuencia, el registro antracológico muestra una leve reaparición del carballedal, aunque sigue dominado por los brezales. El mantenimiento de estos brezales-tojales tuvo que

verse favorecido por la práctica de quema y roza (de hecho se confirma la presencia de hongos pirófilos como *Chaetomium*), basada fundamentalmente en una ingente actividad pastoral en estos paisajes.

Más información:

Costa Casais *et al.* (2009), Martínez-Cortizas *et al.* (2009), Carrión-Marco *et al.* (2010)

PETÓN

Cuenca del Deo, A Coruña
IV milenio cal. BC

Se trata de un yacimiento megalítico situado en la Meseta noroccidental de la provincia de A Coruña, en la cuenca del río Deo, a 43° 06' 31" N, 08° 00' 15" O y a 300 m s.n.m. El análisis polínico de este yacimiento (López-García *et al.* 1992), procedente de un perfil estratigráfico infratumular, demuestra la existencia de un paisaje medianamente deforestado y con claros síntomas de antropización durante la primera mitad del IV milenio cal. BC.

En los espectros polínicos se hacen abundantes especies propias de matorrales degradativos (brezales y jarales), sinántropicas y ruderales (*Plantago* y Cichorioideae), habiendo indicios del uso del fuego como elemento deforestador (especialmente significativos por la presencia de Cistaceae y *Asphodelus albus*). La abun-

dancia de sauce (*Salix*) puede interpretarse como resultado de la denudación del bosque, donde esta especie tendría carácter pionero en las zonas deforestadas. Se documenta polen de cereal, posiblemente reflejo de cultivos cercanos.

La importancia de los datos aportados por Petón es que reflejan que toda vez que el fenómeno megalítico ya se había iniciado en el IV milenio BC, estarían representando una etapa más desarrollada del proceso de apropiación del paisaje por el hombre, cuando sus cultivos de cereal ya estaban implantados.

Más información:

López-García *et al.* (1992), Martínez-Cortizas *et al.* (2009)

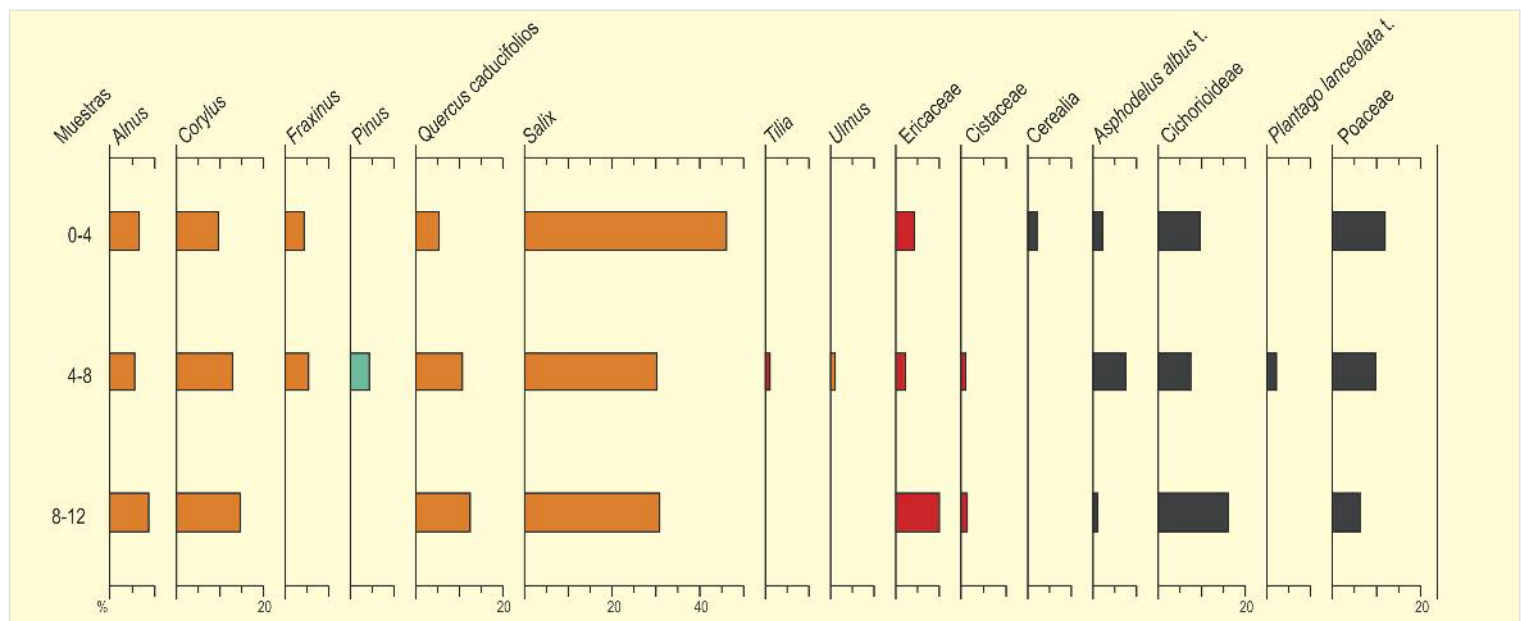


Figura 40. Diagrama polínico de Petón. Modificado de López-García *et al.* (1992)

TURBERA DE A CESPEDOSA

Sierra de Los Ancares, Cervantes, Lugo
Holoceno (~ 6000 años BP-actualidad)



J. CEDRÓN

Figura 41. Vista aérea de la Sierra de los Ancares

La turbera de La Campa de A Cespedosa ($42^{\circ} 52' 44''$ N, $06^{\circ} 51' 36''$ O) se localiza a 1425 m de altitud, en el término de Cervantes (Lugo), en las laderas occidentales de la Sierra de Los Ancares. El sustrato es fundamentalmente silíceo y su morfología el resultado de fenómenos glaciales y periglaciales por encima de los 800 m, con la formación de depósitos turbosos húmedos en fondos de valle. Las precipitaciones son superiores a

los 1400 mm anuales, lo que permite el predominio de formaciones de carácter eurosiberiano con bosques mixtos de planocaducifolios como *Betula alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Prunus avium*, *Ulmus glabra*, *Fagus sylvatica*, etc. Por encima del límite del bosque se desarrollan formaciones de *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus* y *Calluna vulgaris* (Fig. 2).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
CSIC-1106	90-95	2070 ± 25 BP	2050	Turba	convencional

Tabla 9. Datación radiocarbónica de la turbera de La Campa de A Cespedosa (Lugo). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95%, 2 sigma)



X. PONTEVEDRA POMBAL

Figura 42. Turbera de La Campa de A Cespedosa, Lugo

El estudio polínico de esta turbera ha sido realizado por Muñoz-Sobrino *et al.* (1997). Existen dos registros distintos, a saber, A Cespedosa I y A Cespedosa II, con 190 cm y 125 cm de potencia respectivamente. En el primer testigo se dispone de una única datación, de 2050 años cal. BP a 90 cm de profundidad (Fig. 43). Para establecer la cronología del depósito los autores tienen en cuenta además numerosas secuencias en otras áreas de la Sierra de los Ancares. Realizamos aquí una síntesis de ambas secuencias polínicas (Figs. 43 y 45) en las que los autores han establecido siete zonas, correspondientes a la segunda mitad del Holoceno, las tres últimas presentes sólo en Cespedosa I.

La zona más profunda, LPAZ-1 (A Cespedosa I, 190-152 cm, c. 6000-3600 años cal. BP), presenta los máximos niveles de polen arbóreo del diagrama. *Betula* alcanza hasta el 50%, mostrando porcentajes mucho menores *Corylus*, *Quercus caducifolios* y *Q. perennifolios*. Cabe destacar también la presencia puntual de *Castanea*, *Ilex* y *Ulmus*. Las especies arbustivas (*Erica*, *Calluna*) se mantienen en bajos porcentajes y se produce un leve aunque continuo crecimiento de la curva de gramíneas. La expansión del abedul es atribuida por los autores a un aumento del límite altitudinal de los

bosques, siendo esto posible gracias a unas condiciones climáticas más cálidas y húmedas en esta época del Holoceno medio, y ocurriendo a expensas de los brezales que ocuparían la banda superior del límite forestal.

En la siguiente zona, LPAZ-2 (A Cespedosa I, 152-122 cm, c. 3600-3000 años cal. BP), se produce el máximo de *Betula*, momento a partir del cual se inicia un acusado descenso de la curva de polen arbóreo, debido fundamentalmente a la caída de *Betula*, mientras *Quercus robur* incrementa sus porcentajes y los mantienen *Pinus sylvestris* y *Corylus*. Paralelamente, se produce un significativo crecimiento de las especies arbustivas (*Erica*, *Calluna*, *Ulex* y *Cistus*) y un importante aumento de los porcentajes de gramíneas, que ocupan el espacio dejado por los abedulares. Este declive de las formaciones arbóreas es atribuido por los autores a las actividades humanas.

LPAZ-3 (A Cespedosa I, 122-88 cm, c. 3000-2000 años cal. BP) continúa con la tendencia descendente de los niveles de polen arbóreo detectada en secuencias más antiguas. Los porcentajes de *Betula*, *Quercus robur* y *Corylus* mantienen bajos niveles, *Quercus*

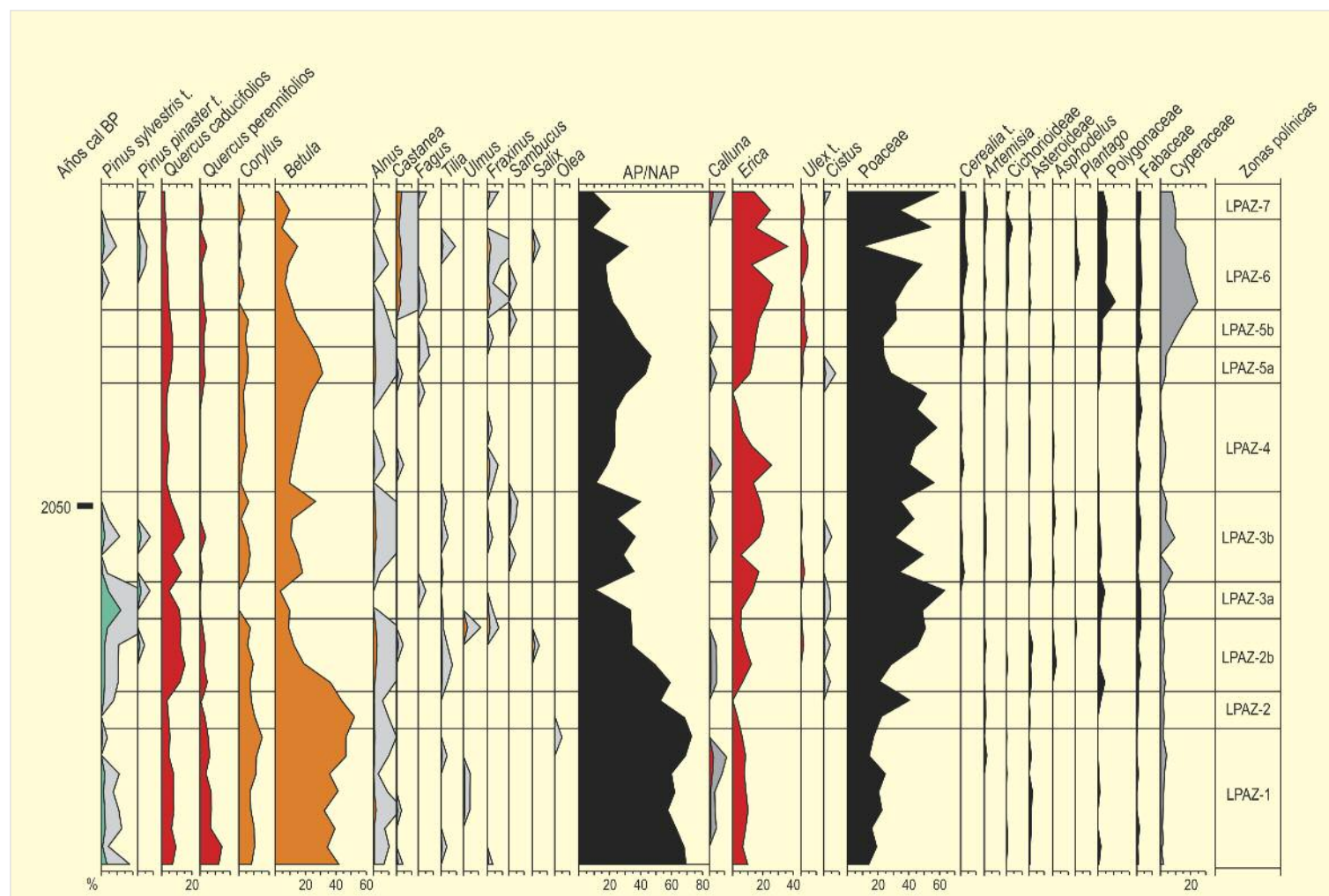


Figura 43. Diagrama polínico sintético de la turbera de La Campa de A Cespedosa I. Modificado de Muñoz Sobrino *et al.* (1997)



Figura 44. Sierra de los Ancares, Lugo

A. GARCÍA AMOR

ilex registra su mínimo y *Alnus* presenta una curva continua con exiguos porcentajes. *Erica* incrementa sus niveles como protagonista

de este proceso de matorralización, acompañado por discretos porcentajes de *Calluna* y *Cistus*, hasta la subzona final (LPAZ-3b), en la que el equilibrio entre brezos y gramíneas se rompe a favor de éstas, que doblan su representación a costa de la reducción a la mitad del porcentaje de *Erica*. Otras herbáceas como compuestas, rubiáceas, rosáceas, umbelíferas y liliáceas aparecen con porcentajes menores.

La siguiente zona, LPAZ-4 (A Cespedosa I, 88-58 cm, c. 2000-1200 años cal. BP), se caracteriza por una recuperación parcial del polen arbóreo, encabezada por *Betula* como taxón más representativo, gracias a su carácter heliófilo y pionero, mientras *Quercus* caducifolios mantiene bajos niveles en competencia con *Castanea*, que comienza su curva continua e incrementa su representación sólo en la parte final del diagrama (LPAZ-6 y LPAZ-7). *Corylus* y *Alnus* aumentan ligeramente sus porcentajes y, en la subzona final, se inicia la curva continua de *Pinus sylvestris*. Por su parte, *Erica* y Poa-

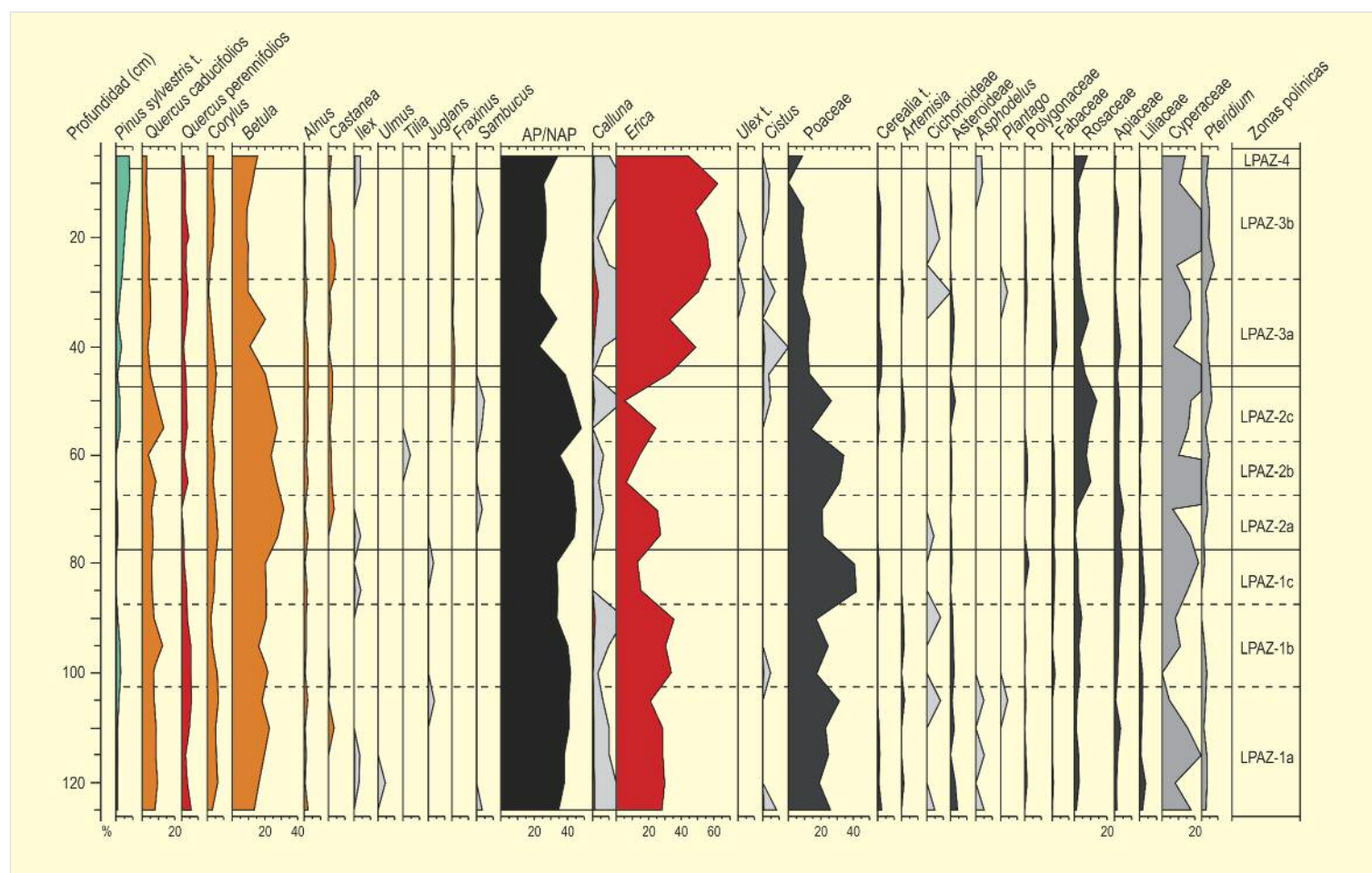


Figura 45. Diagrama polínico sintético de la turbera de La Campa de A Cespedosa II. Modificado de Muñoz-Sobrino *et al.* (1997)

ceae alternan sus máximos y, entre las herbáceas, destacan las rosáceas y las umbelíferas. Se da en esta zona también el máximo de ciperáceas y un incremento significativo de *Pteridium*.

Las zonas LPAZ-5 (A Cespedosa I, 58-38 cm) y LPAZ-6 (A Cespedosa I, 38-12 cm) (c. 2000-200 años cal. BP) muestra una segunda fase de intensa deforestación, con nuevos mínimos de polen arbóreo. Entre las especies arbóreas, *Betula*, *Corylus* y *Quercus* caducifolios reducen notablemente su presencia, mientras *Quercus* perennifolios, *Pinus sylvestris* y *Castanea* la aumentan sensiblemente y *Fraxinus* presenta una curva continua. Por otra parte, *Erica* alcanza sus máximos, acompañado de bajos niveles de *Calluna*, *Cistus* y *Ulex*. También las gramíneas registran sus mínimos, y aparecen significativos niveles de *Cerealia*, leguminosas, umbelíferas y rosáceas. Las ciperáceas se mantienen en niveles mínimos, mien-

tras *Pteridium* aumenta ligeramente. Esta época (período medieval) coincide con el máximo desarrollo de la agricultura en cotas más altas del área de estudio.

Por último, la zona LPAZ-7 (A Cespedosa I, 12-0 cm, c. 200 años cal. BP-actualidad), se caracteriza por una cierta recuperación arbórea, atribuible al crecimiento de los porcentajes de *Pinus sylvestris* y al leve aumento de la representación de *Betula* y *Corylus*. Los brezos reducen sensiblemente sus niveles de forma paralela al incremento de los de las gramíneas, acompañadas de rosáceas y umbelíferas y del abandono del cultivo de cereal.

Más información:

Muñoz-Sobrino *et al.* (1997)

TURBERA DE PENA DA CADELA

Sierra de Xistral, Alfoz, Lugo
Holoceno (5547-173 años cal. BP)



Figura 46. Vista del Tremoal de Pena da Cadela (Lugo)

La turbera de Pena da Cadela ($43^{\circ} 29' 16''$ N, $07^{\circ} 26' 18''$ O) se encuentra en la Sierra de Xistral (Lugo) a 970 m s.n.m. y a una distancia de 16 km de la costa (Fig. 46). La temperatura media anual es de $7,5^{\circ}\text{C}$ y la precipitación alcanza los 1800 mm anuales. La vegetación actual está dominada por ciperáceas (*Carex durieui*, *C. vulgaris*, *C. panicea* y *Eleocharis multicaulis*) y gramíneas (*Agrostis curtisii*, *A. hesperica*, *Molinia caerulea* y *Deschampsia flexuosa*), aunque también están presentes los brezos (*Erica mackaiana* y *E. cinerea*).

El estudio polínico de esta turbera ha sido realizado por Mighall *et al.* (2006) tras sondeo que permitió la extracción de un testigo de

184 cm de longitud y para cuya base se obtuvo una fecha de 5547 años cal. BP (Tabla 10). El análisis del diagrama polínico permite distinguir siete zonas (Fig. 47) en las que se pueden observar las distintas fases de expansión y declive del bosque caducifolio, coincidentes con periodos culturales conocidos en el noroeste español: Neolítico medio (desde 4000-3500 años BC), Bronce tardío y Edad del Hierro (1200-100 años BC), período Romano (100 años BC-400 años AD) y período Germánico (Reino Visigodo) en el inicio de la Edad Media (Siglo VII AD), a lo largo de los cuales *Quercus*, *Corylus*, *Alnus* y *Betula* muestran la mayoría de los cambios principales en la composición del bosque.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
B-127477	10	150 ± 60	173	AMS
B-127478	30	450 ± 60	508	AMS
B-127480	50	770 ± 60	698	AMS
B-127481	70	1230 ± 60	1250	AMS
B-127482	100	1980 ± 60	1933	AMS
B-127483	110	2310 ± 70	2335	AMS
B-127484	130	2630 ± 70	2757	AMS
B-127486	184	4620 ± 80	5547	AMS

Tabla 10. Datación radiocarbónica de la turbera de Pena da Cadela (Lugo). (Martínez-Cortizas *et al.* 2002)

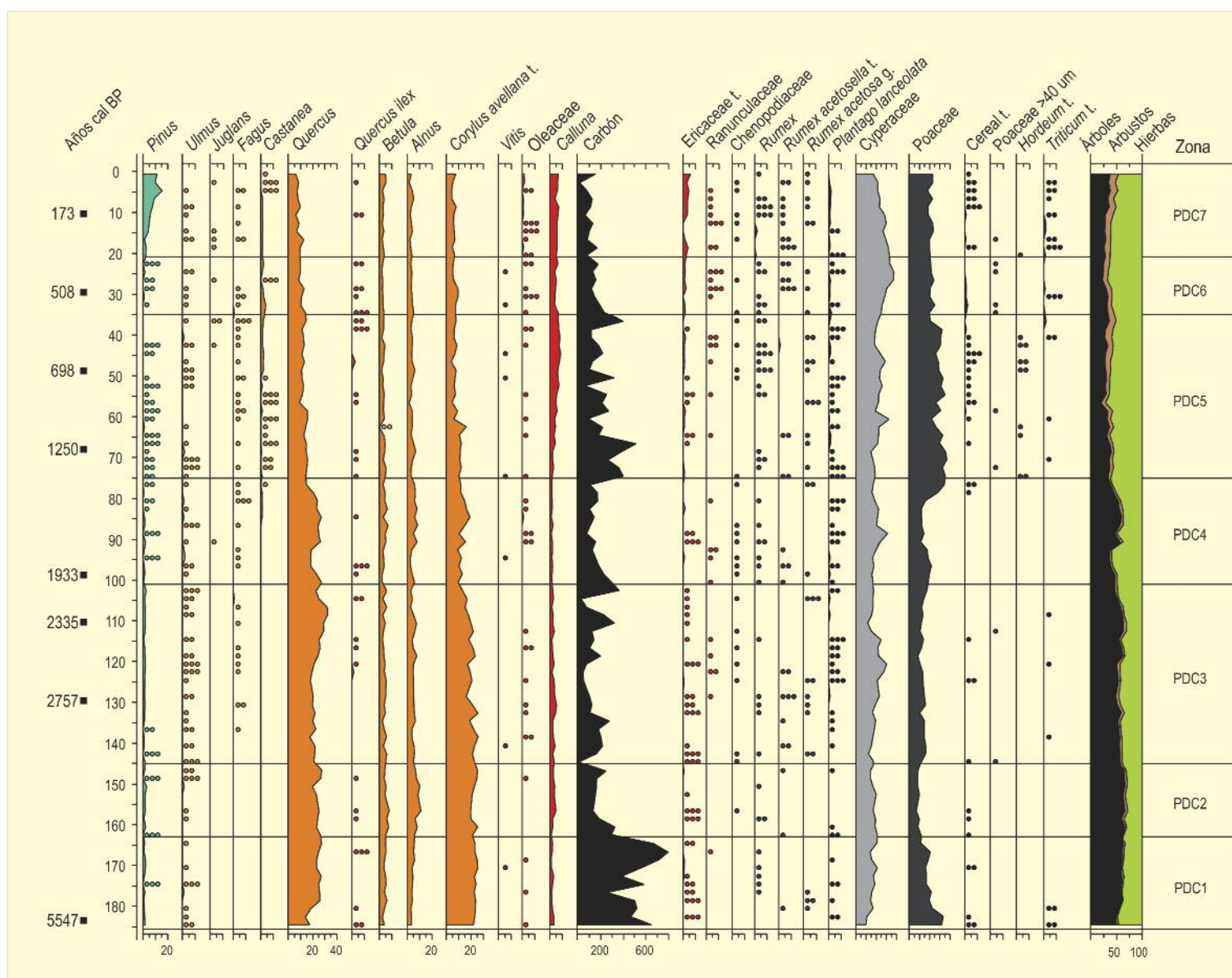


Figura 47. Diagrama polínico sintético de la turbera de Pena da Cadela, Lugo. Modificado de Mighall *et al.* (2006)

La zona 1 (185-163 cm, c. 5550-4500 años cal. BP) se caracteriza por un elevado porcentaje de polen arbóreo, en el que dominan *Quercus* caducifolios y *Corylus*, con una buena representación de *Alnus* y *Betula*. A lo largo de esta zona se incrementan los valores de *Cyperaceae*, mientras decrecen los de *Poaceae*. También aparecen taxones como *Cerealia*, *Plantago*, *Asteraceae* y *Potentilla* y van aumentando los valores de *Pteridium* y del tipo 18.

En la zona 2 (163-145 cm, c. 4500-3550 años cal. BP) el AP alcanza sus máximos, dominado por *Quercus* caducifolios y *Corylus*, con cierto crecimiento de *Alnus* y *Ulmus*. Por otra parte, disminuyen los porcentajes de *Poaceae* al inicio de la zona y los de *Cyperaceae* al final. A estos taxones acompañan *Cerealia*, *Plantago*, *Brassicaceae* y *Artemisia*. Las dos zonas anteriores se corresponderían cronológicamente con el Neolítico medio y tardío, periodos en los que se detectan actividades humanas de baja intensidad, con apertura

de claros en el bosque para la ganadería y cultivo de cereales a pequeña escala.

La zona 3 (145-101 cm, c. 3550-1930 años cal. BP) muestra la disminución del porcentaje de AP, que afecta sobre todo a *Quercus* caducifolios y, en menor medida, a *Corylus*, mientras permanecen *Alnus*, *Betula*, *Pinus* y *Ulmus* y aparece *Fagus* por primera vez. Por el contrario, *Poaceae* y *Cyperaceae* incrementan sus registros, *Cerealia* se presenta de forma puntual y *Plantago* de forma continua, acompañado de *Apiaceae*, *Artemisia*, *Brassicaceae* y *Anthemis*. Esta zona se correspondería con la Edad de los Metales y los inicios de la colonización romana. En ella se observa un notable incremento de las actividades ganaderas.

La zona 4 (101-75 cm, c. 1930-1400 años cal. BP) continúa con la tendencia decreciente de los niveles de AP, a pesar del primer



XP, POMBAL

Figura 48. Tremoal da Pena da Cadela, Lugo

registro de *Castanea* hacia el final de la zona. Poaceae aumenta inicialmente, cae hacia la mitad de la zona y vuelve a aumentar sus niveles de forma abrupta hacia el final de la zona, cuando vuelve a registrarse *Cerealia*. Esta zona se situaría en pleno Periodo Romano, con alteraciones de carácter regional, que se reflejan en el aumento de los cultivos arbóreos, de los taxones herbáceos y de los hongos coprófilos.

En la zona 5 (75-35 cm, c. 1400-580 años cal. BP) continúan bajando los niveles de AP, *Castanea* aparece regularmente y, hacia el final de la zona, *Juglans* comienza a ser habitual. Aumentan de

forma notable los porcentajes de *Calluna* y Ericaceae. Por su parte, Poaceae y Cyperaceae siguen incrementando sustancialmente su presencia, acompañados de *Plantago lanceolata*, Apiaceae y *Artemisia*, mientras *Cerealia* es más común hacia el final de la zona.

La zona 6 (35-21 cm, c. 580-400 años cal. BP) se caracteriza por el cambio de tendencia, con un aumento del nivel de AP, gracias sobre todo a *Castanea* y *Corylus*, y a una mayor presencia de *Pinus*. Por otra parte, Cyperaceae aumenta a lo largo de la zona, mientras se reducen los porcentajes de Poaceae y *Calluna*, y se mantienen los de *Plantago lanceolata*, Apiaceae, *Artemisia* y *Cerealia*.

En la zona 7 (21-0 cm, c. 400 años cal. BP-presente) la extensión de *Pinus* favorece el incremento de los niveles de AP, mientras disminuyen los de *Castanea* y *Olea*. Los porcentajes de Cyperaceae se reducen, y se mantienen los de *Calluna*, Ericaceae y Poaceae. También se registran *Cerealia*, *Plantago lanceolata*, Apiaceae, *Potentilla* y *Rumex*.

En las tres últimas zonas se puede observar cómo desde el fin de la dominación romana hasta nuestros días se produce una regresión continua del bosque caducifolio, hacia pastizales para la actividad ganadera que dominarán el paisaje. En los dos últimos siglos se produce una modesta recuperación de los bosques debida principalmente a los pinos.

Más información:

Martínez-Cortizas *et al.* (2002), Mighall *et al.* (2006)

PALA DA VELLA

Sierras de Ancares y Caurel, Rubia, Ourense
Holoceno (4790-3280 años BP)

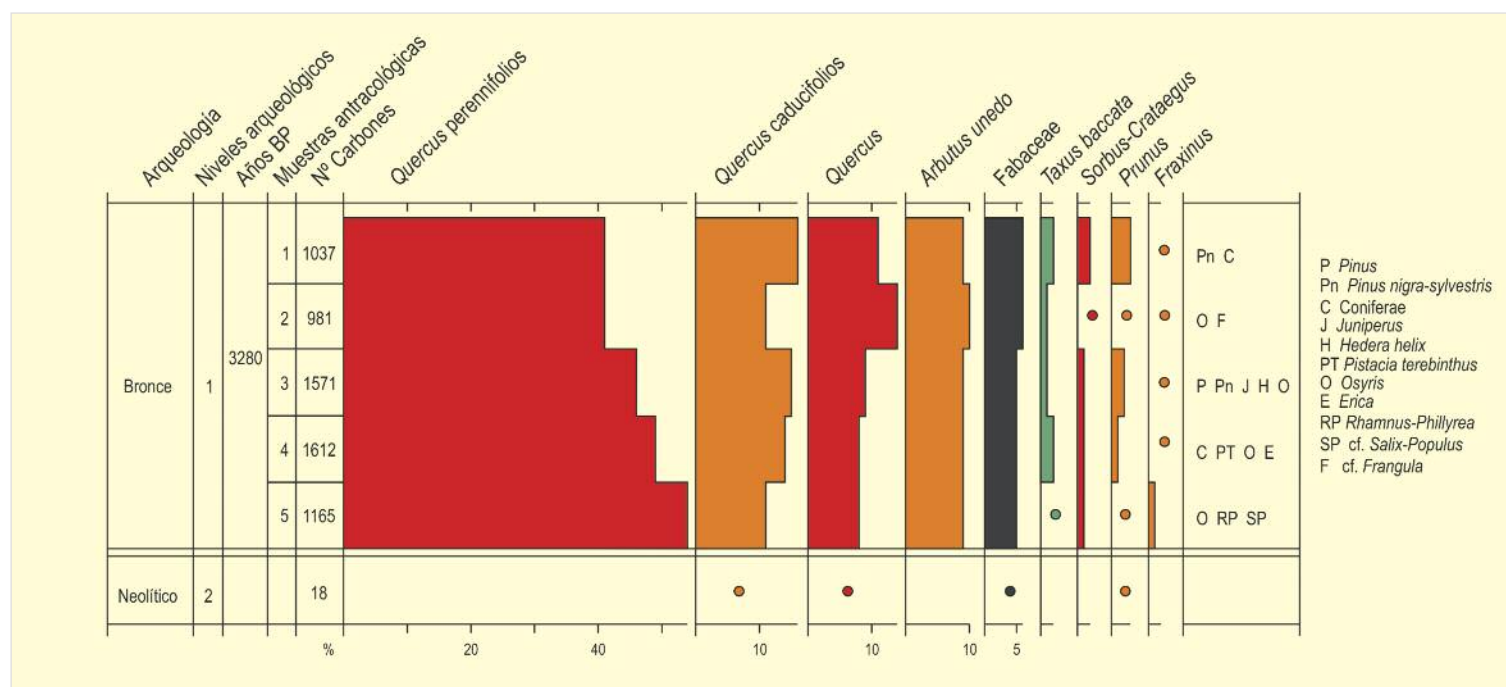


Figura 49. Diagrama antracológico de Pala da Vella. Redibujado de Carrión-Marco (2000a,b, 2005)

El yacimiento de Pala da Vella se encuentra situado en la vertiente sur de la Sierra de la Encina de la Lastra, en las últimas estribaciones de las Sierras de Ancares y Caurel, a 42° 29' N, 06° 51' O; 830 m s.n.m, y unos 400 m sobre el río Sil. Estas sierras, con picos de hasta 2000 metros de altitud, constituyen una importante barrera orográfica que separa las sierras centrales gallegas, de mayor influencia atlántica, y las tierras continentales castellanas. Por su parte, el sistema fluvial Miño-Sil supone un corredor natural para las condiciones de termicidad y mediterraneidad meridionales. Así, la cueva se encuentra en el límite entre los pisos meso y supramediterráneo y la vegetación del entorno presenta un componente de transición entre ámbito mediterráneo y atlántico.

En las inmediaciones de la cueva existe un bosque mixto de carrasca y melojo muy degradado, donde predomina el estrato arbustivo alto. *Daphne gnidium*, *Pistacia terebinthus*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia*, *Osyris alba* o *Asparagus acutifolius*, aparecen en el Caurel, pero ya no en los Ancares, marcando así un límite neto entre las dos regiones. Los melojares se desarrollan por toda la franja de contacto con la región Eurosiberiana, de la que toman algunos elementos como *Ulex europaeus*, *Lithodora diffusa*, *Mercurialis perennis*, *Polystichum setiferum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Melittis melisophyllum*, etc., que ya no se adentran más en ámbito mediterráneo.

En Pala da Vella existen dos momentos de ocupación: el Nivel 2, correspondiente a un enterramiento de época neolítica con dos

Reg. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BC	Arqueología	Muestra
GrN-19395	Nivel 2	4790 ± 120	3553 ± 136	Neolítico	carbón
GrA-1021	Nivel 2	4500 ± 35	3222 ± 90	Neolítico	vértebra humana
GrN-19394	Nivel 1	3280 ± 125	1584 ± 139	Bronce	carbón

Tabla 11. Dataciones radiocarbónicas de Pala da Vella. Carrión-Marco (2005)

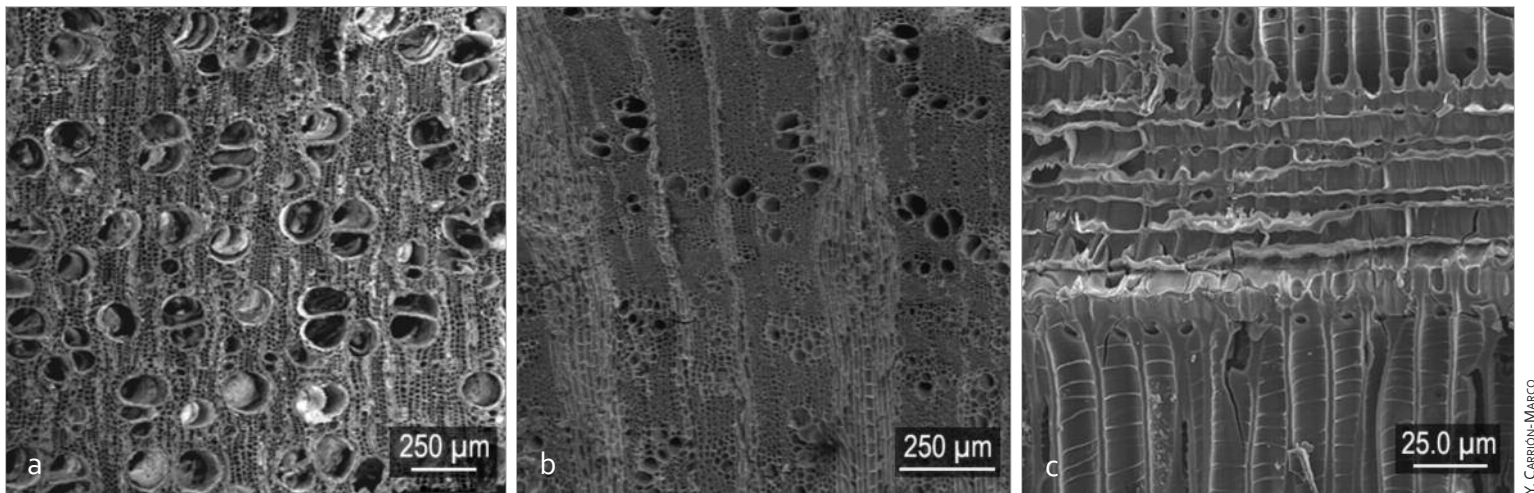


Figura 50. Imágenes al M.E.B. del corte transversal de un carbón de fresno (a), del corte transversal de un carbón de leguminosa (b), y del corte radial de un tejo

fechas de 4500 y 4790 años BP, y el Nivel 1, de la Edad del Bronce, datado en 3280 años BP (Tabla 11). La mayor parte del carbón procede del Nivel 1, mientras que para el Nivel 2 no podemos más que constatar la presencia de algunos taxones.

En los niveles de la Edad del Bronce, se documenta la presencia de las especies que conforman los carrascales o bosques mixtos típicos de ámbito mediterráneo, con un dominio de *Quercus* perennifolios, acompañados de *Quercus* caducifolios, *Arbutus unedo* y, en menor medida, de *Fraxinus*, *Prunus*, *Sorbus-Crataegus* y *Taxus baccata*. El estrato arbustivo está representado por las leguminosas.

La presencia esporádica de *Osyris*, *Pistacia terebinthus* y *Rhamnus-Phillyrea* evidencia el carácter mediterráneo de la formación,

algunos de ellos localizados tal vez en uno de sus límites más septentrionales y probablemente asociados estrechamente a la cuenca del Sil.

Los taxones identificados en el Nivel 2 son coherentes con la imagen descrita para la Edad del Bronce, de manera que permiten sugerir una continuidad de las formaciones vegetales desde el Neolítico, al menos en lo que a presencia de especies se refiere. Se observa ya en este momento una dominancia de *Quercus*, estando presentes también las leguminosas y *Prunus*.

Más información:

Carrión-Marco (2000a,b, 2005)

TURBERA DE PENIDO VELLO

Sierra de O Xistral, Abadín, Lugo
Holoceno (3713-150 años cal. BP)



Figura 51. Vista del Tremoal de Penido Vello

La turbera ombrotrofica de Penido Vello (43° 26' N, 07° 32' O) se encuentra en la Sierra de O Xistral (Lugo), a unos 30 km de la costa del Cantábrico. Esta turbera es parte de un extenso y complejo ecosistema húmedo, que se sitúa a 700 m s.n.m., en la cima aplanada por la alteración de un macizo granítico, y yace directamente sobre la roca o sobre material periglacial. La temperatura media anual oscila entre 10 y 7,5 °C y la precipitación anual entre 1350 y 1700 mm. La vegetación actual está representada por *Sphagnum papillosum*, *Eriophorum angustifolium* y *Carex duriei* con presencia de brezal de *Erica mackaiana* y *Calluna vulgaris* (Fig. 51). El estudio polínico de esta turbera ha sido realizado por Muñoz-Sobrino et

al. (2005) junto al de otros depósitos situados en la Cordillera Cantábrica. Este sondeo permitió la extracción de un testigo de 220 cm de longitud para cuya base se obtuvo una datación de 3713 años cal. BP (Tabla 12). Los autores han dividido el diagrama (Fig. 52) en cuatro zonas que describimos a continuación.

La fase más antigua, Hd-3b (220-190 cm, c. 3700-3100 años cal. BP) se corresponde con porcentajes de polen arbóreo ligeramente menores que los que se dan en la zona regional denominada HD-3 para el área cantábrica, caracterizada por un significativo aumento del polen arbóreo respecto a zonas anteriores que no se encuentran en este depósito. En Penido Vello, se observa un claro declive de las especies arbóreas, fundamentalmente *Quercus caducifolios* y *Corylus*, hacia el final de la subzona, así como de *Erica*. Por el contrario, se produce un intenso crecimiento de los porcentajes de gramíneas y, en menor medida, de ciperáceas. Cabe destacar la aparición puntual de *Fagus* en esta subzona. La fase Hd-3c (190-135 cm, c. 3100-2200 años cal. BP) se caracteriza por la significativa recuperación de los niveles de polen arbóreo, protagonizada sobre todo por *Quercus caducifolios* y *Corylus* y, en menor medida, por *Alnus* y *Betula*, con apariciones puntuales de *Fagus*. Entre los arbustos *Erica* mantiene bajos porcentajes, mientras *Calluna* aumenta los suyos, especialmente hacia el final de la subzona.

La fase Ha-1 (135-55 cm, c. 2200-1000 años cal. BP) muestra fuertes incrementos de los niveles de *Calluna* y de ciperáceas y moderados aumentos de los porcentajes de *Erica*, gramíneas, *Plantago*, crucíferas, *Polypodium* y *Pteridium*. El nivel de polen arbóreo sufre fuertes oscilaciones, para llegar al final de la subzona con altos porcentajes protagonizados por *Quercus caducifolios*, *Corylus* y, en menor medida, por *Betula*, *Alnus* y la continuidad de

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
β-099389	15	180 ± 50	150
GrN-22288	25	610 ± 40	600
β-099390	45	1050 ± 60	938
β-099391	75	1470 ± 60	1356
GrN-22289	100	1850 ± 40	1790
β-099393	180	2810 ± 60	2924
β-099394	215	3440 ± 60	3713

Tabla 12. Dataciones radiocarbónicas del Tremoal de Penido (Lugo). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer et al. 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95%, 2 sigma). Muñoz-Sobrino et al. (2005)

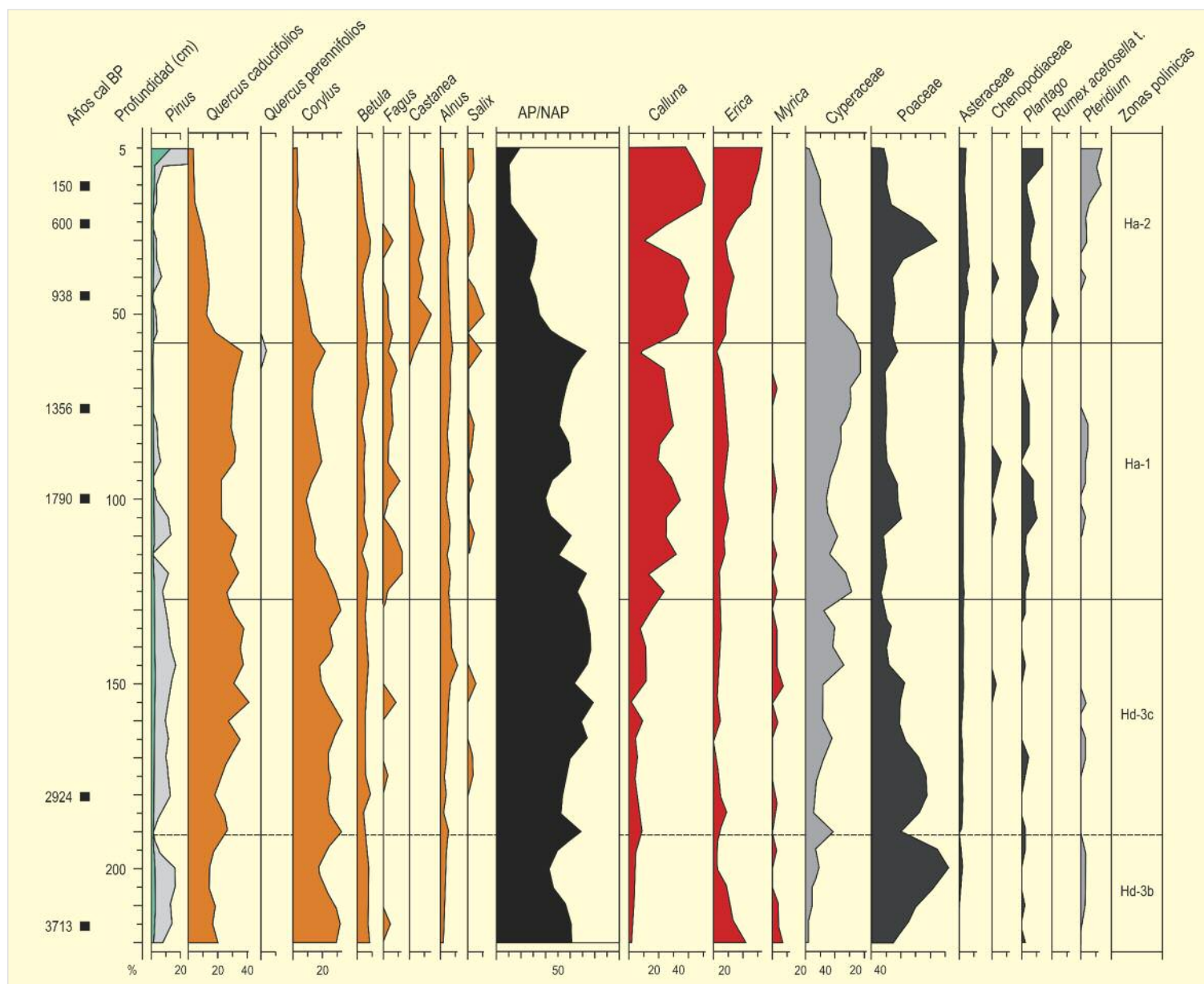


Figura 52. Diagrama polínico sintético de Penido Vello (Lugo). Modificado de Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)

la curva de *Fagus*. La fase más reciente, Ha-2 (55-0 cm, c. 1000 años cal. BP-actualidad) viene marcada por el acusado declive de los niveles de polen arbóreo, que alcanza su mínimo, a pesar de la expansión final de *Pinus*. En esta subzona se produce la expansión generalizada de los brezales (máximos de *Erica* y *Calluna*), con un máximo de gramíneas, acompañadas de compuestas, *Plantago* y crucíferas y, finalmente, mínimos de ciperáceas y máximos de *Pteridium* y *Asphodelus*.

Para los autores, el episodio regional Hd-3 correspondería a una época de clima favorable en el noroeste peninsular, en consonancia con una expansión arbórea en detrimento de los brezales y turberas

que, en Penido Vello, permitiría el desarrollo de bosques de *Quercus* caducifolios frente al paralelo declive de las gramíneas. La fase Ha muestra una dinámica similar a la del resto de la región cantábrica, con una notable expansión de los brezales que, en Penido Vello, se produce de forma intensa a lo largo del último milenio. Este intenso declive de los bosques es atribuido a la actividad antrópica, con mínimos en la Edad de Hierro, en el período Romano y, tras una fase de recuperación, desde el período medieval hasta la actualidad.

Más información:

Muñoz-Sobrino *et al.* (2005, 2009)

A GOLADA

Cordillera Cantábrica, Lugo
Holoceno reciente (3390 años BP)



Figura 53. Vista panorámica del entorno de Pedrafita do Cebreiro en las proximidades a A Golada

El depósito de A Golada ($42^{\circ} 42' 20''$ N, $07^{\circ} 00' 00''$ O; 1100 m s.n.m.) corresponde a una turbera de ladera originada por la ruptura de una capa freática, en una pendiente recubierta de materiales coluviales poco cohesionados. Se encuentra en las cercanías de la localidad lucense de Pedrafita do Cebreiro, aunque dentro de provincia de Lugo, en el eje de la Cordillera Cantábrica y en los inicios de lo que se conoce como complejo montañoso de los Montes de Cebreiro. La vegetación sobre la zona de muestreo se encuentra constituida por brezales húmedos con *Erica tetralix* y *Calluna vulgaris*, existiendo un importante estrato muscinal de esfagnos sobre la turbera. La vegetación alrededor del yacimiento está dominada por brezales xerófilos (*Erica australis*) en mezcla con escobonales de *Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius* y *Genista florida*. En las cercanías también aparecen pinares de repoblación de *Pinus sylvestris*, y en las vaguadas, abedules (*Betula alba*), junto con

bosquetes de árboles planocaducifolios (*Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Ulmus minor* y *Fraxinus excelsior*).

El estudio palinológico Muñoz-Sobrino *et al.* (1997) comprende una secuencia de 265 cm de profundidad, que corresponden estratigráficamente a niveles de aproximadamente un metro de turba fibrosa que descansan sobre otro medio metro de turba humificada. A partir del metro y medio, aparece un nivel que se convierte progresivamente en arcilloso. En la secuencia polínica (Fig. 54) puede apreciarse una zonación clara con un cambio brusco en el Holoceno final, que se atribuye a la posible existencia de un hiato al compararlo con otras secuencias circundantes. El elemento arbóreo, compuesto mayoritariamente por *Betula* y *Quercus* cede su dominancia alrededor de 2000 años BP a brezales y otras formaciones arbustivas con Ericaceae.

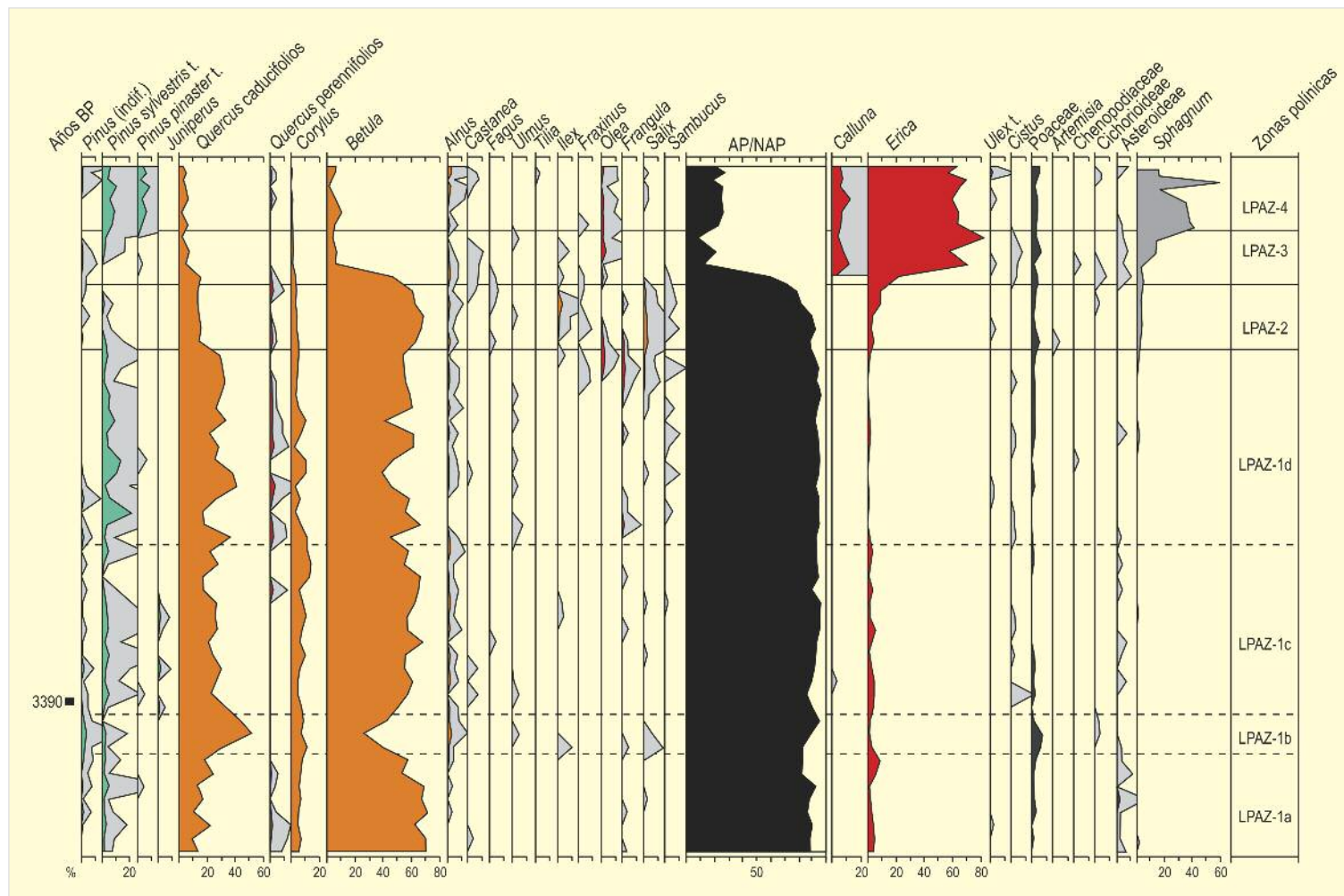


Figura 54. Diagrama polínico de la turbera de A Golada. Redibujado de Muñoz-Sobrino *et al.* (1997)

En la base del diagrama aparece una dominancia de polen de *Betula* acompañado por *Quercus* (mayoritariamente caducifolio). Alrededor de los 210 cm de profundidad (LPAZ1b), *Quercus* alcanza su máximo en la secuencia. La datación radiocarbónica de macrorestos de *Quercus caducifolio* hallados a 210 cm de profundidad fechó ese momento en 3390 años BP aproximadamente.

El polen arbóreo se mantiene prácticamente constante a lo largo de la mayor parte de la secuencia (Zonas LPAZ1-LPAZ2), oscilando alrededor del 90% del total. *Corylus* también acompaña la fase de dominio arbóreo y, aunque los porcentajes son bajos, el polen de *Alnus* y *Pinus* tipo *sylvestris* está presente a lo largo de toda la secuencia. Aparecen también puntualmente otros caducifolios mesófilos (*Castanea*, *Fagus*, *Ulmus*, *Tilia* y *Fraxinus*) y sólo se registra polen de *Juniperus*, en porcentajes muy bajos, en un corto periodo de tiempo posterior a 3390 años BP.

La zona superior (LPAZ3), correspondiente al Holoceno final, registra un descenso muy acusado de AP a la par que una expansión de *Calluna* y, sobre todo, de *Erica*. Este cambio se debe a la intensa actividad antrópica que resultó de una severa deforestación.

El registro y la fase de deforestación es más o menos sincrónico con otras secuencias de las montañas de Ancares y oeste de la Cordillera Cantábrica (Brañas de Lamela, Suarbol, A Cespedosa y Porto Ancares), aunque los primeros indicios de actividad antrópica se registran unos milenios antes en yacimientos situados a menor altitud, como Pozo do Carballal.

Más información:

Muñoz-Sobrino *et al.* (1997), Ramil-Rego *et al.* (1998, 2000), Muñoz-Sobrino (2001)

BRAÑA RUBIA

Coristanco, A Coruña

Holoceno (c. siglo BC-siglo XVIII AC)

La Braña Rubia o Lagoa de Alcaían (43° 07' 47" N, 08° 44' 33" O) ocupa unos 4000 m² en un paraje de sustrato ígneo de carácter básico (gabro), relieve suavemente ondulado y naturaleza pantanosa. Es un pastizal encharcado buena parte del año bajo el que se encuentra un depósito de materiales turbosos que alcanza una potencia de hasta 2,5 m y está separado de la roca madre por una capa de gravas y arcillas. Está rodeada de pequeños oteros y se encuentra a unos 390 m de altitud y a escasos 20 km de la costa, en la parte izquierda de la carretera AC-2904, que une las localidades de Seavia y Salgueiras (Parroquia de Seavia, Concello de Coristanco).

Es destacable el aprovechamiento forestal que desde hace décadas se hace de buena parte del territorio, destacando *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus* como las especies más utilizadas para este fin y *Ulex europaeus*, *Pteridium aquilinum* y *Erica* como elementos dominantes del matorral.

El estudio del contenido polínico, realizado por Törnqvist *et al.* (1989), de los sedimentos de Braña Rubia revela, a través de la relación AP/NAP, cómo, sin descartar influencia climática, la intensa actividad humana que desde antiguo se desarrolla en la zona ha provocado una alternancia entre momentos con vegetación abierta y etapas de recuperación del bosque, proceso que ha terminado por hacer que los bosques autóctonos hayan quedado hoy en día relegados a tierras marginales y terrenos de pendiente no aprovechables para el cultivo (agrícola o forestal). Se diferencian en el diagrama cuatro zonas polínicas (Fig. 55) que se ponen en relación con fechas que no corresponden a dataciones de materiales de Braña Rubia, sino que se han estimado por correlación de eventos polínicos entre el diagrama de Braña Rubia y los de otros lugares de Galicia, o por su asimilación a acontecimientos históricos conocidos (Tabla 13).

La zona 1 es la más profunda (entre 130 y 92,5 cm) y cubre un espacio temporal que según las estimaciones se extiende desde los 2500 hasta los 1600 años BP. Muestra una fase de declive del bosque original de *Quercus* y *Corylus* en favor de una vegetación abierta sobre la que la influencia humana es creciente, como sugiere la primera aparición de Cerealia (zona-1b).

La zona 2 incluye dos muestras situadas entre 92,5 y 77,5 cm de profundidad cuyo análisis muestra un período, entre los 1600 y los 1200 años BP, en el que se da una recuperación de los robledales como consecuencia de un descenso de la influencia humana.

La zona 3 corresponde al mayor volumen de sedimentos (entre 77,5 y 11,25 cm de profundidad); muestra como a partir de los 1200 años BP, y como consecuencia de un mayor impacto de la actividad humana, se produce un notable descenso de la cubierta arbórea (especialmente *Quercus*) en favor del matorral, los pastos y los campos de cultivo. En mitad de este período, en torno a los 600 años BP, se aprecia una breve y ligera recuperación de la cubierta arbórea (especialmente *Corylus*) que caracteriza la subzona 3b y se asocia a la crisis agraria del siglo XIV. Finalmente, durante la zona 4 se muestra el comienzo hacia 1750 de las plantaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus*, etapa en la que la influencia antrópica se manifiesta en un aumento de la cubierta forestal.

Más información:

Van Mourik (1986), Törnqvist *et al.* (1989)

Prof. (cm)	Años BP	Años AD
17,5	200 ¹	1750
42,5	600 ²	1350
77,5	1200 ³	750
92,5	1600 ⁴ 1550 ⁵	350 400
1300	2250 ⁶ 2500 ⁷	- 250 - 500

Tabla 13. Adscripciones cronológicas en Braña Rubia.

1) De la fecha dada para el inicio de las repoblaciones en Galicia por Torras *et al.* (1981). 2) Dato que se da al asimilar que la recuperación de estrato arbóreo en la zona 3c se debe a una menor influencia humana que es consecuencia de la crisis agraria citada por Villarez Paz (1980). 3) Dato que se aporta al suponer que el inicio de un aumento en la actividad humana y su impacto en la zona está inducido por un nuevo modelo de organización agrícola acompañado de un incremento en la población que llega hasta Galicia como influencia y a consecuencia de la ocupación musulmana de la península. 4) De la fecha dada para el inicio de la curva de *Castanea* en otros lugares de Galicia por Van Mourik (1986). 5) Dato histórico que se aporta una vez propuesta la fecha de 1600 años BP. 6) Calculada a partir de la fecha 1600 años BP suponiendo una tasa de deposición constante. 7) Corrección de la fecha 2250 años BP hecha por estimación al considerar que las altas concentraciones polínicas de los niveles inferiores corresponden a depósitos no constantes y/o compresión de los sedimentos

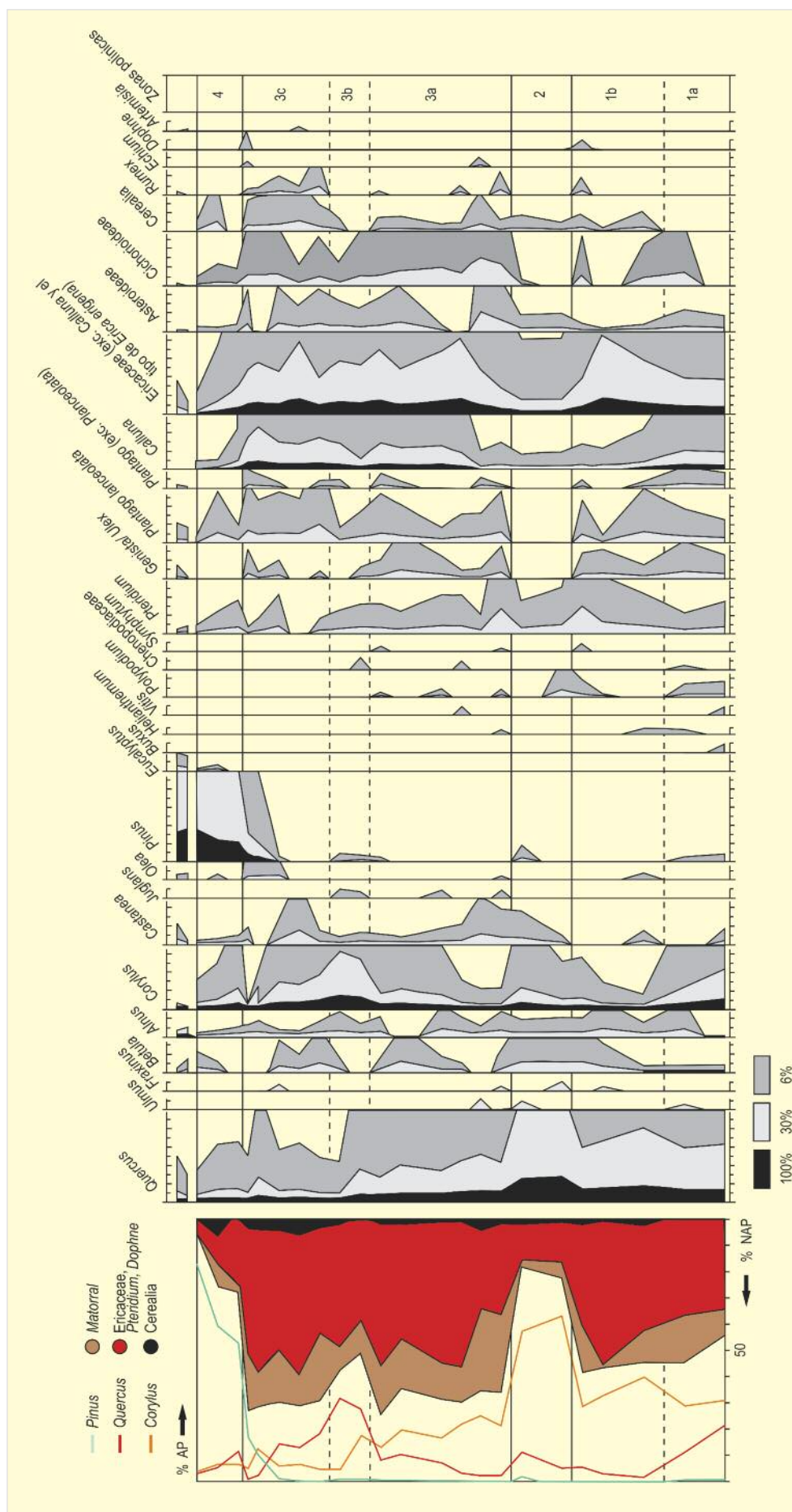


Figura 55. Diagrama polínico de Braña Rubia. Redibujado de Törnquist et al. (1989)

FINCA GALEA

Sierra de Togiza, Alfoz, Lugo
Holoceno (2000-800 años cal. BP)

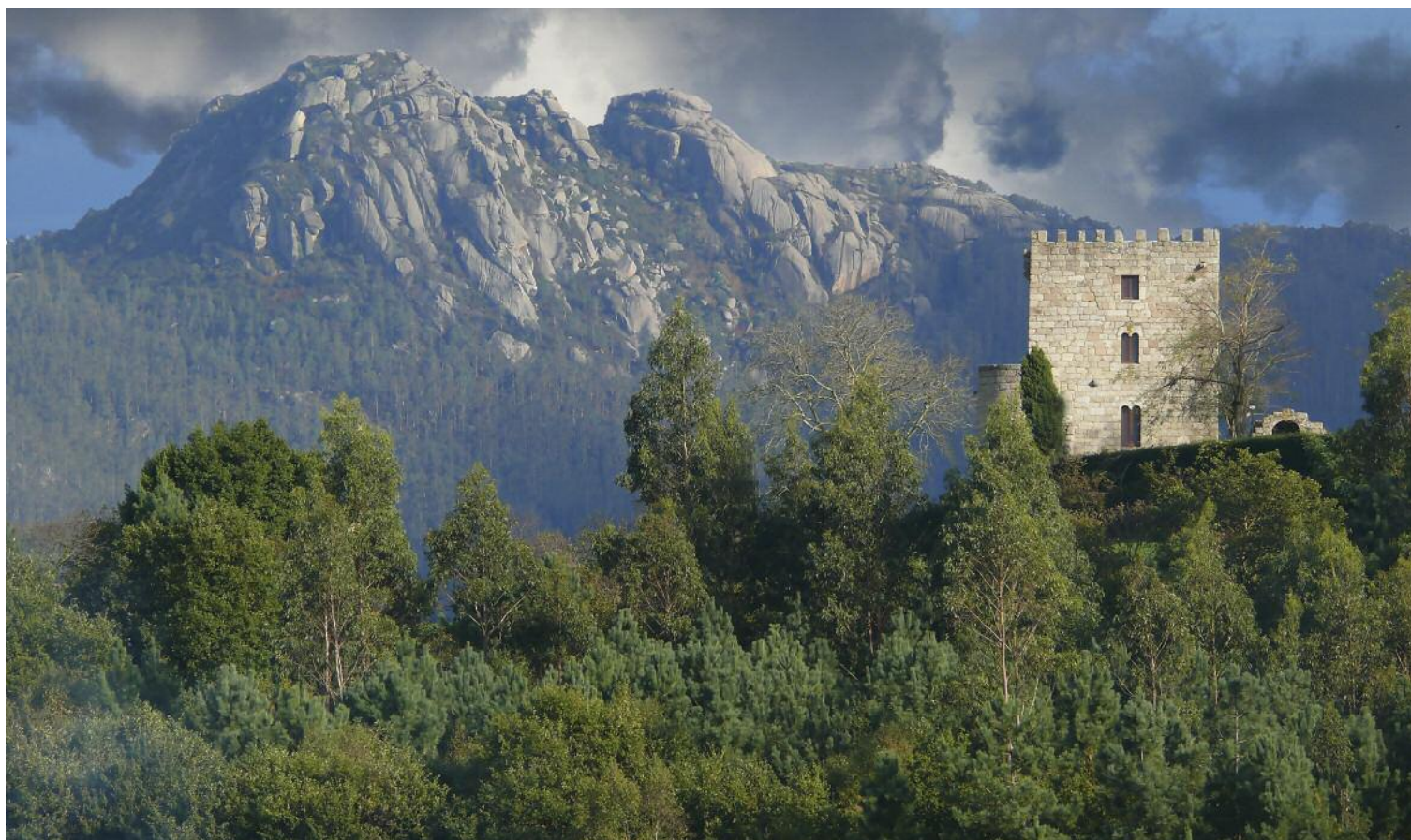


Figura 56. Castro de Ouro, Lugo. En primer plano Torre del Homenaje del castillo de O Castro, al fondo el pico de A Frouseira, Lugo

Este yacimiento se localiza en un amplio valle de la Sierra Togiza (Lugo), en el Castro de Ouro (Alfoz, Lugo) ($43^{\circ} 31' 37''$ N, $07^{\circ} 24' 29''$ O; 65 m s.n.m.). Climáticamente el área está caracterizada por su proximidad al Cantábrico, a 12 km del yacimiento, y por la escasa altitud de los montes circundantes (833 m s.n.m.). La permanente humedad oceánica condiciona la ausencia de sequía estival y de fuertes heladas, lo que explica que la vegetación del entorno esté formada mayoritariamente por matorrales de brezos y tojos, bosques de pino marítimo (*Pinus pinaster*) y carballares (*Quercus robur*).

Diversas obras civiles que se realizaron en la Finca Galea, sacaron a la luz nueve grandes troncos (Tabla 14), de hasta 80 cm de diámetro (Figs. 57 y 58) que se encontraban enterrados en los

sedimentos holocenos que cubren el basamento de granito del valle del río de Ouro. En diciembre de 2002 se extrajeron con motosierra rodajas de los troncos, los cuales fueron identificados mediante preparación en lámina delgada de sus planos principales y observación al microscopio óptico.

Los resultados indican la presencia de castaño (*Castanea sativa*) y de roble (*Quercus caducifolia*) hacia 1040-1260 años cal. AD (FG3), y 120 años BC-90 años AD (FG9) años respectivamente. La presencia de otros siete grandes troncos de *Quercus caducifolia* hace pensar en bosques de roble, probablemente de *Quercus robur*, por su situación geográfica y altitudinal y según datos paleobotánicos (García-Amorena *et al.* 2008), ocupando los fondos de valle. Otras especies enriquecerían de forma natural

Troncos fósiles de Finca Galea							
Ref. Lab.	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Años BP	Años cal. BP	Procedencia	Material	Nº Id
-	3,9	42,97	-	-	zanja de drenaje año 2000	<i>Quercus caducifolio</i>	FG1
-	5,05	58,89	-	-	zanja de drenaje año 2000	<i>Quercus caducifolio</i>	FG2
Beta-198400	3,9	55,39	860 ± 50	810	zanja de drenaje año 2000	<i>Castanea</i>	FG3
-	1,9	36,93	-	-	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG4
-	2,32	-	-	-	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG5
-	1,96	-	-	-	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG6
-	2,4	38,00	-	-	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG7
-	1,43	80,00	-	-	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG8
Beta-179602	>8	62,00	2000 ± 50	1960	extracción de áridos 1983	<i>Quercus caducifolio</i>	FG9

Tabla 14. Lista de macrorrestos estudiados del yacimiento de Finca Galea



Figura 57. Toma de muestra FG4



Figura 58. Tronco del que se extrajo la muestra FG8

estos bosques de roble, como sería el caso del castaño. Sin embargo, los datos de este yacimiento no permiten asegurar que la presencia de esta especie sea natural en la zona.

Más información:

García-Amorena (2007), García-Amorena *et al.* (2008)

BALDAYO

Marismas de Baldayo, Carballo, A Coruña
Holoceno reciente (875 años cal. BP)



Figura 59. Yacimiento de Baldayo en la margen derecha de la desembocadura del Arroyo de San Miguel y las Marismas de Baldayo, se encuentran unos 500 m de depósito turboso (primer plano) con numerosos macrorrestos



Figura 60. Depósito turboso del estuario de Baldayo

El yacimiento de Baldayo (43° 18' N, 08° 40' O; 0 m s.n.m.) se sitúa en la margen derecha de la desembocadura del Arroyo de San Miguel y las Marismas de Baldayo. Se accede al mismo desde As Saíñas, por la carretera CP-1903. Consiste en un depósito turboso de unos 30 cm de potencia que se haya entre arenas cuaternarias que reposan sobre granitos precámbricos.

En un análisis superficial en marzo de 2003 se recolectaron 15 restos leñosos (Tabla 15) de diámetros inferiores a 7 cm, excepto uno de los restos que midió 15 cm, y un máximo de 32 cm de longitud (García-Amorena 2007, García-Amorena *et al.* 2008). El estado de conservación de los macrorrestos era bastante bueno, permitiendo su identificación mediante microtomía, excepto una muestra que se encontraba carbonizada. Esta muestra tuvo que ser identificada mediante la técnica de fragmentación y observación con microscopio de luz reflejada. Una de las maderas (BAL.02.C.23.03.03_1) arrojó una edad de 980 años BP (875 ± 95 años cal. BP 2σ).

Destaca este yacimiento por la elevada calidad de información taxonómica y geográfica obtenida. Aunque los restos no se hayan encontrado en posición de vida, estaban completamente integrados en la matriz turbosa, lo que unido al tamaño de los macrorrestos, indica que la información obtenida es local. Además,



Figura 61. Algunos de los macrorrestos recolectados en la turbera de Baldayo

el escaso número de estudios paleobotánicos del Holoceno disponibles en el litoral gallego, hace de este yacimiento uno de los más relevantes de esta costa. Sin embargo, la edad del yacimiento ofrece información de un periodo donde el hombre ya tenía una gran capacidad de alteración del paisaje, como se

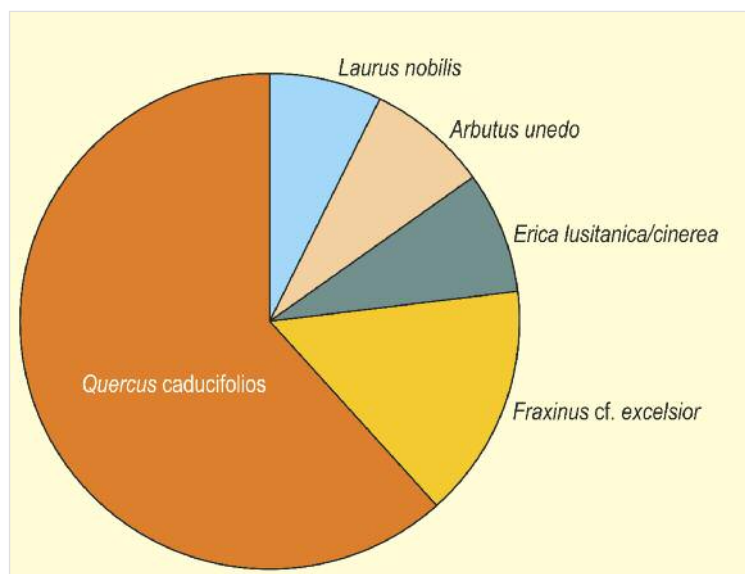


Figura 62. Proporción relativa de los macrorrestos encontrados

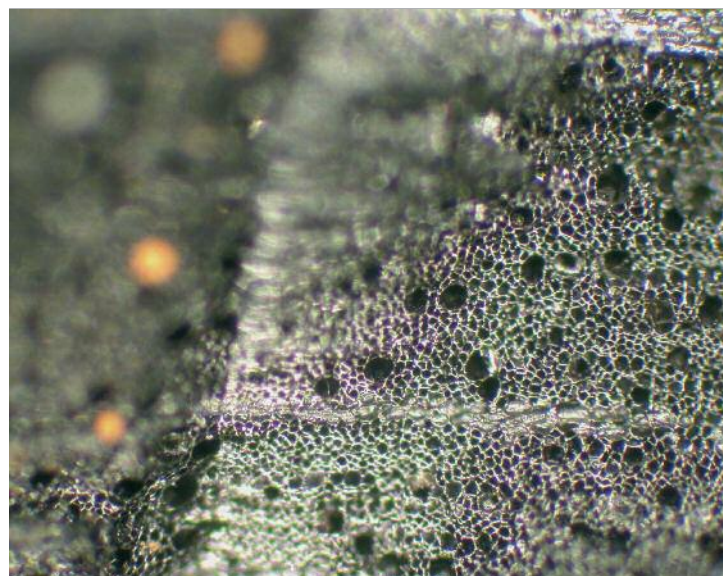


Figura 63. Detalle del plano transversal de un carbón de Erica

TRONCOS FÓSILES DE BALDAYO				
Nº identificación	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Material identificado	Años cal. BP
BAL.01.C.23.03.03_A	<0,22	<5	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.01.C.23.03.03_B	-	-	<i>Cedrus</i>	-
BAL.01.C.23.03.03_C	-	-	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.01.C.23.03.03_D	-	-	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.01.C.23.03.03_E	-	-	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.01.C.23.03.03_F	-	-	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.02.C.23.03.03_1	0,32	6	<i>Quercus caducifolio</i>	875
BAL.02.C.23.03.03_2	0,04	2	<i>Fraxinus cf. excelsior</i>	-
BAL.03.C.23.03.03_1	-	-	<i>Fraxinus</i>	-
BAL.03.C.23.03.03_2	-	-	<i>Erica lusitanica cf. cinerea</i>	-
BAL.04.C.23.03.03	0,11	6	<i>Fraxinus</i>	-
BAL.05.C.23.03.03	0,01	1	<i>Arbutus unedo</i>	-
BAL.06.C.23.03.03	0,25	7	<i>Quercus caducifolio</i>	-
BAL.07.C.23.03.03_A	0,12	15	<i>Laurus</i>	-
BAL.07.C.23.03.03_B	-	-	<i>Quercus caducifolio</i>	-

Tabla 15. Macrorrestos estudiados del yacimiento de Baldayo y cronología de un fragmento de *Quercus caducifolio*

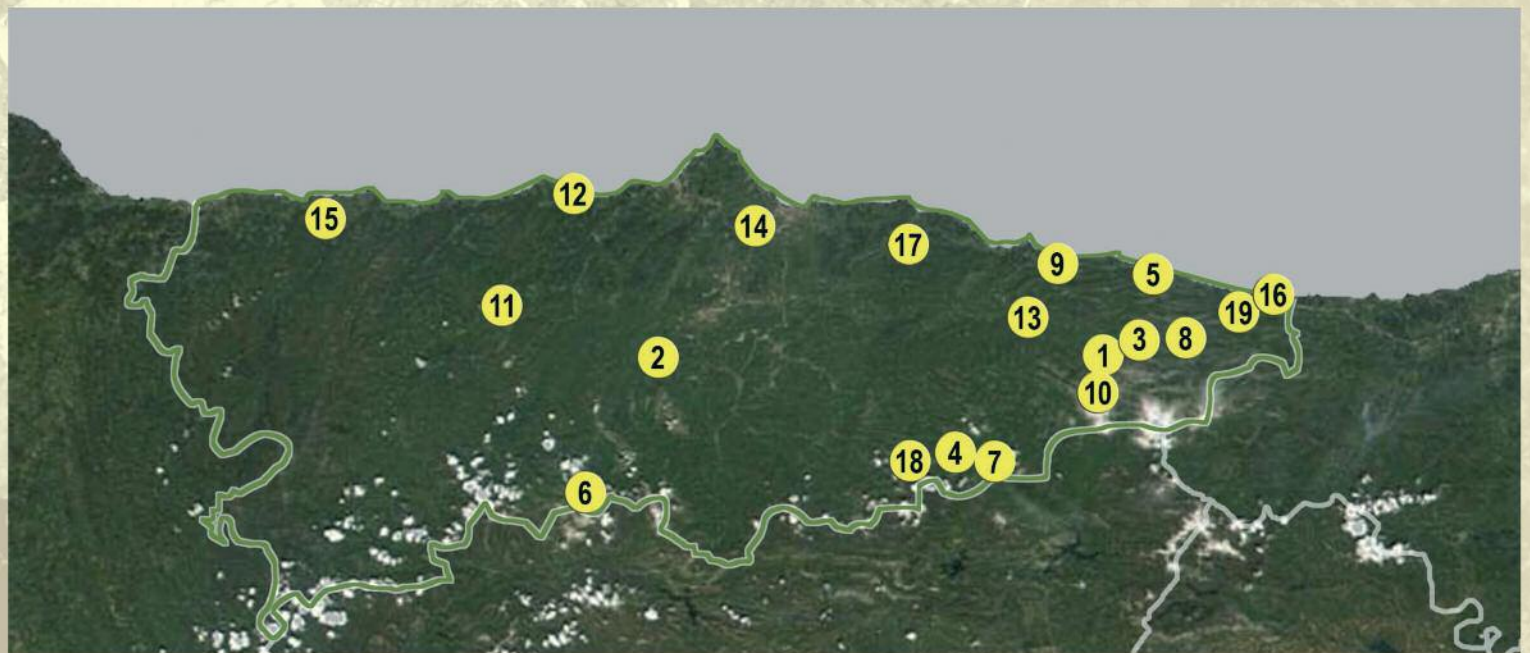
evidencia en otras zonas de la Península. El carácter más relevante de este yacimiento lo dan los elementos lauroides encontrados (*Laurus* y *Arbutus unedo*). Actualmente se encuentran estos dos taxones en distintos puntos de la costa cantábrica, dando pleno sentido a los resultados obtenidos. Por último, el fragmento de *Cedrus* encontrado, se interpreta por los autores como evidencia de las


actividades antrópicas que pudieron tener lugar en esta zona en el pasado (García-Amorena 2007).

Más información

García-Amorena (2007), García-Amorena *et al.* (2008)

ASTURIAS





REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE ASTURIAS
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Comella
2. Cueva del Conde
3. Abrigo de Sopeña
4. Brañagallones
5. La Riera
6. Lago de Ajo
7. Puerto de Tarna
8. Los Canes
9. Tito Bustillo
10. Lago Enol
11. Alto de la Espina
12. Las Dueñas
13. Cueva de los Azules
14. Monte Areo
15. Navia
16. Mazaculos
17. Villaviciosa
18. Corteguero
19. Roñanzas-La Borbolla

COMELLA

Picos de Europa, Cangas de Onís, Asturias

Pleistoceno superior-Holoceno (44.308-<3418 años cal. BP)



L. LÓPEZ-MERINO

Figura 64. Vista general de la depresión de Comella

La depresión de Comella (también llamada Comeya) ($43^{\circ} 16' 58''$ N, $04^{\circ} 59' 22''$ O; 834 m s.n.m.) está situada en la vertiente norte del macizo occidental de los Picos de Europa, en la provincia de Asturias, en las proximidades de los conocidos

lagos de Covadonga (Enol y Ercina). Se trata de una forma cerrada de origen tectónico asimilable a un poljé (Farias *et al.* 1990, 1996), y presenta una extensión de 1,2 km² con una morfología que es característica por la existencia de fuertes escarpes (Fig.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Sondeo	Método
Beta-644849	270-250	3190 ± 70	3577-3254	3418	SC2b	convencional
Beta-64847	460-505	3820 ± 70	4418-3991	4224	SC2b	convencional
Beta-64848	500	8350 ± 80	9518-9131	9352	SC2b	convencional
Beta-93164	355	40.480 ± 820	45.496-43.034	44.308	SC1	AMS

Tabla 16. Dataciones radiocarbónicas del registro de la depresión de Comella (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

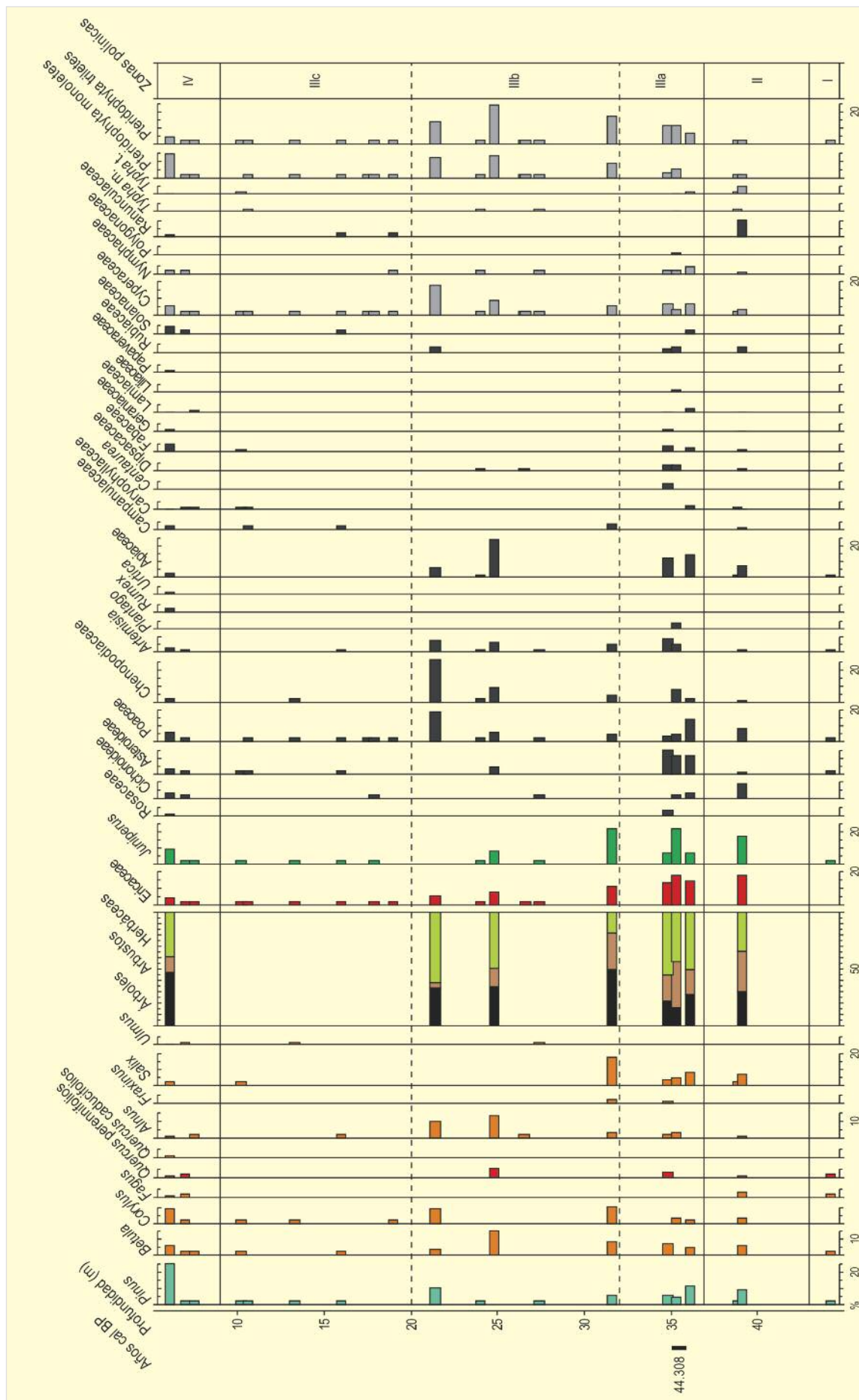


Figura 65. Histograma polínico de la secuencia SC2a del depósito de Comella. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2002)

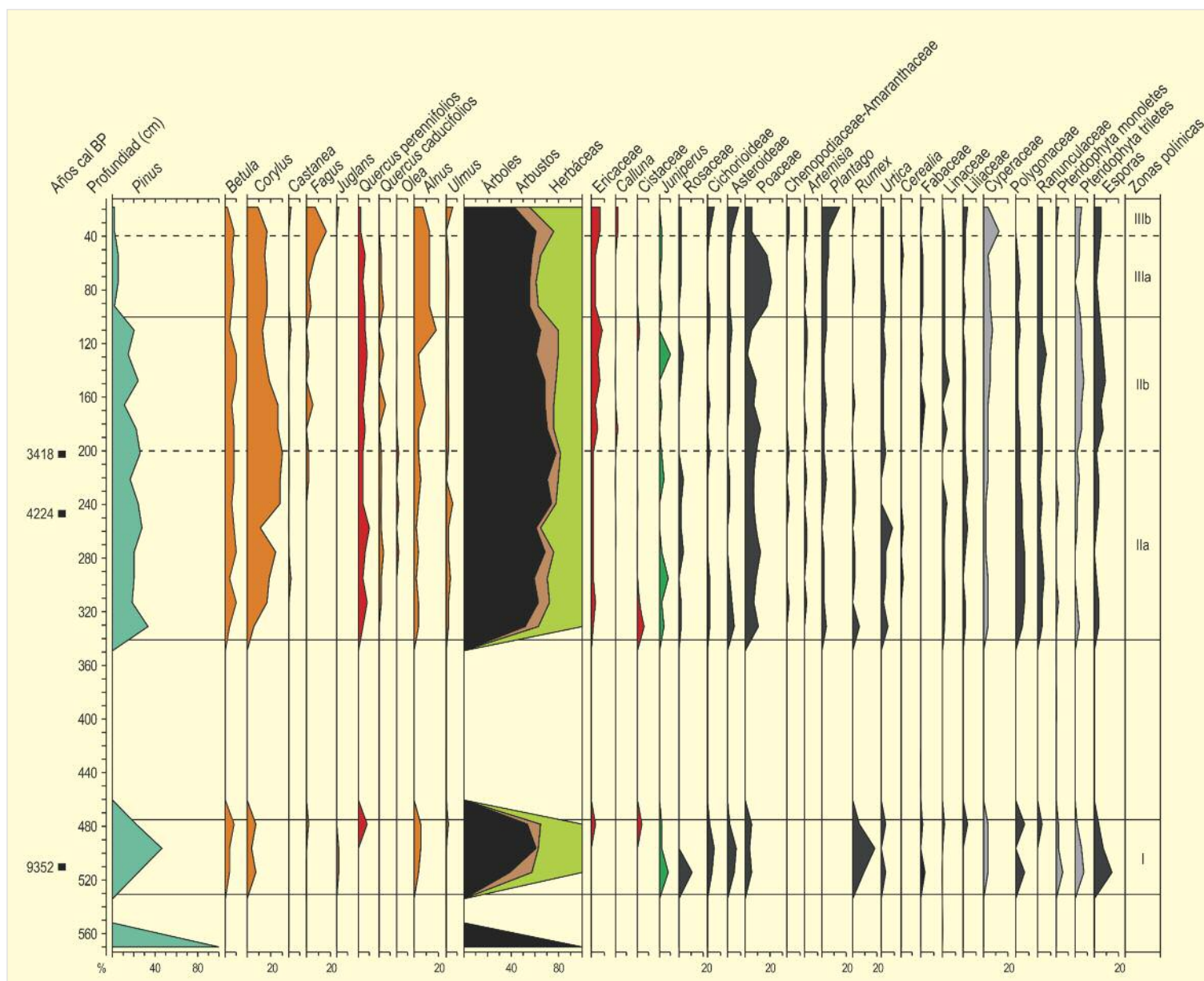


Figura 66. Diagrama polínico de la secuencia SC2b del depósito de Comella. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

64). La cuenca se encuentra rellena por materiales de edad cuaternaria, resultado de la actuación de procesos torrenciales, de gravedad y kársticos. El centro de la cubeta concentra materiales arcillosos, sobre los que se ha desarrollado una turbera de edad holocena.

La ubicación de esta zona en la Cordillera Cantábrica, permite el desarrollo de formaciones boscosas plano-caducifolias dominadas por quercíneas caducifolias con abedules, avellanos, fresnos, alisos y arces y, en las zonas más expuestas a la humedad, por hayedos. En los alrededores podemos encontrar amplias extensiones de matorral con diversas ericáceas y leguminosas, y amplias zonas con pastizales que dan cuenta de la deforestación antropogénica producida en estas montañas en relación con las prácticas ganaderas desde hace milenios.

Ruiz-Zapata *et al.* (2001) han estudiado polínicamente el registro perteneciente a la depresión de Comella. En este trabajo se presentan los datos polínicos correspondientes al relleno que tuvo lugar en dicha depresión durante el Cuaternario, que alcanza una potencia de 56,7 m y del que los 5 m superiores están constituidos por turba. Los autores diferencian dos grandes zonas desde un punto de vista litológico: la inferior (SC2a, Fig. 65) detrítica y pobre en polen que se estima que se formó hace unos 40.000 años BP por correlación con el sondeo SC1 realizado en el mismo depósito; y la superior (SC2b, Fig. 66), correspondiente a los 5 m de turba superficiales y en la que se efectuaron tres dataciones que contextualizan el inicio de la deposición de turba desde hace más de 9000 años (Tabla 16).

La parte inferior del sondeo (SC2a), que tendría una antigüedad de hace más de 40.000 años, resultó ser bastante pobre polí-

nicamente y presenta fuertes discontinuidades que, probablemente, tengan que ver con la naturaleza litológica del depósito (Fig. 65). No obstante, pueden vislumbrarse algunas características de la vegetación del lugar durante el final del Pleistoceno.

En general se observa una importancia notable de las formaciones herbáceo-arbustivas sobre las arbóreas, que ponen de manifiesto un paisaje abierto. Entre los taxones herbáceo-arbustivos destacarían Apiaceae, *Artemisia*, Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceae, *Juniperus* y Ericaceae que reflejan un paisaje de tintes estépicos durante los 40.000 años previos al Holoceno. Aún destacando estas características, es interesante hacer notar la presencia de *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Pinus*, *Quercus* y *Salix*, que aportan información sobre refugios glaciales en esta parte de la Cordillera Cantábrica, importantes para explicar la rápida colonización arbórea documentada durante el Holoceno en los registros cantábricos.

Los cinco metros de turba de la parte superior del registro (SC2b) muestran la vegetación durante gran parte del Holoceno (Fig. 66). Esta secuencia es incompleta, ya que durante el sondeo no pudo recuperarse el tramo del testigo comprendido entre los 340 y los 485 cm.

Como características principales del análisis polínico, los autores enfatizan que el Óptimo Climático del Holoceno estaría representado por un bosque no muy denso de *Pinus*, con presencia de *Alnus*, *Betula* y *Corylus*, y apariciones de *Fagus* y *Quercus* caducifol-

lio. Hasta 3418 años cal. BP se produjo un mayor desarrollo boscoso con el aumento de los porcentajes de *Betula*, *Corylus* y *Quercus*, y con la presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*. A partir de esa fecha, se tiende a una deforestación que se inicia con una suave caída de los valores de *Pinus* y *Corylus* y, con posterioridad, se hace más acusada debido exclusivamente al descenso brusco de *Pinus*.

Como muestran también otras secuencias, la desaparición de *Pinus* en la zona cantábrica ha sido una constante en la vertiente septentrional durante el Holoceno final (Rubiales *et al.* 2008). El final de la secuencia se caracteriza por la presencia de un escaso pinar y la caída de elementos templados. Precisamente para este último tramo, los autores proponen la acción antrópica como causa principal de la deforestación progresiva. Es en esta fase antrópica en la que se produce el aumento porcentual de *Fagus* que, si bien aparece en el diagrama desde sus inicios, es en estos momentos cuando alcanza su mayor auge. La presencia temprana de *Fagus*, incluso en SC2a, es una evidencia más de la presencia de áreas refugio para este taxón en la Cordillera Cantábrica y de la más que probable vinculación del desarrollo de sus poblaciones con procesos antrópicos. Además, también es interesante el hecho de que *Quercus* perennifolia tenga presencia constante en Comella, indicando que los carrascales cantábricos formarían parte de la vegetación regional del área.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

CUEVA DEL CONDE

Valle del Trubia, Santo Adriano, Asturias
Pleistoceno superior (> 38.000-29.000 años BP)



P. UZOUANO

Figura 67. Paraje del valle del Trubia en las proximidades de la Cueva del Conde

La cueva del Conde (Tuñón, Santo Adriano) se encuentra en la ladera noroeste del valle del Trubia, un afluente del Nalón a 180 m s.n.m. ($43^{\circ} 17' 23''$ N, $05^{\circ} 58' 54''$ O). Las cotas altitudinales máximas en este tramo del valle (4 km^2) corresponden al "Alto de la Collada" (573 m) y a La Sierra del Estopo (557 m) en la margen derecha fluvial y al "Cordal de Los Collados" (530 m) en la izquierda, cotas que descienden hasta los 140/130 m del río Trubia. El Alto de Peña del Rey (759 m), en la Senda de las Xanas constituye la cota altitudinal máxima de toda esta zona.

El relieve acusado de todo este territorio donde se ubica el yacimiento y la densa red hidrológica que corta transversalmente las diversas elevaciones origina una fuerte compartimentación del espacio útil que, unido a la discontinuidad de substrato y a la dis-

tinta orientación de vertientes, es responsable de los acusados contrastes de vegetación producidos en cortas distancias.

El encinar cantábrico (*Quercus ilex*) se sitúa sobre substrato calcáreo. Las laderas inferiores y terrazas bajas se caracterizan por una humedad más elevada, dando lugar a suelos frescos y más desarrollados e intensamente explotados: praderías, cultivos, repoblaciones; además, es donde se localizan los núcleos de población. Las laderas de umbría, menos antropizadas, así como los fondos de valle, todavía conservan parcialmente el robledal mixto de frondosas (*Quercus robur*, *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior*), así como el sotobosque. La vegetación riparia (*Salix*, *Populus* y *Alnus*) se dispone a lo largo del curso del río Trubia.

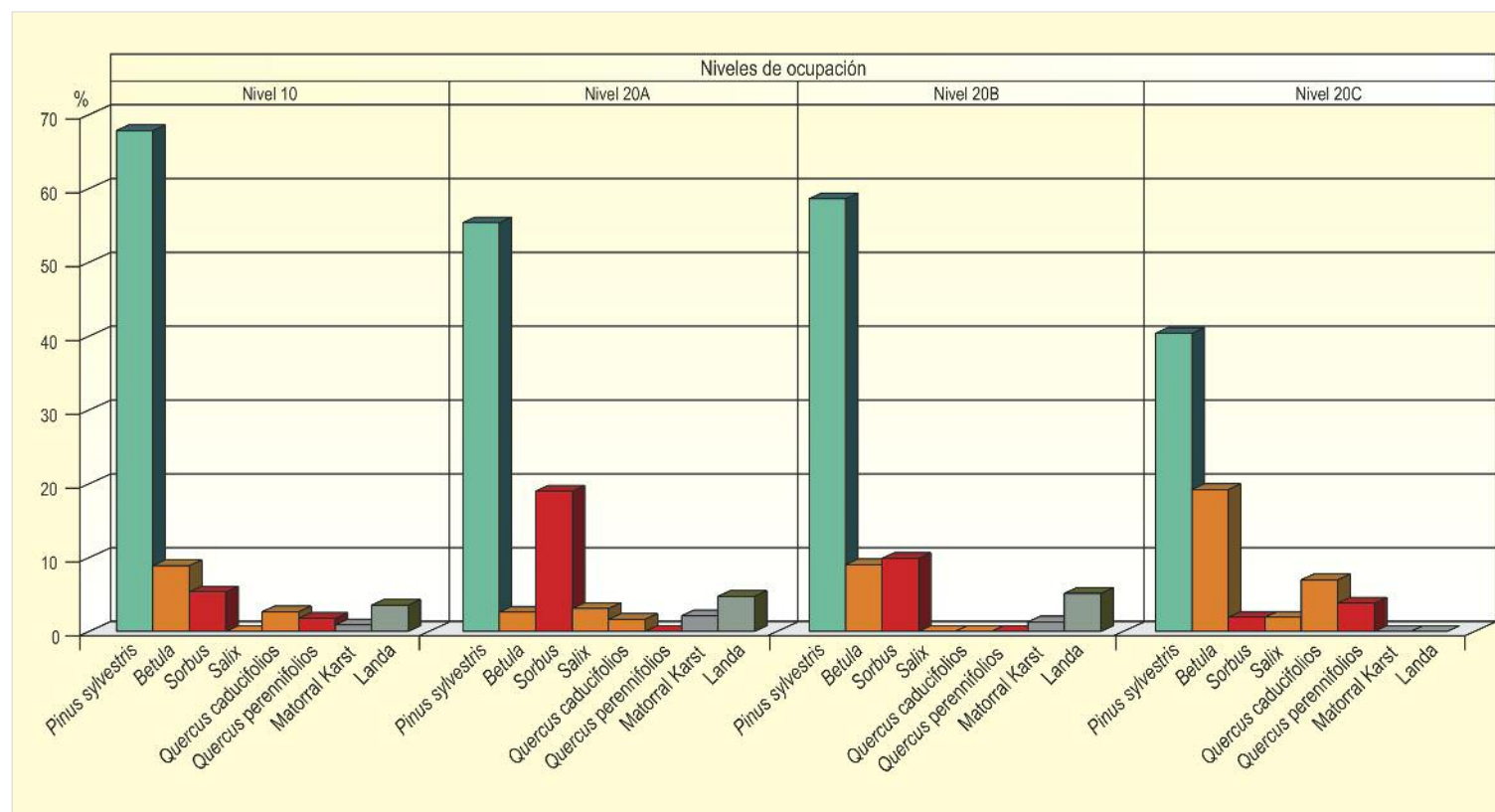


Figura 68. Secuencia antracológica de la Cueva del Conde. Redibujado de Uzquiano *et al.* (2008)

Las excavaciones recientes llevadas a cabo en esta cueva desde 2002 pusieron de manifiesto una estratigrafía donde ha quedado registrada la transición cultural Musteriense-Auriñaciense. El área de excavación denominado "plataforma" ha librado la información antracológica más completa así como ha proporcionado la siguiente estratigrafía (Uzquiano *et al.* 2008). El nivel 10, sin datación pero estimado >38.000 años BP, constituye la base de la secuencia y pertenece culturalmente al Musteriense. El nivel 20A es, asimismo, musteriense y ha sido datado en 38.000 años BP. A continuación aparece el nivel 20B auriñaciense, sin datación. Por último, el nivel 20C, auriñaciense, con dos dataciones 29.000 y 31.000 años BP, constituye el techo de la secuencia estratigráfica.

Pinus sylvestris domina en todos los niveles (Fig. 68) pero experimenta cierta disminución desde la base (nivel 10, 70%) al final de la secuencia (nivel 20C, 40%). *Betula* y *Sorbus* registran valores más bajos, pero aparecen de manera alternante a lo largo de la secuencia indicándonos la explotación de terrenos húmedos y acidificados.

Teniendo en cuenta la topografía de la zona los resultados traducen un gradiente altitudinal valles-laderas-cumbres bastante acusado con especial preferencia por los medios calcáreos donde

proliferaría el pino. La humedad de la zona hace posible la presencia de taxones mesófilos que aparecen de manera discreta, como *Salix*, *Alnus glutinosa*, *Quercus* de hoja caduca, *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior*, indicativos de la proximidad de cursos de agua y de la existencia de valores significativos de humedad en el entorno.

La existencia de humedad ambiental y edáfica (substratos silíceos) explicaría también la presencia local del castaño, *Castanea sativa*. *Quercus ilex* ha quedado registrado de manera discontinua en el nivel 10 (>38.000 años BP) y en el nivel 20C (29.000-31.000 años BP) y sugiere la posible presencia local de la encina ligada a los substratos calcáreos edáficamente más secos, donde permanecería acantonada. Este registro constituye la evidencia más antigua registrada por el momento a nivel antracológico en el área cantábrica (Uzquiano *et al.* 2008). El estrato arbustivo presenta una gran variabilidad florística que revela la existencia de substratos calcáreos (*Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus*, *Crataegus monogyna* y *Prunus avium*) y silíceos (*Erica*, *Ulex* y *Cytisus*).

Más información

Arbizu *et al.* (2005), Uzquiano *et al.* (2008)

ABRIGO DE SOPEÑA

Onís, Asturias

Pleistoceno superior (38.000-24.000 años BP)



Figura 69. Río Güeña en las proximidades del Abrigo de Sopeña

El Abrigo de Sopeña se abre en la ladera suroeste ($43^{\circ} 19' N$, $04^{\circ} 56' O$; 450 m s.n.m.) sobre los afloramientos calcáreos próximos del término municipal de Onís en el valle del

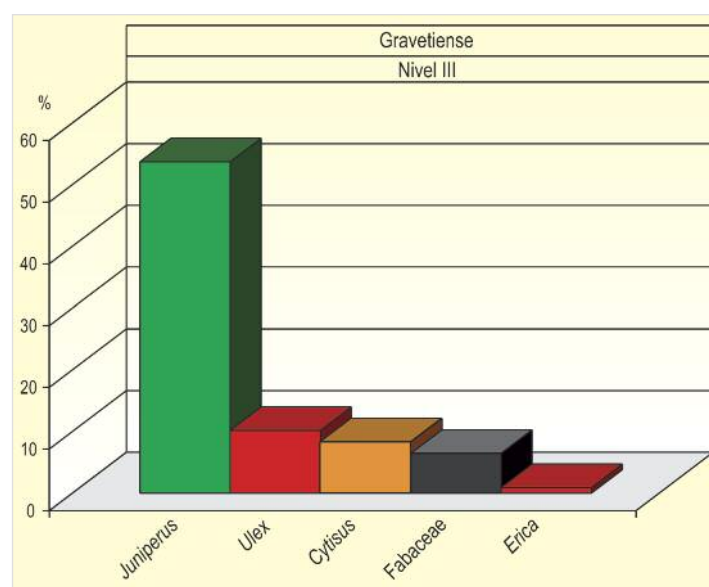


Figura 70. Abrigo de Sopeña: síntesis de los resultados antracológicos. Redibujado de Pinto *et al.* (2006)

Güeña, tributario del Sella. Perpendicularmente al Güeña y a unos 100 m por debajo de Sopeña, discurre el arroyo Güesal que drena un valle bastante encajado caracterizado por relieves silíceos. El terreno fuertemente compartimentado y la discontinuidad de substrato en cortas distancias constituyen los principales rasgos del entorno de este yacimiento (Mayor & Díaz 1977). Los relieves silíceos se encuentran desprovistos de vegetación, produciendo un fuerte contraste con la ladera calcárea donde se encuentra el abrigo. En las márgenes fluviales y a media ladera la vegetación es bastante densa y especies del bosque caducifolio, como *Quercus robur*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Castanea*, *Acer* e *Ilex aquifolium*, aparecen entremezcladas con matorral de *Ulex*, *Crataegus* y *Rubus*.

Esta cueva ha proporcionado una secuencia con 15 niveles estratigráficos que abarcan la transición Musteriense-Paleolítico superior. Los niveles del I al XI corresponden al Paleolítico superior y en los niveles del XII al XV aparecen las ocupaciones del Musteriense. Los niveles III, V y VII son muy oscuros, caracterizados por una abundancia de carbones y de hueso quemado. Tres dataciones radiocarbónicas han sido obtenidas: 24.000 años BP para el nivel III; 32.800 años BP en el nivel XI y 38.000 años BP en el nivel XII (Pinto *et al.* 2006).

Durante la campaña de 2005 se efectuó un muestreo exhaustivo en toda la estratigrafía con objeto de recuperar muestras antracológicas y elaborar una secuencia lo más completa posible de la transición cultural Musteriense-Paleolítico superior en territorio asturiano. Nuestra atención se centró en los tres niveles supuestamente ricos en carbones. Únicamente el nivel III, atribuible a un posible Gravetiense, proporcionó muestras suficientes y es objeto de estudio antracológico. La información florística obtenida en el nivel III resulta reveladora para el final del estadio isotópico 3 puesto que la flora identificada es drásticamente diferente de lo hasta ahora visto en los otros yacimientos cantábricos de este período. *Juniperus* es el taxón dominante (53%) alternando con matorral de landa (26%): *Erica*, *Ulex europaeus*, *Ulex* y *Cytisus*. El pino, *Pinus sylvestris*, se halla ausente en este nivel pero algunas evidencias esporádicas han quedado registradas junto a *Betula*, *Salix* y Fabaceae en los niveles XII y X (Uzquiano inédito).

Más información

Pinto *et al.* (2006)

BRAÑAGALLONES

Cordillera Cantábrica, Caso, Asturias
Pleistoceno superior (~ 33.480 años cal. BP)



A. DIEZ GONZÁLEZ

Figura 71. Vista del circo glaciar de Peña Ten, muy próximo al Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica)

Se trata de una secuencia palinológica ubicada en la Cordillera Cantábrica, en la cual existen depósitos de circos glaciales que corresponden en su mayoría al final de la última glaciación, si bien la mayoría de ellos se encuentran decapitados y recubiertos diacrónicamente por materiales de tipo periglacial, coluvial y/o fluvial (Jiménez Sánchez & Fariás Arquer 2002). Sabemos que durante su máximo avance, la masa de hielo se situaba entre los 950 y los 1100 m de altitud, con una cota de nieves perpetuas alrededor de los 1500 m. Tras esta fase se han podido reconocer otras dos de retroceso y estabilización de los frentes glaciales a cotas respectivas de 1300-1500 m y 1500-1700 m. La zona donde se ubica la secuencia se caracteriza por tener

un clima templado-húmedo, con más de 1600 mm de precipitación anual y unas temperaturas medias anuales de unos 10°C, destacando el progresivo aumento del número de días con heladas a medida que aumenta la altitud. La vegetación de la zona en su mayor parte está constituida por hayedos con robles, fresnos, abedules y acebos. Después de los bosques, las formaciones vegetales mejor representadas son los pastizales y plantaciones de castaño.

Dentro del Parque Natural de Redes, se realizó un sondeo en la Vega de Brañagallones, que posee una superficie de 600.000 m². Este depósito se formó cuando el drenaje quedó bloqueado

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Core	Método
Beta-129359	380	28.990 ± 230	33.480	Brañagallones (S1)	Convencional

Tabla 17. Cronología de la secuencia Brañagallones (Parque Natural de Redes)

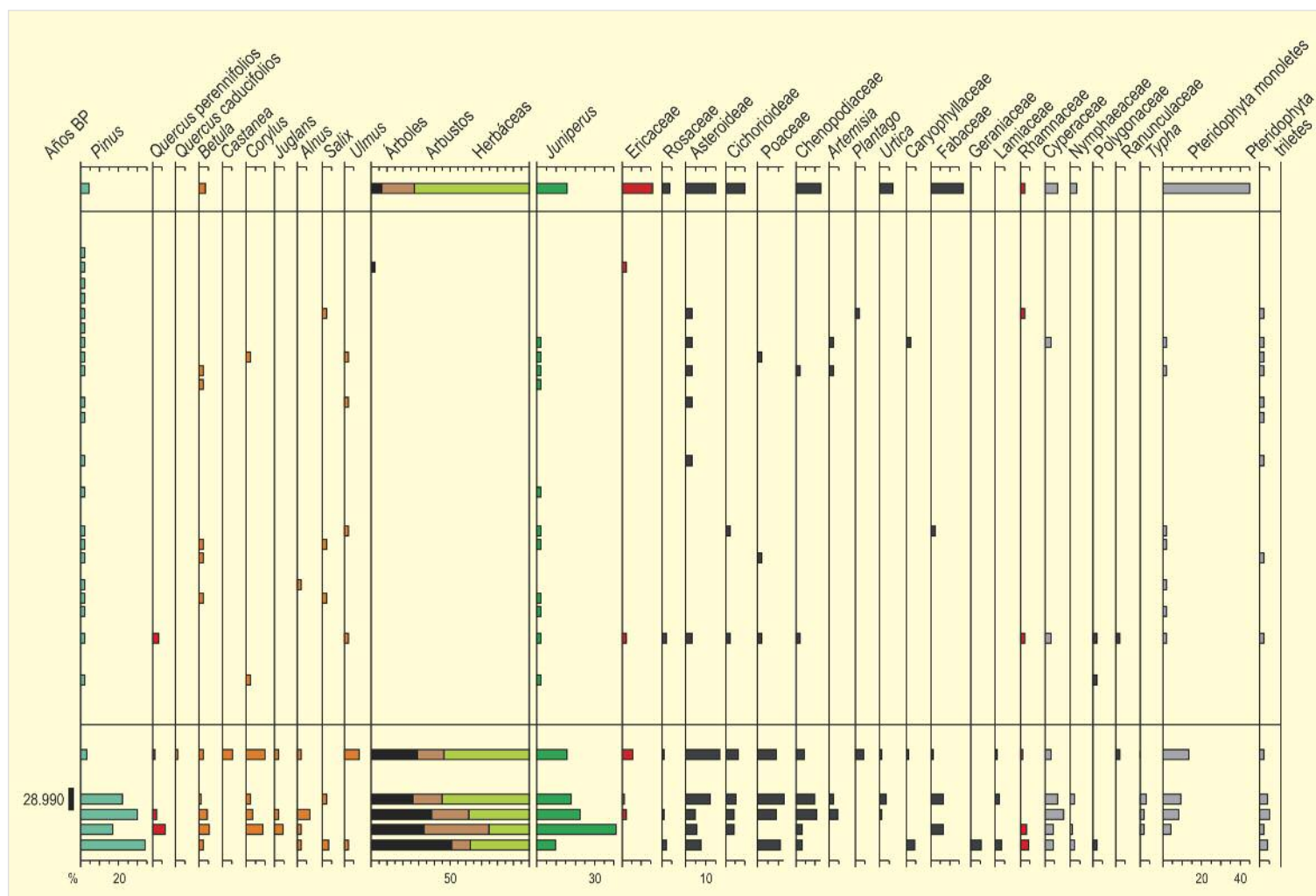


Figura 72. Diagrama polínico de la secuencia de Brañagallones. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2000, 2002)

por una morrena lateral durante la fase I de actividad glacial (Jiménez- Sánchez & Farias-Arquer 2002).

El estudio polínico (43° 07' 32" N, 05° 17' 56" O; 1230 m s.n.m.) posee una potencia de 38 metros, pero la litología, poco propicia para la conservación de los granos de polen (con niveles de caliza, arenisca y grava del guijarro), ha sido la principal causa de la poca información que aporta. Tan sólo tenemos registro en la base de la secuencia mientras que en el resto se trata únicamente de presencias (Fig. 72).

En la base se observa cómo los taxones arbóreos no superan en ningún momento el 50%, estando presente fundamentalmente *Pinus*, así como porcentajes bajos de *Betula*, *Corylus*, *Quercus* ca-

ducifolia, *Juglans* y presencias de *Salix*, *Ulmus* y *Alnus*. El estrato arbustivo está constituido fundamentalmente por *Juniperus*, estando presentes *Ericaceae* y *Rosaceae*. El claro dominio por parte del estrato herbáceo (principalmente constituido por *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* y *Artemisia*) sugiere unas condiciones climáticas muy frías. Tanto por la datación como por las evidencias geomorfológicas, esta zona para la cual se tiene registro polínico se correspondería con el Último Máximo Glacial. Desgraciadamente para el resto de la secuencia no hay datos polínicos suficientes.

Más información

Ruiz-Zapata et al. (2000, 2002), Jiménez-Sánchez & Farias-Arquer (2002)

LA RIERA

Costa cantábrica, Llanes, Asturias

Pleistoceno superior-Holoceno (20.860-6500 años BP)



J.A. LÓPEZ

Figura 73. Típico paisaje en la cornisa cantábrica con formaciones vegetales constituidas por pastizales y formaciones arbóreas de caducifolios y pinares

La cueva de La Riera se sitúa en flanco sur de la montaña de La Llera, próxima a la aldea de la Quintana, en el concejo asturiano de Llanes (43° 25' 27" N, 04° 50' 54" O; 30 m s.n.m.). Forma parte del complejo de cuevas de Cueto de la Llera, y está protegida bajo la denominación Bien de Interés Cultural.

La proximidad al mar de este territorio implica veranos e inviernos suaves dentro del clima Atlántico, con una temperatura media anual de 5 °C y precipitaciones anuales entre 1100-1300 mm. Las formaciones arbóreas más importantes que dominan el paisaje son plantaciones de eucalipto en mosaico con pastizales y pequeñas manchas de vegetación natural constituidas por encinas, castaños, robles, hayas, avellanos, pinos..., así como choperas y saucedas en el cauce del río Calabres.

Las primeras excavaciones de la cueva de La Riera fueron realizadas durante los años 1917-18 por su descubridor, Ricardo Duque de Estrada (conde de la Vega del Sella). A partir de entonces,

posteriores excavaciones han puesto de manifiesto una cronología de la cueva en torno a 20.860-6500 años BP que cubren desde el Solutrense superior hasta el Asturiense.

El estudio polínico de la cueva fue realizado por Leroi-Gourhan (1986), obteniendo un registro palinológico muy rico en taxones polínicos con algunos hiatos en los niveles magdalenenses (Fig. 74).

El espectro polínico muestra un porcentaje muy bajo en los elementos arbóreos durante el Solutrense superior-Magdalenense inferior (20.860-12.360 años BP), representado puntualmente por *Pinus*, *Quercus* y *Corylus*, con valores inferiores al 5%, así como la presencia de *Quercus* perennifolios, que podría indicar un episodio menos frío dentro del Último Máximo Glacial. El paisaje en este momento está dominado por las herbáceas, estepas con altos porcentajes en Ericaceae, Poaceae y Cichorioideae. La presencia puntual de *Salix* y *Alnus*, pone de manifiesto la proximidad del río Calabres.

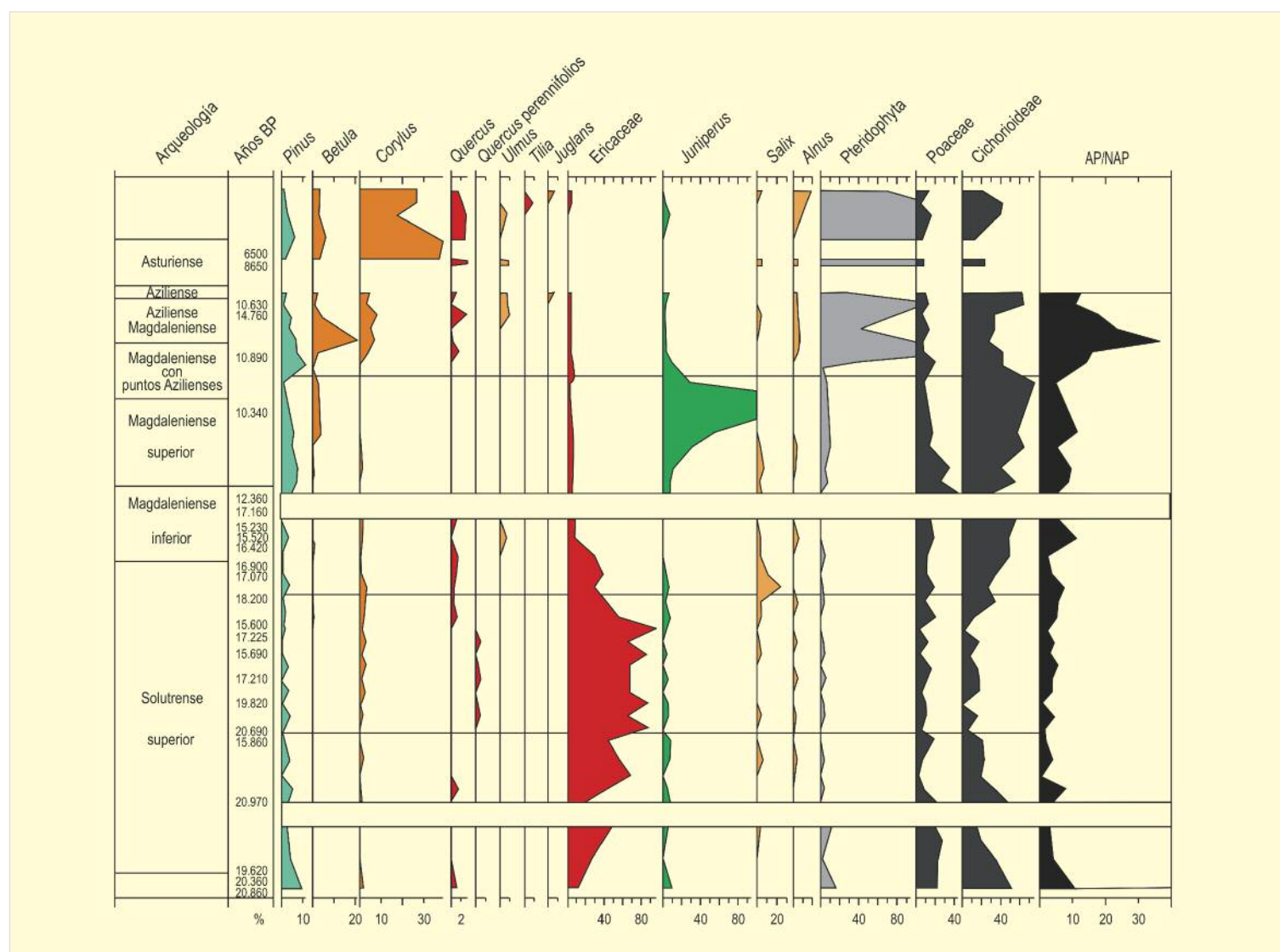


Figura 74. Diagrama polínico de la cueva de La Riera, Asturias. Redibujado de Leroi-Gourhan (1986)

Tras un hiato en el registro polínico se observa un cambio de la formación vegetal durante el Magdaleniense superior (12.306 años BP), desaparecen prácticamente los brezales y sólo quedan las compuestas Cichorioideae y las gramíneas como representantes herbáceos y sin elementos termófilos. *Juniperus* reaparece con altos porcentajes para bajar nuevamente a valores mínimos en torno a 10.890 años BP, con un ligero aumento de *Pinus* y *Betula*, que junto a *Salix* y *Agnus* constituyen la masa arbórea en este momento.

En torno al Magdaleniense-Aziliense (~10.760-10.630 años BP) se observa un aumento significativo de la formación arbórea dado por un acrecentamiento en *Pinus*, y altos porcentajes de *Betula* junto *Corylus*, *Ulmus* y *Quercus* caducifolios, que indican unas condiciones climáticas más favorables hacia el Holoceno. Los helechos también son indicativos de esta transición hacia condiciones más húmedas.

Finalmente a partir de 6500 años BP *Corylus* representa lo mayores porcentajes en AP, continuándose la tendencia de elementos termófilos, con la aparición de *Tilia* y *Juglans*.

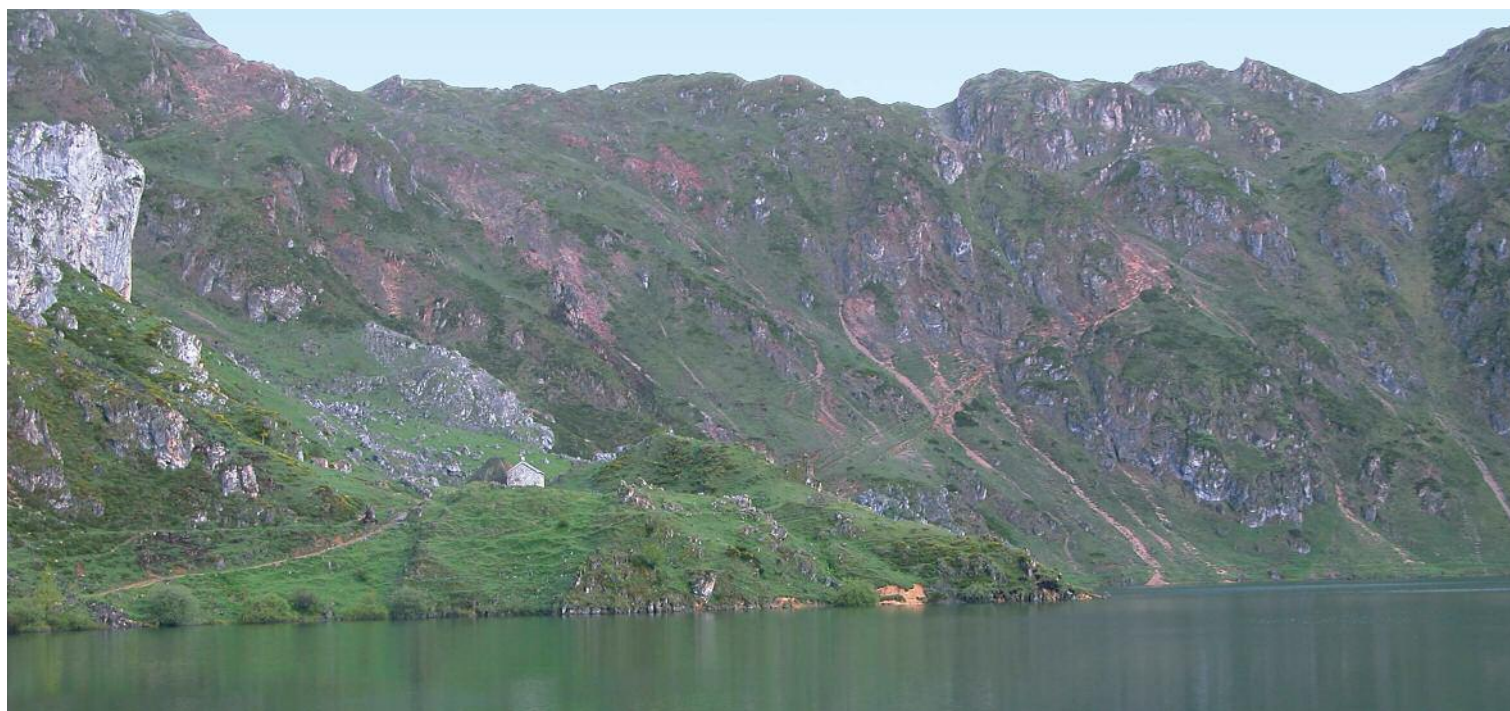
Según la autora, la relación entre la fauna y la flora del depósito sedimentario de la cueva es muy coherente, pues a partir del interestadio Allerød, el aumento de AP reflejado en el espectro polínico con robles, olmos y nogales, y una diversificación de la flora, favoreció el hábitat para una fauna que está presente en dichos niveles, tales como el corzo (*Capreolus*), jabalí (*Sus*), cabra montés (*Capra pyrenaica*), etc., debido al rápido retroceso de los glaciales a partir de este periodo.

Más información

Leroi-Gourhan (1986)

LAGO DE AJO

Parque Natural de Somiedo, Somiedo, Asturias
Pleistoceno superior-Holoceno (20.000 años BP-actualidad)



J.A. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 75. Vista del Lago de Ajo (Lago del Valle) en el Parque Natural de Somiedo

El Lago de Ajo o Lago del Valle (43° 02' 36" N, 06° 08' 11" O; 1570 m s.n.m.) se localiza en el piso montano del Parque Natural de Somiedo en Asturias, en la parte central de la Cordillera Cantábrica, bajo un ombroclima húmedo. Este lago forma, junto con los lagos Negro, Cerveriz, de la Cueva y otros pequeños lagos, los llamados Lagos de Saliencia. En este Parque, los bosques ocupan casi la cuarta parte del territorio. En la zona

son frecuentes los hayedos (*Fagus sylvatica*), robledales (*Quercus robur* y *Q. petraea*) y todo un elenco de mesófitos como fresnos, arces y tilos. En las zonas menos húmedas y/o más expuestas a insolación abundan acebos (*Ilex aquifolium*), tejos (*Taxus baccata*), abedules (*Betula alba*), encinas (*Quercus ilex*) y quejigos (*Quercus faginea*). Además, existen zonas abiertas de pastos ganaderos junto con numerosas extensiones de ericáceas (*Erica vagans*, *E.*

Ref. Lab.	Prof. (cm de lámina de agua)	Años BP	Años cal. BP
Beta-9154	2155-2165	3840 ± 110	1058
Beta-9155	2430-2440	6800 ± 900	4618
Beta-9156	2465-2475	9650 ± 120	7800
Beta-9739	2475-2485	9780 ± 80	7939
Beta-9157	2605-2615	12.610 ± 90	11.294
Beta-9740	2655-2665	14.270 ± 180	13.408

Tabla 18. Dataciones radiocarbónicas del Lago de Ajo (Asturias). Las dataciones son las originales de McKeever (1984), mientras que la corrección de las mismas debido al efecto reservorio detectado se ha extraído de Allen *et al.* (1996)

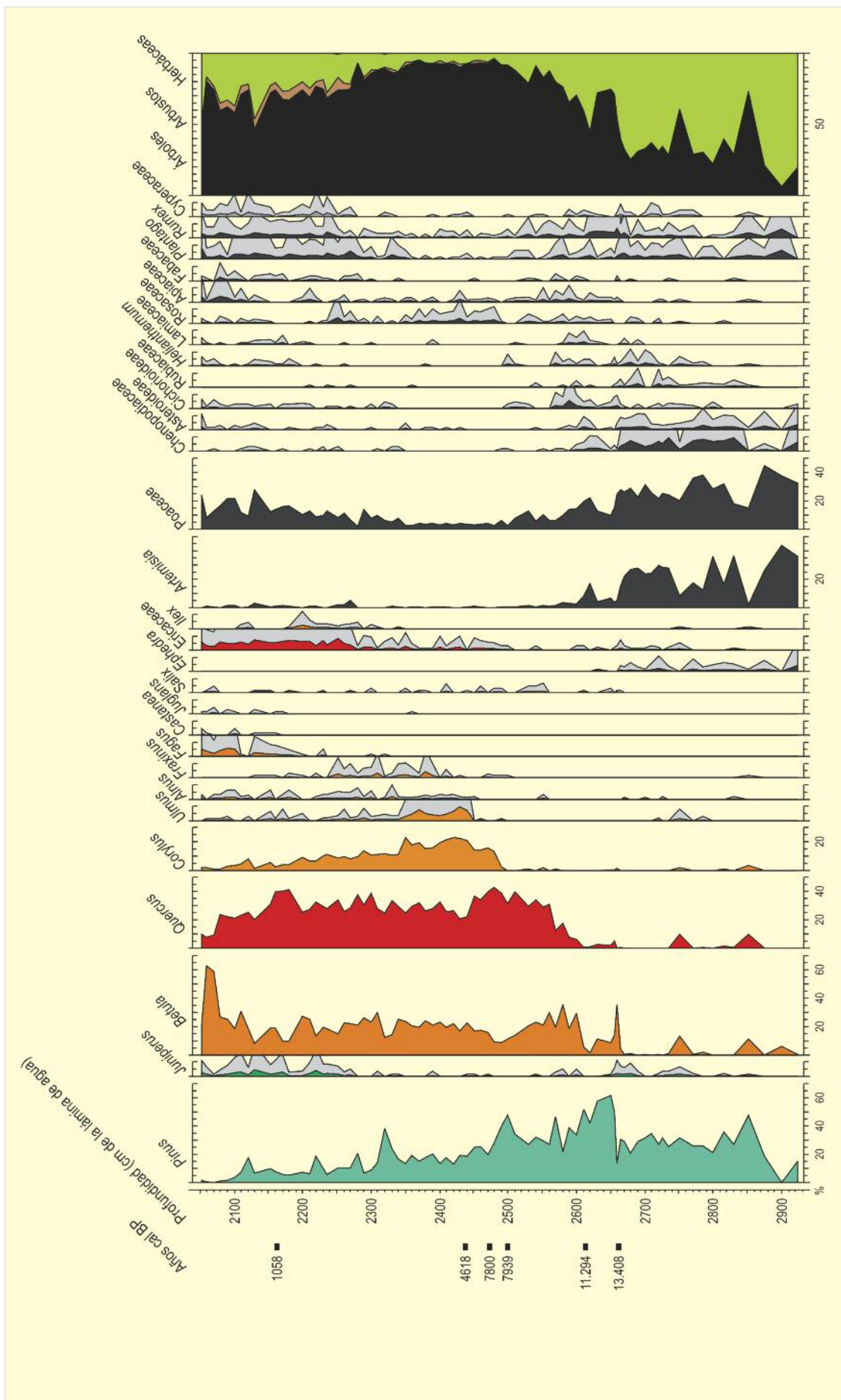


Figura 76. Diagrama palinológico del Lago de Ajo o Lago del Valle. Redibujado de Allen et al. (1996) gracias a los datos de la European Pollen Database



Figura 77. Valle del Lago en el Parque Natural de Somiedo

arborea, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus*, etc). En las zonas más alpinas, en cambio, crecen matorrales de enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *alpina*), gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*), laureola (*Daphne laureola*), arándano, brechina y genciana.

El registro polínico del Lago de Ajo (Fig. 76) es, sin lugar a dudas, uno de los referentes en la bibliografía palinológica de la Península Ibérica y en general de Europa Occidental. Esto es debido a que, cuando se publicó, era uno de los pocos registros que albergaba una secuencia continua desde finales del Pleistoceno y durante todo el Holoceno. El analista pionero fue McKeever (1984) a través de su tesis doctoral. No obstante, el trabajo que normalmente se referencia es el posterior de Allen *et al.* (1996), en el que además se realizaron reconstrucciones paleoclimáticas usando la técnica de los análogos modernos. En la tesis de McKeever (1984) se presentaron varias dataciones de radiocarbono, que resultaron estar envejecidas al no tener en cuenta el factor de corrección debido al efecto reservorio producido por el origen dolomítico de la cuenca lacustre (Peñalba, 1989), por lo que se creó un debate sobre la cronología de los eventos asociados y su correlación con otras secuencias cercanas como la de Quintanar de la Sierra (Peñalba, 1989). En el trabajo de Allen *et al.* (1996) se efectúa la corrección de las dataciones radiocarbónicas teniendo en cuenta el envejecimiento derivado del efecto reservorio (Tabla 18). Con esta nueva cronología, admitiendo el modelo de edad-profundidad de Allen *et al.* (1996), se acepta que el inicio de la secuencia tiene lugar en torno a 20.000 años antes del presente.

Durante el Último Máximo Glacial (hace ~22.000-18.000 años) se produjo un desarrollo de la vegetación estépica (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Ephedra* y *Pinus*) indicando una pronunciada estacionalidad y un déficit en la humedad edáfica. La reconstrucción paleoclimática de este período muestra unas condiciones mucho más secas y frías que en la actualidad, y también más secas que las condiciones posteriores, en donde se observa un cambio muy rápido hacia un aumento de la humedad cuando el polen de taxones arbó-

reos empieza a incrementar su abundancia. Por lo tanto, durante el interstadial Tardiglacial (~18.000-11.500 años cal. BP) se constata el desarrollo de masas arbóreas, incluso de formaciones boscosas, formadas primordialmente por *Pinus*, *Betula* y *Juniperus*, donde posiblemente el pinar ocuparía las zonas con menores elevaciones mientras que el abedul sería característico a mayores altitudes, al igual que las formaciones rastreras de *Juniperus*.

Este típico espectro tardiglacial del norte de la Península Ibérica está, además, acompañado por pequeñas presencias de todo un elenco de mesófilos (*Quercus*, *Ulmus*, *Alnus* y *Corylus*) que, como en otras secuencias, pone de manifiesto la existencia de zonas de refugio que posibilitaron la rápida colonización holocena de los bosques por parte de las especies planocaducifolias. Las reconstrucciones paleoclimáticas de este período ponen de manifiesto unas condiciones todavía frías, pero más húmedas y con una importante reducción del anterior déficit hídrico, características que apuntan a un incremento notable de las precipitaciones aunque no de la misma manera de las temperaturas.

Un hecho significativo es la detección, durante la fase final del Tardiglacial (~13.000-11.500 años cal. BP), del Dryas reciente en el registro polínico del Lago de Ajo. Este evento se manifiesta con la caída de los valores de *Betula* y la nueva abundancia de los valores de polen de taxones herbáceos (fundamentalmente *Artemisia* y *Poaceae*). Estos hechos, en las reconstrucciones paleoclimáticas, se relacionan con unas condiciones de nuevo más secas y áridas, y quizás algo más frías.

El inicio del Holoceno en esta zona del Parque Natural de Somiedo se constata con el rápido desarrollo y extensión de las formaciones mesófilas a expensas de *Pinus*. Estas formaciones se caracterizan en primer lugar por la proliferación de *Betula* para, en momentos posteriores, pasar a dar importancia a los bosques de *Quercus* y, más tarde ya durante el Holoceno medio, formaciones mixtas con *Corylus* y todo un elenco de caducifolios como *Ulmus*, *Alnus* y *Fraxinus*.

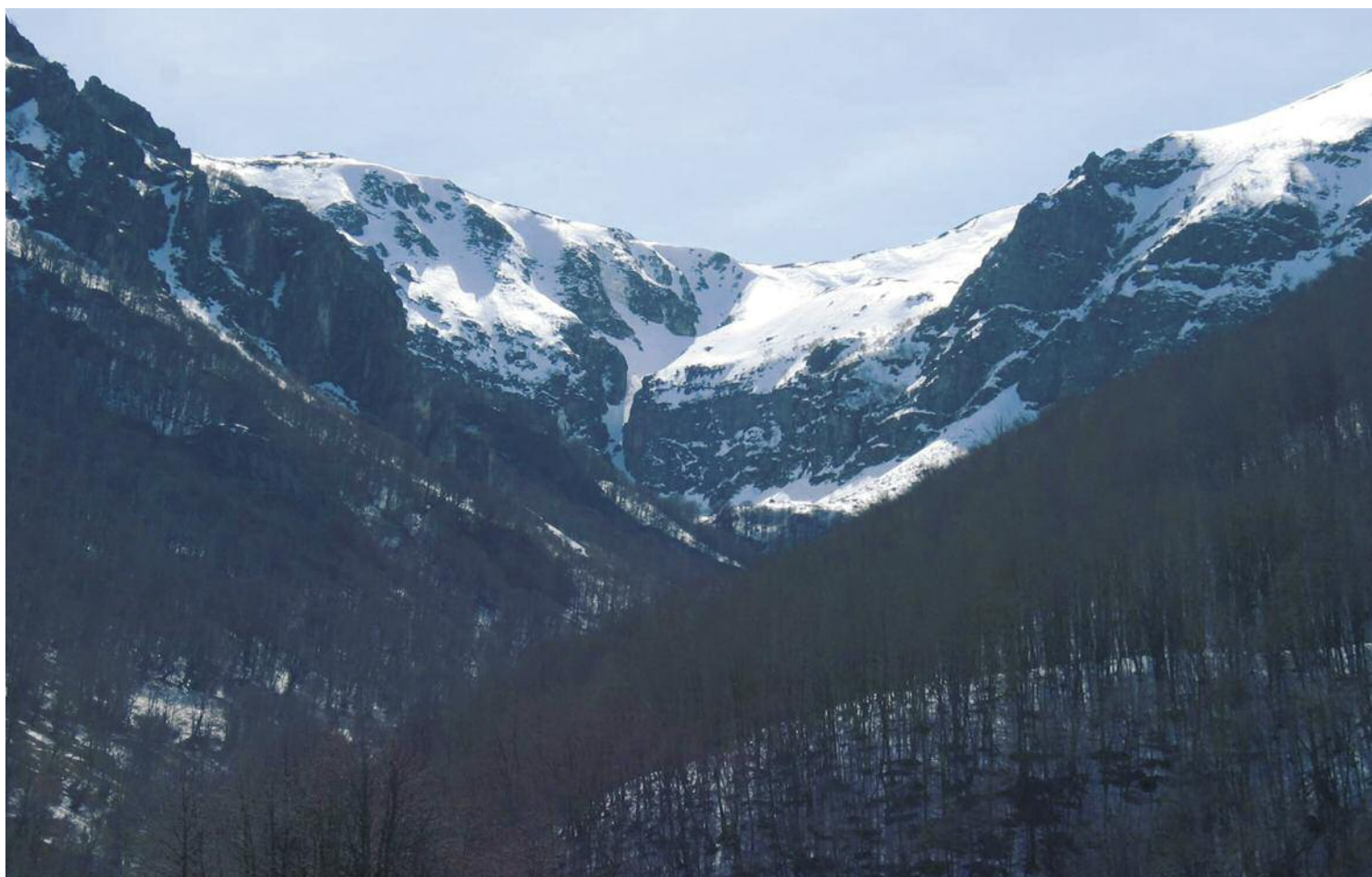
Durante el Holoceno final se observa el inicio de la antropización mostrado por el incremento de Ericales y al aumento de *Plantago*, *Rumex*, *Asteraceae* y *Apiaceae* derivados de la apertura del paisaje para la creación de pastos de vocación ganadera. Este cambio afectó también a los pinares, facilitando la proliferación de *Fagus* y la disminución del resto de caducifolios excepto *Betula* que, debido a su carácter heliófilo, prosperaría en los claros. En sincronía con la curva de *Fagus* aparecen las de *Castanea* y *Juglans*, que ponen de manifiesto ese impacto antrópico.

Más información

McKeever (1984), Peñalba (1989), Allen *et al.* (1996)

PUERTO DE TARNA

Cordillera Cantábrica, Caso, Asturias
Pleistoceno superior (24.500 años cal. BP-Holoceno)



A. MONTES

Figura 78. Cordillera Cantábrica en las proximidades del Puerto de Tarna

La secuencia palinológica del Puerto de Tarna ($43^{\circ} 07' N$, $05^{\circ} 15' O$; 1415 m s.n.m.) se constituye sobre un depósito de colmatación lagunar desarrollado en un antiguo circo glaciar, cuya base corresponde al Pleniglacial y se encuentra localizado en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, en el cuadrante suroccidental de Asturias. Este depósito (S2), tienen una potencia de 2,30 m y una litología dominada por arcillas con alto contenido en materia orgánica. Fitogeográficamente, se encuentra

dentro de una de las dos grandes provincias que pueden reconocerse en Asturias, la orocantábrica, de continentalidad acusada. Los bosques que se encuentran mejor representados son los correspondientes a las comunidades maduras de las series oligotrófica y eutrófica de *Fagus sylvatica*. Los hayedos se extienden por la mayor parte de las laderas orientadas a umbría; el resto de los bosques son principalmente robledales albares, abedulares y rebollares.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Muestra	Método
Beta-132819	225-230	20.640 ± 300	24.550	Puerto de Tarna (S2)	Convencional

Tabla 19. Cronología de la secuencia del Puerto de Tarna (Parque Natural de Redes)

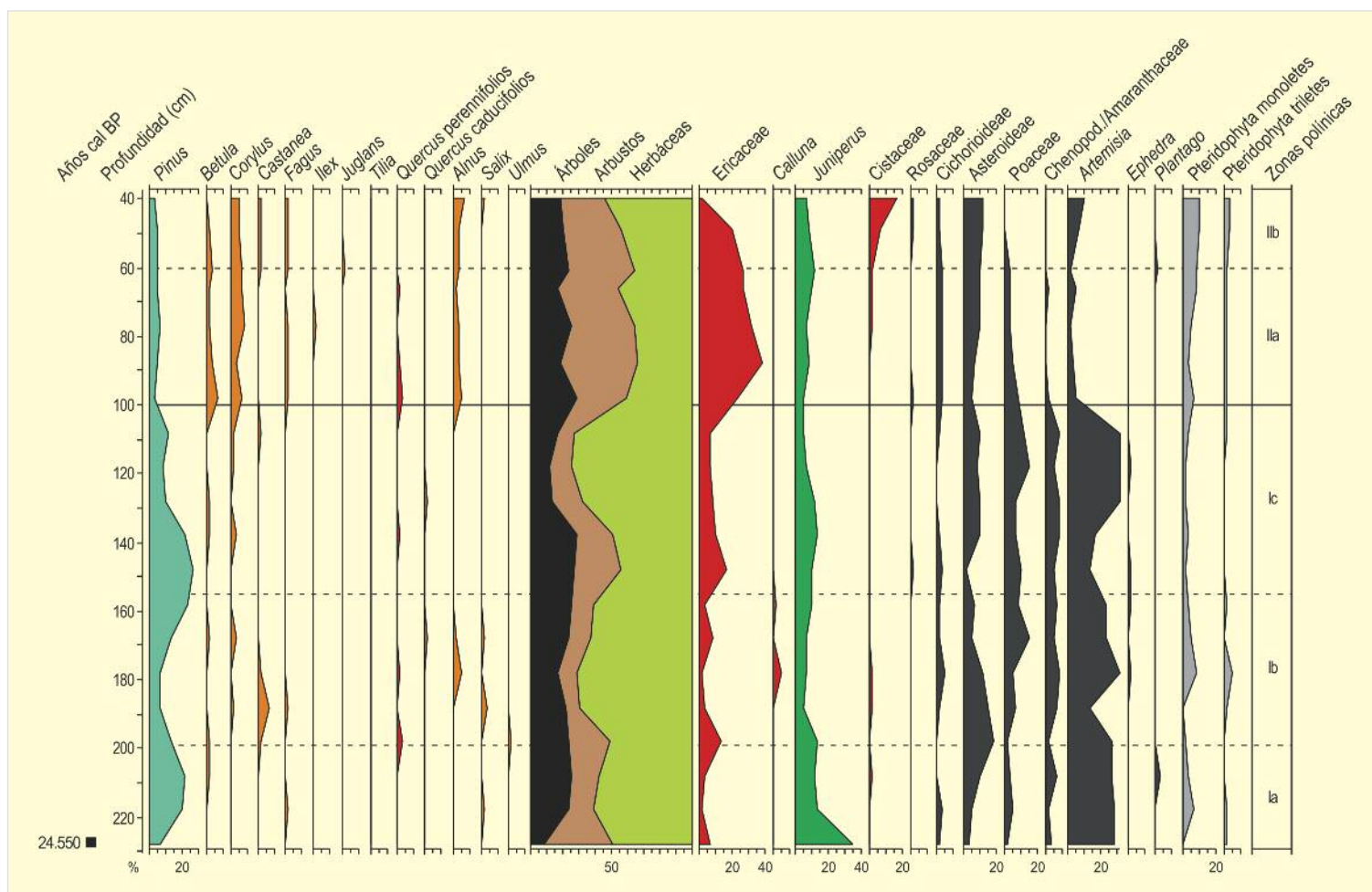


Figura 79. Diagrama polínico de Puerto de Tarna, Asturias. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2000, 2002)

En el diagrama polínico (Ruiz-Zapata *et al.* 2000, 2002) (Fig. 79) pueden diferenciarse claramente dos zonas, el tránsito entre ambas coincide con un nivel de 15 cm de potencia, cuya naturaleza altamente detrítica y angulosa marca una clara etapa de erosión. La existencia de este hiato sedimentario es el responsable de la pérdida de información del tránsito Tardiglacial/Holoceno y de gran parte del Holoceno.

La zona I (100-230 cm) está caracterizada por el dominio del estrato herbáceo (*Artemisia*, *Asteroideae* y *Chenopodiaceae*) con algunos arbustos (*Juniperus* y *Ericaceae*). Dentro de la misma pueden distinguirse tres fases. Una primera fase (Ia) con un claro dominio del paisaje abierto y un escaso desarrollo del bosque, constituido por *Pinus* con bajos porcentajes. Son aquí de destacar los valores alcanzados por *Juniperus*. Esta composición vegetal indica unas condiciones frías típicas del Pleniglacial superior.

Durante la zona Ib, se observa un ligero desarrollo del componente arbóreo que va acompañado del retroceso experimentado por *Pinus*, favoreciendo la expansión de *Betula* y *Castanea*. También se encuentran presentes, aunque con bajos porcentajes *Corylus*, *Fagus* y *Quercus caducifolia* y *perennifolia*. El mayor desarrollo de estos

taxones arbóreos, cuya expansión se explicaría por la existencia de zonas refugio en las proximidades, sería indicativo de una ligera mejora climática.

A continuación (Ic) se produce una expansión de *Artemisia*, *Asteroideae*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae* y *Fabaceae*. Estos datos ponen de manifiesto la existencia de un nuevo empeoramiento que provocaría el descenso altitudinal de la vegetación arbórea.

Tras el hiato sedimentario, se desarrolla la secuencia polínica holocena que se corresponde con la zona II (40-100 cm). Dicha zona muestra una leve recuperación de la vegetación arbórea y la expansión del estrato arbustivo a expensas del herbáceo. El estrato arbóreo estaría constituido por *Betula*, *Corylus*, *Alnus* y, con menores porcentajes, *Fagus* y *Pinus*. Este último constituye claramente un elemento secundario de la vegetación arbórea en el área. También es de destacar la expansión de *Ericaceae*, así como el fuerte descenso de *Artemisia*, *Poaceae* y *Chenopodiaceae*.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000, 2002)

LOS CANES

Cordillera Cantábrica, Cabrales, Asturias
Tardiglacial-Holoceno (~ 17.000-4000 años BP)



V. RELLOSO MENDIVE

Figura 80. Cordillera Cantábrica, al fondo Picos de Europa

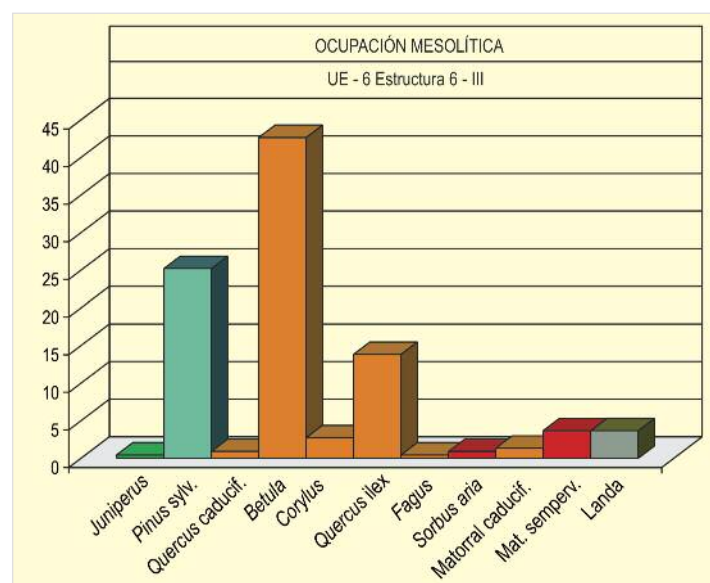


Figura 81. Resultados antracológicos de la unidad estratigráfica 6 de la cueva de Los Canes. Adaptado de Uzquiano (1992)

La cueva de Los Canes ($43^{\circ} 19' 33''$ N, $04^{\circ} 48' 03''$ O, Arangas, distrito de Cabrales, Asturias oriental) se abre en los afloramientos calcáreos namurienses de la vertiente sur de la Sierra de Cuera a 325 m de altitud (Arias & Pérez 1995). La disposición este-oeste de esta alineación montañosa constituye una primera barrera importante al flujo de vientos del oeste cargados de humedad, favoreciendo la existencia de un microclima más seco que el que de manera general caracteriza a toda la región cantábrica. Los contrafuertes de la Sierra de Cuera llegan a superar los 1000 m de altitud en la zona de Arangas. El río Cares drena toda esta zona de la depresión prelitoral, discurrendo de forma paralela a esta sierra. El rasgo más característico de esta depresión prelitoral es la alternancia de cuencas con un paisaje humanizado de praderas y cultivos siempre verdes y de gargantas calcáreas donde prolifera una formación sempervirente de afinidad submediterránea. Desde un punto de vista edafológico, toda esta zona se caracteriza por la alternancia de substratos calcáreos y silíceos con sus formaciones vegetales correspondientes, llegando a producir unos contrastes de vegetación muy particulares. La existencia de substratos calcáreos

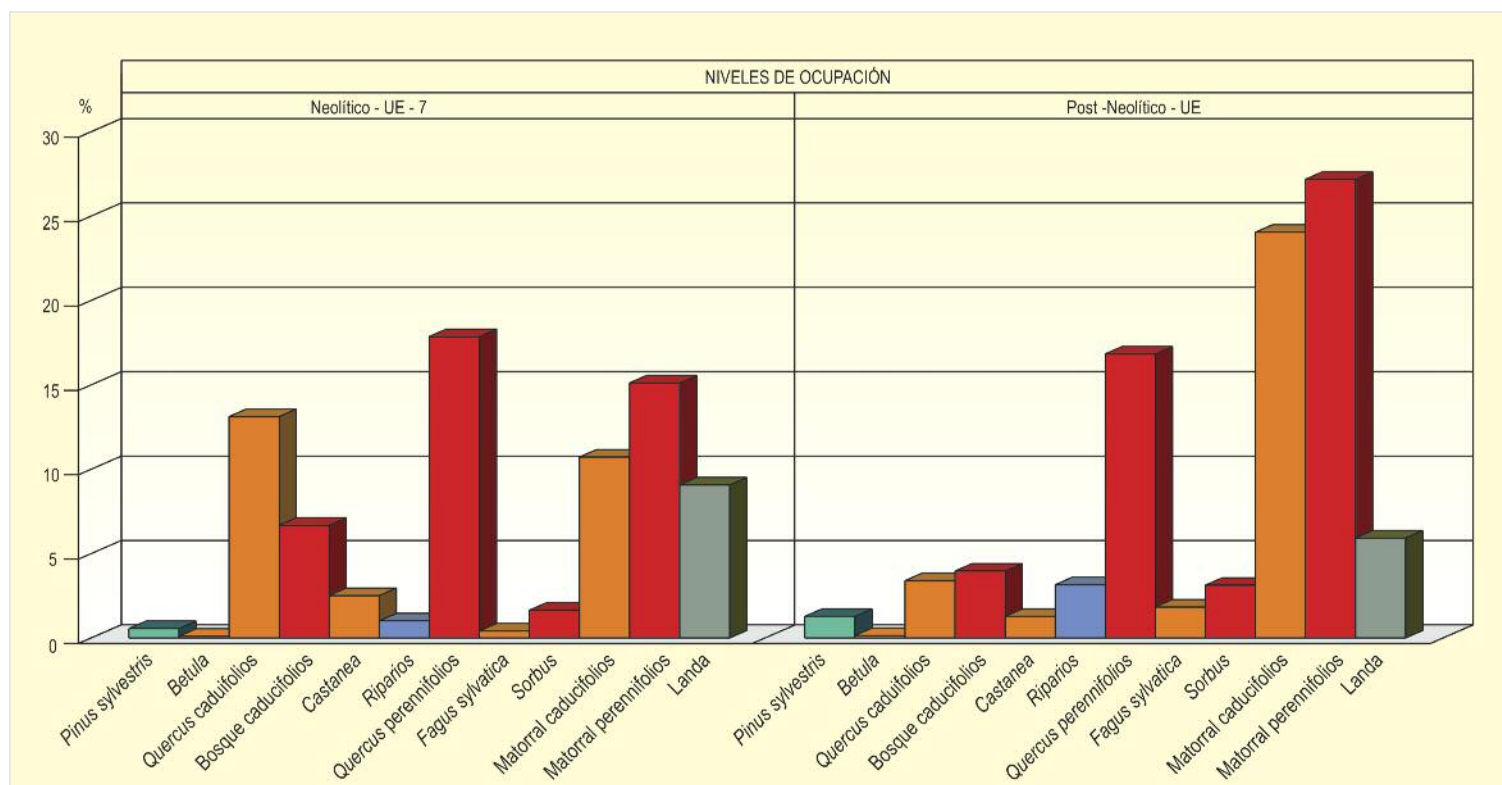


Figura 82. Resultados antracológicos de las unidades estratigráficas 7-8 de la cueva de Los Canes. Adaptado de Uzquiano (1992)

permite la instalación del encinar cantábrico a lo largo del valle del Cares. El régimen de precipitaciones elevado ocasiona, en los relieves silíceos, en estos últimos, un fuerte lesivado del suelo y una gran acidificación siendo en parte responsable de la extensión de las especies de landa de Ericaceae y Fabaceae, siendo *Daboecia cantabrica*, *Erica tetralix*, *E. cinerea*, *E. vagans*, *Ulex europaeus* y *U. gallii*, las especies más características.

La secuencia excavada se compone de un total de 11 unidades estratigráficas principales (UE), algunas de ellas subdivididas a su vez en unidades menores (Arias & Pérez 1995). Desde un punto de vista cultural, estas unidades se corresponden con el Solutrense-Magdaleniense inferior (UE 2A, UE 2B), Magdaleniense superior (UE 2C, UE 3A), Aziliense (UE 3B y 3C), Aziliense tardío (UE 4), Mesolítico (UE 6), Neolítico (UE 7) y Post-Neolítico-Bronce (UE 8 y 11) respectivamente. Los datos radiométricos sitúan la base de la secuencia (UE 2A y UE 2B) hacia el final del Pleniglacial superior (16.700-16.500 años BP). Las dataciones de la UE 6 sitúan el complejo Mesolítico en el Holoceno medio (7000-6000 años BP) y la fecha de 5865 ± 70 años BP obtenida en la UE 7 nos indica la instalación del Neolítico en la zona.

El antracoanálisis de este yacimiento quedó inicialmente adscrito al Mesolítico (Uzquiano 1992). Más recientemente fue objeto de revisión estratigráfica y tanto las muestras antracológicas inicialmente estudiadas como otros estudios de carbones realizados con posterioridad fueron reagrupados en las diversas Unidades Estratigráficas mencionadas. Los datos antracológicos incluidos aquí (Fig.

82) corresponden solamente a UE 6 (Mesolítico); UE 7 (Neolítico); UE 8 y UE 11 (Post-Neolítico/Bronce) que son las más completas desde un punto de vista cuantitativo y coherentes desde un punto de vista estratigráfico. Dentro del complejo estratigráfico 6 Mesolítico, solamente la sepultura 6-III ha proporcionado a nivel cuantitativo datos suficientes. La paleoflora identificada se caracteriza por una alternancia de *Pinus-Quercus* de hoja caduca, junto a otras especies de bosque caducifolio, además de *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aria* y especies de matorral.

La UE 7 neolítica y la UE 8 postneolítica, son las que mayor número de restos de carbón y mayor biodiversidad (27 taxones) han proporcionado. Las especies del bosque caducifolio alternan con una fuerte representación de *Quercus ilex* (taxón dominante), de matorrales sempervirentes como *Rhamnus alaternus* y *Phillyrea*, así como de formaciones arbustivas, especialmente *Prunus amygdalus*, *P. avium* y *P. mahaleb*, y de matorral de landa. Dentro del bosque caducifolio, además de *Quercus*, observamos unos valores relevantes de *Fraxinus excelsior*, característico del robledal mixto e indicador de suelos profundos con horizonte húmico más desarrollado. La presencia de *Castanea sativa* y de *Ilex aquifolium* vuelven a recordarnos la acidez del substrato. Las UE 8 y UE 11, postneolíticas, reflejan la misma flora mencionada en la unidad neolítica precedente.

Más información

Uzquiano (1992)

TITO BUSTILLO

Ribadesella, Asturias

Tardiglacial (15.000-13.500 años BP)



Figura 83. Vista panorámica del estuario del río Sella en Ribadesella

La cueva de Tito Bustillo, famosa por las pinturas rupestres que presenta y Patrimonio de la Humanidad desde 2008, se encuentra junto a la margen izquierda del estuario del río Sella en la localidad asturiana de Ribadesella ($43^{\circ} 27' 39''$ N, $05^{\circ} 04' 04''$ O). El clima es de tipo atlántico, húmedo y suave, con inviernos de mínimas por encima de $2-3^{\circ}\text{C}$ y veranos que no suelen alcanzar los 30°C . El paisaje actual presenta una vegetación dominada por el eucalipto como elemento arbóreo, quedando relegados a manchas dispersas los restos de la vegetación natural, entre los que destacan encinares, biescas (bosquetes de castaños, robles, pinos y avellanos) y choperas.

Biogeográficamente la zona pertenece al Distrito Ovetense-Litoral de la Subprovincia Cantabroatlántica (Provincia Atlántica Europea, Región Eurosiberiana). A grandes rasgos puede hablarse de predominio climático en niveles bajos de la serie eútrofa del roble (*Polysticho setiferi-Fraxino excelsioris S.*), con núcleos de la serie relicta de la encina (*Lauro nobilis-Quercu ilicis S.*). La

vegetación actual más característica son los prados de siega de explotación más o menos intensa (*Lino-Cynosuretum cristati*), mientras que en las zonas mesotempladas superiores (submontanas) a menudo predomina la serie oligótrofa del roble (*Blechno spicant-Quercu roboris S.*).

La cueva de Tito Bustillo presenta un depósito sedimentario de 65 cm de profundidad en el que se diferencian dos zonas polínicas y culturales (Boyer-Klein (1976, 1984) (Fig. 84):

Nivel 1. Es el más superficial (entre 0 y 20 cm) y presenta elementos atribuibles al Magdaleniense medio/superior. El análisis polínico de las cuatro muestras que incluye muestra una escasez de elementos arbóreos en un paisaje dominado inicialmente por ericáceas y después por gramíneas. Las cuatro dataciones hechas para este nivel (15.000-13.500 BP) han sido discutidas (Boyer-Klein 1984), pero el cortejo polínico indica un momento frío que se ha atribuido inicialmente al Dryas II (Boyer-Klein 1984) y más

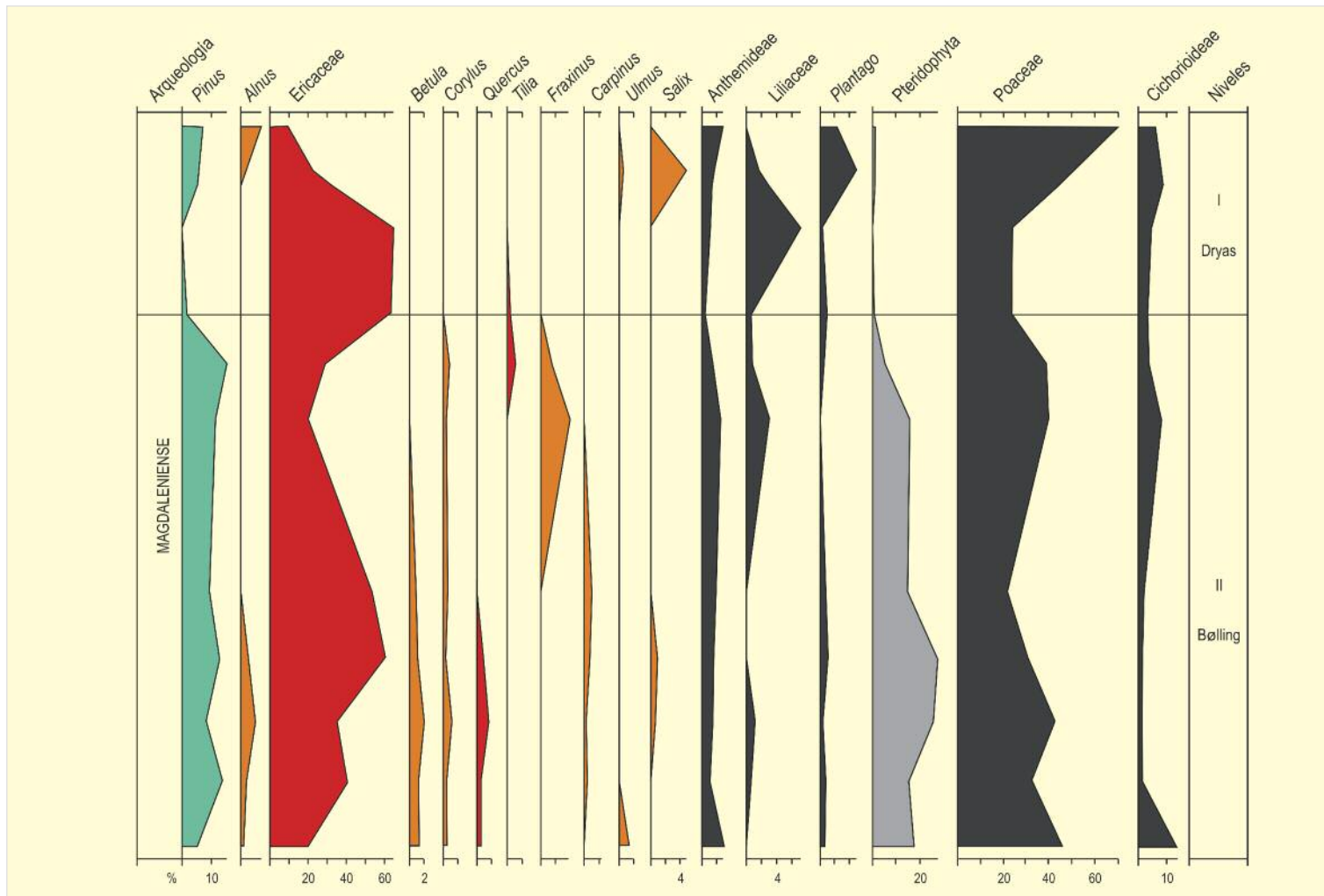


Figura 84. Diagrama polínico de la secuencia de Tito Bustillo. Redibujado de Boyer-Klein (1976)

recientemente (Sánchez-Goñi 1991) a un momento anterior al interestadio del Tardiglacial (Dryas I clásico).

Nivel 2. Incluye ocho muestras situadas entre 24 y 64 cm de profundidad. Culturalmente se corresponde con un Magdaleniense atípico. El análisis polínico muestra un momento húmedo con abundancia de helechos, Ericaceae y Poaceae, que se acompañan de algunos pólenes de *Betula*, *Quercus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Fraxinus* y *Tilia*. Este nivel fue asimilado inicialmente a la oscilación del Bølling (Boyer-Klein 1984). Sin embargo, Sánchez-Goñi (1991) entiende que la diversidad de taxones arbóreos con un nivel bajo de pólenes no es

compatible con la existencia de un refugio para la vegetación en la zona de Tito Bustillo. Esto, unido a la sospechosa presencia de pólenes de *Carpinus* y al hecho de que las muestras no fueran originalmente tomadas por la autora del estudio polínico (Boyer-Klein 1976), le hace pensar en una posible contaminación de los sedimentos. Además, al no existir una datación absoluta para este nivel, resulta arriesgado hacer una correlación temporal.

Más información

Boyer-Klein (1976, 1984), Peñalba (1989), Sánchez-Goñi (1991)

LAGO ENOL

Picos de Europa, Cangas de Onís, Asturias
Pleistoceno superior-Holoceno (12.600-2500 años cal. BP)



L. LOPEZ MERINO

Figura 85. Vista del Lago Enol desde una de sus orillas

El Lago Enol ($43^{\circ} 16' 20''$ N, $04^{\circ} 59' 32''$ O; 1070 m s.n.m.) se localiza en el piso montano del Parque Nacional de los Picos de Europa, al este de la Cordillera Cantábrica, dentro de un ombroclima entre húmedo e hiperhúmedo. El paisaje actual donde se ubica es el resultado de un relieve creado durante la orogenia alpina y en las partes más elevadas de éste se han preservado características glaciales visibles hoy día. Concretamente, el Lago Enol se localiza en la parte occidental del macizo de los Picos de Europa, rodeado por

crestones calcáreos. En la parte norte, estos crestones lo separan de la depresión de Comella, que fue un lago en el pasado.

Perteneciendo a la Región Eurosiberiana, con características climáticas templado-húmedas, se favorece el desarrollo de densas formaciones de bosque planocaducifolio, principalmente en las laderas expuestas a los vientos oceánicos, donde, además, las turberas son abundantes. Las zonas boscosas están dominadas por

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Material	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Método
Poz-18434	3	sedimento	2515 ± 35	2471-2741	2590	AMS
Law-135490	31	carbón	5270 ± 60	5917-6200	6060	AMS
Poz-15968	60	sedimento	6660 ± 40	7460-7605	7530	AMS
Law-137659	90	carbón	7875 ± 50	8550-8976	8690	AMS
Poz-12967	133	sedimento	8780 ± 50	9561-10.124	9800	AMS
Poz-18435	150	restos vegetales	9050 ± 50	9962-10.371	10.220	AMS
Poz-20060	160	sedimento	10.560 ± 50	12.395-12.761	12.600	AMS

Tabla 20. Dataciones radiocarbónicas de los sedimentos lacustres del Lago Enol (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

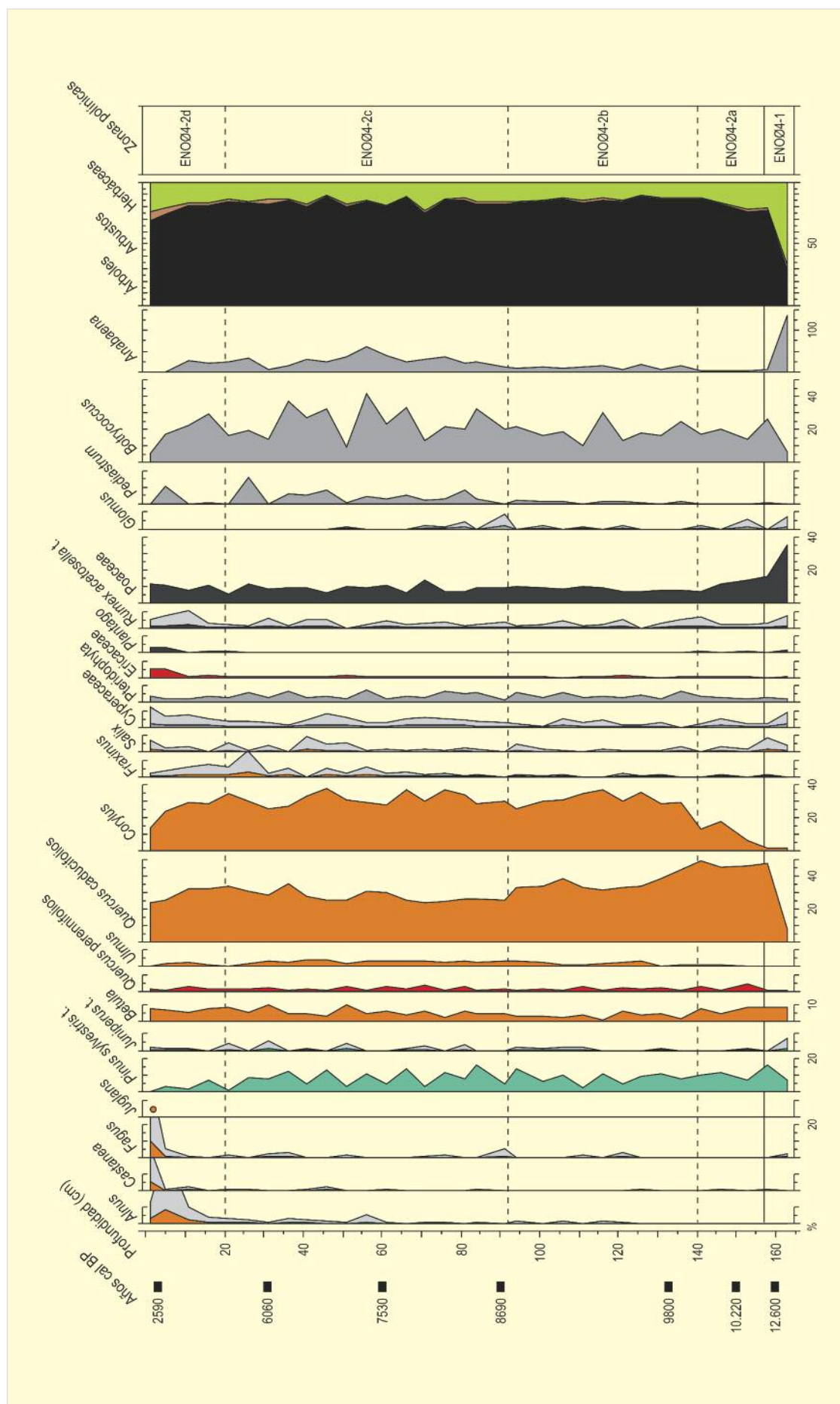


Figura 86. Diagrama polínico sintético del Lago Enol (López-Merino 2009). La columna de taxones estépico es la suma de *Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae* y *Asteraceae*. La columna de *Ericaceae* es la suma de *Erica* tipo y *Calluna vulgaris*. Pteridófitos hace referencia a *Asplenium*, *Filicales* monoletes y triletes, *Osmunda regalis*, *Polypodium vulgare* y *Pteridium aquilinum*



Figura 87. Sondeo del Lago Enol en mayo de 2004 con una plataforma flotante del *Limnological Research Center*

P. GONZÁLEZ-SAMPERIZ

Quercus caducifolios, principalmente por *Quercus robur*, con *Betula alba*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa* o *Acer*; junto con matorral de ericáceas y leguminosas y amplias zonas herbáceas con pastizales, en su mayoría, gramínoideas. En los lugares más húmedos, *Fagus sylvatica* es la especie dominante. Formaciones de perennifolios esclerófilos con *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*, *Ruscus aculeatus*, *Ligustrum vulgare*, *Phillyrea media*, *Rubia peregrina* y *Smilax aspera* se desarrollan en las zonas más soleadas sobre los crestones calcáreos. Estas formaciones de esclerófilos y termófilos se interpretan como relictas de los períodos más cálidos y secos que ocurrieron durante el Pleistoceno, estando ahora restringidas a determinados enclaves con topografía favorable o condiciones edáficas apropiadas.

Desde épocas protohistóricas e históricas la cuenca y toda la región circundante han sido sometidas a una intensa actividad antrópica, que ha llevado a la deforestación de los bosques y a la creación de un paisaje de pastizales alpinos.

Menéndez-Amor (1975) estudió polínicamente sedimentos turbosos de los márgenes de los lagos Enol y Ercina. En el Lago Enol, en un sondeo de 80 cm de profundidad del que no se posee diagrama

polínico, la autora cita el dominio del estrato herbáceo en toda su secuencia, mientras que el estrato arbóreo estaría dominado por *Pinus*.

Recientemente se han estudiado sedimentos lacustres de una manera multidisciplinar, contando con datos tanto de indicadores abióticos (sedimentología y geoquímica) como bióticos (polen, diatomeas y ostrácodos). Para este nuevo estudio en total se efectuaron seis sondeos largos en el Lago Enol por medio de una sonda de pistón *Kullenberg* modificada sobre una plataforma flotante del *Limnological Research Center* (LRC), University of Minnesota. Uno de ellos (ENOØ4-1D-1K) se seleccionó para su estudio palinológico debido a su localización en la parte central y más profunda de la cuenca lacustre (21,5 m por debajo de la lámina de agua del lago). Este nuevo sondeo posee una profundidad de casi 6 m, de los cuales se han estudiado hasta el momento sólo los primeros 165 cm, correspondientes a la transición Pleistoceno/Holoceno y al Holoceno (López-Merino 2009, Moreno *et al.* 2011). En total se han estudiado palinológicamente 33 muestras, a intervalos de unos 5 cm; y se han realizado 7 dataciones radiocarbónicas (Tabla 20).

En la secuencia polínica se observan dos zonas bien diferenciadas. La primera de ellas corresponde con el final del Tardiglacial (ENOØ4-1), concretamente con el Dryas reciente, mientras que la

segunda abarca desde inicios del Holoceno hasta hace unos 2590 años (ENOØ4-2). Durante el final del Tardiglacial (ENOØ4-1) se observa un paisaje dominado por taxones estépicos (*Artemisia*, diversos tipos de *Asteraceae*, *Juniperus*, *Caryophyllaceae* o *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*), mientras que las formaciones arbóreas apenas estarían desarrolladas, llegando a tener los valores mínimos de toda la secuencia.

El escaso componente arbóreo estaría dominado por pinos y abedules, pero la presencia de elementos planocaducifolios como *Quercus caducifolia*, *Corylus*, *Fagus* y otros mesófilos (*Ulmus*, *Salix* y *Fraxinus*), además de termófilos como *Quercus perennifolia*, apunta a la existencia de zonas de refugio en la región de Picos de Europa. Por otro lado, las curvas polínicas asociadas a taxones riparios, como son *Cyperaceae* o *Salix*, sugieren la existencia de un área palustre bien desarrollada en las orillas del lago que podría estar relacionada con un bajo nivel lacustre y, por lo tanto, una eutrofización del mismo como indicarían los altísimos valores de *Anabaena*.

La zona de cronología holocena (ENOØ4-2) se caracteriza por un intenso desarrollo de las formaciones boscosas mesófilas desde su inicio, en concordancia con unas condiciones climáticas más benignas y probablemente en relación con la proximidad de áreas refugio comentadas anteriormente, hecho que se constata de manera general en casi todos los registros montañosos del norte de la Península Ibérica. Adicionalmente, estas condiciones más benignas se expresan en el sistema lacustre con las mayores presencias de *Botryococcus* y *Pediastrum* y el brusco descenso de *Anabaena*. Además, la mayor parte de la secuencia muestra un bosque mixto relativamente estable y bien desarrollado que, sin embargo, recoge algunas tendencias climáticas o antrópicas, siendo útil la diferenciación de la zona en subzonas.

Aunque el inicio del Holoceno, en términos de mejores condiciones de temperatura y humedad, se ubica claramente en la frontera entre ENOØ4-1 y ENOØ4-2a y se caracteriza por la rápida proliferación de *Quercus caducifolia*, se identifica un mayor aumento de la humedad a lo largo de ENOØ4-2b (>9800-8600 años cal. BP), indicado a partir de los altos porcentajes de *Corylus*, que hablan de una codominancia con *Quercus caducifolia* en las formaciones boscosas.

Durante el Holoceno medio (8600-4650 años cal. BP) se observa un patrón que estaría relacionado con condiciones algo más secas (ENOØ4-2c). En este sentido, especialmente significativo es el nuevo incremento de los porcentajes de *Anabaena* y la mayor presencia de *Glomus*, lo que indicaría una bajada del nivel lacustre debido a las

condiciones más secas y una fase erosiva. El aumento de los porcentajes de *Juniperus*, de taxones ribereños (*Fraxinus*, *Salix* y *Alnus*), de hidrohigrófilas como *Cyperaceae* y los helechos, corroboraría la existencia de esta tendencia hacia condiciones más secas durante el Holoceno medio y de un mayor desarrollo de la zona palustre debido al descenso del nivel del lago. A pesar de la disminución de humedad, se constatan altos porcentajes arbóreos, indicando el mantenimiento de temperaturas favorables y la existencia de una formación boscosa muy estable.

La parte correspondiente al Holoceno final (ENOØ4-2d) sólo cubre el intervalo entre 4650 y 2590 años cal. BP. Desde entonces se produce una disminución general de los porcentajes arbóreos en la secuencia. Especialmente significativo es el descenso de *Pinus*, *Corylus* y *Quercus caducifolia*; hecho que se acentúa desde 2700 años cal. BP. Sin embargo, otros taxones como *Alnus*, *Castanea* y *Fagus*, incrementan su presencia.

Asociados, por lo tanto, a este descenso general de los porcentajes arbóreos totales, se desarrollaron estos taxones arbóreos tradicionalmente favorecidos y potenciados por las actividades humanas; además, se observa un claro aumento de las formaciones arbustivas (principalmente *Erica* y *Calluna vulgaris*, que habían sido muy escasas anteriormente), y el aumento de los porcentajes de *Plantago lanceolata*, *P. major/media* y *Rumex acetosella*. Estos hechos están relacionados, por lo tanto, con el establecimiento de un paisaje más abierto resultado de actividades ganaderas. Tales actividades pueden adscribirse al final del Calcolítico, acentuándose desde finales de la Edad del Bronce y el comienzo de la Edad del Hierro.

Aunque los últimos 2590 años del sondeo del Lago Enol no se recuperaron, el estudio palinológico de la cercana depresión de Comella puede ayudar a conocer qué pasó hasta la actualidad en el área (Ruiz-Zapata *et al.* 2001). Los espectros polínicos de Comella presentan características similares a las de Enol desde 4650 años cal. BP: la apertura del paisaje y el aumento de los porcentajes tanto de formaciones arbustivas como de taxones favorecidos por el impacto antrópico tales como *Fagus*, *Castanea*, *Juglans*, *Alnus* y *Plantago lanceolata* y *P. major/media*. Todas estas evidencias hacen referencia a un fuerte impacto de las actividades humanas durante el Holoceno final.

Más información

Menéndez-Amor (1975), Ruiz-Zapata *et al.* (2001), López-Merino (2009), Moreno *et al.* (2011)

ALTO DE LA ESPINA

Salas, Asturias

Tardiglacial-Holoceno (12.700 años cal. BP-actualidad)



Figura 88. Vista de la turbera del Alto de la Espina con caballos pastando al fondo

La turbera del Alto de la Espina (43° 22' 52" N, 06° 19' 38" O; 650 m s.n.m.) (Fig. 88) se localiza en el Concejo de Salas, en los valles interiores de la zona centro-occidental de Asturias, cercana a las poblaciones de Salas, La Espina y Tineo. Bajo un ombroclima húmedo, el territorio salense presenta una orografía montañosa y homogénea, perteneciendo a la unidad estructural herciniana del Antiforme del Narcea, constituida por cuarcitas y pizarras. Esta unidad se levantó en bloque por las fases tectónicas terciarias y después fue atacada por la erosión para configurar un sistema de serranías planas y poco elevadas (600-800 m). La vegetación actual contiene sobre todo *Quercus robur*, *Betula alba* y *Castanea sativa*. De las tres especies, tan sólo el castaño forma masas boscosas importantes en las laderas de umbría y vaguadas, a veces junto al roble. Los abedules son escasos y no forman masas importantes. El espacio natural de estas especies ha sido ocupado por plantaciones de *Pinus* y *Eucalyptus globulus*. Además, el uso de algunas laderas para el cultivo también ha ido en detrimento del bosque autóctono, ya que se han convertido progresivamente en erial de pasto. En las zonas bajas de las vegas fluviales abundan árboles característicos de estas zonas, como lo son arces, fresnos, alisos, chopos y sauces. La zona del Alto de la Espina consiste en un complejo de numerosas turberas, cercanas a carbayedas con algunas hayas (*Fagus sylvatica*) dispersas. Entre las plantas que

destacan en la turbera se encuentran musgos del género *Sphagnum*, brezos (*Calluna vulgaris*, *Erica mackaiana* y *E. tetralix*), y herbáceas como *Mentha rotundifolia*, *Dactylorhiza maculata*, *Digitalis purpurea*, *Polygonum amphibium* y diversas especies de *Scirpus* y *Festuca*.

El estudio de este registro ha sido realizado por López-Merino (2009) sobre un testigo de 215 cm de profundidad que se resolvió palinológicamente cada 1-2 cm, y con un control cronológico basado en 19 dataciones de radiocarbono (Tabla 21). Estas dataciones, junto con las características del sedimento del registro y los datos polínicos (Fig. 89), ponen de manifiesto varios aspectos: (a) que el registro sedimentario se inició al final del Tardiglacial, siendo el sedimento de características minerales y con poco contenido orgánico (215-199 cm), (b) que el proceso de formación de la turbera se inicia en fechas inmediatamente posteriores al evento 8200 años cal. BP, por lo que existe un hiato sedimentario para el Holoceno inicial, y (c) que se produce un cambio en la velocidad de sedimentación en la parte holocena de la secuencia, ya que hasta 2040 años cal. BP y posterior a 1600 años cal. BP ésta es lenta, mientras que en ese intervalo (coincidente con el período romano) se produce un aumento en la velocidad. Por lo tanto, la secuencia del Alto de la Espina comienza durante el final del Tardiglacial, posee un hiato sedimentario para el Holoceno inicial y recoge el Holoceno medio y final. Además, la secuencia ha mostrado una gran diversidad de palinomorfos (19 arbóreos, 23 arbustivos, 37 herbáceos, 16 de plantas hidrohigrófilas y 47 microfósiles no polínicos y López-Merino (2009) ha diferenciado cuatro zonas polínicas.

El inicio de la secuencia (TAE-1, 13.000-11.500 años cal. BP) corresponde con un momento inmediatamente anterior al Holoceno caracterizado por ser un período en el que se produjo una pulsación fría. En esta zona los datos geoquímicos muestran un sedimento mineral, mientras que palinológicamente se define por tener los porcentajes arbóreos más bajos de toda la secuencia (<30%). Entre el escaso componente arbóreo destaca *Pinus sylvestris*, aunque también aparecen elementos mesófilos como *Betula*, *Corylus* y *Quercus caducifolia* y, con bajísimos porcentajes pero con importancia para establecer refugios y mostrar el carácter autóctono de los mismos, *Castanea* y *Fagus*. De resaltar también es la presencia esporádica de *Quercus perennifolia* y *Pinus pinaster*. Las formaciones de herbáceas serían elementos fundamentales del paisaje, siendo Poaceae, Fabaceae, Cardueae, Scrophulariaceae, *Polygonum bistorta*, *Aster* y *Artemisia* los taxones más representativos.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Método
Ua-34496	27	101.8 ± 0.5 Pm	-	-	AMS
CNA090	41	1160 ± 45	963-1223	1079	AMS
Ua-32077	50-51	1690 ± 40	1524-1701	1598	AMS
Ua-34497	61-62	1615 ± 35	1409-1596	1494	AMS
Ua-34498	70-71	1590 ± 35	1400-1548	1470	AMS
Ua-34499	80-81	1695 ± 30	1535-1694	1599	AMS
Ua-34500	87	1930 ± 35	1814-1987	1879	AMS
Ua-32078	90-91	2320 ± 40	2162-2460	2340	AMS
Ua-32239	101-102	2185 ± 40	2066-2330	2223	AMS
Ua-32079	130-131	2705 ± 40	2750-2873	2808	AMS
CNA184	140	3390 ± 45	3482-3820	3636	AMS
CNA091	150	4165 ± 45	4539-4837	4704	AMS
Ua-34501	154-155	3090 ± 35	3218-3381	3313	AMS
CNA183	160	4610 ± 40	5075-5467	5387	AMS
Ua-34502	171-172	6345 ± 50	7169-7416	7281	AMS
Ua-34503	189-190	7170 ± 55	7869-8158	7989	AMS
Ua-32080	198-199	7270 ± 55	7979-8180	8091	AMS
CNA092	206	10.712 ± 52	12.674-12.843	12.777	AMS
Ua-32240	213-214	9370 ± 70	10.299-10.769	10.593	AMS

Tabla 21. Dataciones radiocarbónicas de la turbera del Alto de la Espina (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Se ha descartado la datación más basal por no ser coherente con las tres posteriores y porque las características inorgánicas del sedimento junto con los datos palinológicos concuerdan más con la adscripción de los primeros centímetros del registro a momentos previos al Holoceno. López-Merino (2009)

Los datos geoquímicos muestran que en la transición entre las zonas TAE-1 y TAE-2 ocurre una rápida acumulación de materia orgánica que desencadenó la formación de una turbera, de nuevo, tras el evento 8200 años cal. BP. Durante la zona polínica TAE-2 (8000-2760 años cal. BP) se observa el desarrollo de bosques caducifolios. En TAE-2a (8000-7000 años cal. BP) se observan los porcentajes arbóreos más elevados de toda la secuencia, siendo el taxón mayoritario *Quercus* caducifolio, aunque *Corylus* también es importante. En TAE-2a, ocurre un cambio en la transición entre esa subzona y TAE-2b (7000-2760 años cal. BP), implicando una disminución de los porcentajes arbóreos y un cambio en la composición arbórea. El inicio de este cambio es sincrónico a la transición Mesolítico/Neolítico y, aunque los porcentajes arbóreos desciendan, no se puede hablar de un paisaje deforestado, aunque quizá sí de una transformación. Ésta se manifiesta en que la hegemonía del roble, mantenida durante el Mesolítico, pasa a ser compartida con el avellano desde la transición Mesolítico/Neolítico y en períodos posteriores. Además, es precisamente desde este momento cuando empiezan a detectarse los primeros indicadores antropogénicos. Estos indicadores son *Plantago* y hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*), que ponen de manifiesto el inicio de actividades pastoriles desde 7280 años cal. BP (Neolítico inicial). Por el contrario, de actividades agrícolas no se tiene constancia hasta un milenio después (6000 años cal. BP), durante el Neolítico medio, mediante la presencia esporádica de polen de cereal. Durante el resto

de TAE-2b, correspondiente con el Calcolítico y la Edad del Bronce, la dinámica antrópica continúa siendo la misma establecida durante el Neolítico con puntuales actividades agrícolas y una mayor importancia de las ganaderas. La cobertura arbórea sigue siendo similar, aunque desde la Edad del Bronce se detecta una mayor importancia de las formaciones arbustivas de ericáceas.

Los datos geoquímicos en TAE-3 (2760-2040 años cal. BP) muestran una perturbación de la turbera, que recibe una elevada carga de materia mineral procedente de la erosión de los suelos del entorno, probablemente debido a actividades antrópicas, aunque sin descartar algún efecto del clima como pudiera ser el del evento 2800 años cal. BP, asociado a una elevada pluviosidad, y que podría haber potenciado los efectos erosivos. Los datos palinológicos apoyan un mayor impacto humano desde el inicio de esta fase. Esta mayor intervención humana se manifiesta de cuatro maneras: (a) los porcentajes de cereal se hacen constantes, indicando la instalación de cultivos permanentes, (b) sigue apareciendo *Plantago* como indicador de presión pastoral y, además, aumentan los porcentajes de *Sordaria* y *Sporormiella*, (c) la matorralización iniciada durante la Edad del Bronce continúa, las presencias de *Castanea* y *Fagus* se hacen más recurrentes y, además, aparece *Juglans* por primera vez, y (d) la elevada carga mineral detectada sería resultado de una erosión que podría estar relacionada con la instalación de cultivos en las

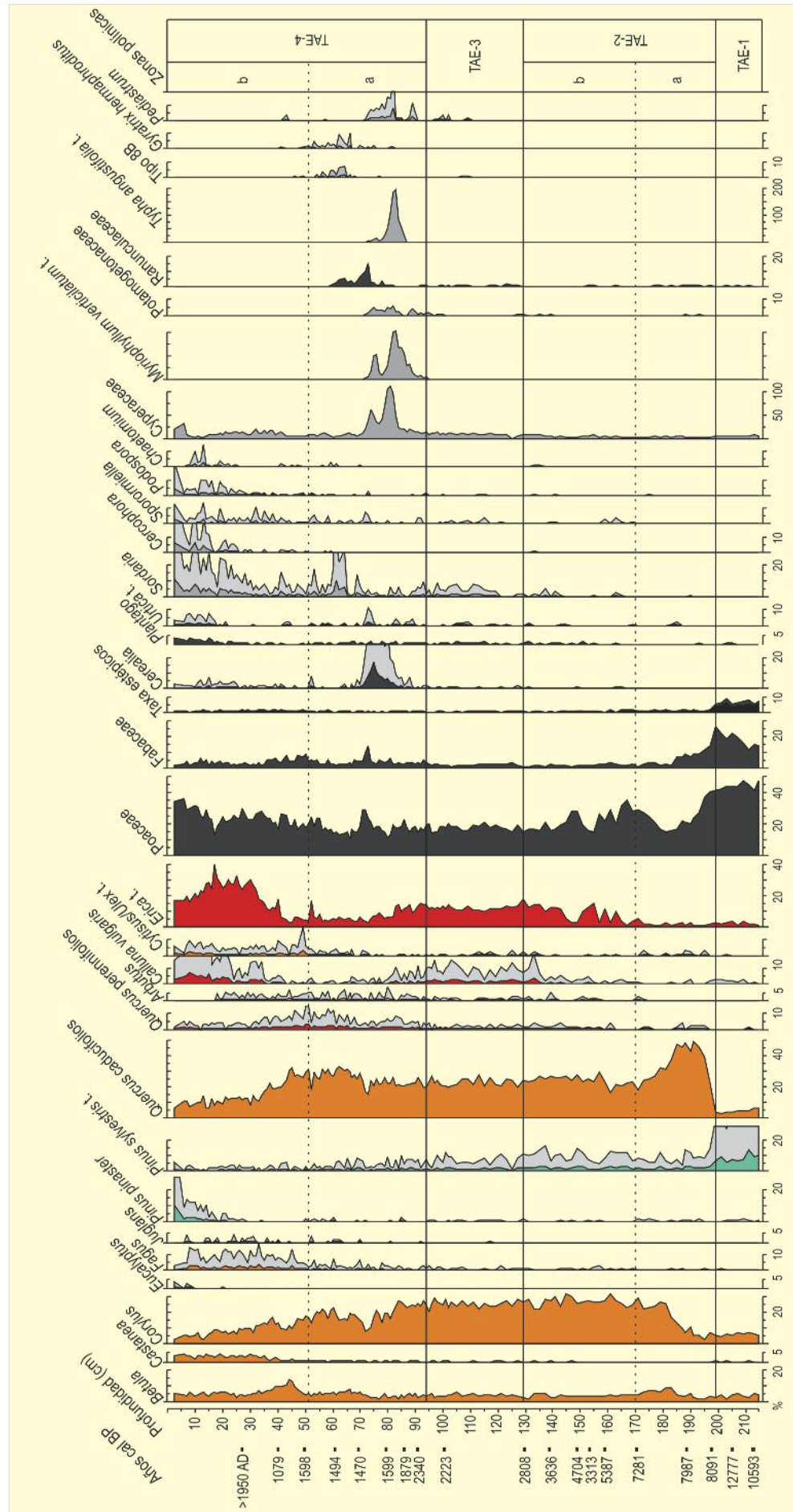


Figura 89. Diagrama polínico sintético de la turbera del Alto de la Espina (modificado de López-Merino 2009). La columna de taxones estériles es la suma de *Artemisia*, *Aster*, *Cardueae*, *Polygonum bistorta* y *Scrophulariaceae*. Nótese que la escala de algunas hidrógráficas es diferente

cercanías de la turbera y, además, el factor de enriquecimiento en plomo muestra una pequeña anomalía a comienzos del Hierro que podría estar relacionada con actividades metalúrgicas.

La última zona del diagrama es TAE-4 (2040 años cal. BP-actualidad), se ha dividido en dos subzonas. La subzona TAE-4a sugiere una recuperación de la estructura y función de la turbera hacia un sistema menos sensible a las perturbaciones en la cuenca. La rápida progresión en la incorporación de materia orgánica, en la transición entre TAE-3 y TAE-4, también indica un cambio abrupto en las condiciones evolutivas de la turbera. Para que tenga lugar una acumulación tan rápida y tan extensa de turba es necesario que el medio tenga condiciones que impidan la mineralización de los restos vegetales: esto puede deberse a una anoxia ligada al encharcamiento. Dados los múltiples indicadores de tal hecho detectados entre las plantas hidrohigrófilas y los microfósiles no polínicos, podría incluso haber habido algún tipo de transformación humana que favoreciese ese encharcamiento. El hecho de que esta zona se conozca como una zona minera muy activa en época romana, en la que se tiene constancia de un gran número de yacimientos mineros, hace plantearse la hipótesis de que la misma turbera pudiera haber sido utilizada como depósito de agua de las canalizaciones que se usaban en las labores de extracción. Además se han documentado, entre las cuencas fluviales de los ríos Narcea y Pigüeña, restos de una compleja infraestructura hidráulica con un canal de agua del cual parten ramales secundarios que se alimentan de agua de la sierra. Esta hipótesis también se apoya en el hecho de que, en cronología romana, se disparan las representaciones de plantas hidrohigrófilas y de microfósiles no polínicos indicadores de una mayor presencia de agua en el seno de la turbera. *Cyperaceae*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogetonaceae*, *Ranunculaceae* y *Typha angustifolia* aumentan sus porcentajes de manera muy notable, al igual que varios microfósiles no polínicos como el Tipo 8B, *Gyratrix hermaphroditus* y *Pediastrum*. El Tipo 8B es un microfósil del que no se conoce muy bien su origen, pero que se relaciona con las esporas de algún hongo (puede que afín a *Microthyrium*) que vive como parásito en plantas palustres, especialmente sobre *Eriophorum vaginatum* (van Geel 1978). En el mismo sentido podemos interpretar la presencia de *Gyratrix hermaphroditus* (oocitos de *Turbellaria*), que indicaría la presencia de agua dulce y condiciones eutróficas, al igual que *Pediastrum*.

Apoyando la hipótesis de que las labores mineras afectaron a la turbera, se encuentran las anomalías en la curva del factor de enriquecimiento en plomo entre 85 y 51 cm de profundidad. Estos valores son altos y poseen una característica excepcional, ya que se registran distintas fases de contaminación bien delimitadas que deben de corresponderse con fases locales de metalurgia. El hecho de que las zonas mineras fueran explotadas por los romanos debió de haber concentrado las poblaciones en ellas y esto se manifiesta en los altos porcentajes que alcanza Cerealia en cronología romana (TAE-4a). Debió de cultivarse en el entorno inmediato de la turbera e intensamente, ya que los porcentajes cercanos al 17% que llegan a alcanzar los cereales son muy altos, afectando mayoritariamente a la deforestación del roble y del avellano de los bosques circundantes. Los porcentajes de *Castanea*

ya se presentan en una curva continua, hecho que podría hablar de su cultivo en época Romana, al igual que la mayor representación de *Juglans*. Esta mayor antropización también queda reflejada en la intensidad de las prácticas ganaderas que existían hasta el momento. Este aumento se manifiesta con la ocurrencia de los indicadores antrópicos citados para la Edad del Hierro y en la aparición de nuevos como *Urtica*. Igualmente ocurre con los tipos coprófilos, a los que se une ahora *Podospora*. Este aumento de los espacios abiertos sería el responsable de la expansión inducida por antropización del hayedo en la zona. Es en época Romana también cuando parece que las formaciones de quercíneas perennifolias, junto con *Arbutus*, tienen una mayor representación, quizás como resultado del aumento de las temperaturas durante el Período Cálido Romano. El fin del período romano está marcado por la deposición de un fino nivel mineral en los 51-49 cm. Esta fina capa se deposita tras el último pico de enriquecimiento en plomo. Este hecho podría ser el resultado de una fase de abandono del área.

La subzona TAE-4b corresponde más o menos a los últimos 1500 años, y es desde entonces cuando el impacto sobre el paisaje empezará a modelarlo en lo que conocemos hoy día. La importancia de castaños y nogales se acentúa, y es que el final de la actividad minera no supuso una vuelta atrás en las dinámicas antrópicas sobre la vegetación; todo lo contrario, ya que se constata la mayor importancia de estos dos taxones. En cambio, la actividad cerealística, si bien no desaparece, se modera, dejando paso a una mayor importancia del pastoreo en la zona cercana a la turbera. Esta mayor importancia ganadera, de nuevo, se constata con la aparición de algunos de los taxones asociados a esta actividad ya documentados en cronología romana, pero con mayores porcentajes. Además, los hongos coprófilos continúan apareciendo y con representaciones más altas y crecientes. A este elenco de coprófilos pasa a unirse un cuarto, *Cercophora*, que vendría a ratificar el hecho de que la ganadería en las cercanías de la turbera adquirió gran importancia desde la Edad Media. Junto con esta mayor presión pastoral, siguen aumentando los porcentajes de *Fagus*. Pero, aunque se incrementan los porcentajes de este taxón arbóreo, en general, los porcentajes arbóreos disminuyen progresivamente. Se produce, además, una matorralización, con el brezal-tojal siendo dominante (*Erica*, *Calluna vulgaris* y *Cytisus/Ulex* tipo). Al final del diagrama se identifica un aumento constante de los porcentajes de *Pinus pinaster* y la aparición de *Eucalyptus*. Ambos estarían relacionados con cultivos forestales y con la documentación de ascosporas de *Chaetomium*, hongo carbonícola. El uso del fuego para abrir los espacios, junto con la matorralización, el cultivo de especies forestales y las prácticas ganaderas son los desencadenantes del paisaje que vemos hoy día en el entorno del Alto de la Espina. Finalmente, el factor de enriquecimiento en plomo muestra un aumento creciente de sus valores en la zona superior de la secuencia, que se relaciona con la creciente contaminación atmosférica asociada desde la revolución industrial hasta nuestros días.

Más información

López-Merino (2009)

LAS DUEÑAS

Costa atlántica, Cudillero, Asturias
Holoceno (11.366-<3871 años cal. BP)



Figura 90. Vista de la turbera de Las Dueñas

La turbera de Las Dueñas (43° 33' 43" N, 06° 10' 18" O; 127 m s.n.m.) (Fig. 90) se localiza en la rasa costera, en el Concejo de Cudillero, en la zona centro occidental de Asturias. Se emplaza entre la Concha de Artedo y la Punta de Castañal en el piso colino, dentro de un ombroclima húmedo. Esta turbera es de tipo minerotrófico, siendo muy abundantes los musgos del género *Sphagnum*, que se distribuyen según el grado de inundación del área, la atrapamoscas (*Drosera rotundifolia*), varias especies arbóreas dispersas como alisos (*Alnus glutinosa*), sauces (*Salix* sp.) y pinos (*Pinus pinaster*), y diversos helechos como *Osmunda regalis*, *Pteridium aquilinum* y *Equisetum ramosissimum*. En los bordes de la turbera se instalan brezales (*Erica mackaiana*, *Erica tetralix* y *Calluna vulgaris*) con *Molinia caerulea*. A nivel biogeográfico, el área se sitúa dentro de la región Eurosiberiana, cuyas características climáticas son las adecuadas para el desarrollo de formaciones caducifolias con especies como robles (*Quercus robur*), abedules (*Betula alba*), alisos (*Alnus glutinosa*) y avellanos (*Corylus avellana*), entre otras; acompañadas de arbustos como

Ulex europaeus y diversas especies del género *Erica*. La zona de estudio, con unas 27 hectáreas de extensión, es sin duda alguna la mayor de las turberas litorales de Asturias y goza de protección especial según el Decreto 99/2002 de 25 de julio, en el cual se declara como el Monumento Natural la Turbera de Las Dueñas (Cudillero) (B.O.P.A. 2002).

Durante el sondeo de la turbera se obtuvo un testigo sedimentario de tan sólo 50 cm, estudiándose polínicamente 33 muestras. Se analizaron cada 1 cm los 30 cm inferiores del testigo, constituidos por turba, y cada 10 cm los 20 cm superficiales, ya que estos últimos, al tratarse de restos de esfagnos muy fibrosos y poco compactados, no pudieron estudiarse a mayor resolución. Sobre el mismo testigo se efectuaron tres dataciones, que quedan recogidas en la tabla 22. Aunque la turbera tenga su comienzo en los inicios del Holoceno, parece que haya podido existir algún hiato que podría afectar al Holoceno medio. Estos hechos, en buena lógica, dificultan la interpretación diacrónica de la secuencia.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Método
Ua-32241	24-25	3570 ± 40	3723-3978	3871	AMS
Ua-32081	37-38	9485 ± 70	10.570-11.089	10.771	AMS
Ua-32242	48-49	9955 ± 40	11.249-11.604	11.366	AMS

Tabla 22. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Las Dueñas (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). López-Merino (2009)

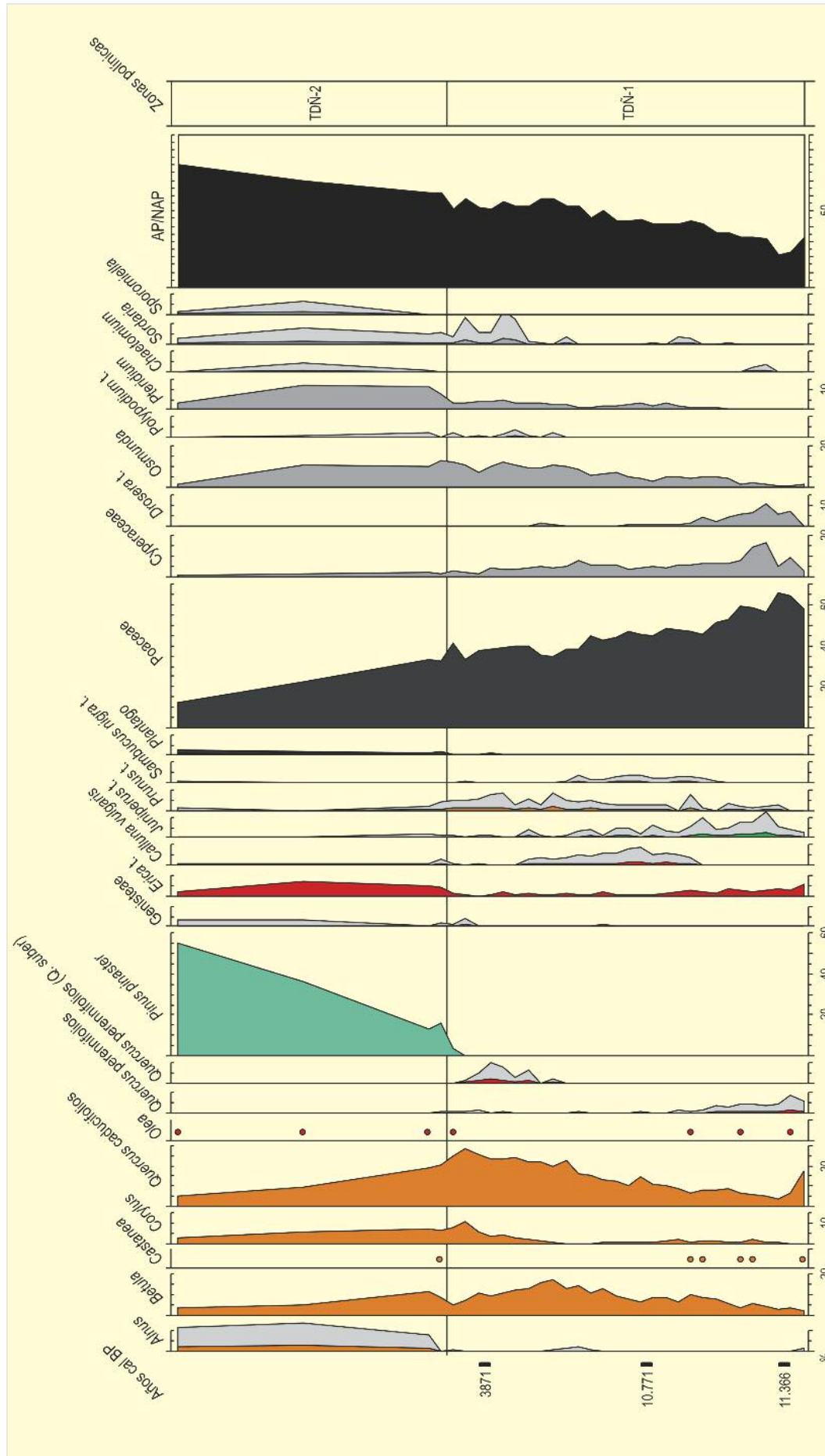


Figura 91. Diagrama polínico sintético de la turbera de Las Dueñas. Redibujado de López-Merino et al. (2006) y López-Merino (2009)

En general, la secuencia de Las Dueñas (Fig. 91), en un área costera bajo influencia atlántica, apunta la presencia, de un paisaje abierto de carácter graminoide en las inmediaciones de la turbera, y por ello del mar, y de bosques planocaducifolios de roble y abedul acompañados de avellano como vegetación regional durante el Holoceno inicial. Desafortunadamente, aunque el registro recoge los inicios del Holoceno, apenas parece recoger el Holoceno medio. Sedimentos costeros, datados entre 7000 y 4000 años cal. BP, fueron analizados paleobotánicamente en las cercanías de Villaviciosa (Asturias) (García-Antón *et al.* 2006, García-Amorena 2007, García-Amorena *et al.* 2008) y mostraron que los territorios litorales y pre-litorales tuvieron un papel muy importante como senderos de transición en la migración altitudinal y latitudinal de la vegetación.

En Las Dueñas, varios son los taxones arbustivos que aparecen en la primera mitad del diagrama (TDÑ-1), tales como *Calluna vulgaris*, *Erica*, *Juniperus*, *Prunus* y *Sambucus nigra*. En esta primera mitad, cobran importancia en el seno de la turbera los elementos hidrohigrófilos (Cyperaceae, *Drosera rotundifolia*, *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*), indicando condiciones húmedas típicas de un clima atlántico, característico de los inicios del Holoceno en el área de estudio y en general en el centro-norte peninsular.

En la segunda mitad de la secuencia (TDÑ-2) se hace patente un cambio en la composición de la vegetación, ya que *Pinus pinaster*, plantado en las inmediaciones de la turbera, adquiere porcentajes cada vez más importantes en detrimento de abedules, avellanos, robles y sauces. Ericáceas (*Erica*, *Calluna vulgaris*) y tojos (*Cytisus/Ulex*) son los arbustos más importantes en esta zona, indicando una matorralización del medio, mientras que los arbustos acompañantes del bosque de robles, tales como prunos y saúcos, desaparecen.

Las plantas hidrohigrófilas mantienen porcentajes similares, pero sólo son importantes *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*; mientras que los microfósiles no polínicos adquieren mayor importancia, sobre todo los hongos coprófilos relacionados con actividades de pastoralismo (*Sordaria* y *Sporormiella*) y un hongo carbonícolico indicador de incendios (*Chaetomium*). La escasa resolución cronológica para esta zona superior de la secuencia impide detallar con precisión la fecha de cultivo de *Pinus pinaster*. Con toda probabilidad, debe relacionarse con dicho cultivo la identificación, únicamente en TDÑ-2, de *Chaetomium*.

Aunque la franja atlántica de la Península Ibérica esté sumida en el mundo eurosiberiano, donde las formaciones forestales dominantes en la actualidad son bosques caducifolios, existen zonas refugio de formaciones esclerófilas que, aunque cuentan con reducidas dimensiones, tienen mucha importancia. En Las Dueñas, desde la base del

testigo hasta el techo de la secuencia, se detecta la presencia continua de tipos polínicos de ciertas especies principalmente mediterráneas como la encina y, en menor medida, el acebuche. Lo más probable es que el encinar enriquecido con acebuche ocupara los acantilados costeros cercanos a la turbera, donde los suelos serían más raquíuticos. Tales datos apuntan a la posible presencia de refugios de flora termófila desde los inicios del Holoceno, aunque los bajos porcentajes de encina y acebuche supondrían una escasa extensión de tales formaciones forestales.

Durante el Holoceno final, estos encinares costeros han perdido importancia, como muestra su desaparición en TDÑ-2. Además de la aparición de polen de encina, se ha detectado polen de alcornoque (*Quercus suber*) en el diagrama, aunque únicamente al final de TDÑ-1, lo que indicaría un desarrollo muy concreto en el tiempo. Actualmente, el alcornoque es una especie catalogada como de interés especial en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias (B.O.P.A. 1995). En Asturias, las poblaciones conocidas, auténticos reductos del pasado, se sitúan en las cuencas media y alta del Navia, en altitudes inferiores a 500 m, formando parte de los robledales de la zona. En el caso de la secuencia de Las Dueñas es probable que existieran este tipo de formaciones de manera regional en un momento climático especialmente húmedo tal y como se confirma por el inicio de la curva de *Polypodium vulgare*. La existencia de una datación cercana a la aparición de *Quercus suber*, permitiría situar el inicio del desarrollo temporal del alcornocal en el entorno de Las Dueñas anterior a 4000 años cal. BP.

A diferencia de otros taxones arbóreos, el aliso (*Alnus*) aparece sólo puntualmente en TDÑ-1 no siendo hasta TDÑ-2 cuando su presencia se hace continua, posiblemente como respuesta a una mayor disponibilidad de agua dulce en áreas cercanas a la costa debido a cambios geomorfológicos o climáticos al final del Holoceno. En el caso de Las Dueñas, este hecho debería encuadrarse en los últimos 3000 años. Es probable que esta mayor disponibilidad hídrica respondiera a condiciones climáticas más húmedas, como son las que definen el evento 2800 años cal. BP, un período especialmente húmedo caracterizado por una repentina elevación del contenido en ¹⁴C atmosférico entre 2750-2450 años cal. BP, que implicó el trasvase de unas condiciones climáticas cálidas y continentales a otras más oceánicas. Como consecuencia de este evento, el nivel freático se elevaría, lo que podría haber supuesto el progreso de la aliseda del área de Las Dueñas.

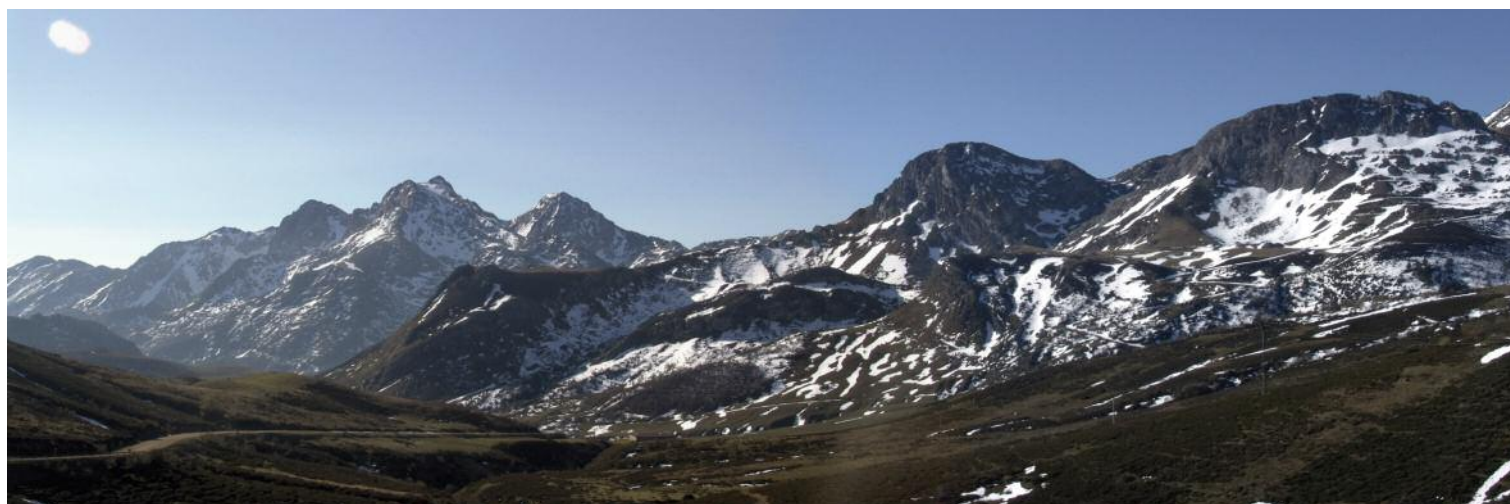
Más información

López-Merino *et al.* (2006), López-Merino (2009)

CUEVA DE LOS AZULES

Cangas de Onís, Asturias

Pleistoceno superior-Holoceno inicial (> 11.000-9430 años BP)



JA. SUAREZ GONZALEZ

Figura 92. Los Mamprodes-Picos de Europa

La Cueva de los Azules (43° 21' 22" N, 05° 07' 40" O, Cangas de Onís, Asturias) se abre en la ladera sur del Monte Llueves a unos 80 m s.n.m. en la confluencia de los ríos Güeña y Sella.

El yacimiento se encuentra a unos 18 km de distancia del mar en los primeros contrafuertes del macizo de Picos de Europa. La cuenca de Cangas de Onís forma parte de la depresión prelitoral

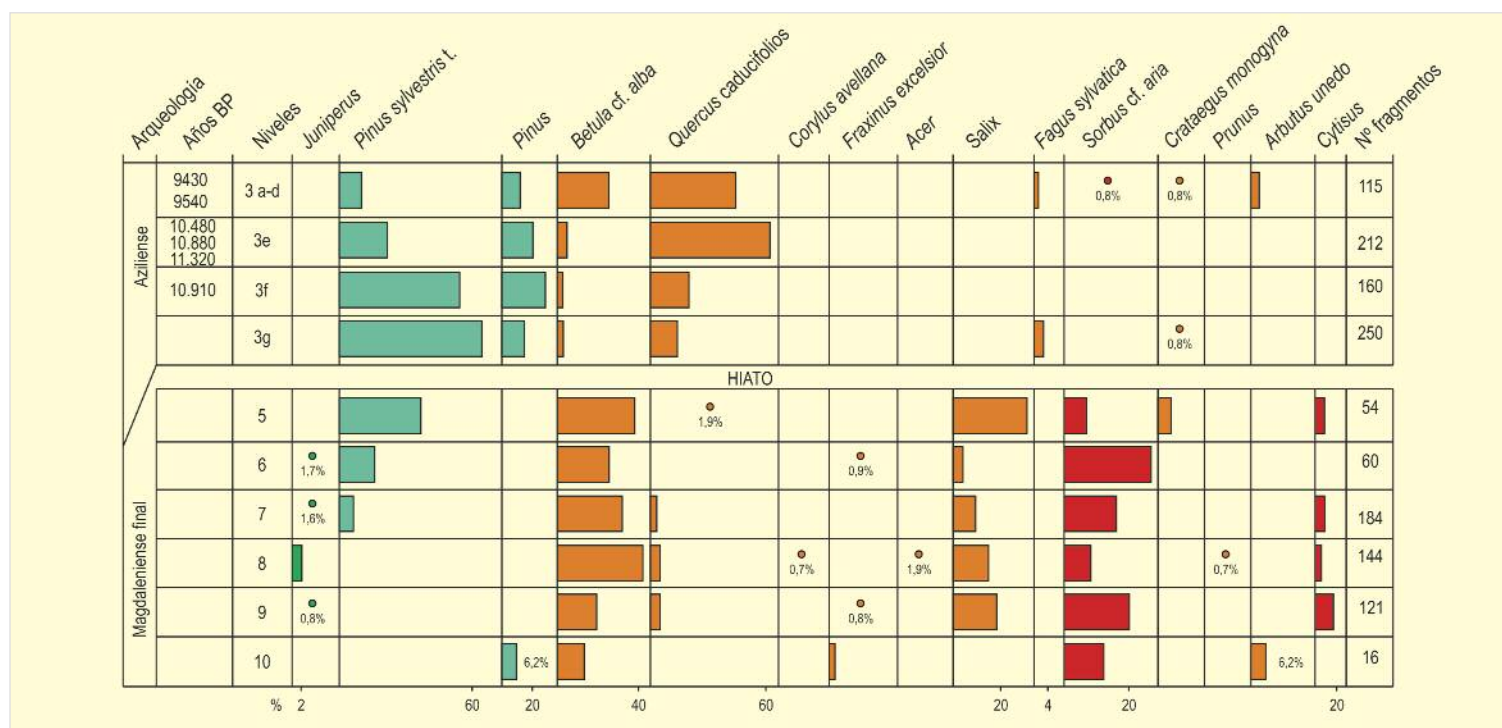


Figura 93. Diagrama antracológico de la cueva de Los Azules. Redibujado de Uzquiano (1992, 1995)

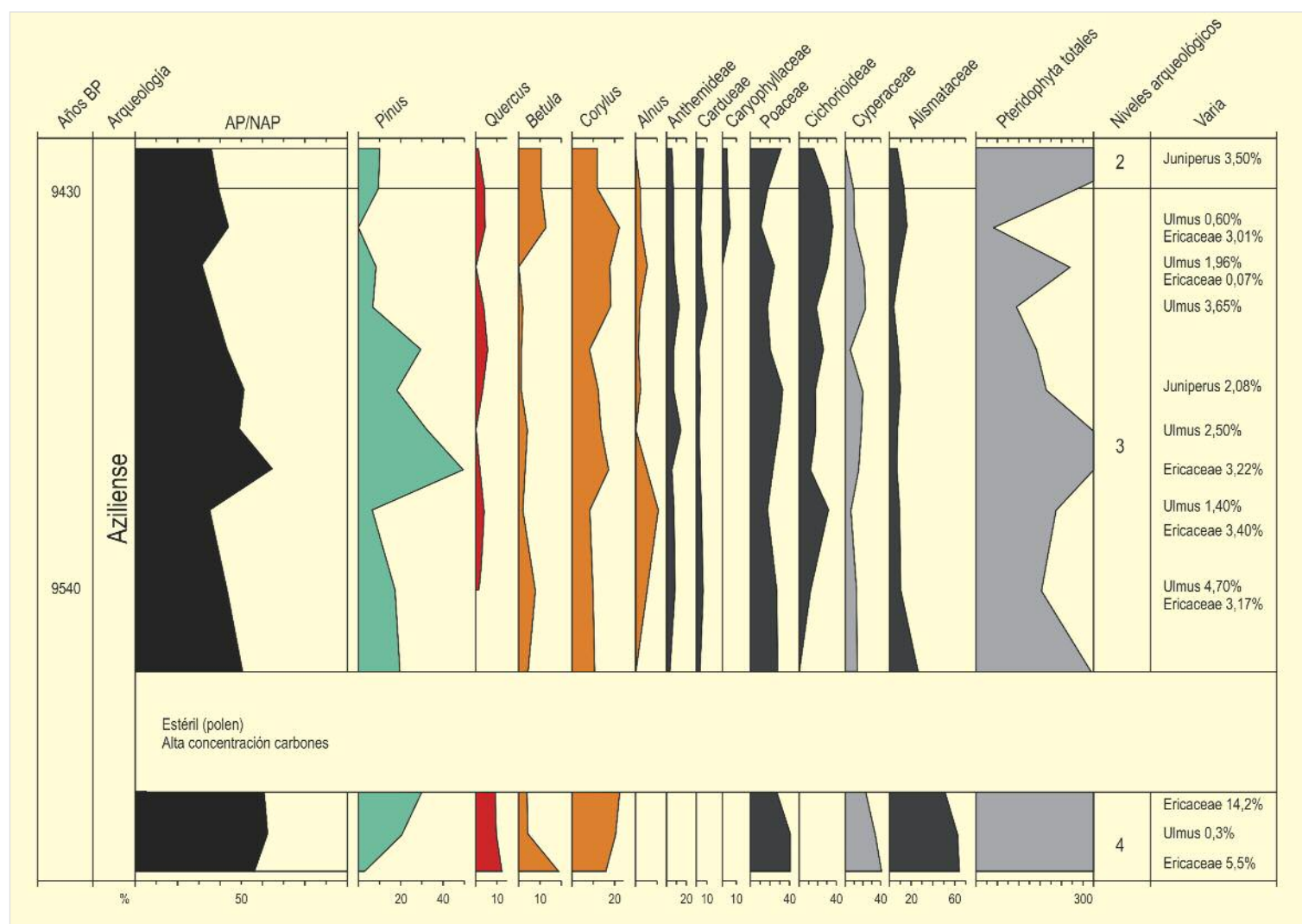


Figura 94. Diagrama polínico de la cueva de Los Azules. Redibujado de López-García (1981)

que discurre de este a oeste entre la Sierra del Cuera y los Picos de Europa. La vegetación del entorno del yacimiento forma parte del bosque caducifolio acidófilo con *Quercus robur* y *Castanea sativa*.

La cueva ha registrado una secuencia estratigráfica de 10 niveles adscritos culturalmente al Magdaleniense final (niveles 10 al 6) y al Aziliense (niveles 5 y 3 separados por una costra estalagmítica-nivel 4) (Fernández-Tresguerres 1980). El nivel 3 ha sido subdividido en varias capas, unas inferiores (e-g) con dataciones radiométricas comprendidas entre 11.000-10.000 años BP, y otras capas superiores (a-d) que pertenecen al inicio del Holoceno, datado entre 9500 y 9400 años BP (Meildejoh & Straus 1986).

El estudio antracológico (Fig. 93) fue realizado por Uzquiano (1992, 1995), cuyo registro indica el dominio de *Betula* (37%) en los niveles del Magdaleniense final seguido de *Sorbus* y *Salix* (20% y 19%). *Pinus sylvestris* aparece en los niveles superiores entre 6-15%. Los *Quercus* caducifolios, *Corylus Fraxinus* y *Acer* presentan valores muy bajos y su presencia es discontinua (Uzquiano 1992). La cronología de estos niveles se estima anterior a 11.000 años BP. El dominio del abe-

dul estaría en consonancia con condiciones de tipo interstadial análogas a las registradas en La Pila (Cantabria) y en el nivel II de Santa Catalina (País Vasco). *Pinus sylvestris* domina en la base del nivel 3 aziliense pero experimenta un descenso gradual (65-22%) en favor de los *Quercus* caducifolios (12-54%). La presencia de *Betula* es muy discreta (2-4%). Esta dinámica está en relación con la transición Dryas reciente-Preboreal. Hacia 9500 años BP, inicios del Holoceno, *Quercus* (>40%), *Betula* (24%) y *Pinus* (10%) son los taxones principales explotados por los grupos azilienses. Presencias puntuales de *Fagus sylvatica* han quedado registradas hacia >10.900-9500 años BP (Uzquiano 1992, 1995).

Previamente a los trabajos antracológicos, López-García (1981) realizó el estudio palinológico de los niveles 1 a 4 correspondientes al Tardiglacial-Holoceno (9540-9430 años BP), un periodo muy corto, que según la autora corresponde casi en su totalidad al Aziliense (Fig. 94). El espectro polínico muestra en general altos porcentajes en polen arbóreo, con la presencia casi constante de *Alnus*, *Corylus* y *Ulmus*. Destacar los tres máximos de Cyperaceae, Alismataceae y helechos que se dan en los tres niveles (2, 4 y 4) indicando momentos húmedos para este territorio.

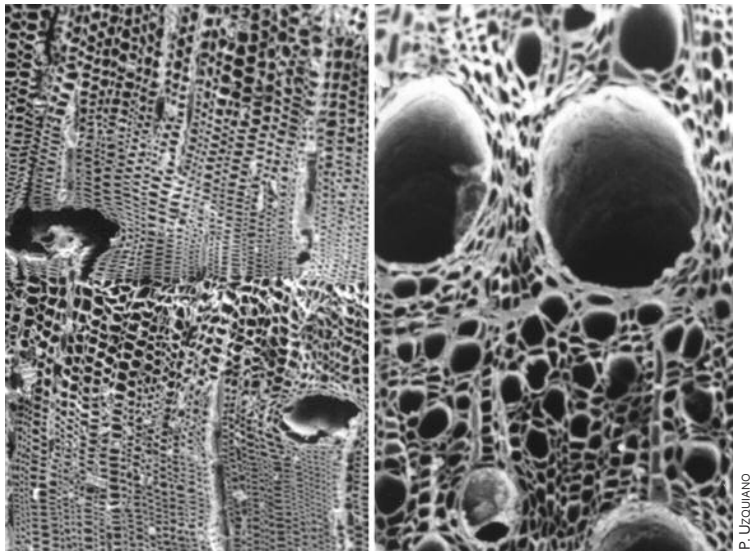


Figura 95. Muestra de carbón de *Pinus sylvestris* (izda.) y *Quercus caducifolia* (dcha.)

El nivel 4, viene caracterizado por el máximo desarrollo de AP (*Pinus* y *Corylus*), así como de gramíneas, bien representadas con porcentajes en torno al 40%. La parte inferior del nivel 3 es palinológicamente estéril, aunque sí presenta altos porcentajes en carbones por la presencia de hogares que, según la autora podrían haber destruido los pólenes presentes en este nivel por las altas temperaturas. Se observa una tendencia a la disminución de la masa arbórea, sin embargo hacia la mitad de este nivel hay un pico de hasta el 64% en AP debido al aumento de los pinares. Entre las herbáceas predominan las gramíneas respecto a las Cichorioideae. Finalmente en el nivel 2, se observa un predominio de *Corylus* dentro de AP y, a

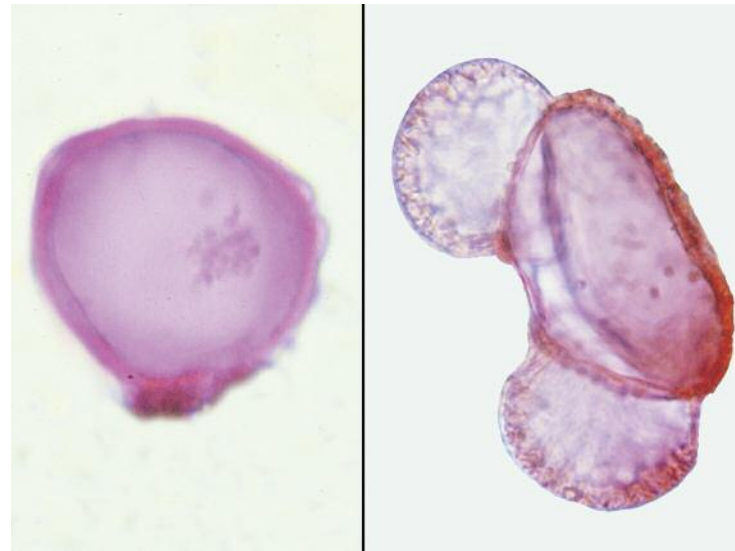


Figura 96. Polen fósil a microscopio óptico de *Corylus* (izqda.) y *Pinus* (dcha.)

diferencia del anterior nivel, Cichorioideae aumenta con respecto a Poaceae, siendo también un momento húmedo.

En definitiva, la buena representación de la masa arbórea, junto a los indicadores de la alta humedad, sitúan el estudio palinológico de estos niveles en el Preboreal, tal y como lo indican también las dataciones de radiocarbono.

Más información

López-García (1981), Uzquiano (1992, 1995)

MONTE AREO

Prelitoral cercano a Gijón, Carreño, Asturias
Holoceno (11.229 años cal. BP-actualidad)



Figura 97. Vista de la turbera de Monte Areo (izquierda) y de la aliseda pantanosa que hay en sus alrededores (derecha)

La turbera de Monte Areo ($43^{\circ} 31' 44''$ N, $05^{\circ} 46' 08''$ O; 200 m s.n.m.) está situada en el humedal de la Cañada del Reguerón, en la zona prelitoral central de Asturias, muy cercana a la ciudad de Gijón, bajo un ombroclima húmedo y un clima atlántico con inviernos suaves y húmedos salpicado con períodos eventuales de sequía estival. La Cañada del Reguerón es una cubeta sin drenaje

asociada a edafismo hidromorfo. Las carbayedas potenciales oligótroficas no existen como tales, y tan sólo se observan algunos robles (*Quercus robur*), castaños (*Castanea sativa*), abedules (*Betula alba*), arraclanes (*Frangula alnus*), avellanos (*Corylus avellana*) y perales silvestres (*Pyrus cordata*). Estos terrenos están ocupados en la actualidad, en su mayoría, por cultivos de eucalipto (*Eucalyptus*

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Método
Ua-23610	21,5-24	235 ± 40	0-429	274	AMS
Ua-24522	31,5-34	760 ± 40	656-761	696	AMS
A-13500	38-43	1175 ± 50	967-1255	1100	convencional
Ua-23611	43-45,5	1430 ± 40	1288-1391	1331	AMS
Ua-24523	52,5-55	2220 ± 40	2146-2336	2232	AMS
Ua-23612	62,5-6,5	4750 ± 50	5325-5589	5497	AMS
Ua-24524	70-72,5	5335 ± 50	5991-6276	6115	AMS
Ua-34504	75-77,5	5815 ± 50	6495-6736	6617	AMS
Ua-23613	87-89,5	6410 ± 55	7252-7429	7345	AMS
Ua-24526	115-117,5	7045 ± 60	7731-7976	7877	AMS
Ua-23614	127,5-130	8940 ± 70	9786-10.234	10.046	AMS
Ua-23615	142,5-145	9810 ± 75	10.879-11.595	11.229	AMS

Tabla 23. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Monte Areo (Asturias). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). López-Merino (2009)

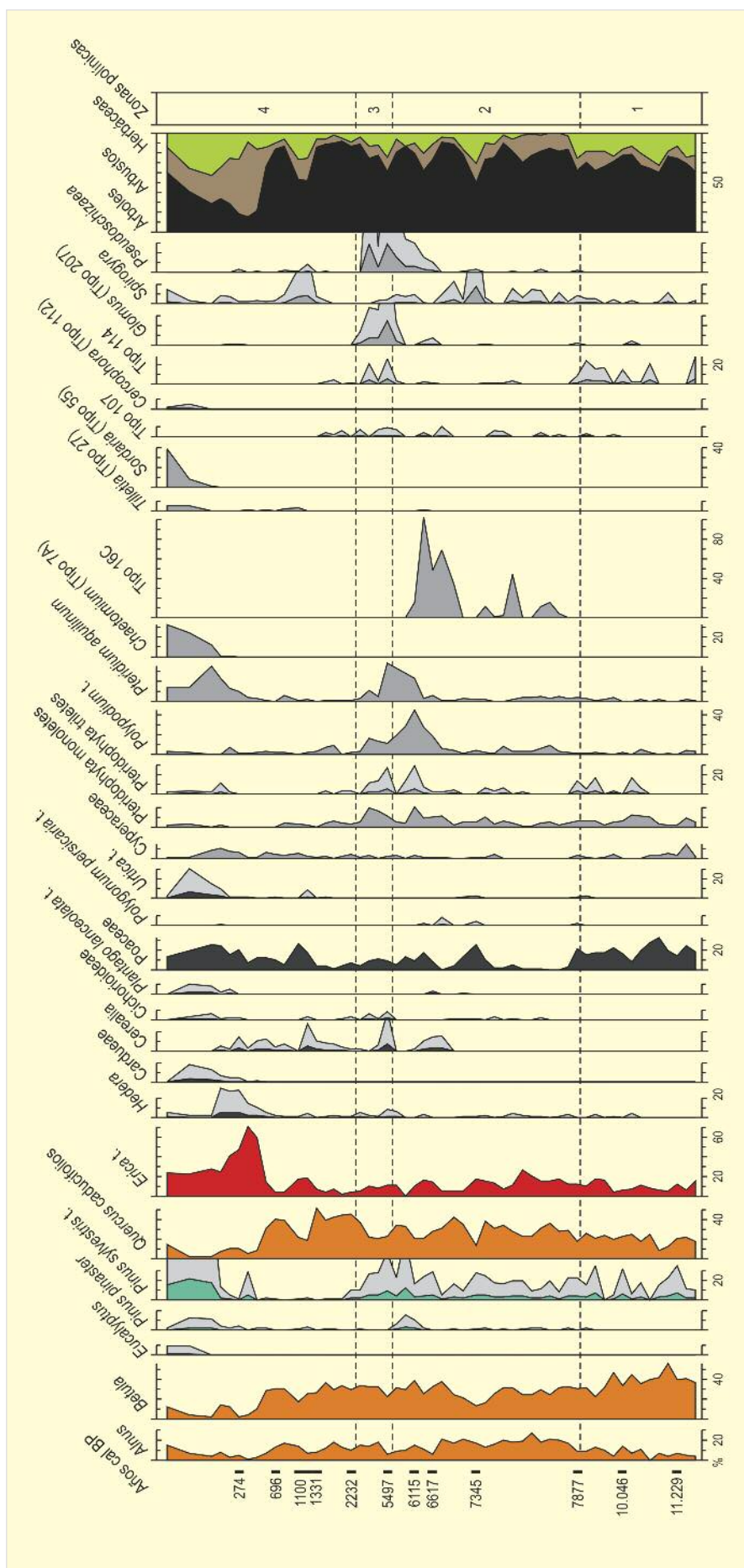


Figura 98. Diagrama polínico sintético de la turbera de Monte Areo. Redibujado de López-Merino (2009) y López-Merino et al. (2010)

globulus) y matorrales sobre sustratos silíceos, con tojos (*Ulex europaeus*), acompañados de distintas especies de ericáceas (*Erica ciliaris*, *E. mackaiana* y *Calluna vulgaris*), así como de *Lithodora prostrata* y *Pteridium aquilinum*. Debido a la degradación de los bosques, también aparecen praderas de siega de comunidades herbáceas que se mantienen antrópicamente. La aliseda (*Alnus glutinosa*) sobre terrenos pantanosos se encuentra muy bien desarrollada en la zona y está caracterizada por un sotobosque con densas macollas de *Carex paniculata* y diversos helechos como *Osmunda regalis* y *Athyrium filix-femina*. Las turberas en el Monte Areo tienen una gran diversidad florística. Las más planas están dominadas por *Juncus bulbosus*, *Anagallis tenella*, *Scutellaria minor* y diversos cárcices (*Carex*), mientras que las turberas abombadas están constituidas por especies de esfagnos (*Sphagnum*), *Drosera rotundifolia*, *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, etc. En general, la eliminación de la vegetación forestal primigenia, la expansión de formaciones arbustivas como el tojal-breza, favorecida por los sucesivos eventos de quema y la recurrente ganadería, junto con la plantación de especies forestales alóctonas (como pinos y eucaliptos) son las características comunes de los actuales paisajes colinos de la provincia asturiana.

Existen varios yacimientos arqueológicos en las cercanías de la sierra de Monte Areo que atestiguan la presencia de grupos humanos desde tiempos prehistóricos. Entre ellos, el más destacable es el conjunto megalítico de Monte Areo, formado por túmulos y dólmenes, que se expande desde el Neolítico hasta el Calcolítico en la propia sierra. En otras áreas cerca de la ciudad de Gijón se emplazan otros yacimientos más recientes que cubren las cronologías entre la segunda Edad del Hierro y la Época Medieval. Este hecho hace que esta secuencia resulte ideal para estudiar el modo de vida de los grupos que habitaron esta zona o sus alrededores y su impacto.

El registro sedimentario de Monte Areo abarca el Holoceno (Tabla 23) y un resumen de los datos polínicos puede observarse en la figura 98. Estos espectros polínicos se han dividido en cuatro zonas polínicas (López-Merino *et al.* 2010). El inicio de la secuencia (MTA-1, 11.600-8000 años cal. BP) se caracteriza por los altos porcentajes de *Betula*, siendo el tipo polínico dominante. Su carácter heliófilo probablemente le favoreció como colonizador al inicio del Holoceno. Los valores de *Pinus sylvestris*, en cambio, son muy bajos, y se explicarían como un vestigio de la vegetación arbórea que debió de existir en las fases más frías y secas del Dryas reciente. Adicionalmente, *Alnus* y los *Quercus* caducifolios están bien desarrollados desde el comienzo del Holoceno.

La zona polínica MTA-2 (8000-5500 años cal. BP) muestra un incremento general de los valores de polen arbóreo sobre todo debido a la proliferación de los robles y alisos a expensas de las formaciones de *Betula*. También durante esta zona ocurre una gran expansión de los porcentajes del tipo esporal MNP T16C, que probablemente esté haciendo referencia a condiciones más secas o a una mayor evapotranspiración como consecuencia de las temperaturas más elevadas

que caracterizan el Óptimo Climático. De esta última manera también pueden interpretarse los altos valores de *Spirogyra*, puesto que necesita altas temperaturas primaverales para su esporulación, y la aparición esporádica de *Pinus pinaster*, que viviría sobre sustratos arenosos cercanos a la costa. En esta zona se detectan dos episodios puntuales en los que se produce un descenso de los valores arbóreos. El primero de ellos (90-85 cm) se caracteriza por el gran descenso de *Quercus* caducifolios y *Betula*, el incremento de los porcentajes de *Erica* y la aparición de un elenco de palinomorfos relacionados con actividades antrópicas (Cichorioideae, *Plantago lanceolata*, *Polygonum persicaria* y *Urtica dioica*), y podría ser consecuencia de un impacto pastoril temprano. Mientras que el segundo (80-75 cm) corresponde con el inicio del cultivo de cereal en la zona desde inicios del Neolítico y está acompañado por microfósiles indicadores de procesos erosivos como *Glomus* y *Pseudoschizaea* y por un incremento de los helechos que, probablemente, ocuparían las áreas clareadas.

En MTA-3 (5500-2200 años cal. BP) se observa un descenso de la cobertura arbórea, lo cual puede estar relacionado con dos procesos diferentes. El primero es una segunda fase en el cultivo del cereal durante finales del Neolítico, que muestra los valores más altos de toda la secuencia y que, como en la zona anterior, se relaciona con el incremento de procesos erosivos y otros indicadores antrópicos. El segundo proceso podría ser el empeoramiento de las condiciones ambientales marcadas por el inicio de la neoglaciación, tal y como se observa con la desaparición de *Pinus pinaster* y los menores porcentajes de *Spirogyra*.

En el inicio de la última zona polínica, MTA-4 (2200 años cal. BP-actualidad), se observa la recuperación del robledal, y un rápido descenso de los indicadores de procesos erosivos. Además, se produce la aparición de *Tilletia sphagni*, hecho consistente con los cambios observados en la estratigrafía de la secuencia que pasa de limos orgánicos a turba e indica el inicio de la formación de la turbera de Monte Areo. Tras la recuperación arbórea inicial se detectan dos nuevas fases de declive de las formaciones forestales. La primera de ellas (40-35 cm) ocurre a inicios de la Edad Media y coincide con un tercer incremento de los valores de Cerealia acompañado de la ocurrencia de taxones ruderales (*Urtica dioica* y Cichorioideae). En cambio, la segunda (27-0 cm) acontece desde Época Moderna y representa un cambio mucho más dramático en el paisaje, ya que se detecta la introducción de especies alóctonas (*Eucalyptus*), la reforestación con pinos y una larga modificación de la estructura de la vegetación debido al uso continuado del fuego (*Chaetomium*) y al pastoreo (*Sordaria* y *Cercophora*). En paralelo aumentan marcadamente los porcentajes arbustivos, indicando el desarrollo de los característicos tojales-brezales, y tipos herbáceos relacionados con el impacto humano (Cichorioideae, *Plantago lanceolata*, *Urtica dioica* y Cardueae) que caracterizan los paisajes actuales en la zona.

Más información

López-Merino (2009), López-Merino *et al.* (2010)

NAVIA

Estuario de Navia, Navia, Asturias
Holoceno (9830-9300 años cal. BP)



Figura 99. Muestras de *Alnus glutinosa* extraídas de la pila 9 del yacimiento de Navia (NAV.02.AS.15.02.05), a 3 m de profundidad



Figura 100. Muchas veces hay que combinar varias técnicas para llegar a identificar un macrorresto. En el caso de la muestra NAV.02.AS.15.02.05 (*Alnus glutinosa*) hubo que hacer uso del microscopio óptico de luz reflejada para observar los detalles anatómicos del corte transversal

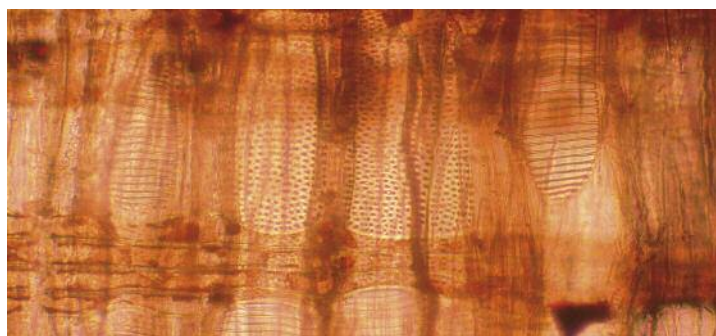


Figura 101. Corte radial de la muestra NAV.02.AS.15.02.05 observado con el microscopio óptico de luz transmitida. Detalle de las punteaduras y perforaciones escalariformes con numerosas barras de los vasos correspondientes a *A. glutinosa*

El estuario de Navia (43° 31' 43" N, 06° 43' 26" O; 4 m s.n.m.) consiste en un relleno de sedimentos holocenos sobre un antiguo valle excavado en materiales Jurásicos del Permo-triásico, del Triásico (Bundsandtein) y del Jurásico. De los sondeos realizados con motivo de la construcción de la autovía del cantábrico se deduce un complejo proceso de relleno del valle similar al de la ría de Villaviciosa (Pagés *et al.* 2003). En él entrarían en juego distintas fases aluviales, erosivas en unas zonas y de sedimentación en otras, en alternancia con fases de intrusión marina. Las dataciones más profundas arrojan edades de 8050 años BP y 8550 años BP (García-Amorena 2007).

Los sondeos se encuentran muy próximos al mar, en el piso colino húmedo. La vegetación del entorno está constituida por bosques muy alterados y fragmentados, alternando con matorrales, prados de siega y cultivos de pinos y eucaliptos. El estrato arbóreo de los bosques está constituido mayoritariamente por taxones caducifolios eurosiberianos (*Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Betula* y *Salix*), mientras que Genisteas (*Ulex europaeus*, *Genista hispanica*, *Cytisus striatus*) y *Pteridium aquilinum* son los taxones más abundantes entre los matorrales.

Los procesos de excavación de las pilas del viaducto, sacaron a la luz troncos de entre 3 y 28 m de profundidad. Cuatro de los cuales fueron estudiados en el laboratorio de Botánica de la ETSI de Montes de la UPM. La identificación fue realizada mediante preparación de los planos principales en lámina delgada.

Tres de los restos obtenidos provienen de la pila 4, a 28 m de profundidad (García-Amorena 2007). Son pequeños fragmentos de *Quercus* caducifolio de un máximo de 10 cm de lado, no pudiéndose descartar que provengan del mismo tronco. El análisis radiocarbónico de uno de los fragmentos indica una edad 2σ (95% p) de 9300-9830 años cal. BP. El otro macrorresto estudiado consiste en varios fragmentos de tronco de *Alnus glutinosa* (Figs. 99 a 101), extraído de la pila 9, a 3 m de profundidad. La disposición de los anillos de crecimiento indica que provienen de un tronco de al menos 60 cm de diámetro.

Más información

García-Amorena (2007)

MAZACULOS

La Franca, Ribadeva, Asturias oriental
Holoceno (7840-5840 años cal. BP)

Mazaculos es el nombre de una propiedad situada sobre un macizo kárstico costero que domina la desembocadura del río Cabra en la ría asturiana de La Franca, que a su vez vierte sus aguas en la playa epónima. La cueva se abre en dirección noroeste a 35 m s.n.m. y a 300 m de distancia al mar (43° 23' 23" N, 04° 34' 51" O). El medio circundante se caracteriza por la presencia de macizos calcáreos que discurren de manera paralela a la costa y más al interior por las denominadas "Sierras Planas", antiguas plataformas de abrasión marina con substrato silíceo. La vegetación de las inmediaciones del yacimiento es un encinar que se dispone a lo largo de la franja costera sobre las elevaciones calcáreas. Las formaciones mejor conservadas se encuentran entre las rías de Tina Mayor y Tina Menor formando una cubierta vegetal bastante densa. Mazaculos y la vecina cueva de La Llana, situada a 8 km de distancia hacia el oeste en la comuna de Andrín, constituyen dos yacimientos clave donde se puso en evidencia el "Asturiense", facies local del Mesolítico cantábrico.

La estratigrafía de esta cueva incluye dos concheros, uno situado al exterior con dos dataciones radiométricas (12000-9200 años cal. BP en la base y 8550-7600 años cal. BP a techo) y otro situado en el interior de la cavidad, de cronología posterior. La estratigrafía de este conchero interior presentaba dos niveles de ocupación humana con gran abundancia de carbones y restos de malacofauna. Estos son el nivel A3 Mesolítico datado en 8200-7200 años cal. BP; A2 fondo desprovisto de datación, que representaría los últimos momentos del Mesolítico, y A2, que ha sido atribuido al

Neolítico debido a la presencia de restos de cerámica, con una datación de 5100 años BP. El análisis antracológico para los momentos del Holoceno medio, procede de este último conchero.

Las primeras identificaciones de carbones de este yacimiento fueron efectuadas por T.E. Díaz sobre unas pocas muestras recogidas de manera aleatoria del conchero exterior, en la base datada en 9200 años BP. Todas ellas fueron identificadas como *Quercus caducifolios*, excepto dos fragmentos que parecían pertenecer al género *Betula*. El estudio definitivo (Uzquiano 1992, 1995) (Fig. 102) efectuado en el conchero interior, muestra asimismo el dominio de *Quercus* de hoja caduca (*Quercus robur*, *Q. petraea* y *Q. pyrenaica*) seguido de *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior* a lo largo de toda la secuencia. *Quercus ilex* y *Quercus suber* aparecen de manera discreta solamente en el nivel A2 neolítico. *Pinus sylvestris* y *Betula* presentan valores muy bajos a lo largo de la secuencia. *Taxus baccata*, presente en el nivel A2 fondo mesolítico, alcanza un aumento considerable en A2 nivel neolítico. *Fagus sylvatica* aparece también con valores muy discretos en A3 y A2. Finalmente, la gran variedad de arbustos leñosos evidenciados en este yacimiento es notoria. Se incluyen Rosaceae (*Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria-torminalis*, *Sorbus domestica*, *Crataegus monogyna*, *Prunus mahaleb* y *Prunus spinosa-amygdalus*), Ericaceae (*Erica arborea*, *Erica* y *Arbutus unedo*) y Fabaceae (*Cytisus* y *Ulex*).

Más información

González-Morales (1980, 1982), Uzquiano (1992, 1995)

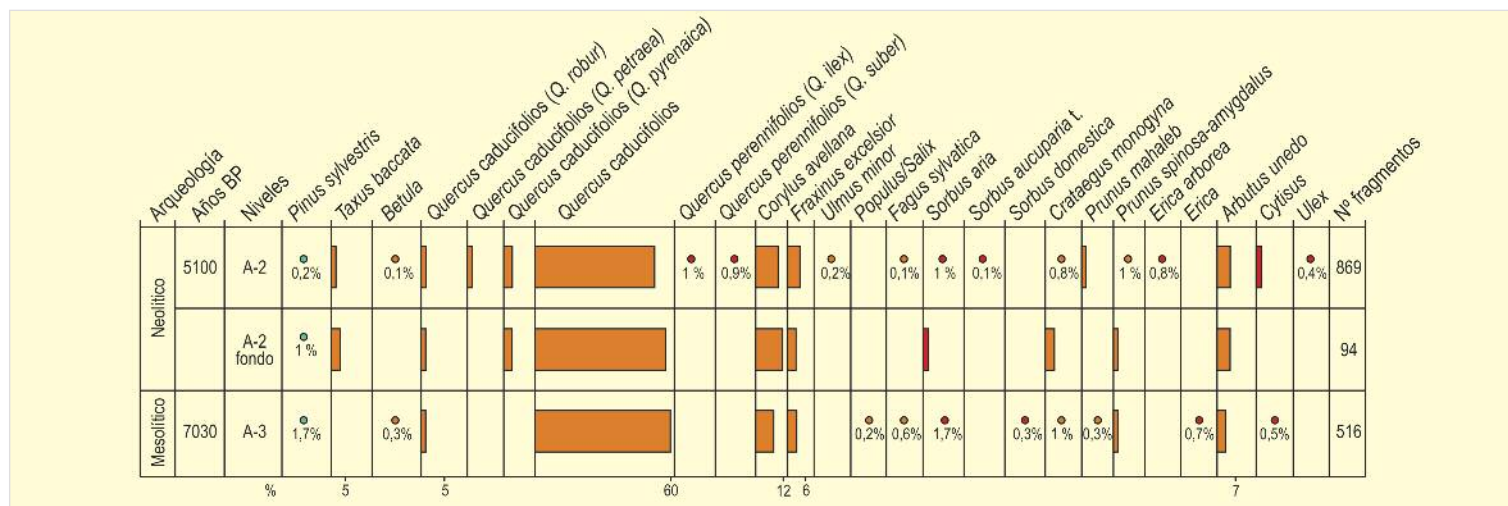


Figura 102. Secuencia antracológica de la Ría de La Franca en Asturias. Redibujado de Uzquiano (1992, 1995)

VILLAVICIOSA

Ría de Villaviciosa, Villaviciosa, Asturias
Holoceno (7080-2726 años cal. BP)



Figura 103. Vista aérea del estuario de la ría de Villaviciosa con el trazado de la autopista del Cantábrico. Los puntos marcan la posición de los 14 sondeos. El punto rojo indica el analizado en este estudio

La ría de Villaviciosa, se localiza en el litoral cantábrico, en las proximidades de la localidad asturiana del mismo nombre ($43^{\circ} 29' 15''$ N, $05^{\circ} 26' 00''$ O; 0 m s.n.m.). Se extiende a lo largo de unos 11 km, teniendo una anchura media de 1 km. En su desembocadura se ha originado un estuario, cuyos depósitos sedimentarios han sido analizados desde el punto de vista paleobotánico, tanto palinológicamente como para macrorrestos.

El área se enmarca dentro de un clima oceánico, con lluvias abundantes y regulares (media anual entre 1000 y 1200 mm) y temperaturas medias anuales entre $14,5$ y $13,8^{\circ}$ C. Se corresponde con la región fitogeográfica eurosiberiana caracterizada por una gran variedad de árboles mesófitos caducifolios como robles, abedules, alisos, fresnos, arces y avellanos, así como matorrales de *Ulex europaeus* y diversas especies de brezos. En algunos enclaves costeros próximos también aparecen árboles perennifolios, como *Quercus ilex*, *Olea europaea* y *Laurus nobilis* que incrementan la diversidad florística regional. El estuario está ocupado por una ma-

risma con comunidades halófitas y, fuera de la influencia salina, formaciones de *Juncus*, *Phragmites* y *Scirpus*.

La ría de Villaviciosa cuenta con un estudio sedimentológico y estratigráfico detallado (Pagés *et al.* 2003) gracias a la disponibilidad de 14 sondeos realizados en los estudios geotécnicos previos a la construcción de la autopista del Cantábrico (Fig. 103). Uno de estos sondeos (C-10), de 690 cm de profundidad, cuenta con dos dataciones de radiocarbono y se ha estudiado desde el punto de vista palinológico (García-Antón *et al.* 2006)

La secuencia polínica (Fig. 104) muestra una gran diversidad de especies (71 taxones de los cuales 17 son árboles). La variación temporal de los mismos ha permitido establecer tres zonas polínicas. Las zonas basales (zonas 1, 2) presentan altos porcentajes de polen arbóreo (80-90%), aunque la composición de los bosques es distinta. La zona 1, que se inicia hace unos 7000 años, representa un bosque mixto de planocaducifolios, donde robles y avellanos son las especies dominantes, acompañadas de abedules, hayas, tilos, alisos, olmos y sauces. También están relativamente bien representadas encinas y pinos.

En la zona 2, coincidiendo con una datación cercana a 3000 años cal. BP, ocurre un cambio importante: se expanden de forma notable los alisos, en detrimento de otros árboles, sobre todo *Quercus* caducifolios y perennifolios. El haya, que ya estaba presente al menos desde hace 7000 años, se expande en esta época.

Finalmente, la zona 3 muestra un territorio más deforestado en el que el polen arbóreo queda reducido a un 50-60%, fundamentalmente por el descenso de *Quercus*. Simultáneamente hay una expansión de los brezales y sobre todo de formaciones herbáceas. También están presentes de forma continua los cereales.

La secuencia polínica de Villaviciosa muestra grandes cambios en la vegetación, aunque no necesariamente asociados a cam-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Material
Beta-154349	250-255	2610 ± 70	2726	sedimentos orgánicos
Beta-154350	455-460	6180 ± 40	7080	madera

Tabla 24. Cronología de la secuencia polínica de Villaviciosa. García-Antón *et al.* (2006)

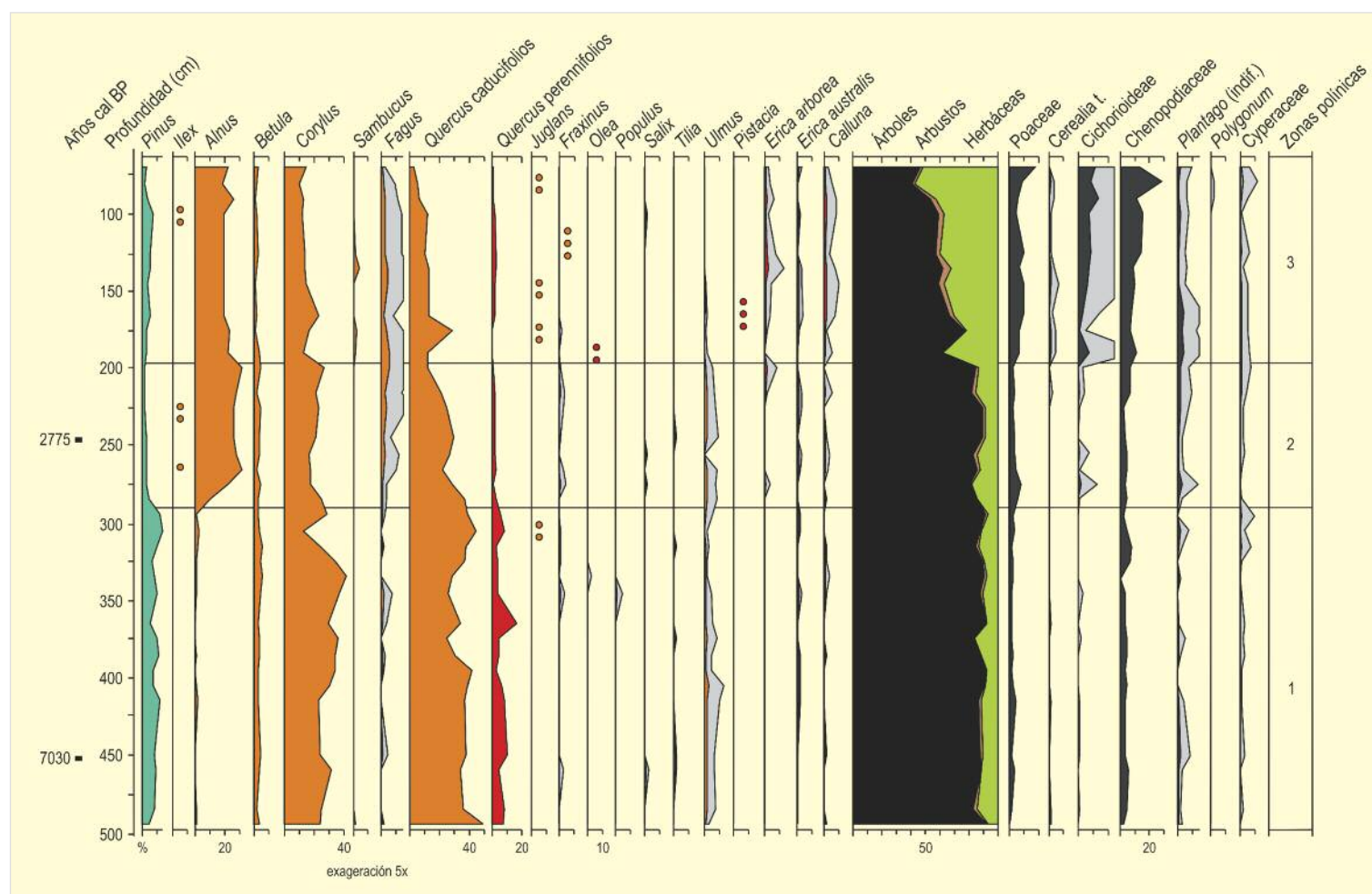


Figura 104. Diagrama polínico de la ría de Villaviciosa. Redibujado de García-Antón *et al.* (2006)

bios climáticos o antrópicos. Hace unos 7000 años, los bosques caducifolios de robles con avellanos y otros árboles mesófilos estaban ampliamente extendidos, ocupando zonas bajas y fondos de valle. También estaban presentes especies termófilas y esclerófilas, tal como puede apreciarse actualmente en algunas localidades costeras cercanas.

La expansión de las alisedas puede ser explicada considerando la dinámica de la parte interna del estuario. Hace unos 3000 años, tal como muestran los estudios sedimentológicos de foraminíferos y de diatomeas, el cauce activo de la ría se desplazó hacia el oeste, pasando de una facies de marisma a una supramareal (continental). La consiguiente ampliación del valle, con una llanura de inundación fluvial y un nivel freático alto, representaron condiciones adecuadas para el desarrollo de alisedas.

La parte final de la secuencia indica un manejo humano más intenso del territorio. La deforestación está encaminada a la formación de pastizales, aunque la curva de cereales, así como el favorecimiento de *Castanea* y *Juglans*, muestra también un uso agrícola próximo del territorio.

Finalmente, cabe destacar en toda la secuencia la presencia de taxones termófilos y esclerófilos, como *Quercus perennifolia* y ocasionalmente *Olea*, *Rhamnus*, *Pistacia* y *Ligustrum*. Este cortejo de plantas de ámbito mediterráneo está en concordancia con su presencia actual en determinados enclaves topográficos y edáficos dentro de la región eurosiberiana.

En Villaviciosa se dispone también de un estudio de macrorestos, que se comenta en consonancia con los de Pravia y Navia (Asturias). Se trata, en su conjunto, de sedimentos holocenos que rellenaron sendas rías y que actualmente no tienen contacto con el mar. Éstas fueron excavadas en periodos anteriores sobre materiales del permo-trías, del Triásico (Bundsandstein) y jurásicos.

Los tres yacimientos fueron puestos a la luz por las obras de la autovía del Cantábrico. Sólo en Villaviciosa se realizó un estudio a lo largo de un perfil de 200 m de longitud por 30 m de profundidad (Fig. 105); también allí se realizaron varios muestreos de columnas estratigráficas para búsqueda de macrorestos de pequeño tamaño. Además de madera, en la ría de Villaviciosa se obtuvieron restos foliares y de frutos. En las rías de Pravia y Navia se colectaron macro-

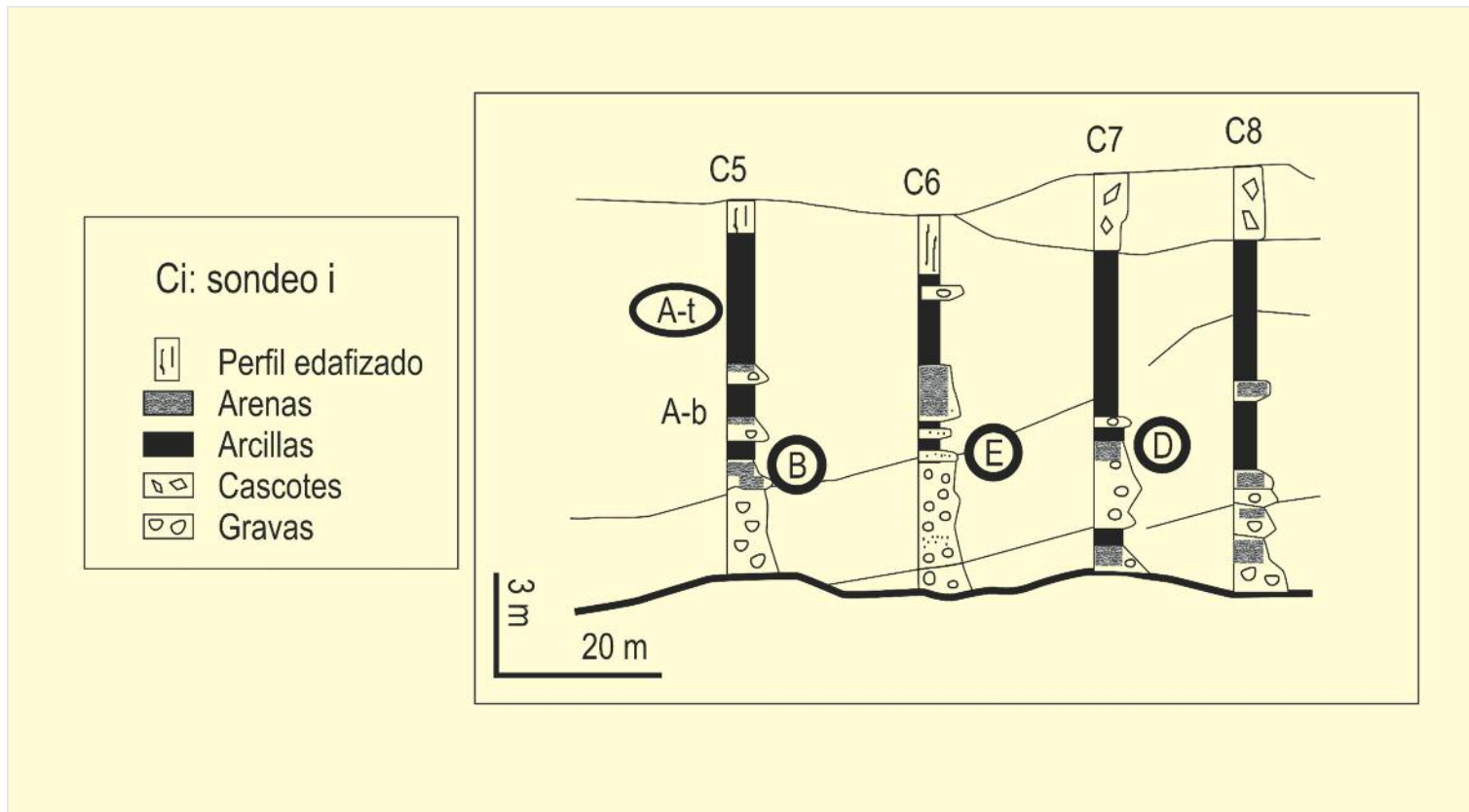


Figura 105. Perfiles estratigráficos del yacimiento de Villaviciosa, donde han sido hallados macrorrestos vegetales. Modificado de Pagés *et al.* (2003)

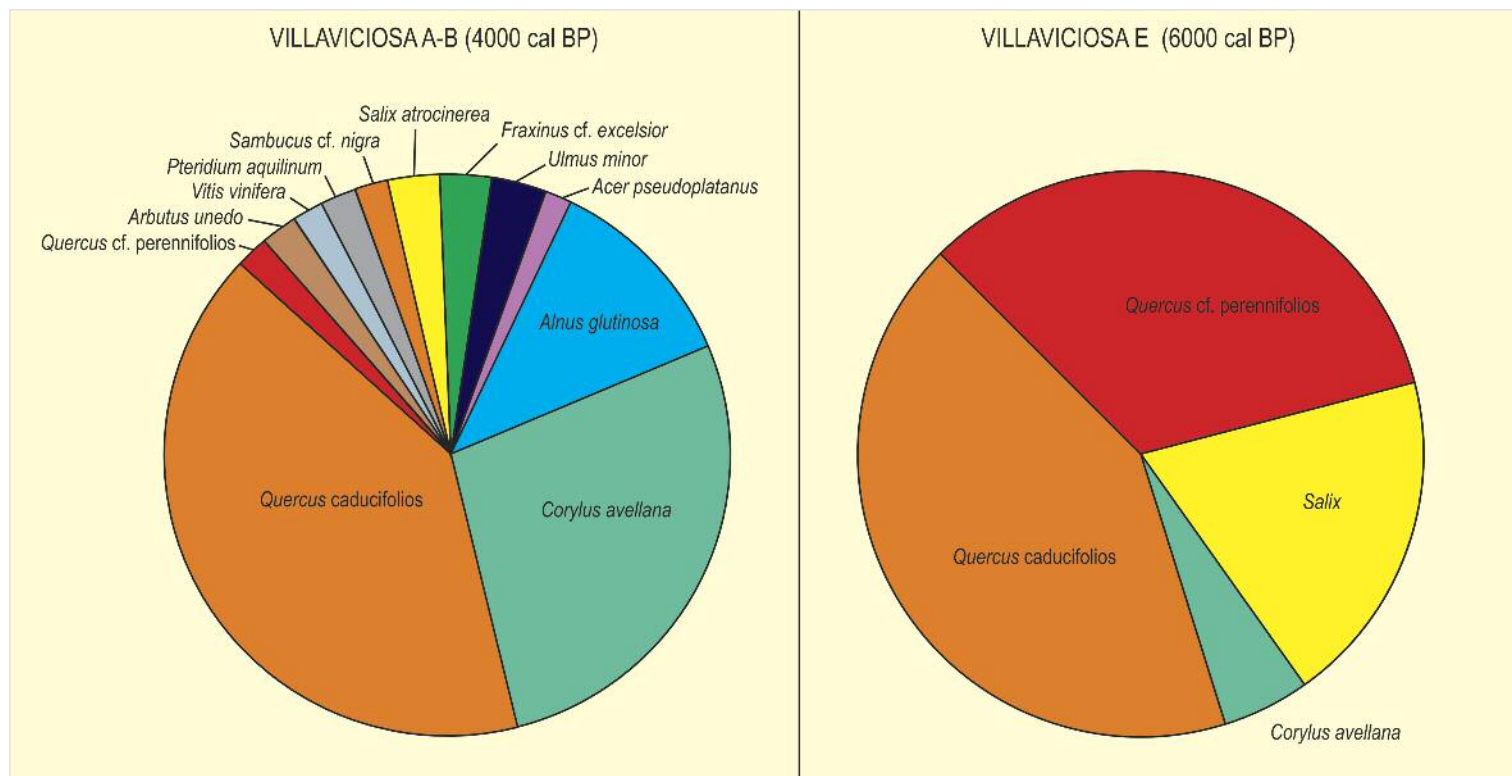


Figura 106. Identificación de las muestras de madera de la ría del yacimiento de Villaviciosa por estratos. Redibujado de García-Amorena (2007) y García-Amorena *et al.* (2008)



I. GARCÍA-AMORENA

Figura 107. Hoja fósil de *Ulmus minor* hallada en el estrato Villaviciosa B

restos a distintas profundidades en los terrenos excavados durante la excavación de varios pilotes del viaducto.

Entre Navia, Pravia y Villaviciosa se han identificado 65 maderas y más de 200 hojas con la siguiente adscripción taxonómica:

- Villaviciosa: dominio de *Quercus robur*, *Salix atrocinerea*, *Corylus avellana* y *Alnus glutinosa*. Menos abundantes *Vitis vinifera*

(3 maderas de entre 3950 y 1130 años cal. BP). Restos foliares o frutos de *Quercus robur* (>50 hojas), *Fraxinus*, *Ulmus minor*, *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus*, *Arbutus* y *Pteridium aquilinum*.

- Pravia y Navia: *Q. robur* y *Salix atrocinerea* predominantes. Pequeña proporción de *Laurus* y caducifolios.

Estos hallazgos evidencian definitivamente la presencia de *Quercus robur* hace ya 7000 años a los pies de la Cordillera Cantábrica. Cabe resaltar también la presencia de hojas y nueces de *Corylus* entre 7000 y 1000 años y además corroborado por la secuencia polínica, lo que confirma su dominancia natural independientemente del factor humano. También destaca el hallazgo de hojas y madera de *Ulmus minor* de hace 4000 años, lo que confirma su presencia prerromana en los bosques cantábricos. Destaca asimismo la presencia de especies termohigrófilas de afinidad mediterránea en torno a los 7000 años (*Arbutus*, *Laurus*, *Ilex*) así como *Vitis vinifera* (4000 años), así como la ausencia prácticamente total de macrorestos de pinos.

Más información

García-Antón *et al.* (2006), García-Amorena *et al.* (2008)

CORTEGUERO

Cordillera Cantábrica, Caso, Asturias
Holoceno (6560 años cal. BP)



A. RODRIGUEZ MONTES

Figura 108. Vista paisajística de la Cordillera Cantábrica en las proximidades al Puerto de Tarna

La secuencia lacustre de Corteguero (S3) ($43^{\circ} 07' 10''$ N, $05^{\circ} 21' 55''$ O; 1500 m s.n.m.) posee una potencia de 2,55 m y se sitúa en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, en el cuadrante suroriental de Asturias, entre el Puerto de Tarna y la Presa de Tanes. Litológicamente está caracterizada por un dominio de arcillas con alto contenido en materia orgánica, en la que se intercalan algunos niveles de arenas cuarcíticas y corresponde a la colmatación de la laguna desarrollada en un antiguo circo glaciar de la última fase.

Esta secuencia ha sido estudiada palinológicamente por Ruiz-Zapata *et al.* (2000, 2002). Se puede compartimentar en cuatro zonas en las que se infieren fases climáticas, que culminan con la instalación de las condiciones actuales. La zona I (2,55-2 m), se caracteriza por la existencia de un estrato arbóreo bien desarrollado en el inicio de la misma (Ia) constituido por *Corylus*, *Pinus* y *Quercus* caducifolios; mientras que el conjunto arbustivo es pobre (*Juniperus*, *Calluna* y Ericaceae). De acuerdo con la datación, se trataría del Holoceno medio. Seguidamente tiene lugar un predominio del polen herbáceo, debido al aumento de Poaceae, *Plantago* y Campanulaceae (Ib), así como un importante retroceso de la vegetación arbórea. Este comportamiento de la vegetación parece corresponder a un deterioro de las condiciones climáticas, interpretado como el tránsito hacia condiciones más cálidas y secas. En la zona II (2-1,75 m) se da un dominio del estrato arbustivo, debido fundamentalmente a la expansión de *Juniperus* que ocuparía el área dejada por los bosques en la zona anterior.

En la subzona IIIa (1,75-1,45 m) vuelve a instalarse un paisaje forestal más denso formado por *Pinus*, *Betula*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus* caducifolios y *Alnus*. Tras esta fase se detecta un dominio de la vegetación herbácea (subzona IIIb). La recuperación de la masa forestal (subzona IVa) con una composición similar a la detectada anteriormente indica el inicio de una ligera mejora climática que dará lugar a la instalación de unas condiciones más estables (subzona IVb), favoreciendo el desarrollo de algunos elementos arbóreos como *Fagus*, ambos tipos de *Quercus* y *Betula*.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000, 2002)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-132817	250-255	5740 ± 150	6560	Convencional

Tabla 25. Cronología de la secuencia de Corteguero (S3), Parque Natural de Redes. Ruiz-Zapata *et al.* (2000)

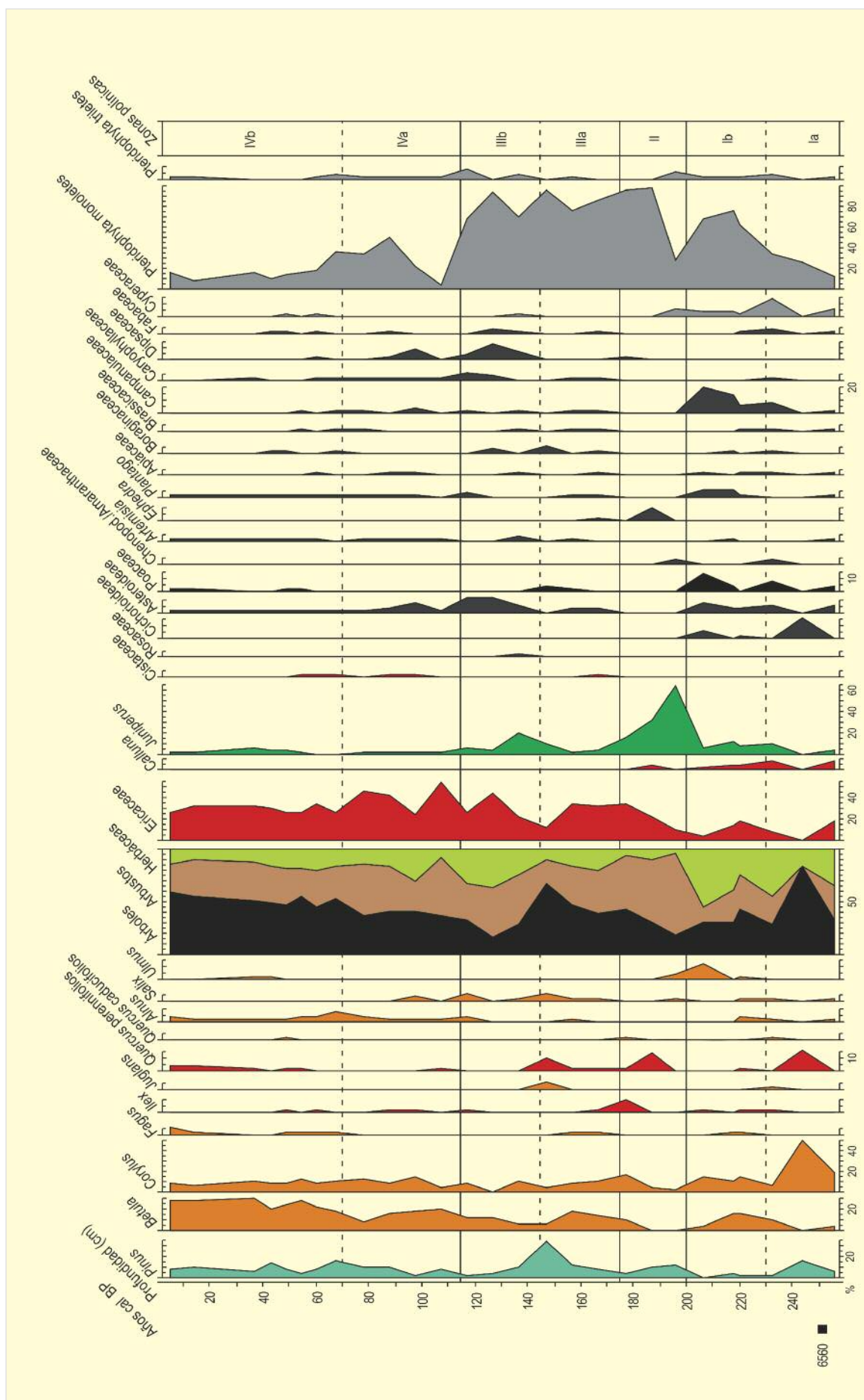


Figura 109. Diagrama polínico de la secuencia de Corteguero. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2000, 2002)

ROÑANZAS-LA BORBOLLA

Sierra de La Franca, Llanes, Asturias
Holoceno (3440-1390 años cal. BP)



I. GARCÍA-AMORENA

Figura 110. Rasa marina del Llano de Roñanzas, Sierra de la Franca

Bajo este epígrafe incluimos dos yacimientos turbosos muy próximos ubicados en el piso colino de Asturias oriental. El yacimiento Llano de Roñanzas se encuentra en la Sierra de la Franca a 220 m s.n.m. (Fig. 110), una de las rasas marinas del conjunto Gallego-Asturiano testigo de los niveles marinos alcanzados en las fases cálidas del Plioceno y Pleistoceno (Mary 1983, 1990). Sobre esta rasa formada sobre areniscas jurásicas, se encuentra una turbera antiguamente explotada, de gran extensión superficial y hasta 2,5 m de potencia (43° 22' 20" N, 04° 39' 56" O). El diagrama polínico de este yacimiento fue publicado por Mary (1973).

Próximo a esta rasa, a 50 m s.n.m. y 2 km al interior del mar Cantábrico se encuentra el valle de la Borbolla. Enterrados en el sustrato holoceno higroturboso de este fondo de valle, sobre areniscas jurásicas y calizas carboníferas, se localizaron varios troncos que fueron extraídos por el grupo de investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal' de la Universidad Politécnica de Madrid en febrero de 2003 (Fig. 112).

La vegetación actual del entorno de ambos yacimientos se encuentra fuertemente alterada, con repoblaciones de *Pinus pinaster* y *Eucalyptus* que alternan con espacios abiertos para el pastoreo, cubiertos de *Pteridium aquilinum*, brezos y tojos. Bosques mixtos planocaducifolios, en los que domina *Quercus robur*, salpican el paisaje en linderos de caminos y zonas poco accesibles.

El sondeo polínico publicado por Mary (1973), que recoge información entre los 40 y 250 cm, cuenta con dos dataciones. La base alcanza los 3440 años cal. BP. En el diagrama polínico (Fig. 111) se observa un porcentaje de polen arbóreo fluctuando en torno al 50%. Destaca el bajo porcentaje de polen de *Pinus* (<10%) que desaparece al final del Holoceno, y la presencia de numerosos taxones planocaducifolios entre los que *Corylus* aparece a lo largo de todo el sondeo. Se observa la presencia de *Olea* en la mitad superior del sondeo, una temprana desaparición de *Betula* y un aumento de *Alnus* y *Fagus* en la parte más reciente.

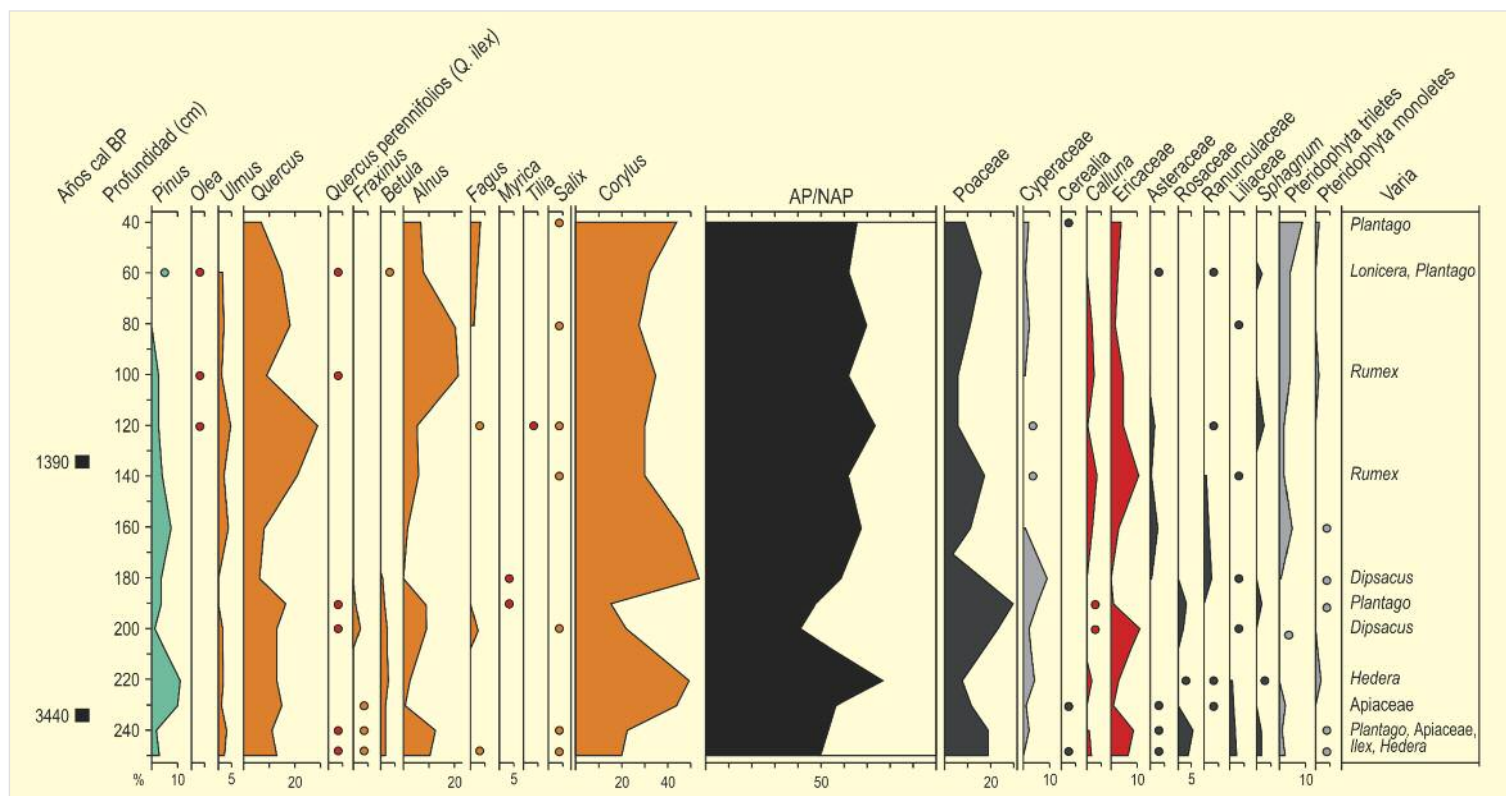


Figura 111. Diagrama polínico del Llano de Roñanzas. Redibujado de Mary (1973)



F. GÓMEZ-MANZANEQUE

Figura 112. Extracción de macrorrestos en el yacimiento de La Borbolla (Febrero de 2003)

En el valle de la Borbolla se recolectaron rodajas de dos troncos de hasta 40 cm de diámetro, uno de los cuales arrojó una edad de 1000 años BP. El estudio de los caracteres anatómicos de los macrorrestos, permitió asignar los troncos a *Quercus* subgénero *quercus* (García-Amorena 2007).

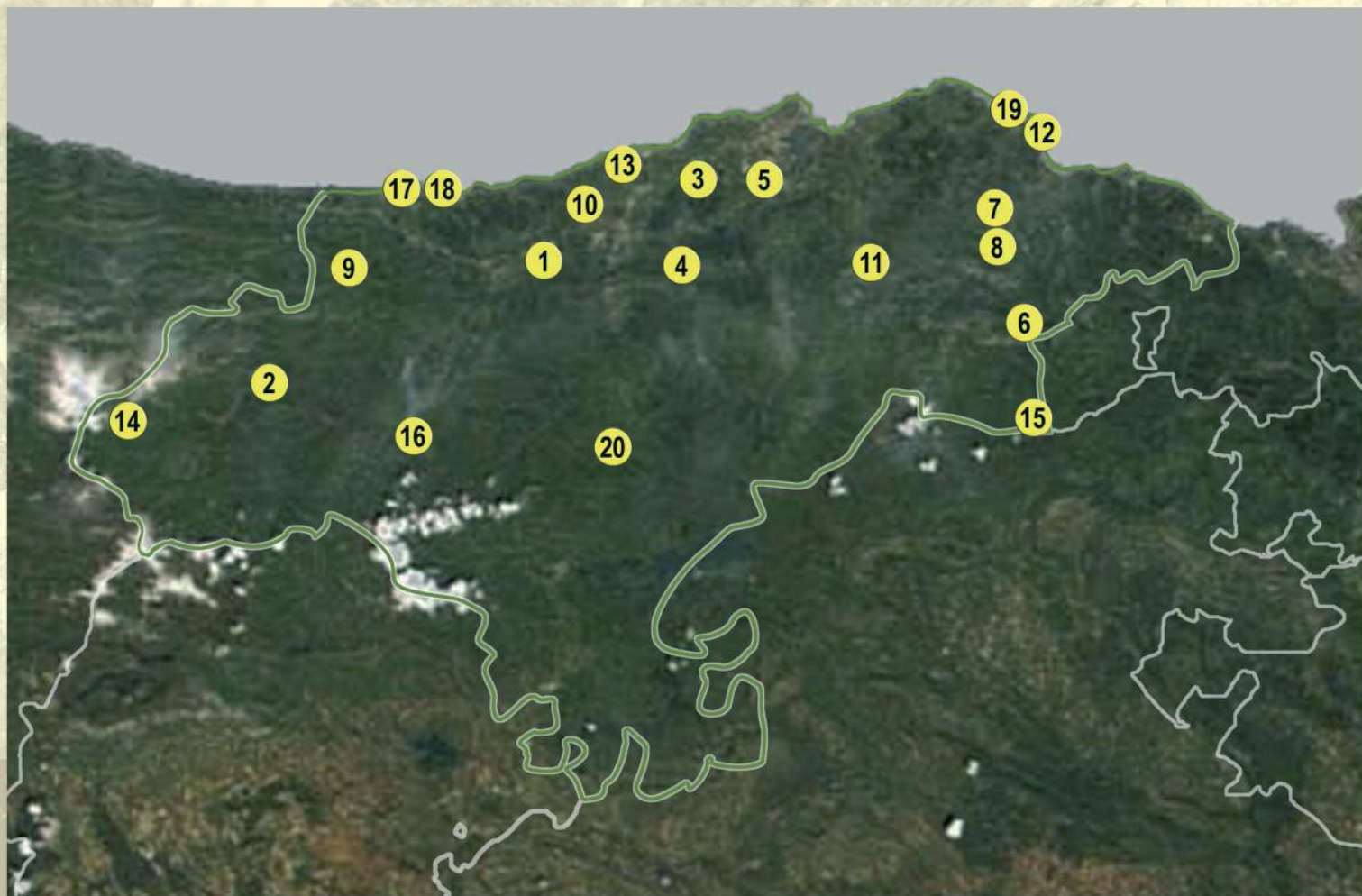
Estos resultados son acordes con los estudios paleobotánicos del litoral cantábrico, donde la abundancia de *Corylus* se interpreta como un resultado de la expansión de la actividad antrópica desde el Neolítico (Iriarte 2003). La presencia local de *Quercus* caducifolios en el valle de la Borbolla a 50 m s.n.m., concuerda con la distribución actual de este taxón, donde *Q. robur* se expande por el piso colino y *Q. petraea* por el montano (García-Amorena *et al.* 2008). El bajo porcentaje de polen de *Pinus* es una tónica en el litoral cantábrico durante todo el Holoceno.

La expansión de *Fagus* al final del Holoceno coincide con los registros paleobotánicos que demuestran la colonización del piso montano a costa de los bosques de *Q. petraea* (Costa Tenorio *et al.* 1997). La abundancia de *Alnus* en esta misma etapa indica una fase de abundancia hídrica local. Por último la presencia de *Olea*, aunque en este yacimiento se detecta únicamente en la mitad superior del yacimiento, es acorde con otros registros del litoral cantábrico que demuestran la presencia de taxones termófilos a lo largo de todo el Holoceno (Ramil-Rego *et al.* 1998).

Más información

Mary (1973), García-Amorena (2007)

CANTABRIA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE CANTABRIA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Yacimiento de Caranceja
2. El Esquilleu
3. Covalejos
4. Cueva del Castillo
5. Cueva Morín
6. Cueva de El Mirón
7. Cueva del Otero
8. Cobrante
9. Cueva de Chufín
10. País de Altamira
11. Rascaño
12. Abrigo de la Peña del Perro
13. La Pila
14. Peña Oviedo
15. Los Tornos
16. Cueto de la Avellanosa
17. Merón
18. Oyambre
19. Noja
20. Alsa

CARANCEJA

Costa Cantábrica, Cabezón de la Sal, Cantabria
Plioceno superior



Figura 113. Visión general del yacimiento. La construcción de la autovía dejó al descubierto una gran cantidad de macrorrestos en el talud

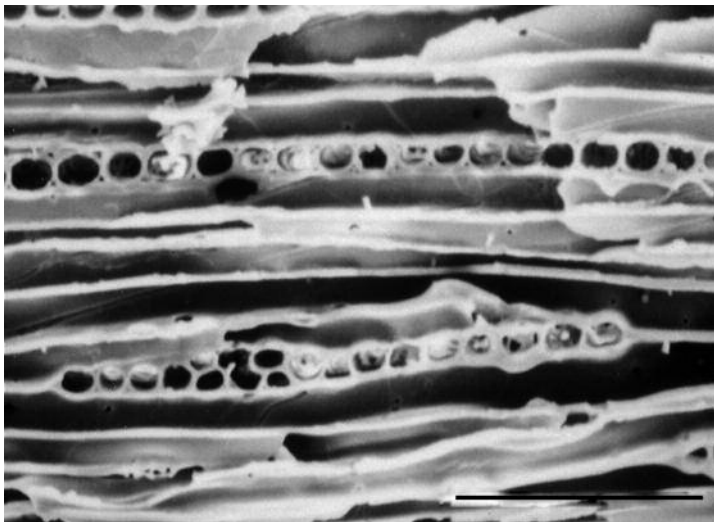


Figura 115. Sección tangencial de madera de *Abies* sp. Pueden apreciarse largos radios uniseriados y parcialmente biseriados. Escala gráfica, 200 micras

El yacimiento de Caranceja se encuentra localizado a 25 km de la ciudad de Santander, próximo a la localidad de Cabezón de la Sal ($43^{\circ} 19' 26''$ N, $04^{\circ} 12' 00''$ O; 190 m s.n.m.). Se encuentra ubicado en una colina excavada para la construcción de la autovía Torrelavega-Cabezón de la Sal en la que en la actualidad es posible encontrar diferentes prados de siega, cultivos y prados mesófilos con presencia de tojos y repoblaciones de *Eucalyptus*

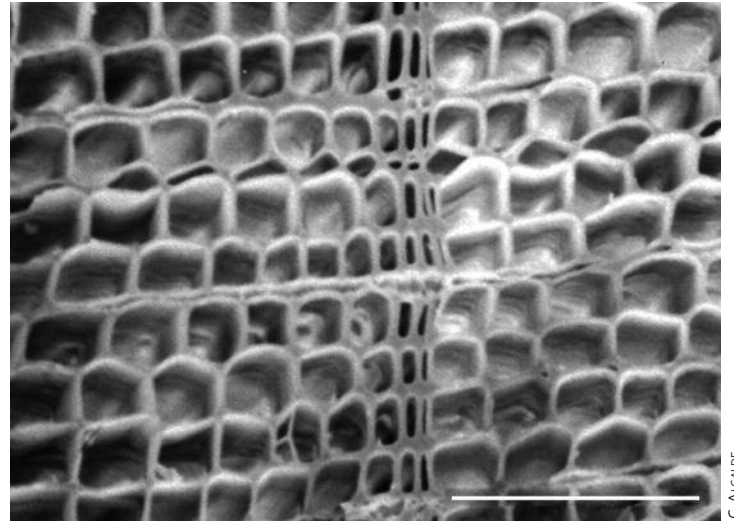


Figura 114. Sección transversal de madera de *Sequoia*. Escala gráfica, 1.000 micras

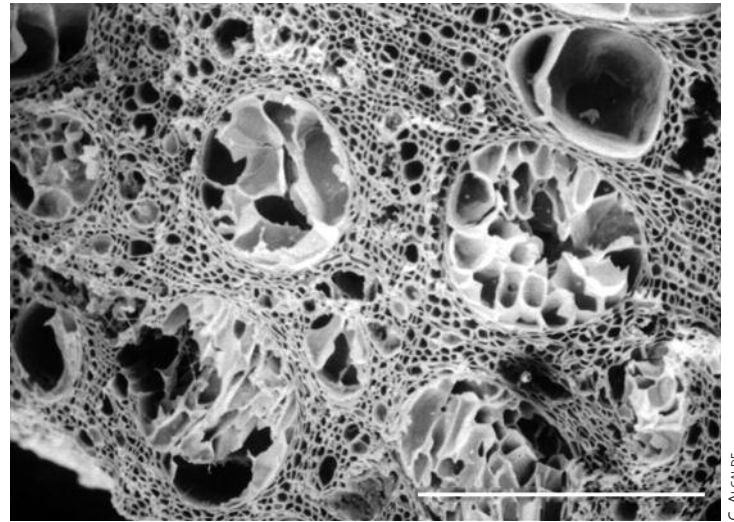


Figura 116. Sección transversal en madera de *Quercus* sp. Poro en anillo con grandes vasos aislados. Escala gráfica, 2.000 micras

globulus. El sustrato está dominado por margas, arcillas limoníticas y diferentes capas de areniscas. El estudio geológico (Alonso *et al.* 1999) mostró que un antiguo arroyo fue encajado en las facies *weald* arenoso-arcillosas del Cretácico generando un paleovalle que fue rellenado posteriormente con una secuencia de granulometría decreciente con presencia de gravas y arenas con componente arcilloso-limoso.

Taxón	Número	Madera %	Polen %
<i>Sequoia</i>	41	16,87	0
cf. <i>Sequoia</i>	25	10,29	0
<i>Cryptomeria-Cunninghamia</i>	15	6,7	0
cf. <i>Cryptomeria-Cunninghamia</i>	3	1,23	0
Taxodiaceae	3	1,23	0
cf. Cupressaceae	4	1,65	0,45
Cupressaceae-Taxodiaceae	20	8,23	0
<i>Abies</i>	3	1,23	0,52
<i>Picea-Larix</i>	52	21,40	1,94
<i>Cedrus</i>	0	0	0,19
<i>Pinus</i> subgen. <i>haploxylon</i>	5	2,06	0
<i>Pinus</i> subgen. <i>diploxylon</i> .	4	1,65	0
<i>Pinus</i>	0	0	30,22
<i>Acer</i>	0	0	0,04
<i>Ilex</i>	5	2,06	1,05
<i>Alnus</i>	0	0	1,31
<i>Betula</i>	5	2,06	1,91
cf. <i>Betula</i>	5	2,06	0
<i>Carpinus</i>	0	0	0,30
<i>Corylus</i>	0	0	0,15
<i>Castanea</i>	0	0	4,86
<i>Fagus</i>	5	2,06	0,93
<i>Quercus</i>	6	2,47	0,75
<i>Salix</i>	0	0	0,04
<i>Ulmus</i>	0	0	0,07
<i>Vaccinium</i>	5	2,06	0
cf. <i>Vaccinium</i>	2	0,82	0
Ericaceae	4	1,65	42,99
<i>Ligustrum</i>	0	0	0,04
<i>Phyllirea</i>	0	0	0,04
Rhamnaceae	0	0	0,07
<i>Hedera</i>	0	0	0,07

Tabla 26. Taxones presentes en el yacimiento de Caranceja, modificado de Alcalde-Olivares *et al.* (2004)

Durante los años 1996 y 1997 se realizaron diferentes excavaciones paleontológicas. Los 243 fragmentos de carbones fueron extraídos del tercer nivel de las capas superiores del perfil, entre arenas silíceas y una matriz limo-arcillosa, aunque no fueron cogidos *in situ*. En el laboratorio los fragmentos de carbón fueron fracturados y trabajados por microscopía de reflexión estudiando los tres planos de la madera. Posteriormente una selección de los mismos fue analizada y fotografiada al microscopio electrónico (MEB). En los casos en los que la carbonización no fue completa se procedió al estudio de xilomatía clásica y observación por microscopía de luz transmitida (Roig *et al.* 1997).

Por otro lado, se realizaron análisis polínicos en siete muestras (Fig. 117) tomadas en el perfil del estrato en el que aparecieron las maderas. Se identificaron entre 350 y 500 granos de polen y esporas por muestra. Se ha aplicado a los resultados cualitativos obtenidos de los análisis antracológicos y palinológicos el método desarrollado por Mosbrugger y Utescher (1997) para realizar una aproximación

climática de carácter cuantitativo al clima en que cohabitaron estas especies en el yacimiento.

Desde un punto de vista cronológico los datos estratigráficos y geomorfológicos apuntaron en un principio a una edad inferida por Alonso *et al.* (1999) comprendida entre 300.000 años BP y el Plioceno. Los datos procedentes de los análisis de la flora presente en el yacimiento y las estimaciones paleoclimáticas cuantitativas realizadas posteriores le han asignado una probable edad de Plioceno superior (Alcalde-Olivares *et al.* 2004).

Desde un punto de vista florístico cuantitativo, los árboles y los arbustos llegan a componer el 80% de la suma polínica total, con *Pinus* y Ericaceae (incluyendo a *Calluna*) como principales componentes en estos porcentajes. Los cambios de la vegetación no han podido ser descritos en detalle a lo largo del tiempo. Sin embargo, es posible destacar algunas diferencias cuantitativas o cualitativas entre los taxones encontrados en la secuencia polínica. Así, en las tres muestras basales (7, 6 y 5), Ericaceae con un 50% de representación, es el principal componente del paisaje junto con *Pinus* y *Picea*. Las dos muestras intermedias (4 y 3), presentan una gran diversidad de angiospermas. *Ilex* y *Castanea* juegan también un papel destacado. La suma polínica de los taxones arbóreos alcanza el 72% del total, lo cual indica un bosque denso. Las dos muestras superiores muestran un paisaje abierto de nuevo, llegando las ericáceas a alcanzar el 75%. Los resultados ofrecidos por el análisis de los carbones muestran la aparición de un total de 14 taxones diferentes: *Sequoia*, *Cryptomeria-Cunninghamia*, Cupressaceae, Cupressaceae-Taxodiaceae, *Abies*, *Pinus* subgen. *haploxylon*, *Pinus* subgen. *diploxylon*, *Larix-Picea*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Ilex*, *Vaccinium* y cf. *Erica*.

La aplicación del método de inferencia paleoclimática concluye que la temperatura media anual osciló entre 11,8 y 15,8 °C con una probabilidad del 96,3%. Del mismo modo, la temperatura media del mes más frío estuvo entre 0,4 y 1,1 °C con una probabilidad del 100% y la del mes más cálido entre 22,3 y 26,4 °C con una probabilidad del 96,3%. Finalmente, la media de las precipitaciones anuales tendría un valor entre 641 y 994 mm/año calculado con una probabilidad del 100%.

El yacimiento de Caranceja constituye uno de los más ricos en flora fósil del Neógeno a tenor de su riqueza en todo tipo de carbones, maderas, estróbilos y polen. Además, constituye el primer trabajo con macrorrestos en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica para el Neógeno. La interpretación general es la aparición de un paisaje forestal de bosque mixto de coníferas (*Pinus*, *Picea*, *Abies* y Cupressaceae) y angiospermas (*Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus* y *Quercus*) el cual presentaría un rico estrato basal herbáceo con presencia relevante de Ericaceae.

Los escasos cambios apreciados en la secuencia polínica pueden relacionarse con oscilaciones de escasa entidad de índole climática, variaciones de temperatura y humedad. Hay que destacar que algunos de los taxones que aparecen en Caranceja lo hacen por primera vez como macrorrestos en la Península Ibérica. Este es el caso de *Abies*, de

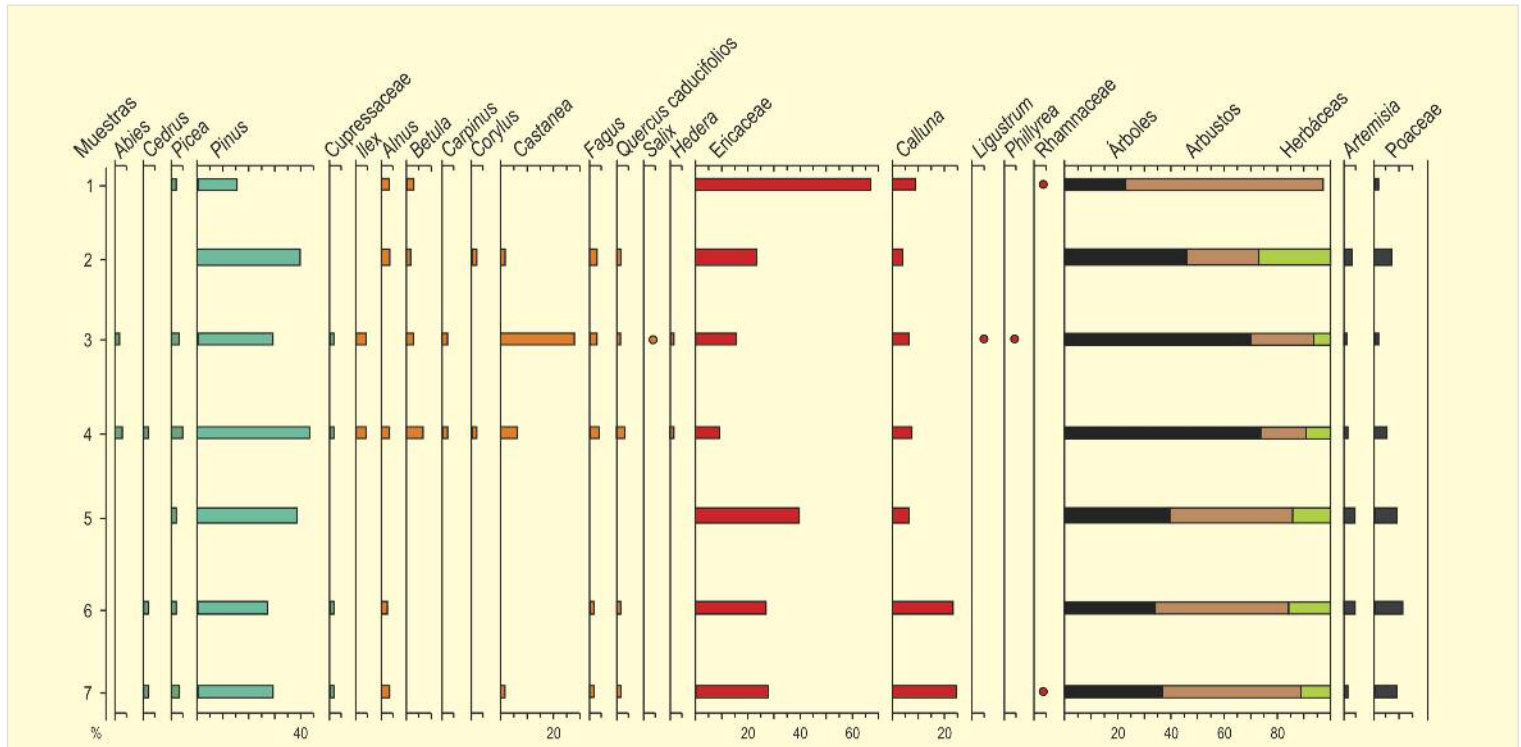


Figura 117. Diagrama polínico del yacimiento de Caranceja, redibujado a partir de Alcalde-Olivares et al. (2004)

Pinus subgen. *haploxylon* y de *Larix-Picea*. Hay que destacar de igual modo, la presencia por primera vez de maderas de *Sequoia* y de *Cryptomeria-Cunninghamia* para el Neógeno ibérico.

Más información

Alcalde-Olivares et al. (2004)

EL ESQUILLEU

Cillorigo de Liébana, Cantabria

Pleistoceno superior (53.491-12.050 años BP)



J. YRAVEDRA

Figura 118. Desfiladero de La Hermida (Cantabria occidental) y afloramientos calcáreos colonizados por *Quercus ilex* donde se abre la Cueva del Esquilleu

La cueva del Esquilleu se abre en la ladera sureste del Desfiladero de La Hermida en la comarca de La Liébana (Cantabria occidental) a 350 m s.n.m. y 26 km de distancia de la línea de costa (43° 12' 5" N, 04° 35' 26" O), próxima al Parque Nacional de los Picos de Europa (Fig. 118). El carácter montañoso de la zona y en concreto del espacio próximo a la cueva ha atenuado el grado de humedad del entorno, presentando una precipitación anual de 600 mm, que contrastan con los 1.461 mm del desfiladero; esto hace que en su entorno existan espacios abiertos con formaciones tanto de *Quercus* como de especies rupícolas.

Esta cueva ha librado 30 niveles estratigráficos con diversos tecnocomplejos musterienses, en los que se han realizado estudios faunísticos, antracológicos y polínicos convirtiéndose en el yacimiento de referencia para el Musteriense cantábrico (Baena *et al.* 2005). Los niveles XXX-XV constituyen el "Complejo Levallouis" *sensu lato*. Los niveles XIV-III (en el caso de la Antracología niveles XIV a XI) conforman el "Complejo Quina" *sensu lato*.

El estudio antracológico ha sido realizado sistemáticamente desde el nivel XI al XXVII (Uzquiano 2005, 2008) (Fig. 119). Sin em-

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Método	Material
AA-29664	III	12.050 ± 130	13.913	AMS	hueso
AA-37883	VIF	34.380 ± 670	39.413	AMS	carbón
AA-37882	XIF	36.500 ± 830	41.438	AMS	carbón
Beta-149320	XIII	39.000 ± 300	43.211	AMS	carbón
OX A- 11414	XVIII	49.700 ± 1.600		AMS	carbón
Mad3299	XXI d	51.034 ± 5114		TL	tierra quemada
Mad 3300	XXI B	53.491 ± 5114		TL	tierra quemada

Tabla 27. Dataciones radiométricas de la cueva de Esquilleu. Baena *et al.* (2005)

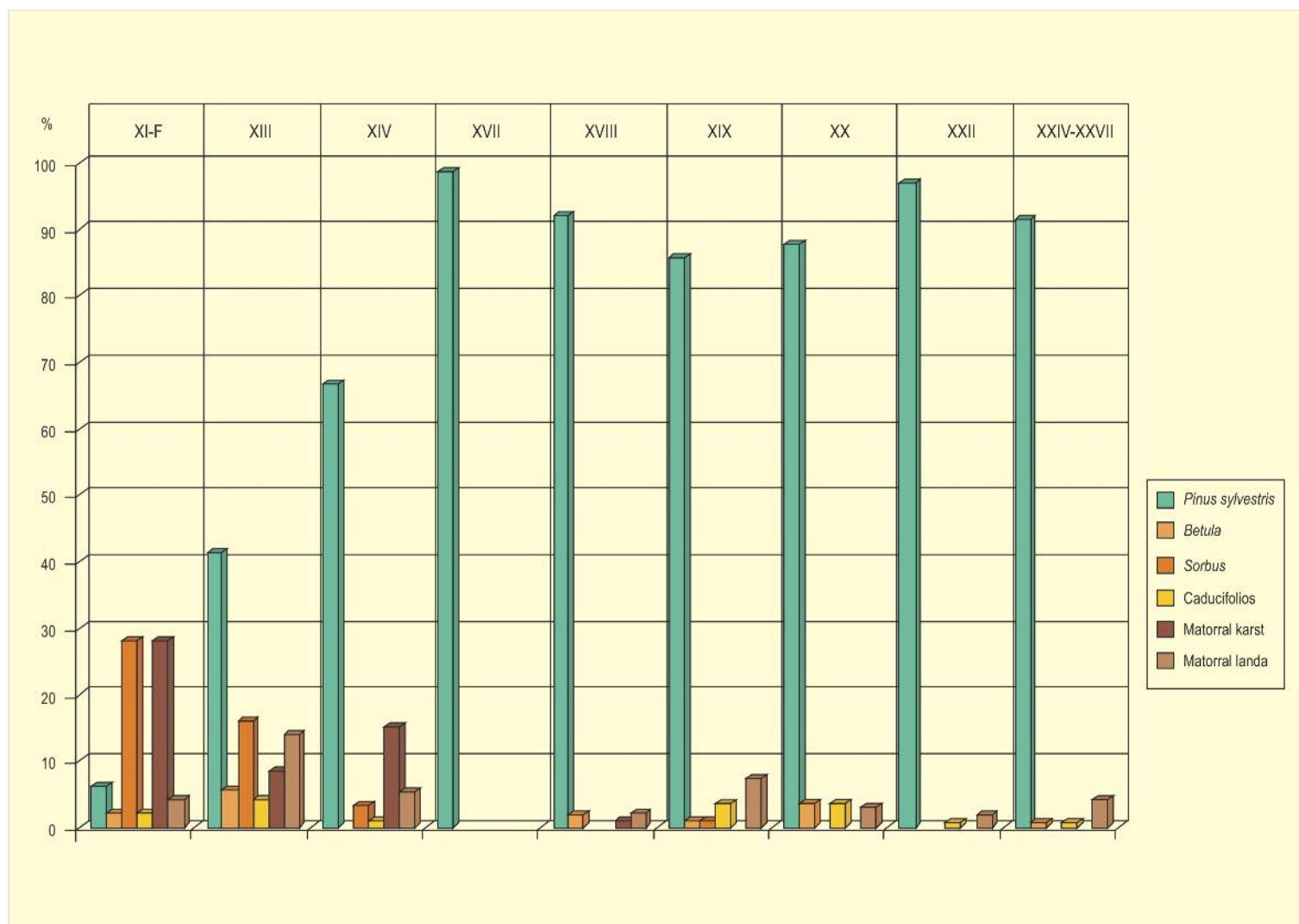


Figura 119. Diagrama antracológico de Esquilieu para niveles inferiores Musterienses. Redibujado de Uzquiano (2005)

bargo, la riqueza en número de carbones es bastante desigual según los niveles. Hemos tenido en cuenta esta subdivisión tecnológica de los niveles estratigráficos: niveles inferiores o "Levallois" y niveles superiores o "Quina", debido a las diferencias encontradas a nivel florístico. Teniendo en cuenta las frecuencias relativas de los taxones determinados el histograma se divide en dos momentos distintos. Los niveles inferiores o "Levallois" *sensu lato*: (XXVII al XV con una datación TL de 53.000 años BP obtenida en el nivel XXI y otra datación AMS de 49.000 años BP obtenida en el nivel XVIII), se caracterizan por el dominio absoluto de *Pinus sylvestris* junto a valores muy bajos de matorral de landa (*Erica*, *Ulex* y Fabaceae), *Arbutus unedo*, y presencias muy puntuales de *Betula*, *Sorbus*, *Corylus* y *Salix* (Uzquiano 2005).

La flora determinada a nivel antracológico es más diversa a partir de los niveles superiores o "Quina" *sensu lato*: Niveles XIV (datado por ^{14}C AMS en 39.000 años BP) a XI (datado en 36.500 años BP). *Pinus sylvestris* experimenta un descenso gradual (60% nivel XIV; 40% nivel XIII; <10% en nivel XI) en favor de *Sorbus aria*, que pasa a ser el taxón dominante en el nivel XI (30%). *Juniperus* y *Betula* aparecen bien representados y, de manera más discreta, se en-

cuentran a su vez *Corylus*, *Fraxinus* y *Salix*. El conjunto de taxones de matorral es, asimismo mucho más diverso y está caracterizado por la alternancia de matorral de medios kársticos (*Prunus avium*, *P. mahaleb*, *Crataegus*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus* y *Arbutus unedo*) y de medios silíceos fuertemente acidificados (Fabaceae, *Ulex*, *Cytisus* y *Erica tetralix* y *Erica*). El descenso de *Pinus* implica una reducción drástica de la biomasa combustible disponible en el entorno y esto obliga a los grupos humanos a establecer nuevas estrategias de gestión del combustible a través de una movilidad más amplia en el área de explotación de esta cueva, explorando nuevos territorios donde recolectar la leña para el funcionamiento de los hogares domésticos del hábitat (Uzquiano 2005).

Se presentan siete dataciones (Tabla 27) que representan entre c. 53 y 12 Ka BP. La base del depósito se encuentra en el límite de datación posible con radiocarbono, de modo que el error de calibración es difícil de precisar.

Desde el punto de vista palinológico (Fig. 120) el depósito estudiado (Baena *et al.* 2005) (niveles I a XXX), muestra un total de 37 taxones, de los que 10 son arbóreos, 4 arbustivos y 23 herbáceos

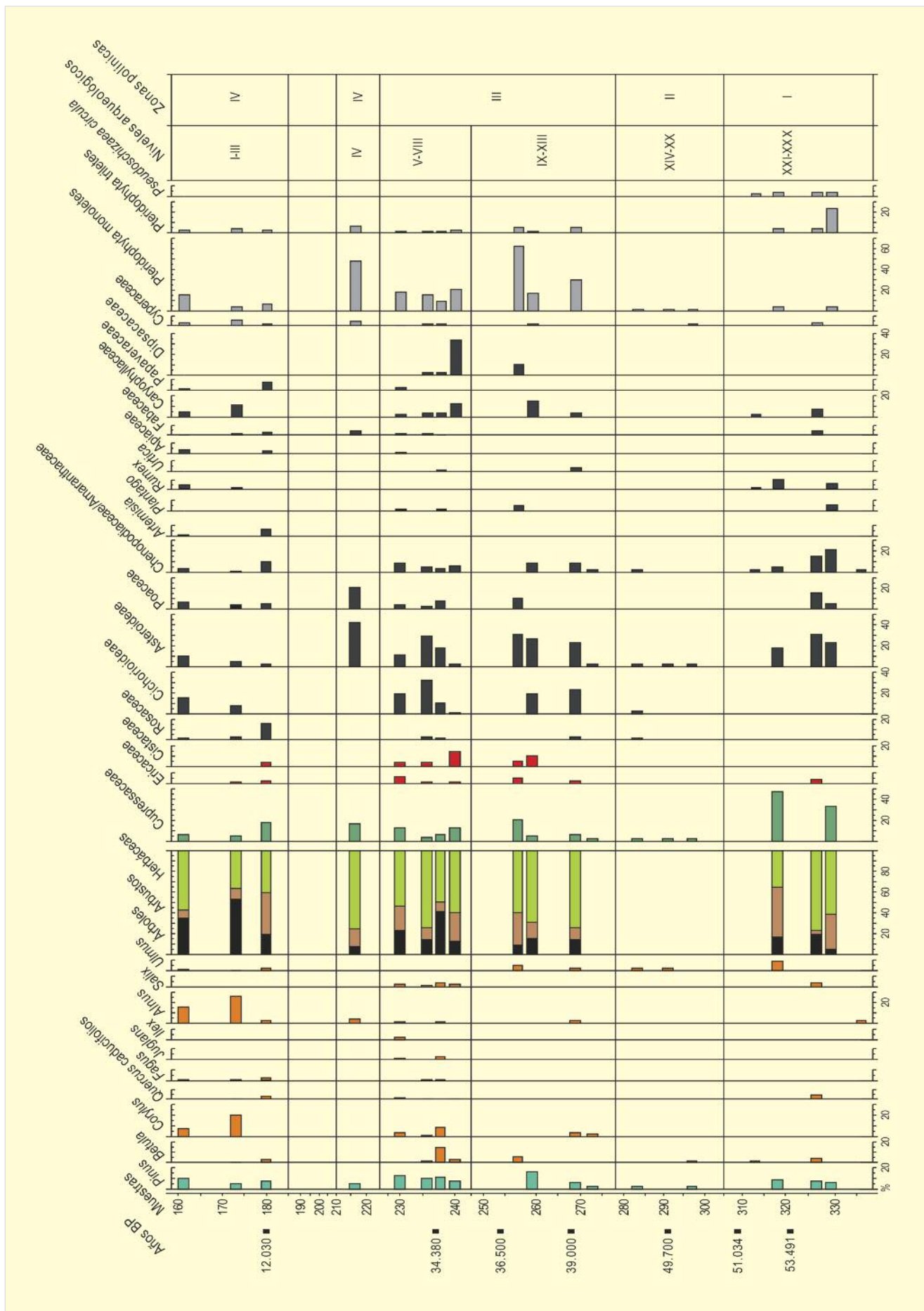


Figura 120. Histograma polínico de Esquilleu. Redibujado de Baena et al (2005)

junto a 6 taxones acuáticos, esporas monoletas y triletas y *Pseudoschizaea circula*. En líneas generales, el paisaje desarrollado corresponde a formaciones abiertas, dominadas por Asteraceae y Chenopodiaceae-Amaranthaceae, a excepción de los niveles I-III. *Pinus* es el taxón arbóreo con una representación continua a lo largo de todo el perfil, acompañado puntualmente por *Corylus*, *Fagus*, *Juglans*, *Quercus* tipo caducifolio y taxones de ribera. Cupressaceae, cuya presencia es constante en todo el perfil, pasa de ser un taxón dominante a compartir espacio con Ericaceae y otros elementos arbustivos. Asteraceae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae y Poaceae son taxones herbáceos dominantes durante gran parte de la secuencia.

Los autores describen cuatro zonas:

Zona I. Desarrollada con anterioridad a los 51.000 años BP, la característica fundamental de esta zona polínica es la escasa diversidad tanto a nivel arbóreo como arbustivo y herbáceo. Aún así dentro de esta zona se observa una primera fase dominada por un paisaje abierto, dominado por herbáceas (Chenopodiaceae, Asteraceae y Poaceae) y elementos nitrófilos (*Plantago* y *Rumex*), así como por una alternancia de *Pinus* y *Betula*.

Zona II. Para el intervalo c. 40 a 51.000 años BP, la cantidad de polen en el sedimento es casi nula, probablemente debido a la presencia de hogares que han afectado a la preservación polínica. Los carbonos encontrados parecen indicar una mayor presencia de *Pinus* (Uzquiano *et al.* 2012).

Zona III. Entre c. 39 y 34.000 años BP. Se incrementa la diversidad taxonómica en todos los estratos de la vegetación y destaca la presencia de elementos templados como avellanos, nogales y esporas acuáticas. Después de un momento más severo se dan progresivas condiciones de atemperamiento (templado y húmedo) que favorecen un desarrollo y diversificación del cortejo herbáceo y los taxones mesófilos, así como una mayor diversidad de elementos acuáticos.

Zona IV. Entre c. 34 y 12.000 años BP. Se repite la imagen detectada a inicios de la secuencia; es decir una reducción cuantitativa y cualitativa del componente arbóreo, arbustivo y

herbáceo que ponen de manifiesto un ligero descenso de los valores de temperatura y un aumento de la humedad.

Zona V. Desde 12.000 años BP hasta el final de la secuencia. Recuperación de la vegetación, bajo unas condiciones atemperadas que favorecen el desarrollo de *Corylus*, elemento que pasa a ser protagonista del componente arbóreo, acompañado, en menor medida de los demás mesófilos y especies de ribera, así como de los elementos acuáticos. Los taxones nitrófilos, como indicadores de la presencia de organismos en el medio, sólo están ausentes en el nivel IV.

La característica fundamental de la vegetación durante el Pleistoceno superior es la poca diversidad taxonómica y el dominio de la vegetación herbácea, fundamentalmente Asteraceae y Chenopodiaceae, que definen, en principio, unas condiciones relativamente secas. El pino, de carácter regional, es el único elemento arbóreo cuya presencia es constante en toda la secuencia. Es destacable la presencia intermitente de vegetación arbórea mesófila en niveles que se corresponderían con fases de atemperamiento climático, lo que apunta a Esquilieu y en general la comarca de Liébana, cercana al océano, como un posible refugio de flora del Pleistoceno.

La secuencia se interpreta en términos de un control predominantemente climático. Si bien la investigación se realiza dentro del contexto arqueológico de la transición Musteriense y se discute el papel del hombre sobre el medio, se define la dinámica vegetal como totalmente sujeta al clima, siendo el cambio vegetal lo que determina las actividades humanas.

Las transformaciones climáticas a lo largo de la secuencia se correlacionan con relativa precisión con las obtenidas en otras áreas del Cantábrico (Brooks *et al.* 2001). Esto reafirma el papel de refugio ecológico que desempeñó el valle del Deva en el relativo mantenimiento de las formaciones tanto arbóreo-arbustivas, como faunísticas.

Más información

Baena *et al.* (2005), Uzquiano (2005, 2008), Uzquiano *et al.* (2012)

COVALEJOS

Sierra del Peñajorao, Piélagos, Cantabria
Pleistoceno superior (>42.000-<30.000 años BP)

La Cueva de Covalejos (Piélagos, Cantabria Central) se abre en la ladera sur de los afloramientos calcáreos de la Sierra del Peñajorao, a 105 m s.n.m. y 7 km de distancia del litoral (43° 23' 48" N, 03° 55' 58" O). Estas alineaciones montañosas, que discurren de forma paralela a la costa y cuyas cotas no sobrepasan los 300 m, separan la zona plenamente litoral de la Bahía de Santander del área de valles atlánticos de la cuenca baja del Pas. La vegetación actual en toda esta zona se caracteriza por formaciones de landa y de matorral de espinosos caducifolios. El bosque caducifolio originario se encuentra bastante reducido debido al impacto antrópico que se traduce en las repoblaciones de *Eucalyptus*, las praderías y los cultivos.

La arqueología de Covalejos va desde el Achelense al Auriñaciense inicial con ocupaciones humanas contemporáneas de la cueva de El Castillo. Las últimas excavaciones (Sanguino & Montes 2005) han tenido como objeto la revisión estratigráfica (12 niveles) pero estas intervenciones se han centrado fundamentalmente en los

niveles de la transición cultural Paleolítico medio-superior inicial: niveles H-J, D, C y B. Los niveles más antiguos con ocupación humana (niveles Q-L) han quedado datados entre 101.000-92.000 años BP. El complejo H-J es musteriense con una datación TL de >42.000 años BP. El nivel D es, asimismo, musteriense, con una datación radiocarbónica de 41.600 años BP. La transición cultural tiene lugar entre este nivel y el C. Sin embargo, es imposible saber en qué momento ocurrió desde el punto de vista cronológico debido a la existencia de fenómenos de soliflucción que provocaron un *hiatus* de 8000 años, con total ausencia de datos en la zona de contacto entre ambos niveles. En esta zona de contacto se obtuvo una fecha radiocarbónica de 40.600 años BP. El nivel C y el B son ya auriñacienses, se datan en 32.800 y 30.300 años BP respectivamente.

La información antracológica (Uzquiano 2005) para los momentos más antiguos de Covalejos (niveles Q-L) es pobre y bastante discontinua debido a un problema de conservación de las

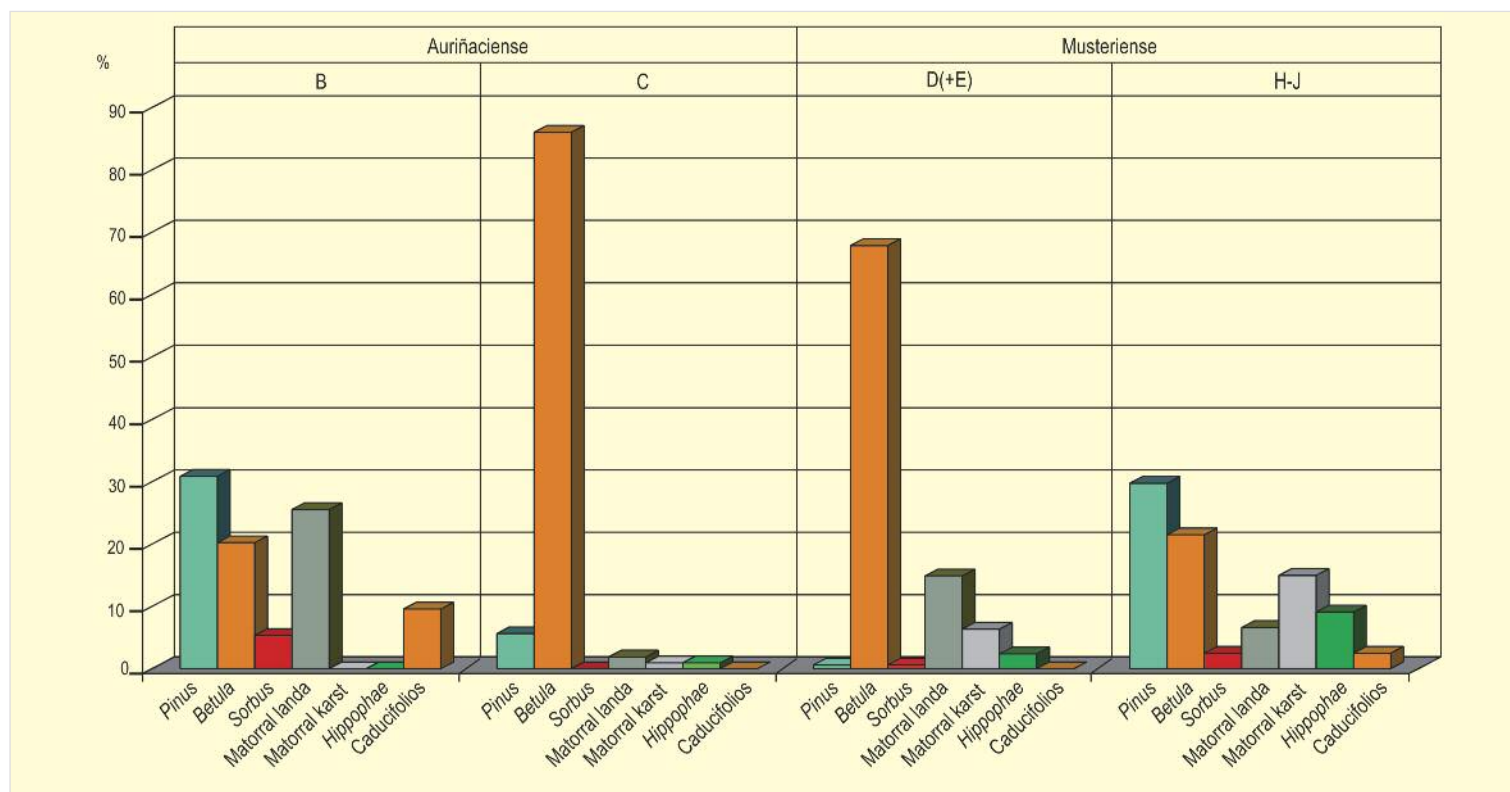


Figura 121. Diagrama antracológico de la Cueva de Covalejos. Redibujado de Uzquiano (2005, 2008)

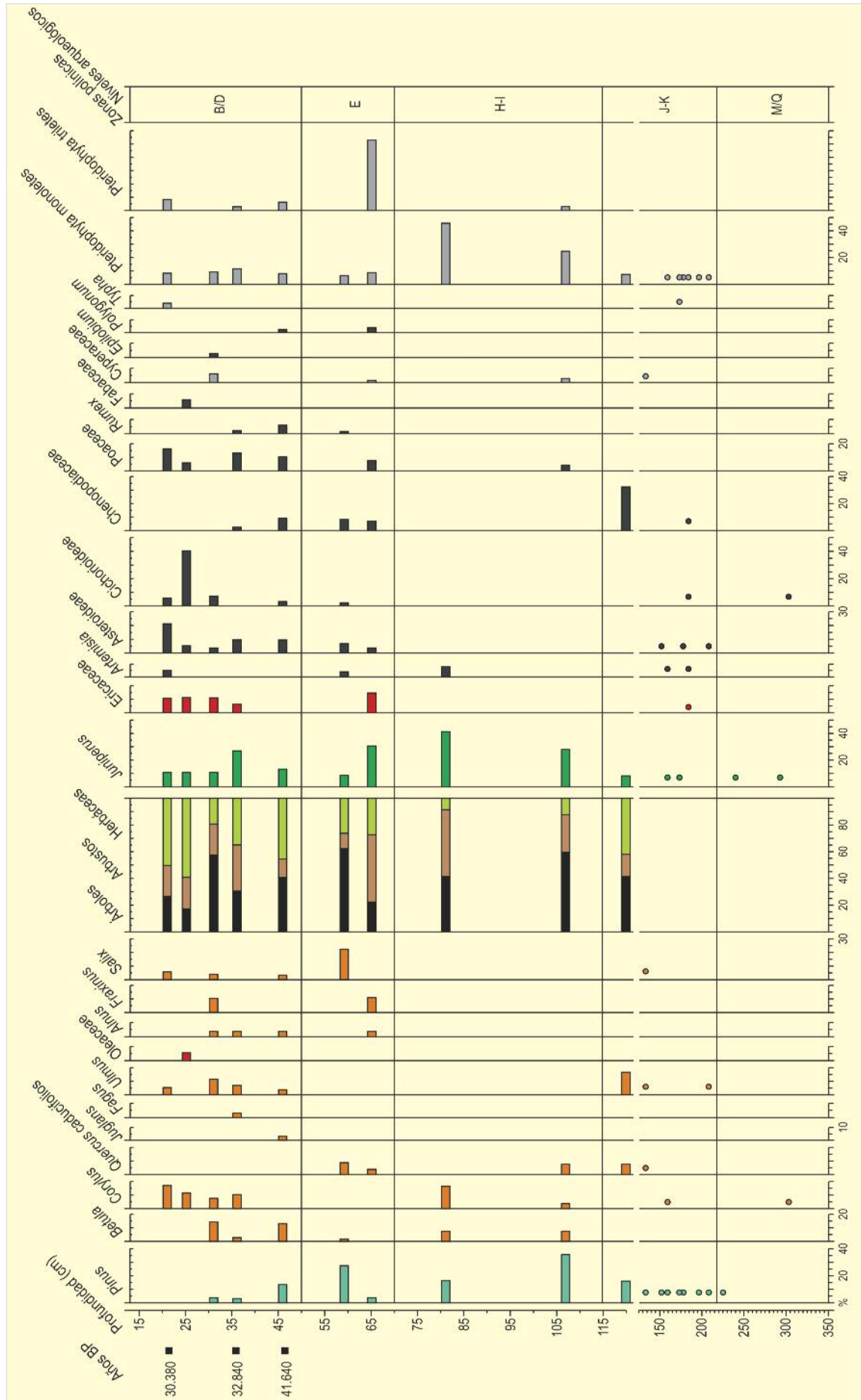


Figura 122. Diagrama polínico de la Cueva de Covalejos. Redibujado de Ruiz-Zapata & Gil-García (2005)

muestras en el sedimento. Escasas evidencias de *Pinus sylvestris* y *Betula* han sido registradas en los niveles más inferiores. Los niveles de la transición cultural muestran *Betula* y *Pinus* como taxones principales junto a *Sorbus aria* y algunas evidencias de caducifolios: *Quercus robur*, *Castanea sativa* y *Corylus avellana*, que aparecen de manera esporádica y con bajos porcentajes. El matorral es bastante diverso y ha sido agrupado por afinidad de substrato. Por un lado, los taxones acidófilos, Fabaceae (*Ulex* y *Cytisus*) y *Erica* alternan con taxones de medios kársticos, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus alaternus*, *Sambucus nigra*, *Arbutus unedo*, *Laurus nobilis*, *Prunus* e *Hippophae rhamnoides*. En los niveles musterienses H-J, así como en el nivel aurifiaciense B (Fig. 121), la alternancia de *Pinus* y *Betula* ha quedado marcada indicando una dualidad en la gestión de territorios de explotación: terrenos silíceos con elevadas tasas de humedad y suelos calcáreos algo más secos. La alternancia de matorral de substrato diverso refuerza aún más esta dualidad de territorios. Los niveles de transición C y D muestran por el contrario un claro dominio de *Betula*.

La secuencia polínica estudiada por Ruiz-Zapata & Gil-García (2005) (Fig. 122) aporta información con anterioridad a los 41.000 años BP, se han identificado un total de 33 taxones, de los cuales 11 son arbóreos (*Corylus*, *Pinus*, *Quercus caducifolios*, *Betula*, *Juglans*, *Fagus*, *Salix*, *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus* y Oleaceae), 3 arbustivos (*Juniperus*, Ericaceae y Rosaceae) y 13 herbáceos (Apiaceae, Asteroideae, Cichorioideae, Chenopodiaceae, *Artemisia*, Poaceae, *Rumex*, Brassicaceae, Scrophulariaceae, Violaceae, Fabaceae y Geraniaceae), además de los elementos acuáticos (Cyperaceae, *Polygonum*, *Epilobium* y *Typha*) y de las esporas, tanto Monoletas como Triletas. Su distribución y comportamiento ha facilitado la diferenciación de zonas polínicas, coincidentes con la diferenciación de los niveles arqueológicos identificados, por este motivo se ha respetado la misma nomenclatura.

El nivel H-I (115-70 cm) refleja el aumento en la representación de *Pinus* y de los taxones mesófilos (*Quercus caducifolios*), y la incorporación de *Betula* y de *Corylus*. La vegetación arbustiva está dominada por *Juniperus*. Se detecta un fuerte empobrecimiento en la vegetación herbácea, debido tanto a la caída de los taxones esteparios (*Artemisia*) como de taxones ubiquistas. Los cambios más significativos que tienen lugar en este intervalo se materializan en

la reducción de *Pinus*, la desaparición de *Quercus caducifolios* y la expansión de *Corylus*, así como en la expansión de *Juniperus* y la introducción de Rosaceae.

En el nivel E (70 a 50 cm) tiene lugar un aumento de la curva arbórea debido a *Pinus*, a los taxones mesófilos y al desarrollo de los taxones de ribera y acuáticos. Hay reducción de *Juniperus* y presencia de Ericaceae, junto a una pérdida importante de la diversidad del estrato herbáceo, quedando reducido a la presencia de taxones xerófitos, esteparios (Asteraceae y Chenopodiaceae) y *Rumex*, así como la ausencia de elementos acuáticos. A techo de este nivel se detectan presencias de *Betula*.

El nivel B/D (50 a 17 cm) se caracteriza por las fluctuaciones de los estratos arbóreo y herbáceo, así como por el grado de diversidad que presentan, frente al conjunto arbustivo, mucho más homogéneo. Su base, datada en 41.640 años BP (nivel D), refleja la existencia de un paisaje abierto dominado por taxones frescos (*Betula*) y *Pinus* junto a elementos de carácter mesófilo (*Juglans*), termófilo (*Ulmus*) y de ribera (*Salix* y *Alnus*). El estrato arbustivo sólo está representado por *Juniperus*. En el conjunto herbáceo, además de los taxones xerófitos y esteparios, destacan Poaceae y *Rumex*, junto a una escasa presencia de los elementos acuáticos. Con posterioridad a los 32.840 años BP, se detecta un retroceso importante de la cobertura arbórea debido al descenso experimentado por *Pinus*, *Betula*, y *Alnus*; sin embargo, se observan presencias de *Fagus* y se reintroduce *Corylus*. En el estrato arbustivo se produce un incremento de *Juniperus*, y se reintroduce Ericaceae; simultáneamente en los elementos herbáceos se produce un aumento de Poaceae mientras que se reducen los taxones estépicos, xerófitos y *Rumex*. Con anterioridad a los 30.380 años BP, nuevamente el paisaje arbóreo se expande, fundamentalmente como consecuencia del desarrollo de *Betula*, de los taxones termófilos y de los taxones de ribera, proceso asociado al aumento de elementos acuáticos y a la pérdida de representación de los taxones xerófitos. Todo este periodo, que abarca el nivel arqueológico D, refleja la instalación progresiva de unas condiciones más frescas y húmedas.

Más información

Ruiz-Zapata & Gil-García (2005), Uzquiano (2005)

CUEVA DEL CASTILLO

Puente Viesgo, Cantabria

Pleistoceno superior (~ 42.000 años BP)



J. TRUJAN

Figura 123. Monte Castillo en las proximidades a Puente Viesgo

La cueva se abre en dirección noreste a 190 m s.n.m. en las estribaciones más orientales de la Sierra del Escudo de Cabuérniga y forma parte junto a otras cavidades del complejo kárstico de Monte Castillo situado en el curso medio del río Pas (Cantabria central) a unos 25 km de distancia de la línea de costa actual (43° 17' 30" N, 03° 58' 03" O; 250 m s.n.m.).

La Cueva del Castillo es conocida y excavada desde los inicios del siglo XX, poniendo en evidencia una potente estratigrafía (25 niveles estratigráficos) que cubre prácticamente todos los períodos culturales del Paleolítico. Los estudios antracológicos

comenzaron en los años 80 y por el momento solamente cubren los niveles 22, 20 y 18 correspondientes al Musteriense (niveles 22 y 20) y al Paleolítico superior inicial o Auriñaciense de transición (nivel 18). Este nivel ha sido subdividido en dos zonas, a saber 18B, correspondiente al corte transversal situado a la entrada de la cavidad, y 18C que se corresponde con el corte longitudinal localizado algo más al interior de la cueva. El nivel 24 achelense fue objeto de dos muestreos sistemáticos con el fin de obtener muestras de carbones pero los sedimentos fueron estériles (Uzquiano 1992). El nivel 22, musteriente, tiene como fecha de referencia la colada estalagmítica subyacente (nivel 23) datada por U/Th en 89.000 años BP

La paleoflora antracológica muestra una sucesión *Pinus sylvestris*-*Betula* favorable al primero (nivel 22). Este nivel también ha registrado las primeras evidencias antracológicas de *Fagus sylvatica* en el norte de España. En los niveles 20 (42.000 BP), y 18 (40.000 BP), *Betula* domina el espectro antracológico. El abedul es casi exclusivo en 18B con valores en torno al 80%, seguido de *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, cuyos valores son algo más relevantes en 18C. Las frecuencias de *Pinus sylvestris* en ambos niveles son escasas respecto al taxón dominante, especialmente en todo el nivel 18. *Corylus avellana*, *Hippophae rhamnoides*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus*, Ericaceae y Fabaceae se hallan también presentes con valores muy bajos.

Más información

Uzquiano (1992, 2007), Cabrera *et al.* (2005)

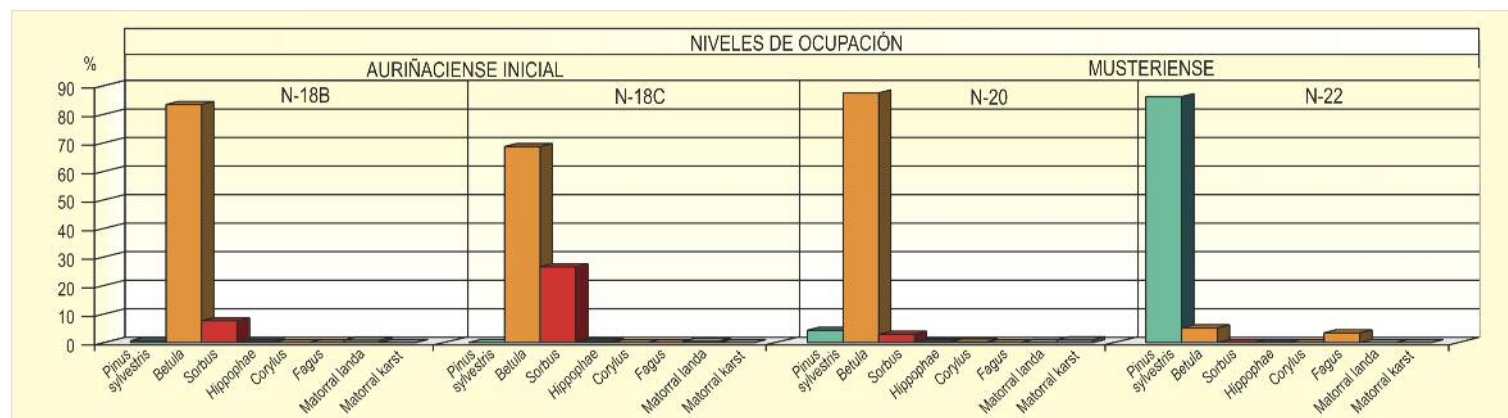


Figura 124. Histograma antracológico de la Cueva del Castillo. Redibujado de Uzquiano (1992)

CUEVA MORÍN

Villaescusa, Cantabria
Pleistoceno superior

La Cueva de Morín es una pequeña cavidad cuya boca se orienta al suroeste. Está situada en una colina caliza dentro de la cuenca de drenaje del río Solía, concretamente del arroyo Obregón (43° 23' N, 03° 50' O; 57 m s.n.m.), a 22 m del fondo del valle y 6 km al sur de la actual bahía de Santander, cerca de la localidad de Guarnizo en el municipio de Villaescusa (Comarca de Santander, Cantabria). Biogeográficamente, la zona pertenece al piso colino de la Provincia Cantábrica (Región Eurosiberiana). La zona no supera los 500 m de altitud y hoy aparece dominada por zonas de pasto y repoblaciones de eucalipto.

Los sedimentos de Cueva Morín presentan una potencia algo mayor de un metro que se muestreó a intervalos fijos de 5 cm. Su estudio permite diferenciar 12 niveles estratigráficos y 5 zonas polínicas que, pese a la escasez de pólenes en el sedimento, permiten

al autor (Leroi-Gourhan 1971) apreciar alternancia de períodos forestales con otros desprovistos de árboles.

La primera zona polínica (Fig. 125), la más profunda, incluye los niveles 12 a 8. Se corresponde con un paisaje de pinar claro con muchos helechos y gramíneas. Se indica una tendencia a la baja de las concentraciones de pino a favor de especies como *Quercus*, *Betula*, *Corylus* y *Alnus*. Destaca la muestra 18 por la abundancia de estos tipos y la presencia de otros como *Tilia*, *Fagus* y *Abies*.

La segunda fase incluye el nivel 7 y la parte inferior del 6 (una muestra). Se asimila a una etapa fría del OIS₃. *Quercus* desaparece y aumentan las herbáceas, entre las que destacan las Cichorioideae.

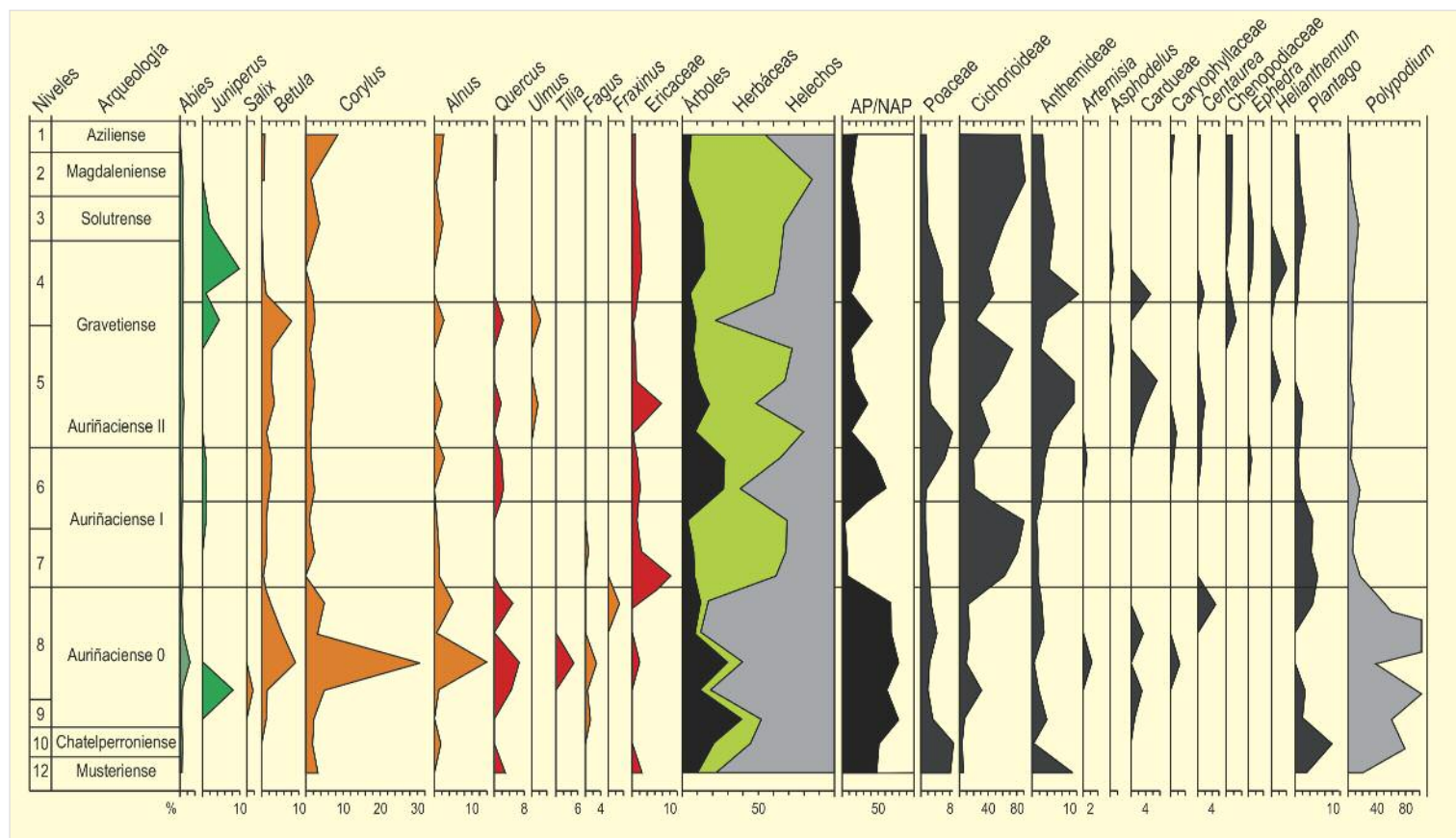


Figura 125. Diagrama polínico de los sedimentos de cueva Morín. Redibujado de Leroi-Gourhan (1971)

Leroi-Gourhan 1971		Sánchez-Goñi 1991		Sánchez-Goñi 1994		Maillo et al. 2001		
Zona polínica	Nivel estratigráfico	Muestra	Arqueología	Vegetación	Interpretación		Interpretación	Dataciones ASM
5	1	1	Aziliense	Descenso masas arbóreas. Aumento de <i>Corylus</i> y Cichorioideae. Presencia de <i>Ephedra</i> . Pobreza florística. Presencia de <i>Alnus</i> y <i>Plantago</i>	Recalentamiento	Allerød	Botánicamente difícil de atribuir una fase climática	No posible interpretación paleoecológica
	2	2	Magdalenense		Frio y seco	Dryas medio	Fase estadal	¿?
	3	3	Solutrense					
	4	4			Wurm superior	Fase estadal	¿?	
	5	5						
4	6	6	Gravetiense	Alternancia de robledales mixtos <i>Quercus-Ulmus</i> acompañados de <i>Alnus</i> con fases Cichorioideae-Poaceae. Descenso de <i>Pinus</i>	Oscilaciones frías y cálidas	Interestadio "exPaudorf"	Alta riqueza florística	No posible interpretación paleoecológica ni atribución cronológica
	7	7						
	8	8						
	9	9						
	10	10						
3	6	11	Auriñaciense II	Recuperación del bosque abierto y reaparición de <i>Quercus</i>	Recuperación de la temperatura y la humedad	Interestadio Arcy	Interestadio Denekamp (30.000 años BP)	Interestadio
	12	12						
	13	13						
2	7	14	Auriñaciense I	Desarrollo de las herbáceas, caída en niveles de arbóreas y <i>Polypodium</i>	Frio y seco	Transición Hengelo-Arcy	Pleniglacial	Interestadio
	15	15						
1	8	16	Auriñaciense	Pinar claro acompañado de <i>Abies</i> , <i>Fagus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Fraxinus</i> y <i>Betula</i>	Moderadamente templado con momentos húmedos	Interestadio Hengelo	Demasiada diversidad para Hengelo	No posible interpretación paleoecológica ni atribución cronológica
	9	17						
	10	18						
	11	19						
	12	41						
	9	42	Chateauperroniense	Abundancia de <i>Polypodium</i>		Interestadio Hengelo	Eemense o pre-Wurm	36.590 ± 770
	10	23						
	12		Musteriense					39.770 ± 730

Tabla 28. Resumen de la historia de la vegetación en Cueva Morín y su relación con la arqueología a los eventos climáticos (a partir del trabajo de Leroi-Gourhan 1971). Se incluyen también las reinterpretaciones de Sánchez-Goñi (1991, 1994)

En la tercera zona (nivel 6) reaparece *Quercus* y aumentan gramíneas y helechos al tiempo que caen la curva de Cichorioideae, indicando una mejoría en el clima y un ligero aumento de la humedad.

La cuarta zona (nivel 5 y parte inferior del 4) muestra una sucesión de situaciones frías y templadas en un clima cuya tendencia general es el enfriamiento. Los cambios en las concentraciones de taxones como *Alnus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Juniperus* y Cichorioideae se interpretan en clave de pulsos climáticos.

En la quinta zona (niveles superficiales 4 a 1), como es posible que también ocurra en la cuarta, la estratigrafía no es completa. Destaca la recuperación de *Corylus*, *Alnus* y Cichorioideae, así como la presencia de Chenopodiaceae, *Plantago* y *Ephedra*.

No existen dataciones que permitan conocer con precisión a qué momento del pasado corresponden las señales polínicas encontradas en Cueva Morín. Lo que sí se ofrece es una asociación de los registros polínicos con la industria lítica y los cortejos florísticos descritos para eventos climáticos bien documentados en otras localidades. En la tabla 1 se ofrece un resumen. Sin embargo, estas correlaciones cronológicas no son plenamente aceptadas por otros autores como Sánchez-Goñi (1994), para quien Cueva Morín aporta muy pocos datos ecológicos y cronológicos fiables.

Más información

Leroi-Gourhan (1971), Sánchez-Goñi (1991, 1994), Maíllo *et al.* (2001)

CUEVA EL MIRÓN

Ramales de la Victoria, Cantabria

Pleistoceno superior-Holoceno (41.000 años BP-1400 años AD)



Figura 126. Vista panorámica de la localización de la cueva

El Mirón es una cueva situada en el este de la provincia de Cantabria, en el punto de unión de las provincias de Cantabria, Vizcaya y Burgos, en el límite con la Cordillera Cantábrica ($43^{\circ} 14' 44''$ N, $03^{\circ} 27' 10''$ O). Situada en el término municipal de Ramales de la Victoria, la cueva se localiza a 260 m s.n.m, en la ladera del Monte Pando, en un punto estratégico que permite el control del valle del río Ruesga y la zona circundante (Fig. 126).

La zona se encuadra en la región Eurosiberiana, en la provincia Atlántica en la que destacan los bosques de *Quercus robur*, *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior* en las zonas de suelos bien drenados, mientras que en las zonas de suelos ácidos, más pobres, se instalan bosques de *Quercus pyrenaica*. En los fondos de los valles, en las riberas de los ríos, se aprecia la presencia de *Alnus glutinosa* acompañado de *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior* y *Betula celtiberica*.

El yacimiento de El Mirón presenta una larga secuencia de ocupación desde el Paleolítico Medio hasta época medieval con 62 fechas de C-14 (Straus 2003, 2007) que oscilan entre 41.000 años BP y 1400 años AD. La cavidad ha sido objeto de numerosas intervenciones arqueológicas (González-Morales & Straus 2000a,b, 2009, Straus & González-Morales 1996, 1998, 1999/2000, 2001). Las excavaciones se han concentrado en dos zonas diferentes, el vestíbulo exterior y una zona más al interior denominada "Corral" (Fig. 127). El muestreo y la aplicación sistemática de técnicas de recuperación, ha permitido documentar



Figura 127. Interior de la cueva durante la excavación

un conjunto de restos carpológicos en niveles adscritos al Neolítico (Peña-Chocarro et al 2005a,b), Calcolítico y Bronce (inéditos) (Tabla 29).

El yacimiento constituye un punto de referencia para el conocimiento de la primera agricultura de esta zona. A pesar de lo limitado de los restos, el estudio arqueobotánico (Tabla 29) demuestra la presencia de varias especies de cereal (trigos vestidos y desnudos) entre las que destacan *Triticum dicoccum*, *T. monococcum* y el *T. aestivum/durum* (Fig. 128); este último, de gran interés entre los restos cereales, ya que constituye la primera evidencia de su cultivo en esta región para la que, hasta el momento, sólo contábamos con la presencia de cereales vestidos.

La datación por AMS de un grano de cereal (Peña-Chocarro et al. 2005a,b) ha permitido fechar los inicios de las prácticas agrícolas en esta región en 5550 años BP (4520-4050 años cal. BC). Los restos de agricultura de El Mirón representan, por lo tanto, los más antiguos para la cornisa cantábrica y demuestran la expansión de las actividades agrícolas en la región ya en el 4500 años BC. Además de cereales, no hay evidencia de la presencia de otras plantas cultivadas.

El Mirón																							
Estrato	8	8	8	9	9	9	9	9	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	
Spit	16	?	14	?	14	16	17	17	3	4	4	7	6	6	5	4	3	3	4	3	3	2	2
Plantas cultivadas																							
<i>Triticum monococcum</i>													1										
<i>T. dicoccum</i>																					1		
<i>T. monococcum/dicoccum</i>																		1		1			
<i>T. aestivum/durum</i>												1						1				1	
<i>Triticum</i>												1						1					
Cereal indet.	1																				1		
Cereal indet. (fragmento)													1	1	1				2				
Plantas silvestres																							
<i>Caryophyllaceae</i>				1									1										
<i>Cyperaceae</i>							1																
<i>Quercus</i>											2									3			
Leguminosae									1														
<i>Bromus</i> t.																						1	
<i>Lolium</i>											2								1				1
<i>Luzula</i>			1						1							1	1						
<i>Poaceae</i>									1		2						2						
<i>Polygonaceae</i>													1									1	
<i>Galium</i>																					1		
<i>Veronica</i>																					1		
Indet.		1		2	1	1		1	1			6				1	1			3			

Tabla 29. Restos vegetales del yacimiento de El Mirón (Peña-Chocarro *et al.* (2005a,b)

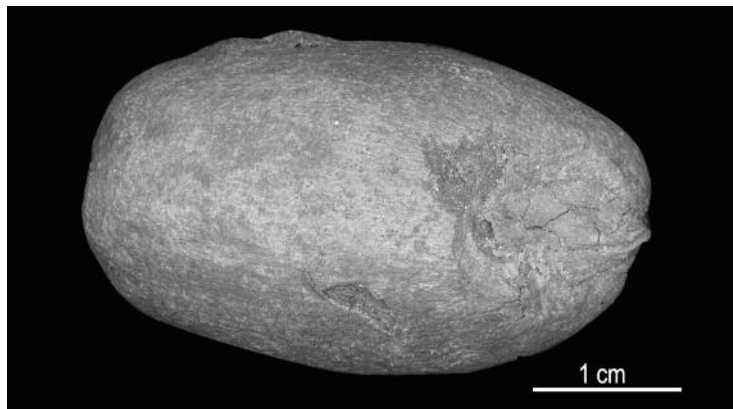


Figura 128. Imagen al MEB de cariósipide de *T. aestivum/durum*.

MICROLAB (CCHS-CSIC)

Las plantas silvestres están escasamente representadas, destacando restos de gramíneas y cotiledones de *Quercus* que, sin duda, forman parte de la vegetación del entorno. Su introducción en el registro arqueobotánico puede haberse debido a una enorme multiplicidad de factores, incluyendo su presencia entre las malas hierbas de los cultivos de cereales, como parte de las especies recolectadas con fines específicos (alimento, medicinas, tintes, etc.), o bien pueden haberse incorporado al registro arqueológico de forma accidental.

Más información

Peña-Chocarro *et al.* (2005a,b)

CUEVA DEL OTERO

Comarca de Trasmiera, Voto, Cantabria
Pleistoceno superior

La Cueva del Otero es una cavidad de pequeño tamaño con dos bocas casi contiguas que dan acceso a un vestíbulo amplio que continua hacia la derecha por una galería recta que acaba en una salita. Se ubica en un pequeño cueto calizo situado a unos

60 metros de altitud junto a la carretera Bádames-Secadura (43° 21' 10" N, 03° 31' 41" O), a unos 6 km del mar, en el término municipal de Voto (comarca de Trasmiera, Cantabria). En el vestíbulo se ha encontrado una estratigrafía que comienza con

		Leroi-Gourhan 1966			Sánchez-Goñi 1991 y 1994			
Nivel	Muestra	Arqueología	Vegetación	Interpretación		Interpretación		
1	1	Magdaleniense Aziliense?	Incremento AP y helechos. Reaparece <i>Corylus</i> . Presencia <i>Alnus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Juglans</i> . Ausencia <i>Cyperaceae</i>	Templado y húmedo		Gran diversidad y escasez de árboles en contexto herbáceo (>96%)	Contaminación No posible interpretación paleoecológica	
	2							
		Magdaleniense						
4	11	Auriñaciense	Máximos de <i>Poaceae</i> . Recuperación de <i>Pinus</i>	Templado y húmedo			No posible interpretación paleoecológica ni atribución cronológica	
	12							
5	13		Desaparece <i>Corylus</i> y descenso <i>Cyperaceae</i> . Fuerte descenso <i>Cichorioideae</i> y aumento <i>Poaceae</i>	Muy seco y frío				
	14							
	15							
6	16		Descenso continuo de <i>Pinus</i> e incremento de <i>Cichorioideae</i>	Templado Incremento humedad	Interestadio Arcy o Paudorf			
	17							
	18							
	19							
	20							
7	21		Estéril					
	22							
	23							
8	24	Oscilaciones de <i>Pinus</i> y ligero incremento <i>Cichorioideae</i> Presencia <i>Betula</i> y <i>Corylus</i>	Enfriamiento					
	25							
	26							
9	27	Auriñaciense Musteriense						
	28							
9	29	Musteriense	Máximos <i>Betula</i> y <i>Pinus</i> Presencia de <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Juniperus</i> y <i>Ephedra</i> Mucha <i>Cichorioideae</i> y <i>Poaceae</i>	Poco frío	Interestadio Padul			

Tabla 30. Tabla de comparación de las interpretaciones dadas por distintos autores al diagrama polínico de Cueva del Otero

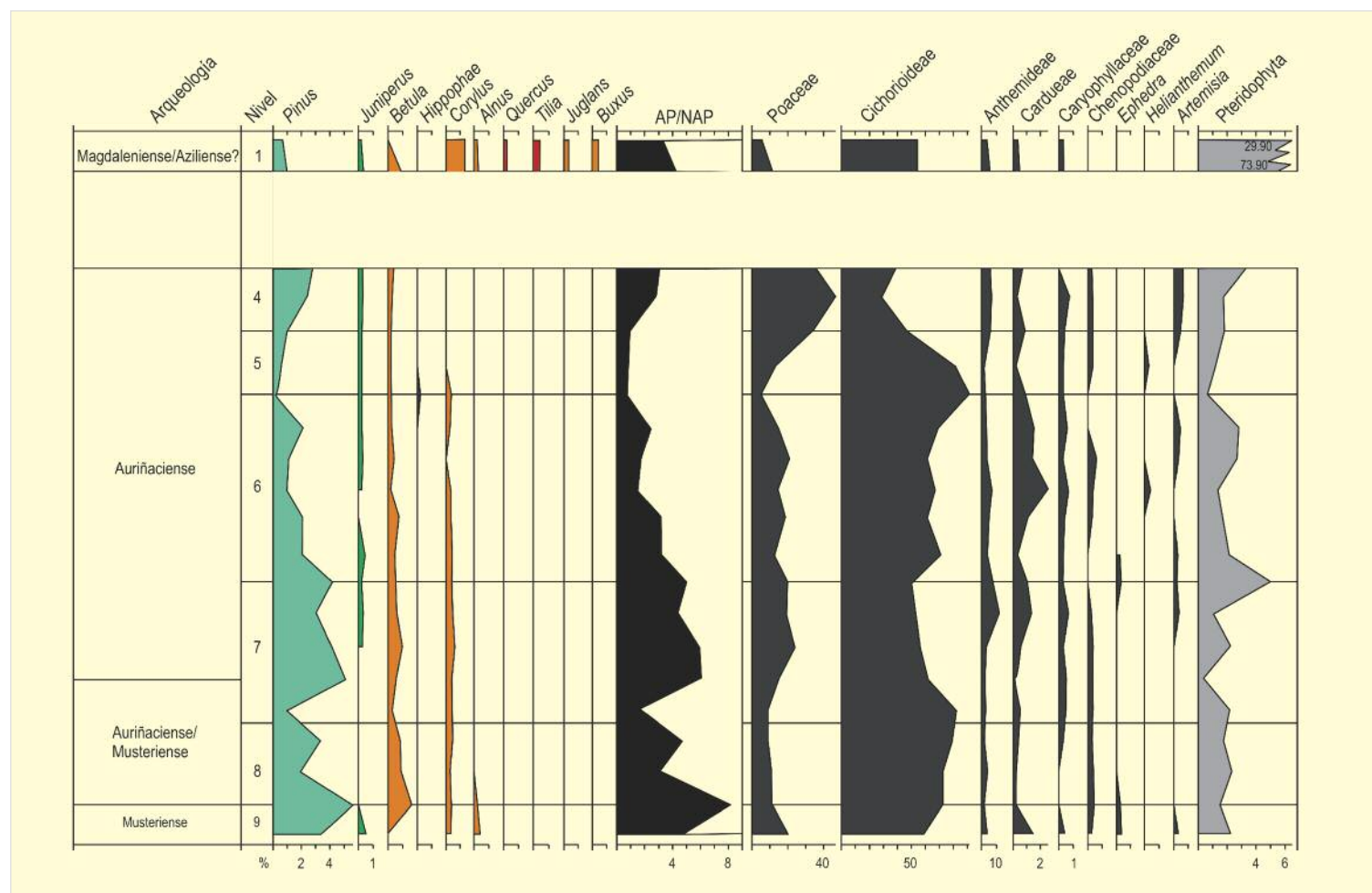


Figura 129. Diagrama polínico de la Cueva de Otero. Redibujado de Leroi-Gourhan (1966)

un dudoso nivel musteriense, varios niveles auriñacienses y del magdaleniense superior/final hasta un inseguro Aziliense.

Al igual que Cueva Morín, biogeográficamente pertenece al piso colino de la Provincia Cantábrica (Región Eurosiberiana). Toda la comarca pertenece al ámbito geográfico de La Marina, franja costera que no supera los 500 m de altitud, dominada por prados, zonas de pasto y repoblaciones de eucalipto entre las que aparecen algunas masas forestales autóctonas de carácter residual como muestra de los bosques caducifolios mixtos (fresno, tilo, laurel, avellano, arce, roble, álamo, abedul, encina, etc.) y de ribera (alisos y sauces) que en otro tiempo dominaban el paisaje. A pocos kilómetros de la costa (10-15 km), como límite sur de La Marina, aparece la Sierra del Escudo, con elevaciones de 600-1000 m, la cual sirve de límite entre La Marina y las montañas del extremo este de la Cordillera Cantábrica, donde las altitudes superan por lo general los 1500 m y pueden llegar hasta los 2600 m.

Los sedimentos de la Cueva del Otero presentan una potencia algo mayor de un metro que se muestreó a intervalos fijos de 5 cm.

Su estudio permite diferenciar 9 niveles estratigráficos, de los que dos resultaron polínicamente estériles (Fig. 129). La autora del estudio polínico (Leroi-Gourhan 1966) observa en la sucesión de niveles estratigráficos una alternancia de momentos fríos y templados que tiene su reflejo en la vegetación y que pueden incluso asimilarse a eventos climáticos correlativos de los, en su tiempo denominados interestadios de Padul, Arcy y Paudorf. Sin embargo, otros autores (Sánchez-Goñi 1991, 1994) reinterpretan el significado de las oscilaciones polínicas y minimizan la transcendencia de variaciones porcentuales de 2-3 puntos para *Pinus* y el conjunto de AP, entendiendo que se trata en realidad de un paisaje abierto, poco cambiante y dominado por Cichorioideae y Poaceae, en el que los pocos árboles presentes son en su mayoría *Pinus* y destacando la presencia continua de *Cyperaceae*; esta vegetación se habría desarrollado en condiciones típicas pleniglaciales. En la tabla 30 se muestra un resumen de ambas interpretaciones.

Más información

Leroi-Gourhan (1966), Sánchez-Goñi (1991, 1994)

COBRANTE

Valle de Aras, Voto, Cantabria
Pleistoceno superior (~33.320 años BP)



Figura 130. Entorno de San Miguel de Arás donde se encuentra la cueva de Cobranche

La cueva de Cobranche se abre a 600 m s.n.m. ($43^{\circ} 19' 10''$ N, $03^{\circ} 31' 44''$ O; 80 m s.n.m.) en la ladera oriental de los afloramientos calcáreos de San Miguel de Aras, en la zona donde confluyen los ríos Clarín y Clarión, ambos tributarios del Asón. Este área se encuentra próxima a la Bahía de Santoña a tan sólo 12 km de la actual línea de costa. El encinar cantábrico constituye el rasgo florístico principal de toda la cuenca baja del Asón a lo largo de los macizos kársticos litorales, junto al matorral de espinosos caducifolios característicos de los substratos calcáreos donde se encuentra la cueva. Por otro lado, el bosque atlántico se sitúa sobre substratos silíceos.

La cueva de Cobranche comprende una secuencia de ocupación humana con 7 niveles estratigráficos. Los niveles inferiores 7, 6 y 5 han quedado adscritos al Auriñaciense fechados entre 33.000-30.000 años BP respectivamente. Los niveles 4 y 3 pertenecen al Solutrense superior con fechas en torno a 18.500 años BP (Rasines, com. pers.). Finalmente el nivel 2 desprovisto de datación radiocarbónica es, desde el punto de vista de la cultura material, aziliense.

Se han realizado estudios antracológicos por parte de Uzquiano (2005) y palinológicos por parte de Ruiz-Zapata & Gil-García (2005). De los tres niveles auriñacienses es el nivel 6, datado en

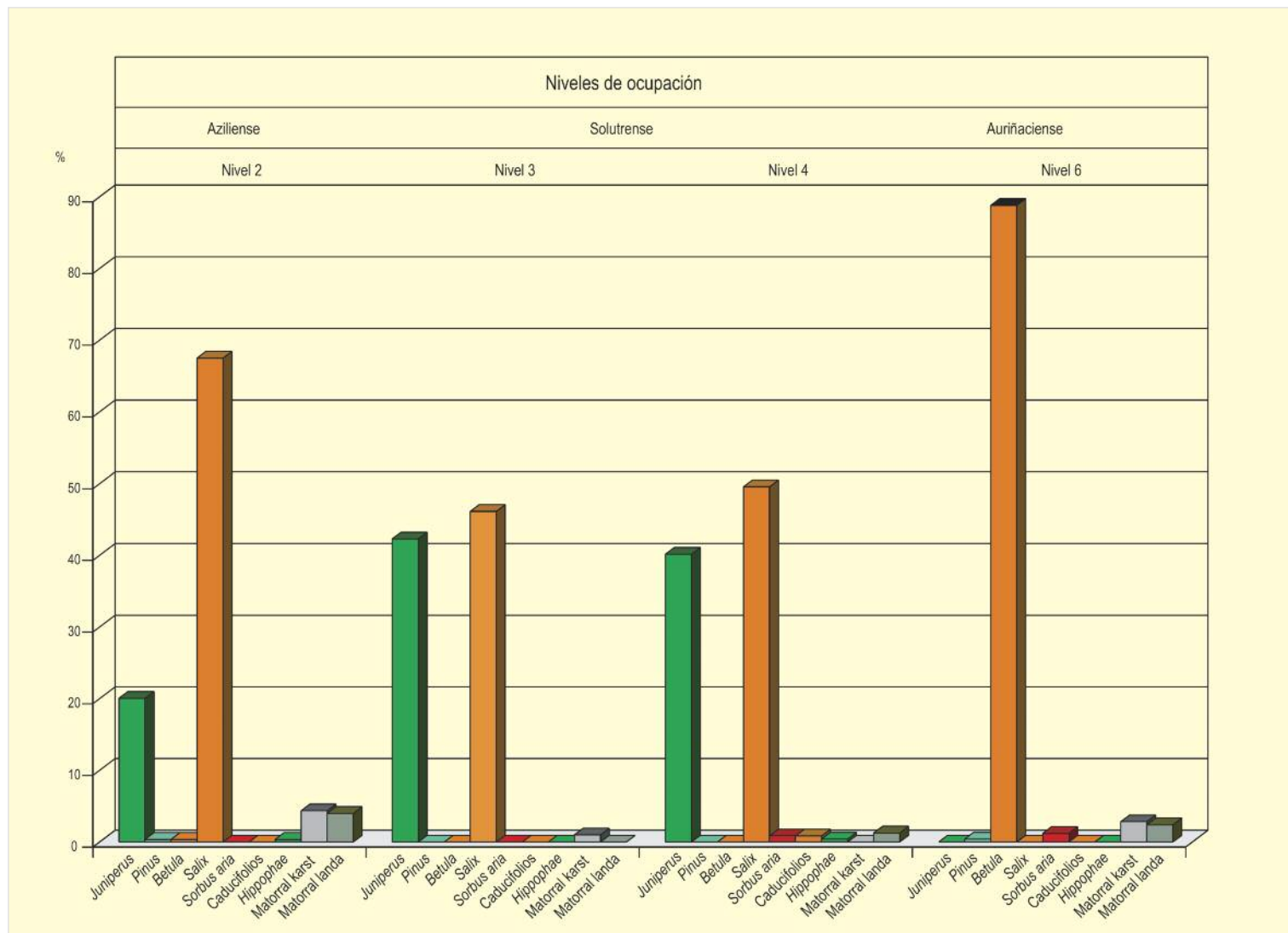


Figura 131. Resultados antracológicos de la cueva de Cobrante. Redibujado de Uzquiano (2005)

33.000 años BP, el que mayor información antracológica ha proporcionado (Fig. 131). *Betula* es el taxón dominante con valores superiores al 90% junto a un conjunto florístico con valores poco relevantes (<5%) caracterizado por *Pinus sylvestris*, *Sorbus*, Fabaceae, *Arbutus*, *Rhamnus*, *Pistacia* e *Hippophae* (Uzquiano 2005). *Salix* y *Juniperus* aparecen como taxones codominantes en los niveles solutenses 4 y 3. El nivel 4 ha registrado, además, valores muy bajos de *Sorbus aria*, *Quercus caducifolios*, *Hippophae*, *Erica* y Fabaceae.

En el nivel 2, aziliense, aparece un espectro similar al obtenido en las ocupaciones solutenses, con *Salix* y *Juniperus* como taxones codominantes. El matorral de medios kársticos (*Arbutus* y *Rhamnus*), así como los taxones de landa (*Erica* y Fabaceae), presentan valores similares pero muy bajos, al igual que *Pinus*, *Betula* e *Hippophae*.

El estudio palinológico incluye 29 muestras procedentes de un perfil de 140 cm de potencia y localizado en el corte este, cuadro H18, sobre el que se han definido 7 niveles estratigráficos que corresponden con zonas polínicas homólogas (Fig. 132).

En el nivel 7 basal (140-110 cm) se observan bajos valores de *Quercus* y *Pinus*, así como el retroceso de *Corylus*, *Castanea*, *Salix* y Oleaceae; a ello se une la presencia, en bajo porcentaje, de *Betula*.

El nivel 6 (110-90 cm) está datado en 33.320 años BP y se caracteriza por bajos porcentajes de árboles, en torno al 20%. El paisaje está dominado por asteráceas, sugiriendo unas condiciones secas y probablemente frías.

El nivel 5 (90-40 cm) está datado en 30.480 años BP. Se trata de la etapa en la que tiene lugar el mayor desarrollo de la cobertura arbórea, debido a la expansión de *Pinus*, Oleaceae y en menor medida *Quercus caducifolios*. No obstante, no se observan ni *Corylus*, ni *Alnus*, aunque sí *Salix* y *Ulmus*, al tiempo que tiene lugar la desaparición de *Betula*. Se observa una expansión de Cupressaceae.

El nivel 4 (40-30 cm) es palinológicamente estéril. El nivel 3 (30-22 cm) supone la recuperación del estrato arbóreo, pero sin alcanzar los valores del nivel 5, aunque desde el punto de vista de la composición

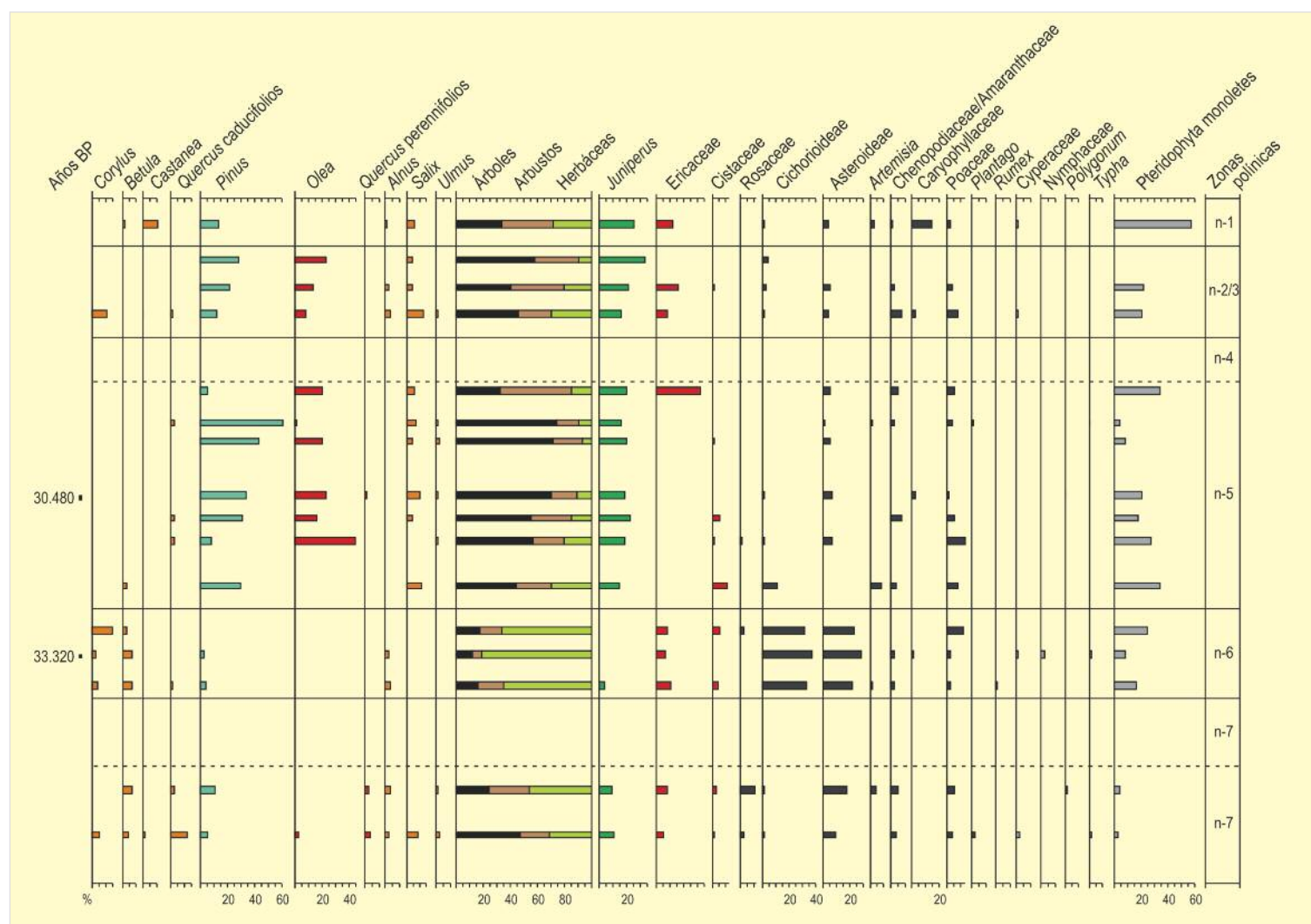


Figura 132. Diagrama polínico de la cueva de Cobrante. Redibujado de Ruiz-Zapata & Gil-García (2005)

es bastante similar. No obstante *Pinus* y *Oleaceae* presentan menor incidencia que en el nivel 5 y destaca la presencia de *Corylus* y *Salix*.

El nivel 2 (22-10 cm) se caracteriza por un escaso cortejo arbóreo, mientras que el estrato arbustivo está dominado por *Ericaceae* y en menor medida, por *Cupressaceae*. Por último, el nivel 1 (10-0 cm) muestra de nuevo una reducción del estrato arbóreo, con valores en torno al 30%, constituido mayoritariamente por *Pinus* y cas-

taño aunque también se detecta la presencia de *Salix*, *Alnus* y *Betula*. El estrato arbustivo continúa estando dominado por brezales y cupresáceas y en el estrato herbáceo llama la atención la abundancia de helechos y cariofiláceas.

Más información

Ruiz-Zapata & Gil-García (2005), Uzquiano (2005)

CUEVA DE CHUFÍN

Cornisa Cantábrica, Rionansa, Cantabria
Pleniglacial (~ 17.000 años BP)



Figura 133. Camino de acceso a Cueva Chufin

A. GÓMEZ VALERA

La cueva de Chufín, o del Moro Chufín, se localiza en el barranco cántabro del río Lamasón, cerca de su confluencia con el río Nansa ($43^{\circ} 17' 33''$ N, $04^{\circ} 27' 36''$ O; ~130 m s.n.m.). Dicho barranco está formado por paredes escarpadas en roca caliza que confieren a la cueva un emplazamiento bastante resguardado. La cueva se sitúa a 150 metros sobre el nivel del mar y a unos 16 km de la línea de costa, en el término municipal de Rionansa.

Actualmente el entorno está muy modificado por la construcción del embalse de la Palombera, que represa al río Nansa y ha generado un lago artificial en el interior de la cueva. El clima actual de la zona es oceánico templado y el paisaje vegetal está densamente arbolado, caracterizado por un bosque atlántico caducifolio, principalmente de haya y roble. También están presentes el encinar cantábrico y el tejo, que es la conífera más emblemática de Cantabria.

La cueva tiene una larga historia de ocupaciones humanas que han ido dejando, a su paso por la misma, restos de pinturas rupestres que hacen que en la actualidad reciba visitas turísticas a lo largo de todo el año. En 2008 fue declarada, junto con otros 16 yacimientos arqueológicos, Patrimonio Mundial por la UNESCO, como parte del Arte Rupestre Paleolítico de la Cornisa Cantábrica.

El registro polínico de la cueva de Chufín (Fig. 134) muestra en general un paisaje bastante arbolado. La cronología de esta secuencia polínica está basada únicamente en una datación de radiocarbono publicada por primera vez por Boyer-Klein (1984), y que sitúa el registro en torno a 21.000 años cal. BP. El índice arbóreo, que supera el 50 % del total, está dominado por especies como *Corylus*, *Betula* y *Pinus*, lo que sugiere un clima bastante húmedo. Estas condiciones se ven confirmadas localmente por el porcentaje de *Alnus* que ronda el 20% y un índice de esporas filicales del 950% (fuera del total). El bosque mixto de *Quercus* se sitúa en torno al 5%. La parte superior del diagrama polínico muestra un incremento considerable de Cichorioideae, en detrimento de los taxones arbóreos, que sufren una inflexión en sus porcentajes, en particular el de *Quercus*, que llega a desaparecer.

El paisaje vegetal descrito en el entorno de la cueva coincide con una ocupación de la misma que dejó restos tanto de industria lítica como de arte parietal, según los cuales se puede adjudicar

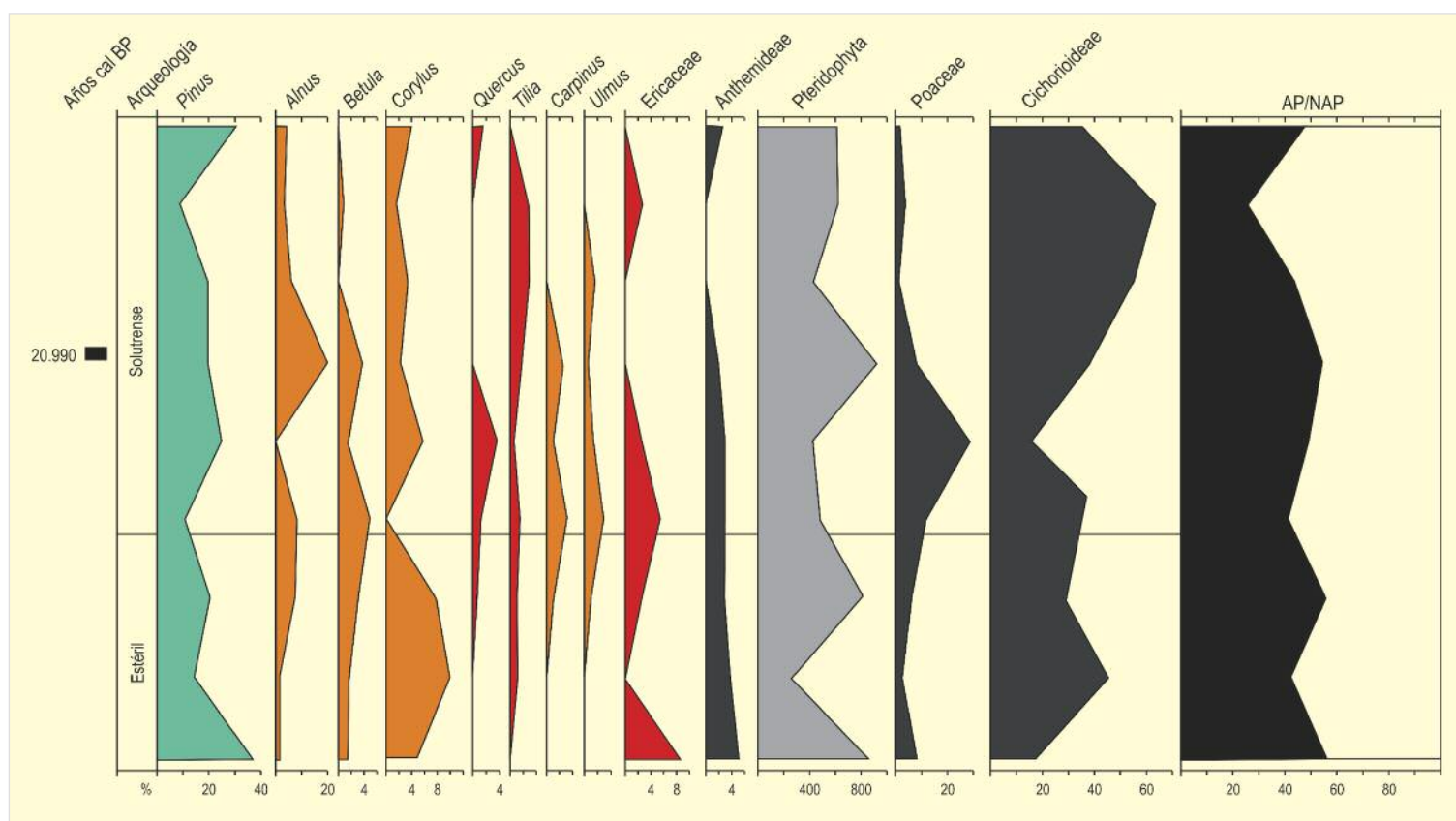


Figura 134. Diagrama polínico de Chufín. Redibujado de Boyer-Klein (1980)

car la ocupación humana de la cueva a la cultura del Solutrense superior.

De este modo, según Boyer-Klein (1984), la ocupación de la cueva corresponde con un calentamiento climático importante que se refleja en la vegetación y que, según la datación comentada anteriormente (21.000 años cal. BP), coincidiría con el entonces denominado interestadio de Lascaux. El carácter marcadamente

templado y húmedo de la vegetación registrada en la cueva de Chufín coincidía con el de la vegetación registrada en el estudio polínico realizado en la cueva de Lascaux, en el interior de Francia (17.190 años BP) y que en su momento dio nombre a este interestadio.

Más información

Boyer-Klein (1984)

PAÍS DE ALTAMIRA

Cuevas de Altamira, Cantabria

Pleistoceno superior final (~18.000-14.000 años BP)



Figura 135. Vista panorámica de Santillana del Mar desde el Museo de Altamira

A. PÉREZ ORDÓÑEZ

El denominado "País de Altamira" comprende el territorio donde se ubican las Cuevas de Altamira, Cualventi, Las Aguas y El Linar. Se trata de las montañas prelitorales de la zona oeste de Cantabria, a saber, Sierra de la Busta, Alto del Fildaz y Sierra de Altamira. Estas sierras constituyen un *continuum* de alineaciones montañosas (250 m de altitud máxima) que se disponen de manera paralela a la línea de costa y separan el valle del Saja-Besaya de la plataforma costera propiamente dicha. Las cuevas de Cualventi (Oreña), El Linar (La Busta) y Las Aguas (Novales), se encuentran todas ellas en el término municipal de Alfoz de Lloredo, y ubicadas entre 2,5 y 5,6 km en línea recta de la propia cueva de Altamira situada en el término municipal de Santillana del Mar. El Linar sería el más alejado de Altamira (5,6 km en línea recta) y de la línea de costa (6 km), abriéndose con orientación sur a 80 m s.n.m. Cualventi sería el yacimiento más próximo de Altamira (2-2,5 km) y se abre con orientación sur a unos 75 m s.n.m. en un valle abierto a unos 4 km de distancia del mar. Las Aguas se encuentra a 5 km de Altamira en dirección oeste y a unos 4 km de la costa, abriéndose con orientación norte-noreste a unos 100 m s.n.m. Por último la propia cueva de Altamira se abre con orientación noroeste a 70 m s.n.m. en un promontorio de 171 m de altitud, desde donde se ejerce un gran control visual de la plataforma costera y a 4 km del mar (Uzquiano 1992).

El encinar cantábrico (*Quercus ilex*) con su cortejo arbustivo sempervirente (*Arbutus unedo*, *Phillyrea* y *Rhamnus alaternus*) así como el matorral de caducifolios (*Prunus*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra* y *Cornus sanguinea*) se dispone sobre los macizos



Figura 136. Sala de las Pinturas en la Cueva de Altamira

J.S. CARRIÓN

kársticos (caso de El Linar), mientras que el bosque atlántico acidófilo (*Quercus robur* y *Castanea sativa*) y el matorral de landa (*Ericaceae*, *Ulex europaeus* y helechos diversos) se localiza sobre los terrenos silíceos (casos de Altamira, Cualventi y Las Aguas). *Corylus avellana* y *Fraxinus excelsior*, característicos del bosque mixto de frondosas, se hallan asimismo presentes en algunas zonas de los fondos de valle y umbrías de este territorio donde la presión antrópica ha sido menor.

La Cueva de Altamira (43° 22' 37" N, 04° 07' 12" O) incluye una secuencia de ocupación adscrita al Solutrense superior datado en 18.000 años BP y al Magdaleniense inferior datado en 15.900 y 15.500 años BP. Antracológicamente (Fig. 140) *Salix* es el taxón dominante (55%) en el nivel solutrense junto a valores algo más bajos de *Cytisus* y *Juniperus* (18 y 6% respectivamente). Este nivel ha registrado de manera muy discreta *Pinus sylvestris*, *Quercus* de hoja caduca (2%) y *Abies* (1%). El nivel magdaleniense inferior registra un incremento de *Juniperus* (32%) alternando con valores similares de *Salix* (39%). Este depósito registra asimismo valores en torno a 5 % de *Hippophae rhamnoides* y de *Cytisus*. *Pinus* al igual que en el nivel precedente, aparece con valores muy bajos (2%) y por último la presencia puntual de *Castanea sativa* (1%) también ha quedado registrada (Uzquiano 1992).

El estudio palinológico llevado a cabo en Altamira (Carrión & Dupré 2002) evidenció que la mayor parte del sedimento arqueológico es estéril. No obstante, algunas muestras de los niveles magdalenienses tomadas en la Sala de las Pinturas (Figs. 136 a 138) mostraron cierto contenido polínico (Fig. 139). El paisaje deducido, que podría dar cuenta de un episodio muy breve, es el de una



Figura 137. Sala de las Pinturas en la Cueva de Altamira



Figura 138. Perfil de la Sala de las Pinturas (Cueva de Altamira) donde se tomaron las muestras para el análisis polínico

vegetación abierta, dominada por Ericaceae y Poaceae, en la que también se darían asteráceas, *Artemisia*, quenopodiáceas, *Plantago*, *Helianthemum*, leguminosas, umbelíferas, cárices (Cyperaceae) y helechos (*Polypodium*). Cabe igualmente señalar la presencia, aunque en pequeñas proporciones, de polen arbóreo incluyendo *Pinus*, *Corylus*, *Betula* y *Quercus*.

Los carbonos analizados para la Cueva de Cualventi (43° 23' 12" N, 04° 09' 12" O) proceden del tramo inferior de la secuencia estratigráfica (niveles F, E y D respectivamente), pertenecientes al Magdaleniense inferior y con dataciones radiométricas de 15.900 y

15.400 años BP obtenidas en el nivel E, que es el que ha aportado la información más completa a nivel antracológico. *Juniperus* (13%), *Salix* (24%), *Hippophae* (17%) y el matorral de landa (*Ulex europaeus*, *Ulex* sp., *Cytisus scoparius*, *Erica* sp.) (21%) son los principales taxones identificados. *Betula* (0,5%), *Corylus* (2%) y *Arbutus unedo* (0,5%) han registrado valores muy bajos.

La Cueva de las Aguas (43° 22' 38" N, 04° 11' 15" O) tiene dos niveles de ocupación pertenecientes al Magdaleniense inferior datados entre 15.000 años BP (capa inferior B4) y 14.500 años BP (capas superiores B2-B1). La ocupación más inferior ha registrado un conjunto

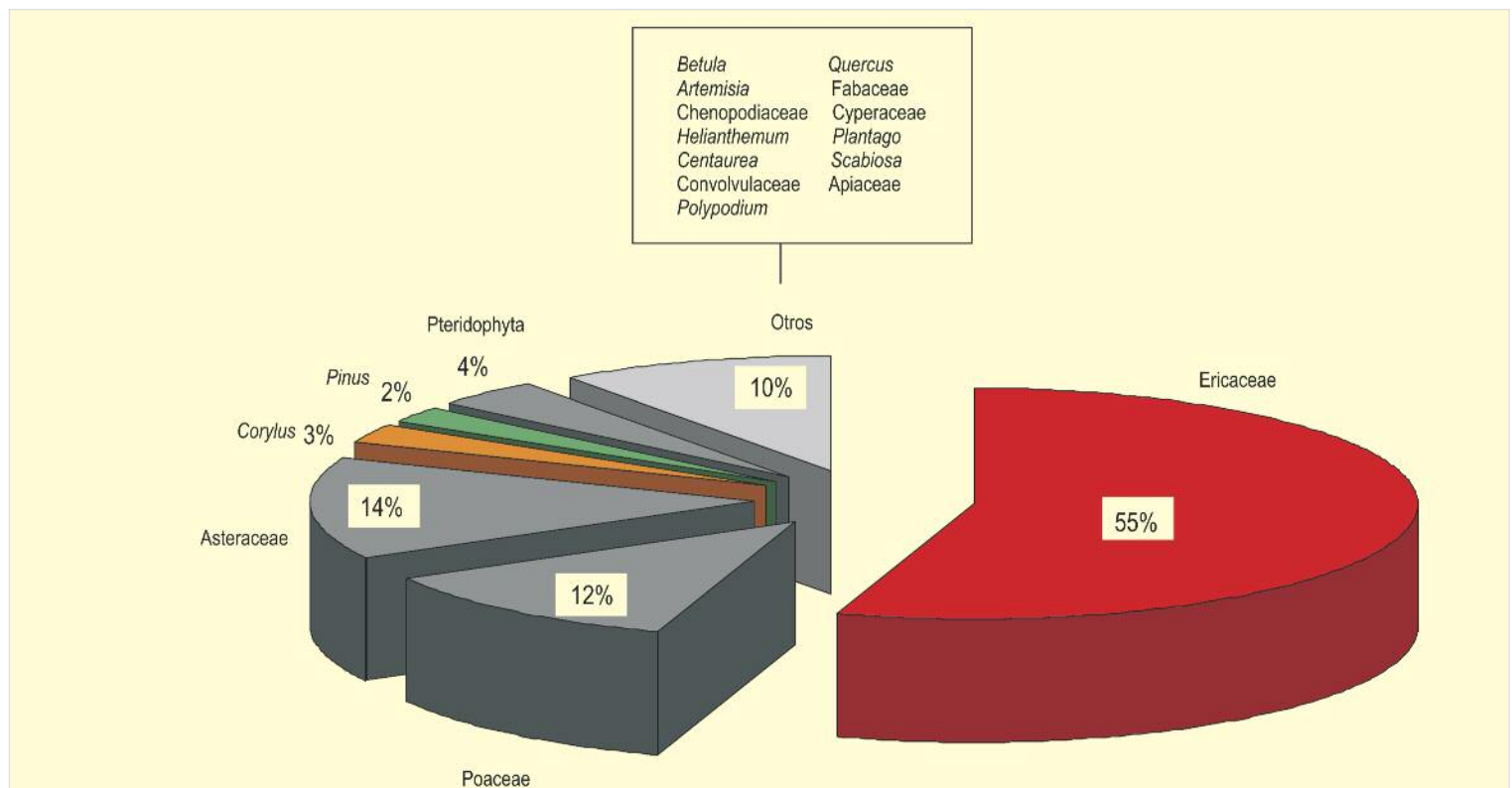


Figura 139. Resultados palinológicos de la Sala de las pinturas en Altamira (Carrión & Dupré 2002)

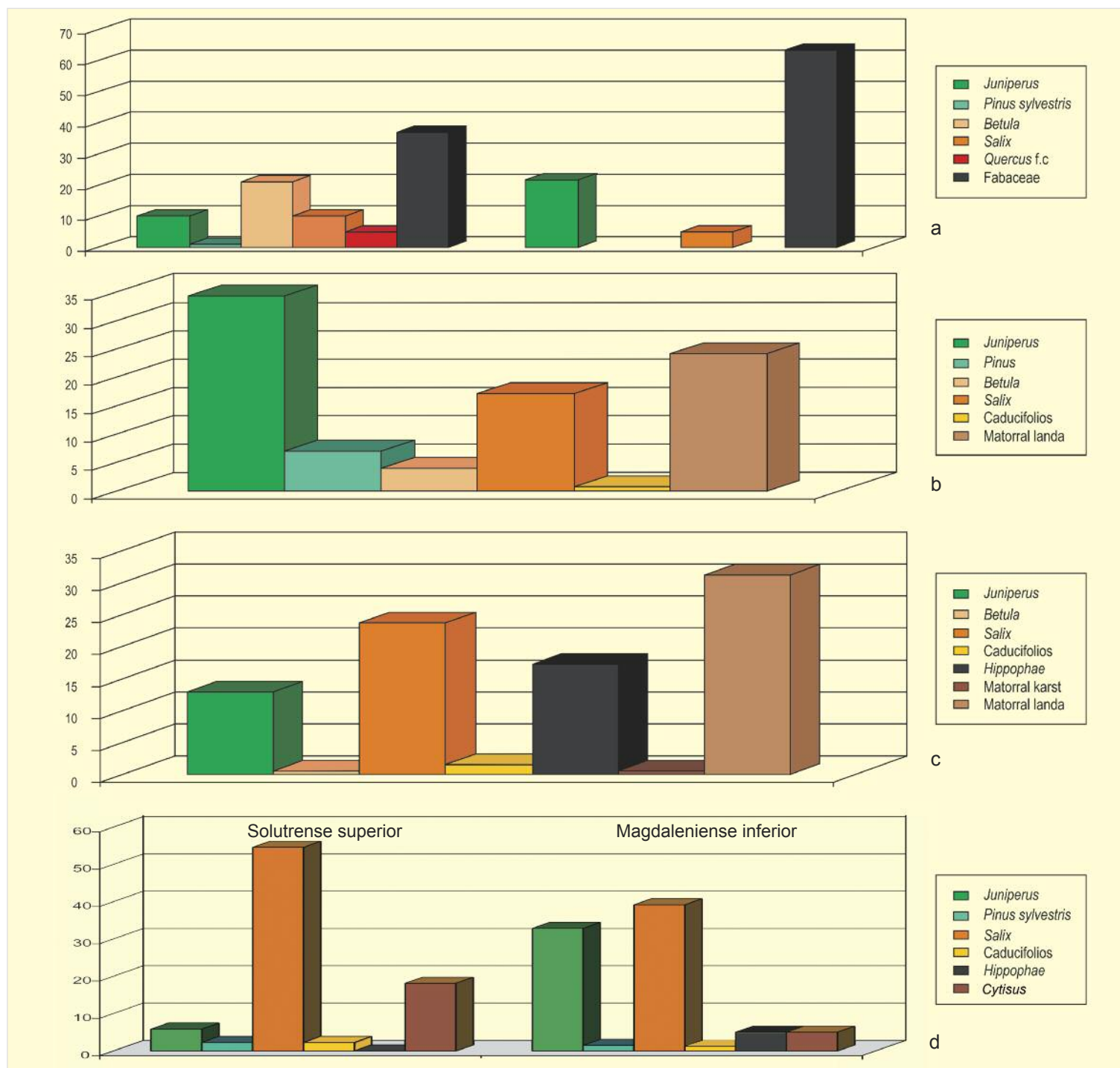


Figura 140. Distribución por niveles arqueológicos de los carbones encontrados en las cuevas de las Aguas (a), El Linar (b), Cualventi (c) y de Altamira (d). Redibujado de Uzquiano (1992)

florístico pobre: *Juniperus* (22%), Fabaceae (63%) y *Salix* (15%) son los únicos taxones. Las ocupaciones superiores parecen mostrar un incremento en la diversidad florística con *Juniperus* (10%), *Pinus* (1%), *Betula* (21%), *Salix* (10%), *Quercus* de hoja caduca (5%) y Fabaceae (37%).

La cueva de El Linar (43° 21' 00" N, 04° 10' 51" O) incluye Magdaleniense inferior datado en 14.000 años BP. *Juniperus* (34%) y Fabaceae (24%) dominan y, en menor medida, aparece *Salix* (17%). Los valores discretos de *Pinus* (7%) y *Betula* (4%) al igual que los de *Quercus* de hoja caduca (0,7%), sugieren una presencia local en el

territorio de explotación de esta cueva. Este yacimiento ha librado, asimismo, una ocupación adscrita al Solutrense superior. La mala conservación de la estructura de combustión evidenciada en esta ocupación es responsable de la escasez de muestras antracológicas conservadas. Los escasos carbones identificados son de Fabaceae (*Ulex europaeus*, *Cytisus*) y *Juniperus*.

Más información

Uzquiano (1992), Carrión & Dupré (2002)

RASCAÑO

Río Miera, Miera, Cantabria
Pleistoceno superior (16.433-10.486 años BP)

La cueva del Rascaño (Miera, Santander) forma parte de un pequeño núcleo de yacimientos localizados en la cuenca alta del río Miera entre los que se incluyen El Salitre, Bona y El Piélago. Se abre hacia el suroeste, a 275 m s.n.m. y 43° 17' 38" N, 03° 41' 44" O, sobre un paisaje de relieve abrupto de origen fluvioglacial. A 32 km del mar Cantábrico, la Cueva de Rascaño se halla bajo la influencia de un clima oceánico húmedo, rodeado de garrigas de tipo atlántico compuestas principalmente por aulagas y brezos.

La estratigrafía del yacimiento presenta aproximadamente 3 m de espesor y ha sido dividida en 9 niveles, de los que los tres primeros, datados alrededor de 27.000 años BP, se han relacionado con una industria auriniaciense. Al nivel superior, datado entre 10.486 y 10.558 años BP se le atribuye una industria de tipo aziliense mientras que el resto comprende industrias magdalenenses.

El análisis palinológico (Fig. 141) (Boyer-Klein 1981) se ciñe a los cinco niveles más modernos (niveles V-I). En torno a 16.433 años BP (nivel V) el porcentaje de polen arbóreo nunca alcanza valores superiores al 17%. *Juniperus*, con un valor medio del 5%, es el árbol dominante en este período seguido a continuación por *Pinus*. Junto a éstos se detecta también la presencia de *Alnus* y *Salix* y puntualmente se registra además polen de *Corylus* y *Betula*. En cuanto al tapiz herbáceo, éste se encuentra constituido principalmente por compuestas. Las gramíneas mantienen valores en torno al 20% y los helechos alcanzan en este nivel su máxima representación. Estos altos porcentajes de esporas de Filicales, no incluidos en la suma polínica total, podrían ser fruto de una sedimentación originada por arroyada pluvial (Sánchez-Goñi 1991).

Durante el cuarto nivel se observa un descenso en los porcentajes de *Juniperus* y de *Corylus*, llegando este último a desa-

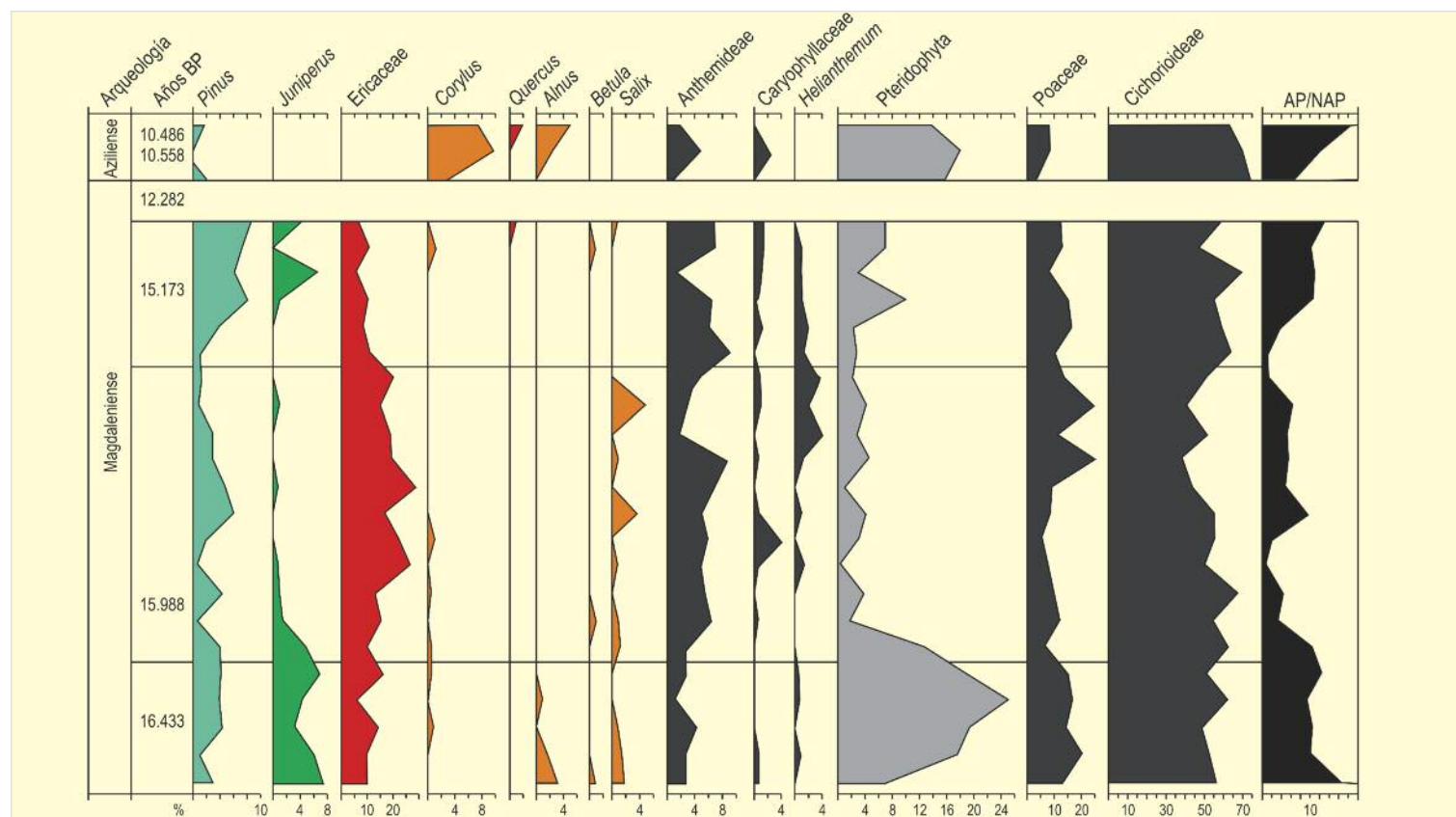


Figura 141. Diagrama polínico de la cueva del Rascaño. Redibujado de Boyer-Klein (1981)

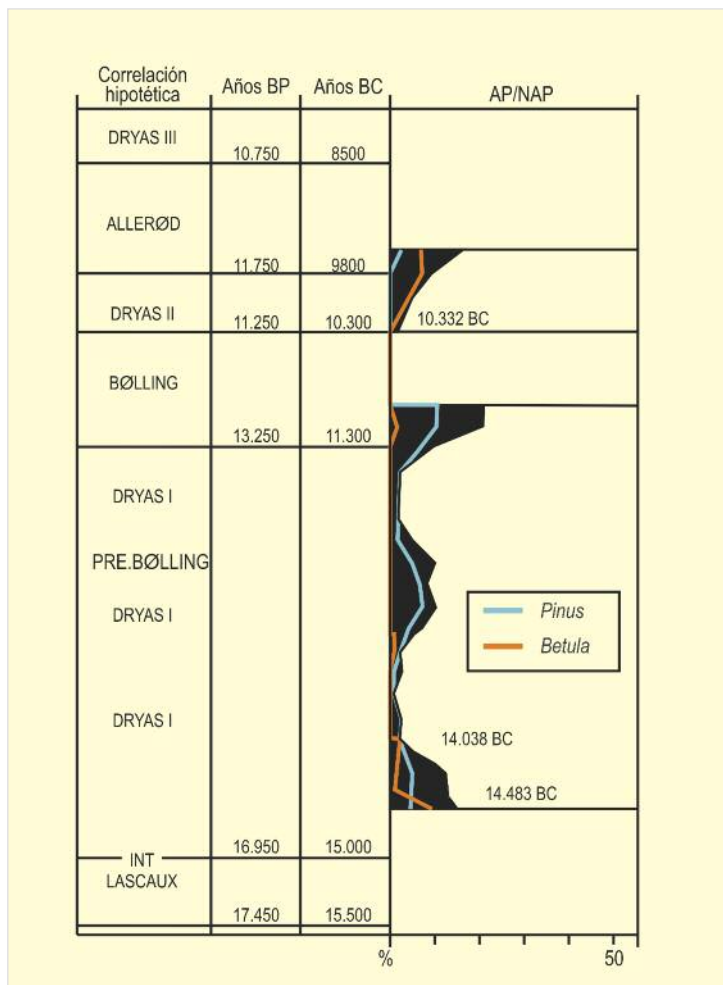


Figura 142. Diagrama polínico sintético de Rascaño. Redibujado de Boyer-Klein (1984)

parecer por completo a lo largo de toda la mitad superior de este nivel. El pino mantiene valores fluctuantes pero similares a los del nivel anterior mientras el sauce experimenta un ligero aumento. Frente a este descenso del porcentaje total de po-

len arbóreo proliferan las formaciones arbustivas de brezales y *Helianthemum*. Dentro de las herbáceas prosperan las cariofiláceas y las compuestas tubulifloras al tiempo que no se observan cambios en las gramíneas y compuestas y los helechos descienden notablemente.

En el tercer nivel, tras una fuerte disminución en la base del porcentaje total de polen arbóreo, éste alcanza valores medios superiores al 10%. El pino termina por imponerse como árbol dominante, en ocasiones acompañado por *Juniperus* y de forma aún más puntual de *Quercus*, *Corylus*, *Betula* y *Salix*. En relación al polen no arbóreo, no se detectan grandes cambios, salvo un pequeño descenso en los porcentajes de ericáceas y un ligero aumento en los valores de compuestas y Filicales.

Finalmente, tras un pequeño hiato polínico, en el nivel superior el porcentaje de polen arbóreo aumenta de forma progresiva hasta alcanzar los valores más altos de todo el diagrama, siendo el avellano el principal contribuyente seguido por el aliso y el pino y, a partir de la segunda mitad, también de *Quercus*. Ya no se registra polen de *Helianthemum* ni de ericáceas y dentro de las herbáceas, las Cichorioideae alcanzan valores próximos al 80%.

Resulta interesante destacar que al igual que en otros yacimientos cántabros como la cueva de Ekain (Deva, Guipúzcoa) o de Amalda (Cestona, Guipúzcoa) en Rascaño, los resultados polínicos también apoyan la existencia de posibles refugios glaciales para poblaciones arbóreas de mesófitos (*Corylus*, *Alnus*, *Betula* y *Salix*) durante el Último Máximo Glacial que pudieron servir como punto de partida para una posterior fase de expansión durante el Holoceno.

Más información

Boyer-Klein (1981, 1984, 1985, 1988), Sánchez-Goñi (1991)

ABRIGO DE LA PEÑA DEL PERRO

Bahía de Santoña, Santoña, Cantabria

Pleistoceno final-Holoceno inicial (11.840-10.430 años cal. BP)



S. ALVES

Figura 143. Acantilados en Monte Buciero donde se sitúa el abrigo de la Peña del Perro

La Peña del Perro se abre en la vertiente sur del Monte Buciero, macizo calcáreo costero que domina la Bahía de Santoña por el sur y que cierra por su parte norte (Istmo de Berria) la zona de marismas de la desembocadura del Asón (González-Morales 1990). El abrigo se encuentra colgado a 60 m s.n.m. sobre los acantilados, siendo su acceso bastante complicado (43° 26' 39" N,

03° 25' 35" O). Trantándose de un macizo kárstico costero, la vegetación circundante es el encinar cantábrico con ejemplares de *Quercus ilex* de gran porte. Esta formación se encuentra bastante extendida a lo largo de toda la cuenca baja del Asón.

La secuencia de ocupación de este abrigo comprende un nivel de base magdaleniense 2C datado en torno a 12.000 años BP y dos niveles azilienses 2B y 2A con una datación de 10.000 años BP obtenida en la base del nivel 2A (2Abase). La secuencia culmina con un conchero mesolítico (nivel I) datado en 9200 años BP. Los estudios antracológicos llevados a cabo (Uzquiano 1992, 1995, 1998) comprenden los dos niveles azilienses y el conchero mesolítico (Fig.144). Los taxones dominantes son *Betula* (26%-22%) y *Quercus* de hoja caduca (*Q. robur*, *Q. pyrenaica*) (27%-40%), junto a valores relevantes de *Quercus ilex* (6%-16%), *Populus* (7%-10%) y *Salix* (21%-3%). *Hippophae*, *Pinus* y *Larix-Picea* presentan frecuencias muy bajas. La presencia de este último taxón podría considerarse hasta la fecha la última evidencia determinada a nivel antracológico en la región cantábrica (Uzquiano 1995).

Más información

González-Morales (1990), Uzquiano (1992,1995, 1998)

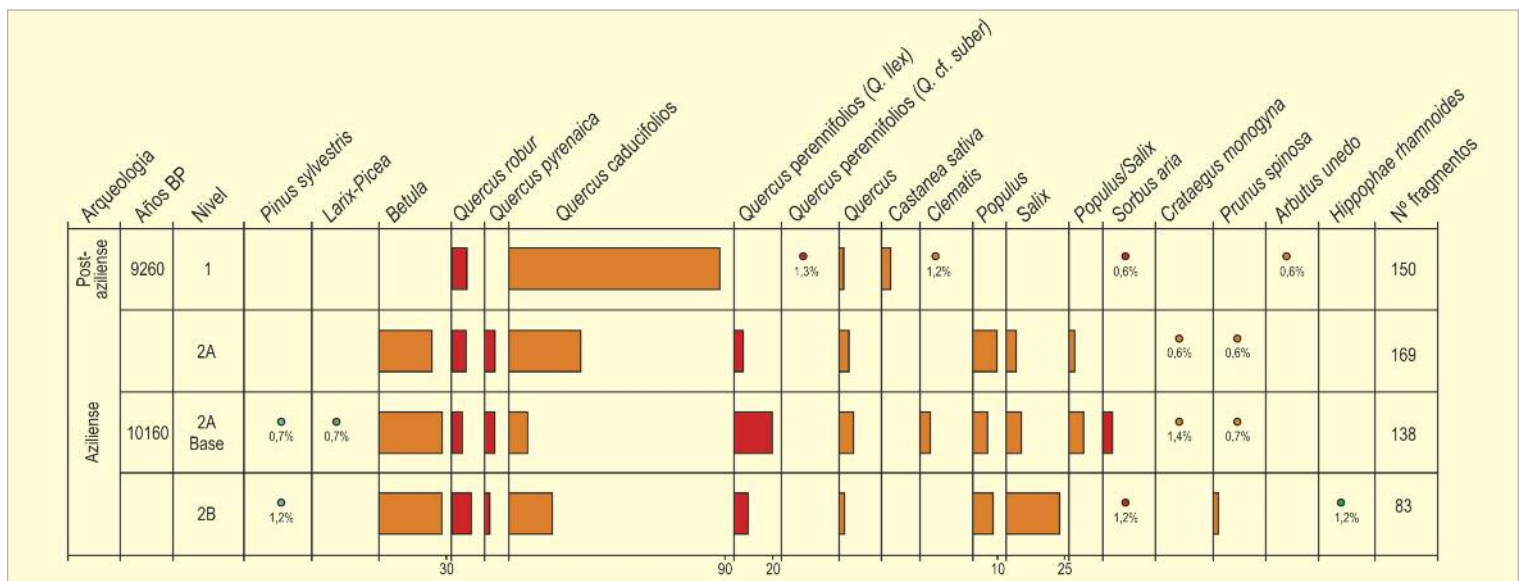


Figura 144. Histograma antracológico del Abrigo de la Peña del Perro. Redibujado de Uzquiano (1992, 1995, 1998)

LA PILA

Estuario del Saja-Besaya, Miengo, Cantabria
Tardiglacial (13.000-<11.000 años cal. BP)



A. DIEGO GUTIÉRREZ

Figura 145. Estuario del Saja-Besaya. La flecha indica la cantera en la que se obtuvo la secuencia de La Pila

La cueva de La Pila (Cuchía) se encuentra en el litoral occidental de Cantabria a unos 30 km de Santander en el estuario del Saja-Besaya ($43^{\circ} 25' 40''$ N, $04^{\circ} 01' 20''$ O). Se abre con orientación norte a 25 m s.n.m. sobre un macizo kárstico costero ya desaparecido debido a los trabajos de la cantera Solvay (Fig. 145). La distancia del mar es de apenas 1 km. La vegetación actual se encuentra fuertemente degradada debido a los trabajos de la cantera. El macizo kárstico desaparecido albergaba una formación de encinar cantábrico costero.

La secuencia de La Pila comprende dos niveles culturales, IV y III, subdivididos a su vez en 4 capas, correspondientes al Magdaleniense final y Aziliense (Bernaldo de Quirós *et al.* 1992) y fechados entre 12.500 y 11.000 años BP (11.700 años BP nivel III-3).

Antracológicamente, *Juniperus* experimenta un descenso gradual pasando de ser dominante (>40%) en la base de la secuen-

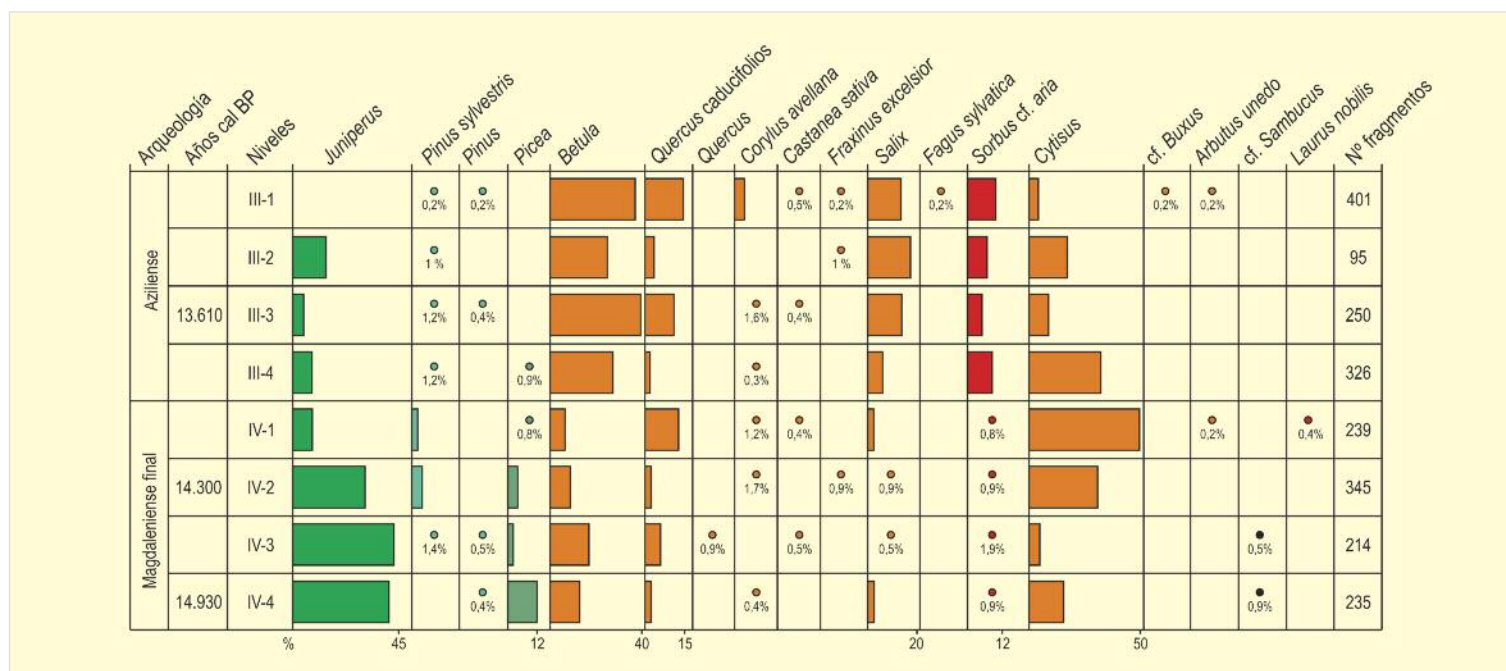


Figura 146. Histograma antracológico de la Cueva de la Pila. Redibujado de Uzquiano (1992, 1995, 1998)

cia hasta prácticamente desaparecer hacia 11.000 años BP (nivel III-1). La presencia de *Betula*, registrada desde la base de la ocupación (IV-4), experimenta por el contrario un aumento gradual a lo largo de las ocupaciones humanas a expensas de *Juniperus*, convirtiéndose hacia el final de la ocupación en el taxón dominante (Fig. 146).

Entre 14.300 y 13.610 años cal. BP (IV-2/III-3 niveles de transición al Aziliense) *Juniperus* y *Betula* registran un brusco descenso en favor de *Cytisus* que se convierte en el taxón dominante (45%) en el nivel IV-1 (12.000 años BP) donde *Juniperus* y *Betula* registran sus valores más bajos. Estos datos estarían en relación con la existencia de alguna breve fluctuación paleoambiental (de alrededor de 300 años teniendo en cuenta las dataciones radiocarbónicas) de signo desfavorable coincidiendo a su vez con el cambio cultural que de manera gradual conduce hacia el Aziliense (Uzquiano 1992, 1998).

Antes de este episodio, *Picea* aparece con valores decrecientes (entre 12.500 y 11.700 años BP) (Uzquiano 1995). La presencia de

otros taxones mesotermófilos como *Corylus*, *Fraxinus* y *Castanea* es discontinua y puntual. El espectro antracológico de todo el nivel IV, dominado primero por *Juniperus* y después por *Cytisus*, es en su conjunto menos diverso con respecto al nivel suprayacente.

Desde 11.700 en adelante *Betula* se convierte en el taxón dominante y el espectro antracológico obtenido en el nivel III es mucho más diverso sobre todo en las dos últimas capas III-2 y III-1, claramente azilienses. *Quercus*, *Salix* y *Sorbus* aumentan, *Picea* desaparece del área de captación de recursos y las evidencias discontinuas y discretas de *Corylus*, *Castanea*, *Fraxinus* y *Fagus* se mantienen. El roble está presente a lo largo de todo el registro. Los valores de *Pinus* a pesar de que han quedado registrados a lo largo de la secuencia, presentan unos valores muy bajos.

Más información

Bernaldo de Quirós *et al.* (1992), Uzquiano (1992, 1995, 1998)

PEÑA OVIEDO

Valle del Deva, Camaleño, Cantabria
Holoceno (10.070-590 años cal. BP)



Figura 147. Paisaje actual del entorno de Peña Oviedo

El conjunto de la Peña Oviedo se localiza a 1286 m s.n.m. en el valle del río Deva ($43^{\circ} 08' 54''$ N, $04^{\circ} 44' 13''$ O), en un rellano de pendiente moderada NO-SE situado en la falda oriental de los Picos de Europa y delimitado al sur por el afloramiento cuarcítico que le da nombre. Actualmente, la distribución general de la vegetación en la zona se encuentra totalmente condicionada por las diferencias altitudinales, las fuertes pendientes y la variada orientación de las laderas, ya que el fondo del valle del Deva transcurre por esta zona a

no más de 200 m sobre el nivel del mar, y en pocos kilómetros se puede ascender a picos que alcanzan altitudes por encima de los 2000 m. El elemento más característico es el carballo o *Quercus robur*, aunque éste se ve sustituido por el roble albar o *Quercus petraea* en algunos valles interiores. Otras especies frecuentes son el rebollo (*Quercus pyrenaica*) y el abedul (*Betula*). Sin embargo, los robledales se encuentran actualmente en regresión, mientras que la carrasca y el alcornoque están cobrando protagonismo en algunas zonas abiertas no muy lejos del yacimiento, en consonancia con el marcado carácter submediterráneo que produce la barrera de los Picos de Europa. Actualmente, la vegetación más inmediata de Peña Oviedo está constituida fundamentalmente por herbáceas, matorrales bajos y algunos helechos, debido en parte al pastoreo, y la vegetación arbórea se reduce a pequeños bosquetes (Fig. 147).

El conjunto de la Peña Oviedo está constituido por el Abrigo de la Calvera y por La Campa de La Calvera, separados entre sí por escasamente 300 m. La secuencia de ocupación del lugar se estableció durante las campañas de excavación entre 1989 y 1995. El Abrigo de La Calvera se encuentra en un pequeño afloramiento rocoso de cuarcita y caliza, presenta una ocupación puntual del Aziliense y ha sido interpretado como un lugar esporádico de oteo para la caza. A escasos 30 m del abrigo se documentó una gran concentración de estructuras megalíticas de gran complejidad. Ya en la zona conocida como La Campa, se excavaron diversos recintos

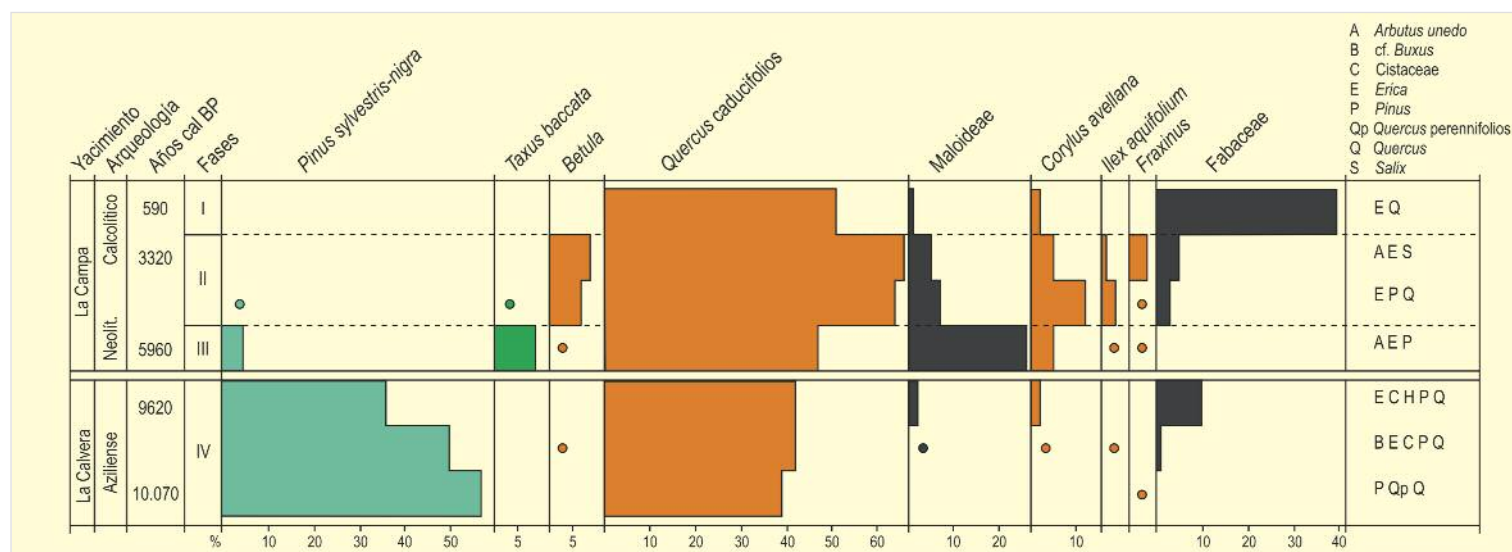


Figura 148. Diagrama antracológico de Peña Oviedo. Redibujado de Carrión-Marco (2005)

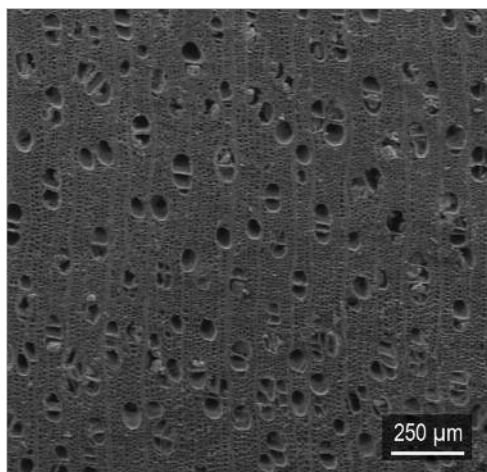


Figura 149. Corte transversal de carbón de Betula en microscopía electrónica de barrido

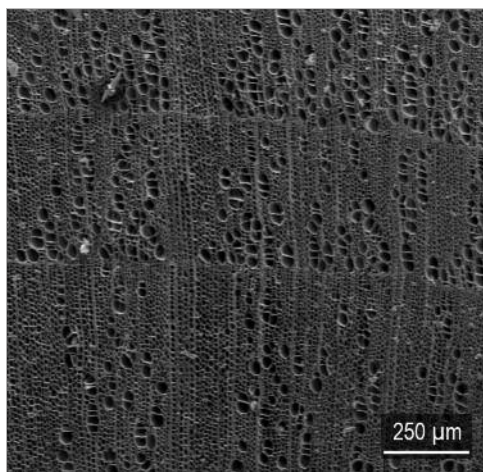


Figura 150. Corte transversal de carbón de Corylus avellana en microscopía electrónica de barrido

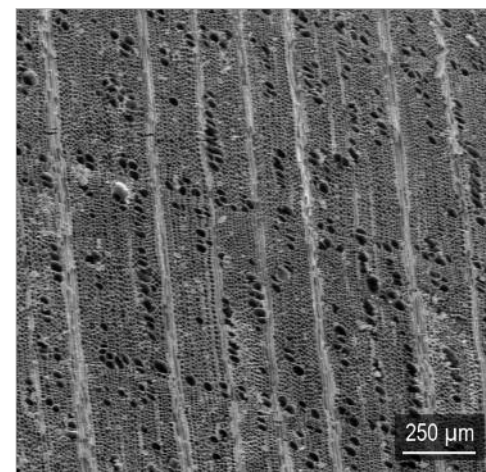


Figura 151. Corte transversal de carbón de Ilex aquifolium en microscopía electrónica de barrido

Y. CARRIÓN-MARCO

Ref. Lab.	Nivel	Yacimiento	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC/AD	Material
GrN19049	PO92/2, Nivel 2	La Campa	555 ± 35	590	1366 ± 43 AD	carbón
GrN20885	PO94/4	La Campa	3100 ± 25	3320	1372 ± 39 BC	carbón
GrN19048	PO291/3	La Campa	4820 ± 50	5550	3597 ± 54 BC	carbón
GrN18782	PO189/1	La Campa	5195 ± 25	5960	4007 ± 26 BC	carbón
GrA6994	LCA-97/2, Nivel 2	Abrigo de La Calvera	8640 ± 50	9620	7662 ± 53	semilla
GrA6999	LCA-97/1, Nivel 4	Abrigo de La Calvera	8950 ± 50	10.070	8126 ± 107 BC	semilla
GrA7001	LCA-95	Abrigo de La Calvera	9290 ± 50	10.470	8528 ± 77 BC	semilla

Tabla 31. Dataciones disponibles para el conjunto de la Peña Oviedo (González-Morales & Clark 2004)

habitacionales, pertenecientes a dos momentos de ocupación (Neolítico y Calcolítico) no bien diferenciados estratigráficamente; ante esto se ha lanzado la hipótesis de una continuidad en la ocupación de La Campa, aunque con una posible modificación en las estrategias de explotación del paisaje en ambos momentos.

La secuencia antracológica (Fig. 148) del conjunto se ha dividido en 4 fases. En la fase IV, correspondiente al Aziliense (con dataciones de 10.070 y 9620 años cal. BP), se ha documentado un dominio de únicamente dos taxones: *Pinus sylvestris-nigra* y *Quercus caducifolio*, lo que puede deberse, al menos en parte, a la recogida de leña en un entorno muy limitado espacialmente. Otros taxones están presentes de forma muy modesta (Maloideae, *Corylus avellana* y leguminosas).

La base de la secuencia de La Campa (fase antracológica III) se data en 5960 años cal. BP. En este momento, la importancia de *Quercus caducifolio* aumenta ligeramente con respecto a la fase anterior, pero el cambio más substancial lo constituye la caída de los

pinos a favor de otras especies del cortejo del robledal, entre las que destacan Maloideae y *Corylus avellana*. Hay que destacar la presencia de concentraciones de avellanas que evidencian el uso de este recurso para la alimentación. En la fase antracológica II se dan los máximos valores de *Quercus caducifolio* y una mayor variedad de taxones mesófilos, lo que puede indicar una fase de madurez del bosque de caducifolios, con una diversificación del cortejo del robledal y la casi total ausencia de indicadores de la proliferación de espacios abiertos, salvo un pequeño porcentaje de leguminosas. Éstas se expanden en la última fase, ya de cronología muy reciente, donde se evidencia la apertura de las formaciones con el aumento considerable de las leguminosas, una ligera caída de *Quercus* y la desaparición de otros taxones caducifolios.

Más información

Díez-Castillo (1996-97), González-Morales & Clark (2004), Carrión-Marco (2005)

LOS TORNOS

Puerto de Los Tornos, Soba, Cantabria
Holoceno (8596 años cal. BP-actualidad)



Figura 152. Puerto de Los Tornos, Cantabria

Esta turbera se localiza en la parte superior del puerto de Los Tornos (municipio de Soba, Cantabria), la carretera nacional 629 (Santoña-Burgos) la atraviesa ($43^{\circ} 09' 02''$ N; $03^{\circ} 26' 28''$ O; 920 m s.n.m). Partiendo del Valle de Soba se asciende hasta este paraje amesetado (Fig. 152), en el límite entre las vertientes atlántica y mediterránea. Puede considerarse también en el límite entre la Cordillera Cantábrica y los Montes Vascos. La cumbre del monte Zalama, en los Montes de Ordunte (Burgos), dista 3 km al sureste.

El clima en la región es templado y húmedo, aunque se da una relativa sequía estival. En la actualidad el entorno del depósito se encuentra deforestado, dominando un mosaico de brezales (*Ericaceae*) con *Sphagnum*, *Cyperaceae* y pastizales, pero existen en las cercanías algunas masas boscosas de frondosas: hayas (*Fagus*), robles (*Quercus*), y fresnos (*Fraxinus*), particularmente en laderas protegidas a menor altitud (Fig. 153). Hacia el sur, la influencia mediterránea se intensifica en la vegetación.



Figura 153. Vista de la turbera estudiada en el Puerto de Los Tornos

Están registrados dos estudios palinológicos para esta turbera. El primero (Peñalba 1989) muestra que la profundidad de la turba es máxima junto a la carretera (1,88 cm) y sólo en un lugar de la ladera. En este (sondeo TOR5) se reconoció bajo la turba una capa inferior de arcillas arenosas con un máximo de 20 cm de potencia. La secuencia polínica de Los Tornos 1 (Fig. 154) cubre el período comprendido entre 8596 años cal. BP (Tabla 32) y el siglo XX.

La vegetación de la turbera en el inicio de su formación (zona 4) era boscosa, dominada por *Betula* y *Salix*, con la presencia próxima de *Quercus* y *Pinus* (Fig. 154). En cambio, anteriormente a este período, las arcillas de la base en el sondeo TOR5C (Peñalba, 1989) registran una vegetación muy abierta, con menos *Betula* y sin *Quercus* ni *Pinus*. El espectro polínico representativo de esta vegetación está dominado por *Calluna*, *Betula*, *Poaceae* y esporas monoletas. La arcilla suprayacente muestra un espectro de transición, con la disminución de las frecuencias polínicas de *Calluna*, *Poaceae* y esporas monoletas, el aumento de las de *Betula*

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
J0032	30	2690 ± 70	2777*
Gif-7663	35-40	390 ± 70	474
Gif-7664	90-100	1360 ± 70	1288
Gif-7665	172-178	4620 ± 70	5317
Gif-7666	182-188	7830 ± 90	8596

Tabla 32. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Turbera de Los Tornos (sondeo TOR 1). Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95.4). Peñalba (1989). * La fecha 2777 años cal. BP es obtenida por Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)

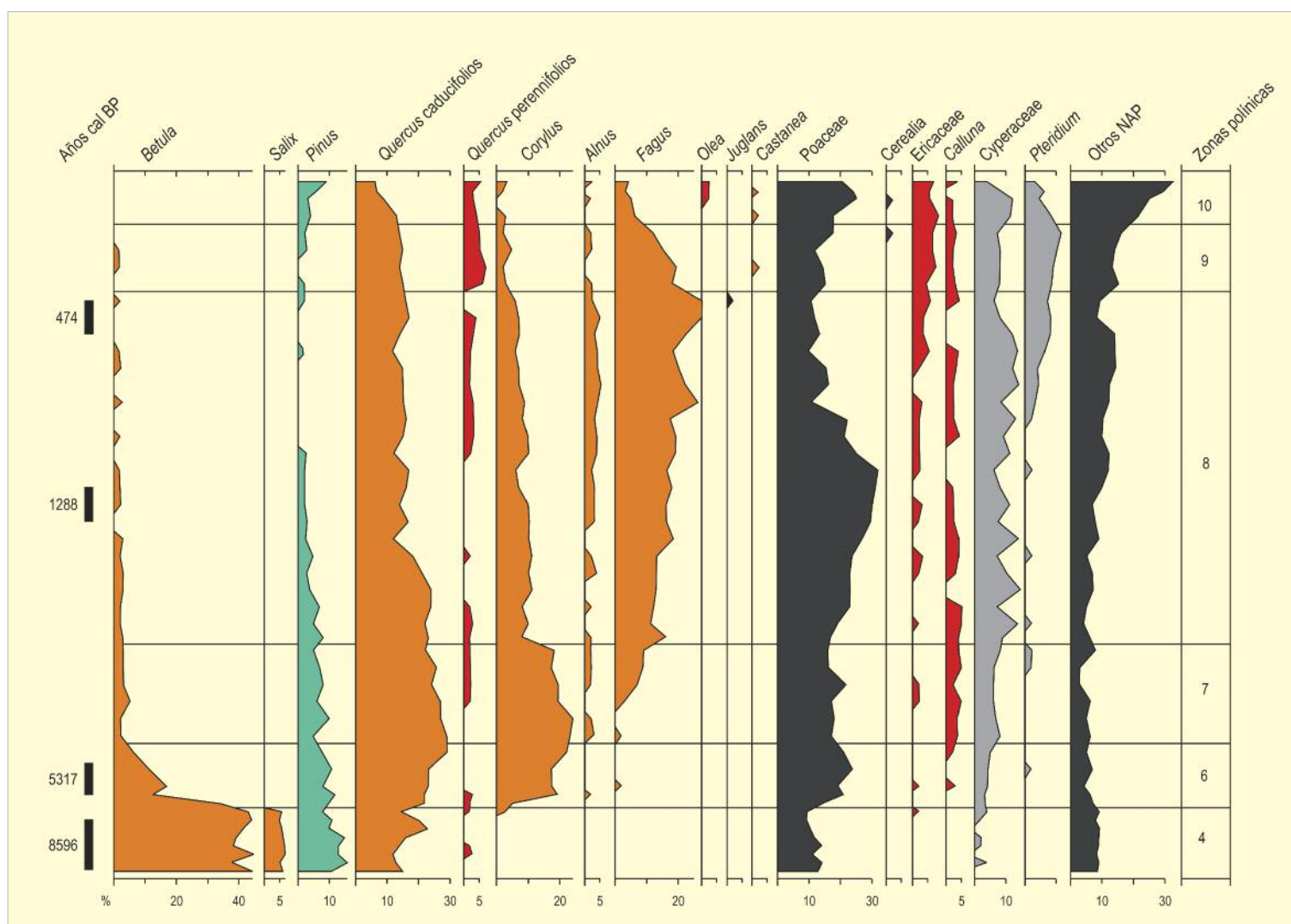


Figura 154. Diagrama polínico de la secuencia de Los Tornos 1. Redibujado de Peñalba (1989)

y la presencia de *Pinus* (20%). Estos cambios apuntan a la existencia de un clima más frío y seco con anterioridad a 8596 años cal. BP, atribuyéndose estas arcillas al Tardiglacial. El registro es puntual y denota la pobre conservación del sedimento de ese período con clima poco favorable.

El paso de la zona 4 a la 6 se da tras un hiato sedimentario, con la pérdida del registro de aproximadamente 3000 años en los 3 cm de espesor de turba que separan la fecha basal de 8596 años cal. BP de la de 5317 años cal. BP para la zona 6. De nuevo, ello apunta a una irregularidad en el depósito y/o sobre todo a la erosión del mismo, que denotan la inestabilidad de esta turbera de ladera, principalmente en la primera mitad del Holoceno. A partir de 5317 años cal. BP, no se aprecian hiatos conspicuos en los registros polínicos. La zona 6, que tiene dicha edad, se caracteriza por la codominancia de *Quercus* y *Corylus*, la presencia de *Ulmus*, *Acer*, *Tilia*, *Hedera* y *Fraxinus*, y una disminución progresiva de *Betula*. *Corylus* ocupa probablemente los bordes de la turbera; los alrededores están cubiertos por un roble mixto. Hay una presencia puntual aislada de polen de *Fagus*.

La zona 8, dominada por *Fagus*, está precedida por la zona 7, de transición, con el inicio de la curva polínica de dicho taxón. En una primera fase de la zona 8 disminuye progresivamente el registro de *Quercus*, aparentemente remplazado por *Fagus* en una buena parte de su área, y también disminuyen las frecuencias de *Corylus*, probablemente sustituido por *Cyperaceae* en las lindes de la turbera. Estos cambios se pueden relacionar con el clima pero también con la acción antrópica: el polen de cereales se hace presente de manera continua al final de esta fase, poco antes de 1288 años cal. BP. Entonces inicia la segunda fase de la zona 8, con los mayores porcentajes de *Fagus*, alta proporción de *Poaceae* y presencia continua de indicadores antrópicos como cereales, *Plantago* tipo *lanceolata*, *Castanea* y *Juglans*, que se desarrolla hasta 474 años cal. BP.

Después de 474 años cal. BP, alrededor del siglo XVI (zona 9), se produce una disminución de las frecuencias polínicas de *Fagus* y *Corylus* y el aumento de las de *Olea* y *Castanea*, taxones antrópicos. El paisaje empieza a estar más abierto. En este siglo hay una demanda fuerte de madera en los astilleros cantábricos para

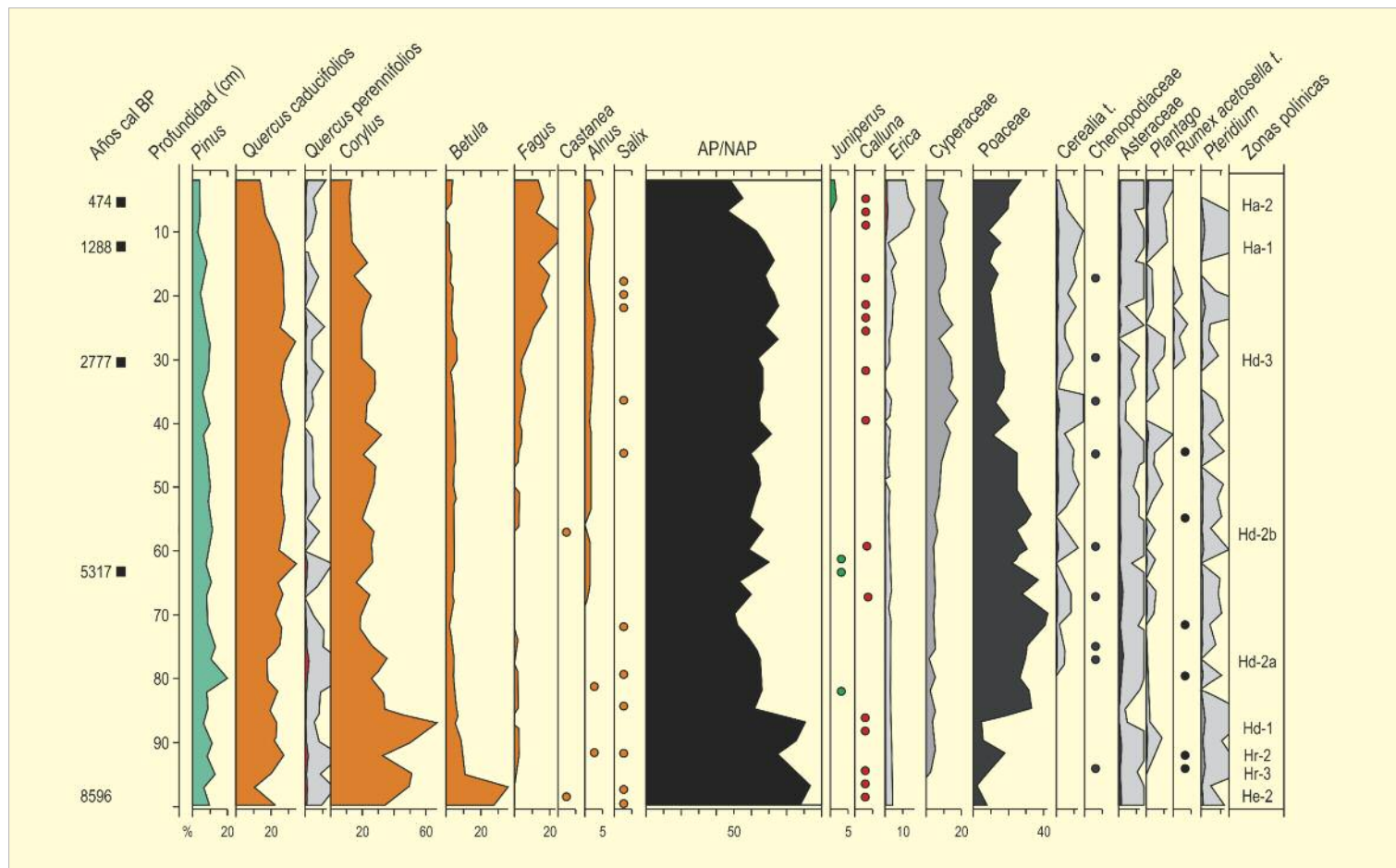


Figura 155. Diagrama polínico de la secuencia de Los Tornos 2. Redibujado de Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)

la industria naval española, que se traduce en la tala exhaustiva de árboles.

La deforestación se intensifica en la zona 10, la más reciente, con el aumento de frecuencias polínicas de Poaceae, Cichorioideae, *Plantago* tipo *media* y *P. tipo lanceolata* en un paisaje muy abierto (más de 70% de PNA), pero la acción antrópica culmina en sentido contrario, con el inicio de las repoblaciones de *Pinus radiata* (especie maderable de crecimiento rápido) que datan particularmente de mediados del siglo pasado.

El segundo estudio polínico (Muñoz Sobrino *et al.* 2005) en Los Tornos muestra una secuencia muy similar a la anterior (Fig. 155). Los autores utilizan las mismas dataciones radiocarbónicas para fechar los cambios de vegetación y obtienen adicionalmente una nueva fecha: 2777 años cal. BP para el inicio de la expansión de *Fagus*.

La nueva secuencia tiene en la base una particularidad en la curva de *Corylus*, que sufre una disminución de frecuencias relacionada con el aumento de Poaceae en el denominado "evento Hr2" (Fig. 155). Este evento es atribuible a una acción antrópica temprana en forma de clareos del bosque por fuego (es previo al

cultivo de cereales en la región), pero los autores sugieren que también pueda tener una implicación climática y estar relacionado con el evento 8.2 ka.

Posteriormente, se recupera *Corylus*, dando paso a los inicios del óptimo climático del Holoceno, período más cálido relacionado con una expansión de los bosques en altitud. Sin embargo, con anterioridad a 5317 años cal. BP, tiene lugar de nuevo, una fase de Poaceae (Hd-2a), ligada a un período más frío y húmedo, con turberas de alimentación pluvial en las cimas de los montes.

La colonización de *Fagus* en altitud está fechada en 2777 años cal. BP. Finalmente, se inicia la fase catatérmica del Holoceno reciente (biozona Ha), caracterizada por inversiones climáticas y acción antrópica, poniendo en evidencia la reducción del bosque y la recuperación de taxones locales como Poaceae, Ericaceae, *Potamogeton*, Cyperaceae, así como el aumento de indicadores antrópicos, como cereales y *Pteridium*.

Más información

Peñalba (1989), Muñoz-Sobrino *et al.* (2005)

CUETO DE LA AVELLANOSA

Cuenca del río Nansa, Tudanca, Cantabria

Holoceno (6881-1072 años cal. BP)



JA. LOPEZ-SÁEZ

Figura 156. Vista de la turbera del Cueto de la Avellanosa, Cantabria

La turbera del Cueto de la Avellanosa ($43^{\circ} 07' 00''\text{N}$, $04^{\circ} 21' 51''\text{O}$; 1320 m s.n.m.) se localiza cerca de la localidad cántabra de Tudanca, en la cuenca del río Nansa, en la vertiente septentrional de la sierra del Pico del Cordel. Esta zona destaca por su carácter montañoso, con sierras que superan los 2000 m de altitud. La turbera está sobre un sustrato de areniscas permotriásicas poco permeables y posee una superficie de unas 2,5 ha. A día de hoy esta turbera está siendo explotada con fines comerciales, por

lo que está desecada e invadida por brezos y en la actualidad no se produce la formación de turba, además de estar en peligro de desaparición (Fig. 156).

El estudio polínico de esta turbera fue llevado a cabo por Mariscal (1983), teniéndose, para una columna de 340 cm, tres dataciones radiocarbónicas (Tabla 33). Estas dataciones ubican cronológicamente el inicio de la turbera poco antes de 6881 años cal. BP. Durante toda

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Rango	Método
CSIC669	30	1100 ± 500	1072	2045-0	convencional
CSIC672	170	2860 ± 220	3020	3354-2366	convencional
CSIC675	330	6020 ± 140	6881	7246-6552	convencional

Tabla 33. Dataciones radiocarbónicas del perfil polínico de la turbera del Cueto de la Avellanosa (Cantabria). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL 04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Mariscal (1983)

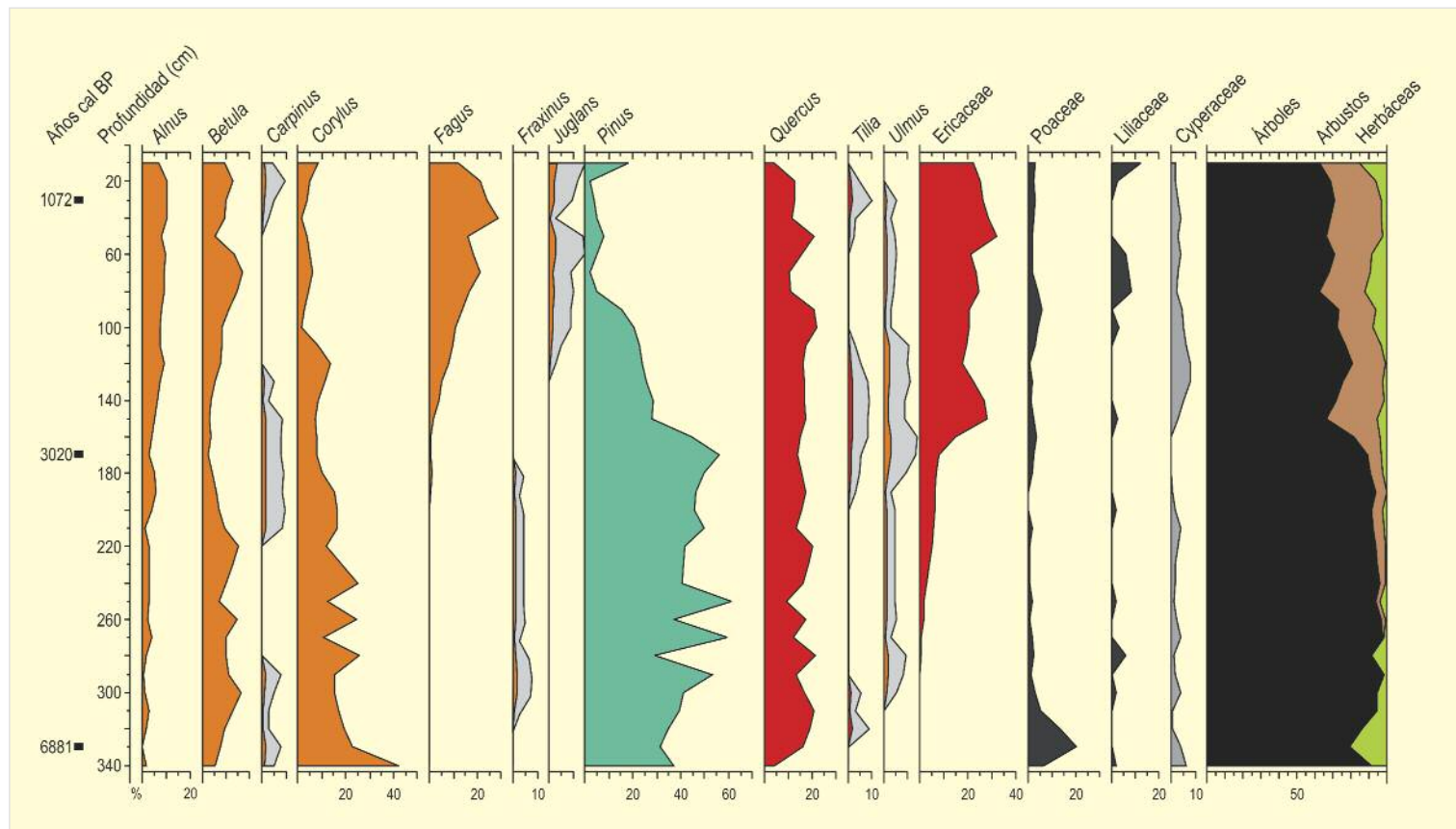


Figura 157. Diagrama polínico sintético de la turbera del Cueto de la Avellanosa. Modificado de Mariscal (1983) a través de la *European Pollen Database*



Figura 158. *Carpinus betulus* vivió en Cantabria hasta el último milenio antes del presente

la secuencia se observan altos porcentajes arbóreos, aunque en la parte más superficial éstos descienden ligeramente.

En resumen, lo más característico del diagrama polínico es el dominio de *Pinus* durante la primera mitad del mismo, desde hace 7000 años cal. BP hasta fechas inmediatamente posteriores a 3020 años cal. BP. Junto con *Pinus* aparecen elementos caducifolios como *Corylus*, *Quercus*, *Betula*, *Ulmus* y *Fraxinus*. En la segunda mitad del diagrama es cuando ocurre un descenso de los porcentajes arbóreos, siendo las formaciones pinariegas notablemente reducidas. Aunque desciendan los porcentajes arbóreos totales, debido casi exclusivamente a *Pinus*, los de *Fagus* aumentan, mientras se detecta una extensión de los brezales muy notable que, posiblemente, ocuparán junto con el hayedo las zonas anteriormente ocupadas por pinar. Este hecho apuntaría a un cambio en la composición paisajística que probablemente estaría mediado por las actividades humanas y que habría generado la expansión de los hayedos (López-Merino et al. 2008). Además de lo expuesto, es destacable la presencia de *Carpinus*, incluso en la parte más superficial, ya que el carpe no vive en la actualidad en la zona. Además, la presencia de *Carpinus* es sincrónica con la aparición de *Tilia*.

Más información

Mariscal (1983)

MERÓN-OYAMBRE-NOJA

Litoral de Cantabria

Holoceno (7060-3080 años cal. BP)



Figura 159. Macrorrestos obtenidos de las playas Merón y Oyambre



Figura 160. Muestreo de troncos y tocones fósiles en posición de vida expuestos en una marea viva en el yacimiento de Oyambre



Figura 161. Tronco fósil expuesto por la acción del oleaje en el talud de la playa de Oyambre

Este conjunto de yacimientos representa un complejo de turberas cantábricas intermareales, cuya génesis tiene su origen en las oscilaciones holocenas del nivel del mar. El aumento del nivel freático asociado a la subida general de las aguas oceánicas en la primera mitad del Holoceno, provocó una formación generalizada de turberas en las costas del mar Cantábrico. Estas turberas, tras un tiempo más o menos largo de desarrollo, acababan por ser invadidas por las aguas marinas y cubiertas por sedimentos arenosos (Garzón *et al.* 1996).

Los yacimientos de Merón (43° 23' 30" N, 04° 22' 13" O) y Oyambre (también llamado la Jerra o la Gerra) (43° 23' 37" N, 04° 20' 10" O) en San Vicente de la Barquera, consisten en sedimentos higróturbosos holocenos, que rellenan paleocauces de ríos que discurrían entre sedimentos arenosos de más de 70.000 años de edad. Este sistema se asienta sobre margas cenozoicas, las cuales llegan a contactar con los sedimentos holocenos al nivel del mar actual. Los sedimentos holocenos, ricos en macrorrestos (troncos, ramas, frutos, hojas, semillas...), salían a la luz en los taludes

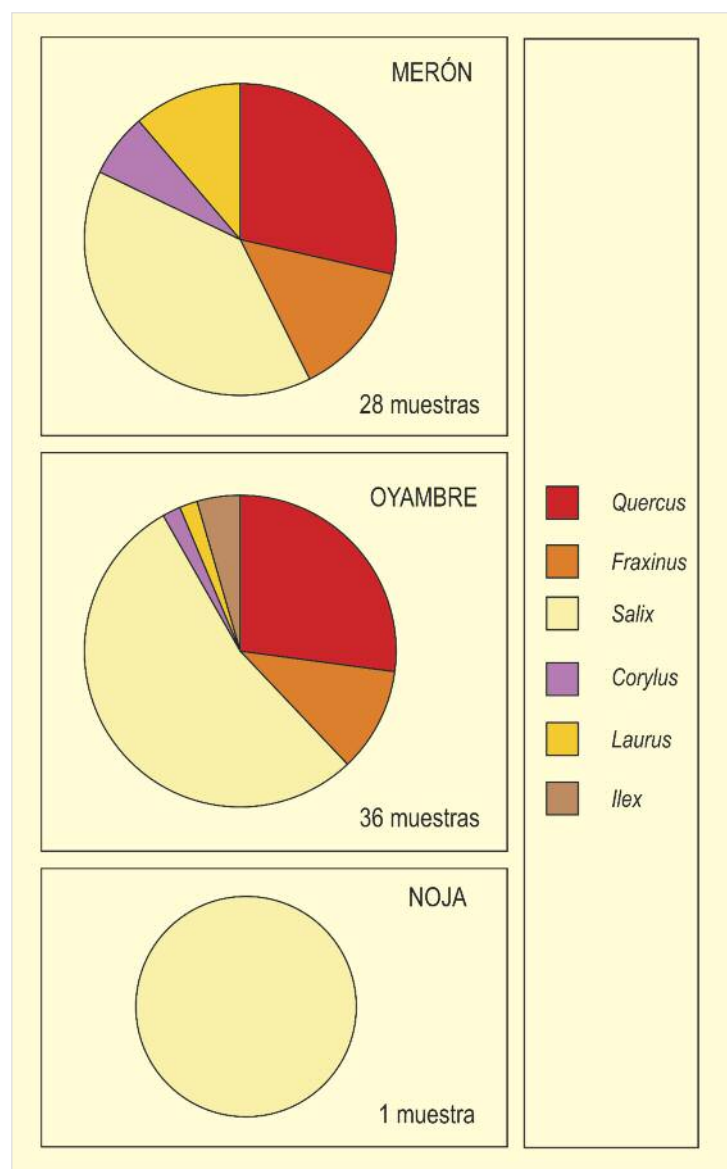


Figura 162. Resultados de la identificación de los restos leñosos de los yacimientos de Merón, Oyambre y Noja (García-Amorena 2007)

expuestos por la erosión continua del oleaje (Fig.160), y en los cauces de los riachuelos que desembocan en las playas de Merón y Oyambre. Actualmente estos taludes se encuentran cubiertos por una escollera. Las mareas vivas también dejan al descubierto los sedimentos higroturbosos, con numerosos tocones en posición de vida (Fig. 161). La escasa vegetación natural del entorno está dominada por formaciones caducifolias eurosiberianas de *Quercus robur* con *Alnus glutinosa*.

El yacimiento de Noja (43° 28' N, 03° 29' O) está asentado sobre una depresión kárstica rellena de sedimentos arcillosos y arenas continentales, donde se encuentran, entre los 0 y -4 m s.n.m., varios lentejones de turba de hasta 1 m de grosor (Cearreta 1993, Salas *et al.* 1996). Estas turberas contienen numerosos restos de maderas y tocones en posición de vida, que quedan al descubierto en las mareas vivas. En la vegetación del entorno de este yacimiento se encuentran enclaves de vegetación mediterránea lauroides en un dominio eurosiberiano: *Quercus ilex* subsp. *ilex*, *Laurus nobilis*, *Rhamnus alaternus*, *Smilax aspera*, *Arbutus unedo*, *Quercus robur*, etc.

En estos yacimientos, el Grupo de Investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal' de la Universidad Politécnica de Madrid recolectó entre 1994 y 2005 sesenta y cuatro troncos y restos de ramas, numerosos frutos y varios bloques de sedimentos, de los que se obtuvieron numerosos restos foliares y semillas. Estos macrorrestos fueron identificados mediante morfología comparada, en el caso de las maderas mediante la preparación en lámina delgada de los tres planos principales (Schweingruber 1990), y en el caso de las hojas mediante maceración y posterior separación de las cutículas (Westerkamp & Demmelmeier 1997).

Existen numerosas dataciones sobre los materiales orgánicos procedentes de estos yacimientos que permiten un buen conocimiento sobre su desarrollo temporal. Las tres dataciones del yacimiento de Noja (Cearreta 1993, Salas *et al.* 1996), muestran que esta turbera se desarrolló entre 4565 y 3080 años cal. BP aproximadamente. Las cuatro dataciones de Oyambre (Garzón *et al.* 1996, Mary 1990), revelan que los sedimentos holocenos se acumularon entre 7060 y 6030 años cal. BP. Estas edades son coetáneas con los sedimentos de Merón (7030 y 6750 años cal. BP, García-Amorena *et al.* 2008).

La identificación de las maderas (Fig. 162), junto con las hojas, frutos y semillas permitió reconocer elementos lauroides (*Laurus* e *Ilex*), hidrófilos (*Salix atrocinerea* y *Fraxinus*) y eurosiberianos planocaducifolios (*Quercus robur*, *Betula*, *Corylus avellana* y *Frangula alnus*) (García-Amorena 2007). Este elenco, junto con la ausencia de coníferas, concuerda con el resto de yacimientos del entorno que reflejan la extensión de robledales a comienzos del Holoceno y muestran la costa cantábrica como refugio de flora termófila (Costa *et al.* 1997, García-Antón *et al.* 2006, Ramil-Rego *et al.* 1998, Mary 1990).

Más información

García-Amorena (2007), García-Amorena *et al.* (2008)

ALSA

Parque Natural Saja-Besaya, Molledo, Cantabria
Holoceno (4895-365 años cal. BP)



Figura 163. Vista panorámica de la turbera en Alsa



Figura 164. Detalle de la turbera

La turbera de Alsa ($43^{\circ} 07' 4''$ N, $04^{\circ} 01' 00''$ O; 560 m s.n.m.) se localiza en el piso colino, cercana a la localidad de Bárcena de Pie de Concha, en la vertiente septentrional del Portillo de Jumedre y Pico de Oreño, dentro del Parque Natural Saja-Besaya.

Esta zona se encuentra en la cuenca del río Besaya, próxima al embalse de Alsa, en la zona centro occidental de Cantabria. La turbera se emplaza en una zona hundida de 1 km^2 sobre depósitos de origen glacial. El Parque Natural contiene una de las mejores muestras de bosque atlántico caducifolio de la Cordillera Cantábrica. Entre las especies arbóreas dominantes destacan *Quercus robur* y *Fagus sylvatica*, aunque también ocupan grandes extensiones las formaciones arbustivas y pastizales de uso agropecuario.

Mariscal (1993) realizó un estudio polínico de 14 muestras de un perfil de 260 cm de profundidad en el que se efectuaron tres dataciones radiocarbónicas (Tabla 34). Estas dataciones contextualizan la turbera cronológicamente y sitúan su origen hace unos 4895 años cal. BP. En el diagrama polínico (Fig. 165) se diferenciaron tres zonas polínicas relacionadas con los cambios en las curvas de los distintos taxones arbóreos y herbáceos.

La zona I corresponde a una cronología de entre 4895-3740 años cal. BP, y se caracteriza por la presencia de *Pinus* como taxón arbóreo dominante, aunque con una clara pérdida de impor-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Método
CSIC-670	40	280 ± 50	485-0	365	convencional
CSIC-671	130	2880 ± 50	3202-2870	3015	convencional
CSIC-672	260	4310 ± 60	5211-4652	4895	convencional

Tabla 34. Dataciones radiocarbónicas del perfil polínico de la turbera de Alsa (Cantabria). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Dataciones obtenidas de *European Pollen Database*

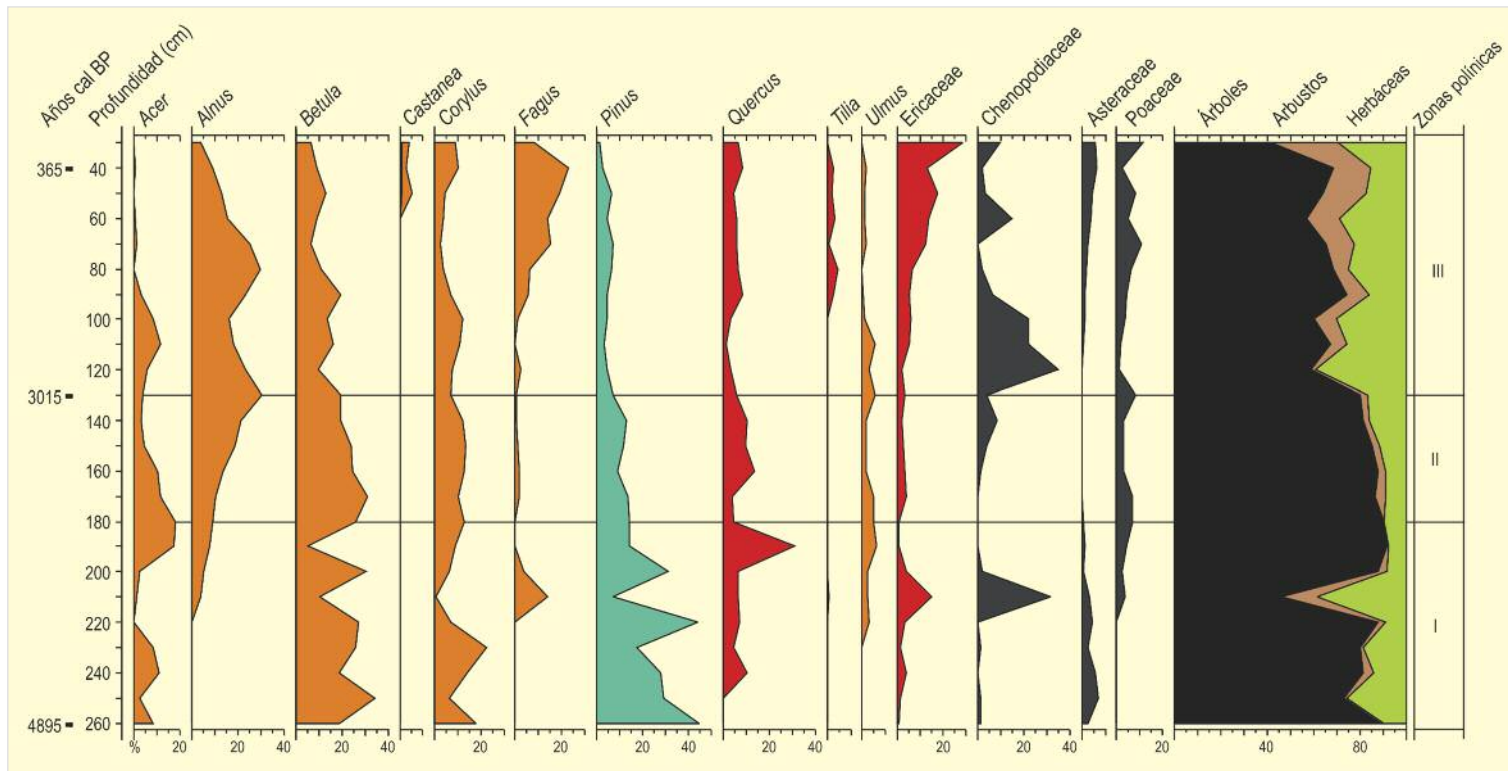


Figura 165. Diagrama polínico sintético de la turbera de Alsa. Modificado de Mariscal (1993) según datos de la *European Pollen Database*



Figura 166. Parajes de Alsa

tancia del mismo a favor de las formaciones boscosas mixtas de planocaducifolios. La autora fija, por lo tanto, esta zona como la transición entre el Atlántico y el Subboreal, produciéndose fluctuaciones entre las distintas formaciones boscosas. Entre estas fluctuaciones, el patrón general tiende al detrimento del pinar en favor del bosque mixto, fundamentalmente con *Quercus*, *Betula*, *Corylus* y *Acer*. Junto con estos taxones es importante remarcar que comienzan las curvas continuas de *Alnus*, *Fagus* y *Ulmus*. En la zona II (3740-3015 años cal. BP) se reconoce un mayor desarrollo forestal (80-90% de polen arbóreo), siendo el bosque mixto anteriormente señalado el componente más importante del paisaje y el pinar una formación en claro retroceso.

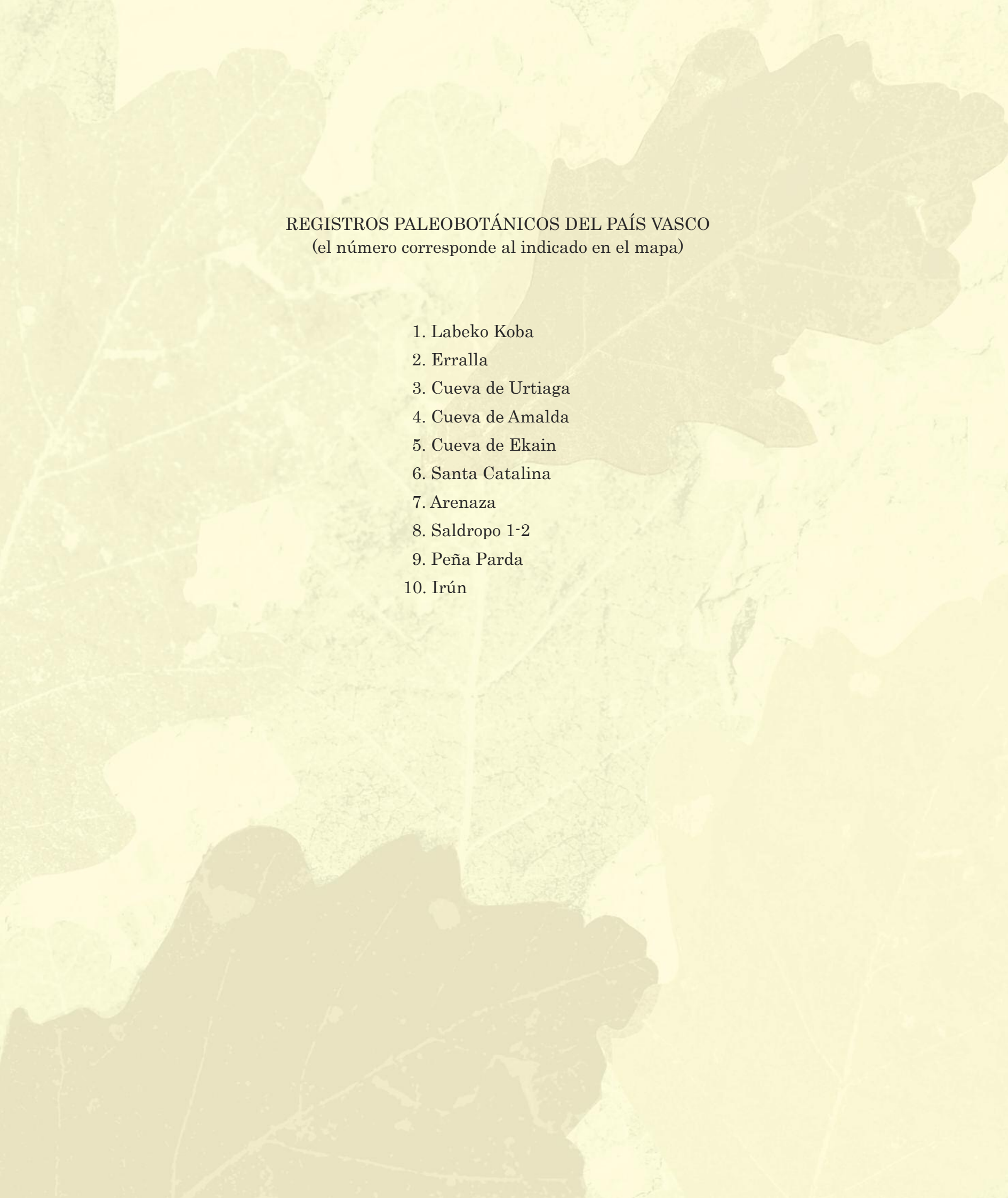
La zona III abarca los últimos 3000 años. Durante este período se generaliza la antropización, la cual había sido escasa con anterioridad. El proceso implica una disminución de los porcentajes arbóreos. Aun así, se produce la expansión del hayedo, lo cual, probablemente, está en relación con las prácticas humanas. Las herbáceas que más incrementan sus valores son gramíneas, queno-podiáceas y compuestas. Además de esto último, se observa un aumento de la extensión de los brezales.

Más información

Mariscal (1993)

PAÍS VASCO



The background of the page is a light beige color with a faint, repeating pattern of oak leaves. The leaves are shown in a darker shade of beige, creating a subtle texture. The leaves are arranged in a way that they overlap and fill the space, with their veins clearly visible.

REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DEL PAÍS VASCO
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Labeko Koba
2. Erralla
3. Cueva de Urtiaga
4. Cueva de Amalda
5. Cueva de Ekain
6. Santa Catalina
7. Arenaza
8. Saldropo 1-2
9. Peña Parda
10. Irún

LABEKO Koba

Mondragón, Guipúzcoa

Pleistoceno superior (34.215-30.615 años BP)



Figura 167. Montes guipuzcoanos desde el Erlo, Azpeitia

Esta cueva ($43^{\circ} 03' 45''$ N, $02^{\circ} 29' 21''$ O; 246 m s.n.m.), parcialmente destruida en la actualidad, se sitúa en pleno recorrido de la carretera GI-627 a su paso por la localidad de Mondragón (Guipúzcoa).

Se enclava en los valles interiores de dicha provincia, dominados por el clima templado y húmedo, influido por la cercanía al Cantábrico. La vegetación actual es prácticamente inexistente, debido a que se trata de un entorno urbano, por lo tanto, intensamente antropizado.

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Arqueología
Ua. 3322	V	30.615 ± 820	35.245	Auriñaciense
Ua. 3321	VII	31.455 ± 915	35.989	Protoauriñaciense
Ua. 3324	IX Inferior	34.215 ± 1265	39.093	Castelperroniense

Tabla 35. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Labeko Koba. Arrizabalaga & Altuna (2000)

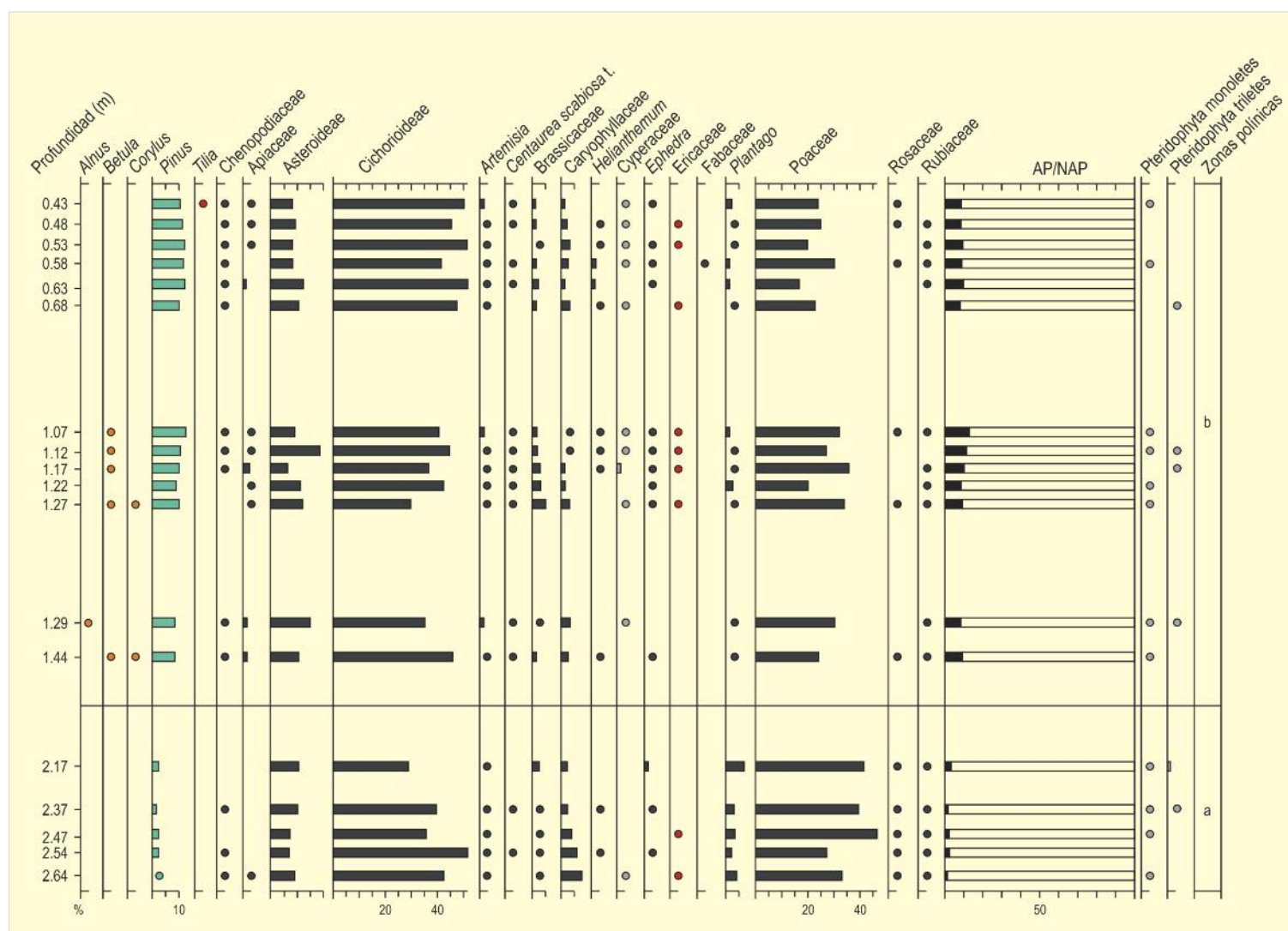


Figura 168. Diagrama polínico de la secuencia de Labeko Koba. Redibujado de Sánchez-Goñi (1991)

Descubierta en 1972, fue sometida a una excavación de urgencia entre 1987 y 1988, debido a la construcción de una carretera que afectaba parcialmente al yacimiento. Las investigaciones arqueológicas (Arrizabalaga & Altuna 2000) documentaron varios niveles pertenecientes al Paleolítico superior final (Castelperroniense, Protoauriñaciense y Auriñaciense antiguo), cuyas dataciones figuran en la tabla 35.

En este depósito, uno de los más antiguos yacimientos estratificados del País Vasco, se han realizado dos estudios palinológicos que resultan complementarios. Uno de ellos a cargo de Sánchez Goñi (1991, 1993) (Fig. 168) y el otro realizado por Iriarte (2000) (Fig. 169). En ambos encontramos elementos comunes, como la constatación de la mala conservación esporopolínica y la existencia de numerosos hiatos polínicos.

Para el nivel arqueológico más antiguo, el Castelperroniense, no tenemos información paleobotánica directa. En el estudio realizado por Iriarte (Fig. 169) se refieren datos procedentes de un

nivel paleontológico superpuesto al Castelperroniense, en el que las condiciones eran lo suficientemente óptimas como para que se desarrollaran pinares, así como otros taxones mesotermófilos como *Corylus*, *Alnus* y *Betula*.

Posteriormente, durante la ocupación protoauriñaciense los registros de ambos estudios no parecen coincidir. Sánchez-Goñi (1991, 1993) caracteriza este momento (zona polínica a) como una fase fría y seca, en la que predomina una formación abierta con presencia de Asteraceae y Poaceae junto a taxones xerófilos, como Caryophyllaceae, *Plantago* y *Artemisia*. El estudio de Iriarte (2000) refleja también el predominio de espacios abiertos, con dominio de Poaceae, sin embargo lo califica como un momento de clima templado, por el desarrollo de *Pinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Castanea*, *Tilia* y *Juglans*.

Finalmente, el nivel de ocupación auriñaciense parece que se desarrolló en medio de unas condiciones climáticas severas. Ambos estudios coinciden en la existencia de una formación abierta, documentándose el descenso de los taxones mesotermófilos. Las

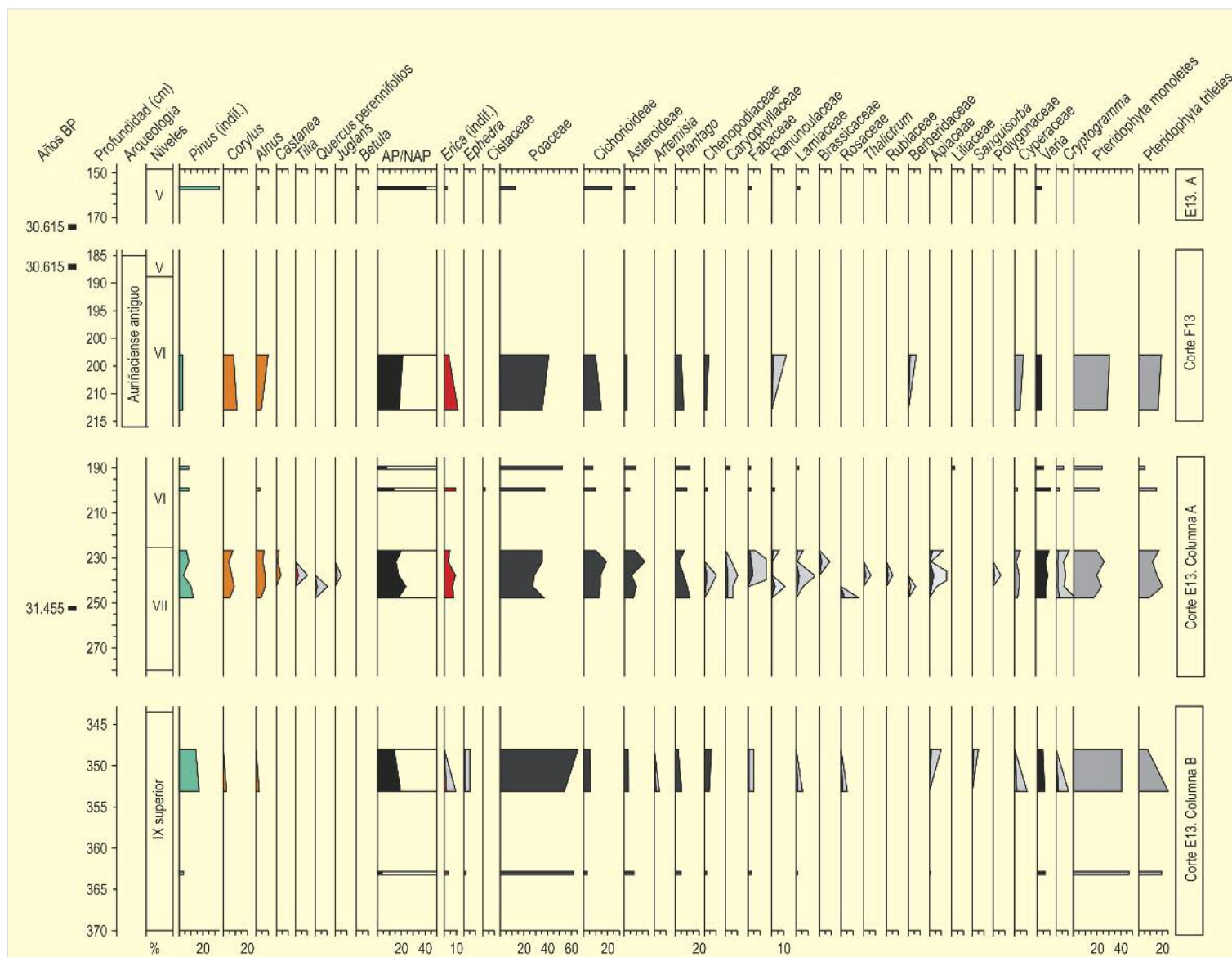


Figura 169. Diagrama polínico de Labeko Koba. Redibujado de Iriarte (2000)

herbáceas estaban dominadas por Asteraceae-Poaceae, esta vez acompañadas de un contingente herbáceo de carácter más estépico (*Artemisia*, *Ephedra*, *Thalictrum* y *Helianthemum*).

Más información

Sánchez-Goñi (1991, 1993a,b), Iriarte (2000)

ERRALLA

Aia, Guipúzcoa

Pleistoceno superior (19.360-14.440 años cal. BP)



S. FERNÁNDEZ

Figura 170. Hayedos modelados por la actividad del carboneo en Adarramendi

La Cueva de Erralla se encuentra próxima a la localidad de Aia, en la provincia de Guipúzcoa, en el cañón formado por el río Altolaras en su cuenca superior, a una altitud de 230 m (43° 12' 40" N, 02° 10' 57" O). Presenta dos entradas situadas a unos 30 m de altura sobre el río, una abierta hacia el este y la otra hacia el noreste,

que conducen a un único vestíbulo. El entorno de este yacimiento lo constituyen colinas no demasiado elevadas que alcanzan los 500-600 m de altitud. Actualmente, las precipitaciones son muy abundantes (aprox. 1600 mm anuales), lo cual se traduce en una vegetación forestal de carácter caducifolio dominada por robledales y hayedos.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Arqueología
New Jersey	?	12.310 ± 90	14.440	II-III
New Jersey	233	16.270 ± 240	19.440	V
New Jersey	240	15.740 ± 240	19.000	V
New Jersey	245	16.200 ± 240	19.360	V

Tabla 36. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Cueva de Erralla según Boyer-Klein (1985). Las edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB (Stuiver & Reimer, 1993) en su versión 5.0.2, utilizando la curva IntCal04 (Reimer et al., 2004). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% (2σ)

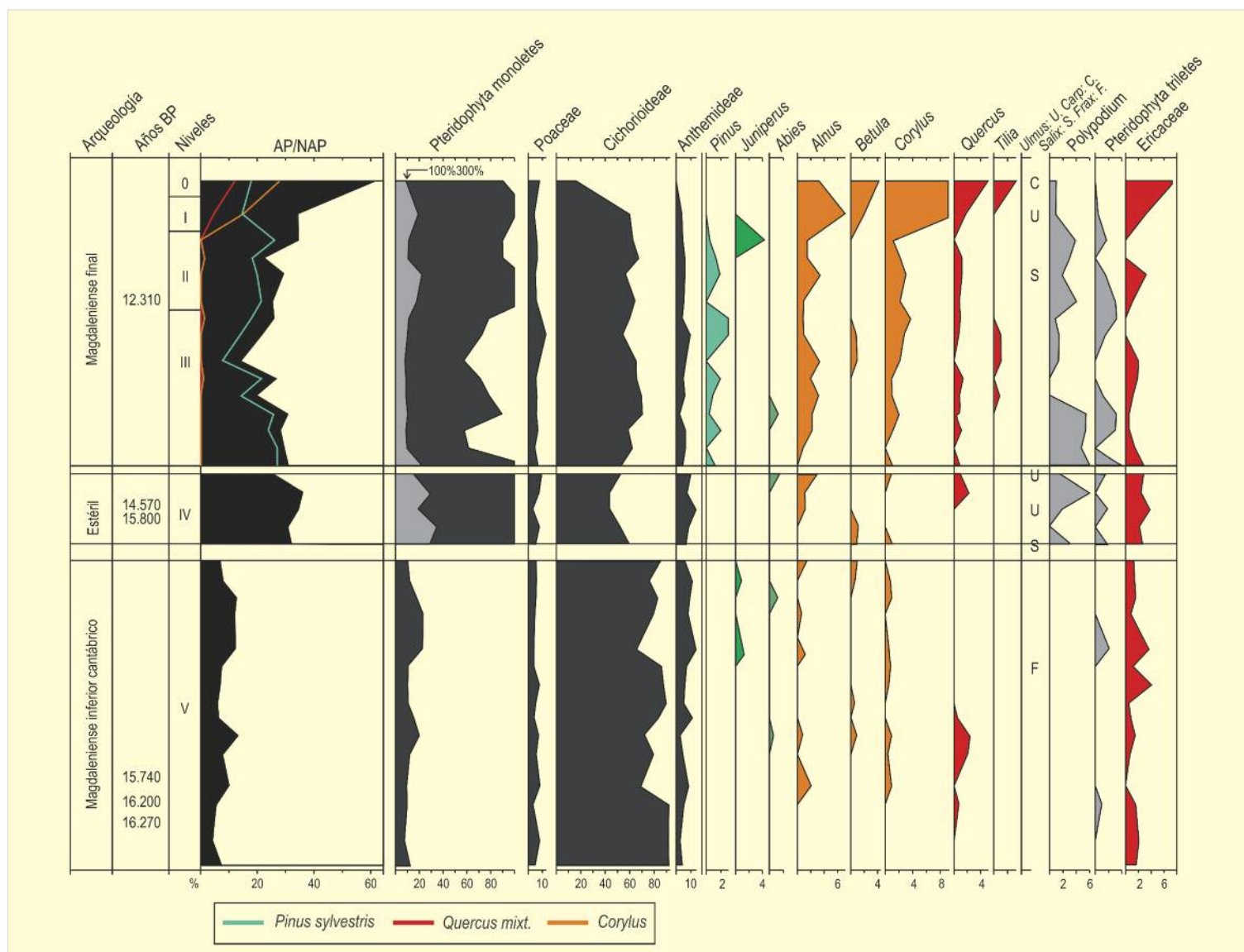


Figura 171. Diagrama polínico de la Gruta de Erralla. Redibujado de Boyer-Klein (1985)

La importante humedad ambiental y edáfica se manifiesta en la presencia de árboles higrófilos como sauces y alisos y, sobre todo, por la abundancia de helechos.

Para el análisis polínico (Fig. 171) se analizaron 51 muestras de sedimento, encuadradas en cinco niveles arqueológicos (Boyer-Klein 1985). El nivel V se adscribe al Magdaleniense inferior cantábrico, mientras que los niveles I-III corresponden al Magdaleniense final. El nivel IV resultó ser arqueológicamente estéril.

El nivel V (257-203 cm) comprende bajos porcentajes de polen arbóreo (1-7%), siendo *Pinus* el elemento más abundante. Se producen dos pequeños picos en las curvas de *Quercus* y *Corylus*, aunque en cualquier caso los valores se mantienen bajos. Asimismo, las esporas de helechos son abundantes. El nivel IV (203-186 cm) implica un aumento brusco en los porcentajes de polen arbóreo, sugiriendo una vegetación de pinar con cierta presencia de *Quercus* caducifolios, avellanos, abedules, abetos, olmos y alisos. Los niveles III y II (186-137

cm) muestran escasas oscilaciones en el diagrama polínico, manteniéndose los porcentajes de polen arbóreo en torno al 30%. En cuanto a los taxones higrófilos, es destacable la presencia constante del aliso, acompañado ocasionalmente por sauces. Los *Quercus* caducifolios y *Corylus* muestran curvas continuas. Los niveles I y 0 (186-124 cm) exhiben ascensos claros en las curvas de *Corylus*, *Quercus* y *Betula*, lo cual apunta hacia una importante mejoría climática.

Los espectros polínicos del nivel V sugieren la existencia de un clima frío y seco, lo que, según la autora de la secuencia, se correspondería con el Dryas antiguo. Los espectros polínicos del nivel IV parecen reflejar el desarrollo de la vegetación durante los interstadiales tardiglaciales de Bølling o Allerød. Por último, los niveles I y 0 se corresponderían con el Holoceno.

Más información

Boyer-Klein (1985)

CUEVA DE URTIAGA

Costa cantábrica, Deba, Guipúzcoa

Tardiglacial-Holoceno (17.050-8700 años BP)

La Cueva de Urtiaga se localiza en la vertiente sur-suroeste de la colina llamada Salbatoremendi, en el barrio de Itziar, perteneciente al municipio de Deba (43° 16' 05" N, 02° 19' 05" O; 160 m s.n.m.). Las características climáticas del entorno actual corresponden a un clima templado y húmedo donde se desarrolla una vegetación boscosa dominada por robles, hayedos y otras frondosas en mosaico con praderas y pinares de *Pinus radiata*. El yacimiento, descubierto en 1928, ha sido sometido a varias

campañas de excavación arqueológica, que han documentado ocupaciones del Magdaleniense, Aziliense y de la Edad del Bronce. Para la atribución cronológica de Urtiaga, la autora del estudio (Sánchez-Goñi 1991) tuvo como referencia los trabajos polínicos próximos a este lugar realizados por Peñalba (1989, 1990) y la turbera de La Mora en el País Vasco francés (Oldfield 1964, Reille & Duplessy 1990), completándose la información palinológica con las dataciones de Altuna (1972) (Tabla 37).

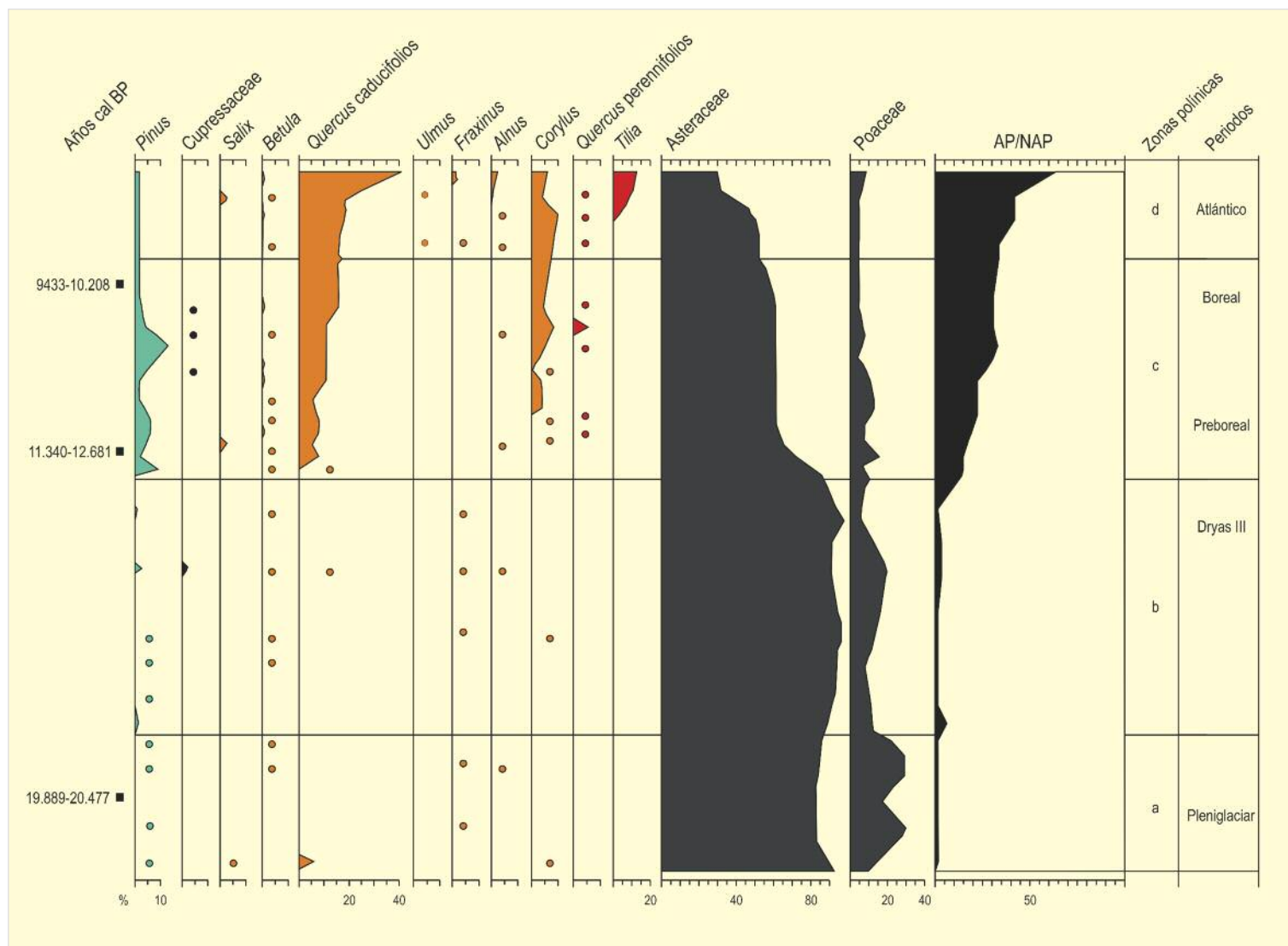


Figura 172. Diagrama polínico de Cueva de Urtiaga. Redibujado de Sánchez-Goñi (1991, 1996)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel arqueológico	Arqueología
CSIC-63	8700 ± 170	9433 ± 10.208	C	Aziliense
CSIC-64	10.280 ± 190	11.340 ± 12.681	D	Magdalenense
GrN-5817	17.050 ± 140	19.889 ± 20.477	F	Magdalenense

Tabla 37. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la cueva de Urtiaga (Altuna 1972). Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95,4)



J.A. MUJICA

Figura 173. Entrada a la cueva de Urtiaga

El estudio polínico permitió diferenciar cuatro zonas en una columna de muestreo de 3,10 m de profundidad. Las zonas a y b presentan un paisaje vegetal totalmente deforestado, correspondiente a los momentos finales del Tardiglacial, mientras que las zonas c y d muestran un progresivo avance del bosque durante el Holoceno.

La zona polínica a presenta bajos porcentajes en AP (máximo de 2,1 %), reflejando la presencia puntual de taxones como *Pinus*,

Corylus, *Alnus*, *Salix*, *Betula* y *Fraxinus*. En este intervalo, el paisaje se muestra totalmente deforestado dominado por gramíneas y asteráceas, en un período estadal posiblemente anterior al Dryas reciente. La zona b presenta igualmente porcentajes de polen arbóreo muy bajos, entre los que se documentan, además de *Pinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Salix*, *Betula* y *Fraxinus*, así como algunos restos polínicos de *Quercus*. Entre las herbáceas, dominadoras del contexto vegetal, las asteráceas son el principal taxón, acompañado de Poaceae, Brassicaceae, Cyperaceae, *Ephedra* y Chenopodiaceae. Según la autora, las asteráceas podrían estar sobre-representadas. La presencia de taxones xerófilos indica que es un momento algo más frío y seco que el precedente. Es atribuido igualmente a un período estadal anterior a 13.500 o 13.000 años BP o al Dryas reciente.

La zona polínica c refleja un aumento progresivo e importante de los valores de polen arbóreo (máximo de 31 %), como *Pinus*, *Quercus* y *Corylus*. Entre las herbáceas predominan Asteraceae y Poaceae. La expansión de los robledales indica una evidente mejoría climática, situándose esta fase en un momento más templado del Holoceno inicial. Tras un hiato estratigráfico, representado por una capa estalagmítica, se localiza la zona polínica d, con una cronología establecida entre el 6000 y el 3000 años BP refleja los porcentajes más altos de polen arbóreo (máximo de 67 %). En un primer momento se produce la codominancia entre *Quercus* y *Corylus*, para en un momento más avanzado ser *Quercus* el taxón mejor representado. Además de *Pinus*, se han documentado otros taxones mesotermófilos como *Alnus*, *Tilia*, *Betula*, *Fraxinus*, *Salix* y *Carpinus*. Entre la vegetación herbácea las asteráceas son mayoritarias junto a las gramíneas. Esta fase se desarrollaría en un momento de instauración del robledal mixto, en el que no está presente todavía *Fagus* y en el que no se detecta ningún indicador que refleje la acción antrópica sobre el medio (ni deforestación ni presencia de plantas cultivadas).

Más información

Sánchez-Goñi (1991, 1992, 1993a,b, 1996)

CUEVA DE AMALDA

Valle de Alzolaras, Zestoa, Guipúzcoa
Pleistoceno superior-Holoceno



S. FERNÁNDEZ

Figura 174. Vista panorámica de las sierras guipuzcoanas desde el Erlu (Azpeitia), en las proximidades a Zestoa

El yacimiento de la Cueva de Amalda (Cestona, Guipúzcoa) se localiza en la cuenca del río Urola, a 110 m sobre el fondo del escarpado valle de Alzolaras y a 205 m s.n.m. ($43^{\circ} 14' 06''$ N, $02^{\circ} 13' 38''$ O). Está orientada al este y presenta una profundidad máxima de 50 m. Tras extrapolar los datos de las estaciones meteorológicas más próximas (Eibar e Igueldo) se puede concluir que el yacimiento se encuadra dentro del piso bioclimático colino con un ombroclima hiperhúmedo. La vegetación actual está formada por bosques mixtos de robles,

fresnos, castaños, olmos, arces, hayas e incluso tilos. En las zonas con suelos más pobres encontramos robles y abedules o formaciones de *Quercus pyrenaica*.

En la estratigrafía arqueológica de Amalda se distinguen trece niveles, los tres primeros se sitúan en el Holoceno y se relacionan con industrias calcolítica (nivel III) y tardorromana (nivel II); el resto pertenecen al Pleistoceno superior. En éstos últimos, salvo para los niveles XIII a VIII, también se han hallado restos arqueológicos,

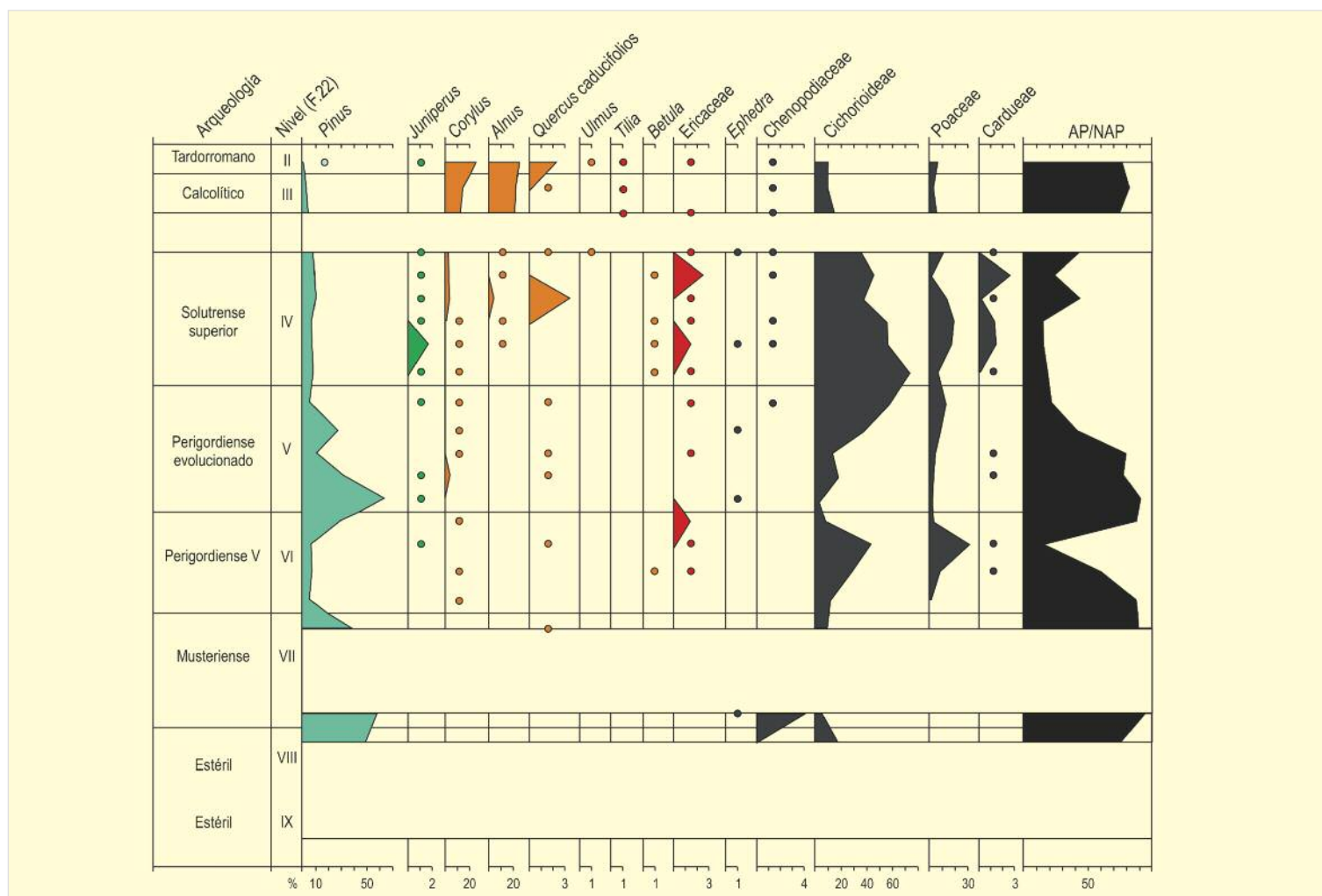


Figura 175. Diagrama polínico de la Cueva de Amalda. Redibujado de Dupré (1990)

que permiten establecer la siguiente secuencia: Musteriense Perigordense V-Perigordense evolucionado-Solutrense superior. Esta secuencia incluye importantes hiatos estratigráficos como los que se dan entre los niveles IV y III, y el del nivel VII. En relación a los datos palinológicos (Fig. 175) (Dupré 1988, 1990) los niveles inferiores resultaron estériles (VIII a III) o muy pobres en polen (VII) por lo que no tenemos mucha información al respecto. El diagrama polínico pone de relieve la existencia de 6 períodos principales. El primero de ellos se correspondería con los niveles inferiores donde se observa una baja diversidad de taxones, probablemente debido a la mala preservación del polen. Aquí destacarían *Pinus* y las esporas de helechos.

El segundo período se caracteriza por un bajo porcentaje de polen arbóreo donde el principal protagonista sería el pino, en ocasiones acompañado por avellanos, robles, abedules y cupresáceas. En cuanto a las herbáceas, se detecta una disminución de los helechos a favor de una proliferación de gramíneas y compuestas. En una tercera etapa se observa un incremento en la incidencia de las

esporas de helechos, una fluctuación positiva de los pinos con dos máximos (muestras 14 y 11) y una baja proporción de árboles caducifolios representados casi exclusivamente por el avellano. Tras este período, disminuye de nuevo la cantidad de polen arbóreo y la presencia de helechos, al mismo tiempo que se observa un fuerte desarrollo de las asteráceas. El abedul, junto con *Juniperus*, experimenta en esta etapa su mayor representación. La quinta fase que podemos diferenciar en el diagrama completaría el Pleistoceno superior con un aumento en la diversidad de taxones tanto a nivel de herbáceas como a nivel del grupo de los caducifolios. En la última etapa, enmarcada en el Holoceno, se detecta en general un importante cambio en la vegetación: el pino, principal protagonista de la secuencia del Pleistoceno superior, reduce su importancia en relación a los caducifolios, entre los que destacan el avellano y el aliso, seguidos del roble.

Más información

Dupré (1988, 1990)

CUEVA DE EKAIN

Zestoa, Guipúzcoa

Pleistoceno superior (15.400-9540 años BP)

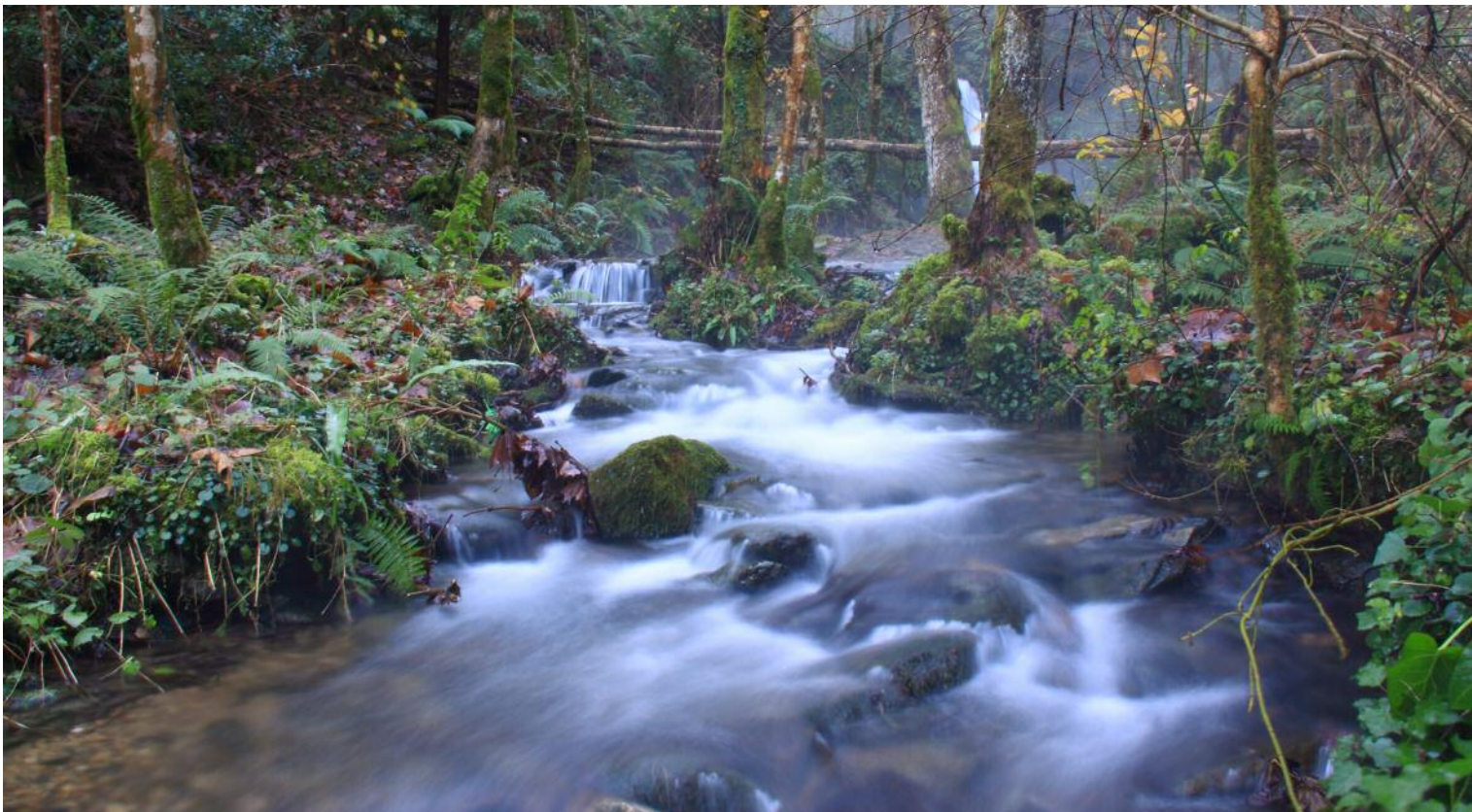


Figura 176. Arroyo de Sastarrain en las proximidades a la Cueva de Ekain

La Cueva de Ekain ($43^{\circ} 14' N$, $02^{\circ} 16' O$; 90 m s.n.m.) es un yacimiento bien conocido por su arte rupestre que se abre hacia el este sobre un paquete de calizas cretácicas en Zestoa, Guipúzcoa.

La zona presenta un clima atlántico, aunque no muy marcado, pese a su proximidad al mar (unos 6 km en línea recta), debido a la presencia de relieves que actúan a modo de escudo debilitando la influencia marina. Los valles y laderas adyacentes están ocupados por bosques mixtos de robles, fresnos, castaños, olmos, arces, hayas y algunos tilos, a menudo reemplazados por plantaciones de coníferas o de *Eucalyptus*. En los suelos más oligotrofos y de carácter ácido se desarrollan formaciones de robles y abedules o de melojar.

Los datos palinológicos (Dupré 1984, 1988) se sitúan en el Pleistoceno superior y abarcan una secuencia arqueológica que iría desde el Magdaleniense inferior cantábrico hasta finales del Aziliense (Fig. 177). En general, se observan fuertes oscilaciones en la mayor parte de los tipos palinológicos, incluyendo las abundantes esporas de helechos, mientras que se observa una baja proporción de polen arbóreo, que nunca sobrepasa el 30%, siendo *Pinus* el elemento más importante. Dentro de las herbáceas, hay una clara dominancia de las asteráceas y las gramíneas, las cuales se ven eventualmente acompañadas por ericáceas, umbelíferas y quenopodiáceas, entre otras.

Los niveles magdalenienses, para los cuales se dispone de dataciones entre 15.400 y 12.050 años BP aproximadamente,

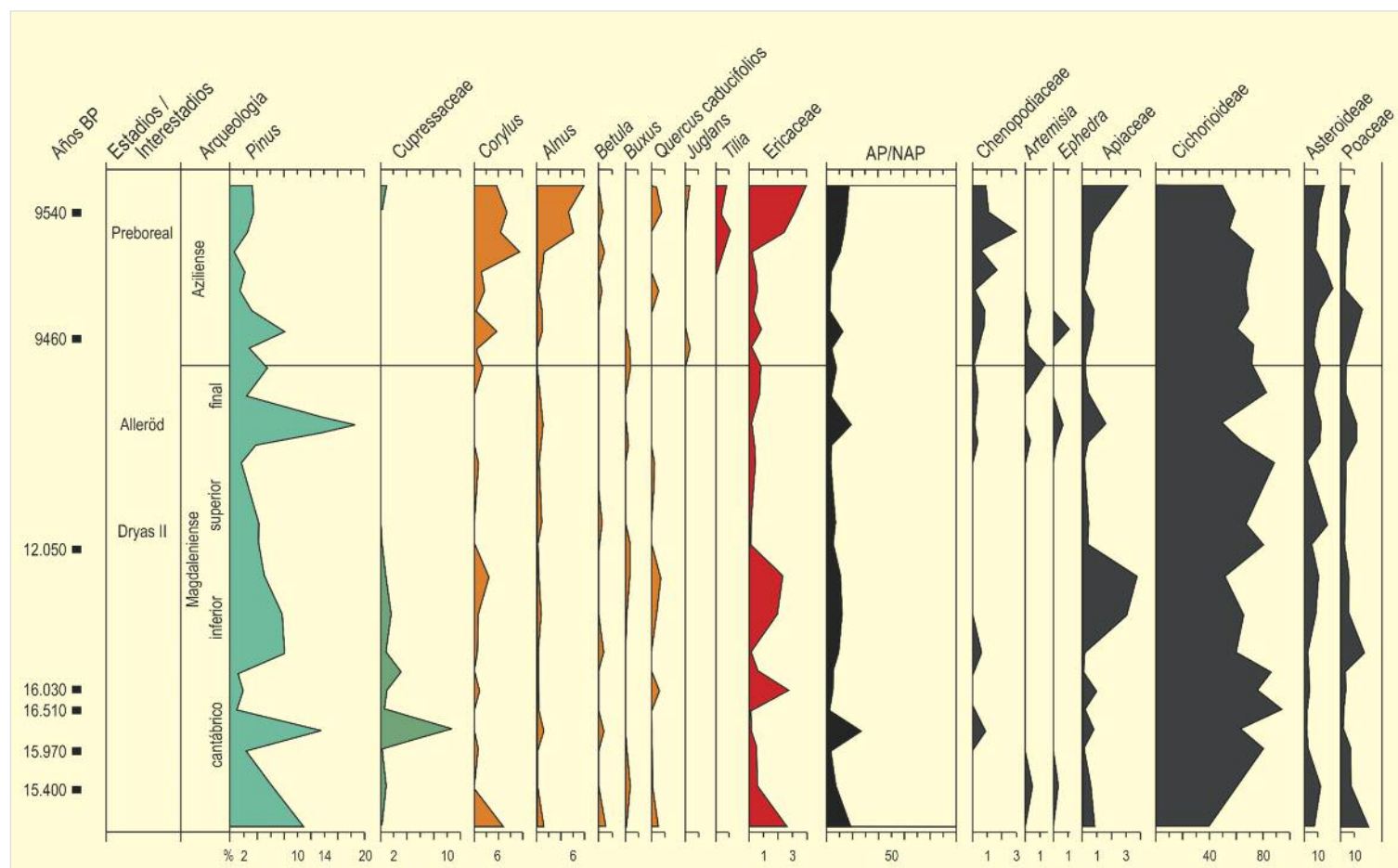


Figura 177. Diagrama polínico de la Cueva de Ekain. Redibujado de Dupré (1984)

tienen al pino como componente arbóreo principal y cabe destacar la abundancia de *Juniperus* y la presencia puntual de *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus* y *Buxus*.

Los niveles azilienses, datados a partir de 9460 años BP, incluyen una mayor abundancia relativa de *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus caducifolios*, así como la aparición de *Juglans* y una pequeña curva de *Tilia*. En comparación con la fase anterior, hay una menor incidencia de Cupressaceae. El resto de los taxones tienen un comportamiento bastante errático.

Como sucede con otros yacimientos de la región cantábrica, el sitio de Ekain evidencia la existencia de poblaciones arbóreas de mesófitos (*Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus* y *Buxus*) durante una fase tardía del Último Máximo Glacial y principios del Tardiglacial y, por ello, debe ser tenido en cuenta en los análisis geográficos sobre refugios glaciales.

Más información

Altuna (1984), Dupré (1984, 1988)

SANTA CATALINA

Costa cantábrica, Lekeitio, Vizcaya
Tardiglacial (12.700-12.200 BP)



I. BIKANDI SALCEDO

Figura 178. Reserva de la biosfera de Urdaibai. Algunos encinares del litoral cantábrico parecen haberse expandido durante el Tardiglacial en detrimento del pino, como se observa en la secuencia de Santa Catalina

La cueva de Santa Catalina (Lekeitio) se encuentra situada en el extremo oriental de la costa de Vizcaya, sobre los afloramientos calizos de un abrupto acantilado que se prolonga desde la ladera norte del monte Otoio (394 m) hasta el Cantábrico, en las proximidades del faro del mismo nombre y muy próximo a la desembocadura actual de la cuenca del río Lea. Este río drena un valle encajado entre dos formaciones montañosas que discurren perpendiculares a la costa. La cueva se abre con orientación nor-este, a 35 m s.n.m. (43° 22' 38" N, 02° 30' 36" O).

El paisaje litoral vasco se caracteriza por el predominio de acantilados abruptos, con algunas playas y marismas en la desembocadura de algunos ríos. El viento y la salinidad condicionan el porte de la vegetación en los acantilados impidiendo la existencia de una cobertura vegetal arbórea. *Tamarix* y especies de landa se encuentran presentes junto a *Pelargonium*, *Verbascum*, *Echium*, *Atriplex*. Repoblaciones de *Pinus radiata* proliferan sobre las montañas situadas detrás de los acantilados. El encinar cantábrico costero constituye otro rasgo característico de los alrededores de Lekeitio.

Esta cueva comprende una secuencia estratigráfica con dos niveles adscritos al Magdaleniense superior/final (niveles III y II) y un nivel Aziliense (nivel I). El nivel III, fechado en 12.500 años BP, se caracteriza por una escasa diversidad ecológica, con un claro dominio de Fabaceae. El nivel II, fechado entre 12.700 (lechos 29-27) y 12.200 años BP (lechos 22-20) ha sido objeto de un análisis antracológico más detallado (Uzquiano 1992, 1995) que describe dos fases diferentes (Fig. 180).

En los lechos inferiores (29-27) *Betula* aparece ya con valores relevantes (20%), pero los taxones de landa (Fabaceae) son dominantes (>26%). *Pinus* y *Juniperus* registran valores bajos (3 y 5 % respectivamente) y *Picea* (<1%) ha quedado registrado en el lecho 27 donde se obtuvo la fecha de 12.700 años BP (Uzquiano 1995). *Quercus* de hoja caduca (*Quercus pyrenaica* y *Q. robur*) (6%) y *Quercus ilex* también han registrado valores muy bajos (<1%).

A lo largo de la secuencia de ocupación (lechos superiores) se produce un incremento de taxones de matorral procedentes de



Figura 179. Entrada de la cueva de Santa Catalina

P. UZQUIANO

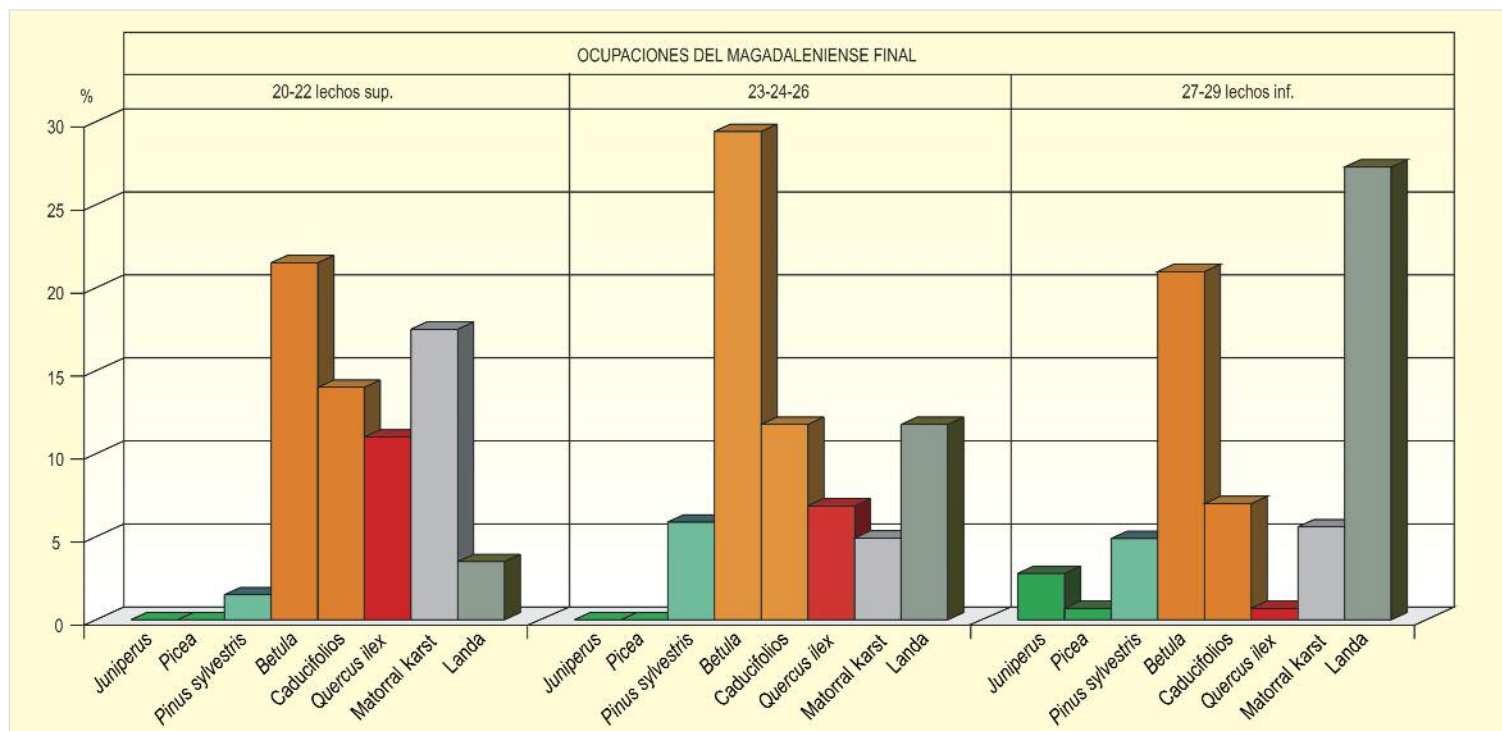


Figura 180. Datos antracológicos de la cueva de Santa Catalina. Redibujado de Uzquiano (1992, 1995)

substratos kársticos (5,5% en los lechos 29-27; 17% en los lechos 22-20) así como de los valores de *Quercus* de hoja caduca (14%) y de *Quercus ilex* (11%), coincidiendo con una disminución de los taxones de landa (3,5%). El aumento de la diversidad florística sin duda está relacionado con las condiciones ambientales de signo favorable que implican una explotación de la vegetación leñosa del entorno de la cueva, por parte de los grupos magdalenienses. *Juniperus* y *Pinus* desaparecen del territorio de explotación de esta cueva. La

distribución actual de *Quercus ilex* sobre los macizos kársticos costeros sugiere que su extensión actual sobre estas elevaciones parece haberse iniciado en estos momentos del Tardiglacial a expensas del pino.

Más información

Aseginolaza *et al.* (1988), Uzquiano (1992, 1995), Berganza *et al.* (2007)

ARENAZA

San Pedro de Galdames, Vizcaya

Tardiglacial-Holoceno (> 12.080-3620 años cal. BP)



Figura 181. Paraje de San Pedro de Galdames

La Cueva de Arenaza se halla situada a 180 m de altitud en la barriada del mismo nombre del valle de Galdames, cerca del pueblo de San Pedro en el occidente de Vizcaya ($43^{\circ} 15' 30''$ N, $03^{\circ} 05' 57''$ O). Arenaza está formada por un conjunto de galerías de grandes dimensiones que se desarrollan en varios niveles. Aquí nos centraremos en la zona excavada que se sitúa junto a la entrada, orientada hacia el oeste. Se trata de una galería amplia con una anchura de unos 15-20 m y más de 3 m de altura (Uzquiano & Zapata 2000).

Arqueología	Nivel	Años BP	Años cal. BP
Bronce medio	Lecho 7	3370 ± 10	3620
Bronce medio	Lecho 8	3805 ± 70	4220
Bronce antiguo	Lecho 9	3580 ± 70	3880
Bronce antiguo Calcolítico	Lecho 10	3835 ± 55	4260

Tabla 38. Dataciones del estudio antracológico realizado sobre muestras del nivel I de la Cueva de Arenaza (modificado de Uzquiano & Zapata 2000)

Desde un punto de vista biogeográfico, el yacimiento se encuentra en la comarca de los Valles Atlánticos. Esta región se caracteriza por poseer un clima templado y húmedo con una pluviosidad elevada, una gran abundancia de arroyos y pequeños ríos y un relieve accidentado con una continua sucesión de colinas y valles. En el paisaje de estos valles destacan los cultivos y praderías, las repoblaciones de coníferas, así como la explotación maderera y ganadera.

Arqueología	Nivel	Años BP	Años cal. BP
Calcolítico	I	4730 ± 110	5450
Neolítico		$4965 \pm 195^*$	5710
Epipaleolítico	II	$9600 \pm 130^*$	10.940
Epipaleolítico	III	$10.300 \pm 180^*$	12.080
Aziliense	IV-V	$10.300 \pm 180^*$	12.080
Magdalenense	VI	----	-

Tabla 39. Dataciones del estudio polínico de la Cueva de Arenaza. *Dataciones absolutas de Mariezkurrena (1990). Modificado de Isturiz & Sánchez-Goñi (1990) en Sánchez-Goñi (1991)

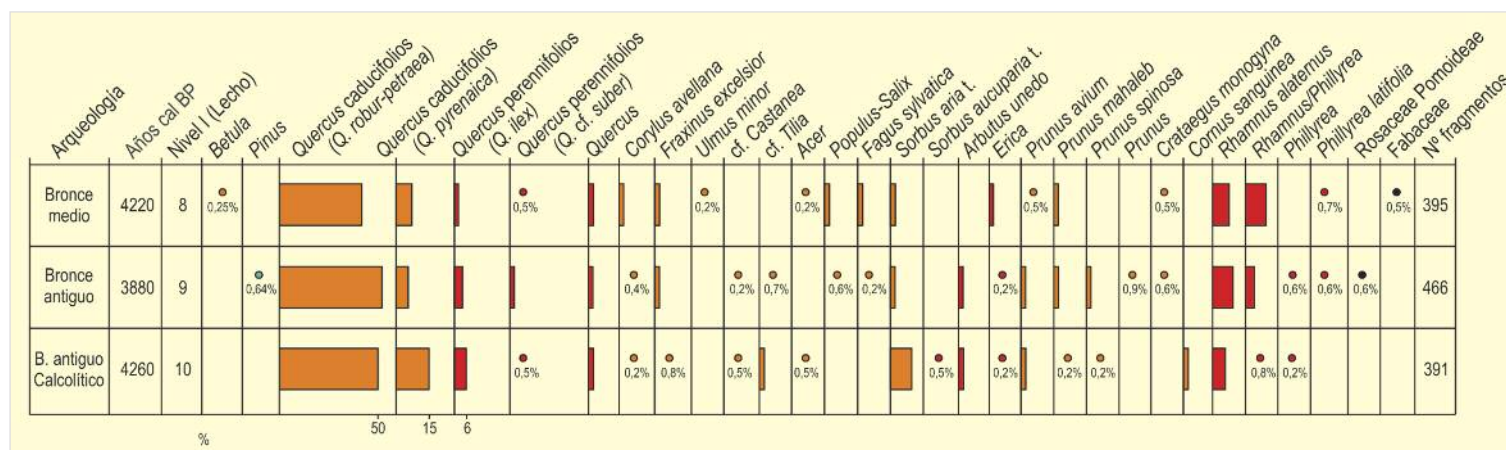


Figura 182. Diagrama antracológico de Arenaza. Redibujado de Uzquiano & Zapata (2000)

El entorno inmediato de la cueva se encuentra muy degradado por la actividad minera de época histórica. Predominan los matorrales característicos de una formación de prebrazal atlántico sobre substrato calizo con manchas de encinar y de quejigal-robledal calcícola. En las inmediaciones encontramos además vegetación herbácea de prados y cultivos atlánticos, plantaciones de *Pinus radiata* y zonas de robledal acidófilo-bosque mixto atlántico en fase muy degradada.

El yacimiento cuenta con una extensa secuencia de ocupación humana que va desde el Paleolítico superior final hasta época histórica. El material antracológico fue recuperado en los lechos 8, 9 y 10 del nivel I, correspondiente a la Edad del Bronce (Tabla 38). Su atribución cronocultural exacta de acuerdo con el responsable de la excavación (Fernández-Lombera, com. pers.) sería, de abajo a arriba, la siguiente: (a) Lecho 10; transición Calcolítico-Bronce antiguo, datado en torno a 3835 años BP; (b) Lecho 9; Bronce antiguo, fechado en torno a 3580 años BP; (c) Lecho 8; Bronce medio, con una datación de alrededor de 3805 años BP; y (d) Lecho 7 (Bronce medio) que proporcionó una fecha de 3370 años BP.

Los resultados obtenidos a nivel antracológico (Uzquiano & Zapata 2000) muestran el dominio de *Quercus robur-petraea* junto a otros taxones típicos del bosque caducifolio, *Corylus*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Acer* y *Castanea* (Fig. 182). Ello nos sugiere un gran aprovechamiento de leñosas procedentes de esta formación.

Quercus pyrenaica es otro de los taxones que presenta una abundancia significativa. Su presencia en el espectro nos indicaría la existencia de una formación de roble melojo característica de cumbres y solanas con substrato silíceo en proximidad, quizá en relación con actividades ganaderas.

La presencia discreta de *Fagus sylvatica* podría responder a un aprovisionamiento muy puntual de leña procedente de zonas de mayor altitud aunque, muy probablemente, podría tratarse también de un aporte más cercano: umbrías y hononadas dentro del área de distribución del bosque mixto de frondosas.

Quercus ilex, *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus* y *Phillyrea* nos ponen de manifiesto la presencia de una formación de encinar cantábrico. Las especies de matorral caducifolio, como *Prunus spinosa*, *P. mahaleb*, *P. avium*, *Cornus sanguinea* y de landa (*Erica*, Fabaceae), nos indican, una vez más, la diversidad de substratos que son objeto de explotación alternativa.

El estudio carpológico ha constatado la presencia de diferentes tipos de cereales, principalmente trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*) y, en menor medida, vestidos (*T. dicocum*). La presencia de mijo (*Panicum miliaceum*) y de panizo (*Setaria italica*) ha quedado asimismo constatada. Sin embargo, la práctica de una economía de producción no supuso el abandono de la explotación de otros recursos vegetales silvestres, fundamentalmente avellanas y bellotas (Uzquiano & Zapata 2000).

El estudio palinológico de Arenaza se organizó en torno a los niveles magdalenenses y calcolíticos (Isturiz & Sánchez-Goñi 1990) (Fig. 183), a saber, el nivel VI asignado al Magdalenense; niveles V y IV al Aziliense; nivel III, Epipaleolítico sin motivos geométricos (10.300 años BP); nivel II, Epipaleolítico con motivos geométricos (9600 años BP); y finalmente, el nivel I, atribuido al Neolítico en la base (4965 años BP) y al Calcolítico en la parte superior. El nivel superficial pertenece a la Edad del Bronce y Romano (Apellaniz 1974, 1975, 1977 y com. pers.)

El espectro polínico del nivel VI, muestra un paisaje abierto dominado por asteráceas (Cichorioideae) y gramíneas (50% y 20% respectivamente, Isturiz, com. pers.) acompañadas de *Corylus*, Cupressaceae y *Juglans* y, en menor representación, otros taxones arbóreos (*Pinus*, *Quercus* y *Tilia*). Sánchez-Goñi (1990) sugiere un episodio estadal frío durante el Magdalenense (nivel VI), dominado por asteráceas y gramíneas.

Los niveles V y IV muestran valores muy bajos del conjunto polínico arbóreo, desaparecen los elementos mesotermófilos (*Pistacia* y *Quercus*), manteniéndose los porcentajes de las cupresáceas (5%), lo que sugiere la continuación del episodio frío del Dryas con

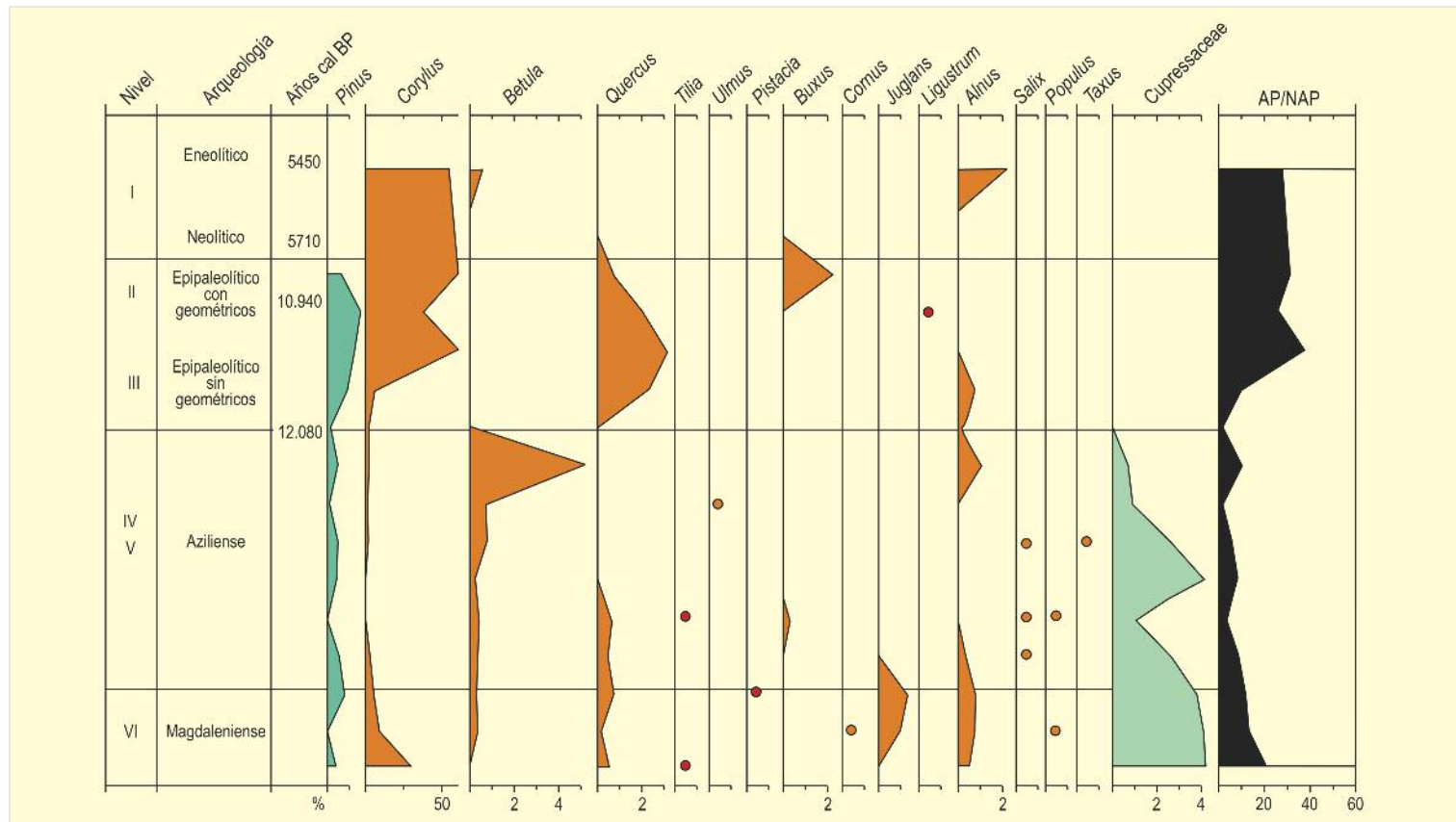


Figura 183. Diagrama polínico de Arenaza. Modificado de Isturiz & Sánchez-Goñi (1990)



Figura 184. Valle de Galdames donde se sitúa la Cueva de Arenaza

R. MANRIQUE DE LARA

un paisaje abierto. Finalmente termina con un aumento significativo de abedul (5%). En el nivel III (10.300 años BP), desaparecen el abedul y las cupresáceas, aumentando significativamente otros elementos arbóreos (*Corylus*, *Quercus* y *Pinus*) que culminarán en el nivel II (9600 años BP) con valores de hasta el 40% en AP. Si embargo, al final del nivel II, el registro muestra la desaparición de *Quercus* y *Pinus* quedando como único representante arbóreo el avellano. Tras un hiato polínico, en el nivel superior I (4965-4730 años BP), el paisaje del Calcolítico está representado por taxones como el abedul y los alisos.

Más información

Isturiz & Sánchez-Goñi (1990), Sánchez-Goñi (1991), Uzquiano & Zapata (2000)

SALDROPO

Sierra de Gorbea, Zeanuri, Vizcaya
Holoceno (6420-790 cal. BP)



Figura 185. Panorámica de la Turbera de Saldropo tras la explotación de turba, y reforestaciones de coníferas en las laderas colindantes



Figura 186. Detalle de la Turbera de Saldropo

La Turbera de Saldropo se ubica en el valle de Barazar (Zeanuri, Vizcaya), en la vertiente norte del piedemonte de la Sierra de Gorbea ($43^{\circ} 03' N$, $02^{\circ} 43' O$; 625 m s.n.m.). Esta turbera se encuadra en el piso montano dentro de la región biogeográfica eurosiberiana donde crecen hayedos (*Fagus sylvatica*) y robledales (*Quercus robur*, *Q. petraea* y *Q. pyrenaica*). Importantes extensiones de estas formaciones vegetales han sido sustituidas en la zona por repoblaciones de coníferas, fundamentalmente de *Pinus radiata*.

Geomorfológicamente la plataforma sobre la que se asienta la turbera está formada por un sustrato de arcillas, sobre las que se depositó una serie sedimentológica de coluviones. Sobre dichos sedimentos se desarrolla un nivel de turba de potencia variable.

Esta turbera ha sido objeto de dos estudios palinológicos. En el primero, las muestras para el análisis polínico fueron tomadas directamente sobre un perfil de 260 cm de potencia que quedó expuesto por la explotación industrial de turba que se realizaba en el

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
UGRA 257	20	920 ± 100	850	turba
UGRA 258	130	2460 ± 100	2540	turba
UGRA 256	260	4510 ± 150	5170	turba

Tabla 40. Cronología de la secuencia polínica de la Turbera de Saldropo 1. García-Antón (1989)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
Gif-7660	25-30	840 ± 50	790	turba
Gif-7661	285-295	3590 ± 90	3900	turba
Gif-7662	340-345	5630 ± 70	6420	turba

Tabla 41. Cronología de la secuencia polínica de la Turbera de Saldropo 2. Peñalba (1994)

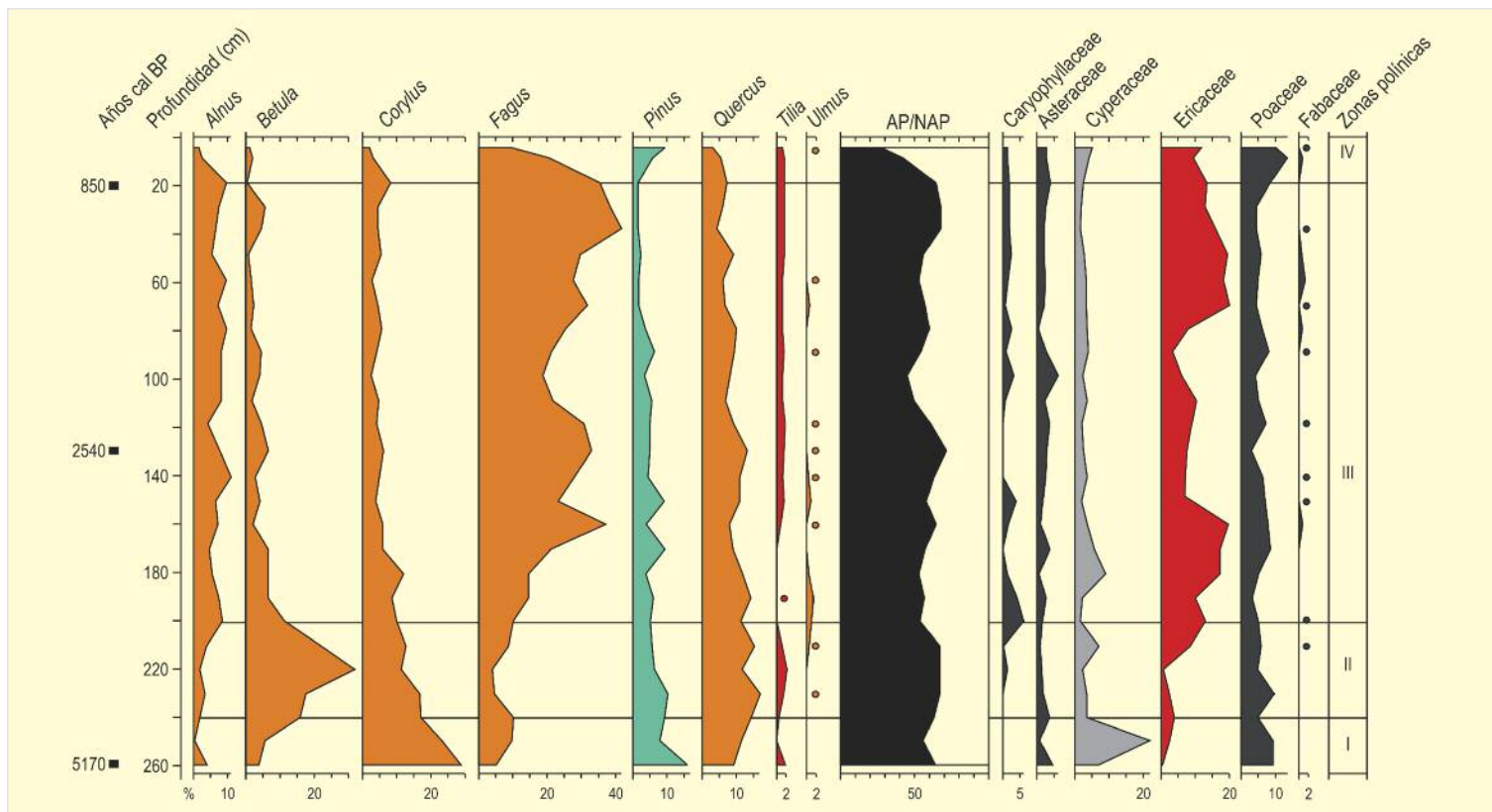


Figura 187. Diagrama polínico de la Turbera de Saldropo 1. Redibujado de García-Antón *et al.* (1989)



Figura 188. Núcleo extraído de la Turbera de Saldropo

C. GOEURY

momento en que fue muestreado. La secuencia palinológica obtenida (García-Antón *et al.* 1987, 1989) muestra un claro dominio de la vegetación arbórea (Fig. 187). En la composición del bosque durante la mitad superior del Holoceno intervienen gran variedad de taxones arbóreos, como *Fagus*, *Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Tilia* y *Pinus*. Los brezales también son un componente importante en la configuración del paisaje en esta secuencia.

Se han diferenciado cuatro zonas polínicas que comprenden 5170 años cal. BP. En la zona I (260-240 cm de profundidad) predomina *Corylus* junto con *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Fagus* y *Betula*. La zona II (240-200 cm) está marcada fundamentalmente por la notable representación de *Betula* respecto a los otros integrantes del bosque.

Posteriormente, la zona III (240-20 cm) representa un periodo definido por la expansión de *Fagus*, que se convierte en la especie arbórea dominante. Cuenta con una datación a los 130 cm de 2540 años cal. BP.

Finalmente, la zona IV (20-0 cm) está caracterizada por la disminución de los taxones arbóreos, en especial *Fagus*, *Corylus* y *Alnus* y un incremento de gramíneas. Los pinos aumentan en este tramo. Una datación de unos 900 años BP al comienzo de la zona delimita cronológicamente este cambio (Tabla 40).

Entre los aspectos más relevantes de este estudio cabe destacar, por una parte, la gran importancia que tienen los bosques

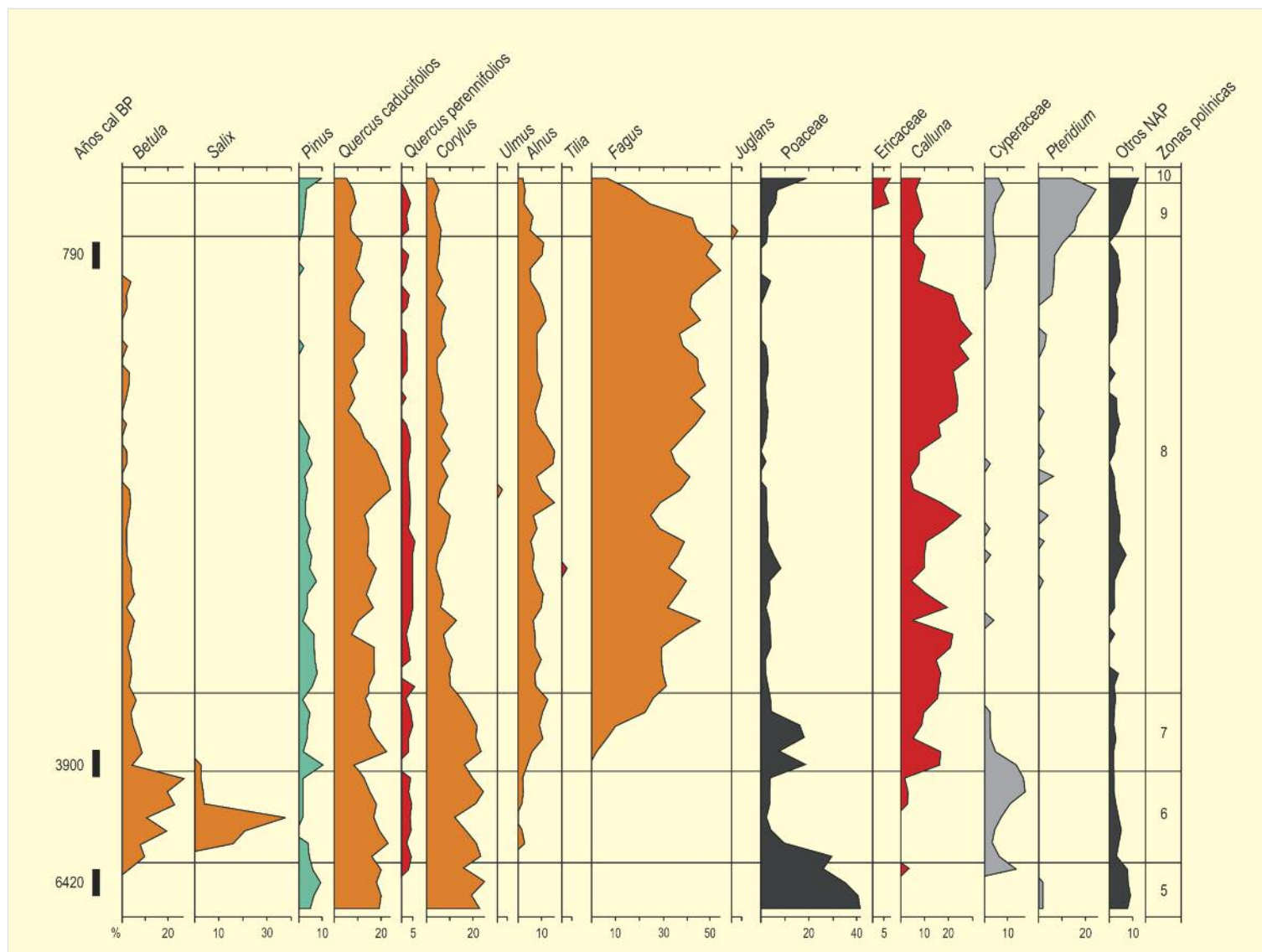


Figura 189. Diagrama polínico de la Turbera de Saldropo 2. Redibujado de Peñalba (1994)

Saldropo 1 (García-Antón 1989)		Saldropo 2 (Peñalba 1994)	
		Zonas polínicas	
Declive de <i>Fagus</i> (850 cal. BP), aumenta <i>Pinus</i> (replacación)	IV	10	Incremento de <i>Pinus</i> (replacación)
		9	Declive de <i>Fagus</i> (790 cal. BP)
<i>Fagus</i> dominante (2540 cal. BP)	III	8	<i>Fagus</i> dominante
		7	Expansión de <i>Fagus</i> (3900 cal. BP)
Fagus 5-10%	II	6	<i>Fagus</i> presente (<1%)
Fagus 5-10 % (5170 cal. BP)	I	5	<i>Fagus</i> ausente (6420 cal. BP)

Tabla 42. Correspondencias entre las zonas diferenciadas en Saldropo 1 y Saldropo 2, indicando los valores de *Fagus*



Figura 190. Efectos de la explotación de la turba en Saldropo y perfiles de turba y arcillas al descubierto

en prácticamente toda la secuencia, constituidos fundamentalmente por taxones templados caducifolios en concordancia con el ámbito regional donde se ha realizado el trabajo; sólo en el último tramo, a partir de hace unos 850 años, se observa una deforestación de carácter antrópico, con un aumento de pastizales que indican la instalación en la zona de sistemas agropastoriles; el pequeño despunte de *Pinus* al final de esta zona podría estar representando las repoblaciones actuales de *Pinus radiata* en la zona.

Por otra parte, cabe señalar la importante expansión del haya, que llega a alcanzar valores próximos al 50%. Su presencia continua con valores ya considerables (entre 5-10%) desde los 5170 años cal.

BP hace reconsiderar, una expansión más antigua de lo que se pensaba para esta especie.

Posteriormente Peñalba (1994) realizó otro sondeo, alcanzando una profundidad de 350 cm y proporcionando 3 nuevas dataciones de radiocarbono (Tabla 41).

Los resultados polínicos para Saldropo 2 son (Fig. 189), en rasgo generales, muy similares a los obtenidos para Saldropo 1 por Mercedes García Antón. El diagrama polínico se sectoriza en 6 zonas, numeradas en el trabajo original de la 5 a la 10.

La zona 5 se caracteriza por la codominancia de *Corylus* y *Quercus* (y la presencia continua de *Ulmus*, *Fraxinus* y *Alnus*). Dispone de una datación a 6420 años cal. BP.

La zona 6 es similar a la anterior, pero con una mayor representación de *Betula*. Muestra el comienzo de la expansión de *Alnus* y presencia puntual de *Fagus* al final de la zona.

En la zona 7 se dispone de una datación en 3900 años cal. BP y corresponde al inicio del incremento de la curva de *Fagus*.

La zona 8 está caracterizada por la dominancia de *Fagus*, junto con el inicio de las presencias de (*Castanea*, *Juglans* y Cerealia). En la zona 9 descienden *Fagus* y *Corylus* debido posiblemente a un proceso de deforestación asociado a la mayor actividad humana. El cambio se produce hace unos 790 años cal. BP. Finalmente, la zona 10, que se corresponde con la última muestra, señala las recientes repoblaciones de *Pinus radiata* en la zona.

Las arcillas que subyacen a la turba, con un espesor de 1,95 m, no pudieron ser fechadas, pero en el trabajo de Peñalba (1989) se presenta su análisis polínico, siendo notable la dominancia del polen de herbáceas en la mitad basal, en particular Cichorioideae, Cyperaceae y Poaceae, frente a porcentajes de polen arbóreo inferiores a 10%. Estas arcillas se depositaron bajo condiciones ambientales de extremo frío, pero la baja representación de *Artemisia* sugiere cierta humedad que se relaciona con la influencia marina; se asimilan al Tardiglacial.

Más información

García-Antón *et al.* (1987, 1989), Peñalba (1989, 1994)

PEÑA PARDA

Rioja alavesa, Laguardia, Álava
Holoceno (~ 4000 años BP)



Figura 191. Abrigo de Peña Parda

El yacimiento arqueológico de Peña Parda (Laguardia, Álava) es un pequeño abrigo abierto en las estribaciones del Alto de Cervera, una zona escarpada de la vertiente meridional de la Sierra de Cantabria (42° 36' 04" N, 02° 37' 28" O; 975 m s.n.m.), en la Rioja alavesa.

El clima actual de la zona es típicamente mediterráneo, con veranos muy secos y calurosos, donde son frecuentes fuertes vientos desecantes que propician la abundancia de boj (*Buxus sempervirens*). No obstante, el elevado régimen de precipitaciones de algunos enclaves permite la existencia de hayedos. La vegetación actual del entorno inmediato del yacimiento corresponde a un carrascal de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con boj, bosque típico en las solanas de la vertiente sur de la Sierra de Cantabria. También existen algunas manchas de quejigal (*Quercus faginea*) en suelos umbrosos y profundos, así como pequeños bosques mixtos de fresno (*Fraxinus excelsior*), haya (*Fagus sylvatica*), tejo (*Taxus baccata*), olmo (*Ulmus glabra*), mostajo (*Sorbus aria*), acirón (*Acer opalus*), tilo (*Tilia platyphyllos*), avellano (*Corylus avellana*) y espino (*Crataegus monogyna*).

El yacimiento, descubierto en 1997, presenta una secuencia estratigráfica con cuatro niveles arqueológicos pertenecientes a una misma época. Ante la imposibilidad de obtener dataciones radiocarbónicas, el estudio tipológico de los restos arqueológicos

recuperados sitúa la ocupación del asentamiento durante el IV milenio BP, culturalmente adscrito al Bronce antiguo.

El estudio palinológico de Peña Parda (Pérez-Díaz *et al.* 2007) permite una reconstrucción fidedigna de la vegetación y las condiciones climáticas existentes en la vertiente sur de la Sierra de Cantabria durante el IV milenio BP.

La observación del diagrama (Fig. 192) sugiere la existencia de una cobertura vegetal bastante estable a lo largo de la secuencia, con predominio de espacios abiertos y características propias de ambientes mediterráneos. La presencia de *Buxus*, *Artemisia*, *Centaurea*, *Juniperus*, etc., sería indicativa de que durante la ocupación del yacimiento ya estaba presente y bien consolidado un tipo de vegetación muy similar al actual, el carrascal-quejigal con boj y masas de bosque mixto de tipo húmedo, con aportes lejanos de pinos en un ámbito a escala regional.

Esta presencia de especies típicas de climas mediterráneos, en este periodo, se ve corroborada por el estudio antracológico de este mismo yacimiento (Ruiz & Zapata 2003), el cual demuestra claramente la preponderancia de boj y tejo entre los macrorrestos, así como la documentación de otros elementos igualmente significativos que aparecen en el estudio polínico (Pérez-Díaz *et al.* 2007), caso de pino silvestre, enebro y madreSelva (*Lonicera*) entre los más reseñables.

A nivel regional, el análisis polínico de Peña Parda demuestra la importancia que debieron tener los pinares altimontanos y el avellano, aunque es significativa la tasa de cambio que tienen a lo largo de la secuencia polínica. De hecho, puede confirmarse cierto progreso continuado de *Pinus sylvestris* a lo largo de ella, generalmente en detrimento de *Corylus*, alcanzando su punto extremo en el techo del registro cuando el pino llega a su valor más alto (20%) y el avellano a su mínimo (4%).

La presencia de toda una serie de elementos mesófilos o riparios, como abedul, aliso, fresno, sauce y tilo, todos ellos con más presencia porcentual en las muestras más antiguas, estaría indicando probablemente que las condiciones climáticas fueron relativamente templadas y húmedas al inicio del registro, hecho que podría relacionarse con la localización topográfica del yacimiento. Sin embargo, en las muestras más recientes se aprecia una ligera tendencia descendente de estos taxones, algunos de los

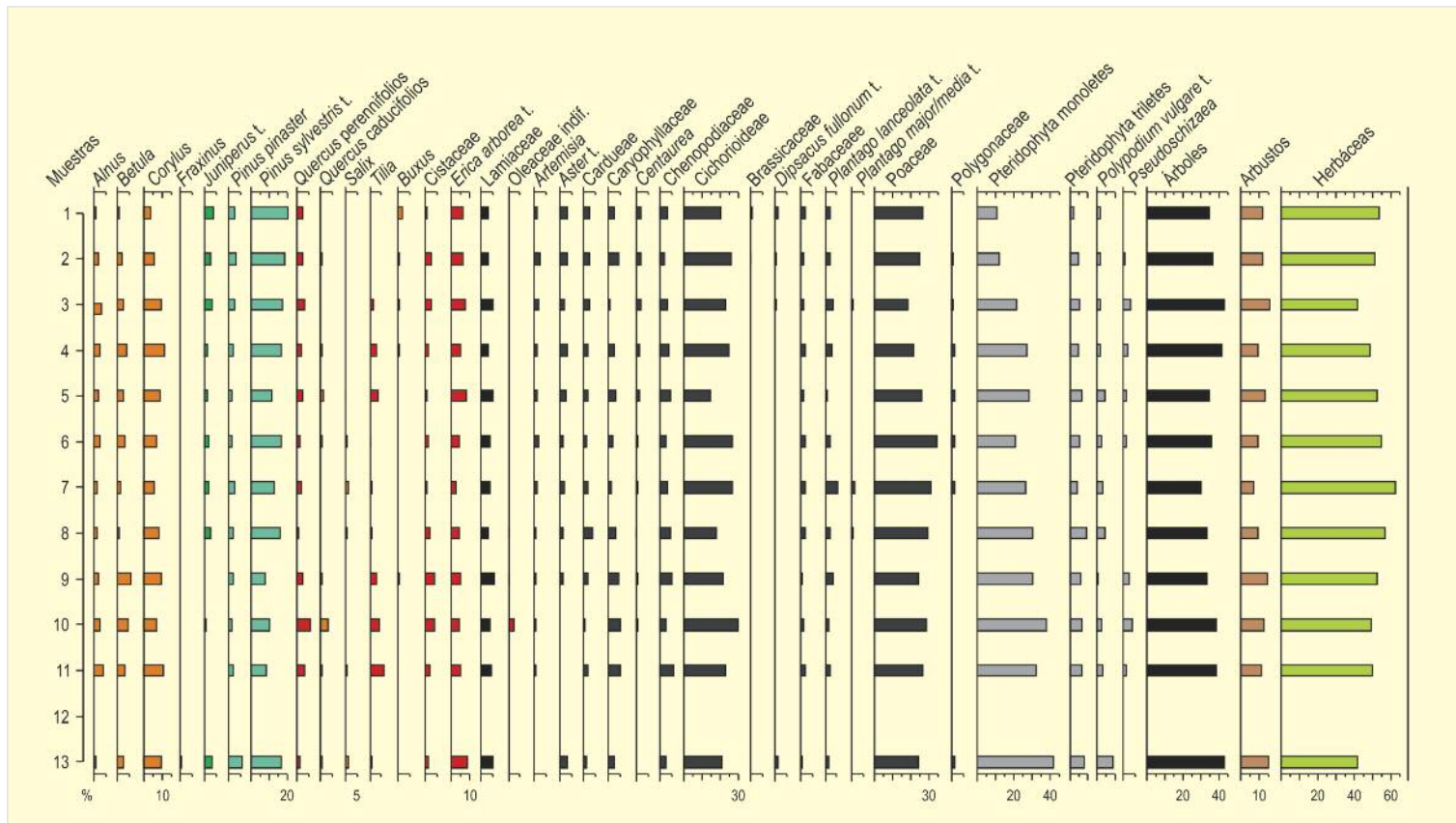


Figura 192. Diagrama polínico de Peña Parda. Redibujado de Pérez-Díaz *et al.* (2007)



Figura 193. Cuadrícula de excavación en el abrigo de Peña Parda

cuales incluso desaparecen, siendo sustituidos por otros como el ya mencionado pino, la encina, el enebro o el boj. Este cómputo de datos podría ser un indicio bastante manifiesto de la progresiva consolidación de elementos típicos del paisaje mediterráneo y de la sustitución de elementos del bosque mesófilo por otros más afines al

bosque esclerófilo, todo lo cual podría estar suponiendo el trasvase desde condiciones templado-húmedas a otras más térmicas y áridas. Este descenso de la humedad ambiental se ve perfectamente en la tendencia descendente de los porcentajes de Filicales.

No se han detectado evidencias directas del desarrollo de prácticas agrícolas en el yacimiento, posiblemente debido a la limitación que la situación topográfica del yacimiento pudiera haber impuesto a la llegada de polen de cereal desde aquellas zonas donde hipotéticamente se cultivara (fondos de valle), así como a una orientación de este yacimiento hacia actividades basadas en el ganado.

A modo de conclusión, diremos que el estudio palinológico de Peña Parda muestra para la Edad de Bronce la misma dinámica general de vegetación que otros depósitos de la cuenca del Ebro, con el predominio de un paisaje de tipo mediterráneo similar al actual, aunque con indicadores de mayor humedad ambiental.

Más información

Ruiz & Zapata (2003), Pérez-Díaz *et al.* (2007)

IRÚN

Desembocadura del Bidasoa, Irún, Guipúzcoa
Holoceno reciente (Romano)



Figura 194. Vista de la excavación de la calle Santiago de Irún

Plantas de importancia económica

	Total
<i>Triticum</i>	1
<i>Corylus avellana</i>	3 + fragmentos
<i>Amygdalus communis</i>	1
<i>Fagus sylvatica</i>	313
<i>Ficus carica</i>	143
<i>Juglans regia</i>	3 + fragmentos
<i>Olea europaea</i>	683
<i>Prunus persica</i>	987
<i>Pinus</i>	17
<i>Prunus avium/cerasus</i>	2823
<i>Prunus domestica/insititia</i>	185
<i>Prunus spinosa</i>	900
<i>Quercus</i>	fragmentos
<i>Rubus agg. fruticosus</i>	106
<i>Vitis vinifera</i>	11

Tabla 43. Datos arqueobotánicos de los yacimientos c/ Santiago y c/ Tadeo Murgia (Irún)

Los yacimientos c/Santiago (43° 20' 31" N, 01° 47' 13" O; 5 m s.n.m.) y c/ Tadeo Murgia (43° 20' 31" N, 01° 47' 10" O; 7 m s.n.m.) se encuentran situados en el centro de la actual ciudad de Irún (la Oiasso romana), ubicada en la desembocadura del Bidasoa, en la provincia de Guipúzcoa. La zona se integra en la Región Eurosiberiana, y más concretamente en la Provincia Atlántica, caracterizada por robledales acidófilos de *Quercus robur* y por bosque mixto atlántico, junto a abundantes fresnos y tilos. Dada la riqueza de los suelos, la zona se encuentra muy alterada por la acción antrópica, especialmente por las actividades agrícolas. Su situación, a orillas del Cantábrico, determina la existencia de una zona costera caracterizada por la presencia de diferentes bandas de vegetación propias de las zonas de marismas, con mayor presencia de aquellas menos afectadas por la influencia mareal.

Los niveles excavados en ambos yacimientos (Fig. 194), corresponden a las estructuras portuarias (muelles, varadero y almacenes) de la ciudad romana de Oiasso (Irún) (Urteaga Artigas 2005). Bajo varios metros de lodos se ha recuperado gran cantidad de materia orgánica entre la que destacan los restos carpológicos, tanto por el número como por el excelente grado de conservación. La excepcionalidad del tipo de conservación ha provocado la recuperación de un importante conjunto botánico de más de 11.000 restos, muchos de los cuales hubieran desaparecido en las condiciones habituales de conservación (carbonización). El estudio de estos restos ha sido publicado por Peña-Chocarro & Zapata (1996, 2005) y Zapata & Peña-Chocarro (1997).

El conjunto de los materiales carpológicos incluye diferentes categorías (Tablas 43 y 44), destacando las especies que ofrecen información sobre los modos de subsistencia y la dieta de la población estudiada, así como sobre la economía del yacimiento (producción agroalimentaria, actividades comerciales, etc.). En esta categoría se encuentran plantas cultivadas como melocotones (*Prunus armeniaca*), cerezas/guindas (*P. avium/cerasus*), ciruelas (*P. domestica/insititia*), higos (*Ficus carica*) y aceitunas (*Olea europaea*); así como especies silvestres, hayucos (*Fagus sylvatica*), avellanas (*Corylus avellana*), bellotas (*Quercus*), endrinas (*P. spinosa*) (Fig. 195) y moras (*Rubus agg. fruticosus*).

Se pone, por tanto, de manifiesto la existencia de un bosque mixto atlántico en el entorno, el cual pudo haber sido ya gestionado. De hecho, muchos de los frutales identificados responden al desarrollo de la arboricultura, que experimentó un gran impulso en

Plantas silvestres			
	Total		Total
<i>Alchemilla</i>	3	<i>Polygonum hydropiper</i>	1
<i>Alnus glutinosa</i>	3	<i>Polygonum lapathifolium</i>	1
<i>Anagallis tenella</i>	12	<i>Polygonum persicaria</i>	5
<i>Apium graveolens</i>	21	<i>Polygonum</i>	2
<i>Arbutus unedo</i>	1	<i>Potamogeton</i>	2
<i>Atriplex</i>	9	<i>Potentilla palustris</i>	11
<i>Brassica</i>	3	<i>Potentilla</i>	13
<i>Carex</i>	34	<i>Prunella vulgaris</i>	44
Chenopodiaceae	2	<i>Ranunculus acris/bulbosus/repens</i>	18
<i>Chenopodium album</i>	1	<i>Ranunculus flammula</i>	5
<i>Chenopodium</i>	2	<i>Ranunculus sardous</i>	2
<i>Chrysanthemum</i>	1	<i>Rumex acetosella</i>	4
<i>Cirsium</i>	2	<i>Rumex aquaticus</i>	4
<i>Conium maculatum</i>	1	<i>Rumex crispus/acetosa/obtusifolius</i>	6
<i>Coronopus squamatus</i>	1	<i>Rumex sanguineus/conglomeratus</i>	4
Brassicaceae	1	<i>Salix</i>	11
<i>Erigeron</i>	1	<i>Satureja</i>	3
<i>Galium</i>	8	<i>Sedum</i>	11
<i>Hypericum</i>	1	<i>Stellaria media</i>	2
<i>Juncus</i>	105	<i>Suaeda maritima</i>	6
<i>Mentha</i>	13	<i>Urtica dioica</i>	1
<i>Poa pratensis/trivialis</i>	34	<i>Verbena officinalis</i>	1
Poaceae indet.	6	<i>Veronica</i>	1
Poaceae indet. (raquis)	1	<i>Viola</i>	1
<i>Polygonum aviculare</i>	5	Indet.	26

Tabla 44. Datos arqueobotánicos de los yacimientos calle Santiago y calle Tadeo Murgia de Irún

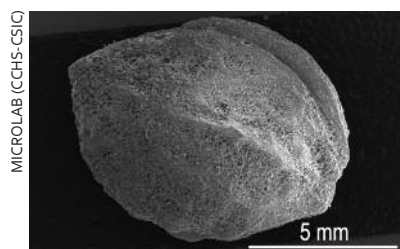


Figura 195. Imagen al MEB de una semilla de *Prunus spinosa*

época clásica entre griegos y romanos, ya que actuaron como difusores de especies y de nuevas técnicas como el injerto. Algunos de los frutales documentados constituyen las primeras evidencias de estas especies en la cornisa cantábrica e incluso en la Península Ibérica. De todos ellos, *Olea europaea* es la única que con seguridad se importó ya que su cultivo resulta prácticamente imposible en la zona cantábrica, mientras que el resto (melocotoneros, ciruelos, higueras y cerezos/guindos) pudieron cultivarse en la zona en este periodo, aunque es probable que su presencia pudiera ser el resultado de importaciones desde otras zonas de Hispania o Galia a través de actividades comerciales realizadas gracias al puerto. Especies comestibles, muy apreciadas por los romanos y bien documentadas para otras zonas del Imperio (Langer & Hill 1981), son el grupo de las crucíferas, con taxones identificados como *Brassica oleracea* (col, berza, coliflor y brécol), *B. napus* (nabo y colza), *B. campestris* (mostaza) y *B. nigra* (mostaza negra), *Sinapis arvensis* (mostaza silvestre), *Raphanus raphanistrum* (rábano silvestre) o *Crambe*

maritima (col marina); junto a otros como *Stellaria media* (pamplina), *Atriplex hortensis* (armuelle), *Chenopodium album* (cenizo), *Rumex acetosa* y *Rumex acetosella* (acederas) y *Urtica dioica* (ortigas). También se incluyen taxones que potencialmente han podido ser consumidos o utilizados como condimentos en este periodo: *Veronica*, *Satureja*, *Prunella vulgaris*, *Apium graveolens* (apio) y *Mentha* (menta).

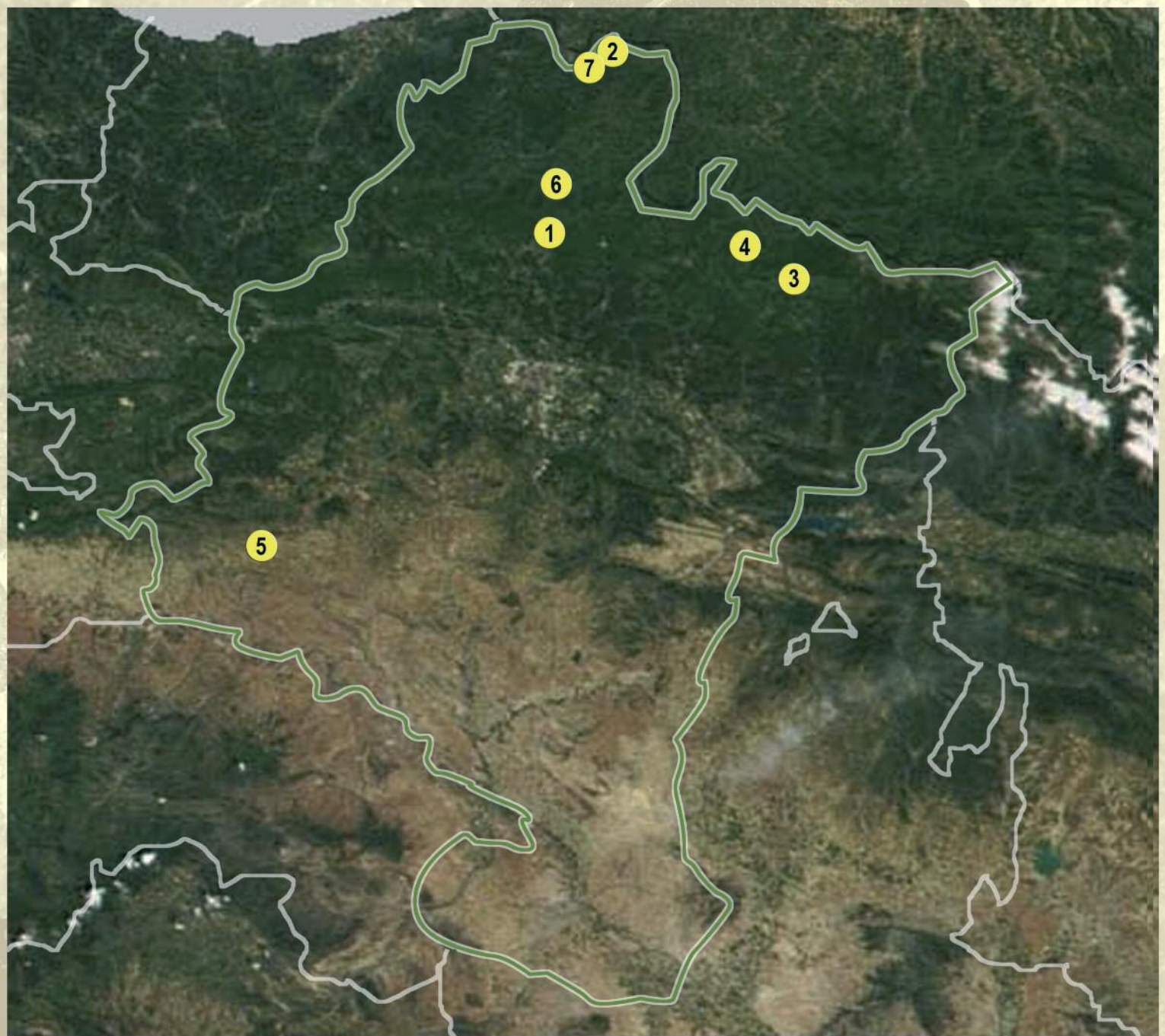
Finalmente, como indicadores ecológicos de un estuario donde el agua dulce del Bidasoa se mezcla con la del mar, se han identificado especies de ambientes salobres como *Suaeda maritima* y otras quenopodiáceas (*Chenopodium* y *Atriplex*); así como taxones típicos de vegetación de ribera, *Alnus glutinosa* (aliso) y *Salix* (sauce), junto a herbáceas como *Ranunculus*, *Apium graveolens*, *Anagallis tenella*, *Potamogeton*, *Polygonum*, *Rumex*, *Juncus* y *Carex* y especies nitrófilas, características de zonas alteradas por la actividad humana (*Coronopus squamatus*, *Stellaria media*, *Conium maculatum*, etc.).


Los yacimientos de Irún han proporcionado un importante conjunto de datos carpológicos para época romana que permiten vislumbrar no sólo la riqueza de la dieta vegetal sino también interpretar el paisaje del entorno de la ciudad de Oiasso.

Más información

Peña-Chocarro & Zapata (1996, 2005), Zapata & Peña-Chocarro (1997)

NAVARRA



The background of the page is a light beige color with a faint, repeating pattern of oak leaves. The leaves are shown in various shades of light brown and tan, with their characteristic lobed shapes and vein structures clearly visible. They are scattered across the page, creating a natural, textured backdrop for the text.

REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE NAVARRA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Abauntz
2. Berroberría
3. Zatoya
4. Aizpea
5. Los Cascajos
6. Turbera de Belate
7. Turbera de Atxuri

ABAUNTZ

Valle de la Ulzama, Lantz, Navarra
Tardiglacial-Holoceno (15.800-4240 años BP)



Figura 196. Valle de la Ulzama, donde se estudió la secuencia de Abauntz

La cueva de Abauntz (Arraiz, Navarra) está situada en el valle de la Ulzama a 600 m s.n.m. (43° 00' N, 01° 38' O), en el seno de la cuenca mediterránea navarra, pero muy cerca de la divisoria de aguas cántabro-mediterránea (Fig. 196). Se ubica en el barranco de Abauntz, del que recibe su nombre, por el que discurre el arroyo Zaldazáin poco antes de desembocar en el río Ulzama, perteneciente a la Cuenca del Ebro. Su estudio polínico (López-García, 1982) deparó una secuencia que incluye información para los niveles magdalenienses, epipaleolíticos, neolíticos, calcolíticos y romanos (Fig. 198).

Las tres muestras basales del registro polínico corresponden al Magdaleniense, datado en 15.800 años BP. En ellas, el polen dominante es el pino, con porcentajes muy altos, siendo testimonial la presencia de aliso, abedul y quercíneas. Entre las herbáceas, dominan las gramíneas y asteráceas. En su conjunto, estas muestras estarían refiriendo un paisaje típico del Tardiglacial pirenaico occidental, con dominio de coníferas sobre pastizales xerofíticos.

Las muestras epipaleolíticas, procedentes del nivel aziloide (9530 años BP), refieren un medio muy arbolado, similar al del Preboreal europeo, dominado por los pinos y en mucha menor medida por los avellanos, abedules, alisos y robles. La alta frecuencia de polen de asteráceas (*Cardueae* y *Anthemideae*) reflejaría un uso frecuente de la cueva en este intervalo. Las condiciones más húmedas habrían permitido la proliferación del bosque templado, aún cuando el pinar seguiría siendo la formación forestal más significativa.

Durante el Neolítico antiguo, datado en torno a 6910 años BP, el paisaje sigue siendo forestal, con abundancia de pinos, avellanos, abedules, alisos, robles y olmos, sin indicios de antropización del paisaje. En estos momentos, el pinar empieza a retroceder y son el avellano y el abedul las especies que van tomando cada vez más importancia. A partir del Neolítico medio-final (muestras 8, 9 y 10), datado en 5390 años BP, ya se observa un cambio sustancial, pasando a dominar *Corylus* sobre *Pinus*, a la vez que progresan los abedules y se hacen constantes los tilos, alisos, castaños y olmos. En resumen, no hay indicios palinológicos evidentes que



R. LASOASA

Figura 197. Vista panorámica del Valle de la Ulzama

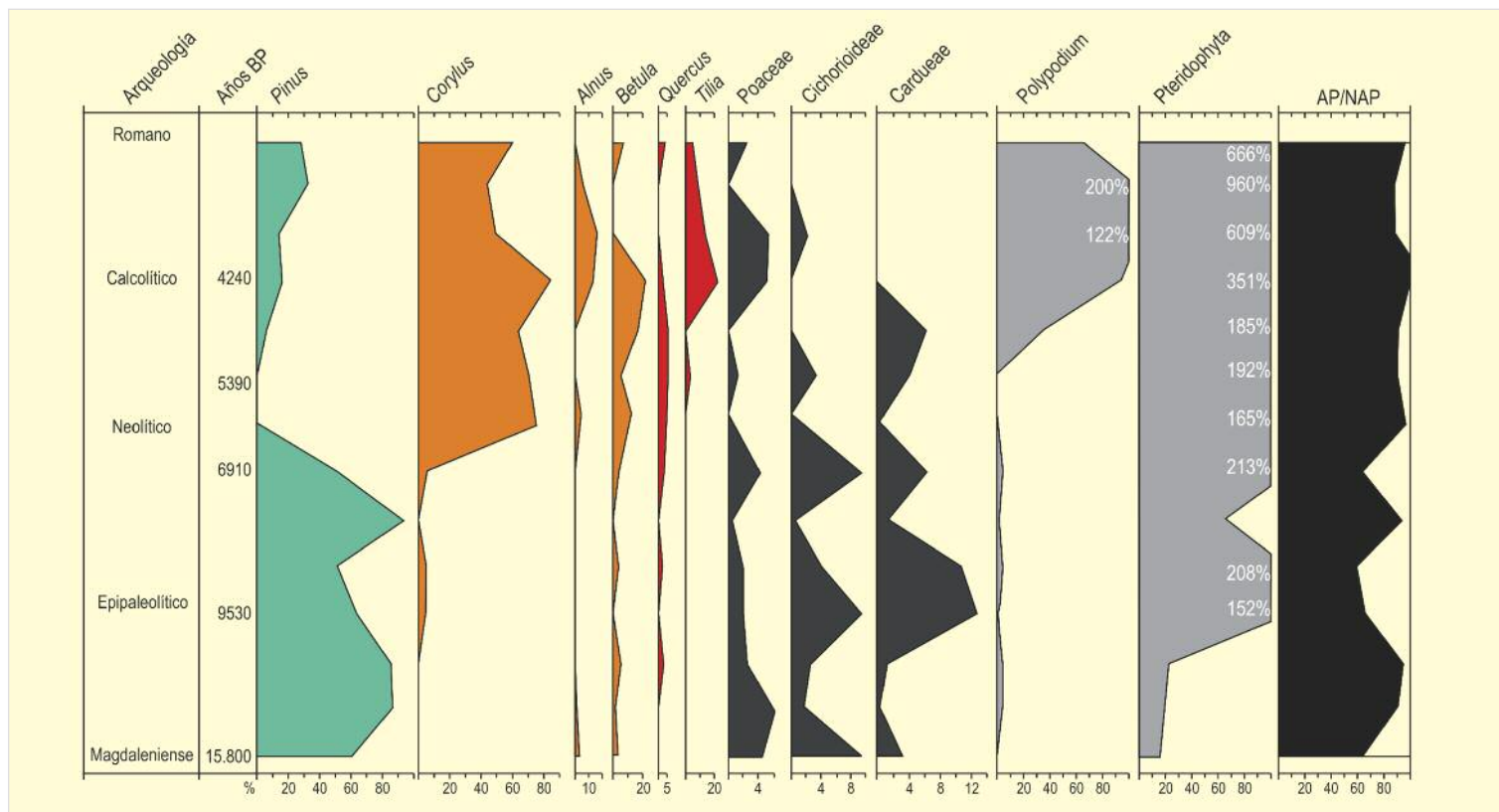


Figura 198. Diagrama polínico de la cueva de Abauntz. Redibujado de López-García (1982)

estén hablando de un medio antropizado durante el Mesolítico y el Neolítico. Esta situación es comparable con la de otros depósitos cercanos y contemporáneos del Pirineo navarro, como los procedentes de las cuevas de Zatoya y Aizpea.

A lo largo del Calcolítico en Abauntz, y hasta el periodo tardorromano, el pinar vuelve a cobrar cierta importancia aunque la avellanada, en franco descenso, sigue siendo el bosque predominante, son mucho más abundante ahora en alisos y tilos, reduciéndose el abedul y las quercíneas.

La mayor representatividad de *Ericaceae* y *Plantago* induce a pensar en una presión pastoral más importante, que seguramente puede tener algún tipo de relación con el altísimo porcentaje de las esporas de *Polypodium vulgare*, helecho que comúnmente se ha utilizado como lecho de cama.

Más información

López-García (1982, 1986, 1987), Boyer-Klein (1989), Sánchez-Goñi (1993, 1994), Iriarte (2001), López-Sáez *et al.* (2006, 2007-2008)

BERROBERRÍA

Pirineo navarro, Urdax, Navarra

Pleistoceno superior-Holoceno (~14.430-8000 años BP)



Figura 199. Espelotemas de la Cueva de Berroberría

Berroberría es el nombre de una de las cuevas localizadas en el barrio de Alquerdi del municipio de Urdax (Navarra), y que forma parte del complejo "Cuevas de Urdax". Se sitúa en la zona septentrional de Navarra, a pocos km de la frontera con Francia (43° 16' 06" N, 01° 30' 30" O). La cueva permanece cerrada desde 1996, cuando se realizó la última excavación arqueológica.

Geográficamente el macizo calizo que la contiene se sitúa a baja cota altitudinal (156 m s.n.m.) en la zona de cabecera del río Nivelles o Ugarana, a unos 20 km de la línea de costa y al pie del puerto pirenaico de Otxondo. Se trata por tanto, de una zona de transición entre los Pirineos y el litoral atlántico. El clima de la zona es templado atlántico, la precipitación media se sitúa en torno a 1900 mm anuales y las lluvias se reparten bastante uniformemente a lo largo del año. La temperatura media anual ronda los 14 °C. El paisaje es bastante abierto, con suaves formas de

relieve cubiertas por prados y salpicadas con parches de bosque caducifolio donde dominan *Fagus*, *Ulmus* y *Corylus*. En el interior de la cueva se ha encontrado numerosa industria lítica que sitúa la ocupación humana más antigua conocida en el Magdaleniense superior.

La secuencia polínica de Berroberría comienza, según Boyer-Klein (1984), en el interestadio templado Bølling-Allerød. En la transición entre ambos se registra un pequeño deterioro climático, atribuido al antiguo Dryas II, en el que *Pinus* desciende a porcentajes que varían entre el 20 y el 30% y las esporas de helechos hasta el 10%. Sin embargo, este cambio en la tendencia general, no es tan marcado como en otras zonas más cercanas a la costa.

Tras este pequeño cambio, comienza el Allerød, bien identificado por un incremento del polen arbóreo, el cual llega

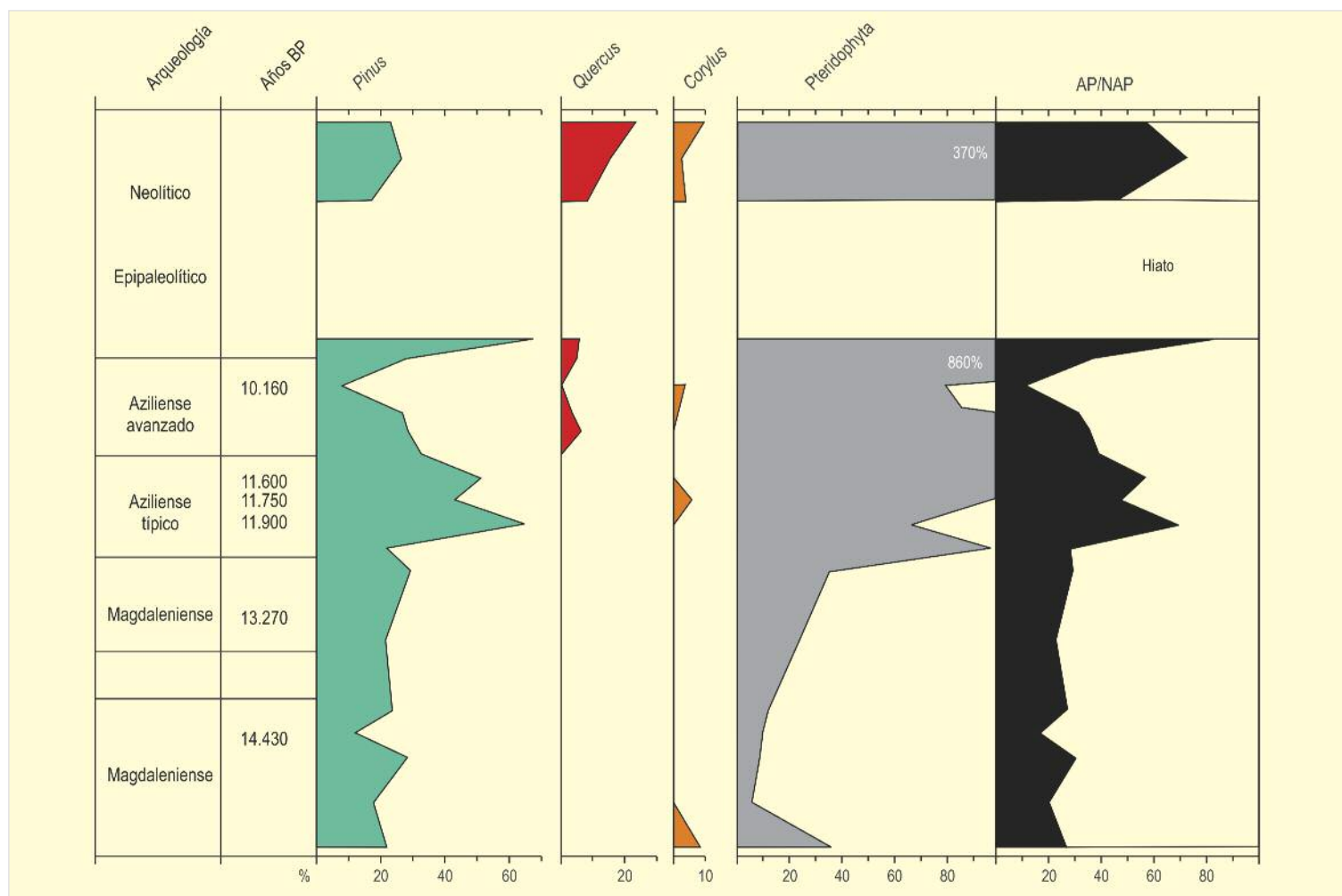


Figura 200. Diagrama polínico sintético de la Cueva de Berroberría. Redibujado de Boyer-Klein (1988)

al 70%, siendo el pino el taxón arbóreo dominante, acompañado por alisos y sauces. *Corylus*, *Quercus* y *Betula*, quedan siempre por debajo del 5%. Para la autora, la mejora en las condiciones de humedad de este periodo queda corroborada por el aumento exponencial de las esporas de helechos en el sedimento.

Tras la mejoría climática del Allerød, se registra una importante degradación de la cobertura arbórea. No obstante, esta fase fría, correspondiente con el antiguamente conocido Dryas III, no acarrió la desaparición total de las especies termófilas, ya que *Quercus* y *Corylus* siguieron presentes en el

área, así como también se mantuvo un porcentaje muy alto de las esporas de helechos. Durante esta fase se registran dentro de la cueva restos de industria lítica atribuidos al Aziliense.

Según Boyer-Klein (1988), la humedad heredada del Allerød se mantuvo en Navarra durante el Dryas III y, al menos, las zonas situadas al abrigo de los vientos pudieron servir de refugio de ciertas especies caducifolias.

Más información

Boyer-Klein (1984, 1988)

ZATOYA

Pirineo navarro, Jaurrieta, Navarra
 Pleistoceno superior-Holoceno (28.870-6320 años BP)



I. BARRANDIARAN

Figura 201. Vista panorámica desde la cueva de Zatoya

La Cueva de Zatoya se localiza en el municipio de Jaurrieta (42° 54' 11" N, 01° 10' 03" O; 900 m s.n.m.), en un valle excavado por el río Zatoya antes de su desembocadura en el río Salazar, afluente del Ebro. Se sitúa en el norte de Navarra, entre cumbres que rondan los 1400 m, lo que determina un clima muy húmedo y frío en invierno y calido en verano. El entorno vegetal de la cueva está dominado por bosques caducifolios de roble, avellano y fresno, junto con extensiones de pino albar y hayedos con boj.

El yacimiento, descubierto en 1975, ha sido sometido a diversas campañas de excavación arqueológica, que han documentado

niveles de ocupación adscritos culturalmente al Auriñaciense, Magdaleniense avanzado, Magdaleniense final o Aziliense, Epipaleolítico y Neolítico, con algunos hallazgos del Calcolítico o Edad del Bronce en un nivel funerario parcialmente removido.

El estudio palinológico del yacimiento (Boyer-Klein 1989) se centra en los niveles de ocupación adscritos desde el Magdaleniense final-Aziliense al Bronce, ya que no se muestreó la parte inferior del perfil arqueológico (Fig. 202).

Para los momentos correspondientes a la ocupación del Magdaleniense, se documentan varias fases en lo que se refiere a la vegetación existente en el entorno de la cueva. La primera, en la base del diagrama, refleja un paisaje relativamente boscoso, con presencia de *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Alnus* y *Betula*, lo que, unido a los elevados valores que alcanzan las esporas, sugieren para este momento la existencia de un clima templado y húmedo. La segunda fase supone un cambio importante en el paisaje vegetal, ya que se produce un retroceso acusado del bosque; fase fría y relativamente húmeda, de corta duración, relacionada con el Dryas reciente. Por último, la tercera fase refleja la recolonización arbórea, dominada sobre todo por *Pinus* y *Corylus*, y en menor medida *Alnus* y *Betula*, lo que indica el inicio de una fase de clima templado, posiblemente relacionada con los comienzos del Holoceno. Tras un hiato polínico, durante el Epipaleolítico se aprecia que el paisaje estaba dominado por bosques de tipo robledal mixto, con presencia destacada de *Quercus* y *Corylus*, junto con *Alnus* y *Fraxinus*. Los espacios abiertos estaban

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
Ly. 1397	I	6320 ± 240	7192	Neolítico antiguo
Ly. 1398	Ib	8150 ± 220	9072	Epipaleolítico
Ly. 1497	Ib	8269 ± 550	9239	Epipaleolítico
Ly. 1458	II	10.940	-	Magdaleniense-Aziliense
Ly. 1399	II	11.480 ± 270	13.350	Magdaleniense-Aziliense
Ly. 1599	II	11.620 ± 360	13.511	Magdaleniense-Aziliense
Ly. 1400	II	11.840 ± 240	13.701	Magdaleniense-Aziliense
GrN. 23998	IIb	12.205 ± 90	14.077	Magdaleniense avanzado
GrN. 23999	IIbam	28.870 ± 760	33.329	Auriñaciense?

Tabla 45. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la cueva de Zatoya. Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95.4). Boyer-Klein (1989)

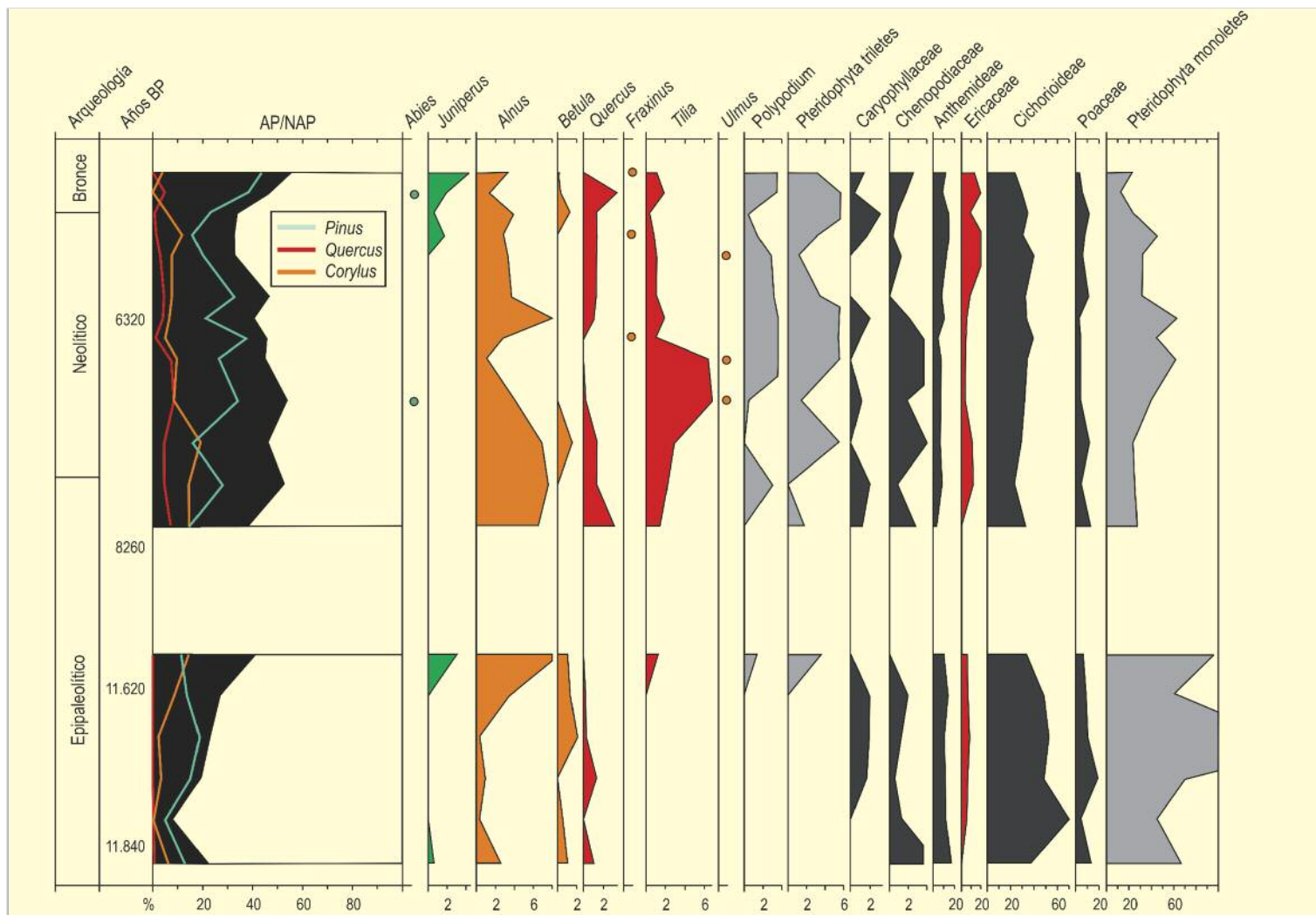


Figura 202. Diagrama polínico de la secuencia de Zatoya. Redibujado de Boyer-Klein (1989)

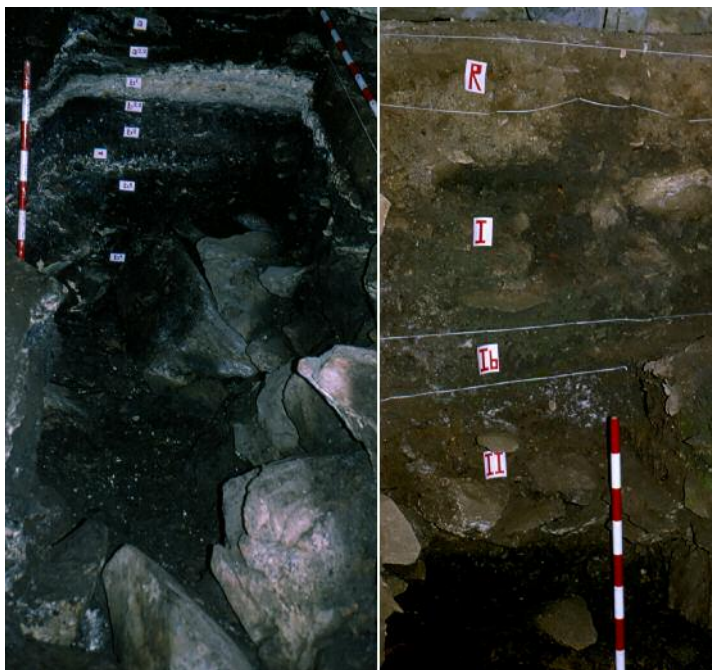


Figura 203. Corte interior (izda.) y corte vestibulo (dcha.) de la cueva de Zatoya

I. BARRANDIARAN

ocupados por formaciones como Cichorioideae y Poaceae. Los bajos porcentajes que alcanzan las esporas en este momento sugieren una relativa sequedad ambiental. Durante el Neolítico se aprecia la existencia de dos fases diferenciadas; la primera fase está dominada de nuevo por el robleal mixto con gran desarrollo de *Tilia*, en la segunda fase, se produce el retroceso de elementos arbóreos, mientras que aumentan elementos arbustivos como *Juniperus* y *Ericaceae*.

En los niveles del Calcolítico-Bronce, se aprecia en el diagrama una fase de expansión arbórea protagonizada por *Pinus*, mientras que el resto de taxones arbóreos (*Corylus*, *Quercus*, *Tilia* y *Betula*) retroceden ligeramente. Destaca la tendencia descendente de los principales elementos herbáceos como *Poaceae* y *Cichorioideae*, mientras otros como *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae* y *Liliaceae* registran ligeros aumentos en sus porcentajes, junto a un significativo aumento de *Juniperus* y *Ericaceae*.

Más información

Boyer-Klein (1989)

AIZPEA

Pirineo occidental, Arike, Navarra
Holoceno (8570->5000 años cal. BP)



Figura 204. Proximidades al Abrigo de Aizpea en Arike

Aizpea es un pequeño abrigo que se sitúa en la vertiente sur del Pirineo occidental al final de un cañón del río Irati en el municipio de Arike en Navarra (42° 56' 47" N, 01° 15' 20" O; 720 m s.n.m.). El abrigo se encuentra muy próximo al río, a unos 30 m de distancia horizontal y a unos 10 m por encima del mismo. Se trata de una zona límite entre la vegetación atlántica, que se desarrolla con la altitud y la proximidad al mar, la mediterránea, que se extiende hacia el sur y la pirenaica que se extiende hacia el este. Corresponde a una zona de ombrotipo hiperhúmedo, con más de 1400 mm de precipitación media anual. Las temperaturas medias del invierno son frías (0-1 °C) y los veranos son frescos (21-23 °C). La localización de Aizpea en un medio topográficamente xérico, así como la orientación (sur-suroeste) de la ladera condicionan también el tipo de vegetación que allí se instala. En la actualidad el entorno del abrigo está dominado por formaciones de roble pubescente (*Quercus humilis*) y boj (*Buxus sempervirens*) (Loidi & Bascones 1995).

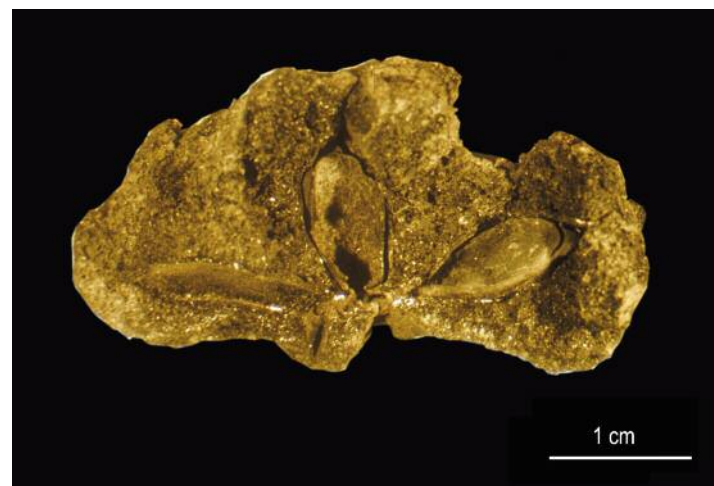


Figura 205. Pomo mesolítico carbonizado (*Malus sylvestris/Sorbus domestica*)

El yacimiento se hallaba muy alterado cuando comenzó la excavación, que se realizó bajo la dirección de A. Cava. Sólo quedaba intacta una superficie de unos 8 m² dispuestos en una banda estrecha a lo largo de la pared del fondo del abrigo. Aizpea cuenta con una secuencia de tres niveles: a (superficial y en gran parte estéril), b (desde el Mesolítico final en la base hasta el Neolítico), y c (base de la estratigrafía del abrigo, arqueológicamente estéril) (Barandiarán & Cava 2001).

Se han realizado diversos estudios arqueobotánicos en este yacimiento, tanto palinológicos (Iriarte 2001) como antracológicos y carpológicos (Zapata 2001, Zapata *et al.* 2001) que dan información tanto de las especies vegetales que formaban parte del bosque circundante como de la relación con las mismas de los seres humanos que vivían en el abrigo en el nivel b (Mesolítico final-Neolítico (Figs. 206 y 207).

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP	Muestra	Método
GrN-18421	6370 ± 70	7171-7423	7306	12-13	Convencional
GrN-16622	6830 ± 70	7571-7826	7670	17-18	Convencional
GrN-16621	7160 ± 70	7850-8161	7983	21	Convencional
GrN-16620	7790 ± 70	8411-8851	8570	30	Convencional

Tabla 46. Dataciones radiocarbónicas del abrigo de Aizpea basadas en materiales óseos. La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95.4%, 2 sigma)

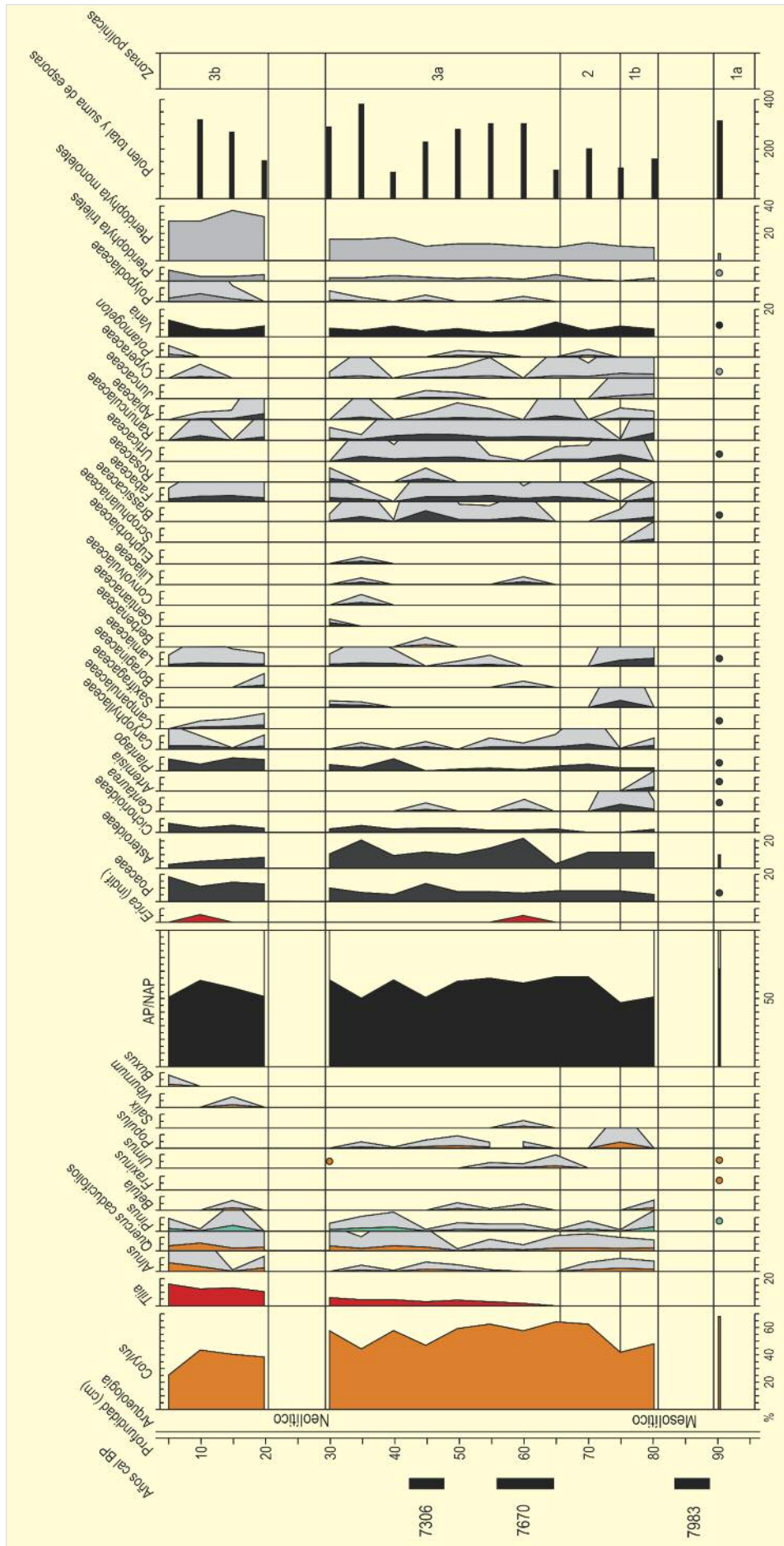


Figura 206. Diagrama polínico del abrigo de Aizpea. Modificado de Iriarte (2001)

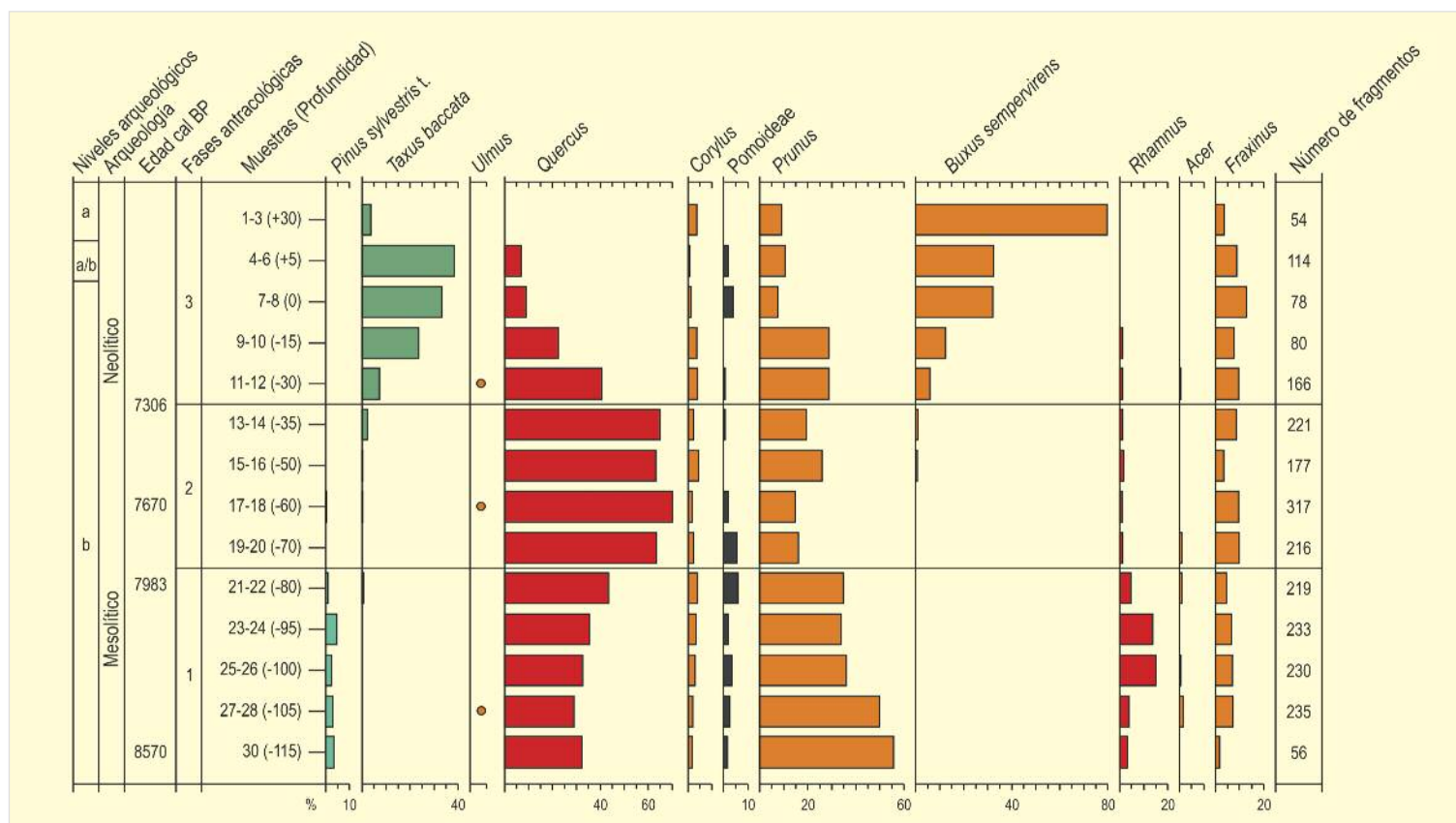


Figura 207. Diagrama antracológico de Aizpea. Modificado de Zapata (2001)

El estudio palinológico (Fig. 206) fue realizado por Iriarte (2001) y en él se analizaron 18 muestras recogidas en una columna estratigráfica correspondiente al nivel b (cuadros 8A/8B). En el diagrama puede observarse cómo el estrato arbóreo tuvo al inicio de la secuencia una presencia más importante (con porcentajes superiores al 50%), que al final de la misma, en donde se observa una clara disminución de los porcentajes arbóreos en las muestras más recientes (33-40%). El principal componente del estrato arbóreo fue el avellano (*Corylus avellana*), aunque su representación decrece progresivamente mientras aumenta la importancia de otros taxones como *Tilia*, *Alnus* y *Quercus caducifolia*. Por consiguiente, aumenta la representación del robledal mixto en la mitad superior del diagrama, probablemente de *Quercus robur*, sin que en general se observen cambios drásticos en la composición del paisaje vegetal en su conjunto.

El análisis antracológico y carpológico del mismo yacimiento fue realizado por Zapata (2001). En la secuencia antracológica la autora ha diferenciado tres zonas diferentes (Fig. 207). La Zona 1 (8570-7983 años cal. BP) se caracteriza por los altos porcentajes de *Prunus spinosa*, la presencia de *Pinus* y de varios taxones mesófilos (*Alnus*, *Fraxinus*, *Quercus* y *Corylus*), así como de *Rhamnus*. En cambio, en la Zona 2 (7983-7306 años cal. BP) desaparecen los carbones de *Pinus*, disminuye la frecuencia de *Prunus spinosa*, aumenta la de *Quercus* y se documenta la presencia de *Taxus* y *Buxus*. Por último, en la Zona 3 (a partir de 7306 años cal. BP), *Taxus* y *Buxus* son los ta-

xones más frecuentes al inicio de la zona, mientras que *Quercus* y *Taxus* decrecen hasta desaparecer al final de la misma a la vez que aumentan los valores de *Buxus*. Las muestras palinológicas 1-18 (las más superficiales de la Fig. 206) se corresponden, aproximadamente, con las antracológicas 7-22.

Entre las plantas recolectadas documentadas en el registro carpológico, los hallazgos se concentran en el nivel b y destaca la presencia de cáscaras de avellana, así como de pomos de rosáceas de dos tipos, tanto de pequeño tamaño (en torno a 6-8 mm de Ø) del género *Sorbus*, como de mayor tamaño (en torno a 17-20 mm de Ø) clasificados como *Malus sylvestris/Sorbus domestica* (Fig. 205) (Zapata 2001, Zapata et al. 2002).

Se recuperó, así mismo, el enterramiento mesolítico de una mujer de unos 30 años de edad en el momento de su muerte, con una datación de entre 7430-7569 años cal. BP. Diversos análisis químicos así como el estado de la dentadura sugieren que el consumo de proteína animal de esta persona fue bajo y que los alimentos vegetales constituyeron la parte principal de su dieta (De la Rúa et al. 2001).

Más información

Iriarte (2001), Zapata (2001), Zapata et al. (2002)

LOS CASCAJOS

Valle del Ebro, Los Arcos, Navarra
Holoceno (7082-5823 años cal. BP)



Figura 208. Estructura circular correspondiente a una cabaña en Los Cascajos, Navarra



Figura 209. Enterramiento de un individuo en posición fetal en el yacimiento de Los Cascajos

El yacimiento arqueológico de Los Cascajos se encuentra situado al sur del término municipal de Los Arcos (Navarra) en una zona transicional entre el alto y el medio Valle del Ebro ($42^{\circ} 32' 14''$ N, $02^{\circ} 11' 45''$ O; 445 m s.n.m.) y está emplazado sobre una terraza del río Odrón cuya superficie se encuentra a 6 m sobre el nivel del actual cauce (García Gazólaz & Sesma Sesma 2001). El yacimiento se localiza en una zona de gran diversidad ecológica extendiéndose por una superficie de más de 14 ha. El clima de la zona es mediterráneo con importantes influencias continentales siendo los veranos muy cálidos y los inviernos fríos y secos, teniendo, por lo tanto, características semiáridas. Los alrededores del yacimiento presentan un paisaje antropizado y abierto en donde las extensiones herbáceas y arbustivas, junto con superficies dedicadas al cultivo son los elementos más importantes. La vegetación esteparia herbácea es la más importante, encontrán-

LOS CASCAJOS												
Plantas cultivadas	*	*	*	*	*	dep. ritual 265	silos (4 muestras)	basureros (4 muestras)	estr. combustión (7 muestras)	depósitos (2 muestras)	foso	postes (22 muestras)
<i>T. monococcum</i> (grano)	180	183	497	517								1
<i>T.mon./dicoccum</i> (glumas/horquillas)								2	5			
<i>T.mon./dicoccum</i> (glumas/horquillas)			5	2			2	3	52			2
<i>T. dicoccum</i> (grano)								2				2
<i>T. dicoccum</i> (glumas/horquillas)	1		150	2			15	122	82	1		9
<i>Triticum</i> (grano)								13				3
<i>H. vulgare</i> (grano)		212				19						1
<i>H. vulgare</i> (fragmentos)						11						11
<i>Hordeum</i>								1				
cf. <i>Setaria</i>							1					
Cereal indet. (grano)		16	1				4	4		2		2
Cereal indet. (fragmentos)		xxx	xxx			x	25	150	125	2	3	120
Plantas silvestres												
<i>Corylus avellana</i>								2				1
<i>Chenopodium</i>							3		1		1	
<i>Cornus sanguinea</i>								1				
Poaceae							1		2			
<i>Vitis sylvestris</i>								1				
Indeterminados			5					1				

Tabla 47. Datos carpológicos de los niveles neolíticos de Los Cascajos (*Enterramientos, x presencia), Peña-Chocarro et al. (2005)



Figura 210. Horquilla de la espiguilla de posible *Triticum dicoccum* encontrado en el yacimiento

L. PEÑA-CHOCARRO

dose tan sólo algunos parches con arbustos xerófitos, *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera* y *Juniperus thurifera* entre el escaso componente arbóreo-arbustivo.

Los trabajos de excavación se iniciaron con carácter de urgencia tras la destrucción de una parte del yacimiento debido a la instalación en la zona de una cantera de gravas en los años setenta. De forma sistemática, el yacimiento se empezó a excavar en 1996 prolongándose los trabajos durante varias campañas (García Gazólaz & Sesma Sesma 1999). Los trabajos arqueológicos pusieron de manifiesto la existencia de diferentes estructuras: cabañas con diferentes tipos de cubierta (Fig. 208), enterramientos (Fig. 209), estructuras de combustión (tanto hogares como manchas de fuego), depósitos de almacenamiento y depósitos rituales (García Gazólaz & Sesma Sesma 2007). El yacimiento posee varias dataciones radiocarbónicas realizadas sobre elementos de vida corta que oscilan entre 7082-5823 años cal. BP y se han identificado niveles desde el Neolítico antiguo hasta la Edad del Hierro.

El estudio arqueobotánico realizado por Peña-Chocarro *et al.* (2005), a partir de 101 muestras, incluye carpología (Tabla 47) y antracología. El objetivo del estudio fue mejorar el conocimiento sobre el papel de la agricultura entre las primeras sociedades campesinas y profundizar sobre el papel de las plantas en la subsistencia de los habitantes de Los Cascajos. Los niveles del Neolítico antiguo, que comprenden enterramientos, y posibles silos y/o basureros, proporcionaron un importante conjunto de semillas (Tabla 47), entre las que se identificaron trigos vestidos (*Triticum monococcum* y *T. dicoccum*) y cebada vestida de seis carreras (*Hordeum vulgare*). La presencia de cereales vestidos está bien atestiguada en otras zonas del interior peninsular como los yacimientos de La Lámpara y La Revilla en Soria (Stika 1999) o la Cueva de La Vaquera en Segovia (López-García *et al.* 2003). Uno de los datos más inte-

resantes del estudio arqueobotánico es la presencia tanto de semillas como de elementos de la espiga (bases de glumas y horquillas de las espiguillas), siendo los últimos los tipos de restos más numerosos y frecuentes. De hecho, las bases de glumas y las horquillas de las espiguillas de *T. dicoccum* aparecen de forma constante en casi todos los contextos muestreados. La cebada aparece representada por numerosos restos, pero siempre asociada a enterramientos o depósitos rituales, lo que abre la posibilidad de estudiar la asociación de determinadas especies a contextos específicos y el posible papel de algunas especies en la esfera religiosa y simbólica. Por lo que se refiere a otras plantas cultivadas, éstas están ausentes del registro arqueobotánico de Los Cascajos en este periodo. Entre las plantas silvestres se han identificado avellanas (*Corylus avellana*), una pepita de uva silvestre (*Vitis vinifera* var. *sylvestris*), un fruto del cornejo (*Cornus sanguinea*) y semillas de Poaceae y *Chenopodium*.

El análisis antracológico ha puesto de manifiesto un limitado número de taxones probablemente relacionado con la naturaleza del yacimiento (al aire libre) y con los procesos postdeposicionales. Las 10 muestras analizadas hasta el momento muestran poca variabilidad de especies; *Juniperus* es el taxón predominante en los hogares, mientras que en otro tipo de contextos como silos y basureros se documentan, además, otros taxones como *Quercus perennifolia* y *Prunus avium*. En términos ecológicos, la presencia de estas especies concuerda con el tipo de vegetación que conocemos para el valle del Ebro al final del Holoceno para el que se supone un bosque dominado por *Quercus ilex* ssp. *ballota* con *Juniperus oxycedrus* y *Juniperus phoenicea*.

Más información

Peña-Chocarro *et al.* (2005)

TURBERA DE BELATE

Puerto de Belate, Baztan, Navarra
Holoceno (6600-2090 años BP)



Figura 211. Muestreo en la turbera de Belate

La turbera de Belate (43° 02' 51" N, 01° 36' 54" O; 847 m s. n. m.) se localiza en el puerto del mismo nombre, en el límite entre los municipios de Ultzama y Baztán (Navarra) (Fig. 211). Este valle pertenece al sector occidental de las estribaciones montañosas de los Pirineos y se sitúa dentro de la región Eurosiberiana, en el límite entre las vertientes cantábrica y mediterránea. La turbera fue drenada casi en su totalidad para su aprovechamiento ganadero. Sin embargo, los prados cubren espesores de turba de al menos 3,5 metros. Bajo la turba se extienden mantos de arcillas grises y rosas.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Gif-7236	50-60	2960 ± 60	3134
Gif-7235	190-200	5900 ± 80	6725
Gif-7234	212-223	6600 ± 80	7497

Tabla 48. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Belate 1. Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95.4)

En la parte activa de la turbera crecen 8 especies de *Sphagnum*, *Carex hostiana* y otras especies características como *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum angustifolium*, *Erica tetralix*, *Narthecium ossifragum* y *Potamogeton polygonifolius*. Ello determinó su denominación como lugar de importancia comunitaria (LIC ES2200028) y actualmente está en proceso de restauración (Cod. UE 7140).

El clima actual de la zona es templado oceánico, con abundantes precipitaciones. La vegetación que cubre los montes próximos a la turbera está constituida por hayedos acidófilos (*Fagus sylvatica*) y praderas en las laderas deforestadas. A más baja altitud se extienden, aunque reducidos por la acción antrópica, robledales dominados por *Quercus robur*.

La secuencia polínica que se presenta (Fig. 212) incluye datos de dos sondeos: Belate 1, extraído de la zona drenada, más elevada, y que muestra bajo la turba la existencia de un nivel arcilloso y Belate 3 (los espectros polínicos de la parte superior), obtenido en la parte activa de la turbera; otro núcleo obtenido en la turbera, Belate 5, representa a su vez este período. Las arcillas no pudieron fecharse, pero la base de la turba en esta secuencia tiene una edad de 6600 ± 80 BP (7412-7615 años cal. BP). Las fechas obtenidas para tres niveles de la turba se presentan en la tabla 48. El inicio de la formación de turba alrededor de 7500 años cal. BP sugiere sin duda un cambio ambiental hacia un clima más templado y húmedo.

El período anterior a 6500 años cal. BP (zona 5) está caracterizado por el dominio del polen de *Corylus* y *Quercus*. En los niveles anteriores a 7400 años cal. BP se presentan mayores frecuencias de *Pinus*, que superan a las de *Quercus*, y resalta la particularidad del espectro polínico basal, con porcentajes considerables de Poaceae, Cyperaceae y sobre todo Cichorioideae. Por otra parte, otros espectros de la base de la secuencia muestran frecuencias de *Fagus* cercanas al 10%. Esto lleva a plantear la posibilidad de una contaminación con sedimentos ante-holocenos (Peñalba 1989). La presencia de *Fagus* antes de 3000 años cal. BP en la cornisa cantábrica ha sido discutida posteriormente, a la luz de nuevos análisis palinológicos y antracológicos.

Entre 6500 y 0 años cal. BP se desarrollan las zonas polínicas 6, 7 y 8. La vegetación dominante durante la zona 6 es el robledal mixto. Junto al polen de *Quercus* y *Corylus*, se asocian *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus*, *Ilex*, *Buxus* y *Taxus*. Se registra también la presencia de

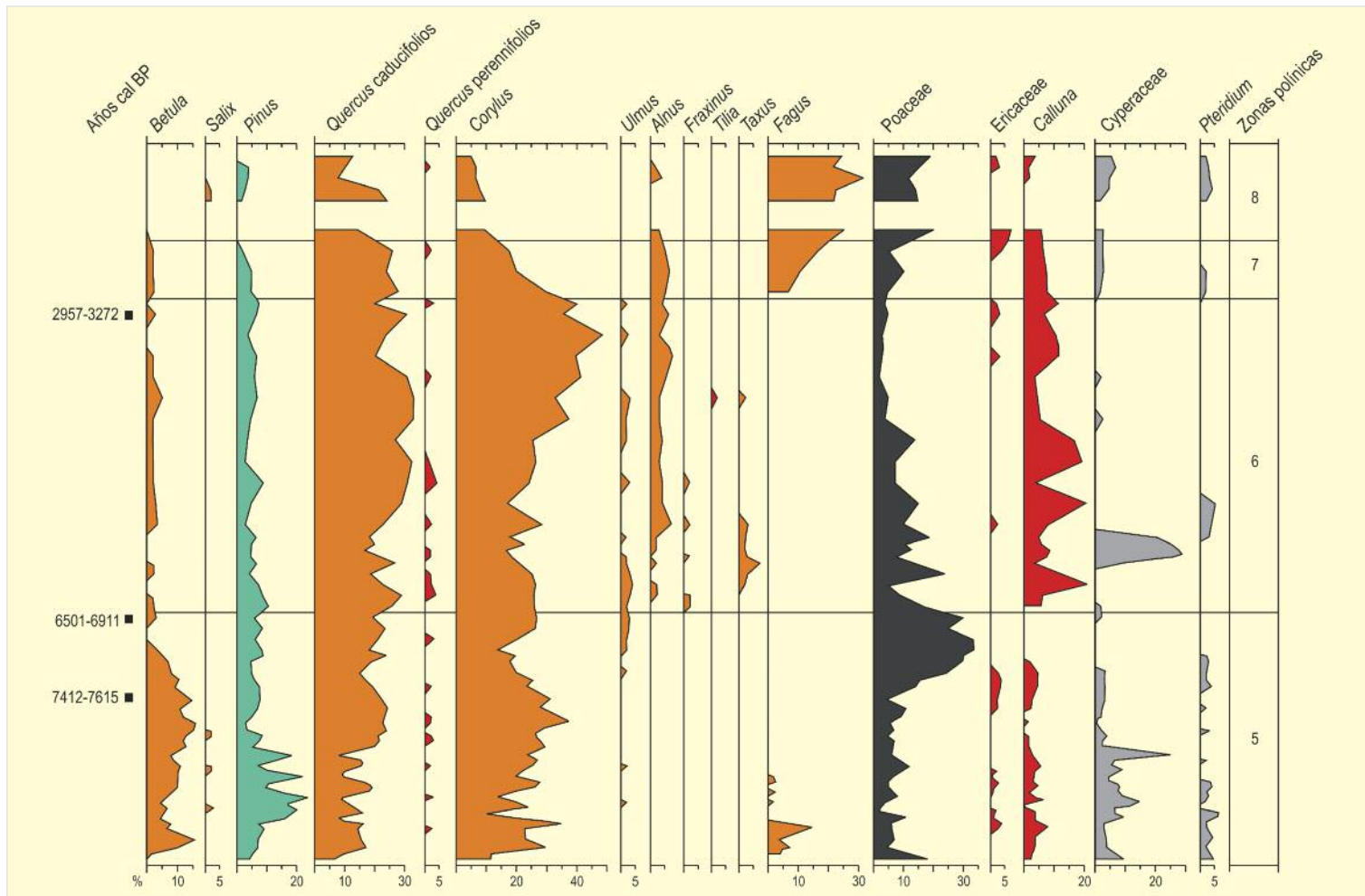


Figura 212. Diagrama polínico de la secuencia de Belate. Redibujado de Peñalba (1994)



Figura 213. Núcleo extraído de la turbera de Belate

Phillyrea y *Olea*. Estos bosques son más termófilos que los que se señalaban para el período anterior. Por otra parte, *Alnus* empieza a

tener una mayor representación, denotando su expansión en los hábitats ribereños.

Hacia 3000 años cal. BP se inicia una nueva fase, caracterizada por la expansión de *Fagus*, en paralelo al descenso de *Corylus* y *Quercus*. Esta expansión, que en Belate 5 se muestra por una curva que no es gradual y progresiva, está ligada a cambios de concentración polínica total, cambios en *Corylus* y *Quercus*, y a la presencia de cereal, lo que parece indicar una notable acción antrópica. En efecto, si bien el aumento de *Fagus* responde a un cambio climático que favorece su expansión y el retroceso del robledal mixto, la acción antrópica es un factor más que conduce a la disminución de la cobertura arbórea en la época más reciente.

Más información

Peñalba (1987, 1988, 1989, 1992, 1993, 1994)

TURBERA DE ATXURI

Valle de Baztan, Baztan, Navarra
Holoceno (2830-1870 años cal. BP)



D. GALOP

Figura 214. Panorámica de la turbera de Atxuri

La turbera de Atxuri se sitúa en el valle de Baztan (43° 15' N, 01° 33' O; 500 m s.n.m.), en las estribaciones occidentales del Pirineo navarro. Se desarrolla como turbera de tipo ombrotrofico en una plataforma de la ladera suroeste del domo de Peña Plata. A nivel hidrológico se ubica en la vertiente atlántica.

El clima de esta región es templado y muy lluvioso (precipitación anual superior a 2000 mm), por su situación a la altura de la parte interna del Golfo de Vizcaya. Ello se refleja en la vegetación, compuesta por hayedos (*Fagus sylvatica*) en las zonas más elevadas y robledales dominados por *Quercus robur* en los fondos de los valles, junto con castaños (*Castanea*) y otras frondosas como fresno (*Fraxinus*) y avellano (*Corylus*). Sin embargo, los alrededores de la turbera están deforestados; sólo quedan algunos bosquetes

aislados de hayedos oligotróficos entre 400 y 450 m s.n.m. Las laderas del monte están cubiertas por helechales de *Pteridium aquilinum*, brezales con *Erica vagans* y *Daboecia cantabrica*, argomales con *Ulex gallii*, y pastos (*Festuca*). También se evidencia el impacto humano sobre el paisaje en las repoblaciones de *Pinus radiata*. A nivel local, en la turbera crecen *Erica tetralix* y distintas especies de *Sphagnum*, acompañados de *Drosera*, *Carex*, *Juncus*, *Schoenus*, *Narthecium* y *Eriophorum*.

La secuencia polínica (Fig. 215) (Peñalba 1989, 1994) corresponde a un núcleo de sedimento de 150 cm de profundidad extraído con una sonda rusa, que muestra que la turba yace sobre una capa de arcillas grises. Las dataciones radiocarbónicas (Tabla 49) indican que el depósito arcilloso es anterior a 3000 años cal.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (intervalo)	Años cal. BP
Gif-7237	32-35	1920 ± 80	1692-2060	1870
Gif-7238	50-60	2710 ± 60	2744-2946	2830

Tabla 49. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Atxuri. Calibraciones según Reimer et al. (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95,4)

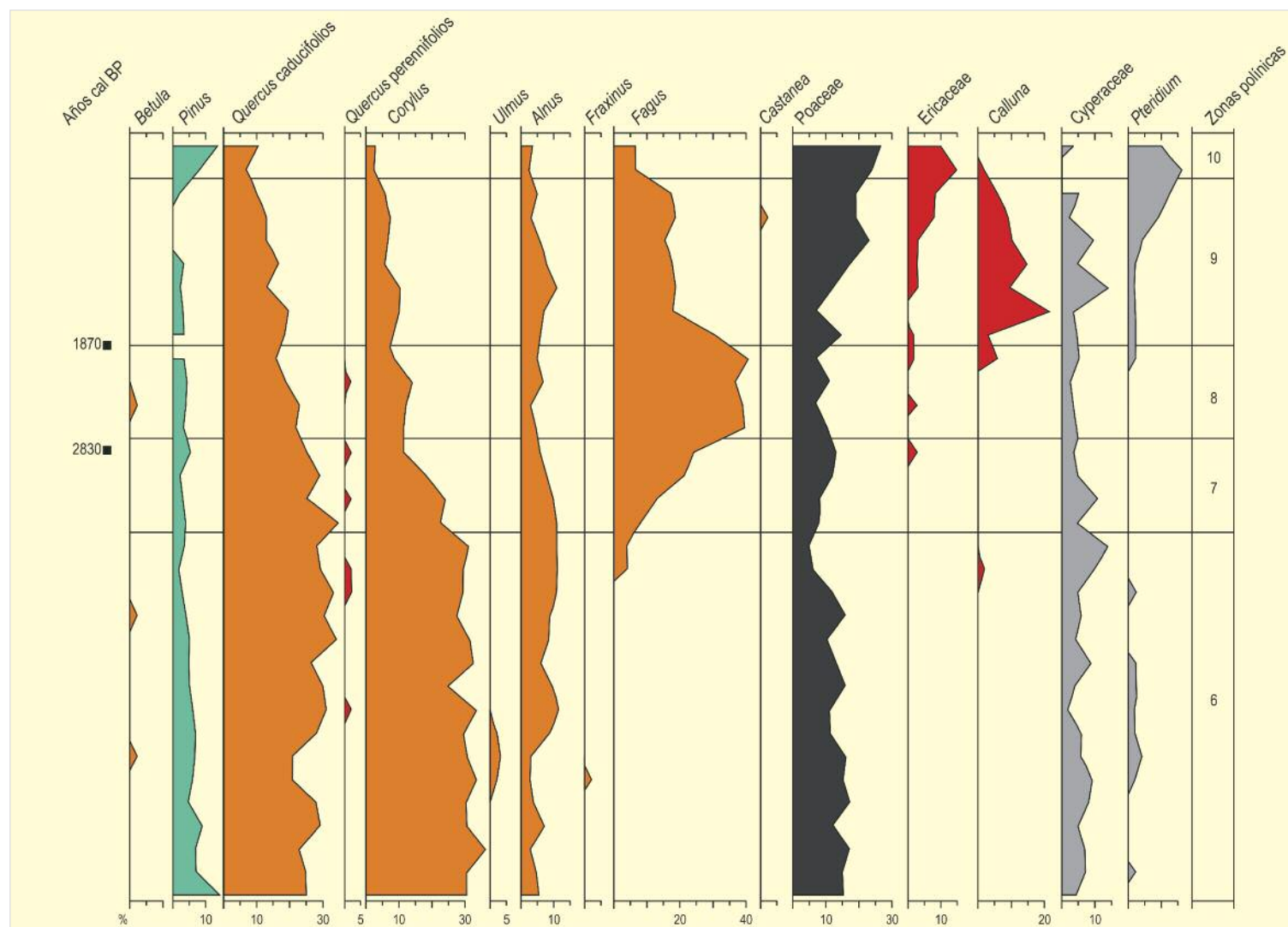


Figura 215. Diagrama polínico de la Turbera de Atxuri. Redibujado de Peñalba (1994)

BP. La zona 6 está dominada por *Quercus* y *Corylus*, junto con algunos taxones del robledal mixto (*Ulmus*, *Tilia*, *Hedera* y *Fraxinus*). Las frecuencias polínicas de los taxones arbóreos indican un paisaje densamente forestado. La base de la zona contiene *Taxus* y una mayor proporción de *Pinus*, mientras que en el final de la zona 6 están ligeramente mejor representadas las encinas y alcornoques (*Quercus* tipos *ilex* y *suber*). Ello indica el paso a un ambiente más termófilo.

La zona 7 está caracterizada por la progresiva expansión de *Fagus*, en paralelo al retroceso de *Corylus* y *Quercus caducifolios*. Estos cambios en la vegetación ocurrieron con anterioridad a 2750 años cal. BP, fecha en la que el desarrollo de los hayedos alcanza su máximo esplendor. Se ha discutido la posible interferencia del hombre en el desarrollo de estos bosques (ver la cercana turbera de Belate), además del factor climático.

El dominio de *Fagus* y la máxima extensión de sus bosques duró unos 1000 años (zona 8) en Atxuri, concluyendo hacia 1700 años cal. BP. Entonces se registra una caída brusca de sus frecuencias políni-

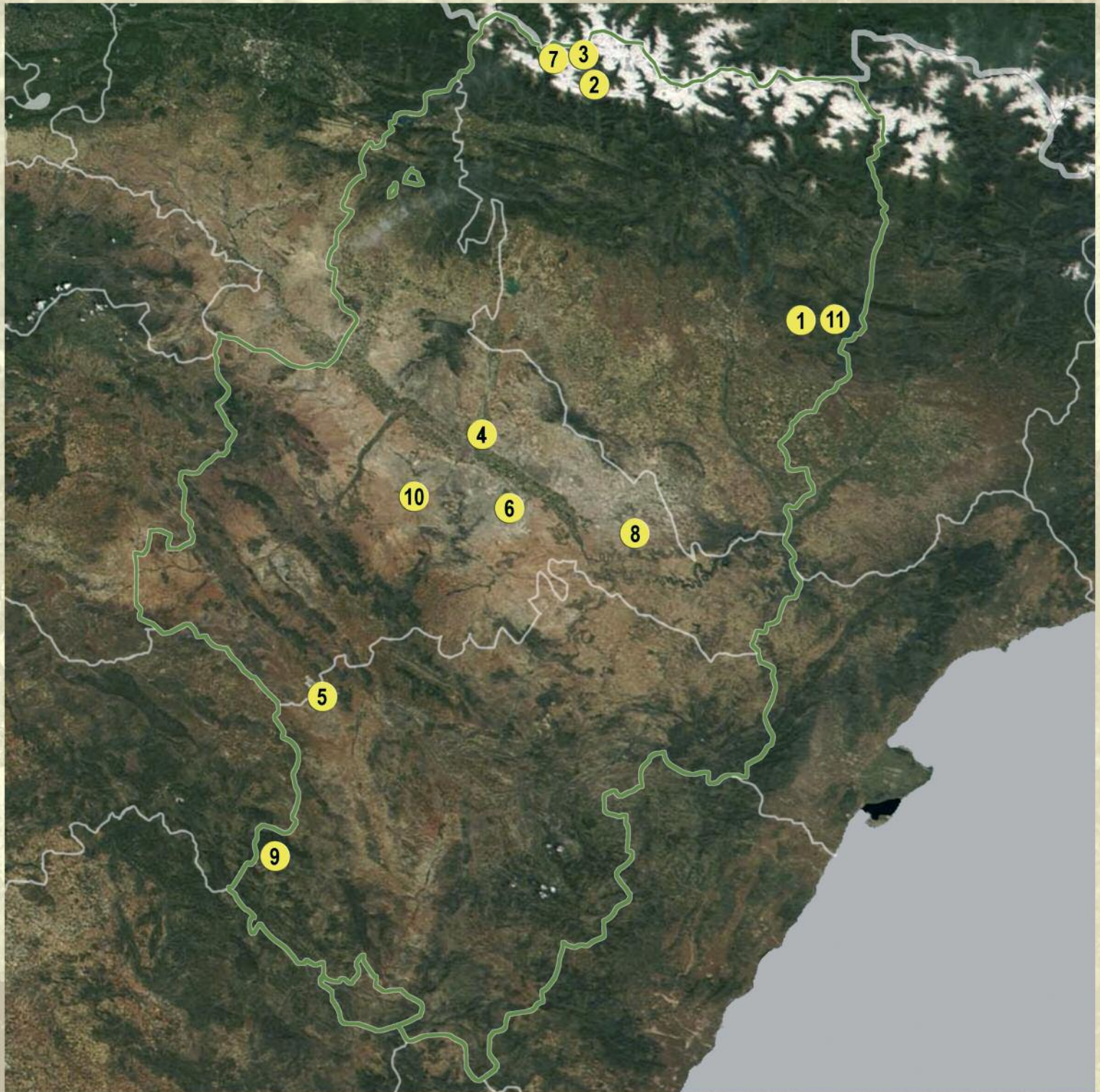
cas (zona 9); también disminuyen las de *Quercus* y *Corylus*, lo que se traduce en una deforestación persistente y en el reemplazo por taxones como *Ericaceae*, *Poaceae*, *Pteridium* y *Plantago lanceolata* que, junto con la presencia de cereales y *Castanea*, refuerza la idea de una acción antrópica muy intensa que da pie a la instalación del paisaje actual. La datación radiocarbónica sitúa el inicio de esta fase en los primeros siglos de nuestra era, culturalmente correspondientes a la Época Romana, y posiblemente los cambios se continúan en la época medieval (explotación del bosque para ferrerías) y en el siglo XVI y posteriores (industria naval).

La última zona (10) no está fechada pero, además de agudizarse la tendencia a la deforestación de especies caducifolias iniciada en la zona 9, se observa el aumento de los porcentajes de *Pinus*. La introducción de *Pinus radiata*, originario de California, para fines industriales, tiene lugar en el siglo XX.

Más información

Peñalba (1987, 1988, 1989, 1992, 1993, 1994)

ARAGÓN



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE ARAGÓN
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Gabasa
2. Tramacastilla
3. El Portalet
4. San Juan de Mozarrifar
5. Gallocanta
6. Salada de Mediana
7. Ibón de las Ranas
8. Salada de la Playa
9. Ojos del Tremedal
10. Cabezo de la Cruz
11. Lago Grande de Estaña

GABASA

Prepirineo oscense, Peralta de Calasanz, Huesca
Pleistoceno superior (>50.700-39.000 años BP)

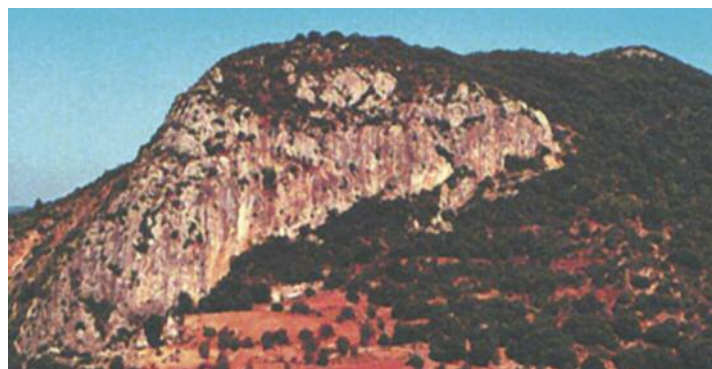


Figura 216. Farallón calizo en el que se sitúa la cueva de los Moros de Gabasa



Figura 217. Coprolitos de hiena procedentes de la cueva de los Moros de Gabasa (Huesca)

La cueva de los Moros de Gabasa (Huesca, 42° 00' N, 00° 25' E; 780 m s.n.m.) se localiza en el Prepirineo oscense y forma parte de una serie de cavidades, con restos prehistóricos de crono-

logía musteriense localizadas en un pequeño farallón calizo (Fig. 216). La cavidad consta de dos salas de dimensiones similares y relativamente reducidas, con unos 30 m² de media. La sala exterior es arqueológicamente estéril y la interior posee una estratigrafía de ocho niveles que parecen corresponder a amplios periodos de ocupación intermitente pero continuada en el tiempo, por parte de una o distintas poblaciones de época musteriense (Montes *et al.* 2000).

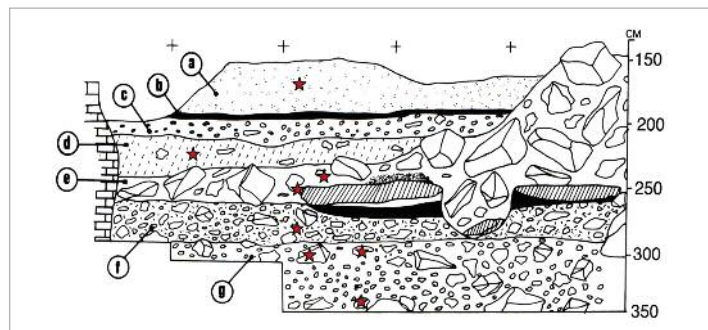


Figura 218. Estratigrafía de la cueva de los Moros de Gabasa y localización de los coprolitos estudiados (en rojo) a partir de Montes *et al.* (2000) y González-Sampérez *et al.* (2003)

El clima de la región es mediterráneo con influencia continental, registra 550 mm de precipitación media anual con máximos en primavera y otoño, y una temperatura media anual de 14°C. En la actualidad, la vegetación está formada por un denso bosque mediterráneo de *Quercus rotundifolia* con *Quercus faginea* en las umbrías; *Juniperus communis*, *J. sabina*, *Buxus sempervirens* y *Pistacia lentiscus* entre los arbustos, así como *Rosmarinus officinalis*.

Nivel	Años BP	Muestra (Coprolito)
A	>39.900	H.A.1.
B	>45.900	No coprolito
C	>46.900 & >47.800	No coprolito
D	-	H.D.1.
E	>45.600 & >51.900	H.E.2., H.E.4.
F	-	H.F.4
G	>50.700	H.G.4., H.G.8.

Tabla 50. Dataciones por radiocarbono de la cueva de los Moros de Gabasa a partir de Montes *et al.* (2000) y su identificación con coprolitos analizados para contenido de polen (González-Sampérez *et al.* 2003)

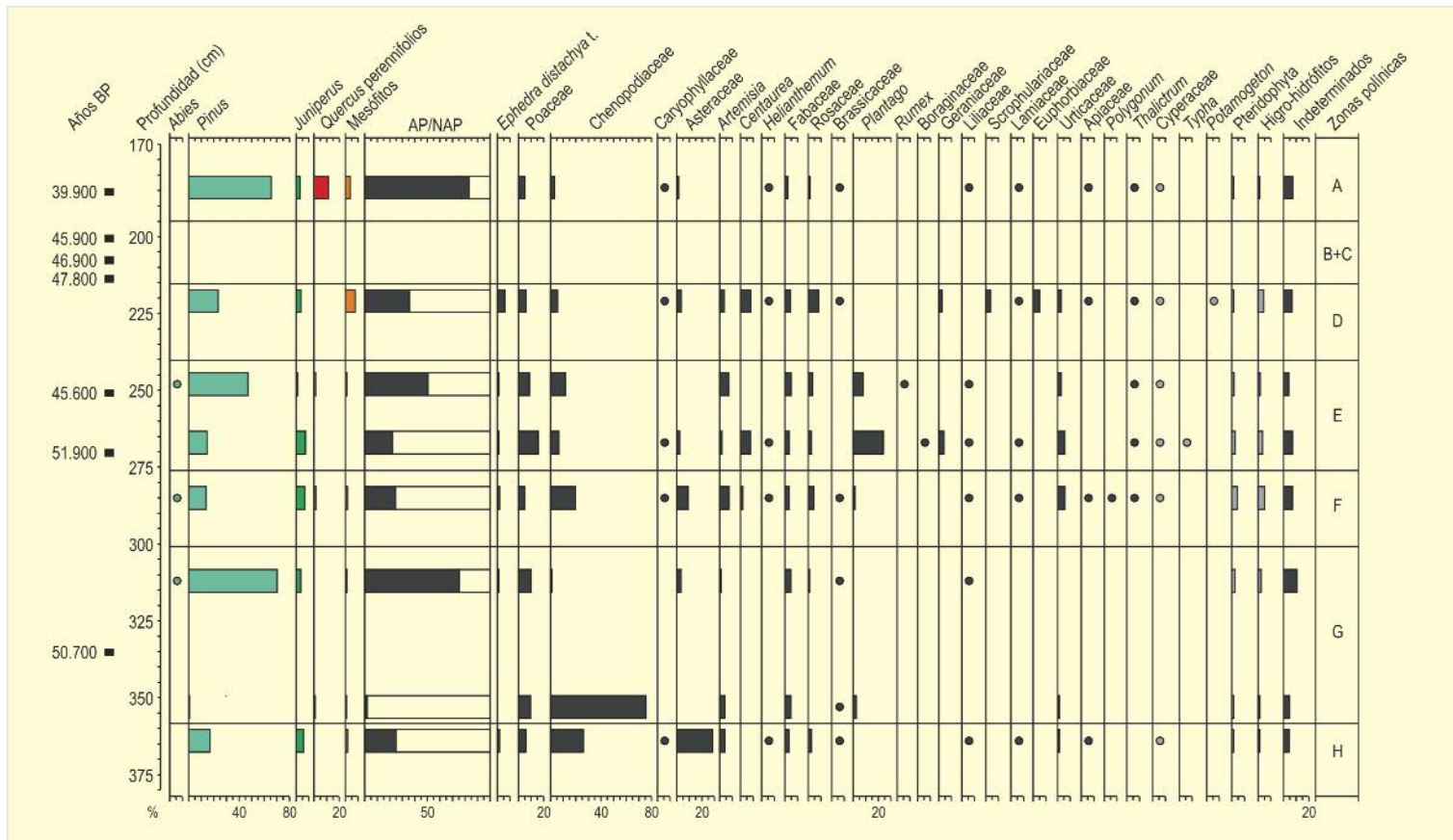


Figura 219. Histograma polínico de los coprolitos de hiena de la cueva de los Moros de Gabasa. Redibujado de González-Sampérez et al. (2003)

Se observan también ejemplares aislados de *Celtis australis*, destacando como especies de ribera *Populus nigra*, *P. alba*, *Salix alba* y *Ulmus campestris*, principalmente.

Tanto la cronología como la reconstrucción paleoambiental de la estratigrafía de la cueva de Gabasa han sido objeto de numerosos estudios de diversa índole (sedimentología, macrofauna, microfauna, palinología de los sedimentos, contenido polínico de los coprolitos de hiena, etc.), con cierta polémica dada la disparidad de interpretaciones (Hoyos et al. 1992, Blasco et al. 1996, Montes et al. 2000). Las dataciones radiocarbónicas resultan algo imprecisas (edad mínima), por situarse en el límite del sistema de detección del Carbono-14 (Tabla 50), lo que dificulta la correlación de los diferentes estudios. Por este motivo, y dado el elevado número de coprolitos de hiena (*Crocota crocota spelaea*) encontrados durante la excavación (un total de 54), se decidió realizar el análisis polínico de 8 de ellos (González-Sampérez et al. 2003, González-Sampérez 2004), para poder determinar más claramente el paleoambiente asociado a cada momento de ocupación, evitando problemas de percolación asociados a estudios anteriores y determinados por la estratigrafía del depósito (Fig. 218).

La secuencia palinológica de los coprolitos (Fig. 219) muestra un mosaico vegetal que incluiría tanto estepas de *Chenopodiaceae*,

Cardueae, *Poaceae* y *Artemisia* como bosques de pino (probablemente acompañado de algún *Juniperus*) y refugios de vegetación de especies mesófilas (*Betula*, *Corylus*, *Ulmus*, *Fagus*...) y/o submediterráneas (*Quercus t. ilex-coccifera* y *Quercus t. faginea*).

El espectro polínico del techo de la secuencia de la cueva de los Moros de Gabasa, datado en 39.900 años BP, parece estar algo más alejado de las condiciones climáticas y paleoambientales del resto del registro (Fig. 219). Posee la mayor proporción arbóreo-arbustiva y a pesar de continuar el dominio del pino con más del 60% del total, destaca la proporción de *Quercus perennifolia*, que supera el 10%. En el nivel anterior (zona D) se observaba una proporción destacable de *Ephedra t. distachya* (Fig. 219), de marcado carácter estépico e indicador de períodos glaciales.

En Gabasa, el aumento de *Quercus perennifolia* es lo suficientemente significativo, teniendo en cuenta que se trata de un medio mediterráneo pero de fuerte influencia continental, como para asociarse a una mejoría climática que provocaría la expansión de ciertos taxones desde refugios regionales.

Más información

González-Sampérez et al. (2003), González-Sampérez (2004)

TRAMACASTILLA

Pirineo central, Valle de Tena, Sallent de Gállego, Huesca
Pleistoceno superior-Holoceno (33.680 años cal. BP-actualidad)



P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIX

Figura 220. Panorámica general del Ibón de Tramacastilla

El Ibón de Tramacastilla se localiza en el valle de Tena, en el Pirineo Central ($42^{\circ} 43' 27''$ N, $00^{\circ} 22' 7''$ O; 1668 m s.n.m.). La región se sitúa en el sector más húmedo del Pirineo español, con una precipitación media anual de unos 2000 mm; las lluvias se concentran mayoritariamente entre octubre y junio, con ligeros descensos en enero y febrero. La temperatura media anual es de $9,5^{\circ}$ C, la temperatura media de invierno es de 4° C y la de verano de 21° C.

La vegetación regional está constituida por formaciones mixtas de *Pinus sylvestris* y *Quercus faginea* como especies dominantes junto a pequeños enclaves con *Fagus sylvatica*, *Abies Alba*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Betula pubescens*, *Acer campestre*, *Sorbus aucuparia* y *Sorbus aria* entre otros. En la actualidad, la zona está cubierta por un pasto alpino de gramíneas con abundancia de *Plantago*, *Menyanthes trifoliata*, *Viola palustris*, *Carex rostrata* y *Juncus filiformis* en las zonas más turbosas (Fig. 220).

El lago se sitúa en una cuenca de drenaje muy pequeña, en el interfluvio de dos barrancos de dimensiones reducidas que drenan hacia al este hacia río Gállego. El sustrato rocoso de la cuenca está constituido por una alternancia de pizarras y areniscas del Devónico fácilmente erosionables. Las dimensiones de la cuenca hacen que la sedimentación en el ibón responda instantáneamente a las condiciones de la cubierta vegetal de la superficie.

El estudio palinológico fue llevado a cabo por Montserrat Martí (1992) y está compuesto por una secuencia sedimentaria de 11 m de longitud que cubren los, aproximadamente, últimos 29.000 años BP. Se realizaron 13 dataciones radiocarbónicas para elaborar el modelo de edad (Tabla 51), 11 de ellas se llevaron a cabo sobre material procedente de los sondeos del lago (GIF). Las otras 2 se realizaron en dos niveles de turba (UBAR) de una secuencia deltaica y permitieron datar el momento de

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
GIF-8229	3905	880 ± 40	830	Arcillas lacustres
GIF-8230	4044	1360 ± 50	1290	Arcillas lacustres
GIF-8231	5207	4210 ± 70	4730	Arcillas lacustres
GIF-8232	5284	3980 ± 50	4450	Arcillas lacustres
GIF-8233	6986	9900 ± 80	11.410	Arcillas lacustres
GIF-8234	7055	10.280 ± 90	12.100	Arcillas lacustres
GIF-8235	7239	10.880 ± 90	12.840	Arcillas lacustres
GIF-8236	7300	11.510 ± 120	13.410	Arcillas lacustres
GIF-8471	8015	14.600 ± 130	17.760	Arcillas lacustres
GIF-8238	10.500	21.970 ± 200	26.340	Arcillas lacustres
GIF-8239	11.519	29.400 ± 600	33.680	Arcillas lacustres
UBAR-160	-	1240 ± 60	3520	Turba
UBAR-159	-	3280 ± 70	1180	Turba

Tabla 51. Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la secuencia el Ibón de Tramacastilla, a partir de Montserrat-Martí (1992)



Figura 221. Vista panorámica del Ibón de Tramacastilla

formación de un delta asociado a cambios importantes en la cubierta vegetal de la cuenca.

La secuencia polínica (Fig. 222) comienza con el dominio de *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Ephedra distachya*. Dentro de este periodo (TRAM-9, 23.000-10.500 años BP), se observan fases breves de ligero desarrollo forestal. Una de ellas, hace 13.000 años, se caracteriza por un incremento de las proporciones de *Juniperus* (hasta 15%) y *Betula* (6%), precedido por un importante aumento de gramíneas. Este momento, correlativo de la oscilación Bölling-Allerød, se ve interrumpido por la desaparición de *Betula* y un nuevo aumento de *Artemisia* y *Chenopodiaceae*. La fase final de este tramo de la secuencia (11.000 años BP) presenta valores crecientes tanto de *Pinus* como de *Juniperus* (máximo 10%), sugiriendo una vegetación abierta.

El comienzo del Holoceno se caracteriza por una rápida expansión de *Betula*, que llega a dominar sobre el resto de los tipos leñosos (10.000 años BP). En este momento comenzaría la colonización vegetal de la cuenca, aunque las proporciones de *Plantago*, *Caryophyllaceae*, *Rumex* y *Sanguisorba*, entre otros taxones, hace pensar que ésta no sería muy importante. A partir de este momento, *Quercus* y otros taxones termófilos como *Corylus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Taxus* y *Fraxinus*, comienzan una tendencia creciente hasta aproximadamente 6000 años BP, acompañados de un aumento en la concentración polínica debido al incremento de la densidad del bosque en el entorno inmediato de la cuenca. *Tilia* es un indicador polínico típico del Optimo Climático en el Pirineo y, en este caso, su mayor proporción coincide con el máximo desarrollo del bosque caducifolio hace 7500-7000 años.

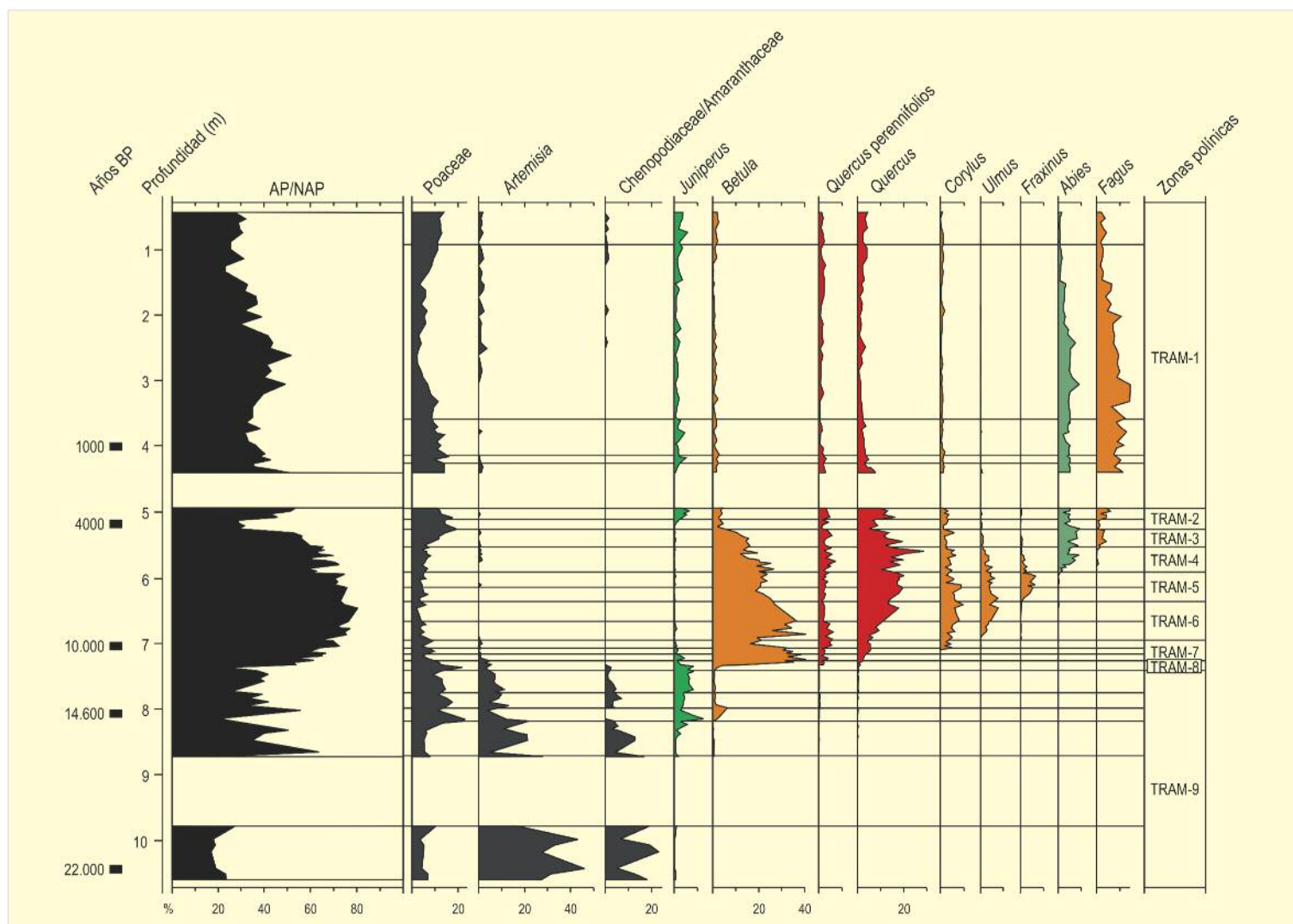


Figura 222. Diagrama polínico del Ibón de Tramacastilla. Redibujado de Montserrat-Martí (1992)

La primera aparición de *Abies* (6000 años BP) y su progresiva expansión, se corresponden con el descenso en las proporciones de *Fraxinus*, *Corylus* y *Ulmus*, y la desaparición de *Tilia* y *Taxus*. La migración de *Abies* en altitud puede estar influenciada por el deterioro climático que caracteriza la transición de 6000 a 5000 años BP, en la que un descenso en los recursos hídricos provocaría su ascenso en busca de condiciones más húmedas. *Fagus* aparece en el registro polínico de Tramacastilla hace 6000 años, pero su expansión es algo posterior a la de *Abies*. La propagación del haya en el Pirineo, hace unos 4000 años, parece estar favorecida por los primeros indicios de deforestación antropogénica. En el registro de Tramacastilla, este momento coincide con cierta deforestación y una nueva expansión de taxones herbáceos, principalmente gramíneas, *Plantago*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae* y helechos. De todos modos, si bien la acción humana pudo haber facilitado la expansión de *Fagus* en el Pirineo (Reille 1991, Jalut *et al.* 1992), ésta no puede entenderse sin unas condiciones climáticas favorables de mayor humedad y/o veranos más cálidos, como principal factor de control.

Este primer episodio de intervención humana en el paisaje se correlaciona con la formación de un delta en la desembocadura de un barranco en el ibón, dando cuenta del grado de deforestación de la cuenca. Sin embargo, la presión no se mantiene, siendo posible la recuperación del bosque, primero con el desarrollo de *Juniperus* y luego con *Quercus*, *Corylus*, *Fagus* y *Pinus*.

A partir de 1200 años BP, empieza a producirse una deforestación intensa y permanente de la cuenca, lo que se traduce en un espectro polínico dominado por taxones heliófilos, y en una nueva progradación deltaica como consecuencia del desmantelamiento de los horizontes edáficos y un aporte extra de material sedimentario (TRAM-1). También en este momento se registra una curva continua y creciente de *Olea*, asociada al establecimiento de actividades agrícolas en las zonas bajas del valle.

Más información

Montserrat-Martí (1992)

EL PORTALET

Pirineo central, Sallent de Gállego, Huesca
Pleistoceno superior-Holoceno (~ 33.000-6000 años cal. BP)



P. GONZÁLEZ-SAMPERIZ

Figura 223. Vista general de la turbera de El Portalet

La turbera del Portalet, Huesca (42° 48' N, 00° 23' O; 1802 m s.n.m.) ocupa el fondo de un antiguo circo glaciar excavado en calizas devónicas y cerrado por un cordón morrénico frontal,

en el camino del antiguo Paso Viejo hacia Francia en el Alto Gállego. Localizados siempre a elevadas altitudes, estos medios ofrecen información de gran importancia pues posibilitan iniciar el estudio del

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
AA54266	135,4	5058 ± 55	5809	polen concentrado
NSRL11967	189,3	5410 ± 55	6217	polen concentrado
NSRL11967	371,8	8420 ± 80	9432	madera
NSRL11968	371,8	8610 ± 90	9606	polen concentrado
Beta 202347	386,7	10.630 ± 50	12.584	polen concentrado
Beta196245	393	10.840 ± 40	12.708	polen concentrado
AA54263	400,4	10.884 ± 84	12.766	polen concentrado
AA54264	414,2	11.148 ± 80	13.025	polen concentrado
AA54260	448,0	11.587 ± 85	13.433	polen concentrado
AA54261	519,0	14.546 ± 98	17.701	polen concentrado
AA58485	533,0	19.250 ± 120	22.943	polen concentrado
AA54259	577,0	24.170 ± 240	28.980	polen concentrado
NSRL11969	608,0	28.300 ± 370	32.571	polen concentrado

Tabla 52. Dataciones radiocarbónicas AMS obtenidas en la secuencia de El Portalet (Huesca)

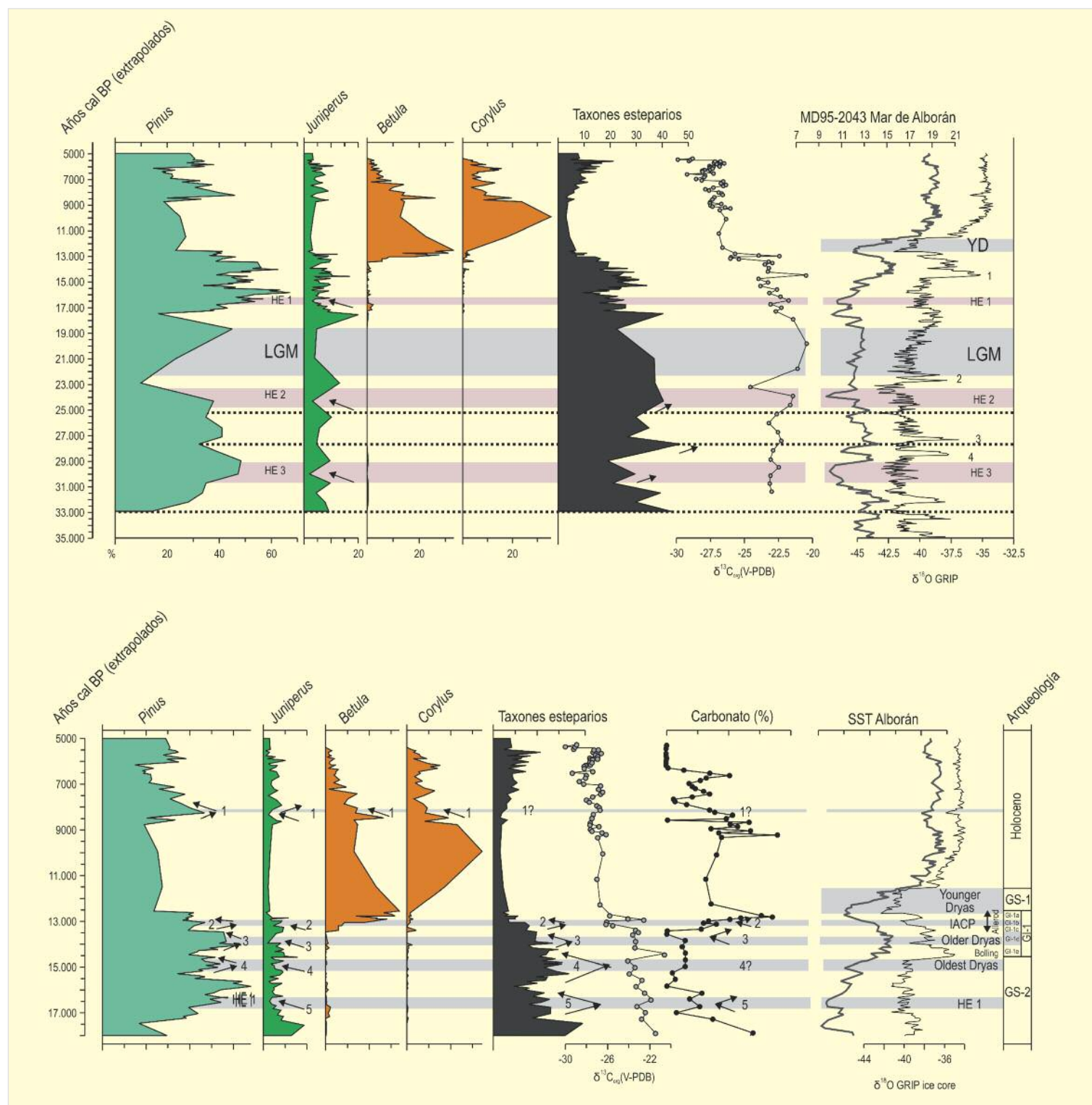


Figura 224. Selección de indicadores y taxones polínicos del registro de El Portalet representados en edad, en los que se observa la respuesta inmediata a los eventos climáticos abruptos del periodo glacial y Tardiglacial (González-Sampérez *et al.* 2006)

retroceso de los glaciares. El clima en la zona es de tipo montano con influencia atlántica, registrando una precipitación media anual de 2000 mm, que desciende en cotas más bajas, donde se hace más patente la influencia mediterránea (a partir de los 1200 m). Durante la estación fría, la isoterma de los 0° C se localiza entre los 1600-1700 m de altitud. La vegetación forestal es abundante entre los 1500 y 1750-1800 m,

donde abundan formaciones mixtas de *Pinus sylvestris* y *Quercus faginea* como especies dominantes junto a pequeños enclaves con *Fagus sylvatica*, *Abies Alba*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Betula pubescens*, *Acer campestre*, *Sorbus aucuparia* y *Sorbus aria*, entre otros. Por encima de los 1800 m se extienden los pastos alpinos y subalpinos de *Carex curvula* y *Festuca scoparia* principalmente (Fig. 223).

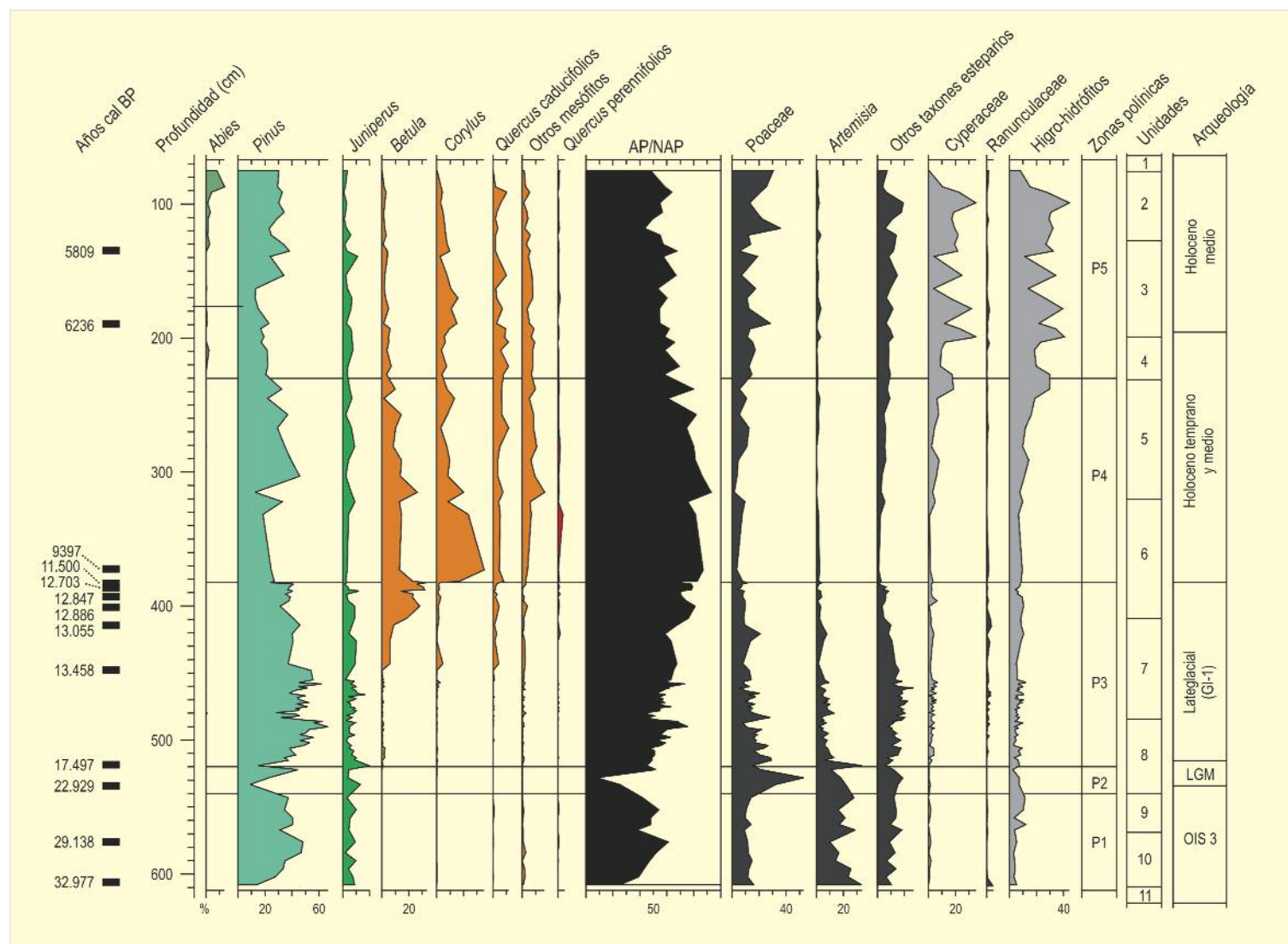


Figura 225. Diagrama polínico sintético de El Portalet. Redibujado de González-Sampérez *et al.* (2006)

El sondeo de la turbera se realizó en el centro de la misma, con un pistón de tipo Livingstone modificado recuperando un testigo de 6,64 m de sedimento. Una vez abierto el testigo longitudinalmente, se determinaron las facies sedimentarias a partir del color, litología, mineralogía, composición y estructura sedimentaria. Además, se muestreó cada 5 cm para isótopos estables, tamaño de grano, contenido en carbonato y materia orgánica y análisis mineralógicos. La resolución del muestreo palinológico no es constante, oscilando entre los 5-10 cm a lo largo de toda la secuencia, pero llegando a 1 cm en determinados intervalos del Tardiglacial.

El modelo de edad de esta secuencia, que cubre aproximadamente los últimos 30.000 años de historia, se construyó a partir de 13 dataciones de radiocarbono (Tabla 52), buena parte de las cuales se realizaron en polen concentrado debido a la escasez de carbones o macrorrestos vegetales de origen terrestre, tras comprobar con una doble datación en el mismo intervalo de profundidad (371 cm) que no existían discrepancias entre la fecha obtenida en polen

concentrado y la de un fragmento de madera (8610 y 8420 años BP respectivamente).

En el diagrama polínico de El Portalet (Fig. 225) se diferencian cinco zonas polínicas. La P1 (608-540 cm, 32.900-23.900 años cal. BP), se caracteriza por un componente herbáceo superior al 60%, y dominado por *Artemisia* (30%), otros taxones estépicos (10-20%) y Poaceae. La presencia de árboles y arbustos se limita a *Pinus* y *Juniperus* (probablemente *Pinus uncinata* y *Juniperus communis alpina* atendiendo a su distribución actual), más un 1-2% de meso-termófitos relacionados con transporte a larga distancia en un paisaje claramente abierto. En esta zona polínica, representada en edad en lugar de en profundidad (Fig. 224), se observa un descenso de *Juniperus* paralelo a un aumento de taxones estépicos durante los eventos fríos y áridos de Heinrich H₃ (590-580 cm, 30.700-29.500 años cal. BP) y H₂ (550-537 cm, 25.100-23.500 años cal. BP), indicando una respuesta inmediata de la vegetación a los cambios abruptos que caracterizan el último periodo glacial. Diversos estudios de bo-



Figura 226. Maniobras de sondeo en la turbera del Portalet, Huesca

tánica y ecología actual de *Juniperus communis* demuestran que la distribución de la especie aparece muy controlada por factores climáticos como inviernos muy fríos seguidos de veranos secos, que limitan notablemente su producción polínica, crecimiento vegetativo y reproducción, por lo que resulta un excelente indicador de cambios climáticos rápidos (González-Sampérez *et al.* 2006).

En la zona P2 (540-520 cm, 23.900-17.800 años cal. BP) se identificó un hiato sedimentario contemporáneo al Último Máximo Glacial y que correspondería con un reavance del glaciar sobre la cuenca. Aumentos del polen arbóreo y arbustivo (AP), concentración polínica y diversidad taxonómica indican la característica mejora climática del Tardiglacial en la zona P3 (520-382 cm, 17.800-12.500 años cal. BP). En estos momentos se observa la expansión de *Betula*, *Pinus* y *Juniperus*, que actuarían como pioneros colonizadores durante el Bölling y el Allerød.

El muestreo de alta resolución llevado a cabo en este periodo permite observar la compleja variabilidad climática que caracteriza al Tardiglacial (15.000-12.500 años cal. BP). De nuevo, cambios abruptos como los relacionados con el HE1, *Oldest* y *Older Dryas*, además del conocido como Intra-Allerød-Cold-Period (IACP) se observan en los descensos de las proporciones de *Juniperus* y los

aumentos de taxones estépicos (Fig. 225). No se registra, sin embargo, ninguna evidencia del Dryas reciente, quizá por una interrupción de la sedimentación durante este periodo (superficie del entonces lago proglaciar helada).

En la zona P4 (381-230 cm, 11.500-6900 años cal. BP), se observa una rápida sustitución de *Betula* por *Corylus* y una expansión menor de *Quercus* caducifolio y otros mesófitos, correspondiente con el inicio del Holoceno. La crisis de aridez global conocida como evento 8.2 se observa en el registro de El Portalet entre los 312 y 290 cm, registrándose un descenso de *Juniperus*, *Betula*, *Corylus*, *Quercus* caducifolio y otros mesófitos.

Por último, la zona P5 (230-75 cm, 6900-5300 años cal. BP) muestra el primer máximo de *Abies* de la secuencia y una expansión de Cyperaceae asociada al desecamiento de la cuenca (con posterioridad a 6400 años cal. BP, deja de ser lago y pasa a ser turbera como en la actualidad).

Más información

González-Sampérez *et al.* (2006)

SAN JUAN DE MOZARRIFAR

Río Gállego, Zaragoza

Pleistoceno superior (28.000 años BP)



Figura 227. Río Gállego mostrando paleodepresiones con niveles turbosos

La paleoturbera de San Juan de Mozarrifar está situada en los depósitos cuaternarios del curso bajo del río Gállego, afluente del río Ebro, en las cercanías de la ciudad de Zaragoza (41° 42' 55" N,

00° 49' 47" O; 220 m s.n.m.). La sedimentación de terrazas fluviales en la zona ha estado influida durante el Cuaternario por los procesos de subsidencia y colapsos en los yesos miocenos del sustrato. Tras las cre-

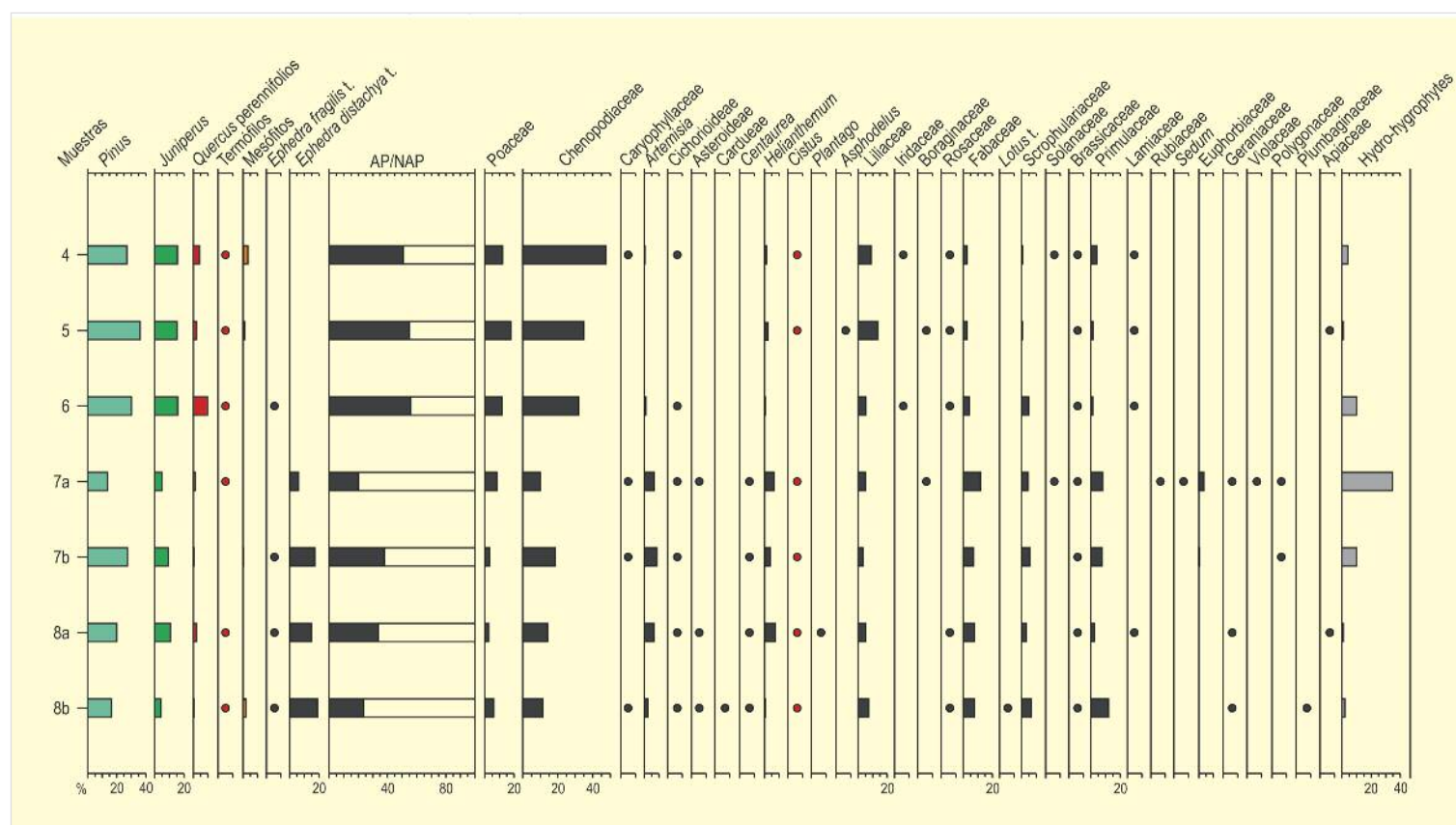


Figura 228. Histograma polínico del depósito turbera I de San Juan de Mozarrifar. Redibujado de González-Sampérez *et al.* (2005)

cidas de 1996, se observaron en la incisión fluvial del río Gállego una serie de paleodepresiones que contenían niveles de turba (Fig. 227). Uno de estos rellenos, el denominado Turbera I de San Juan de Mozarrifar, fue objeto de estudio por presentar un corte muy completo, que permitió reconstruir la geometría sedimentaria de esta depresión, mostrando una disposición en abanico de capas, como corresponde a un ambiente de suave subsidencia sinsedimentaria (Valero-Garcés *et al.* 2004, González-Sampérez *et al.* 2005).

El clima actual de esta zona es de tipo mediterráneo semiárido (320 mm, 15° C media anual). La vegetación del sector central del Valle del Ebro es una estepa donde incluso la vegetación riparia está prácticamente desaparecida por explotaciones agrícolas que cubren la mayor parte del territorio, conservándose únicamente rodales aislados de vegetación con *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Rhamnus lycioides* y *Rosmarinus officinalis* mayoritariamente.

La breve duración del periodo en que estuvo expuesto este depósito obligó a realizar un muestreo palinológico subsuperficial en horizontal de los principales niveles sedimentarios identificados. Entre los resultados obtenidos, destaca el elevado porcentaje de Chenopodiaceae, así como *Pinus* y *Juniperus* como elementos árbó-

reos dominantes, aunque muy alejados de las proporciones de las herbáceas (Fig. 228).

Otros taxones destacables, principalmente en las muestras superiores, son *Artemisia* y *Ephedra distachya*. Los escasos datos recogidos reflejan una marcada aridez atendiendo a los elevados porcentajes de xerófitas (Chenopodiaceae, *Helianthemum*, *Artemisia*, *Ephedra distachya* t. y *Ephedra fragilis* t.) y la escasa proporción AP/NAP (Fig. 229). Se observan, sin embargo, fluctuaciones hidrológicas que alternan momentos de inundación (presencia de *Potamogeton*) con otros de exposición aérea (expansión de Chenopodiaceae) en la llanura del Gállego, donde se localizarían este tipo de depósitos.

En la base del histograma se registran algunos granos aislados de *Salix*, *Alnus*, *Corylus*, *Viburnum*, *Hedera helix*, *Quercus ilex-coccifera*, *Pistacia* y Oleaceae, indicando la existencia de áreas refugio próximas.

En resumen, el curso bajo del río Gállego funcionó como una amplia llanura de inundación, convertida localmente en área pantanosa, en la que se sucedieron distintas paleoturberas como la estudiada en San Juan de Mozarrifar, inundadas en pulsaciones por las aguas de fusión procedentes de los glaciares del Pirineo.

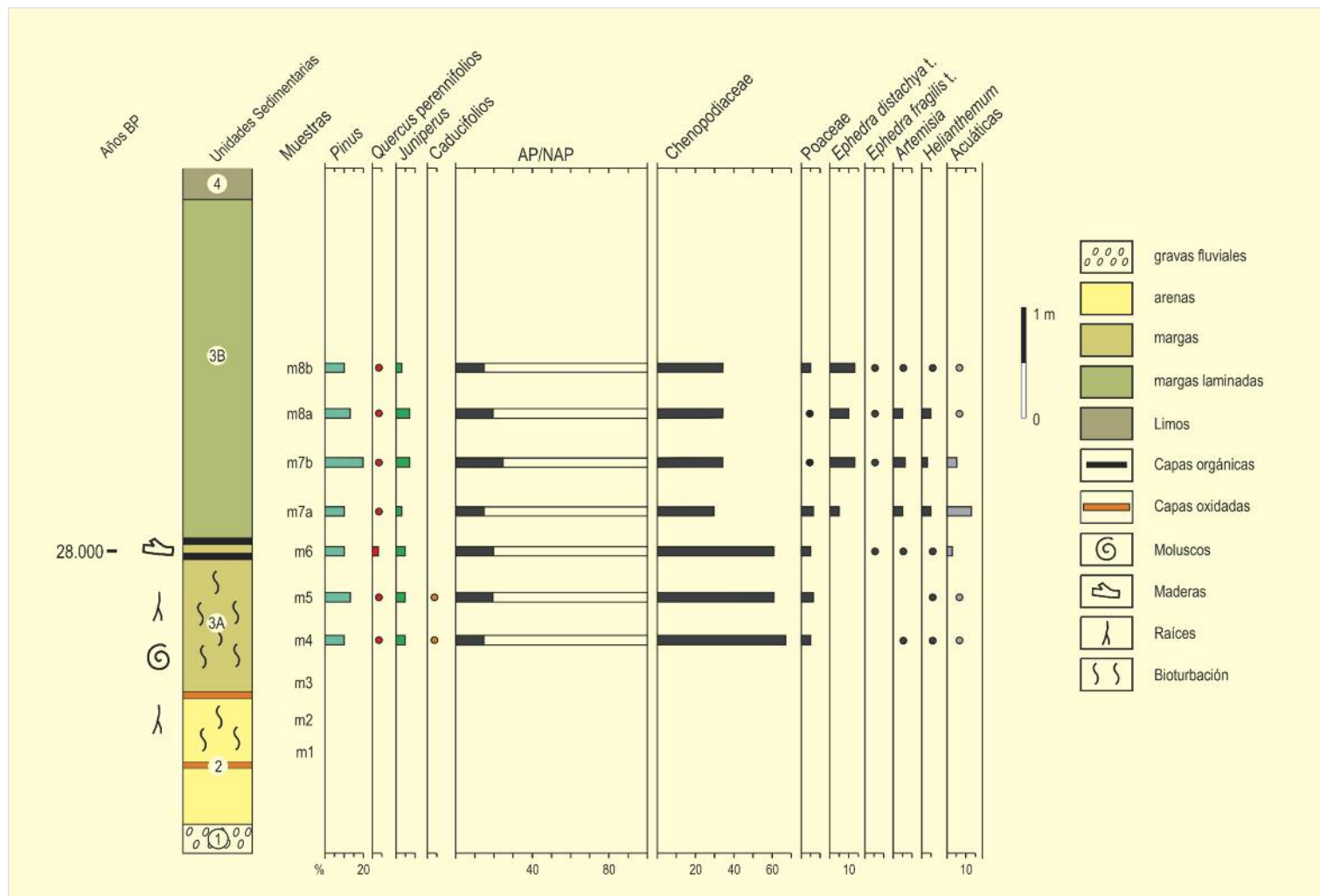


Figura 229. Esquema sedimentario del depósito de San Juan de Mozarrifar con la localización de las muestras de polen y algunos resultados de las mismas. Redibujado de Valero-Garcés *et al.* (2004)

Las diferencias observadas en el estudio polínico apuntan que los grandes aportes de caudal serían inconstantes: períodos con máximos de *Chenopodiaceae* dejan paso a proporciones destacables de *Potamogeton*, en un entorno con árboles dispersos y abundantes plantas estépicas como *Ephedra*, *Artemisia*, *Helianthemum*, etc.

Cronológicamente, hablamos de un período impreciso pero anterior a 28.000 años BP, y climáticamente se observan

elevados índices de aridez, con importante estrés hídrico, al margen de estas avenidas fluviales. La aparición de determinados taxones arbóreos hoy inexistentes en el sector central de la depresión estaría determinada por la existencia de refugios en la zona.

Más información

Valero-Garcés *et al.* (2004), González-Sampérez *et al.* (2005)

GALLOCANTA

Sistema Ibérico, Zaragoza y Teruel

Pleistoceno superior-Holoceno (14.296 años cal. BP-1963 años BP)



J. GARCÍA HERRAIZ

Figura 230. Vista parcial de la Laguna de Gallocanta

La Laguna de Gallocanta está situada en una depresión tectónica entre las provincias de Zaragoza y Teruel ($40^{\circ} 57' 27''$ N, $01^{\circ} 29' 22''$ O), a unos 995 m s.n.m. Su superficie media es de 1330 ha, teniendo en cuenta que ésta fluctúa según la variabilidad de las precipitaciones anuales. Se trata de una laguna hipersalina poco profunda (<2 m), que constituye una importante parada de aves migratorias europeas.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo semiárido continental, con oscilaciones de temperatura muy acusadas (mínimas de -25°C , máximas de 30°C y medias de $14,8^{\circ}\text{C}$). La precipitación es de 488 mm anuales, aunque de distribución muy irregular y con ciclos de aridez-humedad de 12-15 años. La laguna se alimenta por la escorrentía de la cuenca a través de riachuelos y por sus propios "ojos" (fuentes).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años AD/BP	Años cal. BP	Material	Método
Universidad de Uppsala	10	1963 AD	-	sedimento	^{137}Cs
Universidad de Sevilla	45	1842 AD	-	sedimento	^{210}Pb
Beta	58-60	840 ± 70 BP	793 ± 80	residuo palinológico	$^{14}\text{C AMS}$
Beta	93-95	12.230 ± 70 BP	14.296 ± 260	residuo palinológico	$^{14}\text{C AMS}$

Tabla 53. Dataciones efectuadas en el testigo de sedimentos extraído de la laguna de Gallocanta (Zaragoza) en 1992

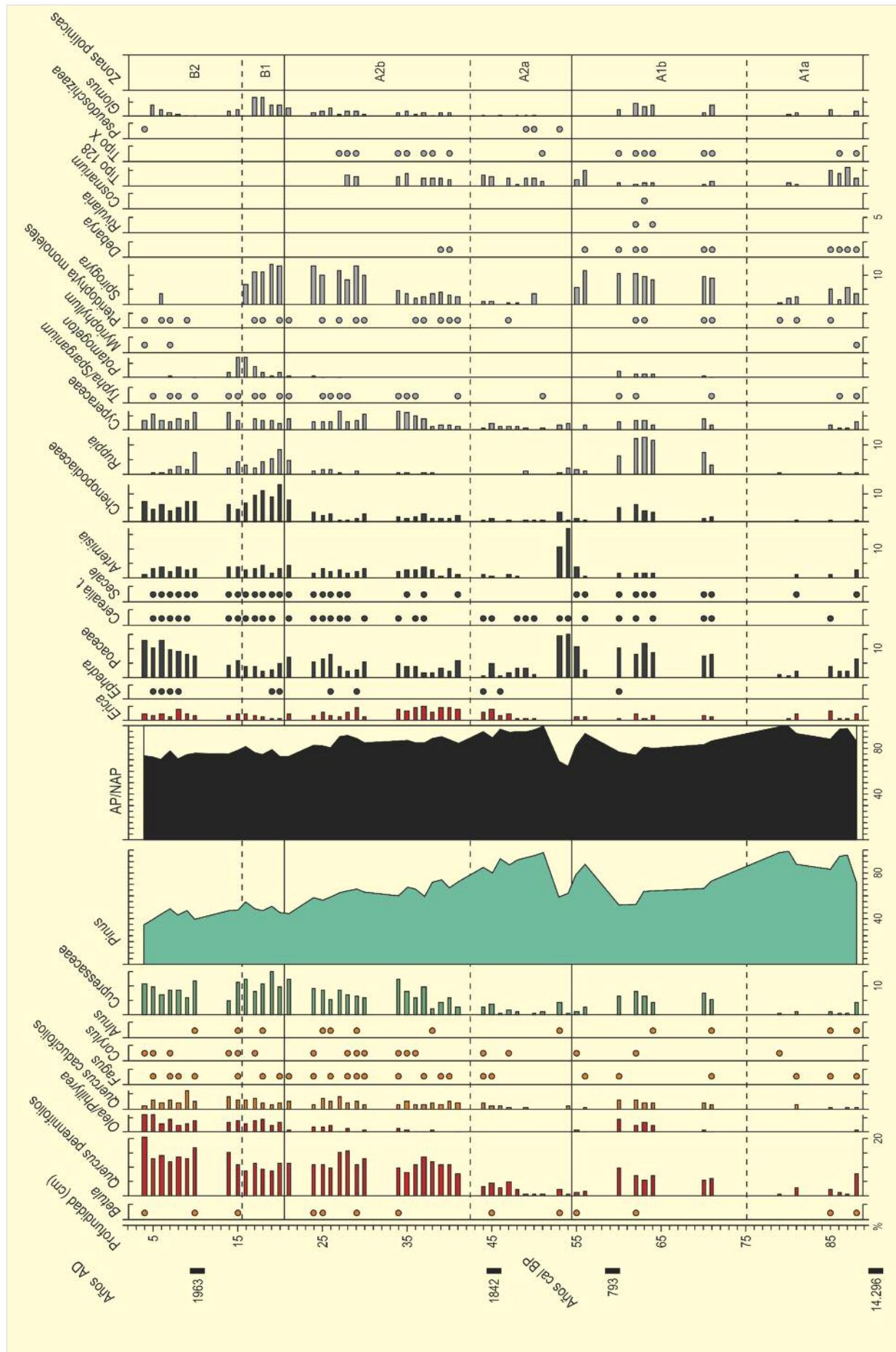


Figura 231. Diagrama polínico de la secuencia de Gallocanta. Redibujado de Burjachs et al. (1996)

La vegetación de las sierras cercanas esta constituida por *Quercus humilis*, *Q. pyrenaica*, *Q. rotundifolia* y *Pinus*. Alrededor de la laguna no crecen bosques de ribera y sólo en algunos rincones encontramos macrófitos tales como *Salicornia ramosissima*, *Salsola kali*, *Frankenia reuterii* y *Scirpus maritimus*, destacando la gramínea protegida *Puccinellia pungens*. En años húmedos, amplias zonas de la superficie lagunar aparecen cubiertas por algas (*Chromulina*, *Nannochloris*, *Chara galoides*, *Lamprothamnium papulosum*, *Spirulina*, etc.) y por el macrófito halófilo *Ruppia*; mientras que alrededor de los dulcícolas "ojos" crecen *Phragmites communis*, *Typha*, *Potamogeton*, *Groenlandia*, *Zannichellia*, etc.

El testigo de sedimentos fue extraído del fondo de la laguna mediante una sonda mecánica emplazada sobre una plataforma flotante. El muestreo para el análisis palinológico se realizó cada 1 cm. A partir de los resultados de las dataciones pensamos que esta laguna presenta una sedimentación desigual a lo largo del tiempo, incluso con hiatos sedimentarios.

Si atendemos a los valores de *Pinus* éste habría sido siempre el árbol dominante (Fig. 231), aunque sospechamos que está sobre-representado tanto por su alta producción polínica y poder de dispersión, como por haberse sedimentado durante la época de lluvias primaverales, hecho que debió propiciar su conservación en contra de otros taxones.

Junto a los pinos, y básicamente en los últimos 1000 años, la vegetación arbórea estaba compuesta en los alrededores por Cupressaceae, *Quercus perennifolios*, *Olea/Phillyrea* y *Quercus caducifolios*, mientras que en las montañas regionales crecerían *Betula*, *Fagus*, *Corylus* y *Alnus*, si bien lo que debía predominar más eran matorrales a base de *Erica*, Cistaceae, *Pistacia*, *Rhamnus*, *Buxus* y *Ephedra*.

Entre la vegetación herbácea, predominaban gramíneas junto a otras hierbas ruderales (Asteraceae, *Plantago*, *Rumex*, etc.), que alternaban con campos de cultivos (tipo Cerealia, *Secale* y *Vitis*) y pastos. Cabe remarcar el descenso paulatino de la cobertura arbórea durante los últimos 150 años, sobre todo por parte de *Pinus*.

En cuanto a la dinámica paleolimnológica de Gallocanta (Fig. 231), se observan distintos ciclos sedimentarios, que entendemos son más resolutivos en la parte superior del diagrama, a partir del 1842 AD. Así, la fase más antigua registrada (zona A1a) corresponde a una fase con escasez de macrófitos y abundancia de algas (*Spirogyra*) así como de palinomorfos como el tipo 128. Después y entre varios hiatos polínicos, en la siguiente fase (A1b) ya aparecen los típicos macrófitos de Gallocanta (Chenopodiaceae y *Ruppia*), junto a esporas del hongo micorrizógeno *Glomus* y algas microscópicas (*Spirogyra* y *Debarya*) entre las que cabe destacar la presencia de *Cosmarium*. Cabe pensar en una fase de nivel alto de la laguna, relacionada con el Óptimo Climático Medieval, cuyo declive estaría marcado por aridez (*Artemisia*, base de A2a) con escasas precipitaciones y lluvias torrenciales concentradas (*Pseudoschizaea*).

Más tarde, entre los años 1850 y 1914 AD aproximadamente, se observa una fase semihúmeda (A2b) en la que dominan *Artemisia* y Cyperaceae, así como *Spirogyra* y el Tipo 128. La mayoría de palinomorfos no polínicos desaparecen en la parte superior de esta fase. El episodio entre 1928 y 1942 años AD (B1) indica un buen nivel de agua, con abundancia de halófitas, higrohidrófitas (*Potamogeton*) y *Spirogyra*. Finalmente, la última fase (B2) se caracteriza por *Potamogeton*, *Myriophyllum* y *Pseudoschizaea*.

Más información

Burjachs *et al.* (1996)

SALADA DE MEDIANA

Depresión del Ebro, Zaragoza

Pleistoceno final-Holoceno (~ 12.000-1000 años BP)



Figura 232. Toma de muestras en Salada de Mediana con su característica costra blanca de sales



Figura 233. Imagen de formaciones de Chenopodiaceae sobre la superficie de la Salada de Mediana

La Salada de Mediana de Aragón (41° 30' 06" N, 00° 44' 00" O; 350 m s.n.m.), se localiza 20 km al sureste de Zaragoza, en pleno centro de la Depresión del Ebro, sobre yesos miocenos. Con una superficie de 14 ha, durante la mayor parte del año no presenta lámina de agua y se observa en ella una pátina de relucientes precipitaciones químicas de sales que le confieren un característico color blanco (Fig. 232).

El sector central del Valle del Ebro es la región semiárida más septentrional de Europa y se caracteriza por tener un clima mediterráneo de gran influencia continental, con veranos muy cálidos (temperatura media de julio 24° C), inviernos fríos (temperatura media de enero 6° C) y secos, con una precipitación media anual de 300-320 mm y 1194 mm de evapotranspiración. Esta climatología, unida al sustrato yesífero de la región provoca una endemidad vegetal muy elevada. Así, de los 630 taxones existentes en Monegros, en un ambiente parecido al de la Salada de Mediana, el 8% corresponde a endemismos ibéricos, de los que 13 especies son endémicas locales. En general, el paisaje vegetal actual es una estepa mayoritariamente dedicada a la agricultura, con una cobertura vegetal inferior al 50%, en la que sólo se observan rodales aislados con *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera*, *Rhamnus lycioides*, *Ephedra fragilis*, *Rosmarinus officinalis* y *Retama sphaerocarpa*, entre otras especies. Alrededor de la Salada de Mediana se desarrollan comunidades de halófitas con *Salicornia* y otras especies de la asociación *Suaedetum brevifoliae* (Fig. 233).

En agosto de 1996 se obtuvieron mediante una sonda de tipo Livingstone, dos testigos de 165 cm de longitud aproximadamente en

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
OS-16717	4,5-5,5	1710 ± 35	1640	AMS
NSRL-10586	28-29,5	12.400 ± 110	14.620	AMS
OS-14932	50-51	10.850 ± 200	12.810	AMS
OS-22658	89,5-91	10.350 ± 65	12.270	AMS
NSRL-10588	132,5-135	17.300 ± 130	20.770	AMS
NSRL-10589	146,5-148	11.250 ± 60	13.160	AMS

Tabla 54. Dataciones radiocarbónicas obtenidas en el sondeo de la Salada de Mediana

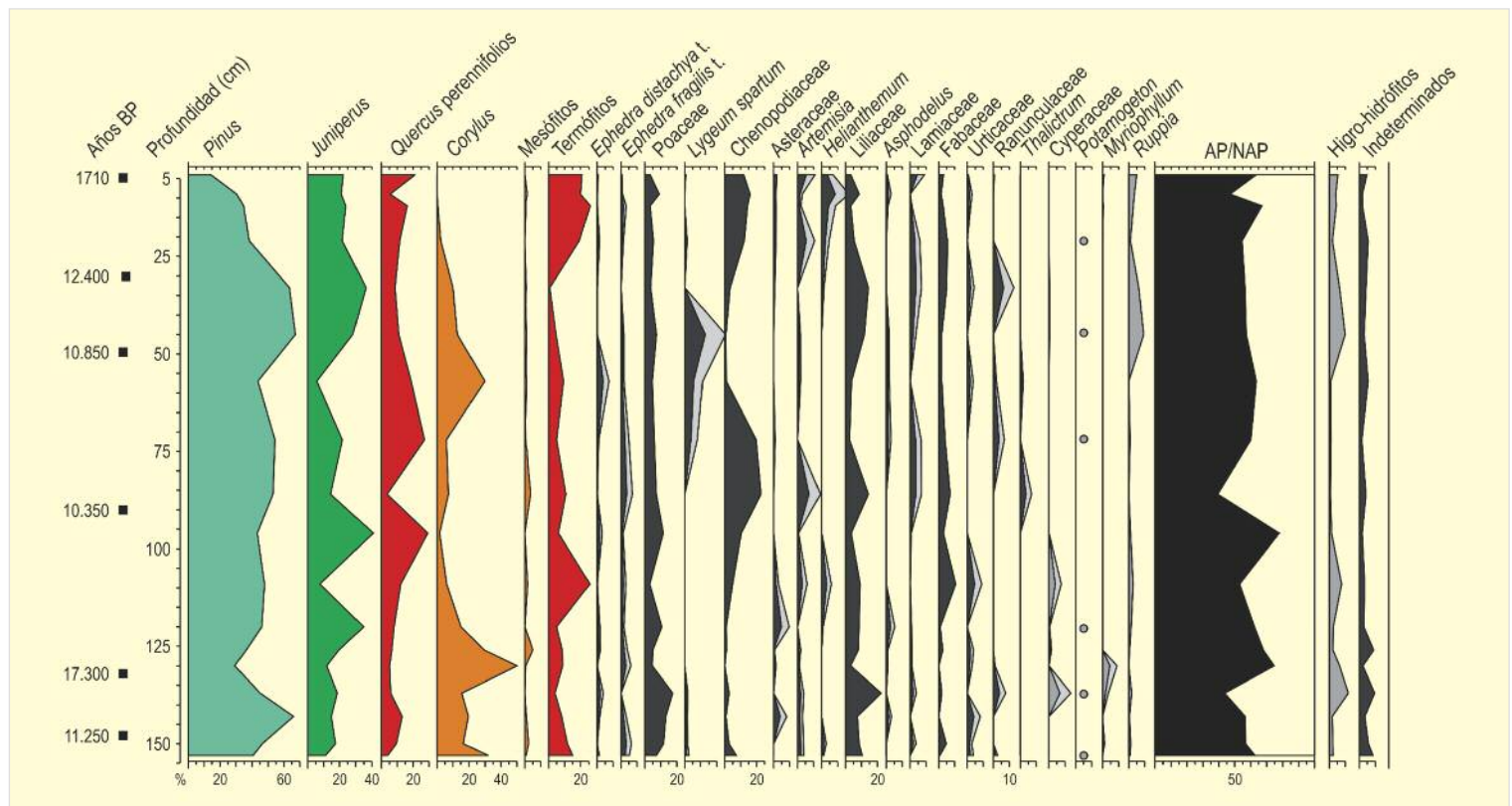


Figura 234. Diagrama polínico de Salada de Mediana. Redibujado de González-Sámper et al. (2004)

el centro de la salada. Tras la descripción basada en el color, litología y estructuras sedimentarias principalmente, se muestreó cada 1 cm para análisis de materia orgánica, carbonato, composición isotópica y cianobacterias, y cada 1,5 cm para análisis polínico (Valero-Garcés *et al.* 2000). El total de muestras obtenidas fue de 97 y varias de ellas sirvieron para obtener dataciones por AMS dada la inexistencia de materia orgánica suficiente para una datación radiocarbónica habitual (Tabla 54). El modelo de edad conseguido, no obstante, presenta varias fechas invertidas que impiden una adscripción cronológica precisa para las fluctuaciones observadas. Sí se puede afirmar con seguridad que la mayor parte de la secuencia registra el final del último periodo glacial, y que tras un largo hiato que cubre la mayor parte del Holoceno, la parte superior del sondeo corresponde al Holoceno reciente.

El análisis polínico de la Salada de Mediana diferencia varios períodos que vendrían marcados principalmente por las fluctuaciones de humedad, permitiendo abogar por una situación muy diferente a la actual en determinados momentos de su historia. Se aprecia, en general, un dominio continuado del estrato arbóreo y arbustivo, lo cual llama la atención ante la situación actual de la región. Para la representación gráfica (Fig. 234) se optó por asumir que *Pinus* y *Chenopodiaceae* estaban sobrerrepresentados. El registro sugiere el desarrollo de bosques de *Pinus*, *Quercus perennifolia* y *Juniperus* más o menos

importantes en la cubeta central del Ebro, con muy pocos cambios a lo largo del registro. Más sensibles a pequeñas fluctuaciones se muestran las comunidades relacionadas directamente con la disponibilidad hídrica: árboles caducifolios y plantas acuáticas. La presencia en determinados momentos de *Ruppia*, *Potamogeton* y *Myriophyllum*, en paralelo al desarrollo de *Corylus*, *Quercus* y otros caducifolios (*Alnus*, *Ulmus* y *Salix*), debe relacionarse con una humedad efectiva muy diferente a la actual (lámina de agua permanente) y con la existencia de refugios de vegetación en la región (González-Sampériz *et al.* 2004). Al menos hasta el Tardiglacial, se podría hablar del centro del valle del Ebro, probablemente junto a las vegas de los ríos y en barrancos húmedos, como de un importante núcleo de refugios de vegetación. La evolución de la vegetación, en la que se alternan episodios húmedos con el desarrollo de caducifolios y plantas acuáticas, con otros áridos en los que las *Chenopodiaceae* invadirían la superficie desecada de la salada, parece reflejar la alta variabilidad climática (cambios abruptos) que caracteriza el periodo del Tardiglacial, pero las imprecisiones cronológicas no permiten una identificación directa de los distintos cambios.

Más información

Valero-Garcés *et al.* (2000), González-Sampériz *et al.* (2004)

IBÓN DE LAS RANAS

Pirineo aragonés, Jaca, Huesca
Holoceno

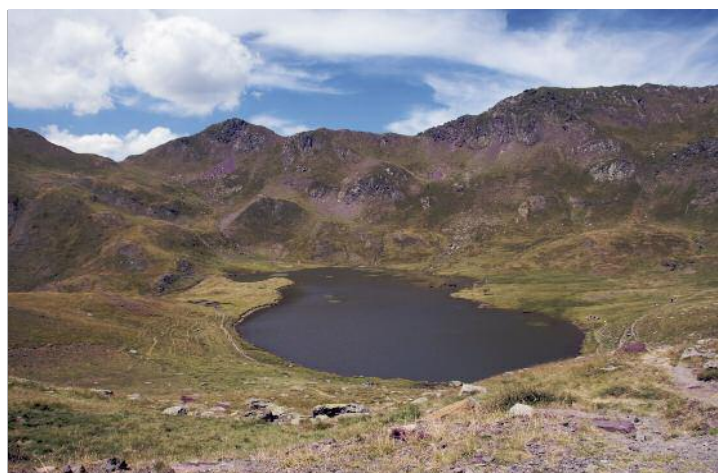


Figura 235. Ibón de las Ranas o Ibón Escalar

El Ibón de las Ranas, o Ibón de Escalar, es un lago de origen glaciar que se localiza en la cabecera del río Aragón y más concretamente en el valle de Astún, en el Pirineo aragonés ($42^{\circ}49'23''$ N, $00^{\circ}30'17''$ O). Este lago pirenaico está emplazado en una cubeta de sobreexcavación glaciar a 2078 metros de altitud. La cuenca de alimentación es muy reducida. En la actualidad, el ibón se encuentra en plena fase de colmatación y la lámina de agua apenas alcanza los 3 metros de espesor. El entorno geológico del lago está constituido por materiales paleozoicos del Carbonífero. El sustrato está formado por las areniscas y pizarras del Carbonífero inferior, mientras que en las paredes de la cubeta afloran algunos niveles del Carbonífero superior formados por calizas.

La vegetación alrededor de la zona de estudio está ampliamente controlada por los elementos geológicos previamente descritos, de modo que domina el prado alpino de inclinación acidófila formado por *Festuca eskia*, *Trifolium alpinum*, *Festuca nigrescens*, *Alchemilla plicatula*, *Plantago alpina*, *Carex sempervirens* y *Nardus stricta*. En las zonas poco profundas del lago crece una banda de *Sparganium* que casi llega a rodearlo.

La secuencia sedimentaria del Ibón de las Ranas que constituye el material de trabajo principal de la reconstrucción paleoecológica llevada a cabo por Montserrat-Martí en su tesis doctoral (1992), está formada por 3 unidades litológicas principales. Los primeros 4,40 metros desde el techo consisten en un sedimento lacustre negro,



Figura 236. Vista aérea de Ibón de las Ranas o Ibón Escalar

muy homogéneo y carente de laminación. Este material sedimentario se asienta sobre un estrato de arcillas azules, las cuales representan el sedimento característico de la época glaciar en los lagos del Pirineo. La base de la secuencia consta de gravas heterométricas que posiblemente corresponden al *till* basal que dejó el glaciar en su retroceso.

La cronología del Ibón de las Ranas es relativa y se basa únicamente en la interpretación de la secuencia sedimentaria, ya que en el momento de la presentación de la tesis doctoral llevada a cabo por Montserrat-Martí se habían realizado 3 dataciones radiocarbónicas en las arcillas azules que no se publicaron por considerarse resultados provisionales. Al ser las arcillas azules el sedimento característico de la época glaciar, la unidad sedimentaria lacustre que se dispone inmediatamente encima de ella se consideró exclusivamente de época Holocena. La homogeneidad sedimentológica de esta unidad hizo presuponer que no debieron producirse cambios importantes en la dinámica de la cuenca hidrológica y que la tasa de sedimentación debió ser bastante constante a lo largo del tiempo. Con estas presunciones se adoptó un modelo cronológico basado en la interpolación lineal que asigna una edad entre 0 y 10.000 años a los 4,4 metros de sedimento lacustre.

La cronología de los acontecimientos holocenos más importantes deducida a partir de este modelo de edad coincide con bastante exactitud con la evolución de otras secuencias polínicas

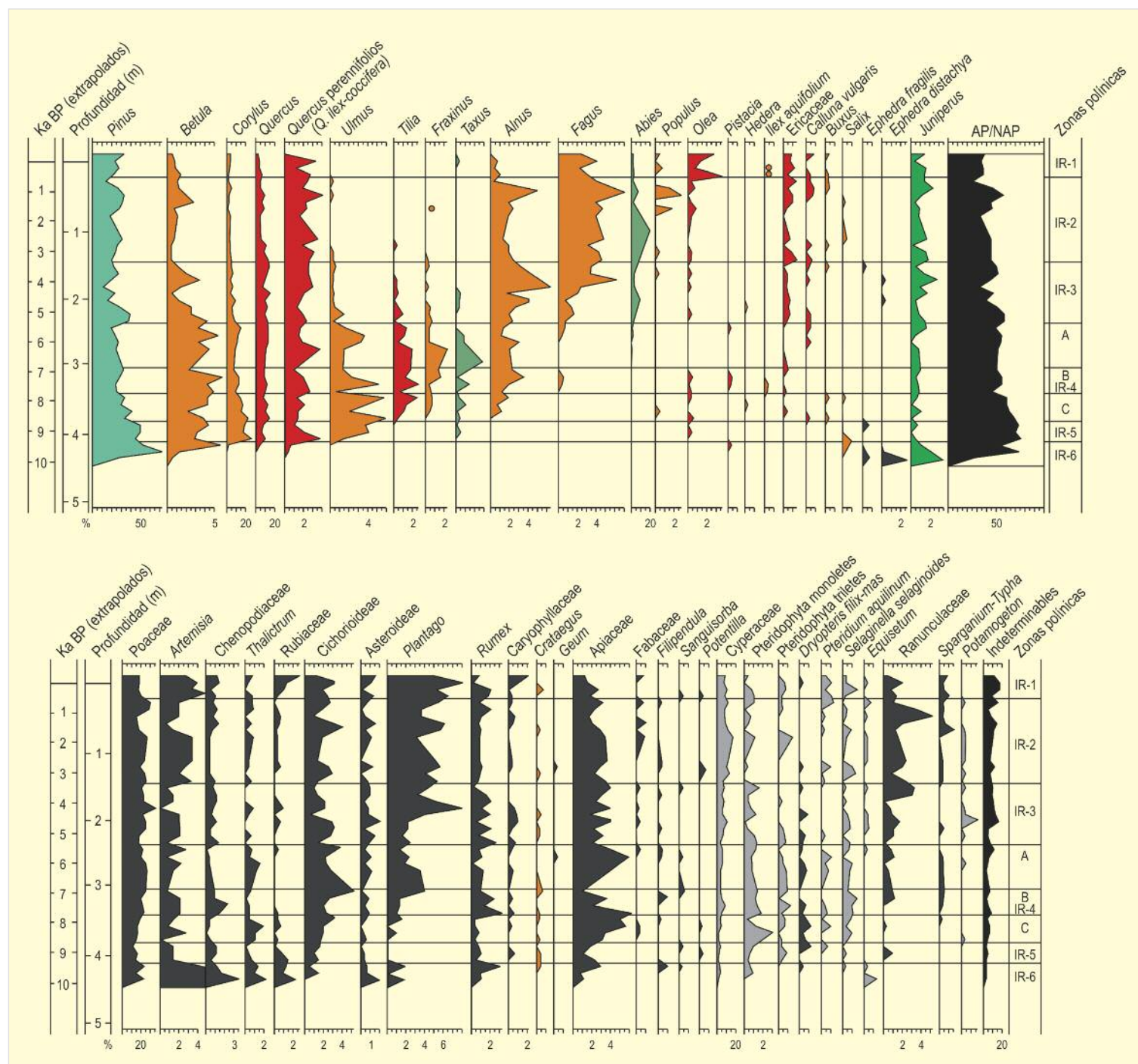


Figura 237. Diagrama polínico de la secuencia de Ibón de las Ranas. Redibujado de Montserrat-Martí (1992)

cercanas (Ibón de Tramacastilla y Paúl de Búbal) estudiadas también por Montserrat-Martí y que conformaron la tesis doctoral del mismo. A este respecto, cabe destacar que se observan desfases negativos en la evolución de los eventos del Holoceno temprano entre la secuencia polínica del Ibón de las Ranas y aquellas situadas a cotas altitudinales más bajas (Ibón de Tramacastilla y Paúl de Búbal). Sin embargo, hay una buena correspondencia entre los acontecimientos registrados en la parte media o superior de la secuencia. El desfase mencionado se calculó en unos 500 años y fue atribuido a la compactación de la secuencia sedimentaria en su base.

El comienzo de la secuencia polínica del Ibón de las Ranas (>10.000 años BP) registra la transición de una vegetación dominada por *Juniperus* y taxones herbáceos como *Artemisia*, Poaceae y Chenopodiaceae, hacia el comienzo del desarrollo de ciertas especies forestales que habitualmente ejercen de pioneros colonizadores en el Pirineo como *Pinus*, *Corylus* y *Betula*.

A partir del año 9100, según el modelo de edad relativo establecido por el autor, los taxones arbóreos se convierten en dominantes y los herbáceos alcanzan sus valores mínimos. El espectro arbóreo desde

este momento hasta aproximadamente 8500 años BP, está claramente marcado por el dominio de *Corylus* y de *Pinus*, acompañados por *Betula*, *Quercus* y *Ulmus*. Durante este periodo (9000 años BP) se registra la máxima concentración polínica de la secuencia. Este hecho se interpreta, no sólo como una compactación del sedimento en la base del sondeo, sino como un aumento altitudinal del límite del bosque debido a una mejora en las condiciones climáticas.

A diferencia de la secuencia polínica de Tramacastilla, situada un poco más al este (valle del río Gállego) donde dominan *Betula* y *Quercus* sobre *Corylus*, el dominio de *Corylus* en el ibón de las Ranas (valle del río Aragón) durante el Holoceno inicial, permite suponer que el aporte polínico en este lago pirenaico estaba controlado por las masas forestales occidentales de carácter húmedo. Un trabajo posterior llevado a cabo en la turbera de El Portalet (González-Sampérez *et al.* 2006), próxima al área de estudio, confirma esta tendencia en la que *Corylus* es el taxón dominante en el desarrollo forestal del comienzo del Holoceno. González-Sampérez y colaboradores proponen, además de la influencia atlántica de la zona, la altitud de los sitios (próxima a los 2000 m s.n.m. tanto en el Ibón de las Ranas como en El Portalet) como factor limitante para el dominio de *Quercus* que se registra en el Ibón de Tramacastilla (1668 m s.n.m.) durante este periodo.

A partir de este momento (8500 años BP) tanto *Corylus* como *Quercus* se convierten en los taxones arbóreos dominantes del espectro polínico y al margen de *Pinus* que, aunque sigue siendo el mayoritario, disminuye sus porcentajes considerablemente a la vez que comienza el desarrollo de *Alnus*, *Taxus*, *Tilia* y *Fraxinus*. Una vez más, la diferencia en los porcentajes de *Alnus* entre el Ibón de las Ranas y el de Tramacastilla, mucho mayor en el primero permite sospechar que la influencia regional en este lago procede principalmente de la vertiente atlántica, seguramente favorecida por la baja altitud relativa de la zona axial en este sector.

Hasta hace aproximadamente 5500 años antes del presente, el desarrollo del bosque caducifolio anteriormente comentado coincide con el incremento de Poaceae, Apiaceae y Cyperaceae dentro

del espectro herbáceo. Según Ellenberg (1988) en climas continentalizados el límite del bosque se sitúa a mayor altitud que en regiones con clima oceánico. Esta hipótesis sirve para explicar el importante descenso en la concentración polínica que se observa durante este periodo (8500-6000 años BP), según la cual el aumento de la humedad total favoreció el descenso del límite del bosque (oceanización del clima) y la expansión de *Quercus* y del bosque caducifolio en detrimento de *Pinus*.

El desarrollo de *Abies* y *Fagus* hace 5500 años BP se corresponde con la disminución de *Corylus* y *Betula* y otros taxones arbóreos, culminando hace 700 años con la total desaparición en el diagrama polínico de *Taxus*, *Fraxinus*, *Ulmus* y *Tilia*. Durante este periodo también se observa un importante incremento de *Juniperus*, Cyperaceae, Ranunculaceae y *Plantago*, así como una presencia cada vez más continua de *Olea/Phillyrea*.

En el Ibón de las Ranas, la cronología de la expansión de *Abies* primero y de *Fagus* después, concuerda con la historia conocida para estos dos taxones en el Pirineo, según la cual, el deterioro climático de la transición 6000-5000 años BP propició el ascenso de *Abies* en altitud en busca de condiciones de mayor humedad, y un cambio posterior de las condiciones climáticas junto con el comienzo de la acción antrópica en los bosques pirenaicos, favorecieron la expansión del haya (Reille 1991, Jalut *et al.* 1992).

Los últimos 700 años están caracterizados por una tendencia marcadamente decreciente de todos los taxones arbóreos, excepto de *Olea/Phillyrea* que alcanza su máximo en la secuencia. La disminución de los porcentajes relativos de los taxones arbóreos va acompañada por valores bajos de la concentración absoluta, lo que podría significar la destrucción del piso subalpino en tiempos recientes y la ampliación del pasto alpino.

Más información

Montserrat-Martí (1992), González-Sampérez *et al.* (2006)

SALADA DE LA PLAYA

Depresión del Ebro, Sástago, Zaragoza
Tardiglaciario-Holoceno (>9797 años cal. BP-actualidad)



Figura 238. Superficie de lodo que cubría la laguna de Salada de la Playa (Bujaraloz, Zaragoza) durante el sondeo realizado en verano de 2002 por el equipo del IPE-CSIC

La Salada de la Playa es la de mayor extensión de todas las lagunas saladas que salpican el sector central de la Depresión del Ebro (casi 230 ha), y quizá por ello ha sido objeto de reiterados estudios palinológicos. Se encuentra cerca de Bujaraloz, unos 70 km al este de Zaragoza ($41^{\circ} 25' 12''$ N, $00^{\circ} 11' 20''$ O; 340 m s.n.m.), formando parte de un amplio conjunto de depósitos de este tipo en el área, aunque es la única de la que se ha extraído sal de manera industrial y conserva algún resto arquitectónico de su explotación. La depresión presenta una lámina de agua de hasta 50 cm en invierno y se deseca durante el verano, ofreciendo una superficie de lodo muy rica en materia orgánica (Fig. 238) con abundantes microcristales de yeso, pero sin la característica costra de halita que suele observarse en otros depósitos de este tipo en la región (Castañeda 2002).

La climatología se caracteriza por una gran continentalidad de altísimas temperaturas en verano y fríos y secos inviernos, con fuertes vientos de dirección norte-noroeste, lo que unido a una paupérrima precipitación de poco más de 300 mm al año y el sustrato yesífero, determinan una cobertura vegetal muy escasa. Sólo en áreas aisladas se encuentran algunos pies de *Pinus halepensis*, *Juniperus thurifera*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Ephedra fragilis* o *Retama sphaerocarpa*, entre otras especies. Alrededor de la Salada de la Playa se observan cultivos cerealistas y, en las zonas potencialmente inundables o de la salina propiamente dicha, comunidades halófilas del *Suaedetum brevifoliae*.

Pérez-Obiol & Roure (1990) realizaron el primer estudio palinológico, detectando un aporte importante de *Quercus* así como una baja proporción de *Juniperus*, apreciando también aportes lejanos y de vegetación de ribera (*Betula*, *Fagus*, *Corylus*, *Alnus* y *Ulmus*) y oscilaciones importantes en la curva de *Pinus*.

Stevenson *et al.* (1991) realizan un nuevo estudio con diferencias sustanciales respecto al anterior. En este trabajo, la base de la secuencia presenta altos valores de *Ruppia* depositados bajo condiciones de inundación casi permanente, con una vegetación en el área formada por un bosque abierto de *Juniperus* y *Pinus*. Posteriormente, se observa un importante incremento de *Juniperus* indicando su establecimiento en las laderas de colinas adyacentes, aunque será reemplazado por *Pinus* en el dominio de la vegetación regional. Para los autores, este hecho pudo ser el resultado de una deforestación masiva que tendría lugar a partir del siglo XIV. Sin embargo, al mismo tiempo aumentan *Quercus t. suber* y *Carpinus/Ostrya*, lo que asocian a condiciones climáticas más húmedas y/o frescas. En la zona superior se aprecia una caída de *Pinus* atribuida a la expansión de la agricultura.

En el año 2002 un equipo multidisciplinar del IPE-CSIC, utilizando un pistón de tipo Livingstone modificado tomó un nuevo sondeo de 162 cm de longitud, muy próximo al margen oeste de la Salada de la Playa (González-Sampériz *et al.* 2006). Tras varios intentos, sólo pudo obtenerse una única datación radiocarbónica a 80 cm de profundidad

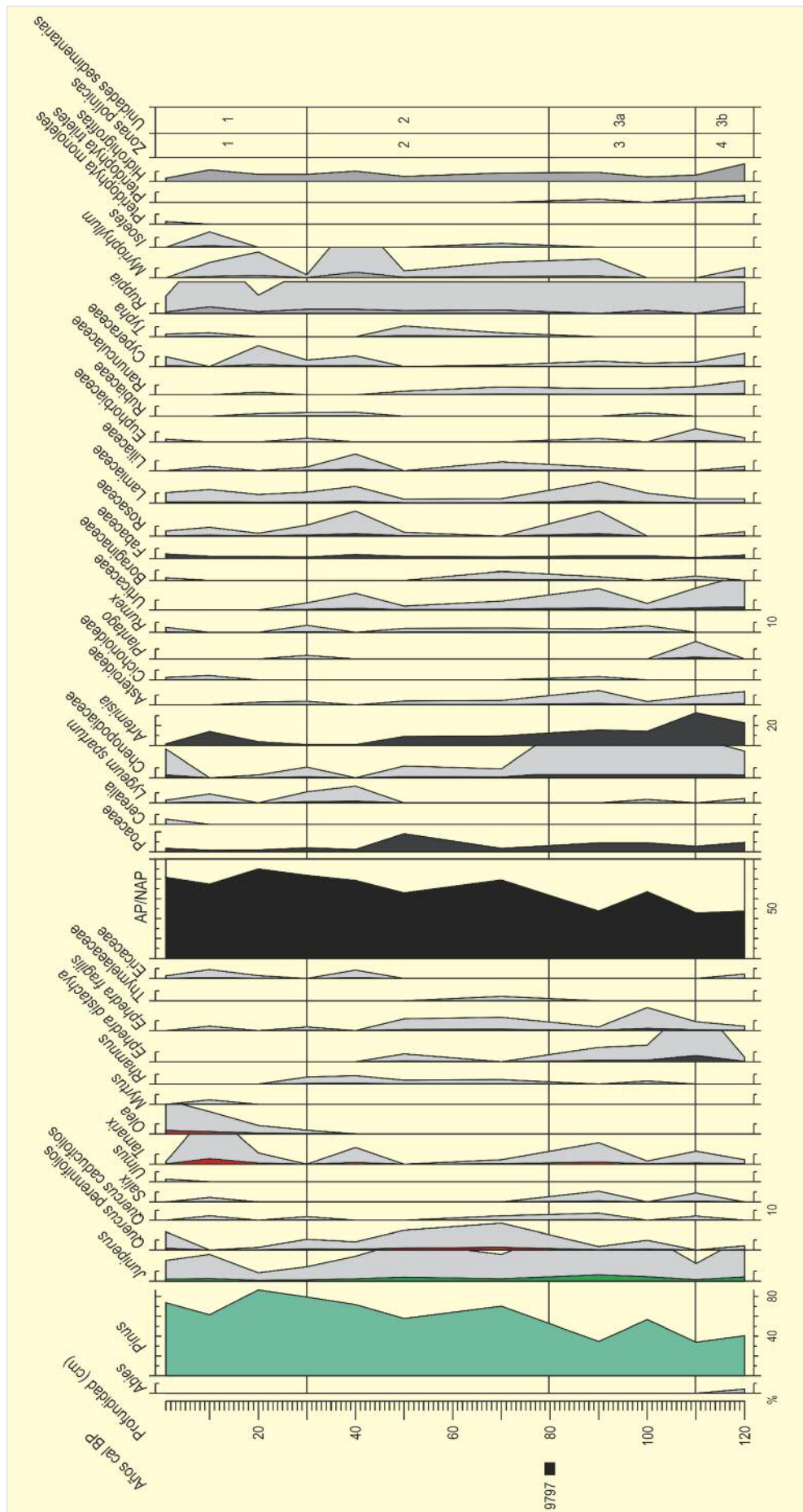


Figura 239. Diagrama polínico de la laguna Salada de la Playa. Redibujado de González-Sampériz et al. (2008)



Figura 240. Laguna de Salada de la Playa, parcialmente inundada

(8773 años BP, 9797 años cal. BP), dado que los niveles inferiores no proporcionaron suficiente material para poder realizar una datación, ni siquiera a partir del concentrado polínico o sedimento total. A pesar de la nomenclatura, no podemos asegurar que se trate del mismo depósito que el estudiado por Pérez-Obiol & Roure (1990), puesto que las denominaciones de las saladas del centro del Valle del Ebro son variadas según la fuente utilizada, y en el trabajo de Pérez-Obiol & Roure (1990) no aparece la localización exacta de la laguna.

La serie sedimentaria de La Playa reconstruida en este último estudio multidisciplinar (Moreno *et al.* 2004) contiene tres secuencias que pueden interpretarse como una evolución desde condiciones ligeramente carbonatadas hacia términos más sulfatados y salinos. Es posible que se hayan desarrollado hiatos sedimentarios

entre estas fases (base de la unidad 3 y base de la 1) durante periodos de prolongada exposición subaérea y deflacción. Estos cambios hidrológicos estarían determinados por un progresivo aumento de la aridez.

La secuencia basal (unidades 5 y 4), a pesar de no poseer datación absoluta, podría corresponder a una de las fluctuaciones climáticas del Tardiglacial. La secuencia intermedia (unidades 3 y 2), indica condiciones más húmedas durante el Holoceno inicial y un tránsito a mayor aridez en el Holoceno medio. Los 30 cm superiores, tras un hiato sedimentario, indican una recuperación del balance hídrico que podría localizarse en algún momento sin precisar de los 2000 últimos años dada la presencia de *Olea* y *Cerealia*.

En cuanto al registro palinológico, la base (162-120cm) resultó polínicamente estéril y no está representada en el diagrama (Fig. 239), donde se han diferenciado 4 zonas polínicas. Destaquemos inicialmente la ausencia absoluta de polen de *Carpinus* o de *Ostrya* y, sin embargo, la abundancia relativa de *Myriophyllum*.

La zona 4 (entre 120 y 110 cm de profundidad) muestra el momento más árido del registro, con la menor proporción arbóreo-arbustiva (40% con dominio de *Pinus*) y la máxima representación de *Artemisia* (20%), por lo que podría tratarse de un episodio correlativo del Dryas reciente, o algún otro evento frío del Tardiglacial.

Durante la zona 3 (110-80 cm), el pino continúa siendo el taxón arbóreo dominante, alcanzando el AP un 80% del espectro total. Chenopodiaceae, Asteroideae, *Artemisia* y *Lygeum spartum* descenden.

La zona 2 coincide con la unidad sedimentaria 2a y presenta varias fluctuaciones en las curvas de *Pinus*, AP, Poaceae, *Artemisia*, *Lygeum spartum*, *Rumex*, Urticaceae, Boraginaceae, Lamiaceae, Cyperaceae y *Myriophyllum*, indicando la alternancia de condiciones áridas con otras de mayor humedad, asociadas a la particular evolución hidrológica de este tipo de depósitos. Finalmente, el techo de la secuencia muestra un paisaje antropizado con un elevado número de plantas ruderales que evidencian prácticas agrícolas (*Cerealia* y *Olea*) y pastoreo.

Más información

Pérez-Obiol & Roure (1990), Moreno *et al.* (2004), González-Sampériz *et al.* (2006, 2008)

OJOS DEL TREMEDAL

Montes Universales, Orihuela del Tremedal, Teruel
Tardiglacial-Holoceno (>7000 años cal. BP-actualidad)

Los Ojos del Tremedal es una pequeña turbera cerrada de 7,5 ha, localizada a 40° 31' N, 01° 38' O y 1650 m s.n.m., en los Montes Universales (Teruel). Forma parte de un humedal mayor de 60 ha de superficie desarrollado sobre esquistos y cuarcitas del Silúrico. Este valle está drenado por el Arroyo de los Ojos, dentro del Río Gallo, que es un afluente del Tajo. El contexto físico de la región es oromediterráneo, con una precipitación media anual de 1000 mm y una temperatura media de 6 °C. La vegetación está muy controlada por la orografía, observándose entre los 800 y 1200 m, un bosque mesomediterráneo de *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Q. rotundifolia*, *Juniperus thurifera* y formaciones supramediterráneas de *Quercus pyrenaica* entre los 1200 y los 1600 m. La localización de la turbera está justo en el ecotono entre los bosques de *Q. pyrenaica* y los de coníferas (*Pinus sylvestris* y *P.s nigra*). En el humedal se observan *Carex iberica* y *C. acutiformis*, *Juncus effusus* y *J. acutiflorus*, *Calluna vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Luzula multiflora*, *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia*, *Sphagnum fimbriatum* y *Potamogeton polygonifolius*.

Esta turbera ha sido objeto de dos análisis palinológicos (Menéndez-Amor & Esteras 1965, Stevenson 2000). La secuencia de 1965 no dispone de datación radiocarbónica, pero por los espectros recogidos, los autores le atribuyen una edad tardiglacial, aunque sin desestimar la posibilidad de que se trate de un depósito bastante más antiguo por la abundante proporción de *Selaginella*. La base del depósito es precisamente la que mayor contenido en *Selaginella* y Cyperaceae posee. En cuanto al grupo de AP, destaca el dominio del pino y la presencia de *Betula*. Se le atribuye un clima fresco, quizá frío. En la parte central del depósito, se observa un importante aumento del género *Betula*, que entra en competencia con *Pinus*, llegando a sobrepasarlo en determinados momentos. También se aprecia cierto despunte del denominado por los autores *Quercetum mixtum*. El descenso de Cyperaceae es más que notable y *Selaginella* desaparece definitivamente del registro. En cuanto a la parte superior, *Pinus* recupera su hegemonía y el resto de componentes arbóreo-arbustivos sólo permanecen de forma puntual. Las ciperáceas vuelven a aumentar de forma considerable, aunque con altibajos.

A lo largo de todo el diagrama, se observa la presencia de Ericaceae, más abundantes en el techo y en la base del registro, al igual que Cichorioideae. En el techo de la secuencia, también se observa la importancia de Poaceae, inexistentes en la base.

La repetición de este estudio en el año 2000 es justificada por Stevenson dada la baja resolución taxonómica y a la ausencia de referencias cronológicas del anterior. En este nuevo trabajo, se completa el análisis de polen con datos del contenido en sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y carbones, y las dataciones establecen un modelo de edad que va desde el final del Dryas reciente o comienzos del Holoceno, hasta el 440 años BP (Tabla 55).

La secuencia se divide en 7 zonas polínicas, en las que se observa el importante papel de *Betula* y de los incendios en las fluctuaciones de las masas forestales de la región, dominadas alternativamente por *Betula*, *Pinus* y *Corylus* (Fig. 241). En la base del registro, y con anterioridad a 9600 años cal. BP, se observa un paisaje abierto dominado por Poaceae, Cyperaceae, *Artemisia* y Apiaceae, donde los principales pero escasos elementos arbóreo-arbustivos son *Salix* (asociado a las zonas húmedas) y *Juniperus* en laderas secas. Hay que destacar, no obstante, la presencia de taxones mesófilos como *Betula* y *Corylus*, indicando su existencia en pequeños enclaves de áreas cercanas o más lejanos en la región. Estos taxones caracterizarán el desarrollo forestal hasta el 7250 años cal. BP, iniciado por coníferas (pinos) y abedules en un primer momento, y seguido por cierta expansión de *Corylus*. La composición de la vegetación durante el Holoceno antiguo y medio en los Montes Universales, donde se localiza esta turbera, fue muy diferente a la actual. La inexistencia de abedul en la región hoy en día apoyaría que su expansión era debida a la sucesión de incendios (confirmada por la abundancia de microcarbones además de por los taxones polínicos) y a un clima de régimen más húmedo.

Más información

Menéndez-Amor & Esteras (1965), Stevenson (2000)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta 42536	30-39	2420 ± 70	2495	turba	convencional
Beta 42537	80-89	4910 ± 90	5657	turba	convencional
Beta 41571	138-139	5660 ± 60	6445	madera	AMS
Beta 37141	154-155	6180 ± 80	7077	madera	convencional

Figura 55. Dataciones de radiocarbono de Ojos del Tremedal

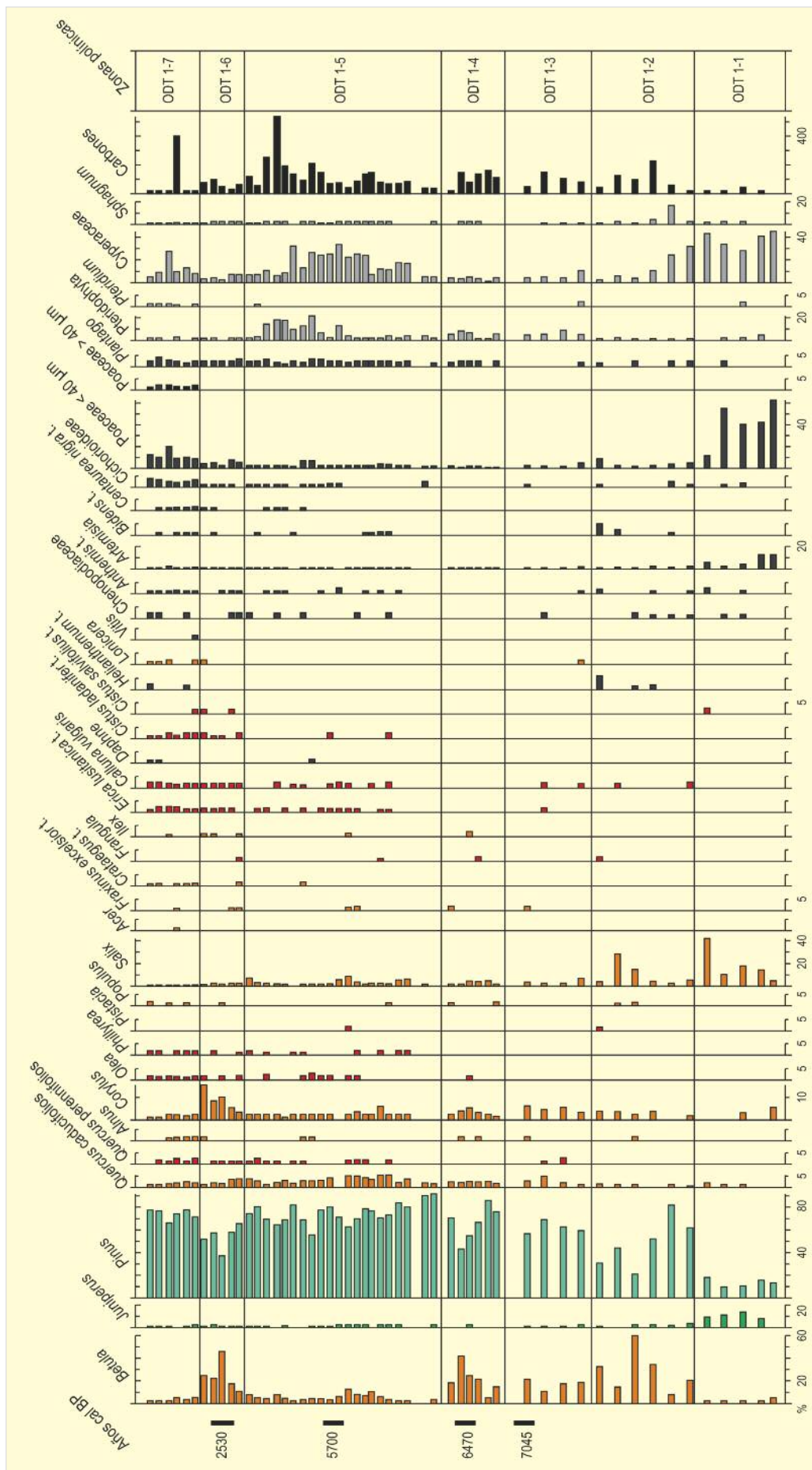


Figura 241. Diagrama polínico de Ojos del Tremedal. Redibujado de Stevenson (2000)

CABEZO DE LA CRUZ

Campo de Cariñena, La Muela, Zaragoza
Holoceno (2870-2570 años cal. BP)



Figura 242. Vista aérea del entorno actual del Cabezo de la Cruz y del área excavada (Picazo & Rodanés 2009)

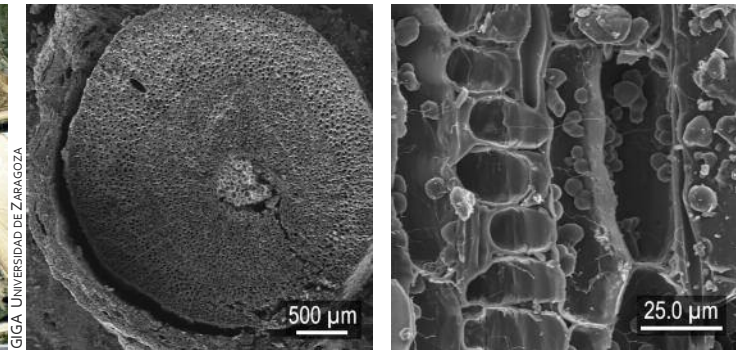


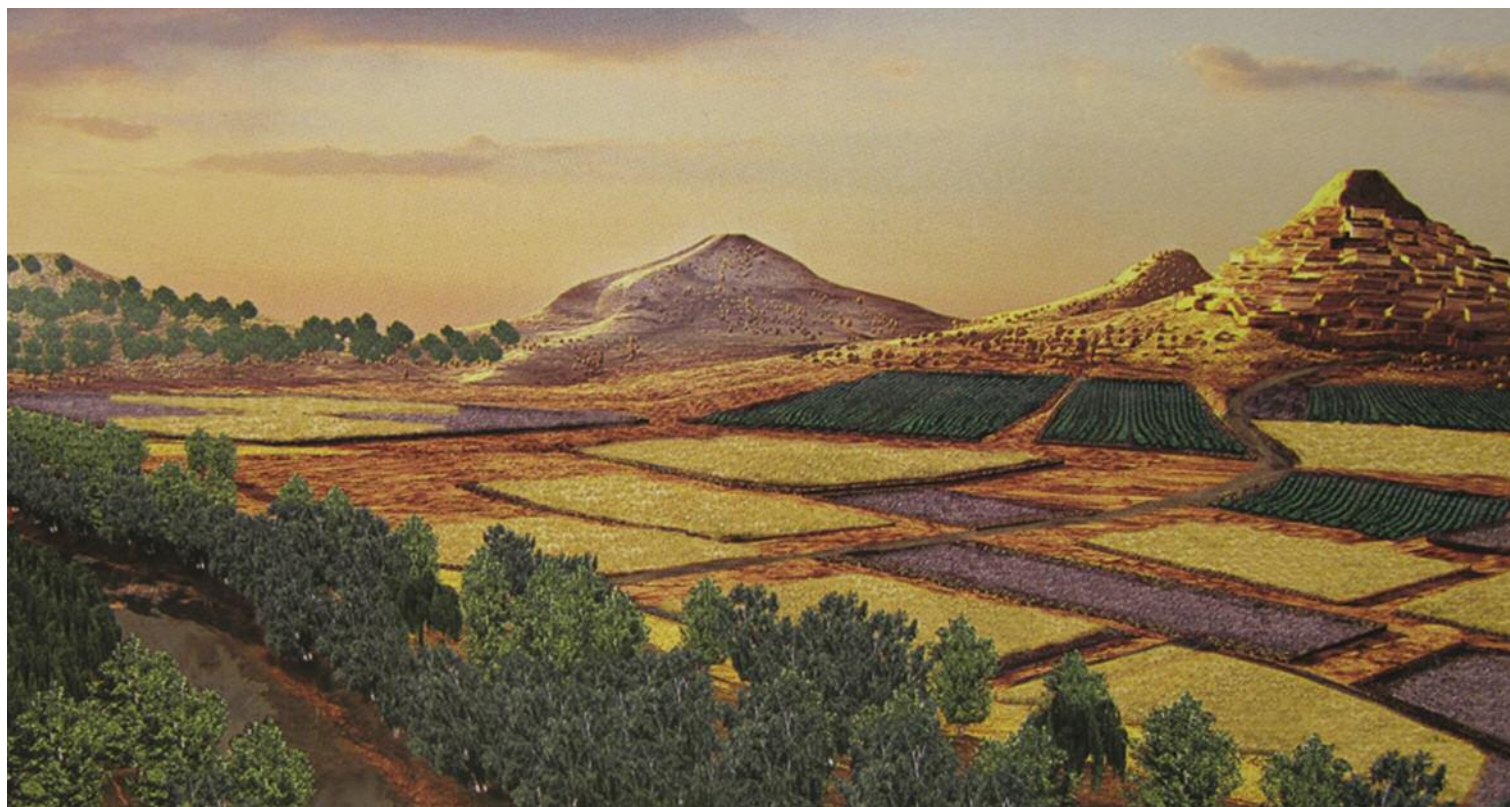
Figura 243. Imágenes al M.E.B. del corte transversal de una ramita carbonizada de *Salix-Populus* con corteza (izquierda) y del corte tangencial de un carbón de *Salix-Populus* atacado por hongos (derecha)

El Cabezo de la Cruz se localiza en el término de La Muela (Zaragoza), a $41^{\circ} 29' 36''$ N, $01^{\circ} 04' 10''$ O y a 428 m de altitud. El yacimiento ocupa la cima y una de las laderas de un cerro

en la margen izquierda del río Huerva, tributario del Ebro. Las condiciones bioclimáticas actuales de la zona son de tipo meso-mediterráneo y las precipitaciones no superan los 350 mm de

Ref. Lab.	Material	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Arqueología	Fase
GrN-29149	tronco carbonizado	2515 ± 20	2620	650-545	Tercer poblado del Hierro, peribérico	IV
GrN-29148	conjunto de carbones	2470 ± 30	2570	672-484	Segundo poblado del Hierro	III
GrN-29147	vid carbonizada	2470 ± 30	2570	672-484	Segundo poblado del Hierro	III
GrN-29146	mijo carbonizado	2510 ± 30	2610	788-538	Segundo poblado del Hierro	III
GrN-29145	cebada carbonizada	2540 ± 20	2670	794-748	Segundo poblado del Hierro	III
GrN-29863	conjunto de carbones	2520 ± 25	2630	652-543	Final primer poblado del Hierro	II
GrN-29144	estiércol	2500 ± 60	2580	791-483	Final primer poblado del Hierro	II
GrN-29143	estiércol	2530 ± 40	2620	798-537	Final primer poblado del Hierro	II
GrN-29142	cebada carbonizada	2590 ± 20	2740	805-769	Final primer poblado del Hierro	II
GrN-29140	poste	2610 ± 20	2750	812-778	Construcc. primer poblado del Hierro	II
GrN-29138	carbón de poste	2610 ± 20	2750	812-778	Construcc. primer poblado del Hierro	II
GrN-29141	poste	2620 ± 20	2750	818-785	Construcc. primer poblado del Hierro	II
GrN-29139	madera de poste	2680 ± 20	2780	850-802	Construcc. primer poblado del Hierro	II
GrN-29136	carbón de rama	2690 ± 20	2790	895-807	Bronce final	I
GrN-29137	carbón de poste	2770 ± 20	2870	976-842	Bronce final	I

Tabla 56. Dataciones radiocarbónicas del Cabezo de la Cruz (a partir de Picazo & Rodanés 2009)



GIGA DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Figura 244. Reconstrucción virtual del entorno de los poblados de la I Edad del Hierro del Cabezo de la Cruz, con la vegetación de ribera en primer plano

media anual. En general, todo el valle del Ebro tiene un clima contrastado con veranos calurosos e inviernos fríos, donde son frecuentes los días con heladas. El paisaje actual del entorno del yacimiento está profundamente modelado por las actividades agrícolas, sobre todo por cultivos de cereal. La vegetación natural es escasa, de carácter estépico, y se compone básicamente de eriales ralos donde crecen matorrales bajos de tomillo, artemisa y albardín, con pino carrasco y enebros dispersos. Hacia el este del yacimiento, el curso constante aunque de reducido caudal del río Huerva favorece los cultivos de regadío y una vegetación natural de ribera con tarajes, chopos, sauces y otras especies hidrófilas.

Las intervenciones llevadas a cabo en el Cabezo de la Cruz, bajo la dirección de J. Picazo y J.M^a Rodanés entre 2002 y 2004, han puesto de manifiesto las grandes dimensiones del yacimiento (con una superficie de 13.000 m²) y su complejidad estratigráfica, que incluye un campamento epipaleolítico, un poblado del Bronce final y tres poblados superpuestos de la Primera Edad del Hierro, y que está avalada por una extensa serie de dataciones radiocarbónicas (Picazo & Rodanés 2009).

El análisis antracológico (Fig. 245) se ha realizado a partir de los restos de combustible (Badal, en Picazo & Rodanés 2009) y de la abundante madera de construcción carbonizada (Carrión-Marco, en Picazo & Rodanés 2009) que evidencia una explotación de las formaciones vegetales locales en todas las fases del yacimiento.

Durante el Epipaleolítico, los restos más abundantes pertenecen a *Pinus halepensis*, en proporciones en torno a un 80%. El resto de taxones identificados en esta fase (*Juniperus*, Monocotiledóneas y *Prunus*) presentan unos porcentajes muy bajos. En los restos de combustible de un hogar asociado a la cabaña epipaleolítica (no incluido en el diagrama) se han identificado otros taxones, que son un reflejo de la diversidad floral que debió existir en el territorio, al tiempo que matizan la sobrerrepresentación del pino carrasco en estos contextos. Además de los citados antes, están presentes los *Quercus*, tanto caducifolios como perennifolios, Lamiaceae y *Rhamnus-Phillyrea*.

En la Edad del Bronce, los pinos siguen siendo dominantes en el carbón, aunque reducen su porcentaje con respecto a la fase anterior. El pino se acompaña de un variado estrato arbustivo esclerófilo, en el que se han identificado, entre otros, el lentisco, la coscoja, el labiérnago, el madroño, el belcho, diversas leguminosas y varias especies de labiadas, entre ellas el romero. También se documenta cierta diversidad de taxones de ribera, que están representados fundamentalmente por *Salix*, *Populus*, *Fraxinus* y *Tamarix*, estos últimos evidenciando el componente salino de la vega del Huerva o de sus ramblas tributarias.

Durante las tres fases de la Edad del Hierro se da cierta estabilidad en las frecuencias antracológicas (a excepción de la Fase III, posiblemente porque hay un número insuficiente de carbones). Las frecuencias de *Pinus* se reducen ligeramente a favor de los taxones

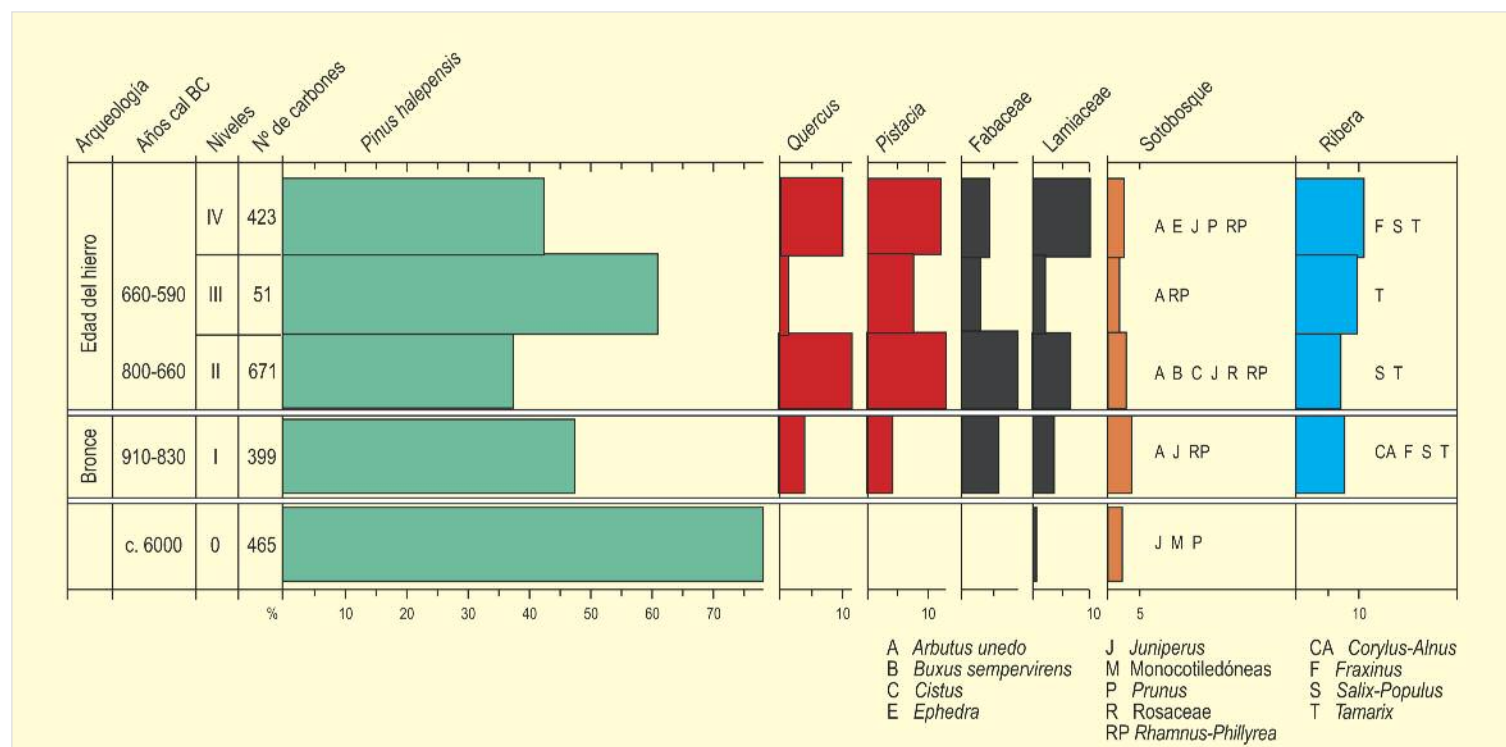


Figura 245. Diagrama antracológico del Cabezo de la Cruz. Redibujado de Badal (2009)

de sotobosque y de *Quercus*, que cobra mayor relevancia. La frecuencia de los taxones de ribera no sufre grandes cambios con respecto a la fase del Bronce. Esa estabilidad en las tres fases puede indicar unas condiciones constantes en el entorno del poblado y una gestión del territorio en la que el espacio ocupado por campos, pastos y bosques se mantendría estable.

La presencia de otras especies de pino, esto es, *P. nigra-sylvestris* en la Edad del Bronce y *P. pinea-pinaster* en la Edad del Hierro, denota el carácter de transición entre diversos pisos bioclimáticos del enclave donde se encuentra el yacimiento; el primero podría localizarse en los relieves circundantes al valle del Ebro, ya en piso supramediterráneo, mientras que el segundo tiene un fuerte componente edáfico que lo situaría en zonas de suelos arenosos. Todos ellos confinan el área de captación de madera de los habitantes del Cabezo de la Cruz.

La flora local del Cabezo de la Cruz fue también explotada para la elaboración de soportes constructivos desde el Epipaleolítico, utilizándose básicamente el pino carrasco para los elementos de mayor tamaño y ramitas jóvenes de sauce o chopo y de taray para los entramados de los techos.

Una muestra polínica obtenida de la base de la secuencia de la Edad del Hierro y tres de la segunda fase constructiva del poblado son significativas en esta discusión, ya que identifican estas mismas especies de pino, *Pinus sylvestris* (tipo) y *Pinus pinaster* (tipo) durante las fases del Bronce y del Hierro (Iriarte, en Picazo & Rodanés 2009). En estas cronologías, se identifica a través del polen un paisaje abierto, con predominio de la vegetación herbácea y arbustiva, entre la que destacan las quenopodiáceas y gramíneas.

En síntesis, la implicación ecológica de la abundante presencia del pino carrasco desde el Epipaleolítico, mucho antes del establecimiento de los sistemas agrarios y la tecnología para modelar el paisaje a gran escala, corrobora la hipótesis de que esta especie formaría parte importante de la vegetación de las áreas xerotérmicas del valle del Ebro antes de su propagación masiva a causa de las actividades humanas.

Más información

Rodanés & Picazo (2006), Badal (2009), Carrión-Marco (2009), Picazo & Rodanés (2009)

LAGO GRANDE DE ESTAÑA

Pirineo aragonés, Benabarre, Huesca
Holoceno (11.380-160 años cal. BP)



Figura 246. Plataforma de sondeo del IPE-CSIC sobre el Lago Grande de Estaña (Huesca), en enero de 2006

El Lago Grande de Estaña, Huesca ($42^{\circ} 01' 44''$ N, $00^{\circ} 31' 44''$ E; 670 m s.n.m.), se localiza en las sierras exteriores del Pirineo aragonés, y forma parte de un complejo kárstico con varias dolinas, algunas de ellas colmatadas, emplazado sobre materiales calcáreos y yesíferos. La laguna es una úvala compuesta por dos dolinas interconectadas, de 20 y 12 m de profundidad respectivamente (Figs. 249a, 249b), separadas por un umbral actualmente sumergido a 2-3 m de profundidad. La cuenca de recepción es pequeña (2,45 km²) y la superficie del lago de unas 19 ha. La laguna no tiene arroyos afluentes superficiales ni emisarios permanentes; la recarga es subterránea y la pérdida por evaporación.

El clima de la región es mediterráneo continental, con un verano largo y seco, una temperatura media anual de 14° C y una precipitación media anual de 470 mm. El paisaje actual está formado por un mosaico de vegetación natural y cultivos cerealistas, en un área de transición submediterránea en la que alternan formaciones esclerófilas (*Quercus rotundifolia*, *Q. coccifera*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus* y *Pistacia terebinthus*, *Rhamnus lycioides*, *Rosmarinus officinalis* y *Crataegus monogyna*); pinares de *Pinus halepensis* o *P. sylvestris* a mayor altitud; y comunidades pubescentes con *Quercus faginea*, *Q. cerrioides*, *Acer*, *Viburnum lantana*, *Amelanchier ovalis* y *Sorbus aria*, entre otros. Además, en

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. AD/BC	Material
Beta-122106	43	890 ± 40	830	1020-1240 AD	carbonatos
Beta-122107	90	1550 ± 50	1460	410-620 AD	carbonatos
Beta-122108	129	1150 ± 50	1080	770-1000 AD	materia orgánica
UBAR-227A	151-157	2460 ± 45	2550	770-400 BC	carbonatos
UBAR-227B	151-157	2020 ± 60	1990	180 BC-90 AD	materia orgánica

Tabla 57. Dataciones radiocarbónicas del registro de Riera et al (2004) en el Lago Grande de Estaña

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Fase	Material
Poz-24749	35,5	155 ± 30	160	I	resto <i>Phragmites</i>
Poz-12245	61,5	405 ± 30	460	I	carbón
Poz-12246	177	895 ± 35	840	II	resto Vegetal
Poz-15972	196,5	2120 ± 30	1210	II	sedimento total
Poz-12247	240	3315 ± 35	3550	III	hoja de <i>Salix</i>
Poz-12248	337,5	5310 ± 60	6100	III	semilla <i>Poaceae</i>
Poz-15973	350	6230 ± 40	6180	III	sedimento total
Poz-15974	390	8550 ± 50	8600	III	sedimento total
Poz-9891	439,5	8510 ± 50	95100	IV	fragmento madera
Poz-17190	478,6	8830 ± 50	9940	IV	macrorresto vegetal
Poz-17191	549,6	10.680 ± 60	11.380	IV	sedimento total
Poz-20138	614,6	11.820 ± 60	12.980	V	sedimento total
Poz-17192	659,6	11.710 ± 60	13.570	VI	macrorresto vegetal
Poz-20139	680,1	12.700 ± 70	13.730	VI	sedimento total
Poz-20067	704,1	13.280 ± 60	14.550	VI	sedimento total
Poz-17283	767,6	14.830 ± 90	16.730	VI	sedimento total
Poz-20140	957,5	15.130 ± 100	18.420	VII	resto vegetal

Tabla 58. Dataciones AMS ¹⁴C obtenidas en el sondeo largo del Lago Grande de Estaña por el equipo del IPE-CSIC (a partir de Morellón *et al.* 2009)

el entorno de la laguna se desarrolla un extenso cordón litoral con *Phragmites*, *Juncus*, *Typha* y *Scirpus*.

En Estaña se han realizado diversos estudios paleoambientales en los últimos años. El primero de ellos fue llevado a cabo por Riera *et al.* (2004) y recogía una secuencia de 157 cm de longitud que abarcaba los últimos 2000 años de historia vegetal (Tabla 57), incluyendo análisis sedimentológicos, ostrácodos (composición y geoquímica de valvas), microcarbones y palinomorfos no-polinicos (Riera *et al.* 2004, 2006), además del polen. Posteriormente, y dentro de la campaña limnogeológica LIMNOCLIBER 2004, un equipo del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), en colaboración con el Limnological Research Center (LRC- Universidad de Minnesota), tomó nuevos sondeos. Adicionalmente, se obtuvo en el 2006 un sondeo de 11 m de longitud con una plataforma y sondeador UWITEC del IPE (Fig. 246), conformando un registro continuo desde hace 20.000 años hasta la actualidad. Previamente, se había realizado una campaña de sísmica con la que se pudo reconstruir la estructura general del relleno de las dos cubetas del Lago Grande de Estaña, revelando una secuencia sedimentaria de más de 15 metros de potencia (Morellón *et al.* 2009), por lo que el registro potencial de Estaña es aún mayor.

El sondeo de Riera y colaboradores (2004), fue realizado en 1990 en un sector litoral del lago y se caracteriza por registrar una clara

intervención humana en el paisaje desde la base de la secuencia polínica, con cultivos de olivo, vid, cereales y cáñamo (Fig. 247). Con posterioridad a un momento de incendios, la zona inferior (EST-8 entre 160 y 850 años cal. AD) pone en evidencia una relativamente elevada cubierta forestal con bosques mixtos de encinas y robles y presencia más limitada de pinares.

Cabe destacar la presencia de especies arbóreas caducifolias como *Corylus*, *Fagus* y *Betula*. Este recubrimiento se ve afectado entre los años 820 y 1075 años cal. AD por una corta fase de deforestación, coincidente con un pico de microcarbones indicadores de mayor frecuencia de los incendios. En esta zona polínica se expanden *Poaceae*, *Artemisia* y Cichorioideae y hay una mayor presencia de *Plantago* tipo *lanceolata*, *Sanguisorba* tipo *minor*, *Brassicaceae* y *Galium* tipo, aunque los taxones cultivados como olivo y cáñamo se reducen.

Con posterioridad, el bosque mixto de encina y roble se regenera y reaparecen *Corylus* y *Fagus*. La zona EST-5 (entre 1220 y 1360 años cal. AD) significa el inicio de un proceso de deforestación progresivo del bosque mixto de encinas y robles, paralelamente a un ligero desarrollo del pinar con extensión de *Juniperus* y *Buxus*. La fase es coincidente con un desarrollo de la agricultura (aumentos de *Olea* y *Cerealia* tipo) que se acentúa entre 1360 y 1470 años cal. AD (EST-4), con un nuevo aumento de *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago* tipo *lanceolata*, *Rumex*, olivo, centeno y

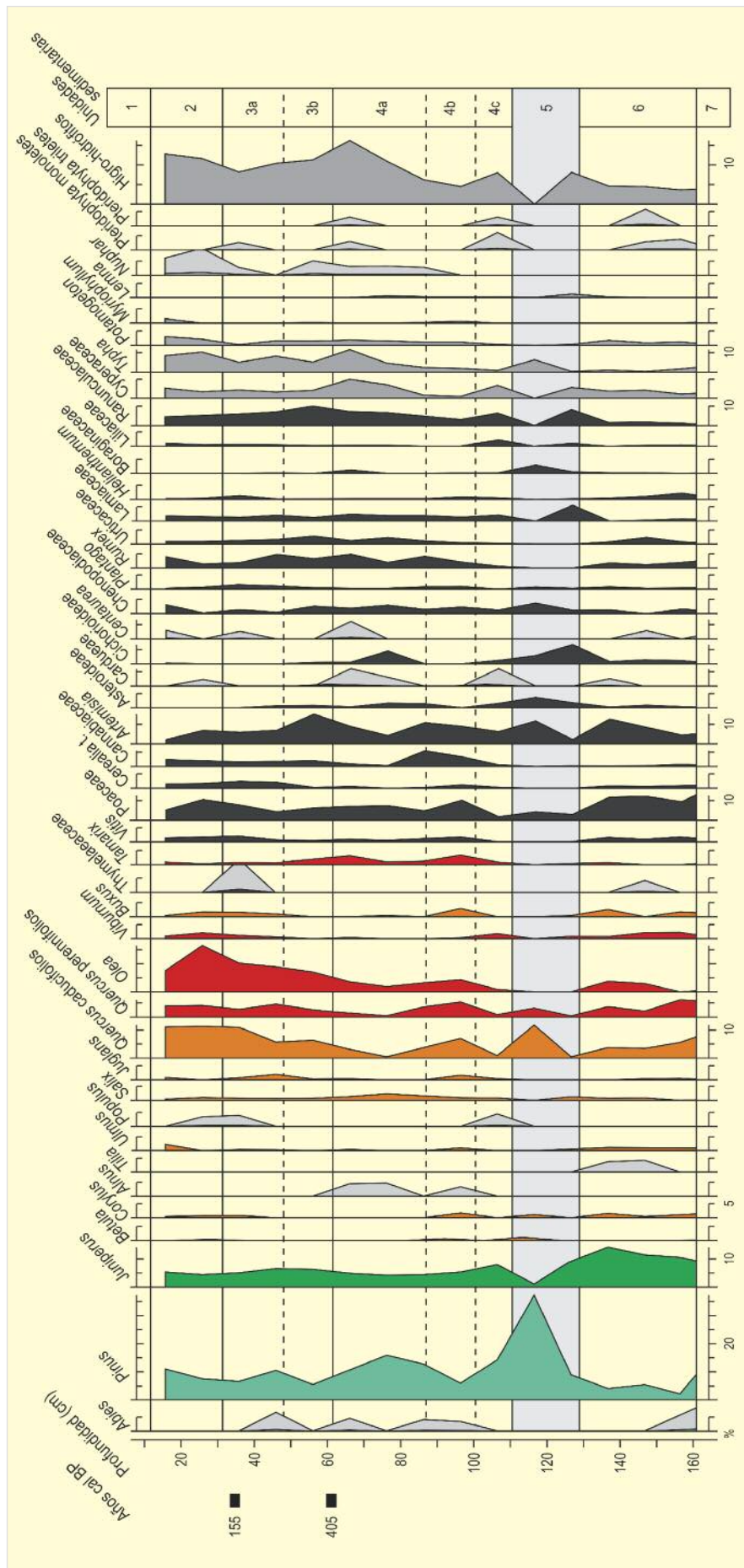


Figura 248. Diagrama polínico de la parte superior (últimos 800 años) del registro del Lago Grande de Estaña. Recibujado de González-Sampériz et al. (2010)

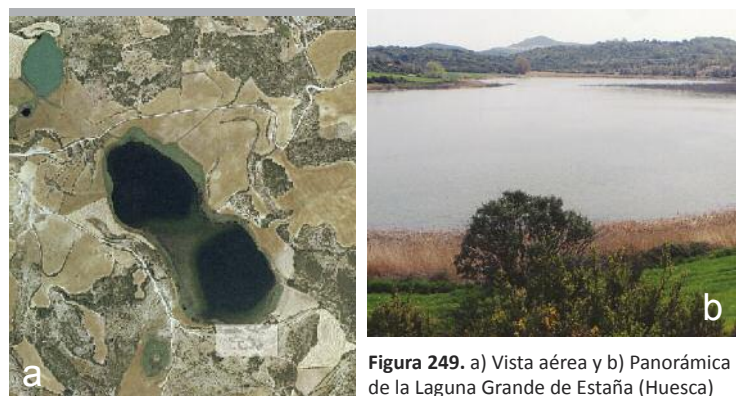


Figura 249. a) Vista aérea y b) Panorámica de la Laguna Grande de Estaña (Huesca)

cáñamo, principalmente. Sin embargo, durante la zona EST-3 (entre 1470 y 1600 años cal. AD) se aprecia una retracción de las actividades agropecuarias que favorece una regeneración forestal, principalmente de *Quercus* tipo *ilex*, *Pinus* y *Juniperus*. La zona EST-2 (entre 1600 y 1820 años cal. AD) muestra un nuevo proceso de deforestación que afecta principalmente encinares y pinares y que favorece la extensión de boj y un fuerte desarrollo agrícola con la expansión de cultivos como el olivo, el cáñamo, los cereales (entre ellos el centeno), el nogal y la vid. La última zona de la secuencia evidencia el progresivo abandono agrícola del sector durante los siglos XIX y XX, hecho que favorece la recuperación de *Juniperus* en un primer momento, y posteriormente también del pinar.

El análisis palinológico del sondeo largo tomado por el IPE-CSIC está todavía por concluir, y por el momento sólo se dispone de datos semicuantitativos de toda la secuencia, exceptuando los últimos 800 años (techo de la secuencia), que han sido ya publicados en Morellón *et al.* (2009).

La vegetación registrada para este período de la historia reciente del Lago Grande de Estaña (Fig. 248), muestra en su base (1140-1245 años AD) un claro dominio de *Juniperus*, aunque también están presentes en bajas proporciones *Quercus* caducifolios y perennifolios, varios mesófitos, *Viburnum*, *Buxus*, *Thymelaea* y *Helianthemum* (con la mayor proporción del registro), indicando las condiciones templadas y secas bien conocidas para el Periodo Cálido Medieval.

El componente acuático está poco desarrollado, lo que junto al resto de indicadores del estudio multiparamétrico, apunta niveles de profundidad de agua inferiores a los actuales. Los cultivos son variados pero sus porcentajes relativamente bajos.

Un incremento de *Pinus* (mayoritariamente del tipo *nigrasylvestris* asociado a condiciones frías) y un descenso de mesotermófilos y cultivos (*Juglans*, *Olea*, *Vitis*, *Cerealia* y *Cannabis*) reflejan un empeoramiento climático y/o un descenso de la presión demográfica en la zona desde el comienzo de la Pequeña Edad del Hielo (unidad sedimentaria 5). Además, la reconstrucción paleohidrológica y el componente hidrohigrófilo indican un incremento notable del nivel de agua.



Figura 250. Localidad oscense de Estaña con vista parcial del lago

En la parte superior del registro (unidades 1 y 3) se observan condiciones más suaves y un importante aumento de la actividad humana en la región (expansión de *Olea*, valores relativamente altos de *Juglans*, *Vitis*, *Cerealia* y *Cannabis*, y una notable expansión de herbáceas ruderales como *Artemisia*, *Asteroidae*, *Cichorioideae*, *Plantago*, *Rumex*, *Chenopodiaceae* y *Urticaceae*), que irá descendiendo desde mediados del siglo XIX y a lo largo del siglo XX. También se deduce una mayor humedad por el incremento de *Quercus* caducifolios y la diversidad de plantas acuáticas registrada, reflejo del aumento del nivel del agua y extensión del lago (*Populus*, *Salix*, *Tamarix*, algunas *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Typha*, *Ranunculaceae*, *Potamogeton*, *Myriophyllum* y *Nuphar*). Finalmente (unidad 2), se registra una transición hacia temperaturas más cálidas (expansión del bosque mixto de *Quercus* perennifolios y semicaducifolios y descenso de coníferas).

La secuencia de Estaña pone de manifiesto, la compleja interacción existente entre los cambios climáticos abruptos y las actividades productivas humanas durante períodos históricos, así como su repercusión sobre las comunidades vegetales. En este sentido, ciertos eventos polínicos observados en la secuencia pueden ser correlacionados con procesos históricos conocidos. Así, por ejemplo, el episodio de deforestación ocurrido entre los siglos VIII y IX coincide con la instalación de la frontera entre territorio islámico y reinos cristianos, mientras la expansión agrícola medieval entre los siglos XIII y XVI está bien documentada historiográficamente. Cabe destacar también que la recuperación forestal del s. XVI es coincidente con un período de crisis económica en la región.


Un aspecto especialmente destacable del registro es la evidencia de la importancia de la producción de cáñamo en el sector a partir del s. XIV, con un máximo productivo durante la primera mitad del s. XVIII. En este sentido, evidencias paleoambientales como los elevados valores de polen de *Cannabis* tipo (>25%) registrados en el sondeo litoral (Riera *et al.* 2004), podrían ser consecuencia de la práctica de "cocer" cáñamo en el interior del lago, una actividad que es conocida históricamente en la región (Riera *et al.* 2006).

Más información

Riera *et al.* (2004, 2006), Morellón *et al.* (2008, 2009), González-Sámperiz *et al.* (2010)

ANDORRA





REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE ANDORRA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Turbera Riu dels Orris
2. Bosc dels Estanyons

TURBERA RIU DELS ORRIS

Pirineos orientales, Andorra
Holoceno (<8000 años BP)



Figura 251. Turbera Riu dels Orris. Valle del Madriu, Andorra

Riu dels Orris (RDO) es una pequeña turbera de 0,8 ha situada a 2390 m s.n.m. (42° 29' N, 01° 38' E) en el valle del Madriu (Pirineos orientales, Andorra). De relieve abrupto y destacada variabilidad altitudinal (de 1050 a 2905 m s.n.m.), el valle del Madriu se caracteriza por un substrato de rocas cristalinas principalmente modelado por actividad glacial y periglacial. Su situación en la vertiente meridional de los Pirineos resulta en una heterogénea conjunción de condiciones climáticas mediterráneas y atlánticas. La turbera (Fig. 251) ocupa una cubeta alargada de sobreexcavación glacial en el límite superior del pinar subalpino de pino negro (*Pinus mugo* subsp. *uncinata*). Se trata de una turbera acidófila de *Carex fusca* rodeada de prados alpinos de *Nardus stricta* y formaciones pioneras de pino negro y enebro (*Juniperus communis* subsp. *nana*) propias del límite supraforestal.

El sondeo de la turbera se realizó mediante una sonda rusa, obteniéndose un testigo de 200 cm que fue destinado al estudio de diferentes indicadores paleoambientales (polen, estomas, microfósiles no polínicos–NPPs– y macrocarbones). El modelo cronológico, construido a partir de 5 dataciones ¹⁴C (Tabla 59), muestra una sedimentación continua que cubre los últimos 8000 años. Dos zonas y seis subzonas polínicas han sido establecidas (Fig. 252). Durante la zona 1a (6010-5095 años cal. BC), los altos valores porcentuales de *Pinus* y los porcentajes moderados de polen herbáceo subrayan la existencia de un paisaje esencialmente forestado en el valle del Madriu. La presencia de estomas de *Pinus* corrobora la presencia local del pinar a altas altitudes y emplaza la ubicación del límite superior del bosque por encima de los 2390 m s.n.m. A cotas inferiores, la progresión de *Abies* indica la expansión del abetal en el piso montano. Dos momentos de retracción local del pinar y ex-

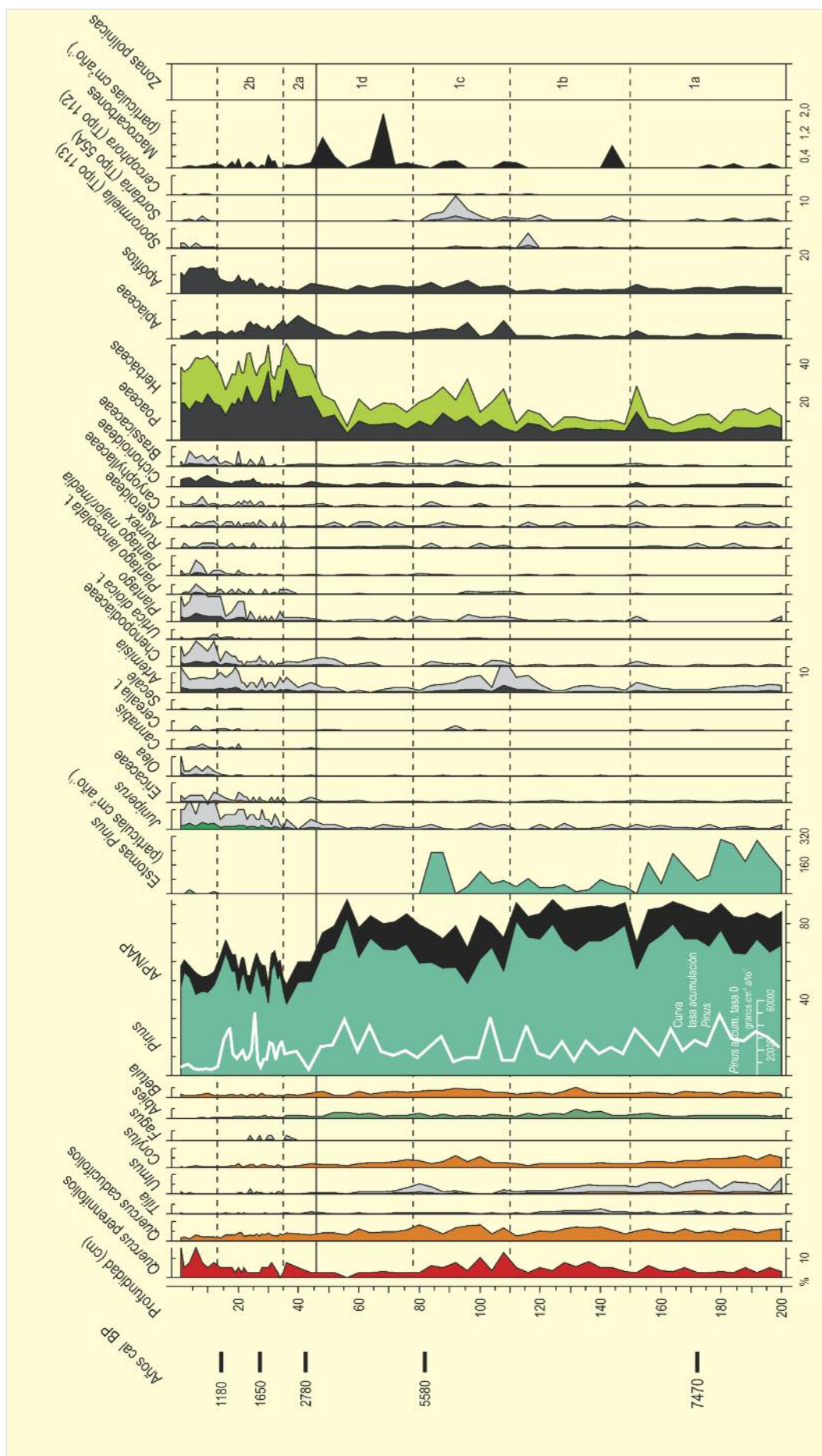


Figura 252. Diagrama polínico porcentual simplificado de Riu dels Orris. Redibujado de Ejarque (2010) y Ejarque et al. (2010). Se han incluido curvas de NPPs, la tasa de acumulación de estomas y macrocarbones. Exageración x 5

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. AD/BC	Material	Método
Beta-246717	14	1230 ± 40	1180	684-887 AD	turba	AMS
Beta-250084	26	1730 ± 40	1650	224-412 AD	turba	AMS
Poz-25566	41	2650 ± 40	2780	898-783 BC	turba	AMS
Poz-24486	81	4850 ± 40	5580	3708-3527 BC	turba	AMS
Poz-24523	171	6565 ± 35	7470	5611-5476 BC	turba	AMS

Tabla 59. Dataciones radiocarbónicas de la turbera Riu dels Orris. Se han calibrado utilizando una desviación estándar de 2σ (95% de probabilidad) con el programa CALIB 5,0 (Reimer *et al.* 2004)

pansión de taxones herbáceos deben ser asimismo destacados durante esta fase entre 5650 y 5480 años cal. BC y en torno a 5130 años cal. BC. La presencia en este momento de apófitos y, puntualmente, de *Sordaria* y *Sporormiella* sugiere una primera frecuentación local de herbívoros y una moderada presión humana en estos espacios abiertos de alta montaña, mientras que las primeras evidencias de Cerealia se documentan de manera coetánea.

En la zona 1b (5095-4235 años cal. BC), a pesar de la progresión general del polen arbóreo, se observa una retracción general de AP entre 4500 y 4350 años cal. BC, con la expansión de polen herbáceo, especialmente Poaceae, y el registro de *Plantago major/media*, *Rumex* y Asteroideae, así como de esporas de hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Cercophora*).

Durante la zona 1c (4235-3400 años cal. BC), se observa una apertura del pinar acompañada por la extensión de prados alpinos diversificados y formados principalmente por Poaceae, *Artemisia*, Cichorioideae y Apiaceae. El incremento y diversificación de apófitos, así como de hongos coprófilos y la presencia de macrocarbones indica la existencia de una mayor presión pastoral, acompañada de incendios ocasionales. La desaparición de estomas de pino al final de la fase indica una presión cada vez mayor sobre el pinar y el descenso local del límite superior del bosque por debajo de los 2390 m s.n.m.

Durante la zona 1d (3400-1185 años cal. BC) se observa una recuperación forestal del pinar y el abetal, a cotas inferiores se observan retracciones de *Quercus caducifolios*, *Quercus ilex*, *Corylus*, *Ulmus* y *Betula*. La retracción de apófitos y la desaparición de esporas coprófilas sugiere una menor presión pastoral, mientras que los incrementos puntuales de macrocarbones indican la existencia de incendios locales poco frecuentes.

La zona 2a (1185-375 años cal. BC) supone el declive de *Pinus* entre 1750 y 1050 años cal. BC junto a la proliferación de Poaceae y de otros taxones herbáceos y arbustivos, entre los que destacan *Ar-*

temisia, Apiaceae, *Ranunculus acris*-tipo y *Juniperus*, indicando la expansión de arbustos heliófilos en el piso alpino del valle del Madriu. Paralelamente a este proceso, se registra una mejor representación de *Fagus*.

En la zona 2b (375 años cal. BC-880 años cal. AD) se observan dos fases de apertura significativa del pinar subalpino, la primera entre los siglos I-III cal. AD y la segunda entre los siglos IV-VI cal. AD, intercaladas por una breve recuperación forestal. Así lo demuestra que durante ambas fases de apertura se produzca una retracción de *Pinus* paralelamente a un incremento de los porcentajes de Poaceae, de otros taxones herbáceos y de *Juniperus*. El incremento de apófitos (*Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *Rumex* y Cichorioideae) sugiere una intensificación de la presión pastoral.

Estos procesos vienen corroborados por la existencia de estructuras arqueológicas de pastoreo y de hornos de explotación de resina con cronologías coetáneas a la fase en las inmediaciones de la turbera. A partir del s. V-VI, la retracción de *Quercus caducifolios*, *Alnus*, *Corylus*, *Fagus*, *Abies* y *Betula*, así como la desaparición de *Ulmus*, sugiere la apertura del bosque mixto montano y subalpino, lo que coincide con la progresión y mejor representación de cultivos (*Olea*, *Cannabis*, Cerealia y *Secale*).

Finalmente, durante la zona 2a (880 años cal. AD hasta la actualidad) tiene lugar la retracción del pinar subalpino y del conjunto de formaciones arbóreas que a menor altitud se acentúa durante el periodo medieval y moderno, junto a la expansión de taxones herbáceos y arbustivos, en especial *Juniperus*. El incremento de esporas de hongos coprófilos sugiere de nuevo una intensificación de la presión pastoral en los espacios de alta montaña, mientras que la progresión de cultivos, especialmente *Castanea*, *Olea* y *Vitis*, se acentúa en sectores de menor altitud.

Más información

Ejarque (2010), Ejarque *et al.* (2010)

BOSC DELS ESTANYONS

Pirineos orientales, Valle del Madriu, Andorra
Holoceno (10.040-185 años BP)



Figura 253. Pla de L'Inгла (Andorra) en las proximidades al yacimiento

La secuencia polínica de Bosc dels Estanyons ($42^{\circ} 28' 50''$ N, $01^{\circ} 37' 45''$ E) se localiza en el Valle del Madriu (Andorra), situado en la vertiente sur de los Pirineos Orientales. Este valle de origen glacial y substrato granodiorítico presenta una orientación este-oeste y una marcada verticalidad, con altitudes entre 1050 y 2905 m. Su situación meridional comporta que el valle presente un clima con influencias mediterráneas y atlánticas. A una altitud de 1600 m, la precipitación media anual es de 1003,6 mm y la temperatura media anual de $7,7^{\circ}\text{C}$, con veranos e inviernos relativamente suaves (Miras *et al.* 2007, Ejarque 2010).

La vegetación actual se caracteriza por la presencia de un piso montano entre 900 y 1700 m, formado por bosques caducifolios, con predominio de robles a cotas inferiores y avellanos en el límite superior del estadio. En el piso subalpino, entre los 1700 y los 2400

m, se desarrollan pinares (*Rhododendro-Pinetum uncinatae pinctosum*), mientras que el estadio alpino se caracteriza por el predominio de prados de *Caricetalia curvulae*.

La turbera está localizada a 2180 m de altitud, tiene un tamaño de 162x50 m y está rodeada por densos pinares subalpinos. De la cubeta se extrajo un registro sedimentario de 550 cm de potencia, formado por arcillas gris-azuladas en la base y limos muy orgánicos en la mitad inferior. Sobre estos se depositan niveles de turba evolucionada que se torna fibrosa hacia la superficie (Miras *et al.* 2007).

El modelo cronológico se ha construido a partir de 8 dataciones radiocarbónicas, realizadas sobre turba y sedimentos orgánicos (Tabla 60). En esta secuencia se cuantificaron, además

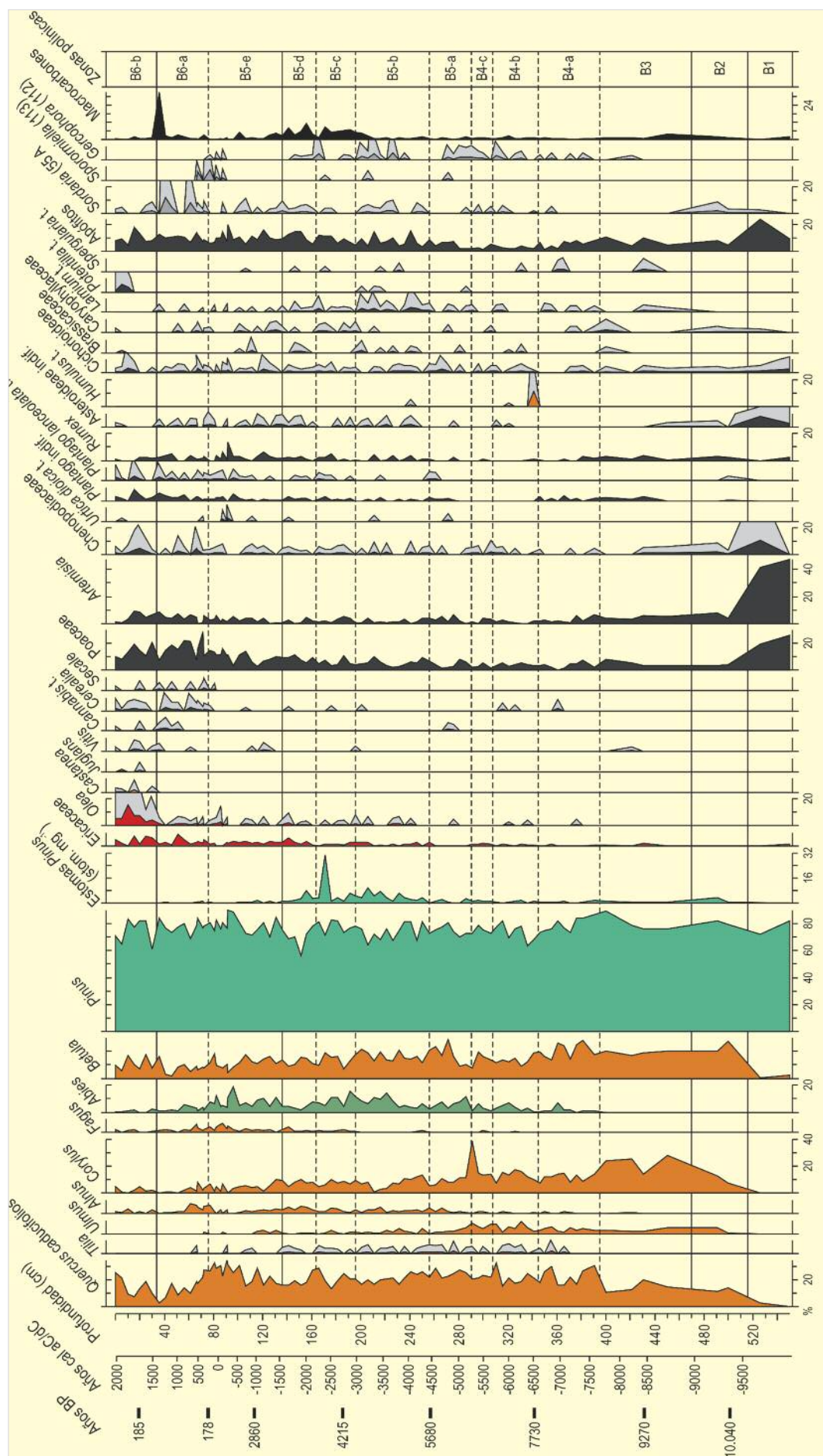


Figura 254. Selección de taxones polínicos y palinomorfos no-polínicos de la secuencia de Bosc dels Estanyons (Andorra). Valores porcentuales. Exageración x5. Redibujado de Mirás et al. (2007)

Laboratorio	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. AD/BC
Poz-13611	19-20	185 ± 30	300-137	1650-1952 AD
Poz-16645	76	1785 ± 30	1816-1616	134-334 AD
Poz-13612	112	2860 ± 30	2913-2878	1124-929 BC
Poz-16646	187-189	4215 ± 35	4852-4627	2734-2678 BC
Poz-13613	257	5680 ± 40	6567-6395	4618-4446 BC
Poz-20153	342	7730 ± 50	8592-8419	6643-6470 BC
Poz-16647	431-433	9270 ± 50	10576-10277	8627-8328 BC
Poz-13614	515-520	10040 ± 50	11771-11312	9822-9363 BC

Tabla 60. Dataciones ¹⁴C obtenidas en la secuencia Bosc dels Estanyons. Ejarque (2010)

de los granos de polen y esporas, palinomorfos no-polinicos, estomas de pino y fragmentos de macrocarbones de diámetro superior a 0,2 mm. Este estudio paleoambiental ha permitido determinar el proceso de ocupación humana y transformación de un medio de alta montaña pirenaico. Para ello se han realizado estudios antracológicos, documentales, así como la prospección sistemática y excavación de numerosas estructuras arqueológicas.

El diagrama polínico y de otros indicadores paleoambientales pone de manifiesto los cambios acaecidos desde finales del Tardiglacial (c. 10.000 años cal. BC) e inicios del Holoceno (c. 8000 años cal. BC) hasta la actualidad, así como la historia de la presencia humana y los impactos ambientales y el proceso de formación de un espacio culturizado de alta montaña (Fig. 254).

La subzona polínica B₁, correspondiente al Dryas reciente entre 10000 y 9250 cal. BC, evidencia un paisaje abierto con presencia en el estadio subalpino de comunidades herbáceas estépicas, en las que predominan *Artemisia* y *Poaceae*. Sin embargo, la presencia de estomas de pino en la secuencia sugiere la existencia de núcleos dispersos de pinar a una altitud de ca. 2200 m al final de este periodo.

Las subzonas B₂ y B₃, entre 9250 y 7750 años cal. BC, ponen de manifiesto el aumento térmico durante la fase Preboreal, que tiene como resultado el ascenso altitudinal de *Betula*, *Quercus* caducifolio, *Corylus* y *Ulmus*, así como la formación de pinares densos en el estadio subalpino según demuestra la alta concentración de estomas de pino. Durante el período Boreal, la vegetación de este valle pirenaico está ya plenamente estructurada en pisos vegetales, con *Quercus* caducifolios y *Ulmus* localizados hacia los 800 m de altitud, *Corylus* ocupando la franja entre los 800 y 1800 m, y bosques de *Betula* y *Pinus* ocupando el piso subalpino hasta, como mínimo, los 2200 m de altitud.

Durante la transición al período Atlántico entre 7750 y 6420 años cal. BC (subzona B_{4a}) se producen cambios en los pisos vegetales, con una reducción del pinar (indicado por la reducción de sus estomas) y de *Corylus*, y un ascenso altitudinal de los robles. La diversificación y progresión altitudinal del piso montano se pone de manifiesto también con las primeras apariciones de *Tilia*, *Abies* y *Fraxinus*.

En el valle del Madriu, la instalación de *Abies* tiene lugar a 5150 años cal. BC (subzona B_{5a}), con un máximo desarrollo de esta formación forestal a partir de 3600 años cal. BC *Ulmus* inicia su declive a partir de 4550 años cal. BC.

En la subzona B_{5b} (entre 4360 y 3350 años cal. BC), se constata una regeneración forestal, con una expansión de *Abies*, así como de *Pinus* en el estadio subalpino, según evidencia la mayor concentración de estomas de pino. Sin embargo, los pinares de altitud retroceden posteriormente, durante la subzona B_{5c} (entre 3350 y 3100 años cal. BC), momento en que se documentan también las primeras presencias regulares de *Fagus* en el valle a partir de 2850 años cal. BC. Con posterioridad, durante la subzona B_{5e} (entre 1450 y 1100 años cal. BC), *Abies* y *Quercus* caducifolios vuelven a incrementarse, paralelamente a una reducción del avellanar y del pinar subalpino.

Este proceso de aclareo del pinar subalpino, se acentúa a partir de 630 años cal. BC. Sin embargo, la deforestación extensiva de prácticamente todos los pisos de vegetación del valle se produce en época romana. Se aprecia así, en la subzona B_{6a}, una nueva reducción de estomas de pino, así como un descenso de la presencia de pólenes de *Corylus*, *Quercus* caducifolios, *Abies* y *Betula*. Finalmente, hacia el s. XVI (subzona B_{6b}), se aprecia una regeneración de *Betula* y *Quercus* caducifolio a la vez que *Abies* queda reducido a núcleos muy reducidos.

Las primeras evidencias de una actividad humana en altitud se documentan durante el Neolítico antiguo, en la subzona B_{4b} (entre 6420 y 5850 años cal. BC). En esta fase se documenta una retracción forestal en el piso montano paralelamente a un incremento de los prados (*Poaceae*), de formaciones arbustivas como ericáceas y apófitos (*Spergularia*, *Rumex* y *Lamium*), destacando el incremento de *Humulus*, un taxón indicador de espacios abiertos. En este momento, se documenta también un incremento de esporas de hongos coprófilos (*Sordaria*) y de otros NPP indicadores de presencia de animales (*Cercophora*) así como la presencia puntual de polen de cereal.

La retracción forestal entre 5050 y 4350 años cal. BC (subzona B_{5a}) es concurrente con un incremento de *Poaceae*, de taxones po-



Figura 255. Sondeo con sonda manual del tipo ruso de la turbera de Bosc dels Estanyons

línicos indicadores antrópicos (*Rumex*, *Cannabis*, *Plantago lanceolata*, *Urtica dioica*...) y de hongos indicadores de la presencia de animales (*Sporormiella*). Se puede apuntar así, una nueva fase de impacto humano en el estadio subalpino asociada al desarrollo de actividades pastorales y extensión de pastos en un segundo momento del Neolítico antiguo. Esta fase de impacto humano culmina entorno a 4800 años cal. BC.

Los índices polínicos indicadores de actividades pastorales vuelven a incrementarse durante el Neolítico medio, entre 3350 y 3100 cal. BC (*Urtica dioica* y *Plantago lanceolata*), acompañados de hongos coprófilos como *Sporormiella*. Cabe destacar en este momento también la presencia de Cerealia. Hacia los 3200 años cal. BC, la cubierta forestal se ve afectada por un proceso de deforestación más extenso. Esta apertura pudo ser el resultado del uso del fuego por parte de comunidades humanas, según evidencia el aumento de macrocarbones. Este período de expansión del pastoreo en el valle se acentúa durante el Neolítico final y el Bronce antiguo, entre 2720 y 1700 años cal. BC, evidenciado también por el incremento de NPPs relacionados con la presencia de ganado (*Sporormiella* y *Sordaria*).

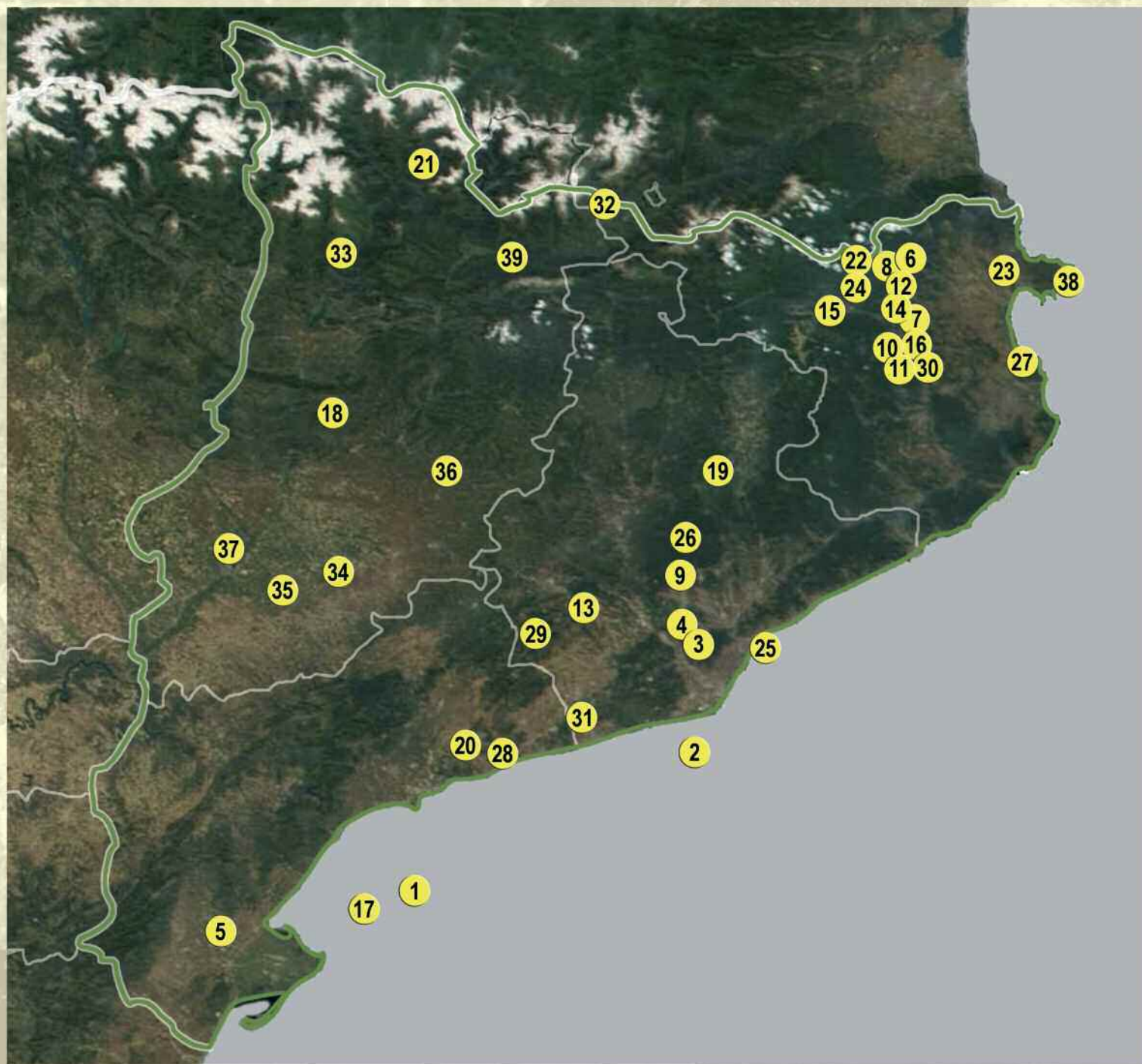
Sin embargo, el proceso de una apertura forestal generalizada del valle se produce durante el período romano. Esta afectará ahora al conjunto de pisos vegetales a diferentes altitudes. En este sentido, las evidencias arqueológicas demuestran la presencia de actividades pastorales, documentadas además por el aumento de esporas de hongos coprófilos, pero sobre todo el desarrollo de un sistema de explotación forestal (Riera *et al.* 2009, Ejarque 2010), lo cual explicaría la ausencia de incendios como mecanismo de deforestación. En este momento, se desarrolla, además, un sistema agrícola complejo que incluye diversos cultivos (*Cerealia*, *Secale*, *Olea*, *Cannabis*).

A partir de los siglos XVI-XVII, se evidencia una explotación agrosilvopastoral completa y complementaria en el conjunto del valle, con una extensión de la arboricultura (*Olea*, *Castanea* y *Juglans*) a baja altitud, y la explotación forestal generalizada para producción de carbón y la extensión de pastos para el ganado en los sectores de mayor altitud.

Más información

Miras *et al.* (2007), Riera *et al.* (2009), Ejarque (2010)

CATALUÑA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE CATALUÑA

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Tarragona E2
2. Garraf 1
3. Bruixes
4. Papiol y yacimientos próximos
5. Sant Onofre
6. Yacimiento de Crespià
7. Mas Miquel
8. Molí Vell
9. Cal Guardiola
10. Bòbila Ordis
11. Tres Pins
12. Mas Grill
13. Cinglera del Capelló
14. Cova de L'Arbreda
15. Pla de l'Estany
16. Banyoles
17. Keb 25
18. Cova del Parco
19. Balma del Gai
20. La Cativera
21. Lago Burg
22. Cova 120
23. Castelló d'Empúries
24. Bauma del Serrat del Pont
25. Besós
26. Cova del Frare
27. Sobrestany
28. Creixell
29. Cova de La Guineu
30. La Draga
31. Cubelles
32. La Feixa
33. Montcortès
34. Els Vilars d'Arbeca
35. Minferri
36. Iesso
37. Lleida
38. Port Lligat
39. Turbera del Pradell



Figura 257. Diagrama polínico de taxones herbáceos del sondeo Tarragona E2. Redibujado de Bessais & Cravatte (1988)



Figura 258. Costa pliocena de la Península Ibérica en la que se muestra la situación geográfica de Tarragona E2 y otros tres yacimientos incluidos en esta monografía

condiciones más áridas. Las reconstrucciones climáticas para el periodo entre 5,3 y 3 Ma hechas a partir de los datos de polen indican temperaturas entre 1 y 10°C más cálidas que las actuales y precipitaciones similares o un poco más altas que en la actualidad (Fauquette *et al.* 1999).

Más información

Bessais & Cravatte (1988)

GARRAF 1

Desembocadura del Llobregat, Barcelona
Mio-Plioceno (5,3-1,75 Ma)



Figura 259. Localización del sondeo de Garraf 1 frente a la desembocadura del Río Llobregat, Barcelona

El sondeo marino Garraf 1 (41° 10' N, 02° 01' E) se extrajo de la plataforma continental de la costa mediterránea y se localiza frente de la desembocadura del Río Llobregat, cerca de Barcelona (Fig. 259). La secuencia mio-pliocena estudiada se caracteriza por ser de relleno deltaico, de unos 875 m de espesor y compuesta por unas arcillas grises (1300-1228 m), arenas (1228-1160 m) y arcillas grises-verdosas (1160-425 m). De esta secuencia se estudiaron 47 muestras que cubren el Mioceno terminal y la mayor parte del Plioceno (Suc & Cravatte 1982). Los sedimentos están datados por medio del estudio de foraminíferos (Suc & Cravatte 1982) y nanoplancton (Matias i Sendra 1990). Además, Suc & Zagwijn (1983) establecieron una correlación climatoestratigráfica entre el Plioceno del norte de Europa y del Mediterráneo.

Los cuatro espectros polínicos estudiados más basales (1300-1228 m) datan del Mioceno superior y probablemente se depositaron previamente a la crisis de salinidad del Mesiniense (Fig. 260). Estos espectros están dominados por Taxodiaceae, *Engelhardia* y Poaceae

y contienen cantidades significativas de Asteraceae (incluyendo *Artemisia*) y *Ephedra*.

Durante el Zanclyense inferior (zona polínica Pla: 1210-1090 m), los espectros polínicos están caracterizados por la abundancia de árboles subtropicales (tipo *Taxodium*, *Engelhardia* y otros), lo que sugiere la presencia de un bosque costero y de ambientes de tipo pantanoso con *Taxodium*. Por el contrario, la segunda fase Zanclyense (zona polínica Plb: 1090-910 m) está caracterizada por el descenso en la abundancia de árboles subtropicales y un incremento en *Tsuga*, *Carpinus*, Asteraceae, Poaceae, *Artemisia* y *Ephedra*, que indica un clima más seco. Una tercera zona (zona polínica Plc: 910-745 m) está marcada por un incremento significativo en la abundancia de Taxodiaceae, que indica un retorno a condiciones más húmedas. El Placenziense inferior (zona polínica PlI: 745-555 m) está caracterizado por una caída importante en la abundancia de árboles subtropicales (Taxodiaceae, *Engelhardia* y *Myrica*) y por un incremento significativo

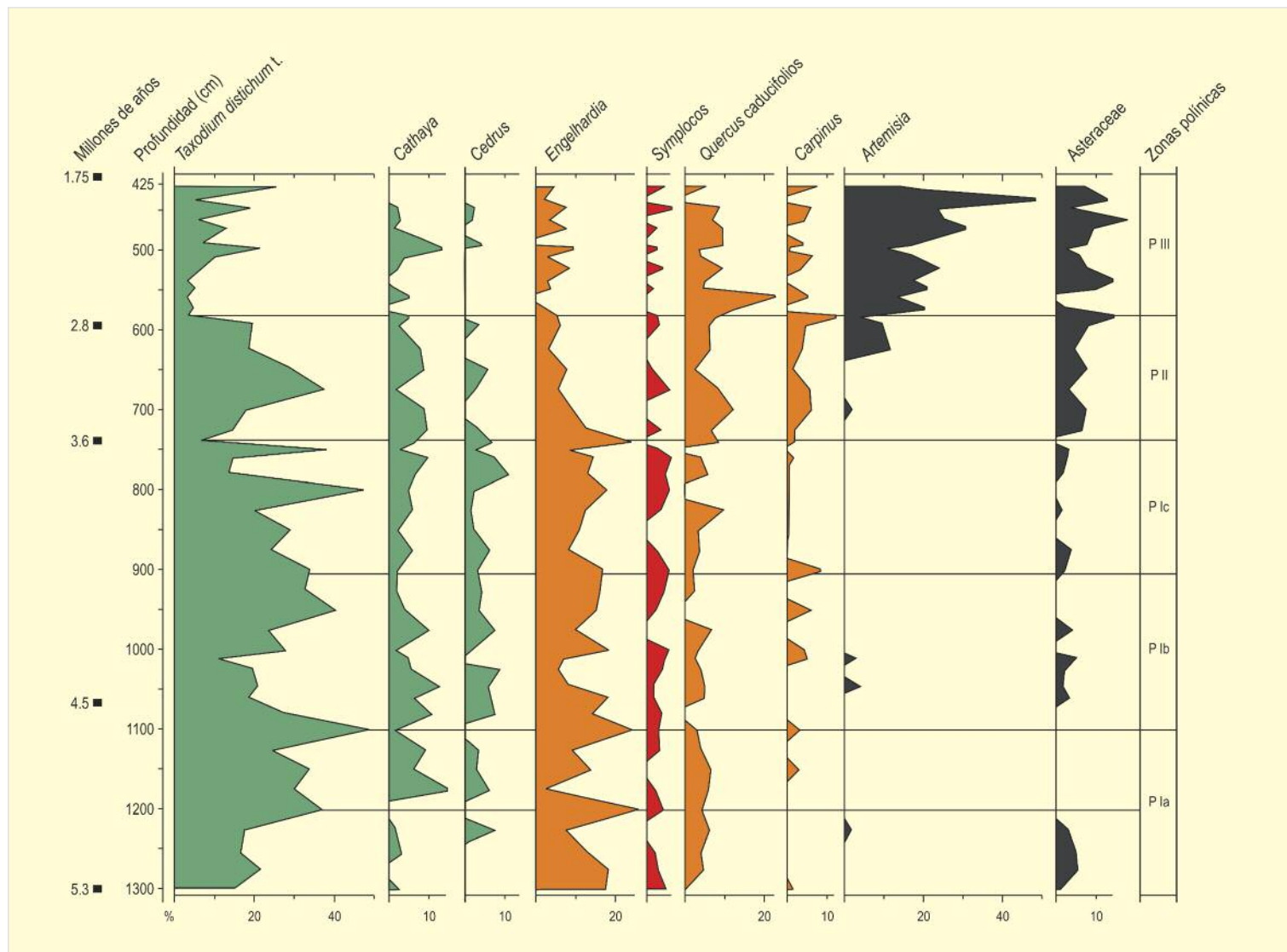


Figura 260. Diagrama polínico sintético de Garraf 1. Redibujado de Fauquette *et al.* (1998)

de especies de hoja caduca indicativas de climas templados-cálidos, hierbas y xerófitas mediterráneas. Este cambio marca el paso a un clima más frío que se corresponde con el Reuveriense en el norte de Europa. La zona más joven (zona polínica PIII: 555-425 m) se caracteriza por un descenso importante en la abundancia de Taxodiaceae, mientras que otras especies, como Asteraceae (*Artemisia* sobre todo), Poaceae, Cupressaceae, y *Ephedra* aumentan sus

valores. Esta zona polínica representa el primer enfriamiento climático del Cenozoico superior en el hemisferio norte (la primera glaciación del Pretigliense).

Más información

Suc & Cravatte (1982), Fauquette *et al.* (1998)

BRUIXES

Baix Llobregat, Molins de Rei, Barcelona
Plioceno



Figura 261. Bajo Llobregat donde se sitúa la secuencia de Bruixes

El afloramiento Plioceno de la “Plaça de las Bruixes” se localiza en el bajo Llobregat, a la altura del km 1 de la carretera que va desde Molins de Rei hasta Sta. Creu de l’Olorde (41° 25’ 16” N, 02° 01’ 34” E; Barcelona).

La sección estudiada palinológicamente (Valle-Hernández 1983), de unos 10,5 m, se caracteriza por una serie de niveles margosos inferiores de color gris-azulado, más arenosos en la base de la secuencia, seguidos de un nivel margoso-arenoso de escasa potencia y color amarillento y de un nivel conglomerático poligénico de espesor considerable, con cantos de tamaño variable de hasta 15 cm en el techo de la secuencia. Esta sección está datada como Plioceno inferior por medio de foraminíferos planctónicos (Civis 1975, 1981).

La flora polínica es muy variada y comprende 75 taxones (Fig. 262). En general, se observa en todo momento el gran predominio de las gimnospermas, especialmente de la familia Pinaceae, con los géneros *Pinus* y *Cedrus* que alcanzan prácticamente en todos los niveles valores muy elevados. *Pinus* tipo *diploxylon* domina siempre sobre *P.* tipo *haploxylon*. Respecto a los restantes taxones, destaca *Quercus* (sobre todo *Q. ilex-coccifera* t.), *Phillyrea*, aunque solamente en dos ni-

veles de la sucesión, y *Salix* en el nivel superior. Además, taxones de la familia Taxodiaceae (*Sciadopitys*, *Sequoia* y *Taxodium*) y *Tsuga*, permanecen prácticamente constantes, con pequeñas variaciones en su porcentaje a lo largo de las distintas muestras y sin sobrepasar el 5%.

Asimismo, existe presencia continua de otros taxones de las familias Betulaceae, Hamamelidaceae, Juglandaceae, Ulmaceae, etc., todos ellos con porcentajes poco significativos. Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Poaceae y Asteraceae son relativamente frecuentes. Concretamente Poaceae alcanza un valor del 15% en la muestra más inferior de la sucesión, con ausencia en los niveles siguientes, volviendo a aparecer con aumento gradual hasta los niveles más superiores. En cuanto a las esporas, su presencia es poco significativa. Lo mismo se puede señalar en relación con las de *Pyrrhophyta*, están ausentes en las primeras muestras y posteriormente aparecen en los tres últimos niveles con porcentajes siempre inferiores al 5%.

Más información

Valle-Hernández (1983)

PAPIOL Y YACIMIENTOS PRÓXIMOS

Baix Llobregat, Barcelona
Plioceno superior



Figura 263. Molins de Rei

Desde finales del siglo XIX se conocen distintos afloramientos de edad pliocena superior (Placenziense) ricos en microflora en los alrededores de la ciudad de Barcelona. Concretamente, se sitúan en las poblaciones de Castellbisbal, Papiol, Sant Viçens dels Horts, Sant Feliu de Llobregat, Esplugues, L'Hospitalet de Llobregat, la Bordeta y Molins de Rei (Fig. 263). En ellos se extrajo un gran número de restos foliares, gracias a los cuales se describieron 112 especies, principalmente de dicotiledóneas (Almera 1894). Estos afloramientos, en su mayor parte, están en trance de desaparición o ya lo han hecho debido a la actividad humana (construcciones, canteras, industrias y vías públicas). Sin embargo, el estudio de sus fósiles vegetales ha proporcionado una idea bastante detallada de la vegetación que existió en Cataluña en localidades cercanas al mar Mediterráneo hace 2 millones de años.

El Plioceno en este área se apoya sobre pizarras silúricas muy plegadas. Está esencialmente constituido por margas de color grisazulado en su base y margas arenosas amarillentas a techo de la sucesión (Civis 1977a,b). En algunos puntos, como en el torrente de Can Albareda, por debajo de las margas se puede observar un tramo de trítico poco patente en contacto con las pizarras paleozoicas.

En los años ochenta del siglo pasado Sanz de Siria (1983-1984, 1987) reestudió la macroflora que aparece en los alrededores de Papiol (41° 26' 21"N, 02° 00' 38"E; 135 m s.n.m.) identificando 64 especies, 48 menos de las descritas por Almera. En su conjunto destacan por su abundancia los taxones siguientes: *Quercus drymeja* (15%), *Platanus aceroides* (12%), *Laurus* (12%), *Quercus ilex* (10%), *Persea* (7%), *Ocotea* (6%) y *Daphnogene* (2%) (Fig. 264).



Figura 264. *Daphnogene polymorpha*, Sant Feliu de Llobregat. Museo de Ciencias Naturales de La Ciudadela (MGB 10708), Barcelona

La abundante presencia de taxones notófilos en todos los afloramientos placenzienses de Cataluña señala la existencia de laurisilvas en las que dominaban distintos tipos de encinas y laureles (Figs. 264 y 265). En estos bosques también se integraron magnolias, nogales, acebos, durillos y elementos subtropicales como *Sapindus* y *Diospyros*. Es destacable la presencia de plantas mediterráneas como *Q. ilex*, *Q. coccifera*, *Celtis australis*, *Fraxinus ornus*, *Phillyrea latifolia* y *Chamaerops humilis*. Los bosques ripícolas de la zona estuvieron dominados por *Platanus* y también integrados por *Alnus*, *Acer* (Fig. 266), *Liquidambar*, *Myrica*, *Populus*, *Salix* y *Ulmus*. Este tipo de vegetación debió de cubrir una gran



Figura 265. Hoja mal conservada de *Laurophyllum* sp, Papiol, ejemplar MGB48525. Museo de Ciencias Naturales de La Ciudadela, Barcelona

parte de Cataluña durante el Plioceno superior. Así, se ha encontrado una paleoflora similar en las inmediaciones de Tortosa (Tarragona), Siurana d'Empordá y Camps dels Ninots (Girona). El clima que existió en la zona debió de ser de tipo subtropical, cálido y húmedo. Las temperaturas anuales se situarían en torno a los 18 °C, con pocas diferencias estacionales pero con temperaturas invernales ya apreciables. Por su parte, los veranos serían más bien secos y cálidos (Sanz de Siria 1987).

En los estudios palinológicos llevados a cabo en Papiol (Valle-Hernández & Civis 1977, Suc & Cravatte 1982; Fig. 267) destaca el predominio de polen de coníferas, sobre todo *Pinus*, aunque también se han encontrado granos de *Abies*, cf. *Cathaya*, Cupressaceae, *Cedrus*, *Keteleeria*, *Picea*, *Sciadopitys*, Taxodiaceae y *Tsuga*. Cuando aparecen, los granos de polen de Taxodiaceae no sobrepasan el 5% del total de palinomorfos estudiados. Es importante resaltar la presencia continua de *Ephedra* en todas las muestras estudiadas. Un medio forestal estuvo ampliamente extendido por todo el litoral mediterráneo. Su composición fue diversa y, además de coníferas, estuvo



Figura 266. *Acer tricuspidatum*, Castellbisbal. Museo de Ciencias Naturales de La Ciudadela (MGB 19711), Barcelona

principalmente integrado por árboles de las familias Betulaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Oleaceae y Ulmaceae. La presencia de Lauráceas no se ha podido corroborar a partir de los estudios palinológicos ya que los granos de polen de las diferentes especies de esta familia son muy débiles al presentar una exina muy delgada, y no suelen resistir los procesos de fosilización. Entre las herbáceas, los taxones más representativos corresponden a las familias Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae, Plantaginaceae y Poaceae. Los porcentajes de éstos oscilan dependiendo de las características del medio sedimentario.

Considerando los datos polínicos proporcionados por otros afloramientos de la zona como Can Albareda (Fig. 268) y Sant Feliu de Llobregat (Valle-Hernández & Civis 1977, Valle-Hernández 1982, 1983, Suc & Cravatte 1982), la vegetación del noreste español durante el Plioceno fue diversa y se organizó dependiendo de las condiciones edáficas y de la altitud. Así, en la zona más cercana al litoral donde existieron pequeñas lagunas de aguas salobres, se asentaron vegetales halófilos (Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Armeria*, *Ephedra*, Asteraceae, etc.), los espacios pantanosos y fluviales se rodearon de una vegetación formada por Taxodiaceae, *Engelhardia*, Salicaceae, *Fraxinus* y *Alnus*, asociada a elementos herbáceos de altos requerimientos hídricos como Ranunculaceae, *Typha*, *Potamogeton* y *Myriophyllum*. En esta zona también estuvieron representados los bosques de llanura en donde se desarrolló una vegetación de condiciones más xéricas con pinos, cupresáceas, quercíneas caducifolias y perennifolias, *Acer*, *Olea*, *Phillyrea*, *Carya*, *Pterocarya* y *Carpinus*. En estas llanuras se asentaron la mayor parte de las herbáceas identificadas (Poaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Cistaceae, Caryophyllaceae y Rosaceae).

Asimismo, los estudios palinológicos relacionan las características sedimentológicas de los afloramientos de la zona y los distintos tipos

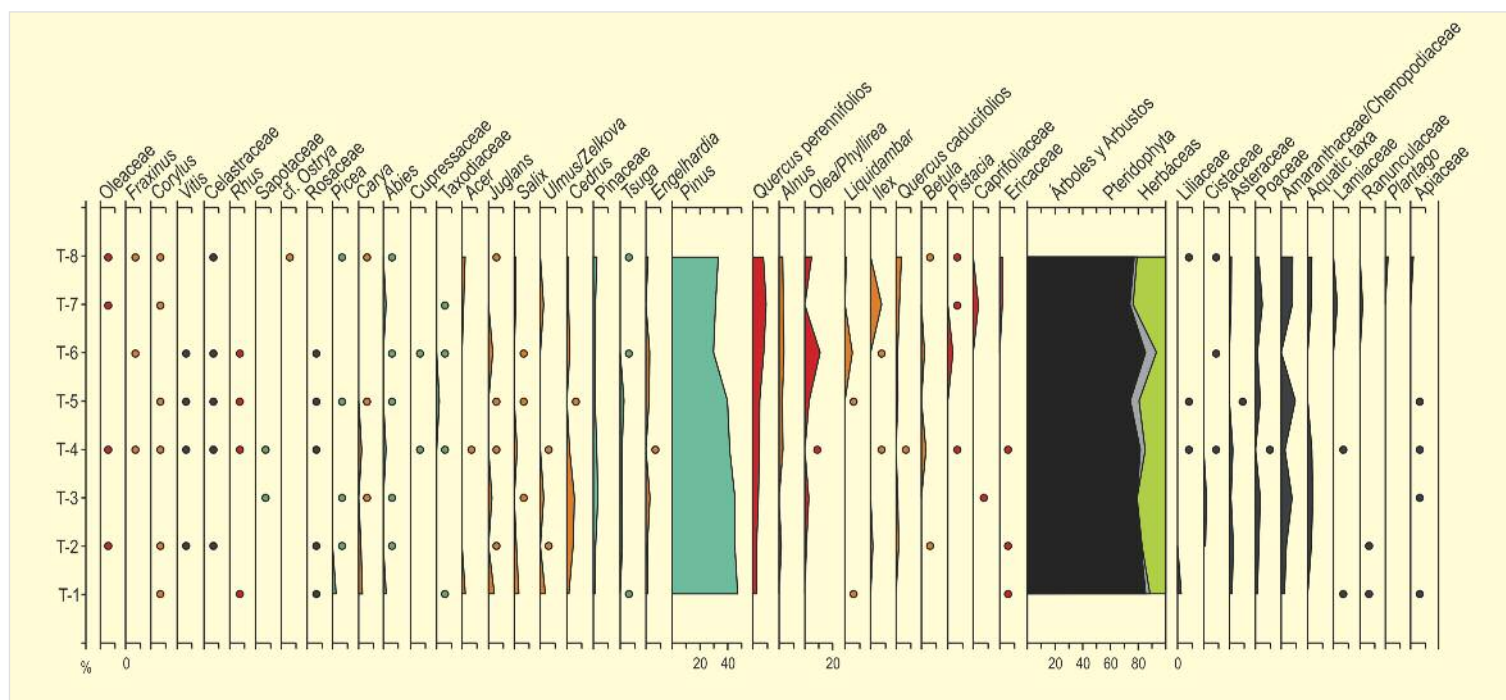


Figura 267. Diagrama polínico de Les Torrenteres (Papiol). Redibujado de Barrón et al. (2010)

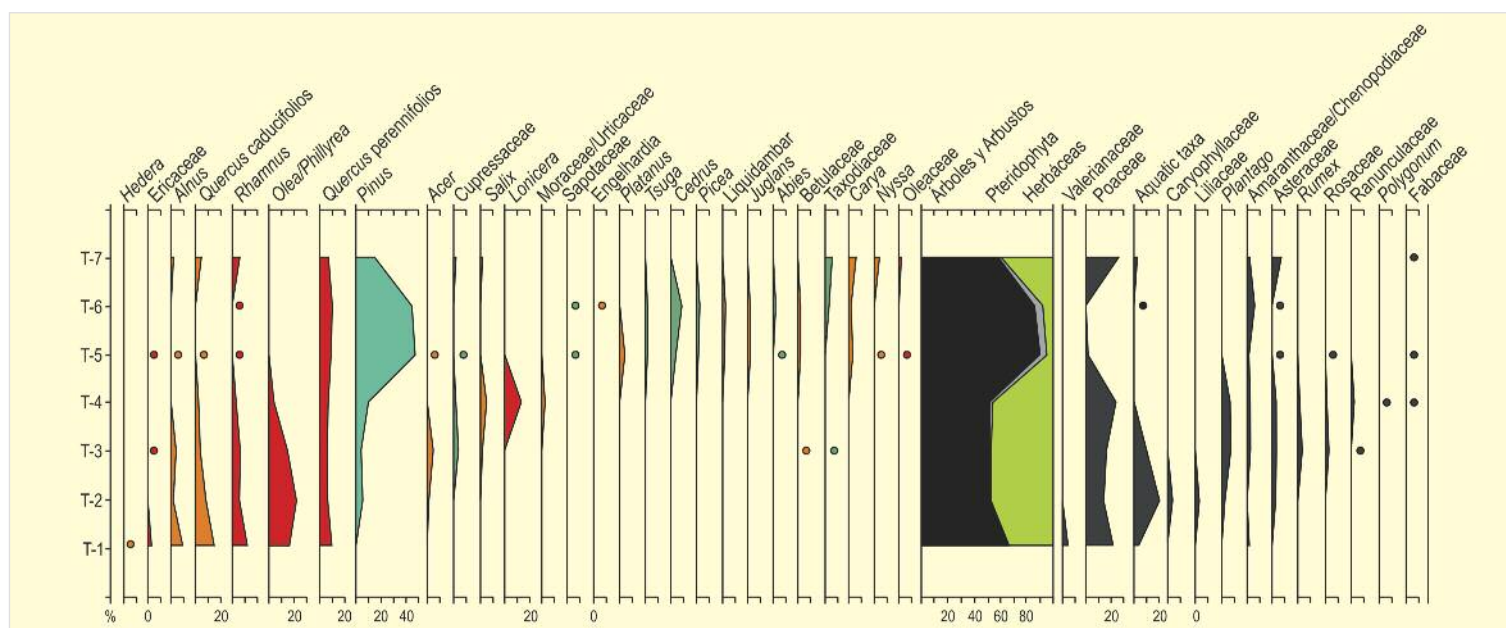


Figura 268. Diagrama polínico de Can Albareda. Redibujado de Barrón et al. (2010)

de vegetación existentes. En los niveles más arenosos o detríticos que proceden de materiales cercanos a la costa (base del diagrama de Can Albareda; Fig. 268), hay poca representación de Pinaceae, ausencia casi total de Taxodiaceae y pteridófitos. Sin embargo, *Betula*, *Alnus*, *Rhamnus*, *Olea-Phillyrea*, *Quercus*, *Plantago* y *Poaceae* muestran porcentajes apreciables. Estas asociaciones destacan por la relevancia de elementos de tipo mediterráneo que seguramente formaban comunidades de leñosas semejantes a las que existen en la actualidad. Sin embargo, los sedimentos margosos que provienen de zonas más alejadas del litoral, presentan un predominio de *Pinus*, una mayor abundancia y diversidad de Taxodiaceae, ligera prevalencia de *Quercus*

perennifolios, *Cedrus*, *Tsuga*, *Engelhardia*, *Olea-Phillyrea*, *Alnus*, *Poaceae* y *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, junto a diversos helechos (techo del diagrama de Can Albareda; Fig. 268). Posiblemente estas últimas asociaciones reflejan la existencia de bosques mixtos de llanura extralitoral con elementos ribereños o de pantanos.

Más información

Valle-Hernández & Civis (1977), Civis (1977a, b), Suc & Cravatte (1982), Sanz de Siria (1983-1984, 1987), Valle-Hernández (1982, 1983), Almera (1894), Barrón et al. (2010)

SANT ONOFRE

Baix Ebre, Tortosa, Tarragona
Plioceno



J. DOMÈNECH I ARNAU

Figura 269. Río Ebro a su paso por Tortosa cerca del Delta del Ebro

La sección de Sant Onofre ($40^{\circ} 45' 50''$ N, $00^{\circ} 35' 14''$ E; 1 m s.n.m.) se localiza cerca de la localidad de Tortosa, en el delta del Ebro (Fig. 269). Los estudios paleogeográficos indican que esta región durante el Plioceno era un gran golfo. Durante el Plioceno inferior, el río Ebro deposita una gran secuencia de sedimentos marinos en esta región. Más tarde, en el Plioceno superior, se produce el depósito de sedimentos continentales (Bessais & Cravatte 1988). La serie de Sant Onofre, de unos 80 m de potencia, fue descrita y datada por microfósiles (foraminíferos y micromamíferos) por varios autores (Magné 1978, Agustí *et al.* 1983, Martinell & Domènech 1984).

Cabe destacar la presencia en estos sedimentos de macrorestos vegetales, entre los cuales se encuentran *Cinnamomum*

scheuchzeri, *Nerium oleander*, *Acer nicolae*, *Platanus aceroides* y varias especies de *Populus* (Bathaler & López-Mandulley 1929).

Un estudio preliminar de polen fue realizado por Solé de Porta & Valle (1986). Posteriormente Bessais & Cravatte (1988) realizaron un estudio, que es el que aquí se describe. *Pinus* es en todo momento la gimnosperma más abundante en estas muestras (porcentaje máximo 62%; Fig. 270), seguido por Taxodiaceae, *Cedrus* y Cupressaceae. *Quercus* es también bastante abundante (máximo: 10%) y en menores porcentajes encontramos *Quercus* tipo *ilex-coccifera* y *Ulmus-Zelkova*.

La parte superior del diagrama se caracteriza por los porcentajes más altos de *Cathaya*, Cupressaceae, *Olea*, *Phillyrea*, *Alnus*

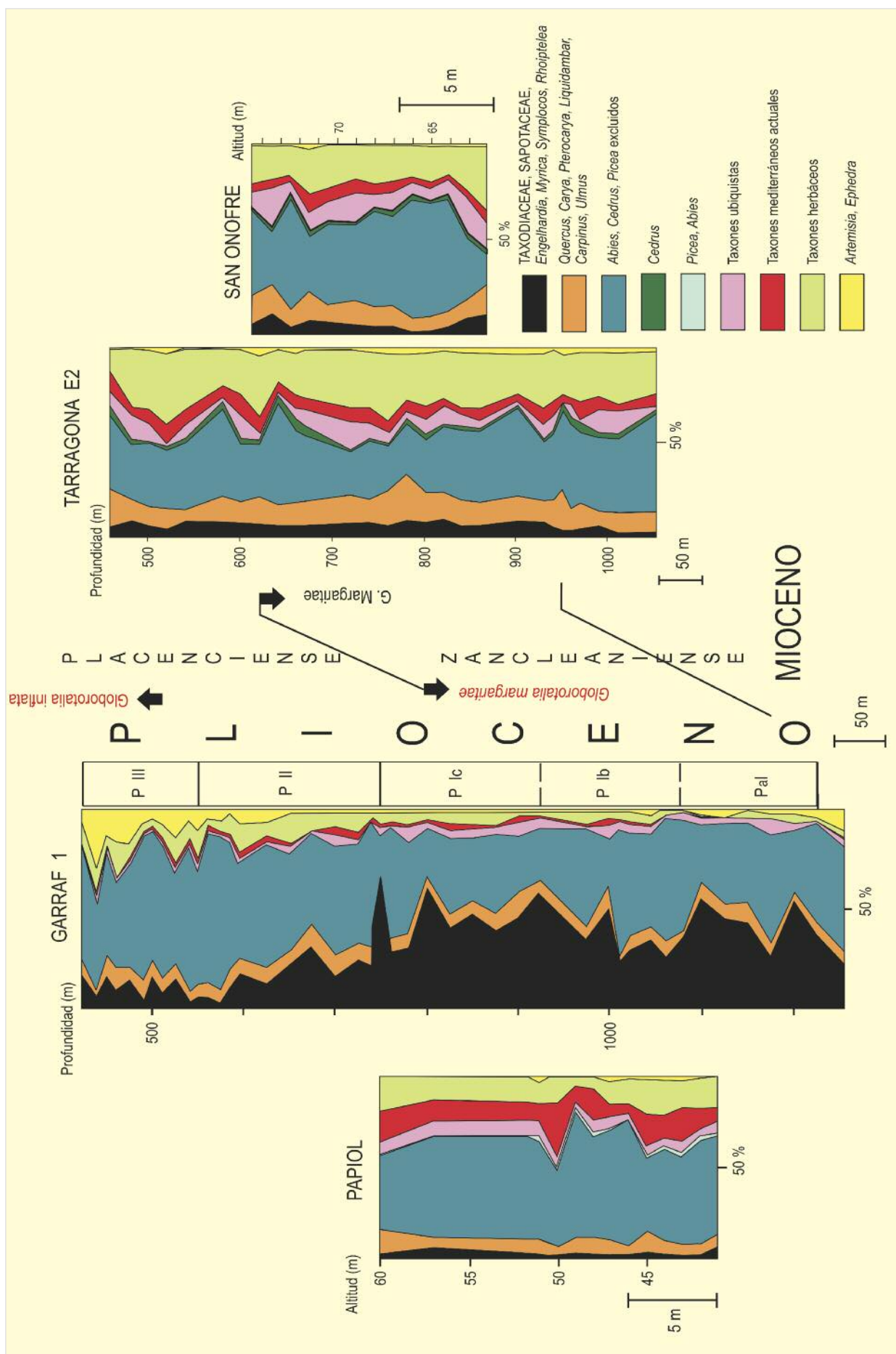


Figura 270. Diagramas polínicos sintéticos y bioestratigráficos de los sondeos de Garraf 1 y Tarragona E2 y su comparación con las secuencias de Papiol y Sant Onofre. Redibujado de Bessais & Cravatte (1988)

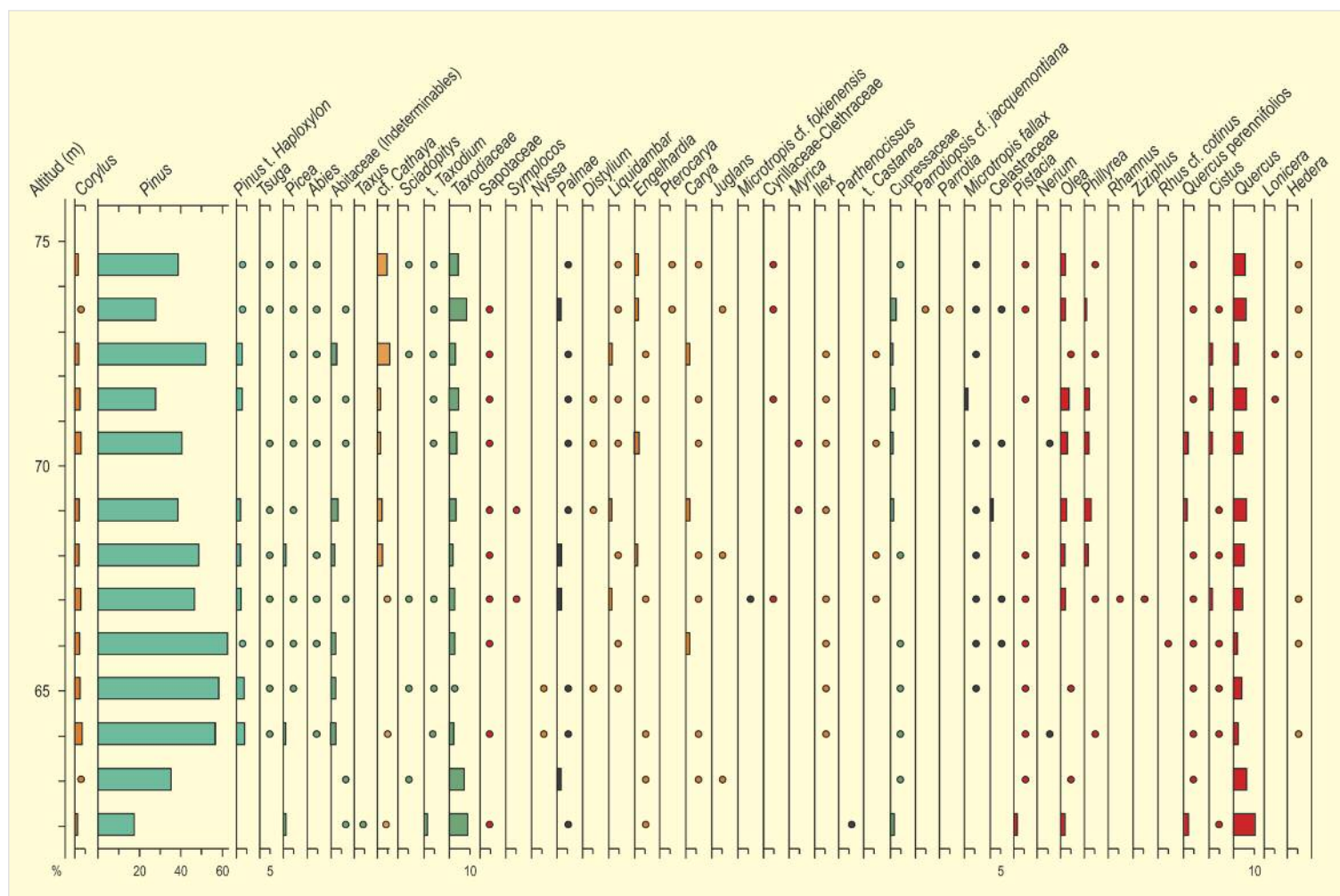


Figura 271. Diagrama polínico de Sant Onofre. Redibujado de Bessais & Cravette (1988)

y *Betula*. *Engelhardia*, *Carya*, *Microtropis fallax*, *Palmae* y *Pistacia* se encuentran con regularidad.

Los taxones herbáceos (*Poaceae*, *Amaranthaceae*-*Chenopodiaceae*, *Asteraceae*...) están bien representadas en los espectros polínicos (Fig. 271). Destacan la presencia de *Artemisia* y de *Ziziphus*. *Ericaceae*, *Ephedra*, *Nitraria* y *Lygeum* se encuentran con regularidad. Existen evidencias de polen de *Rutaceae* y *Calligonum* (*Polygonaceae*). Los pólenes acuáticos son muy escasos y las esporas abundantes.

Esta vegetación en Sant Onofre sería muy similar a la identificada en el sondeo marino Tarragona E-1 (Fig. 270), y se diferencia

muy bien de las localidades más septentrionales como Garraf 1 por mostrar una asociación de plantas mucho más abierta, con una mayor abundancia de taxones de tipo xérico como las hierbas subdesérticas *Lygeum*, *Nitraria* y *Calligonum*, así como una mejor representación de taxones típicamente mediterráneos como *Olea*, *Phyllirea* y *Quercus ilex-coccifera*. El clima, por tanto, estaría caracterizado por ser más árido.

Más información

Agustí *et al.* (1983), Solé de Porta & Valle (1986), Bessais & Cravette (1988)

YACIMIENTO DE CRESPIÀ

Pla de l'Estany, Crespià, Girona
Plio-Pleistoceno (Villafranchiense)



E. BARRÓN

Figura 272. Hoja de *Quercus cerris*, ejemplar MGBV9999, Museu de Ciències Naturals de la Ciutadella, Barcelona



E. BARRÓN

Figura 273. Foliolos de Juglandaceae, ejemplar MGBV9968, Museu de Ciències Naturals de la Ciutadella, Barcelona

Los yacimientos de las cercanías de Crespià ($42^{\circ} 11' 50''$ N; $02^{\circ} 46' 35''$ E; 150 m s.n.m.) son conocidos y valorados a nivel europeo por la importante cantidad de restos vegetales y faunísticos de edad Plio-Pleistoceno que presentan sus sedimentos. Las calizas de Crespià forman parte de la denominada Formación Incarcal, cuya sección tipo está situada en la cantera de Cal Taco, en el valle del río Fluvià, muy próximo a la carretera de Besalú-Figuères. Esta Formación consta de niveles travertínicos resedimentados formados por la acumulación de fragmentos de tallos y carofíceas, así como de calcarenitas, calcisiltitas y calcilutitas (Julià 1977, Ros & Palomar 2003). Estos materiales se depositaron en el seno de la cuenca lacustre de Banyoles-Besalú, en la llamada unidad morfológica del Glacis de Maià de Montoal. En la actualidad, a nivel local-regional, la zona se enmarca dentro del piso bioclimático mesomediterráneo con una temperatura media anual comprendida entre $13-17^{\circ}\text{C}$ y encuadrado

en la serie mesomediterránea catalana de *Quercus ilex* o alsina. En el entorno del yacimiento es posible encontrar en la actualidad formaciones de galería arbórea mixta en el río Fluvià, junto a comunidades de *Populus x canadensis* y *Quercus ilex*, *Q. pubescens*, *Pinus halepensis* y *P. pinea*.

Villalta & Vicente (1972) y Roiron (1983) estudiaron más de 400 restos vegetales, en su mayor parte correspondientes a hojas, aunque también se han hallado frutos (cúpulas) y brácteas. Éstos se recogieron durante los años setenta y ochenta en la antigua cantera de Incarcal, abandonada desde hace más de 25 años, que se encuentra situada al norte del frente de explotación actual (Ros & Palomar 2003). Junto con los restos vegetales, se halló un esqueleto casi completo del rinoceronte *Stephanorhinus etruscus*, el cual permite asignar una edad villafranchiense (Plio-Pleistoceno) a las



E. ROS I REINACH

Figura 274. Vista panorámica de la comarca del Pla de l'Estany

calizas de Crespià (Ros *et al.* 2003). Los restos foliares y las brácteas recogidas se conservan como impresiones en buen estado de conservación, ya que preservan márgenes y nerviaciones completas, hecho que permitió una buena identificación.

Si exceptuamos la aparición de un fragmento de una piña de *Pinus*, que Villalta & Vicente (1972) relacionan con *P. sylvestris*, y una hoja linear paralelinervia que podría pertenecer al género *Arundo*, el resto de fósiles estudiados pertenecen a distintos tipos arbóreos o arbustivos de angiospermas dicotiledóneas. Éstos son: *Carpinus suborientalis*, *C. orientalis*, *C. betulus*, *Quercus cerris* (Fig. 272), *Q. ilex*, *Q. faginea*, *Quercus*, *Populus alba*, *P. tremula*, *Zelkova crenata*, *Carya minor*, *Pterocarya denticulata*, Juglandaceae (Fig. 273), *Acer integririmum*, *A. campestre*, *A. opalus*, *A. monspessulanum*, *A. creticum*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Fraxinus*, *Tilia tomentosa*, *Tilia*, *Laurus nobilis*, *Laurus* cf. *canariensis*, *Berberis*, *Parrotia persica* y *Sorbus domestica*. De forma anexa, en el cercano yacimiento de Incarcàl I, de edad Pleistoceno inferior (Galobart & Agustí 2003), se han encontrado restos de frutos y semillas atribuibles al género *Juglans* (Buxó 2003).

Desde un punto de vista cualitativo, el 41% de las impresiones encontradas pertenecen a *Quercus cerris* y un 19% a *Carpinus*. El resto de los taxones identificados aparecen con porcentajes inferiores al 7%. Considerando estos valores, en la zona debieron de desarrollarse bosques mixtos mesofíticos de tipo submediterráneo semejantes a los que existen hoy en día en la Península Itálica, los Balcanes o Anatolia. Estos bosques estuvieron mayoritariamente poblados por los dos taxones mencionados que, como ocurre en la actualidad, debieron de convivir en diferentes situaciones ecológicas en función de factores como la humedad ambiental (Quézel *et al.* 1980).

En estas formaciones forestales aparecieron formaciones ripícolas con *Populus* y *Fraxinus*, taxones de tipo mediterráneo, como *Acer monspessulanum*, *Laurus nobilis*, *Quercus ilex* y *Q. faginea* y especies meso-termohigrófilas que actualmente habitan principalmente en regiones asiáticas y/o norteamericanas con climas templado-cálidos como *Parrotia*, *Pterocarya* o *Zelkova*.

Los estudios palinológicos realizados (Geurts 1977, Suc 1980, Suc & Cravatte 1982), por una parte señalan una mala preservación del polen, llegándose a contar 125 y 126 granos respectivamente en los niveles con macroflora (Suc & Cravatte 1982), y por otra una sobrerrepresentación de granos de polen de pináceas, que podrían reflejar una vegetación regional. Sin embargo, si no tenemos en cuenta los porcentajes de coníferas, las asociaciones polínicas reflejan de modo similar la macroflora con la presencia de taxones mesofíticos, como *Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Acer* y *Alnus*, mediterráneos como *Quercus ilex-coccifera*, *Olea* y *Phillyrea* y taxones mesofíticos hoy extintos de Europa, como *Parrotiopsis*.

Considerando el conjunto de la macroflora y la palinoflora así como su posible ecología, podemos inferir un clima templado-húmedo relacionable también con la situación de la zona de Crespià al sur de los pirineos y su proximidad al mar. Sin embargo, la edad del yacimiento y la presencia en el mismo de un elemento mediterráneo bien caracterizado permite suponer también la existencia de una ritmicidad climática de tipo mediterráneo.

Más información

Villalta & Vicente (1972), Suc (1980), Suc & Cravatte (1982), Roiron (1983), Buxó (2003), Ros & Palomar (2003), Ros *et al.* (2003)

MAS MIQUEL

Pla d'Usall, Porqueres, Girona
Pleistoceno inicial

La cantera de Mas Miquel (42° 08' 58" N, 02° 45' 07" E; 240 m s.n.m.) se encuentra en la meseta de Usall, al norte del lago Banyoles en Girona, y muy cercana a otras secuencias contemporáneas recogidas en esta monografía como Tres Pins, Bòbila Ordís y Molí Vell que se encuentran dentro de la cuenca paleolacustre plio-pleistocénica de Banyoles-Besalú.

El perfil que se recogió fue encontrado en la parte superior de la cantera y consistió en un registro paleolacustre de 6,75 m de espesor (Julià 1980) en el que la piedra caliza se ha recristalizado y es muy dura. La edad que se le atribuye a la secuencia es del Pleistoceno inicial, basándose en restos óseos de *Leptobos etruscus*, *Equus robustus* y *Equus stehlini* encontrados en varias capas de arcillas orgánicas y turba inmersas en el perfil calizo (Geurts 1979).

Sobre los sedimentos de esta secuencia se han realizado dos análisis polínicos. El primero de ellos fue efectuado por Geurts (1979) con el estudio de ocho muestras de 4 m de sedimento (Fig. 275). El espectro polínológico fue interpretado como indicativo de un clima relativamente cálido y, por lo menos, comparable con la segunda fase de Molí Vell.

Adicionalmente, la presencia de algunos granos de polen de varios taxones que en la actualidad no viven de manera natural en Europa, como *Nyssa*, *Platanus* y *Liquidambar*, se considera que está en concordancia con la atribución de una cronología del Pleistoceno inicial a partir de los restos óseos. En general, se detecta un paisaje densamente forestado con porcentajes arbóreos de entre el 70 y el 90%. Estos bosques estarían dominados por *Pinus*, *Quercus* y *Juglans* salpicados con otros

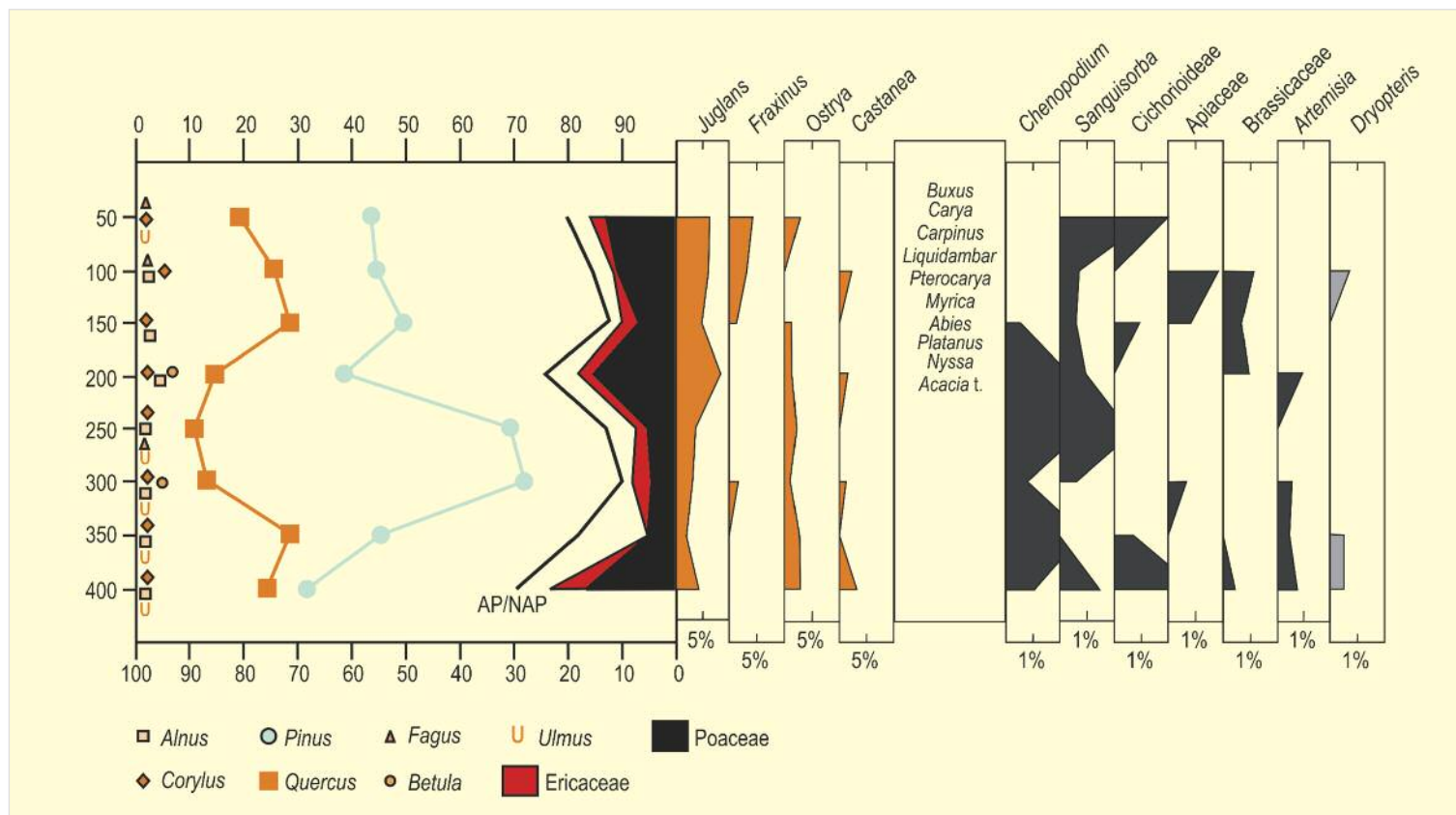


Figura 275. Diagrama palinológico de la secuencia de Mas Miquel. Redibujado de Geurts (1979)

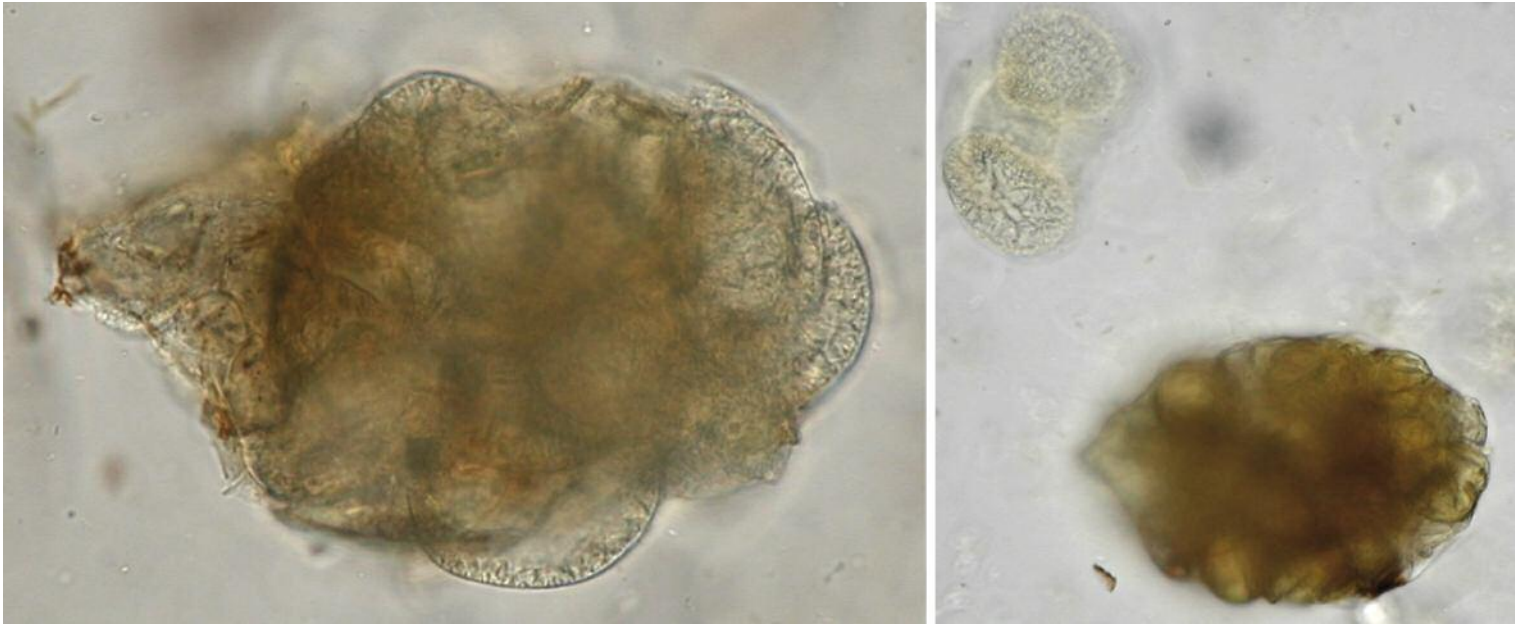


Figura 276. Fotografías de dos pellets fecales de artrópodos de la muestra 3 de Mas Miquel (Leroy 1990). El de la izquierda tiene 140 micras de diámetro y el de la derecha 100 micras de diámetro

taxones como *Fagus*, *Liquidambar*, *Castanea*, *Carya*, *Pterocarya*, *Nyssa* y *Platanus*.

En el segundo intento de análisis polínico se llevó a cabo una revisión de la interpretación anterior por parte de Leroy (1990). Se realizaron nuevos análisis, también sobre ocho muestras, aunque esta vez sin acetolisis. Estas muestras resultaron poseer concentraciones polínicas muy bajas y, además, cinco de ellas fueron estériles. Aun así, en las muestras restantes, el estado de conservación de los granos de polen fue excelente, a veces incluso con citoplasma.

Adicionalmente, los restos de artrópodos resultaron ser muy frecuentes mientras que se detectaron pocos granos de polen de plantas extintas como *Carya*. La presencia de coprolitos de artrópodos (Fig. 276) sugirió una fuerte contaminación de la secuencia por polen moderno, ya que existen madrigueras de artrópodos en las grietas de la piedra caliza.

Más información

Geurts (1979), Leroy (1990)

MOLÍ VELL

La Garrotxa, Maià de Montcal, Girona
Pleistoceno inferior



Figura 277. Vista panorámica en San Martín de Dosquers

La secuencia de Molí Vell ($42^{\circ} 12' N$, $02^{\circ} 45' E$; 160 m s.n.m.) se recogió en los sedimentos calcáreos de un pequeño valle de la ladera norte del río Fluvià, en Dosquers, Girona (Julià 1980). El sedimento se caracteriza por la alternancia de capas de color beige y gris, cada una de c. 1 cm de espesor. De este lugar fue estudiado un afloramiento de 20 m de espesor. Este yacimiento paleobotánico y la cantera Incarcal en Crespià forman parte de la cuenca lacustre de Besalú (Julià 1980) (Fig. 277). La edad que se le asigna es del Pleistoceno inferior, aunque esta atribución cronológica es bastante incierta y se basa en la relación con la cantera Incarcal en Crespià y en los taxones polínicos raros que aún se representan en los espectros polínicos de Molí Vell, pero que empezaron a desaparecer a finales del Pleistoceno inferior.

Geurts (1977, 1979) estudió mediante análisis palinológico veinte muestras de este registro con origen en tres partes distintas del sondeo, por lo que se tratan como tres fases independientes (Fig. 278). La primera de ellas, correspondiente con la parte más basal (muestras MV-59 a MV-61iii), representa una fase en la que se observa un paisaje en el que *Pinus* sería el taxón arbóreo dominante pero en el que otros taxones como *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carya* y *Corylus* también aparecen. Por el contrario, en la segunda fase (muestras MV-38 a MV-43) se observa un paisaje en el que se produce un mayor desarrollo de las masas boscosas con una mayor importancia del elemento caducifolio, especialmente de *Quercus*, *Carya* y *Ostrya*. En esta

fase se producen alternancias entre *Quercus* y *Pinus* como taxones arbóreos dominantes.

Por último, en la tercera fase (MV-1 a MV-14) se observa una ligera reapertura de la vegetación en paralelo con los menores porcentajes de *Quercus* detectados, con la vuelta de *Pinus* como taxón dominante y con un aumento de los valores de *Carya* y *Abies*. La interpretación que sugieren los autores de los datos polínicos, junto con el estudio detallado de ostrácodos y geoquímica (Deckker *et al.* 1979), es que durante la primera fase el clima sería más frío que en la actualidad y durante la siguiente fase se desarrollaría un clima más cálido, mientras que en la última fase las características serían intermedias pero aún más cálidas que a día de hoy.

Adicionalmente, Geurts también publicó un análisis detallado de una de las unidades estratigráficas varvadas de Molí Vell con el estudio de seis muestras (AM-1 a AM-6). Con el análisis de estas muestras (Fig. 279) se detectó la señal de la temporada de floración de distintas plantas: en las capas de color beige el polen mayoritariamente fue el de *Quercus*, atribuyéndose a sedimentación ocurrida en primavera; mientras que en las capas de color gris *Tilia* y *Pinus* fueron los taxones mayoritarios y se han relacionado con la sedimentación estival.

Más información

Geurts (1977, 1979), Deckker *et al.* (1979)

CAL GUARDIOLA

Terrasa, Barcelona

Pleistoceno inferior/medio (1,2-0,8 Ma)



Figura 280. Excavación del yacimiento durante la campaña de 1997

El yacimiento de Cal Guardiola, situado en la orilla occidental del río Vallparadís (41° 34' 06" N, 02° 00' 40" E, 310 m s.n.m.), fue descubierto en pleno centro de la ciudad de Terrasa al iniciarse la construcción de un edificio en un solar de la localidad. Tras la realización de la excavación de urgencia, llevada a cabo entre el Instituto Paleontológico Miquel Crusafont y la Universidad Autónoma de Barcelona en el año 1997, se terminó la edificación previamente paralizada.

Desde un punto de vista estratigráfico, el sitio comprende una secuencia de cuerpos sedimentarios, principalmente gravas con escasa selección granulométrica. En total han sido descritos cuatro cuerpos sedimentarios principales, el primero descansa sobre el Mioceno superior, seguido por otro procedente de un episodio de alta energía y por un tercero, el llamado nivel D2, en el cual aparecen los restos fósiles. En este nivel se hallan gravas de diferente tamaño, encontrándose un gran número de macrorestos con disposiciones que oscila entre 40 y 120 cm. En el cuarto nivel se produce un descenso del nivel de energía disminuyendo la fracción de gravas. El conjunto de maderas y polen se encontraba mezclado, no mostrando ninguna polaridad

sedimentaria. El mecanismo de deposición, probablemente una avenida con flujos de alta energía, provocó una mezcla en la que no es posible inferir una evolución en la secuencia, sino únicamente presencia y cantidad de taxones. Las maderas fósiles estudiadas se encontraban en un estado de conservación duripártico o esencialmente inalterado. Fueron detectados en ellas la presencia de procesos de carbonificación, biodegradación, distorsión tafonómica, desarticulación y en algunos casos piritización.

En el yacimiento se realizaron numerosas catas, cubriendo un área total de 691 m². Las maderas extraídas fueron tratadas con sustancias antifúngicas y guardadas en cámaras frías. En total, un centenar de macrorestos leñosos fueron estudiados mediante técnicas de microtomía clásica.

Para el análisis polínico se procesaron 18 coprolitos y 60 muestras de sedimento extraídos de los sondeos S1, P68, y 25-35, siendo extraídas el resto de los perfiles 3-8, 34-39 y 37-42.

Los estudios sobre la cronología del nivel fosilífero lo sitúan por debajo de la transición Brunhes-Matuyama y su correlación con micromamíferos tales como *Miomys savini* y *Allophaiomys burgondiae* sugieren una edad comprendida entre 1,2 y 0,8 Ma. Esto indica que la edad del yacimiento puede situarse en la transición Pleistoceno inferior-medio.

Los datos del diagrama polínico (Fig. 281) indican un paisaje vegetal abierto con poca densidad arbórea (12,1% de AP), destacando la importancia del polen de *Pinus* y *Quercus* perennifolios. Otro aspecto es la presencia, aunque con representación polínica escasa, de un conjunto de especies afines a medios con una cierta humedad edáfica y/o ambiental óptimo climático. Este es el caso de *Carya*, *Castanea*, *Juglans* y haciendo su aparición de modo esporádico *Platanus* y *Celtis*. También destaca la aparición, reducida en cantidad polínica pero constante, del grupo de las Taxodiaceae, así como la puntual aunque también significativa de *Pinus* tipo *haploxylon*. Por otro lado, la presencia de polen de taxones mediterráneos es constante en todos los análisis, apareciendo los siguientes: *Pistacia*, *Cistus*, *Phillyrea*, *Buxus* y *Chamaerops*. Por último, los elevados valores de Poaceae (hasta un 49%) podrían relacionarse con la presencia de pastizales higrófilos o mesófilos más cercanos al yacimiento, así como con las praderas próximas de medios abiertos más secos.

El conjunto de maderas pone de manifiesto la presencia de 11 taxones, todos ellos higrófilos o mesohigrófilos. Aparecen *Quercus* subgen. *quercus*, *Aesculus* aff. *hippocastanum*, *Acer* aff. *pseudoplatanus*, *Acer* aff. *campestre*, *Ulmus*, *Ligustrum vulgare*, *Fraxinus angustifolia*, *Viburnum opulus*, *Cornus sanguinea*, *Salix* y *Populus*. Destaca la aparición de *Aesculus* aff. *hippocastanum*, primera cita para el registro fósil ibérico de este taxón y primera para Europa también en base a su presencia de macrorrestos leñosos (Postigo-Mijarra *et al.* 2008).

Del análisis conjunto de macrorrestos y restos polínicos (Postigo-Mijarra *et al.* 2007) podemos deducir que en el ambiente ribereño y zonas próximas al mismo tendrían importancia un grupo de taxones en el que podríamos destacar por un lado macrófitos acuáticos como *Typha-Sparganium*, cf. *Phragmites* (*Poaceae* < 15µ), *Myriophyllum*, *Sagittaria*, *Potamogeton*, *Alisma*, *Utricularia*, *Lemna*, *Polygonum* y *Nuphar*. Por otra parte, en una primera y segunda banda de vegetación, podrían coexistir *Tamarix*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Cornus*, *Ligustrum* y *Ulmus*. En ambientes más alejados del cauce, pero todavía con una cierta humedad edáfica y/o ambiental, aparecerían arces (*A. pseudoplatanus* / *A. campestre*), *Carpinus* y robles marcescentes (*Quercus* subgen. *quercus*), viéndose acompañados por el grupo de taxones mesohigrófilos: *Aesculus*, *Platanus*, *Carya*, *Juglans* y *Celtis*.

En posiciones más alejadas del curso de agua, interfluvios y laderas, en situación de ambientes mesófilos, aparecería el conjunto de *Quercus* perennifolios. Se trataría de grupos de árboles o pies aislados diseminados en amplias zonas abiertas, mostrando un tipo de vegetación de carácter mediterráneo. Sus componentes arbóreo-arbustivos, además de *Quercus* perennifolios, serían *Pinus*, *Cupressaceae*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Cistus*, *Thymelaeaceae*, *Chamaerops* y *Ephedra*. En la vegetación herbácea de los espacios abiertos dominarían pastizales estacionales de poáceas y otros taxones herbáceos (*Asteraceae*, *Artemisia*, *Lygeum*, *Brassicaceae* y *Centaurea*).

Por último, en zonas probablemente más alejadas indicando condiciones de mayor altitud o condiciones locales de mayor microtermia y/o humedad, aparecerían *Pinus sylvestris*, *Pinus haploxylon*, *Abies* y *Betula*. Las taxodiáceas podrían encontrarse diseminadas dentro del conjunto ribereño, al abrigo umbroso del fondo de valle o podrían formar parte de la vegetación forestal de la montaña media-alta junto con *Abies* y *Betula*, en condiciones de mayor pluviosidad y sequía estival poco acusada.

Los datos paleobotánicos que se muestran en el yacimiento corresponden a un momento clave en la historia paleoclimática de la Península Ibérica, la MPT (*Middle Pleistocene Transition*). En este momento, los taxones termohigrófilos terciarios forman parte aún de modo significativo de los paisajes ibéricos, aunque van viendo mermada ostensiblemente su representación en los mismos. Este es el caso de *Carya*, *Platanus* y de modo más significativo de *Aesculus*, taxón de amplia distribución terciaria en el Plioceno que queda reducido a las penínsulas mediterráneas durante el Pleistoceno

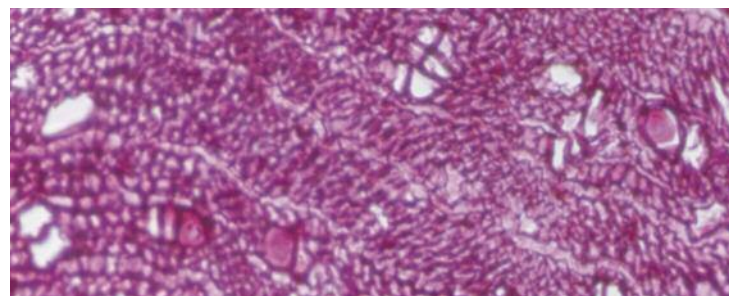


Figura 282. Porosidad difusa con vasos aislados o en pequeños grupos de 3-4 elementos en plano transversal de *Aesculus*

J.M. POSTIGO-MIJARRA

(Postigo-Mijarra *et al.* 2008). Se produce una coexistencia en espacios reducidos de éstos con una flora plenamente instalada y diversificada ya de elementos mediterráneos. Destaca el dato de *Pinus haploxylon*, pero sobre todo el de la familia Taxodiaceae, última referencia fósil para la Península Ibérica y una de las últimas para el entorno europeo. Podemos inferir por tanto un paisaje típico de Pleistoceno inferior inmediatamente previo, por edad y flora en su conjunto, a los ya más empobrecidos en taxones terciarios del Pleistoceno medio.

La abundante información que proporciona en cuanto a material fósil, así como la diversidad taxonómica presente, hace de Cal Guardiola un yacimiento único en el marco del Pleistoceno peninsular. Por su cronología, podemos relacionarlo con el yacimiento de Atapuerca, concretamente con el sondeo de Gran Dolina (García-Antón 1989, 1992). También relacionable con el inicio del Pleistoceno medio, en un marco temporal próximo al yacimiento de Cal Guardiola, se encuentra la secuencia de Buenavista Superior, en el río Tajo (Martín-Arroyo 1998). La mayor diferencia que muestra el yacimiento de Cal Guardiola con estos yacimientos es la patente diversidad de termohigrófilos, con la presencia entre ellos de *Aesculus*, así como de Taxodiaceae y *Pinus haploxylon*. Las mayores semejanzas del mismo con otros registros ibéricos pueden establecerse con sondeos realizados en el noreste peninsular: sondeos de Molí Vell (Dosquers) y Mas Grill, ambos datados como Pleistoceno inferior (Geurts 1977, 1979, Deckker *et al.* 1979).

A pesar de estas semejanzas, la elevada diversidad taxonómica de Cal Guardiola y la aparición de taxones tales como Taxodiaceae, *Pinus haploxylon* y *Aesculus*, marcan apreciables diferencias con aquellos. Respecto a las secuencias europeas hay que destacar por su proximidad geográfica, afinidad florística y similar cronología con Cal Guardiola la secuencia de Le Vallonnet (Renault-Miskovsky & Girard 1978), de edad waaliense y situada, en los Alpes marítimos. La coincidencia de taxones es bastante elevada pudiéndose hallar también el cortejo de mesocráticos en el que se encuentra citado *Aesculus*. Sin embargo, no ha sido registrada ni la presencia de Taxodiaceae ni la de *Pinus haploxylon*.

Más información

Postigo-Mijarra *et al.* (2007, 2008)

BÒBILA ORDÍS

Porqueres, Girona
Pleistoceno inferior



Figura 283. Sondeo BO-IV en la meseta de detrás de la cantera Bòbila Ordís en abril de 1988. Puede verse el Lago de Banyoles al fondo

La secuencia de Bòbila Ordís se localiza en el noreste de la Península Ibérica, en la provincia de Girona, al sur de los Pirineos ($42^{\circ} 08' 21''$ N, $02^{\circ} 44'$ E, 215 m s.n.m.). En concreto, y al igual que Tres Pins y Mas Miquel, se encuentra dentro de la cuenca paleolacustre plio-pleistocénica de Banyoles-Besalú, que está siendo explotada como cantera para la fabricación de ladrillos. Este sitio ha sido investigado por varias generaciones de palinólogos durante los últimos 40 años, habiéndose estudiado en total más de 250 muestras mediante análisis polínico que, en su conjunto, suman más de 127 m.

Aunque en los últimos años está incrementándose el interés científico por el estudio paleoambiental de sedimentos lacustres de finales del Plioceno y comienzos del Pleistoceno en Europa debido a su contemporaneidad con la llegada del ser humano a nuestro continente, en pocas ocasiones es posible conseguir y atribuir una cronología absoluta a secuencias de esta edad. Estudios multidisciplinarios en Bòbila Ordís entre los que se encuentran tanto trabajos sedimentológicos, polínicos, faunísticos, de ostrácodos y gasterópodos, como de susceptibilidad magnética y paleomagnetismo, han contribuido a establecer la edad de los cambios paleoclimáticos de estas secuencias, ubicándolas en la segunda mitad de principios del Pleistoceno.

La serie paleolacustre de Bòbila Ordís está compuesta por una sucesión de al menos tres lagos (primer lago: BO-IV, segundo lago: BOC-III y IV y tercer lago BO-I a III; Fig. 284) separados por fallas y colapsos kársticos (Leroy 2008). El primer lago es el más antiguo, el segundo lago es más joven que el anterior, mientras que el tercer lago es el más reciente de los tres.

Secuencia BO-IV (primer lago)

El sondeo BO-IV, de 52 m de longitud, está localizado en la meseta caliza con vistas a la cantera (Fig. 283) y se recuperó en 1988. Se han realizado diversos estudios en este registro. El primero de ellos por Leroy (1990), habiéndose completado a más resolución por Leroy (2008) y datado magnetoestratigráficamente por Løvlie & Leroy (1995). Como se ha comentado, la edad se corresponde con la segunda mitad del Pleistoceno inicial, habiéndose identificado el intervalo de polaridad normal *Cobb-Mountain* entre 16,70-14,05 m de profundidad y que se relaciona con la segunda parte de un interglacial. Adicionalmente, entre 8,90-8,81 m de profundidad, se recuperaron tres dientes de roedores correspondientes a dos especies distintas de arvicólidos: *Allophaiomys chalinei* y *Miomys savini* (Leroy *et al.* 2001), siendo cada una de ellas indicativa de dos biozonas sucesivas de la segunda mitad del Pleistoceno inicial. Por lo tanto, los fósiles del primer lago sugieren una edad

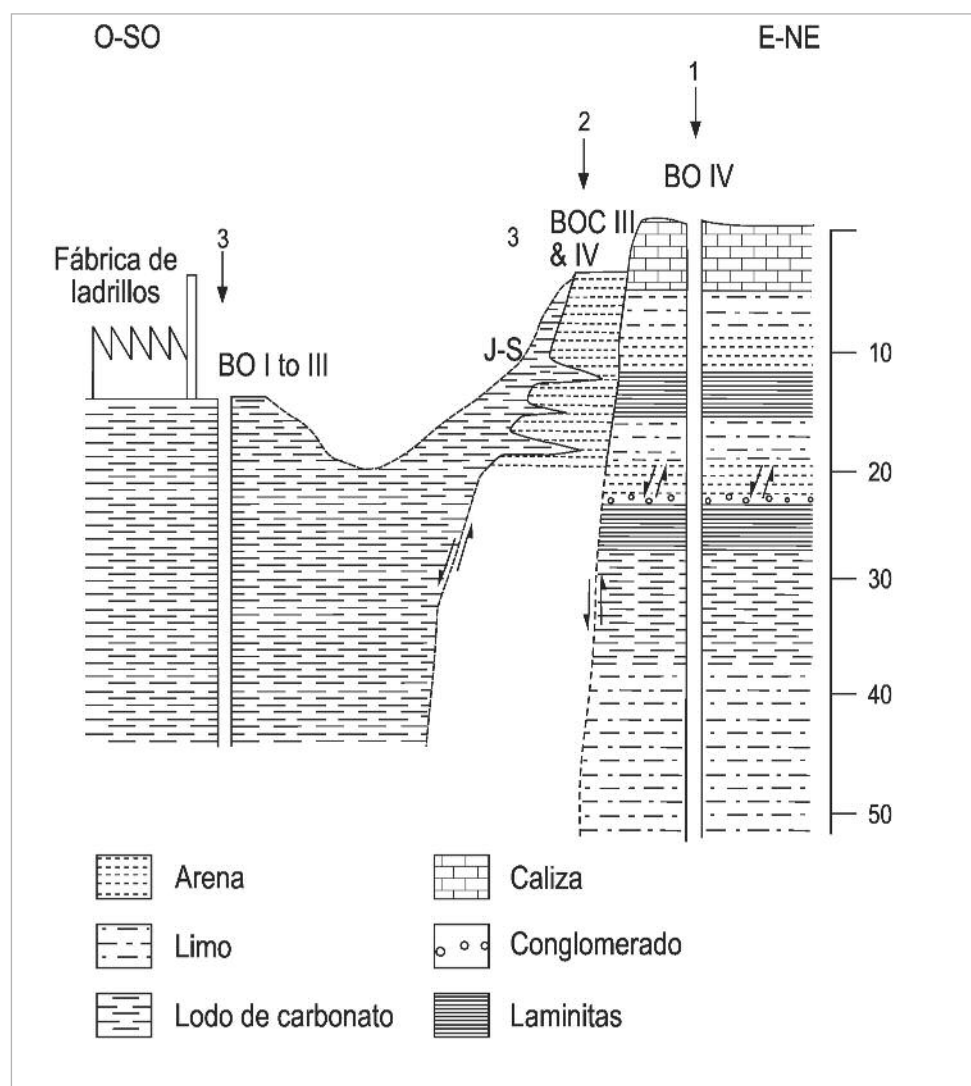


Figura 284. Sección transversal de la fábrica de ladrillos de Bòbila Ordís mostrando los diferentes afloramientos y los distintos testigos estudiados de la serie paleolacustre (Leroy 2008). J-S hace referencia a la sección investigada por Julià & Suc (1980)

del Bihariense temprano y, comparaciones con Atapuerca y Le Vallonnet, indican una edad anterior al evento de Jaramillo. En resumen, la combinación de todos estos datos indica una cronología centrada en 1,2 Ma, siendo una de las pocas secuencias terrestres con esta edad en Europa.

Los primeros 22,5 m de la secuencia, de carácter interglacial, son muy homogéneos debido a una sedimentación afectada por manantiales subterráneos. En la parte media de la secuencia, los análisis palinológicos, con el apoyo de la descripción visual de los sedimentos junto con los registros de ostrácodos y moluscos, han permitido la reconstrucción de un ciclo glacial-interglacial, en los que se detectan procesos de sucesión en la vegetación. Además, también se ha registrado un segundo ciclo climático incompleto en la parte superior, en lo que se correspondería con un lago somero. Las breves interrupciones que se detectan en los dos ciclos climáticos posiblemente están vinculadas con el colapso de la ribera de lago causado por la actividad de *Hippopotamus amphibius* o por fallas relacionadas con el karst. La sucesión al completo es probable que se encuadre en los estadios isotópicos OIS 36-33. El bosque típico que se detecta

durante el Pleistoceno inicial estaría dominado por *Quercus*, *Carya* y *Carpinus betulus* (Fig. 285).

Secuencias BOC-III y IV (segundo lago)

Las muestras del segundo lago se recogieron del acantilado de la cantera (Fig. 284), en donde se detuvo la explotación de arcilla al llegar a un sedimento más grueso. En total el afloramiento poseía una potencia de 13 m (BOC-III y IV), todos los cuales fueron sondeados y estudiados palinológicamente (Leroy 1988, 1990, Fig. 286). El sedimento es, en su mayoría, una aleurita de color claro (blanco amarillento a marrón). A nivel de fauna, en esta secuencia sólo se ha encontrado un diente de un topillo (*Microtus* sp.) al cual se atribuye una cronología del Pleistoceno inicial, aunque siempre posterior a la del primer lago.

Los espectros de polen de BOC-III y IV se corresponden con una vegetación esteparia arbolada con taxones característicos como *Pinus*, Poaceae y Asteraceae, haciendo referencia a un periodo glacial. Este periodo frío parece haber sido interrumpido por un corto periodo interstadial en el que se observa el desarrollo de *Carpinus* (Fig. 285).

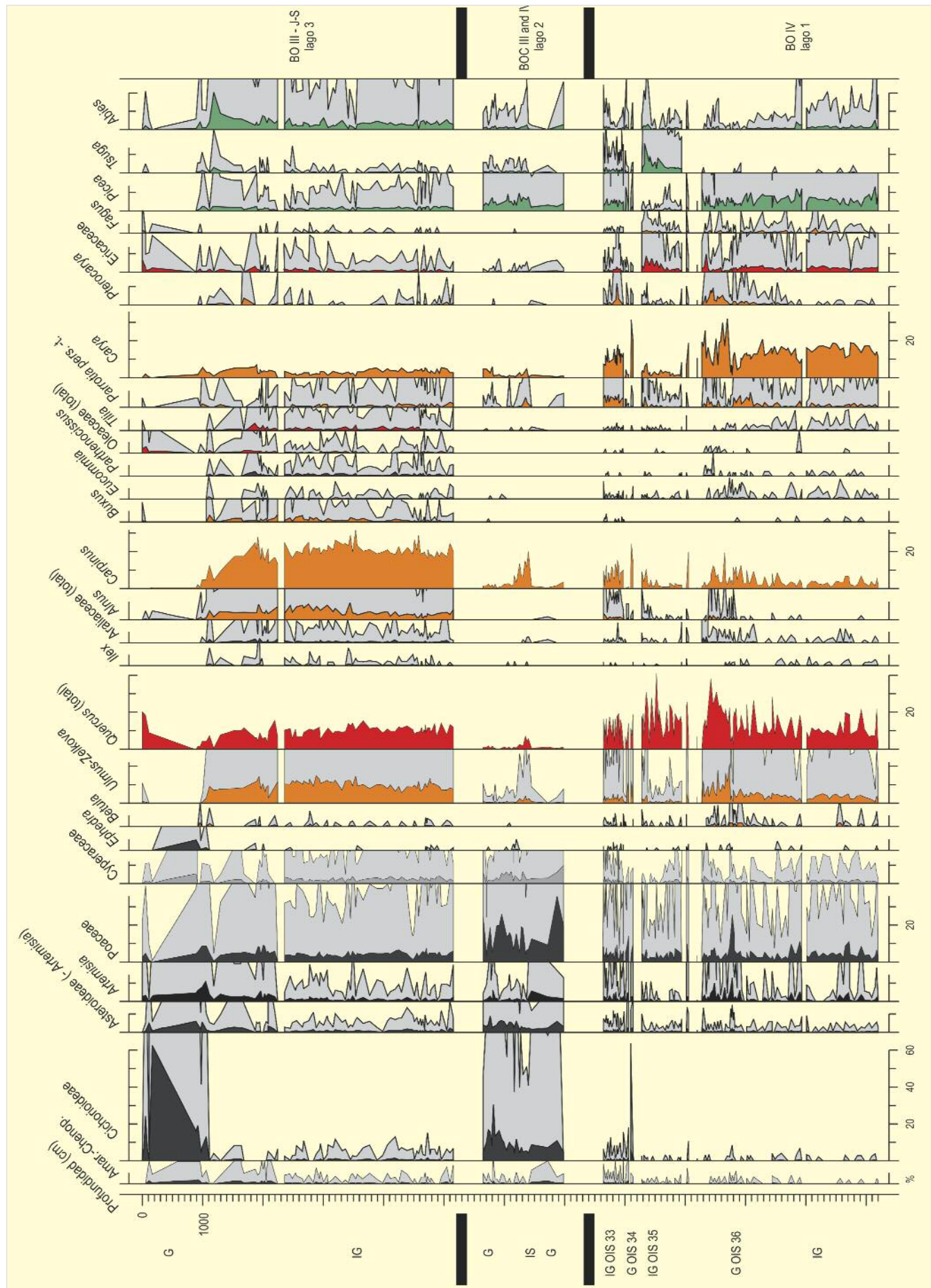


Figura 285. Curvas palinológicas seleccionadas de los espectros polínicos de los tres lagos de la serie paleolacustre de Bòbila Ordís. Redibujado de Leroy (2008)



Figura 286. Detalle de parte del perfil recogido en el Lago 2 mostrando un corto periodo interestadial (BOC-IV)

Secuencias BO-I, BO-II y BO-III (tercer lago)

Los sedimentos del tercer lago están siendo explotados para la producción de ladrillo y primero fueron investigados varios afloramientos de 17 m de espesor hace varias décadas (Elhai 1966, Geurts 1977, Julià 1980, Julià & Suc 1980, Fig. 284). Posteriormente también fueron estudiados a partir de tres perforaciones (BO-I, BO-II y BO-III, profundidad máxima de 29 m) en el suelo de la cantera (Leroy 1987, 1990, Fig. 287). Los sedimentos estudiados por Leroy (1987, 1990) son muy homogéneos y dominados por lodos carbonatados de color negro que se convierten en arenas amarillas sólo en la parte superior del afloramiento.

La edad estimada para estos sedimentos es también del Pleistoceno inicial, pero claramente posterior a la del segundo lago. Durante los últimos años, se ha encontrado una fauna diversa de mamíferos. La microfauna se compone de un molar inferior de *Mimomys savini* y de un molar inferior de *Allophaiomys burgondiae*. La megafauna incluye básicamente *Cervus philisi*, *Hippopotamus*



Figura 287. Maniobra de muestreo del testigo BO-II en 1983 sobre el suelo de la cantera de Bòbila Ordis

antiquus y *Equus stenorius* (Julià 1980). La identificación de *Hippopotamus antiquus* en Bòbila Ordis ha sido posteriormente revisada y clasificada como *H. incognitus* e *H. amphibius* consecutivamente. Esta fauna concuerda con una edad del Bihariense tardío junto con los hallazgos de algunos roedores.

Los datos polínicos indican aquí la existencia de un bosque templado caducifolio dominado por *Carpinus*, *Quercus* y *Ulmus-Zelkova* (Leroy 1987, 2008), mientras que los datos de la parte superior del afloramiento indican que a la etapa boscosa le siguió una vegetación esteparia rica en Asteraceae (Julià & Suc 1980, Fig. 285).

Los tres lagos y su interpretación paleoambiental

Las secuencias de los tres lagos de la serie paleolacustre de Bòbila Ordis cubren, en conjunto, algunas secciones de cuatro ciclos glaciales e interglaciales que probablemente no sean consecutivos. Basándose en los distintos ciclos glaciales e interglaciales reconstruidos gracias a los estudios palinológicos, la serie paleolacustre ha sido correlacionada con los estadios isotópicos OIS 36 al 33 (Leroy 2008). Durante los interglaciales se detecta la ocurrencia de un bosque caducifolio con *Quercus*, *Ulmus*, *Pinus*, *Carpinus betulus*, *Carya* y *Parrotia persica*. Sin embargo, coníferas como abetos y pinos sólo se desarrollarían al final de estos interglaciales. Por el contrario, los periodos glaciales están poco desarrollados, pero se detecta un paisaje abierto en el que se produce la expansión de *Pinus*, Asteraceae, Poaceae y, eventualmente, *Artemisia*.

Más información

Elhai (1966), Geurts (1977), Julià (1980), Julià & Suc (1980), Leroy (1987, 1988, 1990, 2008)

TRES PINS

Pla de l'Estany, Porqueres, Girona
Pleistoceno inferior



Figura 288. Extracción del sondeo TPI de Tres Pins cerca de Banyoles en el año 1983

Las secuencias sedimentarias de Tres Pins (que deben su nombre a un bar, Fig. 288), se localizan en la parte nororiental de la Península Ibérica en la provincia de Girona, al sur de la Cordillera Pirenaica ($42^{\circ} 08' N$, $02^{\circ} 44' E$, 230 m s.n.m.). En concreto, están ubicadas en la cuenca paleolacustre plio-pleistocénica de Banyoles-Besalu, 3 km al noroeste de Banyoles y cercanas a otras secuencias como Bòbila Ordis y Mas Miquel.

El estudio de estos registros ha sido realizado por Leroy (1987, 1990, 1997). En estos trabajos se posee información sobre características litológicas, contenido en carbonatos, análisis palinológico y algunos datos sobre ostrácodos y gasterópodos. Para el estudio palinológico se extrajeron dos testigos en Tres Pins. El testigo TP II se recogió en 1985, mientras que el muestreo del testigo TP I (de 1940 cm de profundidad) se realizó

a unos 20 m al norte de TP II en 1983. Este testigo (TP I) no pudo ser estudiado en detalle porque se destruyó accidentalmente. Adicionalmente, también se posee para la zona una breve descripción sobre el terreno de un pozo de agua a 25 m al nortenoeste del sondeo TP II (Julià 1980).

En el sondeo TP II, que litológicamente se caracteriza por margas grises que se han equiparado con las formaciones regionales del Eoceno, se alcanzaron 2720 cm de profundidad. De 2720-1000 cm el sedimento se corresponde con micrita (calcita microcristalina) con dos interrupciones compuestas de micrita arenosa de carofíceas desde 2412 a 2290 cm y desde 1577 a 1472 cm. Los últimos 1000 cm del registro presentaron un alto grado de oxidación. La descripción preliminar de TP I indicó un sedimento más grueso en el último metro del registro compuesto de material oxidado. En cambio, la

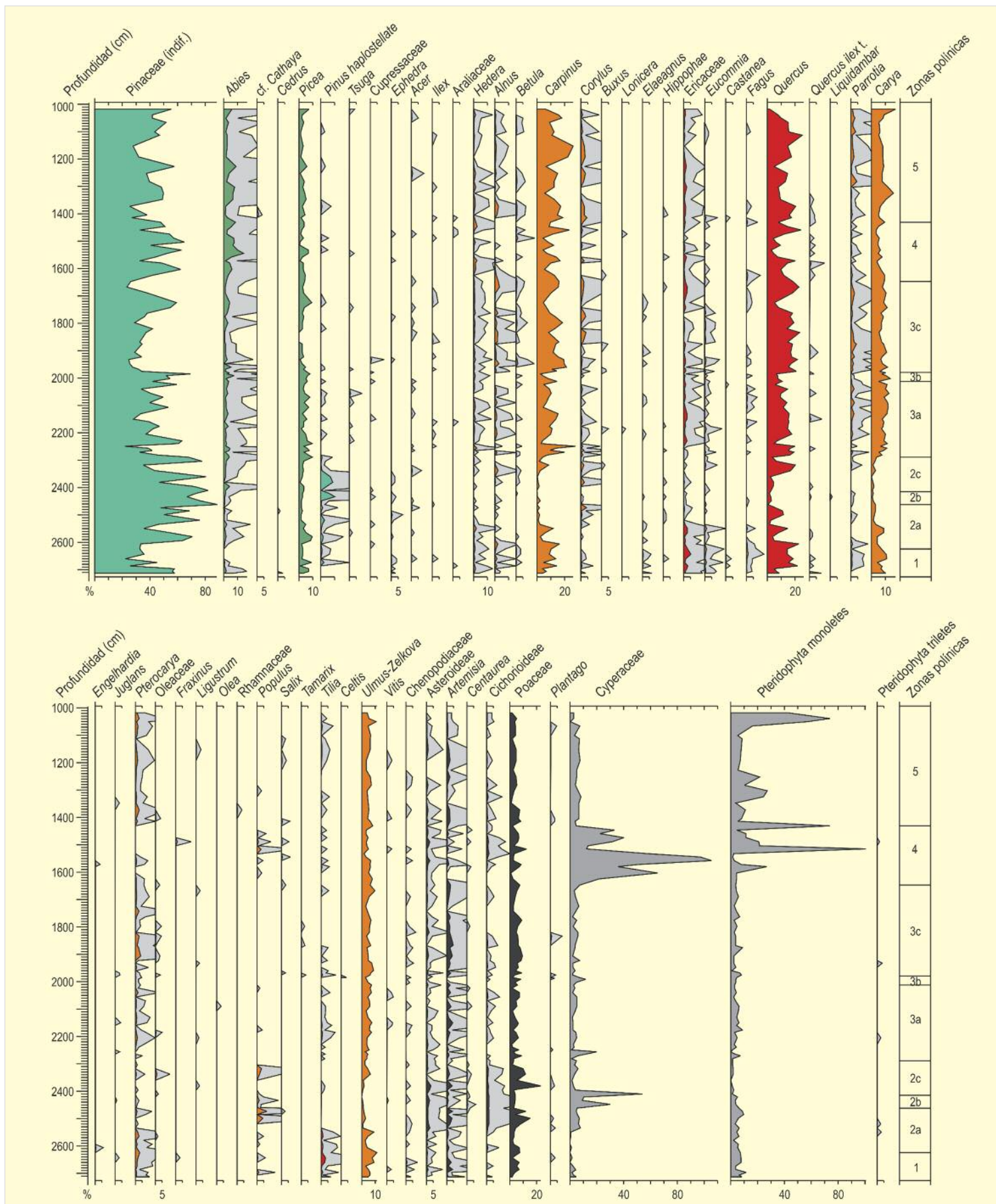


Figura 289. Diagrama polínico del sondeo TPII de Tres Pins. Redibujado de Leroy (1997)

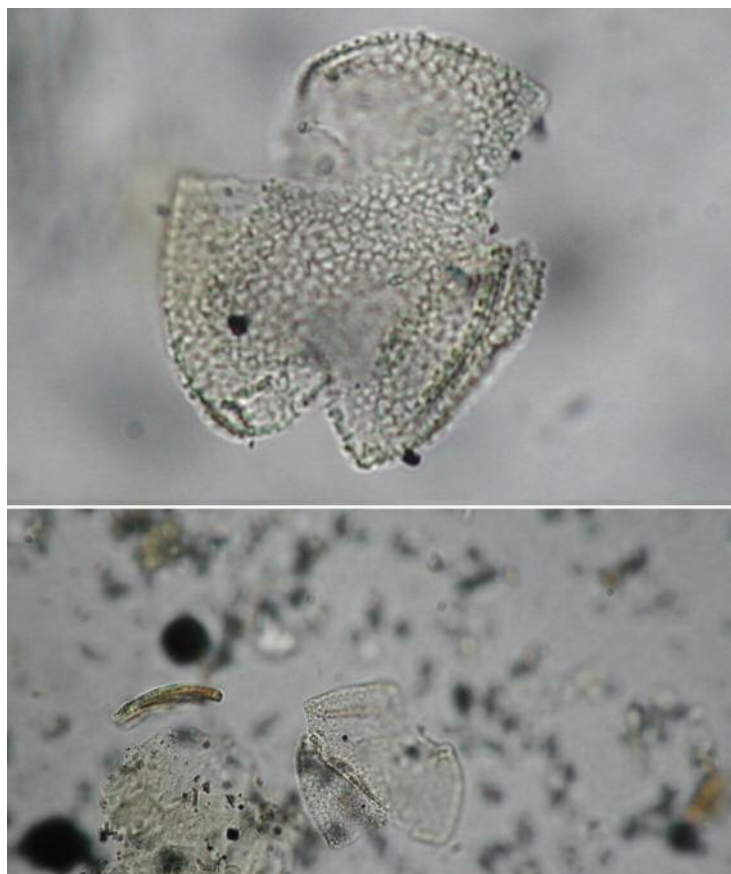


Figura 290. Polen fósil de *Parrotia persica*

S. LEROY

secuencia del cercano pozo de agua está formada por micrita rica en materia orgánica con algunos horizontes de turba (Julià 1980). Dentro de un área relativamente pequeña (menos de 20x20 m), se observa como las tres secuencias muestran diferentes litofacies.

La importancia de este tipo de trabajos radica en que se poseen pocas secuencias largas que cubran cronologías plio-pleistocénicas, pero los depósitos de esta antigüedad son especialmente difíciles de datar porque se salen del rango de muchos métodos radiométricos. Se ha sugerido que la secuencia TP II de Tres Pins es un poco más

antigua que la de Bòbila Ordis (Leroy 1990), sobre la base de la mayor presencia de *Pterocarya*, *Carya* y *Parrotia persica*, además de otros taxones que se extinguieron con posterioridad.

El diagrama palinológico de la secuencia TP II (Fig. 289) se compartimenta en 5 zonas polínicas. Los diferentes indicadores estudiados en TP II muestran evidencias de cambios climáticos y del nivel de la lámina de agua en el lago. El espectro palinológico de los taxones terrestres de las zonas polínicas 1, 3 y 5 muestra que los alrededores estuvieron cubiertos por bosques con *Carpinus betulus*, *Quercus caducifolia*, *Carya* y *Ulmus-Zelkova*, además de *Pinus*, y son indicativas de un clima más húmedo y templado que el actual en esta región. En cambio, la zona polínica 2 muestra una vegetación con tintes estépicos (dominada por *Pinus*, *Asteraceae* y *Poaceae*) que se correspondería con una etapa glacial que se caracterizó más por el acuse de sequías que por las bajas temperaturas si la comparación con análogos modernos es válida. Con posterioridad a esta zona sólo debieron producirse pequeñas oscilaciones climáticas de menor alcance. Por otro lado, la vegetación acuática y de helechos junto con las facies micríticas del sedimento muestran un ambiente pelágico en las zonas 1 y 3 y un ambiente litoral durante la zona 5 (*Cladium mariscus* y *Thelypteris palustris*).

Durante la zona 2 se produjo una bajada del nivel de la lámina de agua de corta duración (micritas algales) como consecuencia de las sequías comentadas anteriormente, aunque en la subzona 2c se empieza a observar una progresiva recuperación del bosque. Sin embargo, la gruesa litología y el alto contenido en carbonatos continúan indicando aguas poco profundas. La fluctuación que se produce durante la zona 4 (vegetación pantanosa y aguas de escorrentía) puede ser debida a una disminución del nivel del lago causada por la actividad kárstica, o por una disminución de las precipitaciones con un ligero enfriamiento. Pero lo más probable es que se debiera a un relleno relacionado con desastres naturales.

Más información

Leroy (1987, 1990, 1997)

MAS GRILL

Pla d'Usall, Serinyà, Girona
Pleistoceno medio

La secuencia de Mas Grill (42° 10' N, 02° 45' E; 180 m s.n.m.) se encuentra en la meseta de Usall, justo al norte del río Ser, y muy cercana a otras como Tres Pins, Bòbila Ordís, Mas Miquel y Molí Vell. Todas ellas se localizan dentro de la cuenca paleolacustre plio-pleistocénica de Banyoles-Besalú en Girona. Las muestras fueron recogidas en las calizas de un acantilado con vistas al río.

Geurts (1977, 1979) estudió cinco muestras mediante análisis polínico de este registro, al que se le ha atribuido, de manera algo incierta, una cronología del Pleistoceno medio basada en la presencia de *Carya*. Las cinco muestras estudiadas resultaron ser pobres polínicamente, pero la lectura de varias láminas por muestra permitió llegar a contar suficientes granos de polen para proporcionar una

visión parcial de un paisaje boscoso aunque poco diversificado (Fig. 291). De esta manera, entre las especies arbóreas, tan sólo *Pinus*, *Quercus* y *Alnus* están presentes en todas las muestras, indicando un clima relativamente templado. Además, de manera esporádica se detectan otros taxones arbóreos como *Fagus*, *Ostrya*, *Juglans* y *Carya* a lo largo del diagrama polínico; pero la escasez de estas especies exóticas de carácter termófilo sugiere que este depósito es más reciente (Pleistoceno medio) que otros en la zona, como por ejemplo Mas Miquel (Pleistoceno inicial).

Más información

Geurts (1977, 1979)

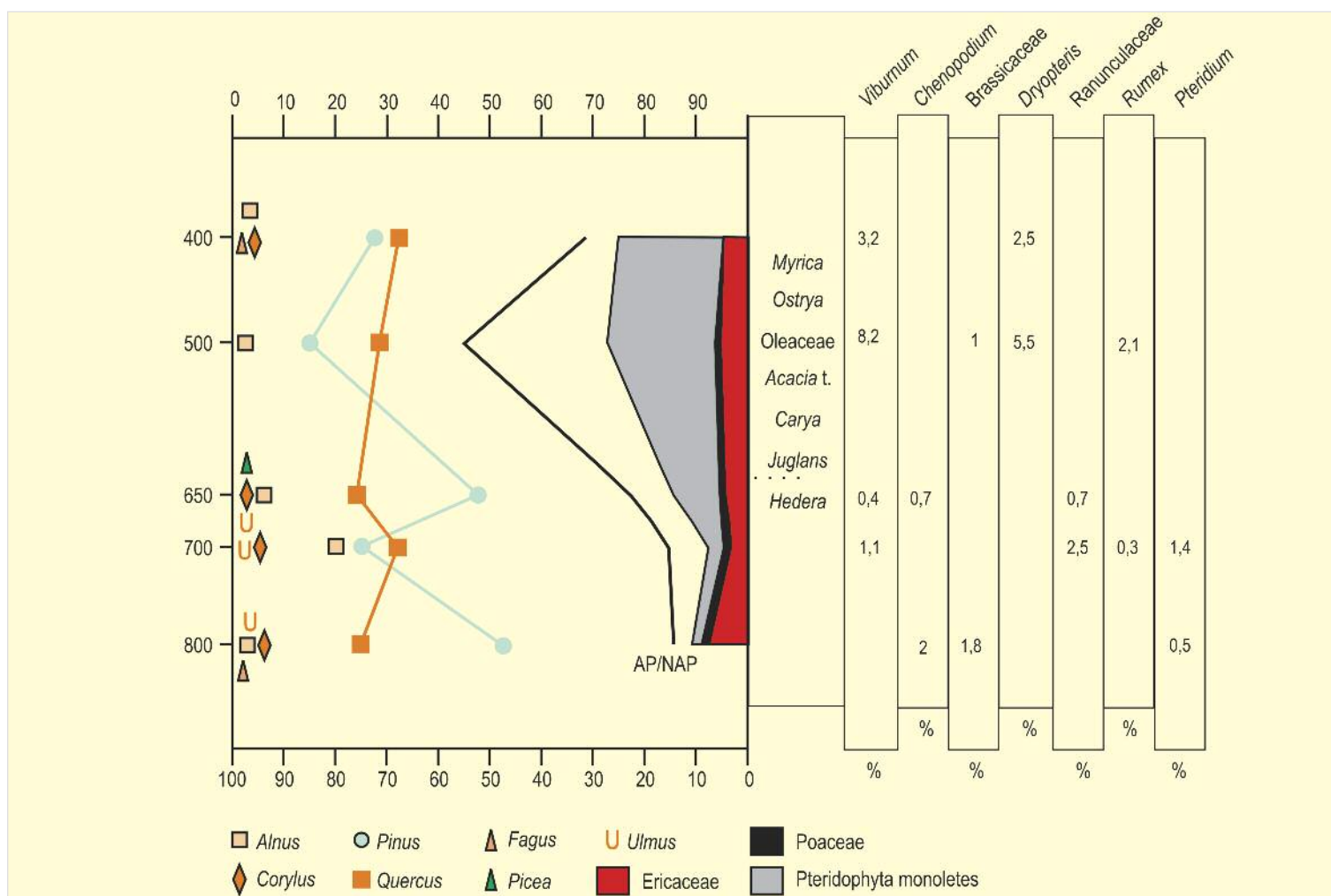


Figura 291. Diagrama polínico de la secuencia de Mas Grill. Redibujado de Geurts (1979)

COVA DE L'ARBREDA

Serinyà, Pla d'Usall, Girona

Pleistoceno superior-Holoceno (~90.000 años BP-<20.000 años cal. BP)



Figura 292. Detalle de la excavación en septiembre de 1981. Observese la columna de muestreo para palinología (flecha) con la cinta métrica vertical pegada al perfil

Esta cueva se abre en un acantilado de travertinos que existe en el borde occidental del Pla d'Usall (42° 09' 36" N, 02° 44' 49" E), dentro del término municipal de Serinyà (Girona), a 200 m s.n.m. Este llano está compuesto por calizas pliopleistocenas, que forman parte de la cuenca lacustre de Banyoles-Besalú. La temperatura media anual de la zona es de 14,8 °C y la pluviometría de unos 795 mm anuales. La vegetación actual corresponde al encinar típico mediterráneo, aunque muy degradado por la presión urbanística, agrícola y forestal. Aparte de las típicas especies (*Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Erica arborea* y *Ruscus aculeatus*) y a esta escasa altitud, en las umbrías, se encuentran especies como *Acer campestre* y *Juniperus communis*. Junto al riachuelo que ha modelado el acantilado crece una vegetación de ribera integrada básicamente por *Fraxinus angustifolia*, *Sambucus nigra*, *Ulmus minor*, *Salix atrocinerea*, *Populus alba* y *P. nigra*.

A pesar de la denominación de este yacimiento, actualmente ya no se trata de una cueva propiamente dicha, pues su techo fue derrumbándose paulatinamente con los grandes fríos de la última glaciación (Fig. 292). Este depósito, que se excava desde el año 1972, ha proporcionado niveles de ocupación de distintas épocas del Paleolítico superior, encontrándose en excavación hoy en día los niveles que corresponden al Paleolítico medio. El primer estudio palinológico de esta cueva se debe a Geurts (1977, 1979), quien analizó una secuencia comprendida entre el Musteriense y el

Gravetiense, sin que se conozcan sus coordenadas de muestreo. En esta misma época Loublier (1978) realizó distintos muestreos en la estratigrafía del pozo del sondeo arqueológico, centrándose sus análisis en un supuesto pasaje del Würm II al III, pues en este momento aún no habían sido datados los niveles arqueológicos. Los últimos análisis realizados proceden de una secuencia muestreada en la sección norte del cuadro Eo de la excavación en extensión (Burjachs 1987, Burjachs & Renault-Miskovsky 1992). El diagrama que presentamos corresponde a 53 muestras analizadas y a una cronología entre 44.000 BP e inicios del Holoceno.

El registro palinológico de l'Arbreda se ajusta a las típicas secuencias del Pleistoceno final en su transición al Holoceno del nordeste peninsular. Así, en los momentos más fríos dominan Poaceae, Asteraceae, *Artemisia* y *Ephedra*, con bajos porcentajes de AP. Así sucede durante los niveles gravetienses, solutrenses y postsolutrenses. Por otra parte, en las etapas interestadales del OIS-3 (67.000-31.000 BP) se extienden los pinares con acompañamiento de *Juniperus*, junto a taxones mesotermófilos (*Quercus* y *Tilia*). Esto corresponde con los niveles auriñacienses H y G.

El comienzo de la expansión de la vegetación arbórea corresponde al Tardiglacial e inicios del Holoceno, momento en que los bosques empiezan a extenderse de manera definitiva gracias a la fase interglacial actual. Esta fase se caracteriza por la proliferación de *Corylus*, *Erica* y *Abies* en la parte alta de la secuencia, así como por el retroceso de *Artemisia*.

En general, estos resultados afirmaron en su época la existencia de ciclos interestadales en el seno del LGM, los cuales hoy en día son confirmados por las curvas isotópico-climáticas de los hielos polares; interestadales que corresponden a los niveles auriñaciense y gravetiense inferior, y a pesar de los escasos indicadores polínicos, son respaldados por los resultados antracológicos (Ros 1987). Por otra parte, cabe resaltar el dominio de Poaceae por encima de *Artemisia* y Asteraceae, sobre todo durante los niveles auriñacienses, fenómeno plausiblemente ligado a un clima frío pero no excesivamente árido durante el OIS-3 en el nordeste peninsular.

Más información

Geurts (1977,1979), Loublier (1978), Burjachs (1987), Ros (1987), Burjachs & Renault-Miskovsky (1992)

Ref. Lab.	Prof (cm)	Años BP	Años cal. BP	Arqueología / Nivel	Material	Método
Gif-6418	303-315	17.320 ±290 *	20.764 ±428	Solutrense / C nivel superior	carbón	convencional
-	-	23.400 ±5000	-	Solutrense / C nivel superior	hueso	ESR
-	-	10.300 ±3200	-	Solutrense / C nivel superior	hueso	²³¹ Pa/ ²³⁵ U
-	-	12.500 ±6900	-	Solutrense / C nivel superior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U
-	-	17.300 ±4200	-	Solutrense / C nivel superior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U
-	-	10.700 ±3100	-	Solutrense / C nivel superior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U
Gif-6419	325-350	17.720 ±290 *	21.225 ± 514	Solutrense / D nivel inferior	carbón	convencional
-	-	21.000 ±5000	-	Solutrense / D nivel inferior	hueso	ESR
-	-	17.800 ±4600	-	Solutrense / D nivel inferior	hueso	²³¹ Pa/ ²³⁵ U
-	-	16.600 ±10500	-	Solutrense / D nivel inferior	hueso	²³⁰ Th/ ²³⁴ U
-	-	17.600 ±6200	-	Solutrense / D nivel inferior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U
Gif-6420	380-395	20.130 ±220 *	24.052 ± 374	Gravetiense / E nivel superior	carbón	convencional
-	-	20.600 ±4400	-	Gravetiense / F nivel inferior	hueso	ESR
-	-	24.300 ±4400	-	Gravetiense / F nivel inferior	hueso	²³¹ Pa/ ²³⁵ U
-	-	18.100 ±8700	-	Gravetiense / F nivel inferior	hueso	²³⁰ Th/ ²³⁴ U
-	-	30.600 ±9400	-	Gravetiense / F nivel inferior	hueso	²³⁰ Th/ ²³⁴ U
-	-	16.700 ±5300	-	Gravetiense / F nivel inferior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U
Gif-6421	485-495	22.590 ±290 *	27.237 ± 508	Auriñaciense / G evolucionado	carbón	convencional
Beta-85551	-	>28.800	-	Auriñaciense / G evolucionado	carbón	convencional
Gif-6422	505-540	25.830 ±400 +	30.841 ± 460	Auriñaciense / H arcaico	carbón	convencional
Beta-46690	-	>33.500	-	Auriñaciense / H arcaico	carbón	convencional
AA-3779	550-555	37.700 ±1000	42.381 ± 763	Auriñaciense / H arcaico	carbón	AMS
AA-3780	550-555	37.700 ±1000	42.381 ±763	Auriñaciense / H arcaico	carbón	AMS
AA-3782	550-555	38.700 ±1200	43.071 ± 907	Auriñaciense / H arcaico	carbón	AMS
AA-3781	550-555	39.900 ±1300	43.813 ± 1025	Auriñaciense / H arcaico	carbón	AMS
OxA-3729	-	37.340 ±1000	42.078 ± 686	Auriñaciense / H arcaico	hueso	AMS
OxA-3730	-	35.480 ±820	40.276 ± 1089	Auriñaciense / H arcaico	hueso	AMS
AA-3777	575-580	34.100 ±750	39.226 ± 1260	Musteriense / I	carbón	AMS
AA-3776	575-580	39.400 ±1400	43.490 ± 1015	Musteriense / I	carbón	AMS
AA-3778	575-580	41.400 ±1600	45.105 ± 1573	Musteriense / I	carbón	AMS
OxA-3731	-	44.560 ±2400	48.451 ± 2841	Musteriense / I	hueso	AMS
-	-	+10.700 83.000- -8700	-	Musteriense / nivel inferior	hueso	²³¹ Pa/ ²³⁵ U
-	-	+38.200 85.100- -26.700	-	Musteriense / nivel inferior	hueso	²³⁰ Th/ ²³⁴ U
-	-	+36.800 89.100 -24.300	-	Musteriense / nivel inferior	hueso	²²⁶ Ra/ ²³⁴ U

Tabla 61. Dataciones obtenidas del yacimiento de la Cova de l'Arbreda (Serinyà, Girona). *Dataciones de ¹⁴C consideradas rejuvenecidas respecto a las de AMS obtenidas en los niveles contemporáneos del yacimiento vecino de Reclau Viver. +Dataciones consideradas erróneas por mezcla de carbones de dos niveles arqueológicos distintos, sin tener conocimiento cuando se muestreó. Cabe considerar que las dataciones que no son de ¹⁴C fueron experimentales y hay que tomarlas con precaución. Actualmente están en curso nuevas dataciones de AMS, y U/Th sobre travertinos y estalagmitas

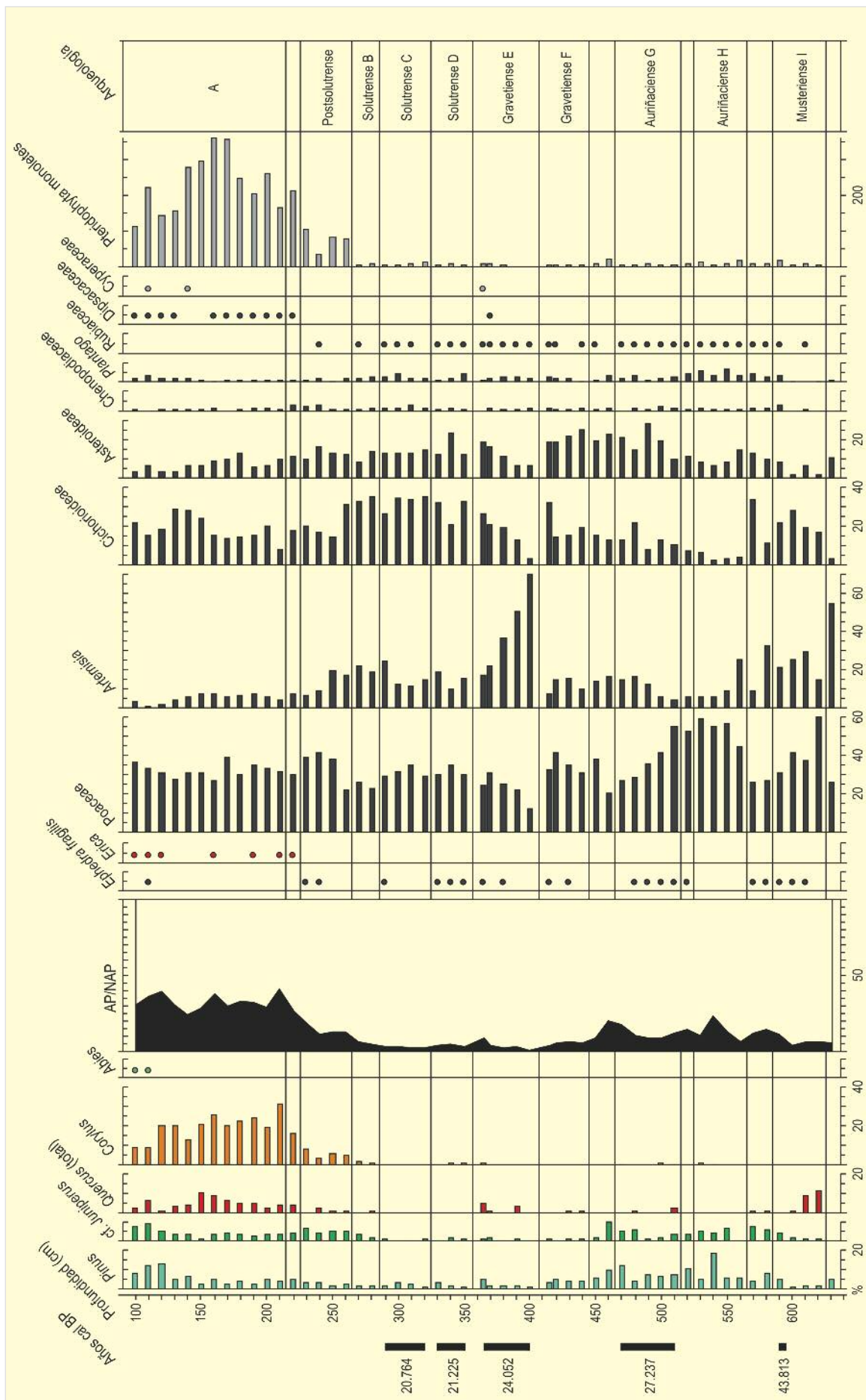


Figura 293. Diagrama polínico de Cova de l'Arbreda . Redibujado de Burjachs (1987), Burjachs & Renault-Miskovsky (1992)

CINGLERA DEL CAPELLÓ

Anoia, Capellades, Barcelona

Pleistoceno superior-Holoceno (70.000 años BP-10.000 años cal. BP)



Figura 294. Abric Romaní entre 1905-1910 (Bartrolí *et al.* 1995) y el mismo yacimiento en la campaña de excavación de 2008

La Cinglera del Capelló (41° 31' 43" N, 01° 41' 28" E, 300 m s.n.m.) es un acantilado de aproximadamente 1 km de longitud localizado en el margen derecho del río Anoia sobre el que se sitúa el pueblo de Capellades, a 50 km al oeste de Barcelona. Este acantilado se caracteriza por la presencia de numerosos abrigos que

contienen depósitos prehistóricos (Fig. 295). Las cavidades que han aportado registros paleobotánicos más significativos son Abric Romaní (Figs. 294 y 296), Abric Agut (Fig. 298) y Can Manel. El Abric Romaní y Abric Agut fueron excavados parcialmente por Amador Romaní a principios del siglo XX y se han continuado las

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material
AA-7395	A	37.290 ± 990	42.031	carbón
AA-8037A	A	35.400 ± 810	40.405	carbón
AA-8037B	A	37.900 ± 1000	42.481	carbón
NZA-1817	A	28.440 ± 650	32.832	carbón
NZA-1818	A	23.160 ± 490	27.898	carbón
NZA-2312	B	43.500 ± 1200	46.814	carbón
AA-7396	B	29.230 ± 530	33.795	carbón
NZA-2313	D	40.680 ± 940	44.446	carbón
NZA-2314	E	43.200 ± 1100	46.473	carbón
NZA-2315	H	44.500 ± 1200	47.698	carbón
NZA-3138	H	44.140 ± 5930	45.519	carbón
NZA-2316	J	47.100 ± 2100	55.910-45.350	carbón

Tabla 62. Dataciones de ¹⁴C AMS del Abric Romaní. Calibración según Stuiver *et al.* (2000). Burjachs & Julià (1994,1996)



Figura 295. Vista de la Cinglera del Capelló



Figura 296. Vista general de la superficie de excavación del Abric Romaní en la que se observan los hogares

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Arqueología
OxA-10049	4.7a	9185 ± 60	10.354	carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10064	4.7a	9660 ± 110	10.986	carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10050	4.7c	10.085 ± 60	11.658	carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10051	4.7c	9895 ± 60	11.309	carbón	Mesolítico macrolítico
OxA-10074	4.7c	10.060 ± 65	11.599	carbón	Mesolítico macrolítico

Tabla 63. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia del Abric Agut (Vaquero *et al.* 2002; Vaquero *et al.* 2006). Las dataciones que figuran en el diagrama polínico son el promedio de edad de cada nivel arqueológico

USGS n°	Nivel	Prof. (cm)	U ppm	$^{234}\text{U} / ^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th} / ^{232}\text{Th}$	Años BP	Años cal. BP
00-43	4.4	143	0,84 ± 0,02	2,90 ± 0,08	15	7731 ± 370	8614
00-51	4.4	169	1,00 ± 0,03	2,27 ± 0,07	17	9376 ± 453	10.673
00-50	4.6	159	0,98 ± 0,2	2,42 ± 0,06	16	9875 ± 390	11.403
00-113	4.6	163	0,90 ± 0,01	2,59 ± 0,04	30	10.863 ± 326	12.739
00-263	4.6	170	1,2 ± 0,5	2,48 ± 0,06	9	10.905 ± 375	12.766
01-135	4.8	255	1,41 ± 0.001	2,68 ± 0,03	3	14.274 ± 200	17.377
00-63	4.8	255	1,93 ± 0,04	1,76 ± 0,04	11	13.633 ± 527	16.476

Tabla 64. Dataciones de U/Th a partir de travertinos del Abric Agut (Vaquero *et al.* 2002, 2006)

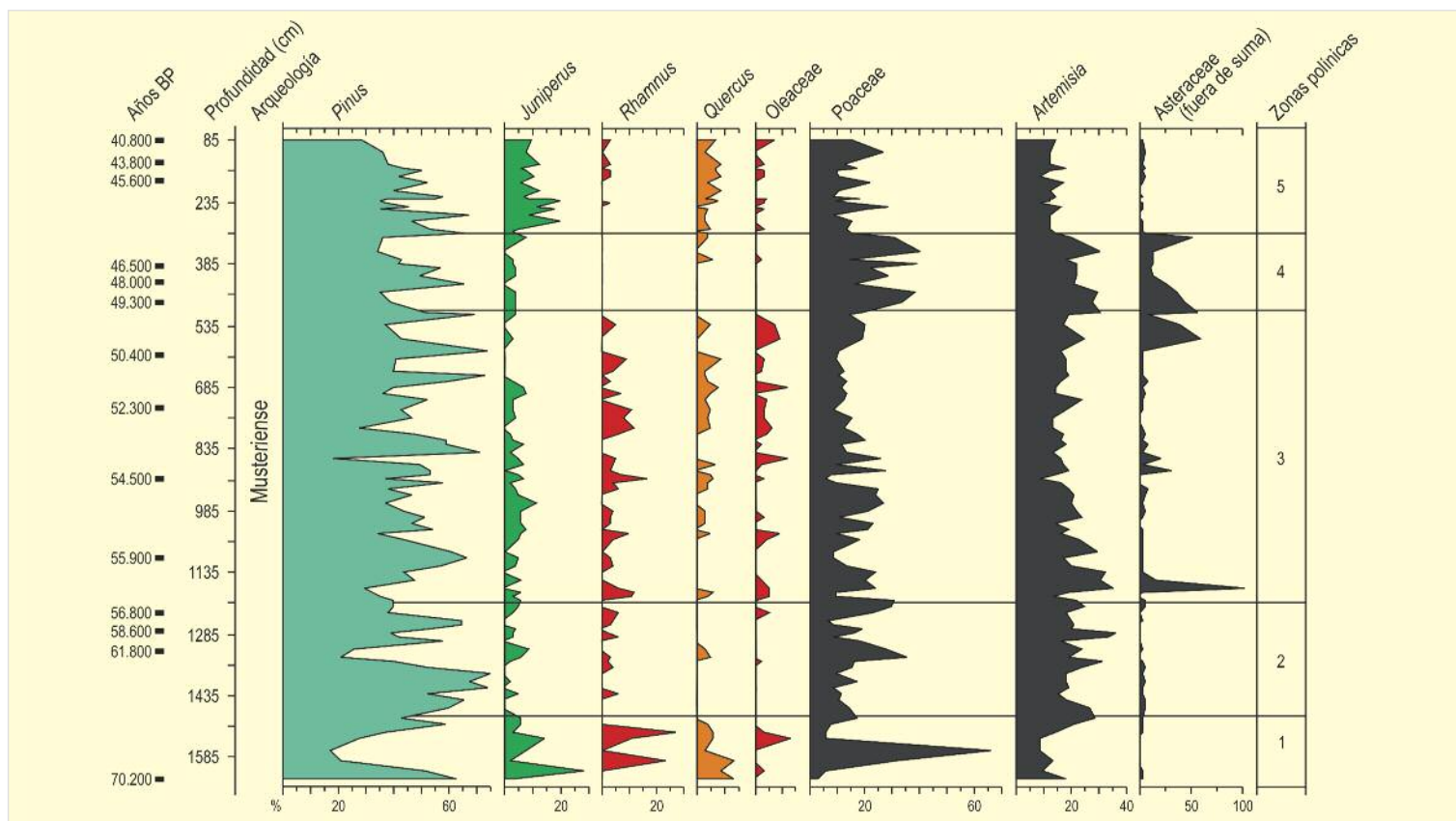


Figura 297. Diagrama polínico de Abric Romaní. Redibujado de Burjachs & Julià (1994)



Figura 298. Vista del Abric Agut y detalle de campaña de excavación del año 2000

intervenciones hasta la actualidad. El yacimiento de Can Manel es fruto de prospecciones actuales y se ha excavado recientemente.

En la actualidad el área que rodea a la Cinglera muestra un paisaje urbanizado. Probablemente por la influencia de los incendios, los pinares de *Pinus halepensis* con matorrales de romero y

brezos están muy extendidos. En las zonas orientadas hacia el oeste y noroeste la influencia de temperaturas más bajas permiten el desarrollo de *Buxus sempervirens* y *Pinus nigra*.

El Abric Romaní alberga niveles arqueológicos del Paleolítico medio en una extensión de 300 m². De manera que entre al menos

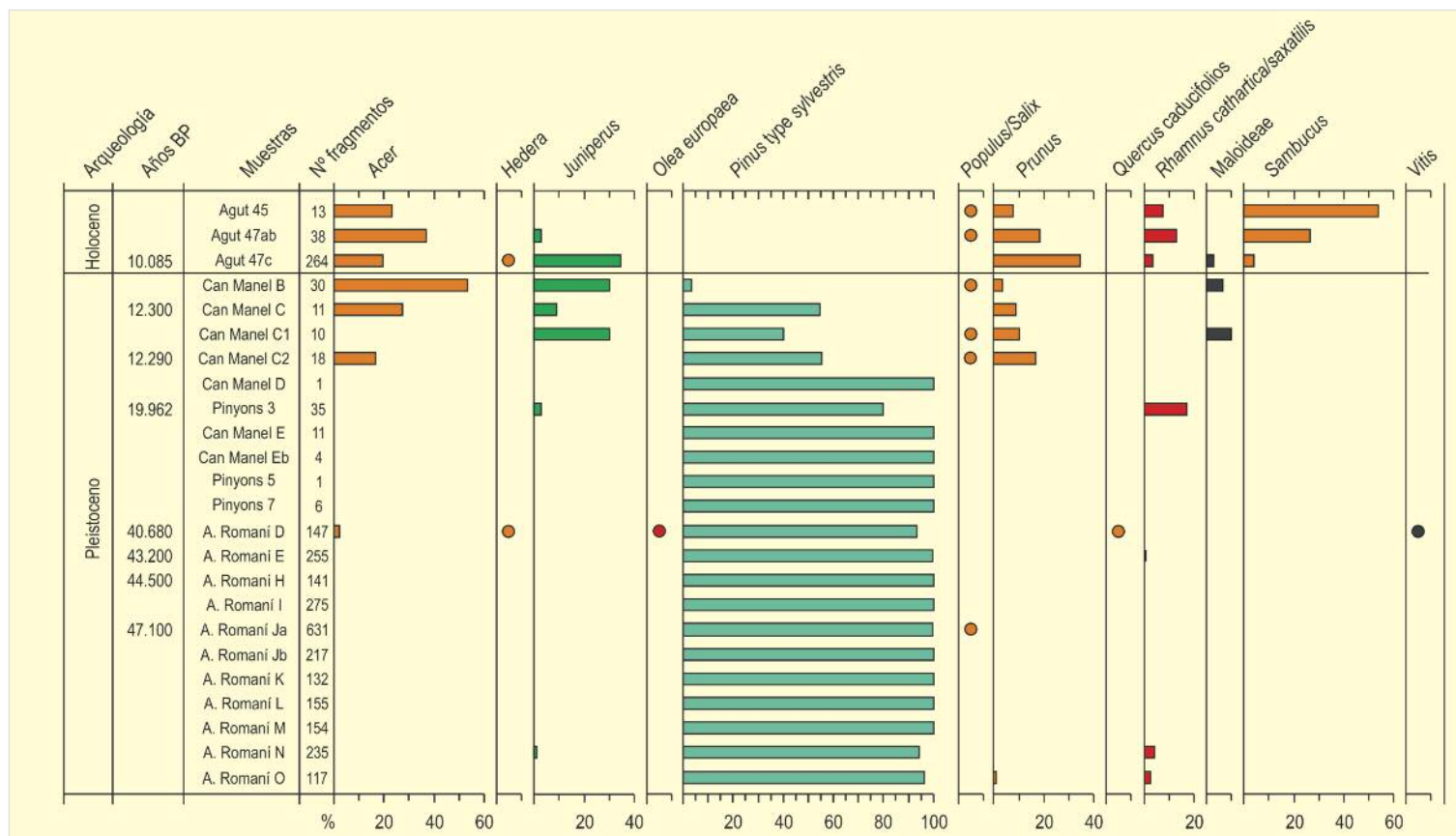


Figura 299. Diagrama antracológico de varios yacimientos de la Cinglera del Capelló (Abric Agut, A. Romani, Can Manel y Pinyons). Redibujado de Vaquero et al. (en evalua-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	U ppm	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Cal. BP (ka)	Arqueología
87-88	30	0,98	26	40,8 ± 1,3+	por encima nivel A
87-36f	-10	1,24	7	39,4 ± 1,5	por encima nivel A
87-35f	-20	1,30	11	42,9 ± 1,6	por encima nivel A
87-44	-30	0,76	8,5	39,1 ± 1,5	por encima nivel A
90-AR4	-50			41,8 ± 0,8+	por encima nivel A
90-AR3	-70			42,7 ± 1,3+	por debajo nivel A
87-37f	-60	1,99	25	43,8 ± 1,5	por debajo nivel A
87-52	-110	0,73	9	43,4 ± 1,5	por debajo nivel B
87-32f	-120	0,88	21	48,1 ± 3	por debajo nivel B
87-107	-120	0,60	19	43,1 ± 1,5	por debajo nivel B
86-33f	-100	0,71	24	44,0 ± 1,3	por debajo nivel B
86-35f	-100	0,65	35	42,4 ± 7,5	por debajo nivel B
87-41f	-150	0,69	52	44,2 ± 1,5	por debajo nivel C
87-133	-150	0,33	>1000	44,6 ± 1,5	por debajo nivel C
87-126	-180	1,01	11	44,9 ± 2,5	por debajo nivel C
03-64	-200	1,00	18	38,1 ± 0,9	por encima nivel E *
02-18	-200	0,88	53	36,4 ± 1,4	por encima nivel E *
02-22	-290	0,74	15	49,0 ± 1,5	por encima nivel H *
03-65	-290	0,58	16	46,5 ± 1,1	por encima nivel H *
87-55	-340	0,75	20	45,1 ± 3,1	por encima nivel I
02-21	-340	0,86	26	48,3 ± 1,5	por encima nivel I *
87-54	-360	0,92	70	45,3 ± 1,5	por debajo nivel I
87-129	-360	0,79	105	47,7 ± 1,6	por debajo nivel I
87-66	-360			48,6 ± 2,3	por debajo nivel I
87-64	-360			46,9 ± 2,6	por debajo nivel I
87-56	-360			46,3 ± 2,4	por debajo nivel I
87-60	-380			49,2 ± 3,3	por debajo nivel I
87-123	-370	0,96	86	48,0 ± 1,6	por debajo nivel I
87-59	-380			47,4 ± 2,5	por debajo nivel I
87-57	-390			49,3 ± 2,7	por debajo nivel I
87-61	-480	0,55	>1000	49,3 ± 1,6	por encima nivel J
87-58	-490			49,2 ± 2,9	por encima nivel J
02-19	-500	0,80	34	46,6 ± 1,7	por encima nivel J *
87-3	520	1,82	>1000	50,0 ± 1,6	por debajo nivel J
87-16	-520	1,80	>1000	50,8 ± 0,8	por debajo nivel J
02-24	-600	0,45	13	50,0 ± 2,2	por encima nivel K *
07-19	-600	0,68	>1000	51,6 ± 0,3	por encima nivel K *
86-58f	-650	2,00	>1000	52,0 ± 1,26	por encima nivel L
87-10f	-650	1,84	>1000	53,0 ± 0,8	por encima nivel L
87-128	-650	1,00	>1000	51,9 ± 1,6	por encima nivel L
87-4f	-685	0,65	>1000	52,2 ± 1,6	por encima nivel L
02-20	-700	0,77	146	50,6 ± 2,0	por encima nivel L *
02-23	-800	0,98	79	51,8 ± 1,4	por encima nivel M *
03-67	-800	0,64	164	61,7 ± 2,2	por encima nivel M *
87-17f	-820	1,34	27,5	54,9 ± 1,7	por encima nivel N
87-5f	-820	1,22	27	54,1 ± 1,6	por encima nivel N
02-17	-850	0,82	50	55,8 ± 2,3	por encima nivel N *
07-9	-950	0,71	330	54,6 ± 0,4	por encima nivel O *
07-10	-980	0,76	149	54,24 ± 0,42	por encima nivel P *
86-65f	-1010	1,56	13	55,0 ± 2,6	pozo sondeo
87-131	-1010	0,80	30	53,4 ± 1,6	pozo sondeo
87-129	-1155	0,92	29,5	54,5 ± 1,7	pozo sondeo

Tabla 65. Dataciones de U/Th de muestras de travertino del Abric Romani. +) Edad media de varias dataciones. *) Dataciones inéditas

Ref. Lab.	Prof. (cm)	U ppm	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Cal. BP (ka)	Arqueología
87-11f	-1155	1,46	26	55,5 ± 1,7	pozo sondeo
86-57f	-1155	1,60	32	60,6 ± 1,7	pozo sondeo
86-51f	-1180	1,93	40	57,2 ± 0,8	pozo sondeo
87-12f	-1180	1,79	29	59,6 ± 1,7	pozo sondeo
87-130	-1180	0,97	27,5	59,0 ± 1,7	pozo sondeo
86-67f	-1240	1,73	23	63,2 ± 0,9	pozo sondeo
87-132	-1240	0,91	43	59,0 ± 1,7	pozo sondeo
86-63f	-1240	1,75	14	60,1 ± 1,8	pozo sondeo
87-62	-1240	0,93	15	58,0 ± 2,6	pozo sondeo
87-63	-1240	0,89	16	59,6 ± 2,6	pozo sondeo
93-12	-1425	0,85	8	60,0 ± 2,0	pozo sondeo *
93-13	-1480	0,65	20	57,0 ± 2,0	pozo sondeo *
93-14	-1580	1,10	121	61,0 ± 2,0	pozo sondeo*
93-15	-1640	0,98	18	70,0 ± 2,0	pozo sondeo *

Tabla 65. Continuación

hace 70.000 y 40.000 años se suceden niveles de ocupación, en donde el Neandertal dejó sus restos culinarios, herramientas de piedra y hogares. Entre estos niveles arqueológicos, se suceden estratos de travertino que protegieron los materiales arqueológicos y que contienen negativos de leña y objetos de madera.

Los primeros resultados palinológicos para este yacimiento se deben a dos trabajos de investigación realizados por Meter (1978) y Deguillaume (1987), con muestras extraídas de secciones excavadas con anterioridad a los trabajos del equipo actual, que lo excava desde 1989. A partir de este momento se ejecuta un muestreo a lo largo de toda la estratigrafía que publican Burjachs & Julià (1994).

En esta secuencia polínica (Fig. 297) se puede observar la evolución de la vegetación durante unos 30.000 años en el seno de la última glaciación. Así, a pesar de atravesarse períodos fríos (OIS 4, zonas 1 y 2) e interestadiales (OIS 3, zonas 3, 4 y 5), la vegetación sugiere que el clima para esta región del noreste peninsular no fue tan riguroso como en las zonas no mediterráneas de Europa. En general la vegetación está dominada por bosques de *Pinus* cf. *sylvestris*, que habrían descendido de las montañas y que se yuxtaponen a especies mediterráneas (*Quercus*, *Rhamnus* cf. *alaternus*, *Pinus* cf. *halepensis* y *Oleaceae*), las cuales habrían encontrado refugio en estas montañas litorales.

Más en detalle, la zona 1 corresponde al final del OIS 5 o inicios del OIS 4, según autores, y se caracteriza por especies mesófilas y mediterráneas y con porcentajes de gramíneas superiores a los de *Artemisia*. La zona 2 (OIS 4) supondría un avance del frío, con reducción a la mínima expresión, pero sin que lleguen a desaparecer, los taxones mesotermófilos y los pinares.

En la zona 3 o inicios del OIS 3, tienen lugar cambios rápidos y abruptos de la vegetación, con expansiones y retracciones de las

formaciones leñosas de angiospermas en una pauta de cambio de unos 1500 años (eventos Dansgaard–Oeschger). La zona 4 se caracteriza por el bosque de pinos, pero el paisaje se abre con prados y estepas de gramíneas y compuestas, incluyendo *Artemisia*. Finalmente, la zona 5, presenta connotaciones semitempladas y húmedas, con un modelo transicional de frío a templado parecido al de inicios del Holoceno (Burjachs & Julià 1996). Cabe destacar en estos análisis la determinación de la oleácea *Syringa* (lilo), que de momento es la única cita para el Cuaternario peninsular, hecho que hay que tomar con cautela.

En el antracoanálisis de Abric Romani, todos los niveles estudiados muestran como taxón dominante *Pinus* tipo *sylvestris* (Fig. 299). A pesar del condicionante antrópico que puede haber determinado una selección de la leña y en consecuencia la monoespecificidad del conjunto, parece evidente, teniendo en cuenta los datos polínicos, que existe de forma continua un pinar de pino albar con un sotobosque muy aclarado sin presentar una gran diversidad taxonómica. Los únicos cambios se ven reflejados en el nivel O que presenta junto al pino otros taxones como *Prunus* y *Rhamnus*; y el nivel D, en el que se identifican algunos fragmentos de carbón de especies mesófilas como *Acer*, *Quercus* caducifolio, *Olea*, *Vitis*, *Hedera* y angiospermas indeterminables, que podría reflejar un cambio debido a las condiciones climáticas más favorables.

El Abric Agut contempla la transición del Pleistoceno al Holoceno. Así, en la parte inferior del diagrama polínico se observan cambios rápidos de vegetación que podrían ser correlativos de las tres fases últimas del complejo interestadial Bølling-Allerød, cuando la vegetación arbórea representada esencialmente por coníferas (*Pinus* y *Juniperus*) avanza y retrocede al compás de los impulsos climáticos. La siguiente fase (GS-1, sincrónica del Dryas reciente) se revela un tanto atípica, ya que la curva de polen arbóreo en lugar de descender, sigue aumentando. En todo caso, descienden los valores de taxones

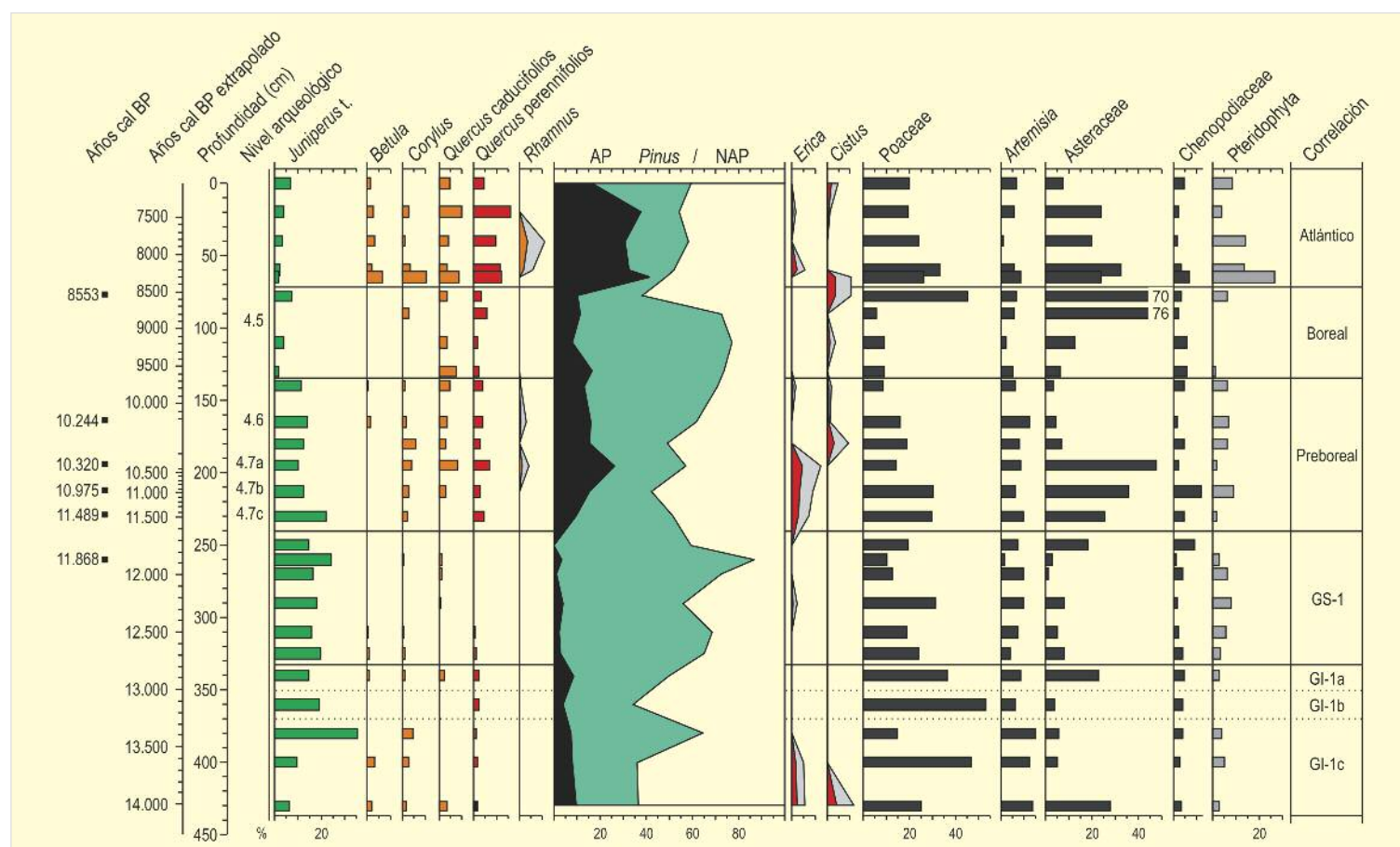


Figura 300. Diagrama polínico del Abric Agut. Redibujado de Burjachs (2009)

mesotermófilos y se mantienen o aumentan *Pinus* y *Juniperus*. El final de esta fase coincide cronológicamente con el inicio del Holoceno y de la ocupación por parte del hombre de este abrigo, cuando los taxones mesotermófilos empiezan a aumentar (curva de AP con *Pinus* excluido).

El conjunto antracológico del Abric Agut (Fig. 299) guarda como significativa la total ausencia de pino y la presencia de *Juniperus*, *Acer*, *Rhamnus*, *Prunus*, Maloideae y *Hedera*, que reflejan un cambio importante de las condiciones ambientales de mayor humedad y clima más templado. Asimismo, estas especies de carácter colonizador como *Juniperus*, *Acer* y *Prunus* podrían conformar el conjunto de especies precursoras de las formaciones forestales que se establecerán en los períodos sucesivos. De todos modos, esta ausencia de pino parece un aspecto bastante local condicionado por un aumento de los aportes hídricos en la propia Cinglera del Capelló,

ya que en otras secuencias próximas del mismo período el pino continúa dominando.

La secuencia de Can Manel, con 8 niveles arqueológicos estudiados, nos ofrece pocos restos antracológicos (Fig. 299). En todos los niveles continua evidenciándose la presencia de *Pinus sylvestris*, sin embargo, encontramos en los niveles B, C, C1 y C2 la presencia de otros taxones como *Acer*, *Juniperus*, Maloideae y *Salix/Populus* que reflejan la existencia de momentos de clima más favorable provocando el desarrollo de formaciones vegetales pioneras.

Más información

Burjachs & Julià (1994, 1996), Allué (2002), Vallverdú *et al.* (2005), Vaquero *et al.* (2002, 2006), Burjachs (2009)

PLA DE L'ESTANY

La Garrotxa, Sant Joan les Fonts, Girona
Pleistoceno-Holoceno (~48.170-1660 años cal. BP)



Figura 301. Pla de l'Estany en 1987



Figura 302. Pla de l'Estany durante el sondeo de 1987

Este depósito se sondeó en la cubeta endorreica de este mismo nombre, formada por tres conos volcánicos y el zócalo geológico, y se sitúa en el término municipal de Sant Joan Les Fonts (Girona) ($42^{\circ} 11' 18''$ N, $02^{\circ} 31' 47''$ E; 520

m s.n.m.). Esta cubeta, de no estar drenada por una mina, contendría una laguna permanente en su interior, ya que la media pluviométrica actual es de 1030 mm anuales, sin déficit estival.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Sondeo	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Gro-2837	237-250	Estany I	2120 ± 50	2130	turba	convencional
Gro-2839	340-350	Estany I	2860 ± 65	3000	turba	convencional
Gro-2847/2850	410-423	Estany I	3800 ± 45	4200	turba	convencional
Lv-1637	200-205	Estany II	2170 ± 65	2190	turba	convencional
Gif-6877	1122-1125	Estany II	> 45000	48.170	detritus	convencional
Lv-1635	170-185	Estany III	2630 ± 60	2750	turba	convencional
Lv-1636	540-555	Estany III	4260 ± 60	4790	turba	convencional
Gif-8217	260-270	Estany IV	1740 ± 50	1660	turba	convencional
Gif-8218	390-395	Estany IV	2925 ± 45	3090	turba	convencional
Gif-8219	470-500	Estany IV	3470 ± 50	3750	turba	convencional
Gif-8220	1120-1130	Estany IV	> 30000	34.200	detritus	convencional

Tabla 66. Dataciones radiocarbónicas de las secuencias recuperadas en el depósito del Pla de l'Estany (Girona). Burjachs (1994)

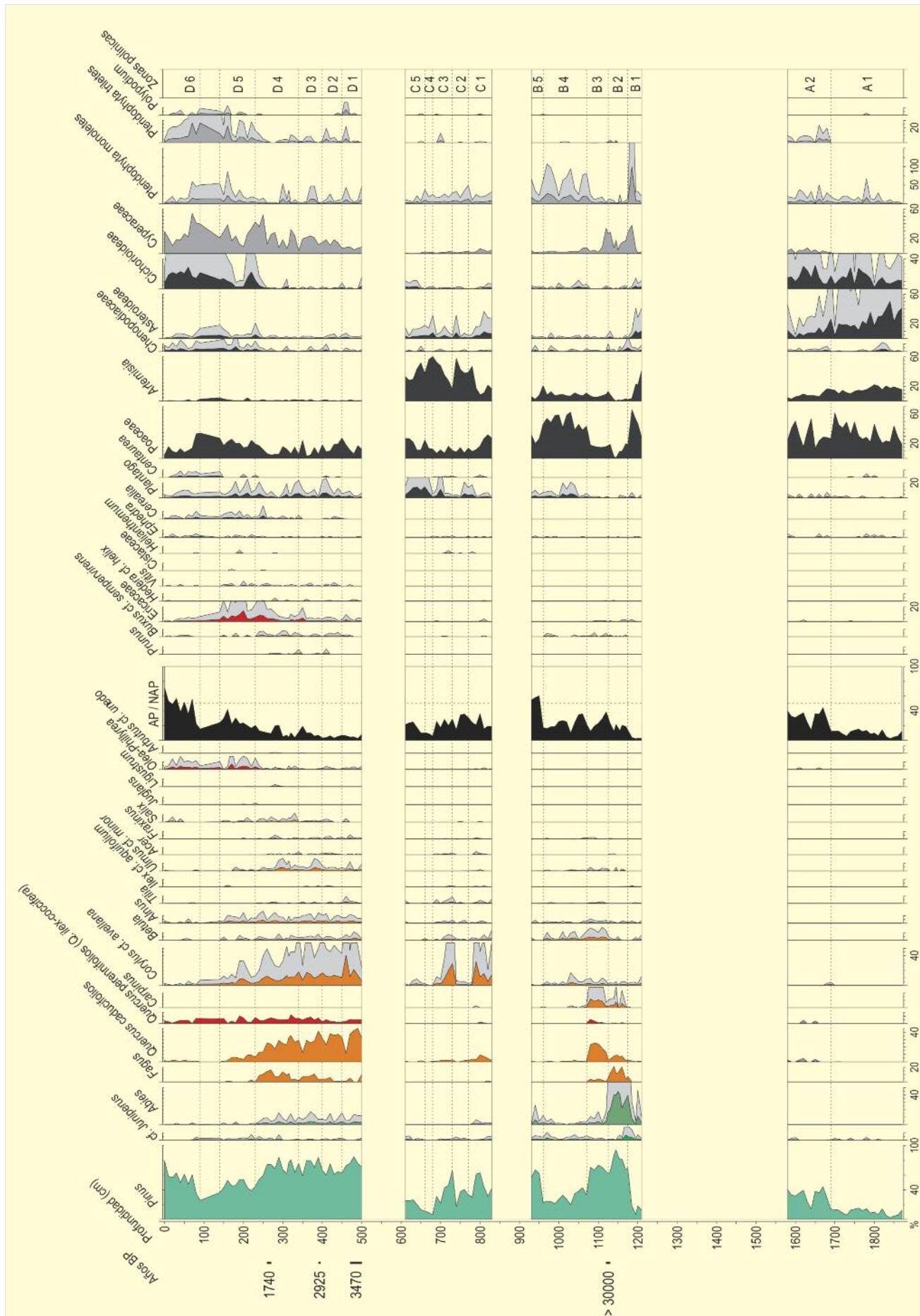


Figura 303. Diagrama polínico de Pla de l'Estany. Redibujado de Burjachs (1994)

La vegetación actual de esta zona es excepcional debido a esta alta pluviometría, la cual permite la existencia de un hayedo (*Fageda d'en Jordà*) a una altitud de sólo 550 m. Otras formaciones vegetales son los encinares de montaña con encinas (*Quercus ilex*) y sotobosque de boj (*Buxus sempervirens*), robledales de *Quercus pubescens* básicamente, aunque también subsisten *Q. petraea*, *Q. robur* y *Q. canariensis*. No es raro observar en la zona la convivencia de *Pinus sylvestris* con *P. halepensis*.

El primer trabajo paleopalinológico de este depósito se lo debemos a la pionera de la palinología española, Dña. Josefa Menéndez-Amor (1964), análisis que hemos denominado "Estany I".

El sondeo "Estany II" se realizó en 1981, publicándose parcialmente sus resultados en Burjachs & Roure (1985) y Burjachs *et al.* (1985-86). "Estany III" se sondeó en la ladera de la cubeta, en el seno de un amplio programa de sondeos en la comarca de La Garrotxa en 1983 (Pérez-Obiol 1988). Finalmente, los datos que vamos a comentar seguidamente provienen de "Estany IV", el único sondeo que alcanzó la base del depósito, realizado en 1987 (Burjachs, 1990, 1994).

En el diagrama de la figura 303 se distinguen cuatro zonas, de las cuales sólo tenemos certeza cronológica para la parte superior holocénica, pues la base de este depósito no ha podido ser datada directa ni indirectamente (edad de los volcanes que conforman esta cubeta). Estas zonas están interrumpidas por hiatos polínicos. Luego, la zona A es anterior a hace 30.000 años y probablemente anterior al MIS 5, el último interglacial, correspondiendo a un momento frío, con paisaje abierto de pinos y prados –estepas de poáceas, asteráceas y artemisias–.

La siguiente zona, B, se puede correlacionar con la última fase del interglacial Riss-Würm (MIS 5). La dinámica vegetal en esta

secuencia se diferencia de los modelos europeos para esta época, pues se inicia con una fase de bosques de *Abies* y *Fagus* para acabar en una fase de bosque de *Quercus caducifolios* y *Carpinus*. Se diría que esta dinámica implica un inicio de clima fresco, cuando los bosques de abeto y haya llegaban a 520 m, constatado no sólo por sus pólenes, sino también por el hallazgo de macrorrestos de hojas de *Abies*. La segunda fase, de clima más cálido, haría retroceder montaña arriba estos bosques iniciales para dejar paso al bosque de robles.

La zona C marcaría la extinción de *Carpinus* para esta región, expandiéndose ahora *Corylus*, que ya no ha de competir con el carpe. Este momento se puede correlacionar con el interstadial MIS 3, hace entre 60.000 y 27.000 años. De hecho se observan rápidos y cortos avances y retrocesos de la vegetación arbórea, que recuerdan los abruptos cambios climáticos denominados eventos Dansgaard-Oeschger. Esta corta ciclicidad climática podría haber actuado contra la expansión de *Abies* y *Fagus*, pues sólo se observa la proliferación de *Quercus caducifolios* y *Corylus*, así como la presencia de otros caducifolios. En este momento ya empieza a ser notable *Artemisia*, que alcanzará sus máximos valores durante el máximo glacial.

Finalmente, la zona D corresponde con toda seguridad al Holoceno final. En ella se observa cómo los bosques de *Quercus caducifolios* y *Fagus* se mantienen hasta el repliegue de los cristianos hacia los Pirineos, frente al avance musulmán. La posterior conquista cristiana y colonización de territorios adyacentes supondrá la proliferación del monte bajo (*Erica* y *Quercus cf. coccifera*) y la extensión de pinares, junto a la puesta en cultivo de, básicamente, cereales y oleáceas (*Olea-Phillyrea*).

Más información

Burjachs (1990, 1994), Burjachs & Roure (1985), Burjachs *et al.* (1985-86), Menéndez-Amor *et al.* (1964), Pérez-Obiol (1988)

BANYOLES

Pla de l'Estany, Banyoles, Girona

Pleistoceno superior-Holoceno (28.000-6000 años cal. BP)



F. BURJACHS

Figura 304. Vista aérea del lago de Banyoles



F. BURJACHS

Figura 305. La ribera del lago de Banyoles

El Estany de Banyoles es un depósito lacustre de origen kárstico. El sondeo para el estudio palinológico se llevó a cabo en la ribera del actual lago de Banyoles ($42^{\circ} 08' 07''$ N; $02^{\circ} 45' 23''$ E), a unos 175 m s.n.m. y a 30 km del mar Mediterráneo. El testigo analizado comprende 33 m, dominando dos facies, la superior (0,5 m) de materiales orgánicos, y el resto de carbonatos (Pérez-Obiol & Julià 1994, 1996).

El clima de la zona es de tipo mediterráneo húmedo, siendo la temperatura media anual de unos 15 °C y variando la pluviometría

entre 700 y 900 mm anuales (media de 815 mm). La vegetación actual, por encima de los 600-700 m s.n.m., presenta encinares montanos con *Quercus ilex*, *Q. pubescens* y *Buxus sempervirens*. Por debajo de esta altitud se formaría el típico encinar mediterráneo con *Q. ilex* acompañado de *Viburnum tinus*. Los pinos son muy abundantes, sobre todo *Pinus halepensis*, aunque también se encuentran *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. nigra* subsp. *salzmannii* e incluso desciende hasta estas cotas *P. sylvestris*. El lago y su ribera son ricos en vegetación higrohidrófila donde abundan *Myriophyllum* y *Potamogeton*. El bosque de ribera está muy empobrecido.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años U/Th nominal BP	Años cal. U/Th isocrona BP	Material	Método
Lv-1920	77-84	5794 ± 60	6594 ± 70	turba	¹⁴ C
Lv-1921	117-124	6417 ± 90	7341 ± 75	turba	¹⁴ C
ICTJA	500	-	9664 ± 190	carbonato	U/Th
ICTJA	565-570	-	11.410 ± 100	carbonato	U/Th
ICTJA	870-878	-	12.484 ± 680	carbonato	U/Th
ICTJA	965-972	-	14.423 ± 410	carbonato	U/Th
ICTJA	1000	14.644 ± 380	-	carbonato	U/Th
ICTJA	1037-1040	15.723 ± 700	-	carbonato	U/Th
ICTJA	1854-1861	-	17.771 ± 350	carbonato	U/Th
ICTJA	2200-2205	-	19.878 ± 110	carbonato	U/Th
ICTJA	3170	-	27.862 ± 3000	carbonato	U/Th

Tabla 67. Dataciones de la secuencia polínica del lago de Banyoles (Girona)

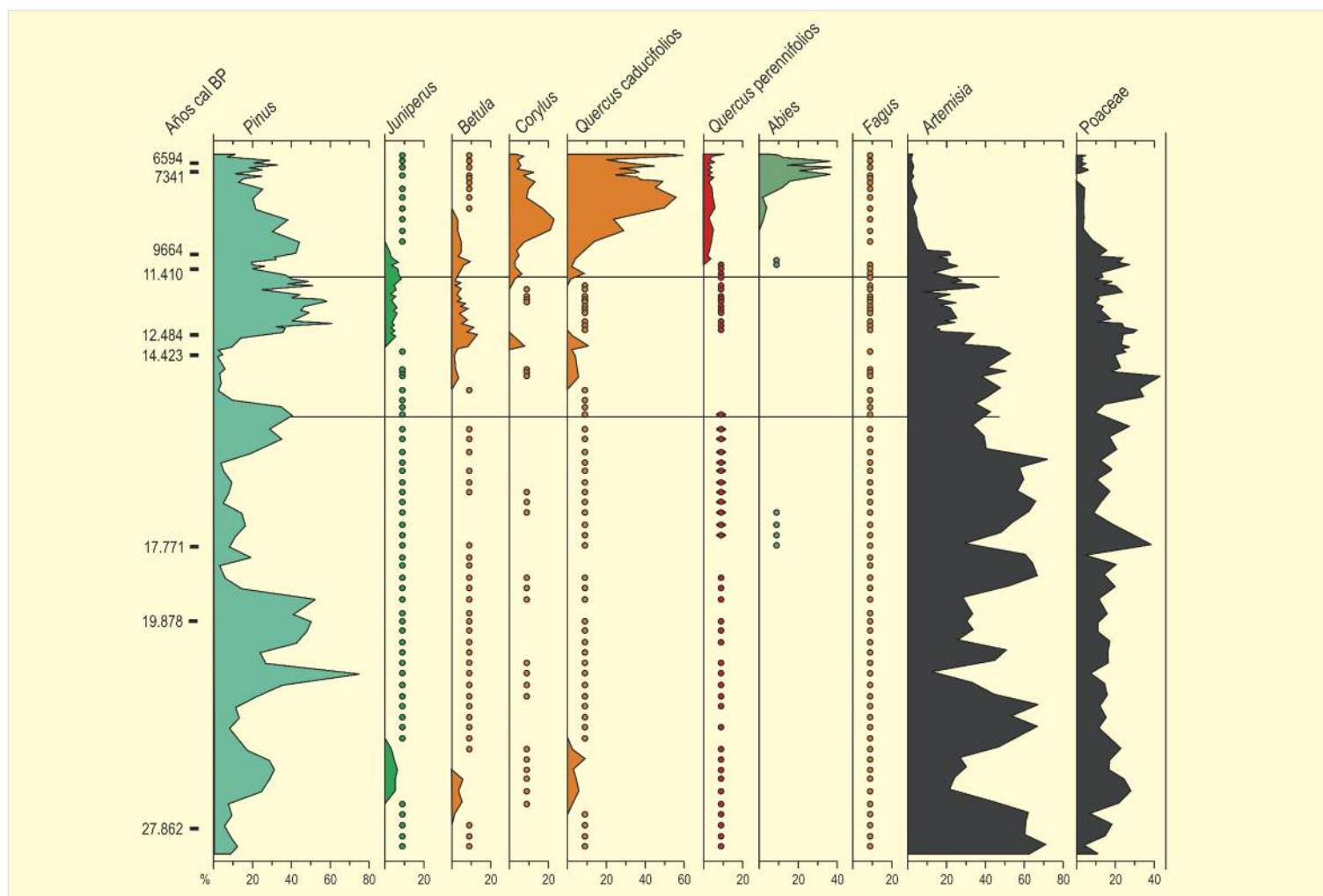


Figura 306. Diagrama polínico de Banyoles (Girona). Redibujado de Pérez-Obiol & Julià (1994)

Durante el último máximo glacial, entre 28.000 y 15.000 cal. BP, el paisaje vegetal era abierto, probablemente con poblaciones dispersas de pino, dominando *Artemisia* y *Poaceae*. Sin embargo, existen evidencias palinológicas de *Quercus perennifolios* y *caducifolios*, así como de *Corylus* y *Fagus*. Cabe destacar un breve período interstadial (27.000-26.000 cal. BP), cuando *Betula*, *Quercus caducifolios* y cf. *Juniperus* se expanden brevemente, con retroceso de *Artemisia* y aumento de *Poaceae*. Más tarde, entre 15.000 y 11.500 cal. BP se producen oscilaciones en los taxones mesófilos (*Quercus caducifolios*, *Acer* y *Corylus*), con dominio de *Pinus*, *Betula* y cf. *Juniperus* en la parte arbórea. Mientras, en la parte arbustivo-herbácea, siguen dominando *Artemisia*, *Poaceae*, *Helianthemum* y, excepcionalmente, *Hippophae*.

La parte más resolutive de la secuencia (Fig. 306) corresponde al Dryas reciente (12.600-11.500 cal. BP), hecho que la hace excepcional, pues es muy escaso el conocimiento paleoflorístico que tenemos de esta fase. Se caracteriza por el dominio de coníferas (*Pinus* y cf.

Juniperus) con porcentajes arbóreos de hasta un 70%, junto a la presencia en expansión de *Betula*, *Acer* y *Quercus caducifolios* (Burjachs 2009).

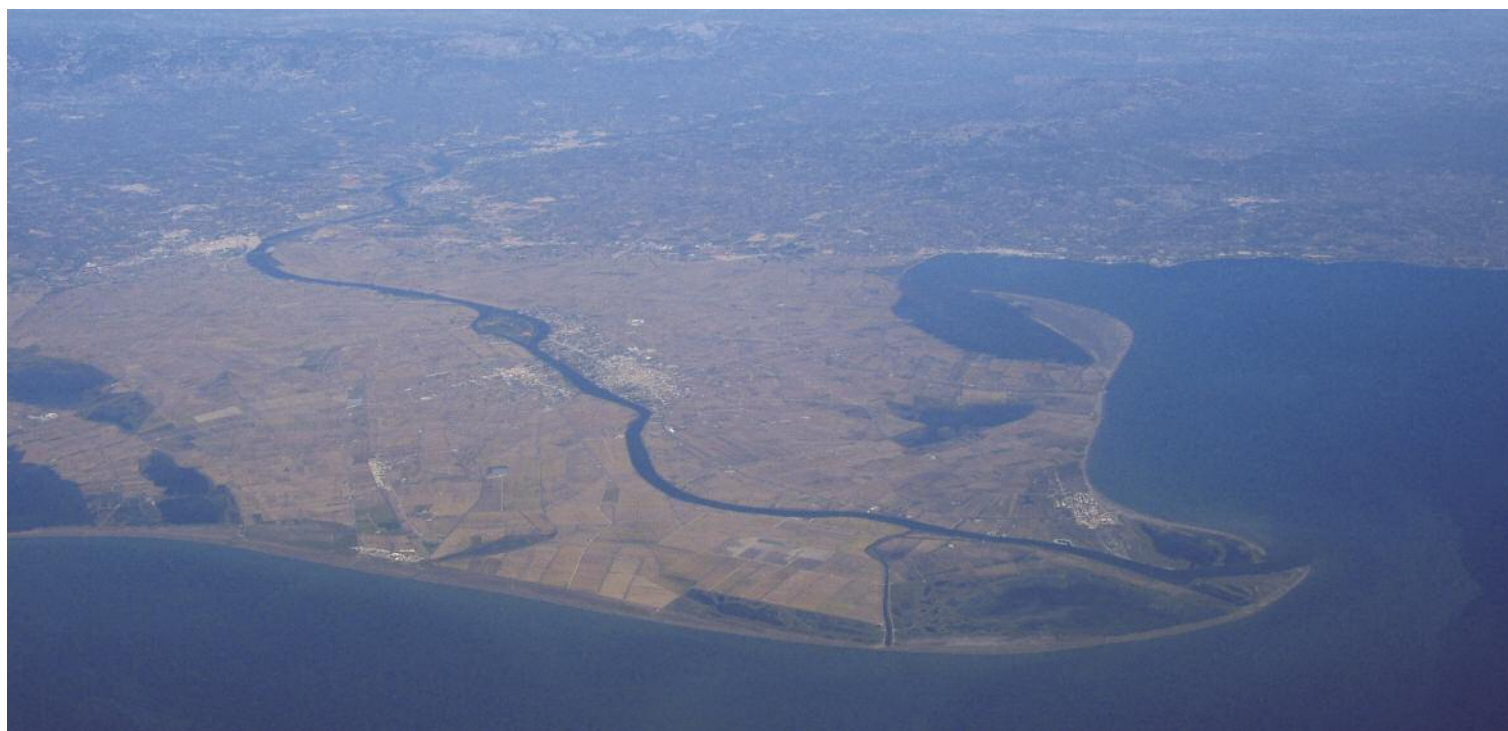
La secuencia del Holoceno, hasta 5000 cal. BP, nos muestra la extensión de la vegetación mesotermófila interglacial, iniciada por *Juniperus*, *Betula* y *Acer*, luego por *Quercus caducifolios* y *Corylus* y, seguidamente, por *Quercus caducifolios*, *Abies* y *Pinus*. Cabe remarcar una deforestación antrópica de *Quercus caducifolios* en la parte superior del diagrama, debido a la instalación de un poblado palafítico del Neolítico antiguo (La Draga, Pérez-Obiol 1994) en la ribera del lago, quienes utilizaron troncos de roble para sustentar sus cabañas por encima de las aguas fluctuantes del lago de Banyoles.

Más información

Pérez-Obiol (1994), Pérez-Obiol & Julià (1994, 1996), Burjachs (2009)

KEB 25: DELTA DEL EBRO

Delta del Ebro, Tarragona
Pleistoceno superior-Holoceno



F. VILLANUEVA

Figura 307. Vista aérea del Delta del Ebro

KEB 25 es la denominación dada a uno de los testigos marinos recuperados durante las campañas oceanográficas llevadas a cabo entre los años 1978 a 1980 en la plataforma continental frente al delta del Ebro. Se han estudiado palinológicamente los 670 cm superiores y está situado a 88 metros de profundidad, a unos 16 km al noreste de la costa del delta ($40^{\circ} 48' 12''$ N, $00^{\circ} 59' 30''$ E).

La región del bajo Ebro posee un clima litoral seco y cálido con un fuerte déficit hídrico estival. La temperatura media anual es de $16,6^{\circ}\text{C}$ y la precipitación media anual es de $548,5$ mm. En

la llanura deltaica se caracterizan los ambientes fluviales, palustres, fluvio-marinos y holomarinicos. Esta diversidad se ve reflejada en un amplio conjunto de dominios de vegetación. Los bosques de ribera, la vegetación helofítica (presidida por *Phragmites*), la vegetación halófila (con *Arthrocnemum*, *Salicornia*, *Juncus*, etc.) y la vegetación psammófila (*Ammophiletea*) quedan fragmentados y reducidos por la gran expansión actual de los cultivos de arroz. La comunidad dominante a nivel regional es la maquia litoral de *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus* sometida a distintas fases de degradación y donde aparece abundantemente *Erica multiflora*.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
MC-2325	195-210	11100 ± 200	12971	<i>Cardium</i>	convencional
MC-2326	262-273	12500 ± 200	15401	<i>Cardium</i>	convencional
MC-2327	320-328	14300 ± 300	18383	<i>Cardium</i>	convencional

Tabla 68. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia marina KEB 25 de la plataforma continental del delta del Ebro. La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). El material datado es mayoritariamente *Cardium*, aunque se encuentran también lamelibranquios y diversa malacofauna marina. Yll (1995)

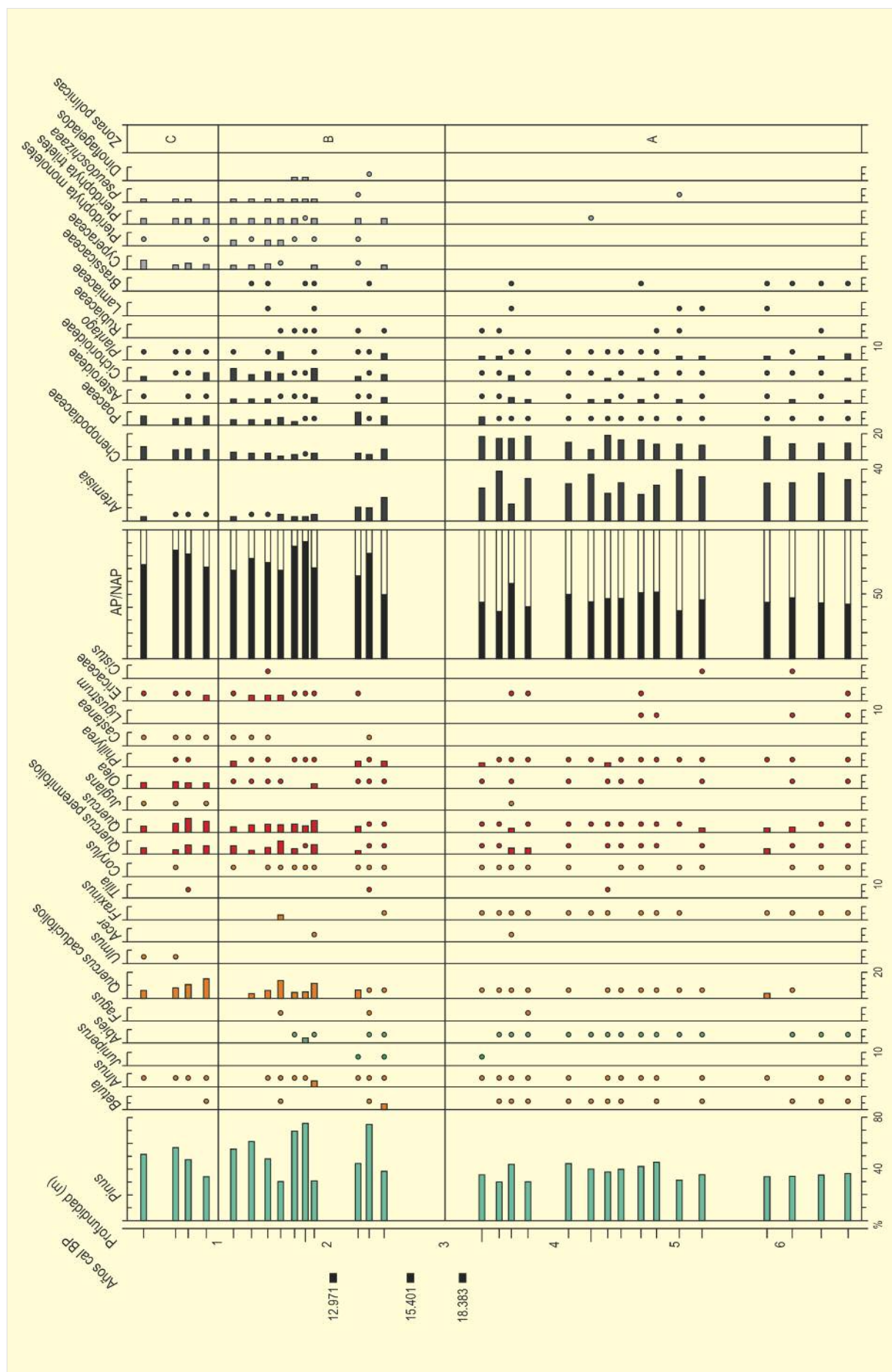


Figura 308. Diagrama polínico del KEB 25. Redibujado de Yll (1995)

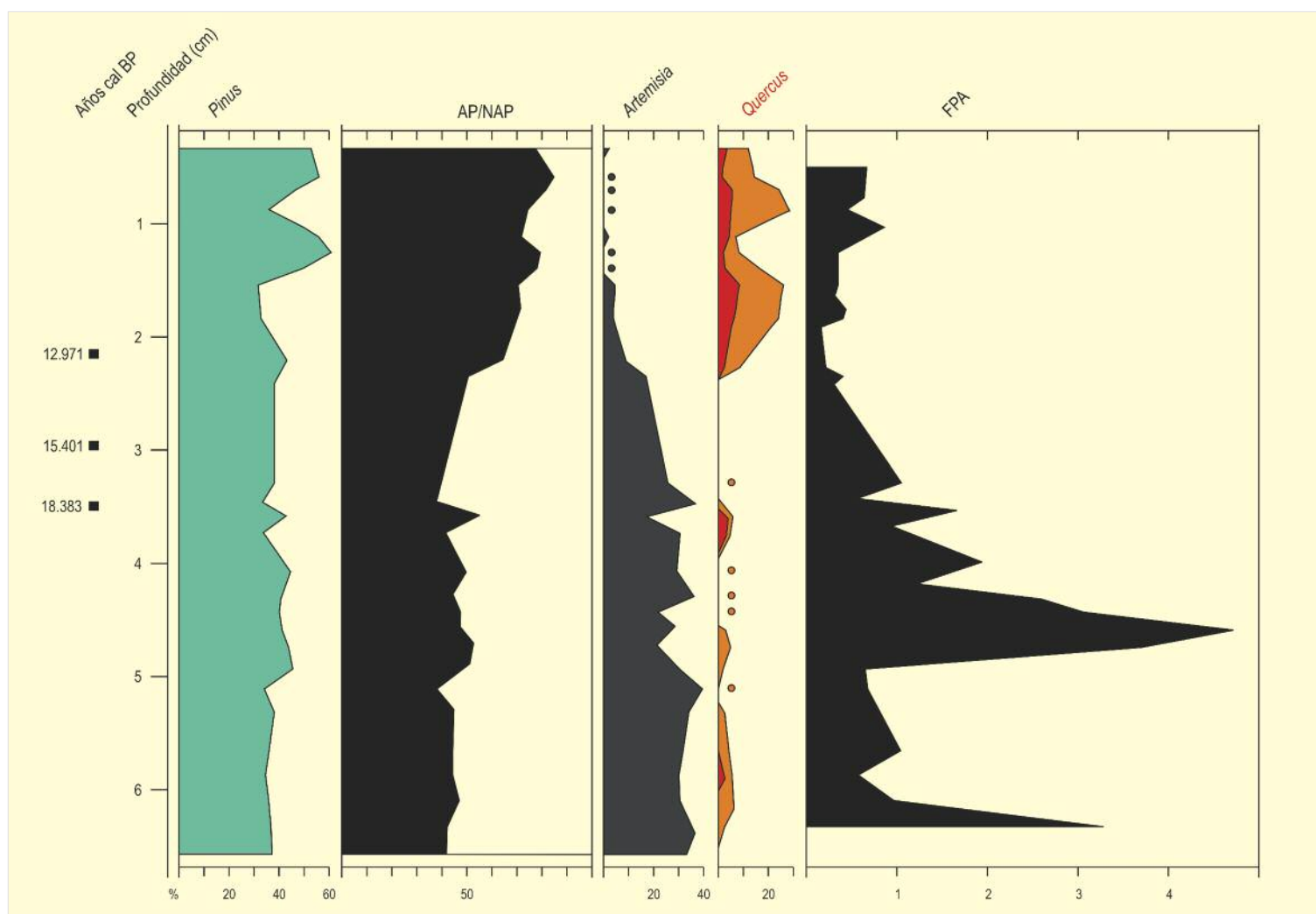


Figura 309. Diagrama resumido de KEB 25. Colonización de *Quercus* y disminución de los valores de *Artemisia* a partir de 13.000 cal. BP. A la derecha valores de la frecuencia polínica absoluta (FPA) expresados en número de granos por gramo de sedimento (x1000). Redibujado de Yll (1995)

En la secuencia KEB 25 quedan claramente definidas tres unidades sedimentarias formadas mayoritariamente por limos y arcillas con restos de materia orgánica y de malacofauna marina. La unidad intermedia (entre 3,8 y 2 m) está datada entre 19.000 y 13.000 cal. BP (Tabla 68) y es la más compleja, con un conjunto de facies retrabajadas que se superponen entre sí.

En el diagrama polínico (Fig. 308) se distinguen claramente tres zonas (Yll 1995, Yll & Pérez-Obiol 1992). En la zona inferior (Zona A), hasta los 3 m y una fecha de 15.000 cal. BP aproximadamente, el ambiente es frío y seco, de tipo pleniglacial, con algunas oscilaciones que se reflejan en las pulsaciones de *Quercus*. Si exceptuamos el componente local de quenopodiáceas, el 90% del polen corresponde a la suma de *Pinus* y *Artemisia*.

La Zona B (zona intermedia, hasta los 80 cm) corresponde a la expansión de los taxones forestales, asociable al Tardiglacial y momentos más antiguos del Holoceno. Aunque los valores de *Pinus* se

mantienen e incluso aumentan hasta valores del 75 %, se evidencia la drástica disminución de *Artemisia* y la aparición de una curva continua de *Quercus*, especialmente de tipo caducifolio. El aumento de la frecuencia polínica de Cyperaceae en el momento en que descienden bruscamente *Artemisia* y Chenopodiaceae indicaría la formación de un sistema lagunar en el delta, que persiste en la fase siguiente, relacionado con el aumento del nivel eustático y con la disminución de superficies ocupadas por la vegetación halófila. Asimismo, la sincronía de este fenómeno con el aumento de *Pseudoschizaea* refuerza la idea del inicio de una aportación masiva de sedimentos a la zona deltaica propiciada por un aumento de las precipitaciones.

Los registros polínicos marinos, aunque en ocasiones no tienen una gran definición, representan unas condiciones ambientales mucho más amplias geográficamente que las de los registros continentales, por lo que su interpretación a escala de variaciones climáticas y dinámicas de la vegetación resulta confiable. Es por ello



Figura 310. Localización del punto de muestreo

que resulta interesante constatar cómo en la secuencia KEB 25 la colonización de *Quercus*, tanto de tipo caducifolio como perennifolio, se inicia anteriormente a 13.000 cal. BP y se mantiene de forma continua a excepción de apreciables descensos correlacionables con las pulsaciones frías del Tardiglacial.

La palinología arqueológica fue la primera en reconocer, durante el final del Würm en el sur de Europa, distintos interestadios en los que durante momentos de clima templado se describen etapas de instalación de especies mesófilas y termófilas. Esto no es impedimento para que la presencia de algunos de los taxones determinados en la secuencia KEB 25 pueda responder también o alternativamente a una aportación polínica procedente de lugares refugio situados más o menos lejos o a la presencia de algunos ejemplares aislados en el cauce final del Ebro, como se refleja en otras secuencias. Curiosamente en esta secuencia las frecuencias polínicas absolutas más elevadas las encontramos en la fase pleniglacial y no en el Holoceno y van asociadas a repuntes en los valores de los mesófilos, especialmente de *Quercus* (Fig. 308).

Es conocido que existe un favorecimiento antrópico de *Castanea*, *Juglans*, *Fagus*, *Olea* y otros taxones desde diferentes momentos del Holoceno. La presencia de algunos de estos taxones en momentos anteriores va unida también a la discusión sobre su carácter autóctono. Algunos autores consideran también la posibilidad de la existencia de esas zonas refugio, que hubieran podido permitir su sedimentación.

Más información

Yll & Pérez-Obiol (1992), Yll (1995)

COVA DEL PARCO

La Noguera, Alòs de Balaguer, Lleida

Pleistoceno superior (17.489-11.862 años cal. BP)



Figura 311. Vista del paisaje del valle desde la cueva del Parco



Figura 312. Detalle de la excavación en el abrigo de la entrada de la cueva

La Cova del Parco se abre por encima del río Segre y pertenece a un complejo kárstico formado en los conglomerados oligocenos del sinclinal de La Massana, encontrándose ubicada en el término municipal de Alòs de Balaguer (La Noguera, Lleida), en el paraje conocido como Roques Prenyades, en la vertiente sur del Dom de Sant Mamet, sierra marginal del Prepirineo (41° 54' 48" N, 00° 56' 31" E), a 420 m s.n.m.

Este yacimiento arqueológico contiene estratos con materiales desde el Magdaleniense inicial hasta un Epipaleolítico de

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
AA-13410	la (174 cm)	10.190 ± 100	11.862 ± 242	carbón	AMS
Gif-95543	la (182)	10.420 ± 110	12.323 ± 219	carbón	convencional
Gif-95563	la2 (184)	10.770 ± 110	12.754 ± 107	carbón	convencional
Gif-95562	la2 (194)	10.930 ± 100	12.885 ± 108	carbón	convencional
OxA-8656	lb-lc (200-230)	11.430 ± 60	13.339 ± 133	carbón	AMS
OxA-10796	II epigonal	12.605 ± 60	14.961 ± 299	carbón	AMS
ICEN-501	II	10.390 ± 300	12.096 ± 467	carbón	AMS
OxA-10797	II	12.460 ± 60	14.741 ± 314	carbón	AMS
OxA-10835	II	12.560 ± 130	14.885 ± 349	carbón	AMS
OxA-13597	II	12.995 ± 50	15.846 ± 399	carbón	AMS
OxA-13596	II	13.025 ± 50	15.898 ± 395	carbón	AMS
OxA-10798	II	13.175 ± 60	16.102 ± 392	carbón	AMS
OxA	promedio II	12.843 ± 70	15.391 ± 272		
GifA-95564	III	13.070 ± 140	15.970 ± 441	carbón	AMS
AA-8643	IV	12.900 ± 130	15.654 ± 467	hueso	AMS
GifA-95565	V	13.890 ± 130	17.140 ± 241	carbón	AMS
AA-8644	VI	13.950 ± 150	17.207 ± 250	hueso	AMS
GifA-95547	VII	13.720 ± 140	16.790 ± 286	sedimento	AMS
GifA-95542	VII	14.040 ± 140	17.296 ± 248	carbón	AMS
GifA-95552	XI	14.300 ± 150	17.489 ± 272	carbón	AMS

Tabla 69. Dataciones ¹⁴C obtenidas en el yacimiento arqueológico de la Cova del Parco. Bregadà *et al.* (1999)

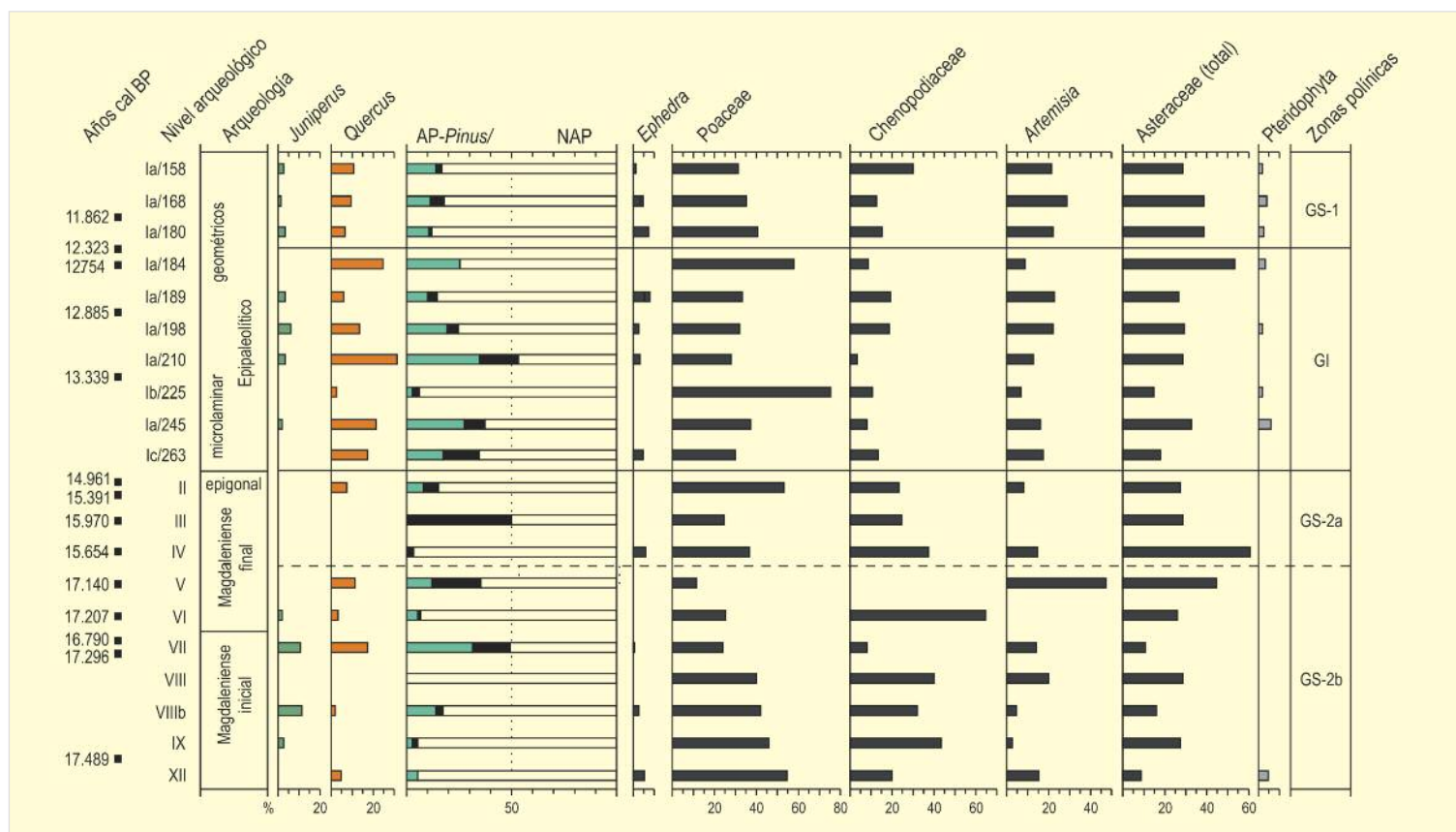


Figura 313. Diagrama de los resultados del análisis polínico efectuado en la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, Lleida). Las dataciones ^{14}C calibradas han sido puestas al día mediante CalPal (<http://www.calpal-online.de/index.html>), siendo la del nivel II inferior (no "epigonal") el promedio de las 5 obtenidas en OxA (Tabla 1). Redibujado de Bregadà *et al.* (1999)

geométricos. Su cronología contempla el intervalo entre 17.489 y 11.862 cal. BP.

El clima actual de la zona es de tipo mediterráneo continental subhúmedo, con temperaturas medias anuales comprendidas entre los 12 y 13 °C, y precipitaciones de 550 a 650 mm anuales. Durante el invierno son frecuentes las nieblas en los fondos de valle. Ello conlleva que la vegetación predominante sea perennifolia, sin desdeñar que en las umbrías aparezcan bosquesillos de especies marcescentes. Lo más abundante es el monte bajo de coscoja y romero, frecuentemente con *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. halepensis*. En las umbrías aparecen quejigos de forma relictual.

La secuencia (Fig. 313) empezaría durante una fase interstadial del Tardiglacial (GS-2b), que corresponde a los niveles del Magdaleniense inicial y a la mitad inferior del Magdaleniense superior final. Esta fase se caracteriza por *Quercus* y *Corylus* en un contexto de posible humedad decreciente (descenso de Poaceae y aumento de Asteraceae y Chenopodiaceae).

Entre los niveles V y IV del Magdaleniense superior final, se entra en una fase estadal (GS-2a), caracterizada por la ausencia de taxones termófilos y presencia de *Pinus* e incremento de Poaceae.

Lo primeros niveles del Epipaleolítico, tanto el microlaminar (Ic-263 / Ib-225) como el antiguo de geométricos (Ia / 210-158), podrían corresponder a la importante fase interstadial del complejo Bølling-Allerød o GI. En este momento, *Quercus* es más frecuente que en la anterior fase, descendiendo *Artemisia* y Chenopodiaceae.

Finalmente, el techo del diagrama, que podría ser correlativo del Dryas reciente o GS-1, se caracteriza por el descenso de la cobertura arbórea. Sin embargo, se mantiene la presencia de *Quercus*.

Más información

Bregadà *et al.* (1999)

BALMA DEL GAI

Bages, Moià, Barcelona

Tardiglacial-Holoceno (12.240-8930 años BP)



Figura 314. Vistas de Moià en las proximidades a la secuencia de Balma del Gai

C. CASANOVA

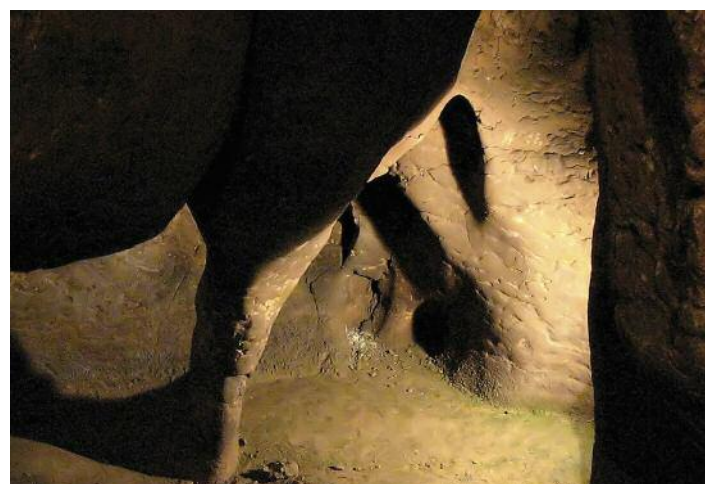


Figura 315. Cueva del Toll que junto a Balma del Gai y la cueva de les Toixoneres forman el conjunto de cuevas de este entorno

C. CASANOVA

La Balma del Gai (41° 49' 00" N, 02° 08' 19" E, 760 m s.n.m.) se encuentra situada en el altiplano del Moianès, formado en la zona sureste de la depresión del Ebro, en el piso supramediterráneo, con temperaturas actuales que oscilan (en el observatorio de Moià a 800 m s.n.m.) entre 3,23 °C en invierno y 20,9 °C en verano y precipitación media anual de 699 mm. La comarca está dominada por bosques secundarios de *Pinus sylvestris*, y bosques de *Quercus humilis* y *Buxus sempervirens*. Además de éstas, en el estrato arbustivo encontramos otras especies como *Prunus spinosa*, *Juniperus communis*, *Corylus avellana* y *Hedera helix* y en el estrato arbóreo *Quercus cerrioides*, *Acer campestre*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex/rotundifolia*. Además, a 7 km al este del yacimiento destaca un hayedo relicto.

Se trata de una secuencia arqueológica de 1 metro de potencia con dataciones entre 8930-12.240 BP (Tabla 70). El primer estudio antropológico sobre este yacimiento fue realizado por E. Bazile-Robert (1980). Posteriormente Allué *et al.* (2007) realizaron un estudio a partir de los materiales de las campañas de excavación más recientes. Éste se basa en el análisis de 1171 restos de carbón. Las dataciones proporcionadas, así como las diferencias evidenciadas en el registro arqueológico y el conjunto antropológico, permiten definir diferentes fases. Los taxones identificados más relevantes son *Pinus* tipo *sylvestris*, *Prunus*, *Rhamnus cathartica/saxatilis* y *Acer*. Asimismo, otros taxones como *Juniperus*, *Maloideae*, *Buxus sempervirens*, *Clematis* y *Betula* aparecen más o menos regularmente a lo largo de la secuencia. Estos datos

Ref. Lab.	Contexto	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Método
Gif-10028	Epipaleolítico geométrico	I	8.930 ± 140	9990	convencional
Gif-95617	Epipaleolítico microlaminar	I	10.260 ± 90	12.060	convencional
Gif-95630	Epipaleolítico microlaminar	I	12.240 ± 110	14.360	convencional
Gif-10029	Epipaleolítico	I	11.170 ± 160	13.060	convencional

Tabla 70. Dataciones radiométricas de Balma del Gai (Petit 1998)



Figura 316. Vista general del yacimiento y detalle de la excavación en Balma del Gai

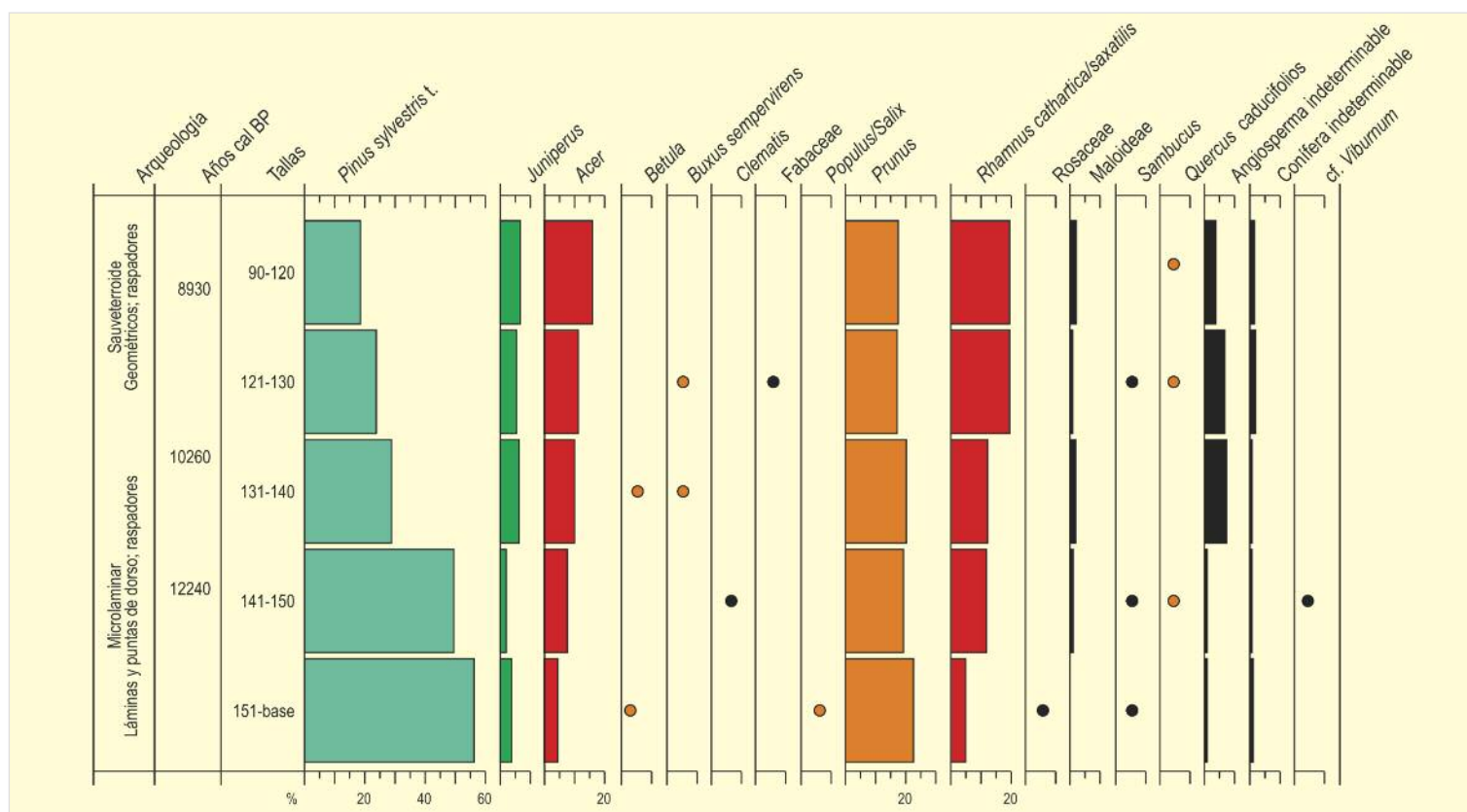


Figura 317. Diagrama antracológico de la Balma del Gai. Redibujado de Allué et al. (2007)

permiten poner en evidencia la transformación de las formaciones forestales que se establecen durante el Tardiglacial, caracterizadas por el dominio de los bosques de pino albar, cuyo sotobosque muestra escasa diversidad. Sin embargo en algunas zonas más refugiadas, crecen taxones mesófilos. Durante el inicio del Holoceno vemos como el aumento de las precipitaciones provocaría una mayor humedad ambiental que permitiría la expansión de taxones mesófilos en el entorno inmediato. Se trata de especies colonizadoras que en el caso de la Balma del Gai crecen en ambientes húmedos, en contraposición a otras áreas biogeográficas con ma-

yor aridez ambiental, en las que por ejemplo los enebros/sabinas tienen mayor significación que en la Balma del Gai. Esta formación vegetal tan singular dominada por árboles y arbustos mesófilos (*Acer*, *Prunus* y *Rhamnus cathartica/saxatilis*) preconizan las formaciones de caducifolios dominadas por *Quercus* que se desarrollarán con posterioridad a partir del Holoceno medio.

Más información

Allué et al. (2007)

LA CATIVERA

Tarragonès, El Catllar, Tarragona
Holoceno (13.040-8830 años cal. BP)



Figura 318. Vista del Abrigo de La Cativera antes de empezar la excavación

La Cativera es un pequeño abrigo localizado en las coordenadas geográficas 41° 11' 18" N y 01° 20' 10" E, a 65 m s.n.m., situado en la ribera del río Gaià, a 15 km de la línea de costa tarraconense.

La vegetación natural se supone formada por el encinar litoral o la maquia litoral de acebuche y palmito. Sin embargo, el paisaje actual de la zona está claramente marcado por las actividades humanas, especialmente la agricultura, basada principalmente en el cultivo de viña y olivo. Las especies que podemos



Figura 319. Perfil de la secuencia excavada

encontrar actualmente son *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides* y *Olea europaea*.

El yacimiento presenta una secuencia con 6 niveles arqueológicos de los que se han excavado hasta el momento en extensión los niveles superiores. El estudio antracológico está basado en los materiales procedentes de los niveles A y B, ya que de los niveles inferiores existe hasta el momento únicamente un pequeño perfil que sólo permitió recoger muestras para las dataciones (Allué *et al.* 2000, Fontanals 2001) (Tabla 71).

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Método
AA-23367	7970 ± 60	8830	A	AMS
AA-23368	8860 ± 95	9940	B	AMS
AA-23369	10.370 ± 100	12.280	C1	AMS
AA-23370	10.660 ± 120	12.580	C2	AMS
AA-23371	11.230 ± 100	13.130	C3	AMS
AA-23372	11.135 ± 80	13.040	C3b	AMS

Tabla 71. Dataciones de La Cativera (Allué *et al.* 2001, Fontanals 2001)

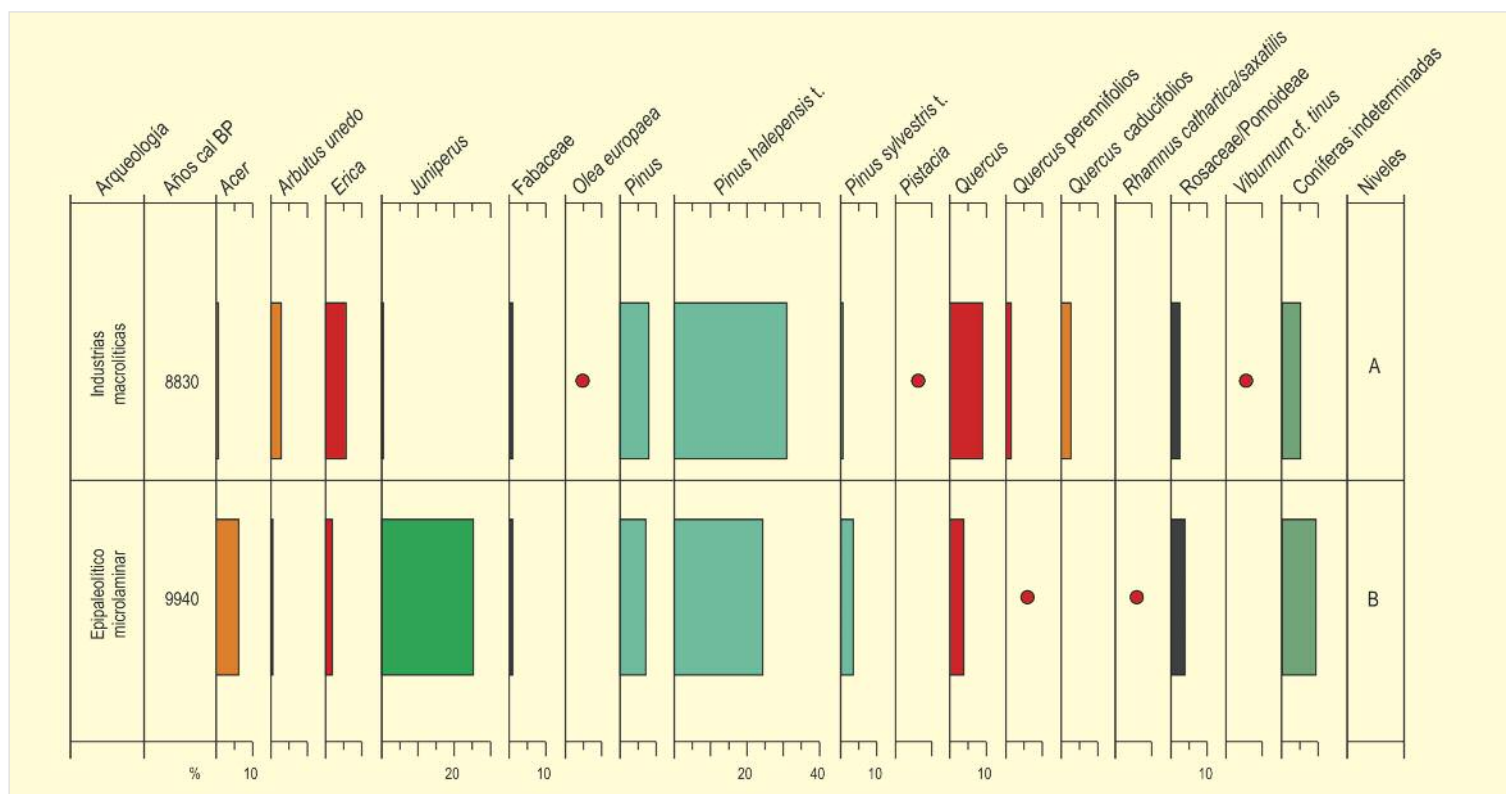


Figura 320. Diagrama antracológico del abrigo de La Catiuera (Allué *et al.* 2000)

Se han estudiado un total de 905 fragmentos de carbón. Los dos niveles estudiados muestran una importante variabilidad taxonómica; en el nivel B (9940 cal. BP) domina *Pinus halepensis* y *Juniperus*, junto a otras especies arbóreo-arbustivas como *Arbutus unedo*, *Acer*, *Erica*, *Fabaceae*, *Quercus*, *Rhamnus cathartica/saxatilis* y *Maloideae*. En el nivel A (8830 cal. BP) encontramos los mismos taxones y además aparece *Olea europaea*, *Pistacia* y *Viburnum cf. tinus*.

La diferencia más significativa entre ambos niveles es la presencia de valores importantes de *Juniperus* en el nivel B siendo prácticamente anecdótico en el nivel superior. Asimismo, *Acer* presenta valores más significativos en el nivel B que en el nivel A. El nivel B refleja una formación vegetal dominada por coníferas, pinos y enebros/sabinas. Además los elementos mesófilos coexistirán en las zonas más favorables de mayor humedad.

A partir del nivel A los elementos de carácter pionero como *Acer* o *Juniperus* disminuyen favoreciendo la expansión del enci-

nar. A pesar de ello, parece que *Pinus halepensis* continúa dominando en el entorno.

La importancia de esta secuencia reside en la presencia de *Pinus halepensis* y elementos del encinar esclerófilo durante una fase cronológica en la que las condiciones climáticas son favorables. Desafortunadamente, los ensayos para la obtención de datos polínicos han resultado estériles y no tenemos elementos de comparación (Allué & Renault-Miskovsky 1999; Bujarchs & Expósito *com. pers.*).

Podemos señalar que esta secuencia refleja la clara diferencia entre las formaciones vegetales distribuidas en zonas más alejadas de la costa y en el área por encima del río Llobregat, donde dominan los caducifolios.

Más información

Allué *et al.* (2000)

LAGO BURG

Pirineo oriental, Farrera, Lleida
Holoceno (10.500-2340 años cal. BP)



PERUCHO

Figura 321. Lago de Burg en el Pirineo oriental

El lago Burg ($42^{\circ} 30' 18''$ N, $01^{\circ} 18' 22''$ E) se localiza en el Pirineo oriental (Lleida), entre las cabeceras de los ríos Noguera-Pallaresa y Segre, dentro de la comarca de Pallars Sobirà,

cerca de las fronteras entre España, Andorra y Francia. El lago se sitúa en la zona de transición entre las regiones Eurosiberiana y Boreoalpina, con una altitud de 1821 m s.n.m., y temperatura

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-167030	111	2310 ± 40	2340	Turba
Beta-167021	471	4730 ± 40	5470	Sedimento total
Beta-167022	511	8320 ± 50	9360	Sedimento total
Beta-167023	651	9300 ± 60	10.510	Sedimento total

Tabla 72. Dataciones radiocarbónicas obtenidas en la secuencia sedimentaria del lago Burg (modificado de Pèlachs *et al.* 2007)

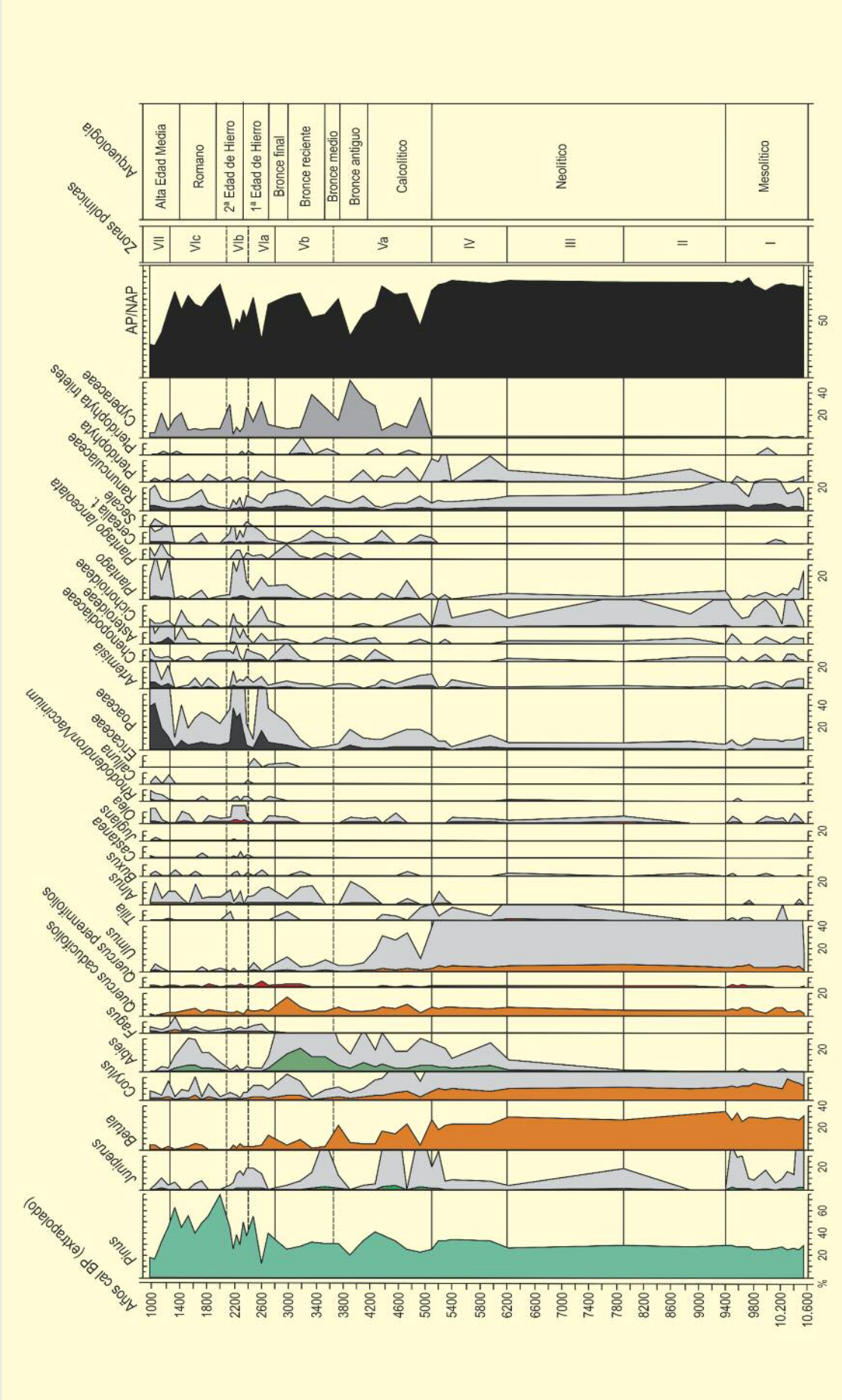


Figura 322. Diagrama polínico de la secuencia de Burg. Redibujado de Pélachs et al. (2007)



Figura 323. Lago Burg cubierto en vista invernal

media anual de $-1,6-11$ °C (Figs. 321 y 323). La precipitación media varía entre 500 y 900 mm al año. Se puede decir que su clima general es de montaña mediterránea con influencias de clima atlántico. La vegetación actual de la región está caracterizada principalmente por bosques de pino silvestre con algún abedul aislado, así como zonas más abiertas dominadas por matorral (*Senecio-genistetum europaeae*) y plantas ruderales (*Brometalia erecti*).

La secuencia sedimentaria recuperada del lago Burg tiene una longitud máxima de 6,5 m y exhibe varias fases sedimentológicas: cinco tramos de sedimento turboso, tres fases con material arcilloso indicando un posible aumento de lámina de agua, y dos zonas de sedimento más masivo (Pèlachs *et al.* 2007). El modelo de edad está basado en cuatro dataciones radiocarbónicas que sitúan la base de la secuencia en 10.510 años cal. BP (Tabla 72).

En cuanto a la secuencia polínica del lago Burg (Pèlachs *et al.* 2007), ésta refleja tres configuraciones distintas del paisaje que se suceden en el tiempo (Fig. 2). La primera de ellas (9400-6200 años cal. BP) está caracterizada por registrar *Betula* como taxón

dominante, formando bosques en las inmediaciones del lago. El abedul está ya instalado en el área desde el comienzo de la secuencia sedimentaria, sin embargo hasta el 9400 años cal. BP, la presencia de *Juniperus* es notable, por lo que este tramo se considera como un periodo de transición desde el final del Tardiglacial hasta el establecimiento definitivo del bosque de abedul. La parte superior de esta fase (7800 años cal. BP), muestra el comienzo de la curva continua de *Tilia*, considerado como marcador del Óptimo Climático en el Pirineo.

El segundo episodio tiene lugar entre 5200 y 2800 años cal. BP, durante el cual el bosque está dominado por el abeto. Antes de la sustitución del bosque de *Betula* por el de *Abies* se produce una fase de transición (6200-5200 años cal. BP) en la que se conforma un bosque mixto. Es complicado conocer hasta qué punto la dinámica de la vegetación corresponde exclusivamente a cambios climáticos, a la intervención humana en el paisaje o resulta de una combinación de ambos factores. La aparición de *Alnus* en el diagrama –ausente hasta el momento– confirmaría la hipótesis de que la transición entre el bosque de *Betula* y el de *Abies* pudo deberse exclusivamente a un incremento en las precipitaciones.

La tercera etapa de esta secuencia comienza 2800 años cal. BP con la sustitución del bosque de abeto por el pinar (*Pinus sylvestris*). A partir de este momento, y hasta la actualidad, se observa un considerable incremento de todos los taxones herbáceos en general, y de las gramíneas en particular, sugiriendo una apertura del paisaje. También en este periodo aparece *Fagus* por primera vez en el diagrama. La sustitución de *Abies* por *Pinus* hace 2800 años, coincide con un descenso en las precipitaciones de verano en la franja latitudinal $41^{\circ}-44^{\circ}$ N, según Jalut *et al.* (2000). Teniendo en cuenta estos cambios ambientales, la sustitución en AP (abedul-pino) pudo haber sido posible únicamente por una intensificación de la sequía estival. Sin embargo, y aunque las causas climáticas pudieron desencadenar por sí solas el cambio en el paisaje, cabe destacar que este momento coincide con un importante aumento de la presión antrópica en la zona (Pèlachs 2005), que en el diagrama coincide con una mayor incidencia de *Cerealia*, y que si bien la intervención humana no fue determinante, por lo menos pudo haber sido aceleradora del proceso de sustitución vegetal. Esta misma hipótesis es la que explicaría la expansión de *Fagus* en el Pirineo, por la cual la propagación del haya habría sido causada por unas condiciones climáticas favorables, pero viéndose beneficiada por una actividad humana selectiva que generó la apertura de paisaje necesaria para favorecer la colonización de *Fagus* (López-Merino *et al.* 2008).

Más información

Reille (1991), Montserrat-Martí (1992), Jalut *et al.* (2000), Pèlachs (2005), Pèlachs *et al.* (2007, 2009)

COVA 120

La Garrotxa, Sales de Llierca, Girona
Holoceno (9592-3409 años cal. BP)



F. BURJACHS

Figura 324. Bosque de encinas y boj alrededor de la Cova 120 en verano de 1981. Abajo, a la derecha, puede observarse el conjunto medieval de Sadernes

La Cova 120 se encuentra situada en las coordenadas 42°16'30" N y 02°36'42" E a 460 m s.n.m. en el término municipal de Sales de Llierca (Girona). La cavidad se encuentra biogeográficamente entre las regiones de tendencia atlántica y mediterránea. El área está dominada por el encinar típicamente mediterráneo con algunas especies submediterráneas (Figs. 324 y 325).

La climatología de esta comarca es excepcional, ya que cubre una transición entre el dominio mediterráneo y el atlántico: Figueres, en el llano ampurdanés, a 40 m s.n.m., recoge unas precipitaciones de 572 mm anuales con máximos en otoño; por otra parte, Montagut, a 30 km de Figueres y 276 m s.n.m., recoge 683 mm anuales, con máximos en primavera; mientras que Olot, a 400 m s.n.m. y a sólo 10 km de distancia de Monta-

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Ubar-34	nivel I	300 ± 70	373	madera	¹⁴ C
Ugra-106	nivel I	510 ± 160	495	madera	¹⁴ C
Ugra-107	nivel I	3190 ± 140	3409	carbones	¹⁴ C
Gif-6925	nivel II	4240 ± 70	4758	carbones	¹⁴ C
Ubar-31	nivel III	8550 ± 150	9592	carbones	¹⁴ C

Tabla 73. Dataciones obtenidas para el depósito arqueológico de la Cova 120. Las correspondientes a la madera del 'nivel I' fueron desestimadas; así como la del nivel III, pues los carbones debían corresponder a un escaso nivel Mesolítico, que fue en gran parte destruido al construir los hombres neolíticos sus silos para almacenar cereales. Agustí *et al.* (1987)



F. BURIACHIS

Figura 325. a) Entrada a la Cova 120 en medio del acantilado, b) corredor de entrada a la cueva durante la campaña de 1981

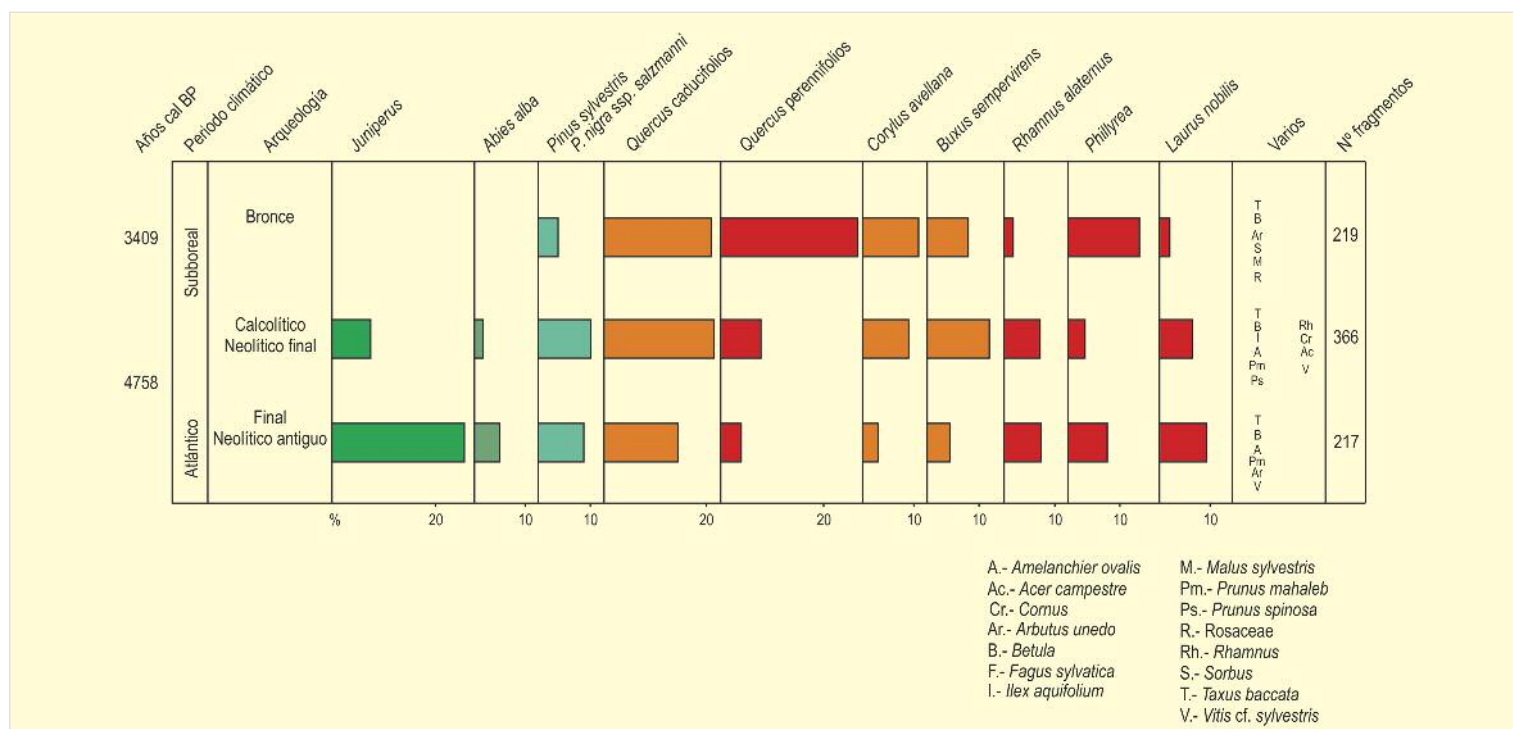


Figura 326. Diagrama antracológico de la Cova 120. Redibujado de Ros (1985,1987)

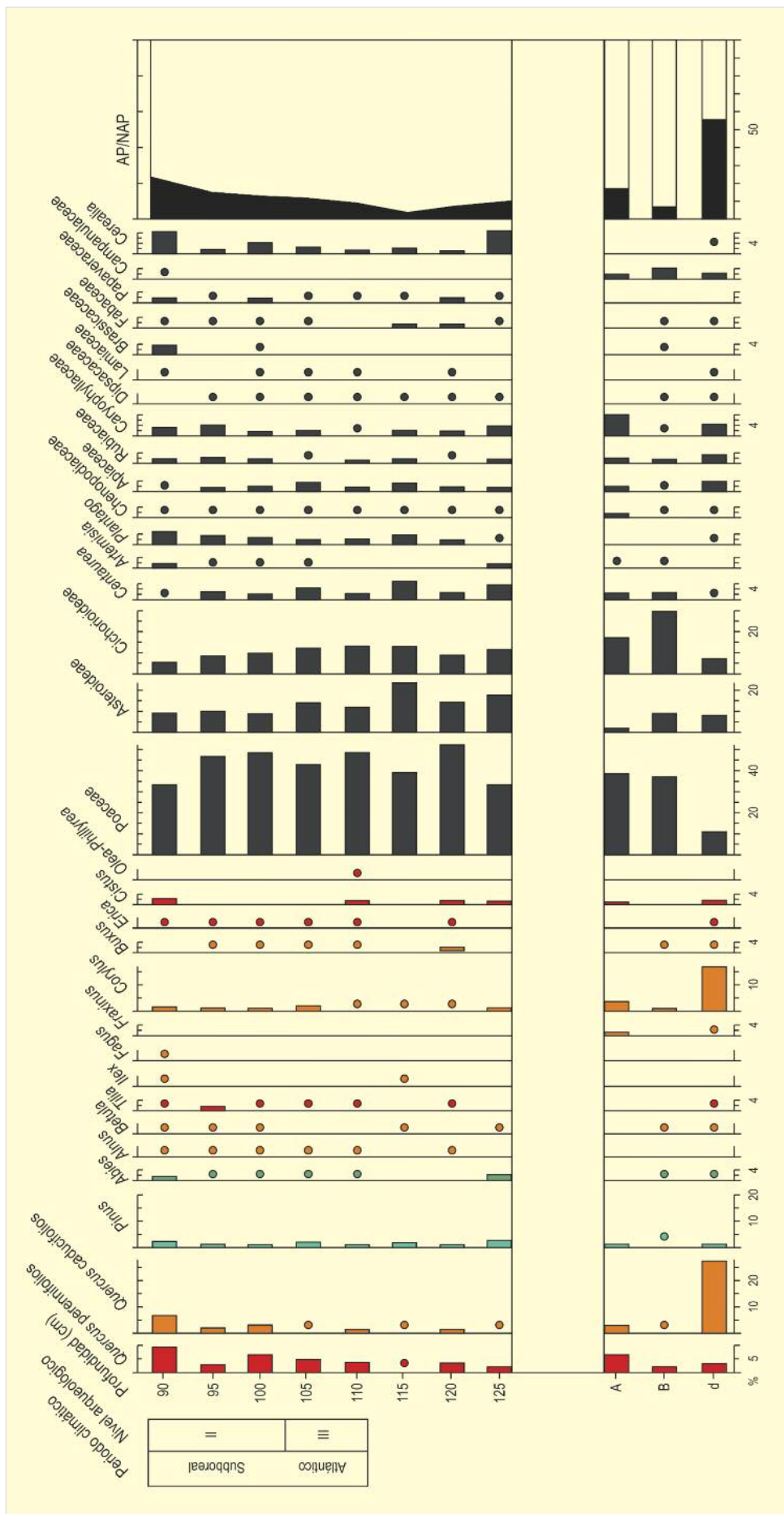


Figura 327. Resultados polínicos de dos secuencias de los niveles arqueológicos holocenos de la Cova 120 (Girona). Arriba: muestras obtenidas en una sección arqueológica (cuadro H-17), entre 125 y 90 cm. (según plano 0 de la excavación), que cubren los niveles II y III. Abajo: Secuencia de tres muestras obtenidas de concreciones estalagmíticas, correlacionadas y ordenadas estratigráficamente con los niveles arqueológicos. El nivel I no fue analizado ante las evidencias arqueológicas de remoción y la datación proporcionada por los troncos de madera, algunos de ellos encontrados en la base de este nivel, sobre la roca madre del corredor. Redibujado de Burjachs (1985, 1988)

gut, acumula 1030 mm anuales, con máximos en primavera y sin déficit hídrico en verano. La temperatura media anual de la zona es de 12,3 °C. Esta climatología permite la existencia de un hayedo (*Fageda d'en Jordà*) a sólo 560 m s.n.m., así como de pies residuales de *Quercus robur* en el llano de Olot.

La secuencia arqueológica contiene niveles pleistocenos y holocenos. Los tres niveles del Holoceno, de donde proceden los datos antracológicos, fueron excavados en la década de los 80 y contienen registros del Neolítico antiguo (Epicardial) hasta la Edad del Bronce. La datación radiocarbónica sobre carbón de los niveles arqueológicos del Neolítico final calcolítico muestra una fecha de 4240 BP (Agustí *et al.* 1987).

El estudio antracológico fue realizado por Ros (1985, 1987). La secuencia antracológica está basada en el estudio de los niveles I, II y III (Fig 326).

El nivel del Neolítico antiguo muestra un robledal en expansión, junto al que, además, encontraríamos taxones termomediterráneos como *Quercus perennifolios* y *Rhamnus/Phillyrea*. Asimismo, observamos la presencia de taxones mesofilos tales como *Laurus nobilis* y *Corylus avellana* destacando algunos elementos de montaña como *Abies*, *Betula* y *Pinus sylvestris/nigra*.

Durante el Neolítico antiguo-Calcolítico dominan los taxones del robledal con dominio de *Quercus caducifolios* y boj entre otras especies como *Corylus avellana*, *Acer*, *Laurus nobilis*, *Cornus*, *Ilex aquifolium* y *Taxus baccata*. Además destacamos un incremento de taxones termófilos como *Quercus perennifolios* y *Rhamnus/Phillyrea*. Finalmente el nivel superior refleja claramente el

incremento de los taxones del encinar mixto, junto a las aladiernas y el boj. La presencia de *Betula* y *Pinus sylvestris/nigra* es continua, así como la de otros taxones mesofilos como *Corylus avellana*, *Acer* y *Taxus baccata*. Finalmente destacamos en este nivel la presencia de *Fagus sylvatica*.

En el mismo valle del Llierca otros yacimientos completan los datos que definen las formaciones arbóreas del entorno. En estos se observa claramente la evolución de la cobertura vegetal afectada tanto por las actividades humanas como por los cambios ambientales que ocurren durante el Holoceno medio (Ros 1996).

El diagrama polínico del Holoceno (Fig. 327) nos muestra a grandes rasgos la evolución de la vegetación en esta zona del NE peninsular. Tal como se ha observado en otras localidades, un bosque inicial de *Quercus caducifolios* y *Corylus*, va siendo sustituido por un encinar (*Quercus perennifolios*) donde los pinos tienen escaso protagonismo, al menos hasta el Bronce Final (3409 años cal. BP). *Fagus* aparece tardíamente en la parte superior de la secuencia.

Cabe remarcar los destacados valores para el tipo Cerealia, lo cual refuerza la interpretación de cueva-almacén con trasiego de cereales. Por otro lado, la compleja biogeografía de esta zona permite que este depósito capte tanto taxones mediterráneos (*Olea-Phillyrea*, *Cistus*, *Quercus perennifolios*), como atlánticos (*Tilia*, *Ilex*), o montanos (*Betula*, *Abies*, *Fagus*).

Más información

Burjachs (1985, 1988), Agustí *et al.* (1987a,b), Ros (1988,1996)

CASTELLÓ D'EMPÚRIES (S6)

Alt Empordà, Palau-Saverdera, Girona
Holoceno (9500 años cal. BP-actualidad)



F. BURJACHS

Figura 328. Foto aérea de la zona dels Aiguamolls de l'Empordà

El análisis de este depósito proviene de uno de seis sondeos mecánicos efectuados en el Parque Natural de Aiguamolls de l'Empordà en agosto de 2003; concretamente, este S6 ($42^{\circ} 16' 53''$ N, $03^{\circ} 07' 13''$ E), dentro del término municipal de Palau-Saverdera (Girona). Se trata de una antigua laguna litoral entre los ríos Muga y Fluvià, hoy en día convertida gran parte del año en efímera (humedal) por la antropización del territorio.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo ruscínico, caracterizado por la ausencia de un período invernal intensamente frío (media de enero de las mínimas por encima de los 0°C y mínima máxima de $-7,6^{\circ}\text{C}$ en enero de 1985) y la existencia de un prolongado estiaje. La precipitación media anual de ésta localidad se sitúa en 607 mm, con amplios intervalos entre 1000 y 300 mm, siendo octubre el mes más lluvioso y julio el más seco. Las

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Poz-20046	75	13.960 ± 60	-	residuo polínico	AMS
Poz-20591	130	12.840 ± 80	-	residuo polínico	AMS
Poz-20592	220	2695 ± 35	2807	residuo polínico	AMS
Poz-20047	235	14.790 ± 70	-	residuo polínico	AMS
Poz-20048	270	16.720 ± 80	-	residuo polínico	AMS
Beta-190906	360	5690 ± 40	6484	residuo polínico	AMS
Poz-20050	450	8480 ± 40	9501	residuo polínico	AMS

Tabla 74. Dataciones radiométricas correspondientes al sondeo S6 de Castelló d'Empúries (Empordà, Girona). Cuatro dataciones han sido desestimadas por ser más antiguas que el depósito. Burjachs *et al.* (2005)

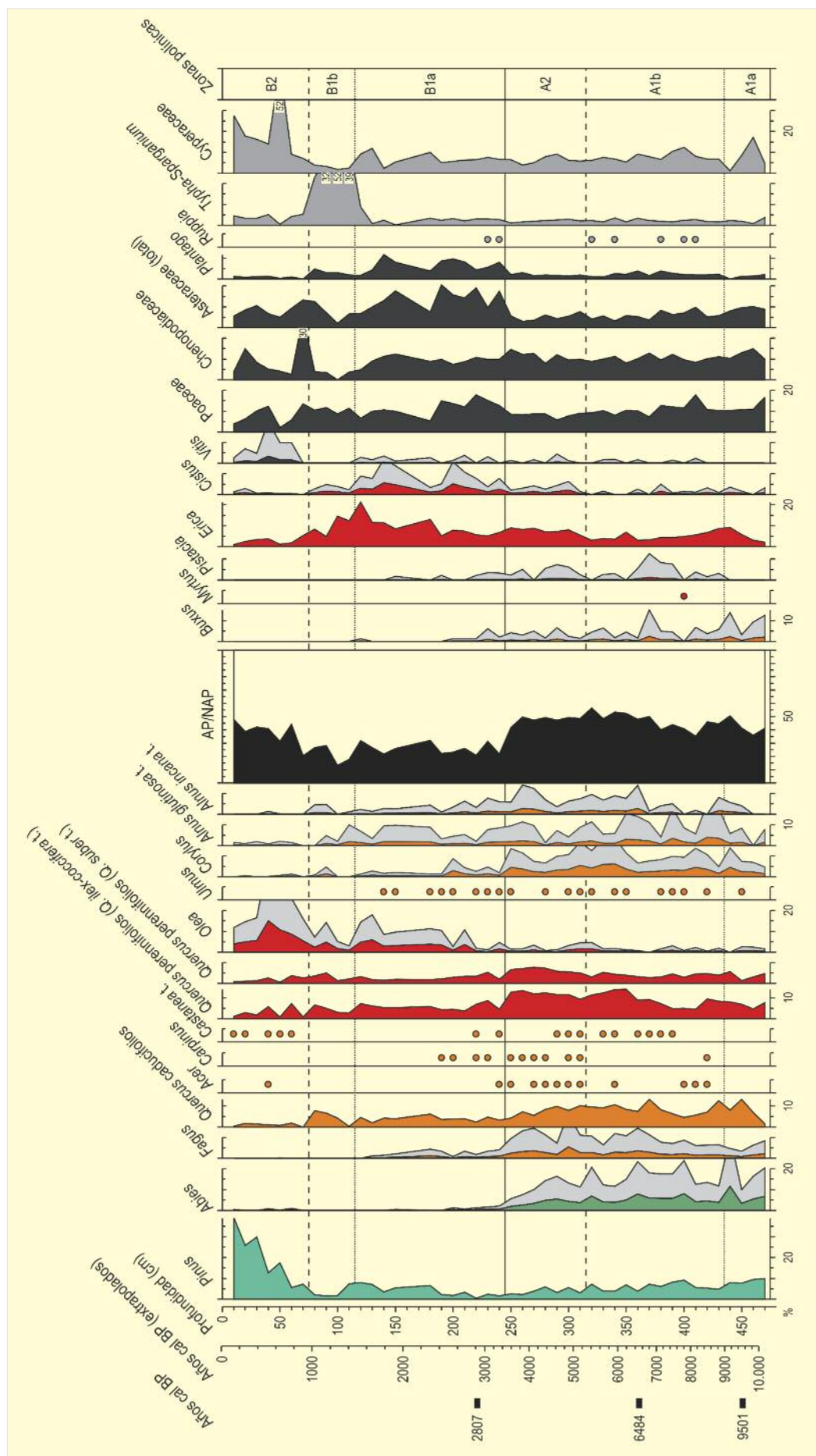


Figura 329. Diagrama polínico de taxones seleccionados del sondeo S6. Redibujado de Burjachs et al. (2005)



Figura 330. Maquinaria de sondeo durante la campaña de 2003 en los Aiguamolls de l'Empordà

precipitaciones en forma de nieve son raras, entre 1,3 y 0,23 días al año. Las temperaturas medias anuales se sitúan en torno de los 14-16 °C. Quizás el elemento climático más característico de esta zona es la predominancia del fuerte viento de tramontana (del norte) en otoño, invierno y primavera. Este viento es seco, generalmente frío, y violento, soplando con ráfagas de extraordinaria fuerza de las que han llegado a medirse velocidades de 120 km/h. Además, puede durar diversos días sin interrupción, con un promedio de 3 días y hasta un máximo de 23. Relacionado con la tramontana son típicas en esta comarca las hileras de cipreses (*Cupressus sempervirens*) entre campos agrícolas, plantadas con la finalidad de proteger los cultivos.

La evolución de la paleoflora en esta localidad y a lo largo del Holoceno es muy parecida a la que sucede en las islas Gimnesias. Así, su paleoflora (>3500 años, zona A), se caracteriza por una mayor humedad y densidad de bosques, aunque como puede observarse en el diagrama polínico (Fig. 329), esta nunca ha superado el 50 % de cobertura arbórea (%AP). No hay que olvidar que la climatología de esta zona nunca ha sido propicia al desarrollo de grandes masas forestales, ya que el dominio del viento de tramontana aleja las nubes, seca, y facilita los incendios forestales naturales. Los grandes beneficiados bajo estos condicionantes serían las formaciones arbustivas a base de *Quercus coccifera*, *Erica*, *Pistacia*, *Buxus*, *Cistus*, *Calluna*, *Coriaria*, *Myrtus*, *Ephedra*, *Cornus* y *Thymelaeaceae*.

Por otra parte, durante esta primera fase, se observa el dominio de *Quercus* (entre los cuales podemos discriminar el tipo *Q. suber*),



Figura 331. Paisaje antropizado dels Aiguamolls de l'Empordà (Girona): antigues lagunes han sido convertidas en arrozales y campos de cultivo

junto a taxones méxicos (*Corylus*, *Acer*, *Tilia*, *Ilex*, *Castanea* y *Carpinus*). Es importante remarcar los valores elevados de *Abies* y *Fagus* desde inicios del Holoceno, hecho no coincidente con otros resultados palinológicos de las montañas circundantes, ya que suelen tener una expansión posterior. Es muy probable que la llanura litoral ampurdanesa actuara de refugio climático durante los fríos pleistocénicos, permaneciendo allí hasta mediados del Holoceno. Remarcar, también, dos tipos distintos de *Alnus* en los bosques de ribera, así como la presencia de *Myrtus*, que en el pasado debió estar más extendido que en la actualidad, y de escasos pinos para esta época. En cuanto al ambiente local se observa cierta salinidad, indicada por *Ruppia*.

El Holoceno reciente (zona B) se caracteriza por un descenso general de la cobertura arbórea. La proporción de *Quercus* y taxones méxicos disminuye al tiempo que aumentan *Olea* y *Pinus*, en parte favorecidos por el cultivo del olivo desde la colonización griega y la silvicultura y fijación de dunas por parte del pino en épocas subrecientes. El monte bajo ahora pasa a ser dominado por especies de *Erica* y *Cistus*, con presencia de *Calluna*, *Thymelaeaceae*, *Phillyrea*, *Rosmarinus* y *Jasminum*, hasta época medieval (zona B1a). La recolonización cristiana después del dominio musulmán (zona B2) se caracteriza por el cultivo de la vid, la silvicultura del castaño y la adecuación de pastizales para la oveja merina y la trashumancia (extensión de *Cyperaceae*).

La importancia de este depósito radica en que demuestra la existencia de un refugio pleistoceno para *Abies* y *Fagus*; una baja densidad boscosa para todo el Holoceno, siendo el clima el condicionante; la presencia de *Carpinus* en los Pirineos orientales antes de su extinción; así como, de la presencia de un tipo de *Alnus* tetraporado que actualmente no se encuentra en la zona.

Más información

Burjachs *et al.* (2005)

BAUMA DEL SERRAT DEL PONT

La Garrotxa, Tortellà, Girona

Holoceno (9344-< 2540 años cal. BP)



Figura 332. Ubicación del abrigo por encima del río Lleria, entre el encinar (izquierda), abrigo de Bauma del Serrat (centro) y vista de la excavación durante la campaña de 2002 (derecha)

Este abrigo se encuentra situado en el término municipal de Tortellà (Girona), en el extremo meridional del macizo calizo de la Alta Garrotxa, junto al río Lleria y a unos 70 m por

encima de él (42° 15' 21" N, 02° 36' 30" E, 247 m s.n.m.). Se trata del mismo contexto biogeográfico que la Cova 120, recopilada en este mismo trabajo. Su estratigrafía arqueológica abarca desde el

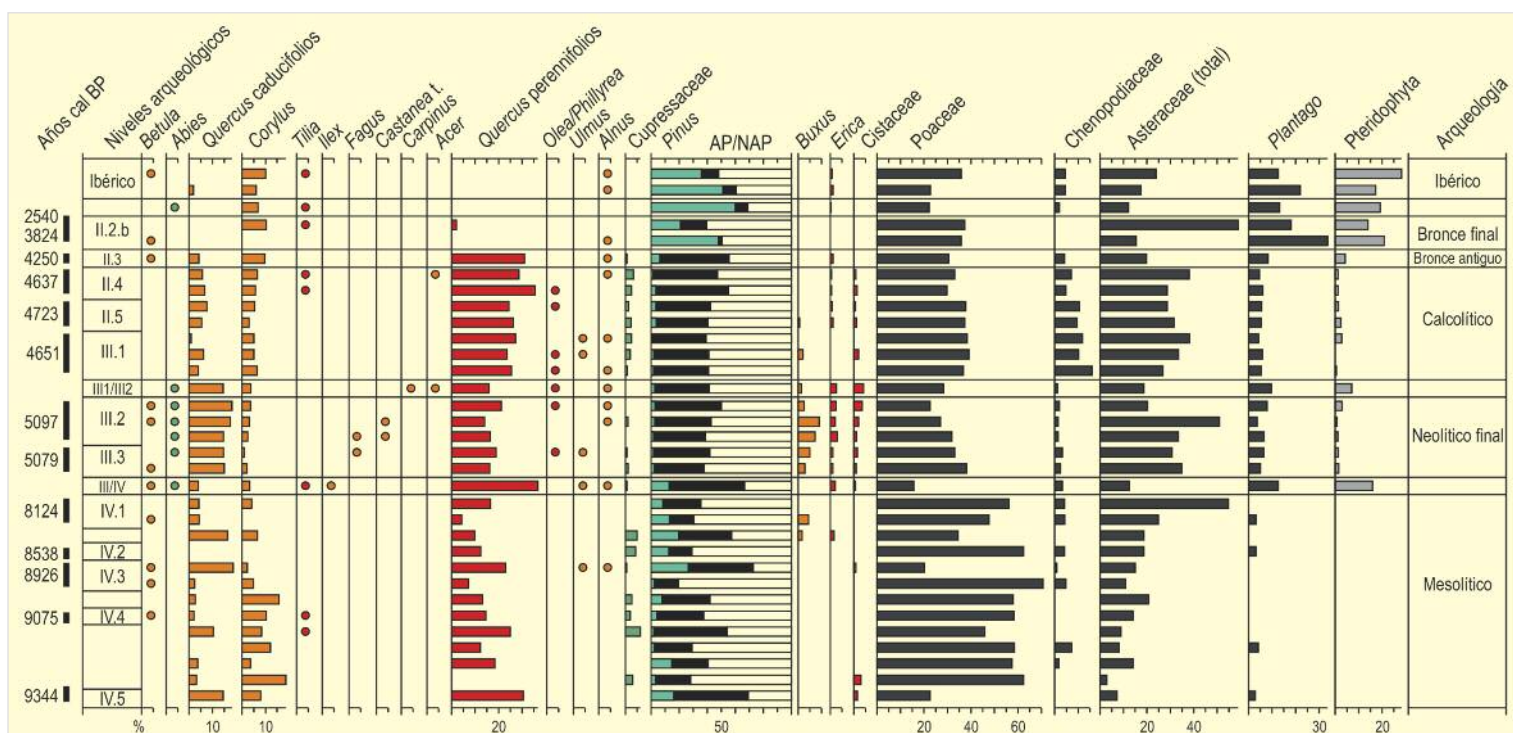


Figura 333. Diagrama polínico de taxones seleccionados de los niveles arqueológicos de la Bauma del Serrat del Pont

Ref. Lab.	Nivel (Arqueología)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta- 61505	II.2.b (Bronce final)	2450 ± 60	2540 ± 126	carbón	convencional
UBAR-181	II.2.b (Bronce final)	3160 ± 100	3378 ± 118	carbón	convencional
UBAR-180	II.2.b (Bronce final)	3530 ± 90	3824 ± 116	carbón	convencional
Beta-69597	II.3 (Bronce antiguo)	3840 ± 90	4250 ± 132	carbón	convencional
Beta-64940	II.4 (Calcolítico)	4100 ± 90	4637 ± 138	carbón	convencional
Beta-90622	II.5 (Calcolítico)	4200 ± 70	4723 ± 100	carbón	convencional
Beta-64939	III.1 (Calcolítico)	4020 ± 100	4534 ± 168	carbón	convencional
Beta-79222	III.1.b	4100 ± 70	4651 ± 123	carbón	convencional
Beta-90620	III.2 (Neolítico final)	4490 ± 70	5137 ± 125	carbón	convencional
Beta-90621	III.2 (Neolítico final)	4460 ± 70	5111 ± 135	carbón	convencional
Beta-90623	III.2 (Neolítico final)	4440 ± 50	5097 ± 133	carbón	AMS
Beta-164087	III.3 (Neolítico final)	4340 ± 70	4952 ± 85	carbón	convencional
Beta-168715	III.3 (Neolítico final)	4430 ± 40	5079 ± 133	carbón	convencional
Beta-172521	III.4 (Neolítico antiguo)	6470 ± 40	7382 ± 42	hueso	convencional
Beta-138589	IV.1 (Mesolítico)	7330 ± 40	8124 ± 55	carbón	convencional
Beta-212541	IV.2 (Mesolítico)	7770 ± 50	8538 ± 55	carbón	AMS
Beta-216834	IV.3 (Mesolítico)	8060 ± 40	8926 ± 93	carbón	AMS
Beta-212542	IV.4 (Mesolítico)	8130 ± 40	9075 ± 45	carbón	AMS
Beta-183017	IV.5 (Mesolítico)	8310 ± 40	9344 ± 59	carbón	AMS

Tabla 75. Dataciones radiométricas de los niveles arqueológicos de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, Girona)

período Mesolítico hasta el Bronce final-Ibérico, observándose una ausencia de ocupación durante unos 2000 años, entre los niveles neolíticos, ya que el Neolítico antiguo es residual y el Neolítico medio está ausente.

La flora durante el Mesolítico (9344-8124 cal. BP) conserva taxones habituales de la transición Tardiglacial-Holoceno en el norte peninsular (*Pinus*, *Betula*, *Juniperus*), al tiempo que denota la expansión de *Corylus*, *Quercus* y *Tilia*. Cabe remarcar la menor proporción de *Quercus* caducifolios frente al tipo *Q. ilex-coccifera*. La relación AP/NAP indica una baja cobertura arbórea, aunque como sucede en muchos otros registros polínicos de cuevas, es probable una sobrerrepresentación local de algunas herbáceas (Asteraceae, Poaceae y Amaranthaceae-Chenopodiaceae).

Más tarde, después del hiato sedimentario, durante el Neolítico final-Calcolítico (5097-4637 cal. BP) *Quercus* perennifolios dominan

sobre *Q. caducifolios* y las coníferas se reducen. En esta fase hay ya porcentajes relativamente notorios de *Abies* y *Fagus*, junto a la presencia de otros elementos méxicos (*Acer* y *Tilia*). Cabe señalar la presencia de *Carpinus* y *Castanea*. En el componente arbustivo destacan *Buxus*, *Erica* y Cistaceae, mientras que hay un aumento de *Plantago*, posiblemente indicador de pastoreo ya durante el Calcolítico.

Durante el Bronce antiguo (4250 cal. BP) no se observan cambios en el paisaje vegetal respecto a la fase anterior. El mayor cambio se observa en los últimos niveles de la secuencia, a partir del Bronce final-Ibérico (3824-2540 cal. BP), momento en que pasan a dominar los pinares. Es la fase de máximos para *Plantago*, coincidiendo con valores pequeños del tipo Cerealia.

Más información

Alcalde *et al.* (1994, 1997, 2002), Alcalde & Saña (2008)

BESÒS

Barcelonès, Sant Adrià de Besòs, Barcelona
Holoceno (7730-1220 años cal. BP)



S. RIERA

Figura 334. Vista del delta y desembocadura del río Besòs desde las sierras litorales

La secuencia de Besòs se localiza en el cuadrante norte del Pla de Barcelona (costa central catalana), en el municipio de Sant Adrià del Besòs (41° 24' N, 02° 15' E), a 7 m s.n.m. Una columna sedimentológica de 35,3 m de potencia se extrajo sobre la plata-

forma deltaica del río Besòs, a menos de 1 km de distancia de la línea de costa (Riera 1995). La secuencia es característica de las formaciones de complejos deltaicos consistente en una alternancia de capas de arenas y limos orgánicos con niveles intercalados de turba,

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. AD/BC (95%)	Años cal. AD/BC (68%)	Material
UBAR-232	12,75-12,90	1310 ± 110	1220	558-902 AD	641-821 AD	sedimento orgánico
UBAR-211	16,00-16,25	1300 ± 40	1240	650-781 AD	666-717 AD	sedimento orgánico
UBAR-231	21,40-21,45	3250 ± 50	3490	1635-1421 BC	1607-1455 BC	sedimento orgánico
UBAR-212	26,80-26,90	6870 ± 100	7730	5931-5619 BC	5846-5663 BC	turba

Tabla 76. Dataciones ¹⁴C de la secuencia de Besòs. Las edades radiocarbónicas convencionales han sido calibradas con el programa Calib 6.0.

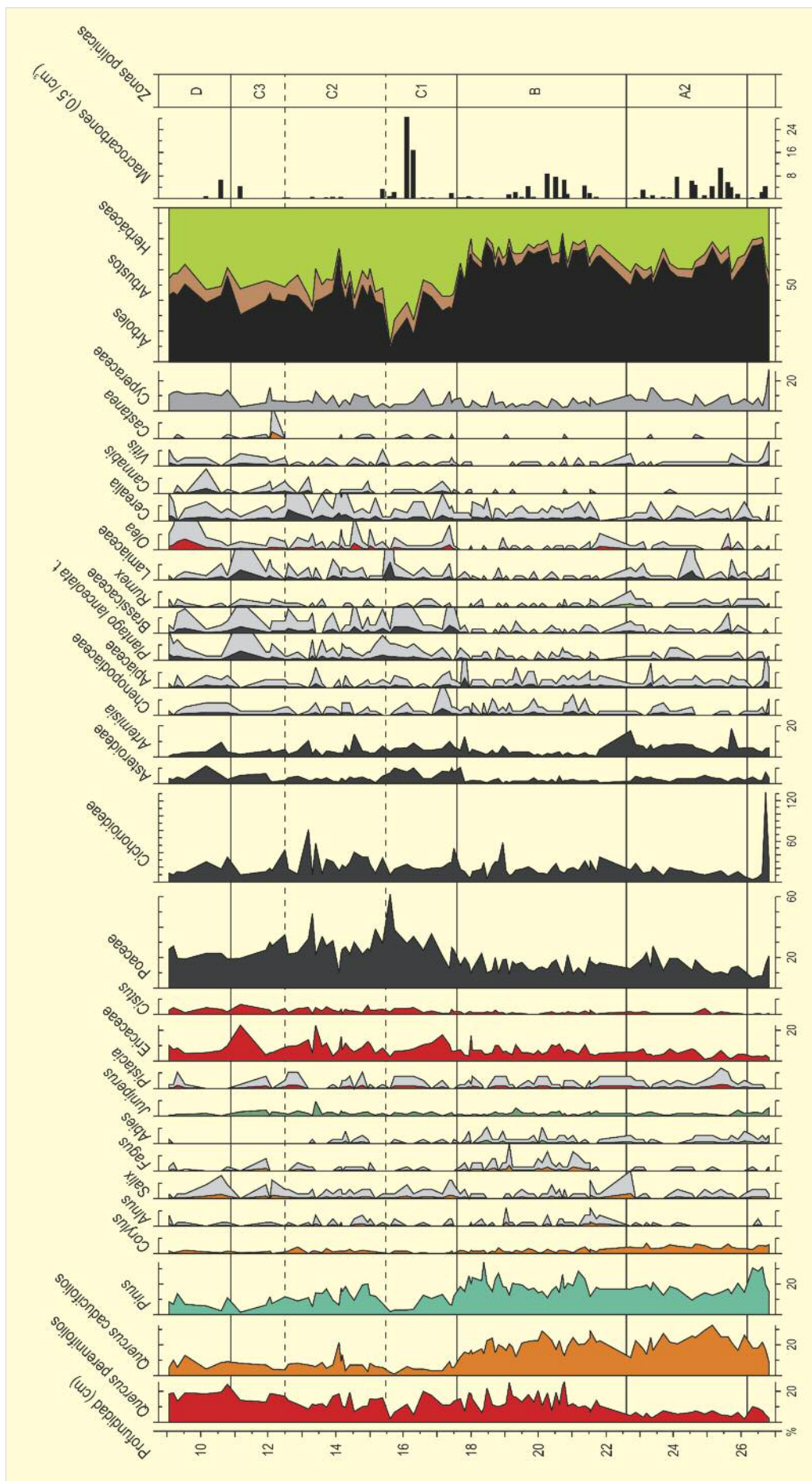


Figura 335. Diagrama polínic percentual de Besòs. Selecció de taxones. Exageració x5. Redibuado de Riera & Palet (2005, 2008)



Figura 336. Desembocadura del río Besòs

que se depositan sobre un nivel basal de gravas. Los 9 metros superiores corresponden a sedimentos de la plataforma deltaica subaérea y han resultado polínicamente estériles. El Pla de Barcelona es un llano que se extiende desde la línea de costa hasta la cota 150 m, limitado en el interior por las sierras litorales catalanas que alcanzan los 512 m s.n.m. en su tramo central, formadas por pizarras y granitos.

El área se caracteriza por un régimen climático mediterráneo de tendencia subhúmeda, con valores medios anuales de 600 mm de precipitación y 16 °C de temperatura. La amplitud térmica está suavizada por la protección de las sierras litorales catalanas que configuran un clima con una marcada influencia marina. La zona se incluye en el dominio vegetal del encinar litoral, si bien sobre las elevaciones calcáreas del extremo suroeste se desarrollan maquias litorales compuestas de lentisco, acebuche y palmito. En umbrías y vertientes expuestas al norte de las sierras litorales existen núcleos de vegetación submediterránea con presencia, por ejemplo, de *Quercus cerrioides* y *Corylus avellana*.

En la secuencia de Besòs se ha cuantificado la concentración de macropartículas carbonosas de diámetro superior a 0,5 mm. El modelo cronológico del registro se establece a partir de cuatro dataciones radiocarbónicas (Tabla 76). Además, diversas secuencias polínicas de Barcelona y del nordeste peninsular, evidencian la expansión del olivo a partir del siglo XII/XIII, pudiendo, por tanto, atribuirse esta fecha a la zona polínica D que registra este incremento del olivar (Riera & Palet 2005, 2008).

El diagrama polínico pone en evidencia dos fases vegetales, una inferior caracterizada por un elevado recubrimiento forestal (zonas A y B) y otra superior con mayores porcentajes de taxones herbáceos y arbustivos (zonas C y D). Además, en la secuencia se registran importantes cambios en la composición

forestal de este sector. Así, la zona A exhibe un predominio de comunidades forestales de tendencia submediterránea con alta presencia de taxones caducifolios como *Quercus* o *Corylus*, aunque en esta zona están ya bien representados elementos meso y termomediterráneos (*Quercus* perennifolios, *Pistacia* y *Olea*). En la zona B, período de máxima expansión forestal, se forman encinares mixtos con robles y se expanden los pinares. Paralelamente a este proceso, se registra una mayor presencia de *Fagus*.

En la subzona C1 se produce una rápida y extensa deforestación del sector con reducciones de *Pinus*, *Quercus* caducifolios, *Corylus*, *Fagus*, *Abies* y, en un momento posterior, de *Quercus* perennifolios. En este momento se extienden los taxones herbáceos (Poaceae, Asteroideae y *Artemisia*) y arbustivos (Ericaceae y *Cistus*). Cabe destacar además el aumento de supuestos apófitos como *Plantago lanceolata* y Brassicaceae.

En la subzona C2, el pinar y el encinar se regeneran, si bien los *Quercus* caducifolios no volverán a alcanzar en la mitad superior del diagrama valores similares a los que presentaron en las dos zonas inferiores. Los valores de taxones arbustivos (Ericaceae y *Cistus*) continúan siendo elevados y se produce un incremento de cultivos, como se deduce de Cerealia.

En la subzona siguiente (C3), los pinares retroceden y se produce una nueva extensión de comunidades arbustivas. Destaca también el incremento de apófitos y de taxones cultivados como *Vitis* y *Castanea* que sugieren el desarrollo de actividades humanas.

El diagrama finaliza (D) con una nueva fase de regeneración forestal, principalmente del encinar (*Quercus* perennifolio) y con la extensión de cultivos (*Olea*, Cerealia, *Cannabis* y *Vitis*).



S. RIERA

Figura 337. Robles cerrioides en umbrías de las sierras litorales del Pla de Barcelona. Estos núcleos constituyen relictos de la antigua extensión de los robledales en el llano

Las primeras evidencias claras de actividad humana se registran en la subzona A2, hacia los 4500 cal. BC, momento en que se observa un incremento de incendios paralelamente a reducciones de AP, así como aumento de los valores de Cerealia y de taxones arbustivos como *Cistus*, y una alta diversidad de apófitos. Una nueva fase de incendios se produce hacia 1000 cal. BC, paralelamente a un incremento de pino y de taxones arbustivos. Sin embargo, el impacto humano generalizado se documenta durante la zona C1, período en que, además, se alcanzan los valores más altos de concentración de

macrocarbones. El incremento de apófitos en esta zona sugiere un desarrollo de actividades ganaderas en estos sectores litorales y se ha sugerido el posible uso como zonas de pastos de las plataformas deltaicas. Para este evento, se ha propuesto una cronología en torno al siglo V cal. AD (Riera & Palet 2005, 2008). Durante el período medieval, con el desarrollo de actividades agrícolas en el llano, los incendios descienden y los bosques se regeneran.

La secuencia de Besòs permite apuntar las etapas y posibles causas de la instalación del encinar litoral en el sector central de la costa catalana. Así, con posterioridad a 1635-1421 cal. BC (B) se constata una fase de extensión de la encina que no parece estar asociada a una mayor acción humana y aumento de las perturbaciones. De hecho, la concentración de microcarbones disminuye en esta fase cuando los valores de *Quercus perennifolia* aumentan. Este desarrollo del encinar habría dado lugar a un bosque mixto de encinas y robles que en la actualidad ha quedado relegado a las vertientes norte más húmedas de las sierras litorales.

El dominio del encinar en la zona se produce en una segunda fase, en relación con una mayor intensidad de la actividad humana. Así, con posterioridad a la deforestación generalizada (C1), en parte causada por incendios forestales, los robles no vuelven a jugar un papel importante en la composición forestal y la encina se impone. Tan sólo el pinar se recupera en la subzona C1, aunque en la subzona C3 los bosques del norte de Barcelona ya estarían dominados plenamente por el encinar.

Más información

Riera (1995), Riera & Palet (2005, 2008)

COVA DEL FRARE

Vallès Occidental, Matadepera, Barcelona
Holoceno (7210-3900 años cal. BP)



Figura 338. Entrada de la Cova del Frare

La Cova del Frare se encuentra situada en la localidad de Matadepera (41° 38' 15" N, 02° 01' 09" E; 960 m s.n.m.). La cavidad se abre al suroeste de la montaña de Sant Llorenç

del Munt que pertenece a la Serralada Prelitoral. Este relieve corresponde al piso de vegetación mesomediterráneo y está dominado por un encinar de montaña en el que domina *Quercus*

Ref. Lab.	Procedencia	Arqueología	Años BP	Años cal. BP	Método
I13030	C5c-T22-23	Neolítico antiguo	6380 ± 310	7210	convencional
MC2298	C5b-Y35	Neolítico antiguo	5800 ± 130	6620	convencional
I13033	C5a-Y29	Neolítico antiguo	5460 ± 250	6250	convencional
MC2297	C4-Y35	Neolítico final	4450 ± 100	5100	convencional
MC2296	C3-Y35	Calcolítico	3990 ± 100	4480	convencional
I13052	C3-Y24	Calcolítico	3720 ± 100	4090	convencional
MC2294	C2-X-Y22	Bronce antiguo	3790 ± 100	4190	convencional
MC2295	C2-Y34	Bronce antiguo	3590 ± 90	3900	convencional

Tabla 77. Dataciones de radiocarbono de la Cova del Frare (Martín *et al.* 1985)

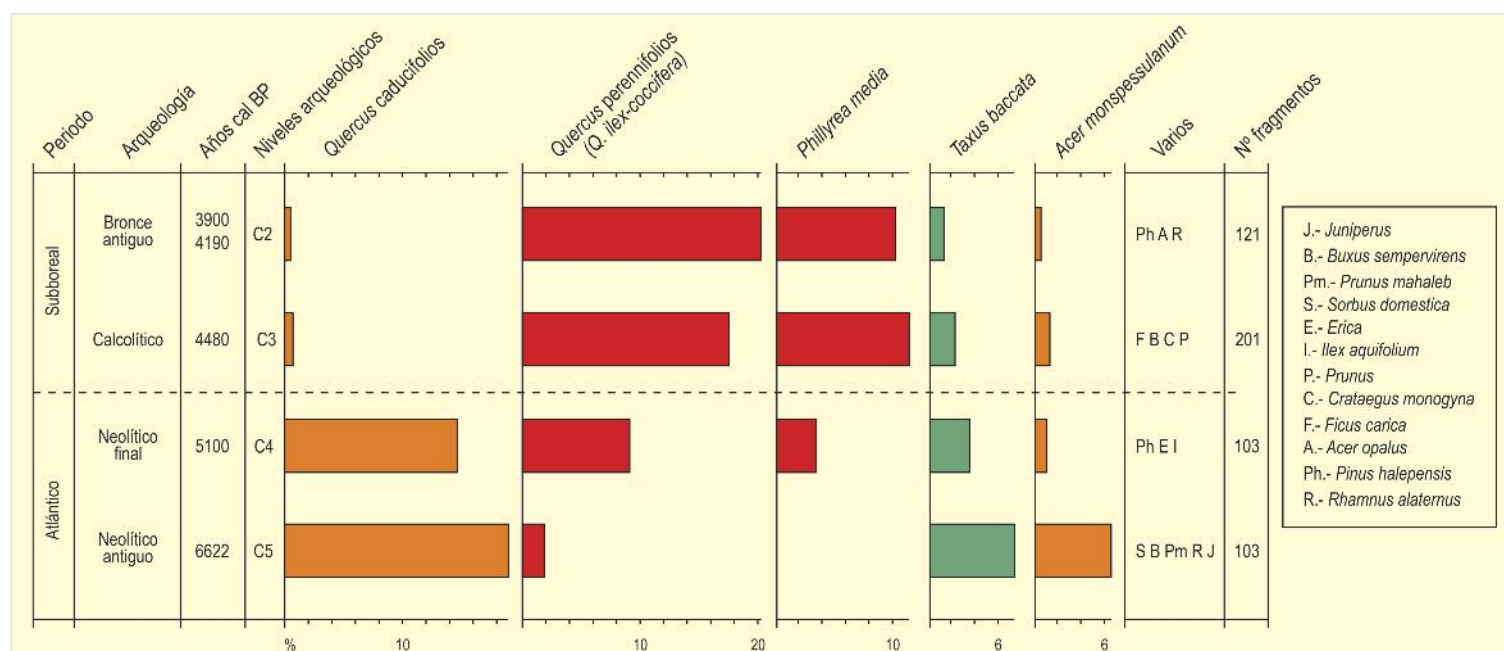


Figura 339. Diagrama antracológico de la Cova del Frare. Redibujado de Ros (1988)

ilex junto a *Erica arborea*, *Juniperus communis* y *Buxus sempervirens*, entre otras especies.

La Cova del Frare tiene una secuencia arqueológica con niveles del Neolítico antiguo hasta la época moderna excavada a finales de los años 70 y principios de los años 80. El estudio antracológico fue realizado por Ros & Vernet (1987) y Ros (1988). Los datos antracológicos de la secuencia corresponden únicamente a los niveles prehistóricos (C2, C3, C4 y C5) datados entre 6380 y 3590 BP. Las ocupaciones humanas no son continuas, identificándose un hiato entre el Neolítico antiguo y el Neolítico final. En el conjunto arqueológico, se han registrado restos cerámicos, líticos y de fauna, los cuales caracterizan diversas ocupaciones. Concretamente, las evidencias zooarqueológicas, con un dominio de ovicápridos, relacionarían las ocupaciones con actividades de pastoreo (Martín *et al.* 1985).

En el diagrama antracológico (Fig. 339) se observa la evolución de la cobertura arbórea desde el Neolítico final hasta el Bronce antiguo a través de cuatro niveles arqueológicos. La fase más antigua, que corresponde al Neolítico antiguo y Neolítico medio, se caracteriza por un dominio de *Quercus caducifolia*; éstos vienen acompañados por otros taxones como *Taxus baccata* y *Acer*. Asimismo, están presentes *Quercus perennifolia*, *Buxus sempervirens*, *Ilex aquifolium* y Maloideae. Por su carácter inusual, es interesante destacar los valores relativamente

elevados de *Taxus baccata* en esta secuencia. El tejo únicamente muestra valores significativos en los niveles neolíticos de las secuencias antracológicas de la Cova de la Guineu y la Cova del Frare. Este taxón debía estar ampliamente distribuido en formaciones caducifolias de la Serrada Prelitoral durante buena parte del Neolítico. Los cambios ambientales ocurridos durante el Holoceno medio en torno a 4500 años BP, así como la sobreexplotación, favorecieron la reducción de su área de distribución.

En las fases correspondientes al Calcolítico y al Bronce antiguo de la Cova del Frare el dominio taxonómico es de *Quercus perennifolia* y *Rhamnus/Phillyrea*. En cambio, las especies que fueron dominantes en las primeras fases, están presentes únicamente de forma puntual. Asimismo, aparecen otros taxones como *Ficus carica* y *Pinus halepensis*.

La secuencia muestra un cambio de la cobertura vegetal de una formación dominada por taxones caducifolios a otra dominada por esclerófilos. Según Ros (1988), los factores que determinan la transformación de la cobertura vegetal durante este período son climáticos y antrópicos.

Más información

Ros & Vernet (1987), Ros (1988)

SOBRESTANY

Torroella de Montgrí, Girona
Holoceno (6620-1300 años BP)



LLUIS CANVET

Figura 340. Vista panorámica de los parajes de Torroella de Montgrí

El sondeo polínico de Sobrestany se localiza en una antigua zona lagunar, donde se cultivan actualmente arrozales. Este sistema colmatado dependió, por una parte, directamente de los aportes del río Fluvià, que drena una superficie de 1124 km², y, por otra parte, de la consolidación de la línea de costa holocénica

en una posición próxima a la actual, lo que permite una sedimentación continua durante el periodo de estudio. Un anfiteatro montañoso, de aproximadamente 450 m s.n.m; rodea el área del sondeo de Sobrestany, que se encuentra a unos 4000 m de la antigua ciudad grecoromana de Ampurias.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Muestra
Poz-4930	220	1350 ± 30	1300	ST1 220
Poz-5020	330	1525 ± 30	1440	ST1 330B
Poz-4931	500	2310 ± 50	2290	ST1 500
Poz-5097	590	3095 ± 35	3320	ST1 590
Gif 7759	1100	5240 ± 70	6040	ST1 1100
Gif 6922	1300	5780 ± 410	6620	ST1 1320

Tabla 78. Cuadro de dataciones radiométricas obtenidas en el sondeo Sobrestany. Parra *et al.* (2005)

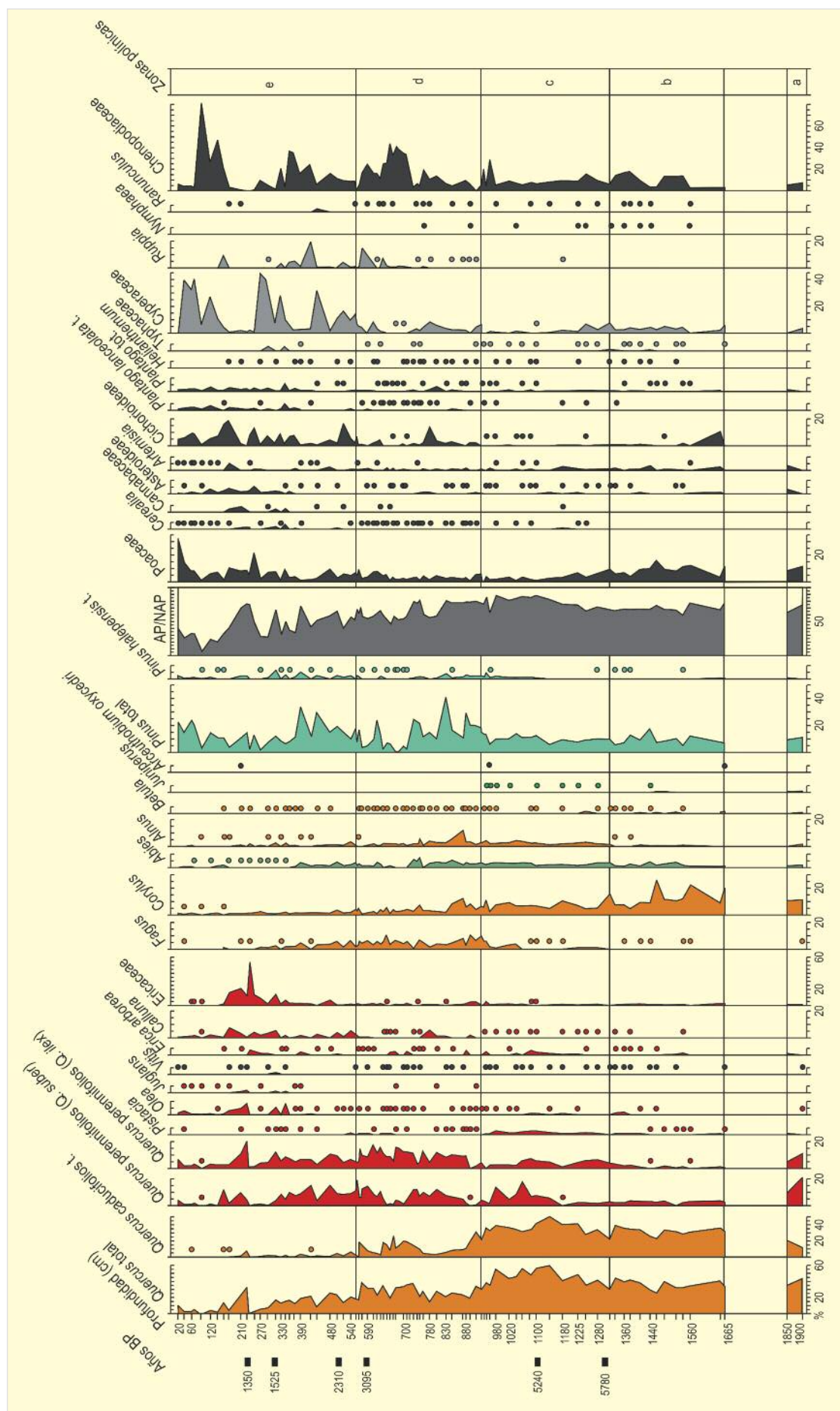


Figura 341. Diagrama polínico del sondeo de Sobrestany. Redibujado de Parra et. al (2005)

La llanura fluvio-aluvial que se forma a los pies de las montañas tiene una superficie de 1285 km², rellena por sedimentos neógenos y cuaternarios, está limitada al norte por las bajas estribaciones orientales del Pirineo, al sur por las Gavarres, al suroeste por los Prepirineos surorientales y al este por el Mar Mediterráneo. La climatología de la zona registra un prolongado período seco estival comparable al de la zona litoral central de Cataluña (Panareda & Nuet 1979, Parra 1993).

Durante las zonas polínicas A-D, desde la base del diagrama hasta 3095 BP, se observa la presencia continua de una estructura forestal bien diversificada con abundancia de quercíneas caducifolias. En torno a 4800 años BP el bosque comienza una transformación significativa, pues se observa una sucesión forestal entre robledales, encinares y alcornoques; éstos últimos, a lo largo de varios cientos de años, van a disputar al robledal su lugar en la llanura alto ampurdanesa.

Estos cambios se han considerado el resultado de una acción antrópica puntualmente deforestadora. La debilidad de esta señal antrópica queda reflejada por la siguiente dinámica: a cada leve disminución de porcentajes arbóreos, producida probablemente por la acción humana esporádica (<200 años) no intensiva, le sigue una recuperación forestal, con robles y progresivamente encinares y alcornoques, enriquecidas aún con especies mesófilas. En ese largo intervalo que va desde aproximadamente 8000 a 4800 años BP, se observa, pues, una estructura propia de bosques mediterráneos subhúmedos en posición litoral.

Hacia 3000 BP, el robledal mixto da paso a encinares y alcornoques a los que acompañan lateralmente pinedas y manchas aún significativas de hayedos en los sectores elevados del anfiteatro montañoso que rodea la llanura del Alto Ampurdán.

Este cambio de dominio no coincide con la presencia de valores significativos (porcentajes elevados y/o constantes) de marcadores de la acción antrópica, entre 4800 y 3000 años BP, que puedan dar cuenta de la magnitud del cambio operado al interior de esa estructura forestal. Una información independiente obtenida sobre materiales carpológicos y antracológicos de la misma comarca parece coincidir con los rasgos fundamentales detectados por el registro polínico de Sobrestany (Buxó & Ros-Mora 1999).

La acción antrópica deviene evidente a partir de un período próximo a las colonizaciones. La explotación continua, en el tiempo y en el espacio, del bosque de la llanura aluvial del Alto Ampurdán no se alcanza hasta el Bajo Imperio romano y muy especialmente durante el período visigótico. Durante el período final del Imperio Romano y el período visigótico la llanura será ocupada totalmente por las actividades humanas, tanto de agricultura intensiva de cereales, como de arboricultura y ganadería. A pesar de esto, la vegetación arbórea tiende aún a recuperar los espacios perdidos cuando esta presión afloja puntualmente.

Así, la huella de la acción humana sobre el paisaje vegetal alto ampurdanés es notoria a través del diagrama de Sobrestany desde un momento próximo a la transición República-Bajo Imperio Romano, es decir siglo I después de Cristo. El máximo impacto se alcanza durante el período final del Bajo Imperio y el período visigótico y produce una desestructuración total del encinar y alcornoque que existía hasta entonces. El sistema de explotación agrícola registrado polínicamente (que afecta la vegetación forestal) tiene una matriz romana clásica: se trata del sistema *Arbutum* que combina simultáneamente en el espacio y el tiempo cultivos de olivos, viñas, nogales y cereales, generando un tipo de paisajes que aún puede observarse en algunas zonas de Extremadura.

A pesar de que la Neapolis y la ciudad romana de Empuries reducen drásticamente su actividad urbana hacia el siglo III de la era (Aquilué & Burés 1999), en el diagrama aparece que en el Alto Ampurdán existieron varios centros de actividad humana bajo imperiales y visigóticos desde los que se articuló y usufructuó el espacio explotado por la arboricultura, los cereales y la ganadería. La producción agrícola generada por esa explotación intensiva tardo imperial y sobre todo visigótica fue al menos un orden de magnitud superior a la que se observa a lo largo de los períodos y sistemas de explotación anteriores, correspondientes a los períodos de la colonización griega y los períodos republicanos y alto imperiales romanos. El clima de este período final (últimos 2000 años) es típicamente mediterráneo, similar al actual.

Más información

Parra *et al.* (2005)

CREIXELL

Tarragonès, Torredembarra, Tarragona
Holoceno (6090-3313 años cal. BP)



F. BURJACHS

Figura 342. Vista aérea de la zona de sondeo del depósito de Creixell



F. BURJACHS

Figura 343. Vista local del paisaje de dunas litorales de la zona del depósito de Creixell

Se trata de un depósito natural (41°09'20" N, 01°26'02" E, 1 m s.n.m.) sondeado en las efímeras marismas de *Els Muntanyans*, en el término municipal de Torredembarra (Tarragona). La antigua remodelación agraria y la urbanización turística subactual de estas antiguas lagunas litorales ahora sólo permiten el encharcamiento de algunas zonas restringidas después de los períodos más lluviosos, siempre entre la playa y la línea ferroviaria.

El clima mediterráneo de esta zona se caracteriza por inviernos suaves y veranos secos y cálidos. La temperatura media anual es de unos 16-17 °C, con medias de invierno no inferiores a los 6 °C, siendo las heladas poco frecuentes. Las precipitaciones medias anuales son de 482 mm, con su máximo en otoño. El viento dominante es el mistral, que se encarga de eliminar las lluvias, mientras que el de levante las aporta.

En la vegetación actual de la zona dominan los pinares de *Pinus halepensis*, que se entremezclan con campos de cultivo de cereales, olivos y algarrobos. Cabe resaltar la presencia de *Quercus cerrioides* (*Quercus humilis* x *faginea*), *Q. pubescens* y *Pinus sylvestris* (de los más cercanos al litoral mediterráneo tarraconense) así como de *Nerium oleander* (en el curso inferior del río Gaià y como localidad natural más septentrional de la Península Ibérica).

En la línea de costa sobre suelos arenosos y en las terrazas fluviales no son raros los ejemplares de *Pinus pinea*. Ocasionalmente aparece *Myrtus communis*. Los bosques originales actualmente han sido sustituidos en buena parte por comunidades de *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Anthyllis cytisoides*, *Helianthemum syriacum* y *Erica multiflora*. En general, se trata de

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-148772	140	3090 ± 40	3313 ± 45	carbón	AMS
Beta-145576	255	5300 ± 40	6092 ± 71	carbón	AMS

Tabla 79. Dataciones radiométricas de ¹⁴C obtenidas del sondeo de Creixell (Tarragona). Calibraciones según CalPal on line (<http://www.calpal-online.de/>). Burjachs & Schulte (2003)

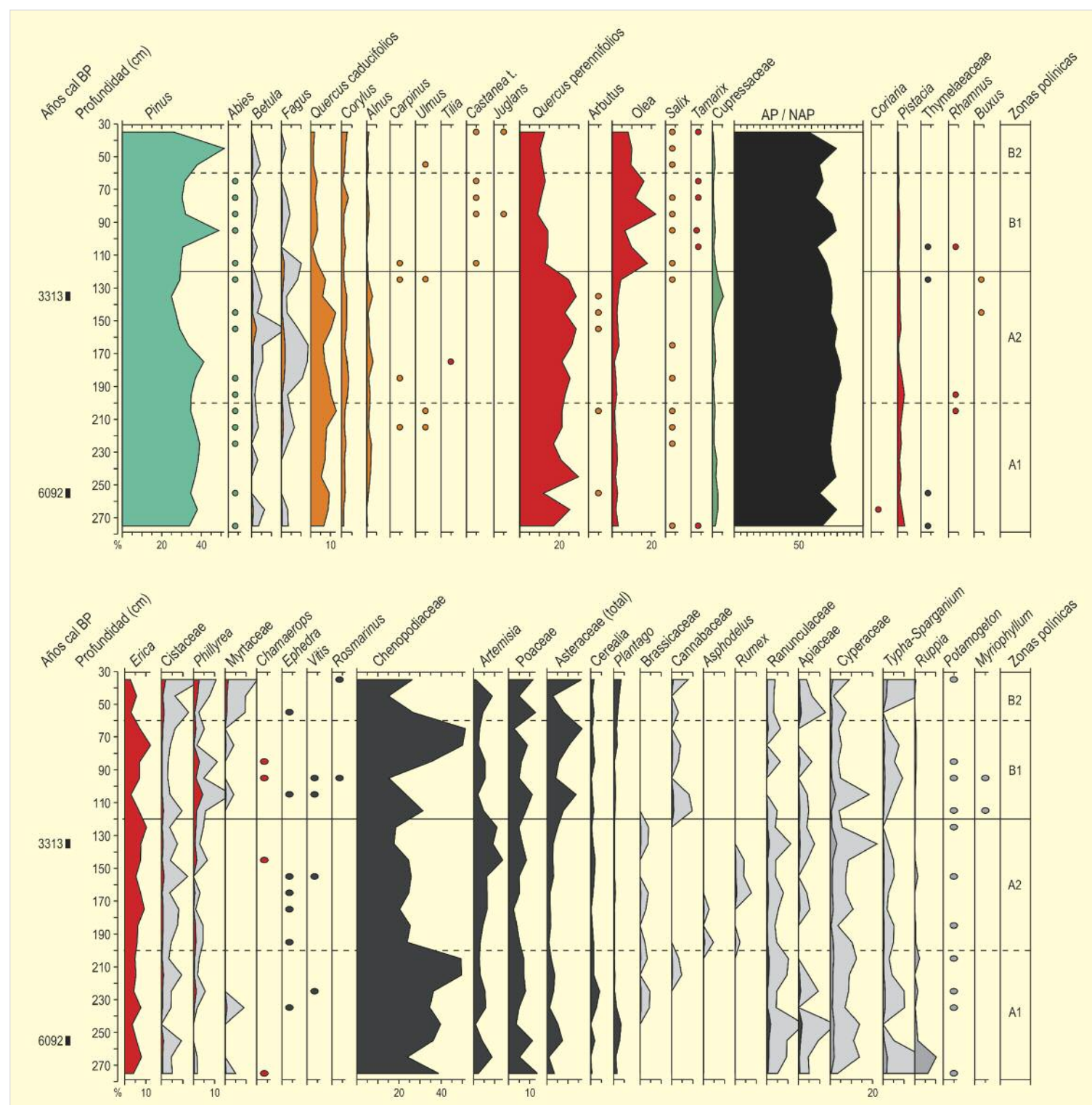


Figura 344. Diagrama polínico de la secuencia de Creixell. Redibujado de Burjachs & Schulte (2003)

una zona de transición entre elementos mediterráneos septentrionales y meridionales.

Hasta hace unos 3000 años (zona A) la vegetación se mantuvo bastante estable, bajo un paisaje de encinar mixto donde competían *Pinus* y *Quercus*. Durante esta época las precipitaciones fueron superiores a las actuales, a juzgar por la mayor riqueza de elementos

mesófilos: *Quercus caducifolios*, *Fagus*, *Corylus*, *Alnus*, *Tilia* y *Ulmus*; hecho que favoreció también una mayor presencia de *Arbutus unedo*.

Algunos de estos elementos no cabe encontrarlos al lado del mar, sino en las montañas litorales, siendo aportados sus pólenes por los vientos dominantes. En todo caso, es realmente excepcional encontrar en estas montañas la presencia de *Abies*, *Betula*, *Fagus* e



F. BURJACHS

Figura 345. Ejemplar excepcional de *Pistacia lentiscus* en la localidad de El Catllar (Tarragona), a unos 10 km del sondeo. Muestra de la relevancia que puede tomar el matorral mediterráneo, cuando determinados “arbustos” son salvados de los incendios forestales

incluso *Carpinus*, que nos informan de un pasado en el cual estos taxones estaban mucho más extendidos que en la actualidad. Queremos recordar que el límite meridional de hoy en día para *Abies alba* se encuentra en el macizo del Montseny (unos 100 km al norte) y para *Fagus sylvatica* en el del Parque Natural de *Els Ports* (unos 120 km al sur). Junto a estos taxones arbóreos son tanto o más importantes las especies arbustivas: *Erica*, *Buxus*, *Pistacia*, *Rhamnus*, *Phillyrea*, *Myrtus*, *Ephedra*, etc.

Aproximadamente, en los últimos 3000 años (zona B) se observa un cambio en la vegetación, cuando las quercíneas son sustituidas por la maquia de *Olea*, al tiempo que *Pinus* mantiene su cobertura y los taxones mesófilos descienden sus valores o desaparecen del diagrama (convenría realizar nuevas dataciones, pues este cambio no coincide con la cronología de otros depósitos). La mayor parte de las especies arbustivas reducen su importancia, con la excepción de *Erica* y *Phillyrea*, mientras que en la última zona aparece *Rosmarinus* (B). Por otra parte, a nivel local, la mayor parte del tiempo domina una flora halófila (Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Artemisia* y *Ruppia*) por encima de las más dulcícolas Poaceae, Cyperaceae, *Typha-Sparganium* y Ranunculaceae). Además, relacionado con una mayor estacionalidad y escasez de las lluvias (zona B y base de A₁), tomarían mayor protagonismo Asteraceae y *Plantago*.

La importancia de esta secuencia radica primordialmente en que demuestra la existencia pretérita de *Abies* y *Fagus* en las montañas tarraconenses, antes de su retroceso y extinción, hecho que sucedería a partir del cambio climático de mediados del Holoceno.

Más información

Burjachs & Schulte (2003)

COVA DE LA GUINEU

Alt Penedès, Font-rubí, Barcelona

Holoceno (5480-2830 años BP)



Figura 346. Entrada a la Cova de la Guineu

La Cova de la Guineu se localiza en el término de Font-rubí en el Alt Penedés, más concretamente se sitúa en el Puig de Plana Pineda a 734 m s.n.m. en la *Serra de Font Rubí* (41° 26' 25" N, 01° 34' 29" E) a 30 km de la costa. El curso de agua más próximo es el torrente *dels Llinars*, que se encuentra a unos 500 metros de la cavidad.

La vegetación típica de la zona es el encinar con durillo, aunque la mayor parte de la sierra ha sido colonizada por *Pinus halepensis*, además el microclima fresco y húmedo de la zona, permite la pervivencia de algunos robles, enebros y acebos. Según Cubero (1993), en el entorno inmediato de la cueva el estrato arbóreo está compuesto por *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex* y *Sorbus domestica*. Los arbustos más abundantes son *Genista*, *Juniperus communis*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea media*, *Quercus coccifera* y *Viburnum tinus*. Finalmente el estrato herbáceo

está compuesto por *Brachypodium*, *Euphorbia characias*, *Hedera helix* y *Helleborus foetidus*. Un incendio acaecido en el año 1994 arrasó todo lo que quedaba de bosque dejando el espacio abierto para la colonización de *Quercus coccifera* y *Pinus halepensis*, principalmente.

Las dataciones radiocarbónicas (Tabla 80) muestran los siguientes resultados: nivel Ic sobre hueso humano en 5163 años cal. BP, el nivel II tiene una serie de dataciones sobre carbón en 6282, 6111 y 6278 años cal. BP, y el nivel Ib 2955 años cal. BP. Culturalmente, este depósito conserva niveles desde el Neolítico antiguo hasta el período Ibérico.

El estudio antracológico (Fig. 347) está basado en el análisis de 4989 restos procedentes de los niveles arqueológicos Ia, Ib, Ic, Ic/Ic, Id, Ie, II, IIest y IIb. A partir de los datos obtenidos se han podido establecer 4 fases antracológicas: La Fase 1 comprende los niveles II (IIneo, IIest, IIb) y Ie y se caracteriza por el dominio de taxones submediterráneos como *Quercus caducifolios*, *Maloideae*, *Acer*, *Corylus avellana*, *Ilex aquifolium* y *Prunus*. Asimismo, *Taxus baccata* tiene durante esta fase los valores más representativos. Este tipo de formación, dominada por taxones caducifolios, implicaría un ambiente húmedo, dominado por una formación de robles con los acompañantes característicos de éstos, como *Acer*, *Laurus*, *Prunus* e *Ilex aquifolium*. La presencia de especies mediterráneas características del encinar como encinas/alcornos/coscojas, madroños y aladiernos/agracejos, así como el pino, nos indicaría la existencia de lugares favorables para el crecimiento de estas especies, caracterizados por un menor grado de humedad, con mayor penetrabilidad solar y denotando quizás una abertura del paisaje.

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
-	Ib	2830 ± 80	2955	carbón	AMS
OXA-10799	Ic	4500 ± 40	5163	hueso humano	-
Gif/LSM 11037	II	5480 ± 60	6282	carbón	convencional
GifA 99112	II	5330 ± 70	6111	carbón	AMS
Gif 99112	II	5480 ± 80	6278	carbón	AMS

Tabla 80. Dataciones radiocarbónicas de la Cova de la Guineu

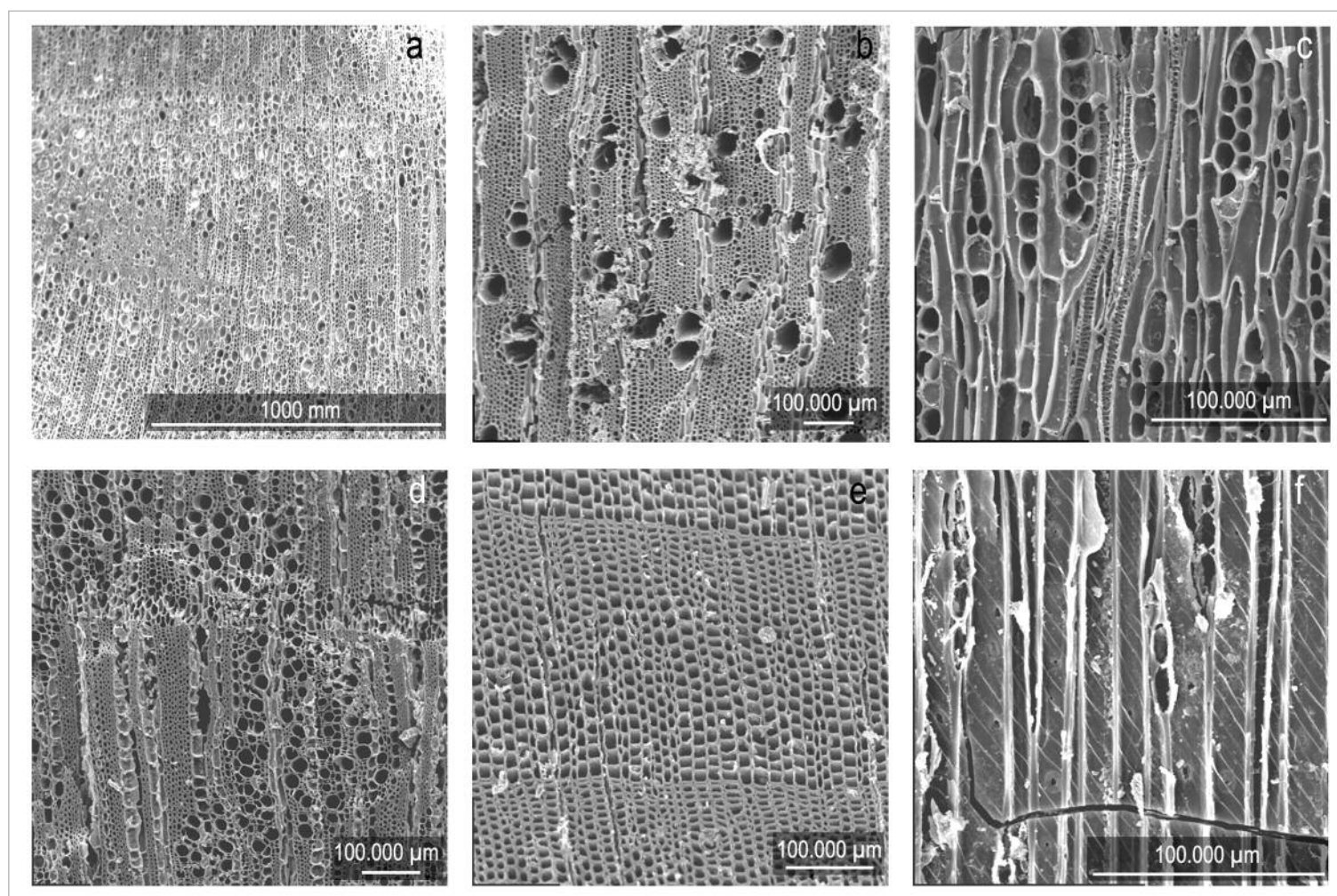


Figura 349. Imágenes al MEB de carbones de la Cova de la Guineu a) Plano Transversal de *Arbutus unedo*, b) plano transversal de *Laurus nobilis*, c) plano tangencial de *Rhamnus/Phillyrea*, d) plano transversal de *Rhamnus/Phillyrea*, e) plano transversal de *Taxus baccata*, f) plano tangencial de *Taxus baccata*

rófilas en detrimento de robles, arces y rosáceas, que desaparecen casi totalmente en niveles posteriores. Este cambio, con respecto al nivel superior es, en principio, debido al hiato estratigráfico y cronológico entre los niveles la y lb, que no permite ver la continuidad en la dinámica evolutiva pese a que se aprecia un cambio.

La Fase 4 afecta al nivel la, mostrando diferencias significativas en la formación vegetal. El elemento más destacable es la abundancia de *Pinus* tipo mediterráneo, que incluye en este caso *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis*. Junto a estas especies destacamos la importancia de *Rhamnus/Phillyrea*, *Arbutus unedo* y Leguminosae, que en este nivel tienen porcentajes importantes. Este espectro, podría estar relacionado con la degradación que pueden haber sufrido las formaciones arbóreas, provocando un dominio de formaciones secundarias.

La secuencia antracológica muestra una evolución de la cobertura vegetal que en la base está caracterizada por el dominio de elementos del robledal y valores significativos de *Taxus baccata*. A

partir del nivel lc, se observa una tendencia a la disminución de los elementos caducifolios a favor de taxones esclerófilos. Este cambio refleja una transformación de la formación vegetal, observándose un dominio de los elementos esclerófilos como *Quercus perennifolios*, que caracterizan al encinar litoral. Finalmente en el techo de la secuencia se denota una apertura del paisaje dominado en este momento por pinos entre otras especies arbustivas. Las causas de la evolución y transformación de la formación vegetal en el entorno a la Cova de la Guineu presenta una doble lectura. Por una parte las variaciones o cambios climáticos que ocurren durante esta fase bioclimática y específicamente el aumento de la aridez entorno a 4500 años BP favorece el desarrollo de formaciones esclerófilas. Por otra parte la intensificación de las actividades humanas en el área favorece el desarrollo de formaciones secundarias y la transformación del paisaje en la mayor parte del territorio.

Más información

Allué (2005), Allué *et al.* (2009)

LA DRAGA

Pla de l'Estany, Banyoles, Girona
Holoceno (6270-6410 años BP)



Figura 350. Excavación de La Draga, campaña 2010

El poblado lacustre neolítico de La Draga ($42^{\circ} 07' 37''$ N, $02^{\circ} 45' 31''$ E; 175 m s.n.m.) se encuentra en el término municipal de Banyoles (Pla de l'Estany, Girona), en la orilla este del lago del mismo nombre. Esta depresión se sitúa en la franja de contacto

entre la Serralada Transversal catalana y la Depressió de l'Empordà, quedando flanqueada al norte por el relieve abrupto de la Mare de Déu del Mont y al oeste por la Sierra de Rocacorba. El lago de Banyoles es de origen tectónico y kárstico, formado a

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Material
UBAR-314	6410 ± 70	5440-5250	madera de roble
Beta-137197	6290 ± 70	5380-5060	estaca de roble
Beta-137198	6270 ± 70	5365-5045	madera indeterminada

Tabla 81. Dataciones radiocarbónicas de la Draga. Bosch *et al.* (2000)

Estructura de combustión	Cuadros	Litros	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Hordeum vulgare var. nudum</i>	<i>Triticum aestivum/durum</i>	<i>Triticum aestivum t. compactum</i>	<i>Triticum dicoccum</i>	<i>Triticum</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Vitis vinifera var. sylvestris</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Hypericum</i>	<i>Stellaria</i>	Total
Estructura 1	(LB35/36)	20			152		3	166	1		1			1	324
Estructura 3	(KF36/37/39-KG37/38) (KH38/39/40-KI40)	90	240		8295	cf.3	cf.3	130		1	1				8667
Estructura 5	(KH38)	10			125										125
Estructura 6	(KJ-LA-LB37/38)	40	1582		4766	10						43	2	98	6501
Estructura 7	(LA35-LB35)	20			1900				2		1				1903
Estructura 9	(KF34)	10	3001		50										3051
Estructura 13-14	(KJ39-LA39/40-LB39/40)	50			23.245	121	12	472							23.850
Estructura 15	(LA33-LB33)	20			725					1	1				727
Estructura 23	(KI-KJ37/38)	30			8625										8625
Estructura 26	(LC39/40-LD39/40)	40			15.800		5								15.805
Estructura 31	(LE33)	10	25		80			30	1						136
Estructura 40	(KI42)	10	980		2950										3930
Estructura 50	(LC43/44)	20	514		1500										2014
Estructura 51	(LD41/42-LE41/42)	40			4185										4185
Estructura 52	(LC-LD42)	20		1760	5304		cf.2								7064
Estructura 54	(KC32)	10	25		100										125
Estructura 56	(KI44/45)	20			4600										4600
Estructura 62	(LE43)	10			945										945
Estructura 63	(KA40-KB38/39/40)	40			10.920										10920
Estructura 65	(KB31/KA32)	20			5600										5600
Estructura 71	(KC38/39/40/41)	40			13.025				1			1			13027
Estructura 72	(KA31)	10			9500										9500
Estructura 75	(KD38/39/40/41/42)	50			4700										4700
Estructura 87	(KA45/46-KB44/45/46-KC29/43/44/45) (KD43/44/45/46-KE44/45/46-KF45/46)	180			139.450										139.450
Estructura 157	(JF32-JG31/32)	30			460										460
Estructura 180	(JH35/36)	20	238	9	281										528
Estructura 181	(JE35/36-JF35-JG35)	40	1170	10	3873					2					5055
	JA35	10	61		190										251
	JH34	10								1					1
	JJ33	10			100										100
	KA38	10			40										40
	KA39	10			25										25
	KC35	10			1500										1500
	KD33	10			1100										1100
	KD36	10			1400										1400
	KE31	10			25										25
	KE33	10			725										725
	KE36	10							1						1
	KE37	10							6						6
	KF31	10				2		4		1					7

Tabla 82. Resultados carpológicos de los sectores acuático y terrestre, excluyendo las estructuras de combustión. Bosch *et al.* (2000)

partir de la unión de numerosos lagos circulares, lo cual le confiere su forma final en "8" y el aspecto lobulado del borde. Está alimentado fundamentalmente por las aguas subterráneas de la cuenca fluvial de la Alta Garrotxa, con aportaciones menos importantes de las rieras de Lió, Can Morgat y la Castellana.

Se trata de un clima de carácter mediterráneo húmedo, que presenta una pluviosidad elevada, entre 700 y 900 mm anuales, con una temperatura media anual en torno a los 15°C, lo que favorece el predominio del encinar (*Quercus ilex*), si bien su presencia se limita a zonas como el paraje de Les Estunes (Porqueres) y otros puntos

LA DRAGA-SECTORES TERRESTRE Y ACUÁTICO										
CAMPAÑA(S) SECTOR	1991-1992 Sector A terrestre				1998 Sector B terrestre		1995 Sector C subacuático			
CONTEXTO	Plataformas enlosadas				Contenedores de material perecedero					
ESTRUCTURA	Estructura 73	Estructura 97	Estructura 98	Estructura 132	JF82	JH84	SQ 3 03-302	SQ 303 SNY-302	SO 303	SV 303
CUADROS	KE41/42	KA43/44	JJ35	IJ31/32- JA31-JB31						
LITROS	20	20	10	40	10	10				
Plantas cultivadas										
<i>Hordeum vulgare</i>				3						
<i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)	25	1000	25	1162	1100	1100				
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)										4
<i>Triticum dicoccum</i> (cariópside)							3		3	
<i>Tricum</i> (cariópside)										
<i>Pisum sativum</i>	1									
Plantas silvestres										
<i>Acer</i> (fruto)								1	1	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (semilla)					6	37				
<i>Alnus glutinosa</i> (semilla)								29		
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó)							1	13	1	
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó)-frag.								84		
cf. <i>Apium repens</i> t. (cápsula)							1			
cf. <i>Carex canescens</i> t. (cápsula)					4					
<i>Cenococcum geophilum</i>					5	2				
<i>Chara</i> (espora)						1				
<i>Chenopodium album</i> (cápsula)					1					
<i>Cladium mariscus</i> (cápsula)					40					
<i>Cornus sanguinea</i> (cápsula)								1	1	
<i>Corylus avellana</i> (núcula)							1			
Cupressaceae (hoja)					6	1				
Cyperaceae/Polygonaceae (semilla)					3					
<i>Cyperus</i> cf. <i>longus</i> (cápsula)								8		
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (cápsula)							1	1	1	
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (semilla)								4	9	
<i>Mentha arvensis/aquatica</i> (semilla)							1			
<i>Najas marina</i> subsp. <i>intermedia</i> (cápsula)										
<i>Papaver rhoeas/dubium</i> (cápsula)							2			
<i>Physalis alkekengi</i> (semilla)					1					
cf. <i>Platanus</i>								1		
<i>Polygonum</i> cf. <i>persicaria</i> (cápsula)					1					
<i>Polygonum</i> (cápsula)					3					
<i>Prunus spinosa</i> (hueso)							1		4	6
<i>Quercus</i> (cotiledón)								1		
<i>Quercus</i> (cotiledón)-frag.								2		
<i>Ranunculus repens</i> t. (cápsula)										
<i>Ranunculus sceleratus</i> t. (cápsula)							2			
<i>Ranunculus</i> (cápsula)							1			
<i>Rubus fruticosus</i> (núcula)					2	1	2			
cf. <i>Salix</i>								1		
<i>Scirpus</i> (cápsula)					25					
<i>Taraxacum officinale</i> (semilla)					1					
<i>Tilia platyphyllos</i> (cápsula)								1		
<i>Verbena officinalis</i> (semilla)						1				
<i>Vitis</i> (hueso)					1					
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i> (hueso)							1		2	
Indeterminado (corteza)							1			
Indeterminado					2	1		6	5	
Número total de restos	26	1000	25	1165	1201	1159	11	145	27	6

Tabla 83. Resultados carpológicos de las estructuras de combustión

LA DRAGA-SECTORES TERRESTRE Y ACUÁTICO											
CAMPAÑA(S) SECTOR	1995 Sector C subacuático						1997 Sector C subacuático				
	CONTEXTO										
CUADRO											
	SO-NY 302	SLL 301	SQ 301-303	SO-SNY 302-303	SO 303	SQ 303	GG 96	GB 92	GB 93	GD 92	GL 93
LITROS											
Plantas cultivadas											
<i>Hordeum vulgare</i>											
<i>Triticum aestivum/durum</i>											
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i> (cariópside)	4			1		1					
<i>Triticum dicoccum</i> (cariópside)			1		1	5	1				
<i>Tricicum</i> (cariópside)						2	2				
<i>Pisum sativum</i>											
Plantas silvestres											
<i>Acer</i> (fruto)											
<i>Alisma plantago-aquatica</i> (semilla)											
<i>Alnus glutinosa</i> (semilla)											
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó)											
<i>Alnus glutinosa</i> (amentó)-frag.											
cf. <i>Apium repens</i> t. (cápsula)											
cf. <i>Carex canescens</i> t. (cápsula)											
<i>Cenococcum geophilum</i>											
<i>Chara</i> (espora)											
<i>Chenopodium album</i> (cápsula)											
<i>Cladium mariscus</i> (cápsula)											
<i>Cornus sanguinea</i> (cápsula)											
<i>Corylus avellana</i> (núcula)											
Cupressaceae (hoja)											
Cyperaceae/Polygonaceae (semilla)											
<i>Cyperus</i> cf. <i>longus</i> (cápsula)											
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (cápsula)											
<i>Fraxinus</i> cf. <i>excelsior</i> (semilla)											
<i>Mentha arvensis/aquatica</i> (semilla)											
<i>Najas marina</i> subsp. <i>intermedia</i> (cápsula)											
<i>Papaver rhoeas/dubium</i> (cápsula)											
<i>Physalis alkekengi</i> (semilla)											
cf. <i>Platanus</i>											
<i>Polygonum</i> cf. <i>persicaria</i> (cápsula)											
<i>Polygonum</i> (cápsula)											
<i>Prunus spinosa</i> (hueso)											
<i>Quercus</i> (cotiledón)											
<i>Quercus</i> (cotiledón)-frag.											
<i>Ranunculus repens</i> t. (cápsula)											
<i>Ranunculus sceleratus</i> t. (cápsula)											
<i>Ranunculus</i> (cápsula)											
<i>Rubus fruticosus</i> (núcula)											
cf. <i>Salix</i>											
<i>Scirpus</i> (cápsula)											
<i>Taraxacum officinale</i> (semilla)											
<i>Tilia platyphyllos</i> (cápsula)											
<i>Verbena officinalis</i> (semilla)											
<i>Vitis</i> (hueso)											
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i> (hueso)											
Indeterminado (corteza)											
Indeterminado											
Número total de restos	5	1	3	19	12	14	107	19	20	9	17

Tabla 83. Continuación

localizados en la zona de contacto con el macizo de Rocacorba. Estas formaciones pueden aparecer con diferentes fisonomías, ya sea como encinares densos acompañados de especies arbustivas y herbáceas como *Viburnum tinus*, *Pistacia terebinthus* y *Clematis flammula*, o bien en forma de encinar aclarado, en cuyo caso se acompañan de especies heliófilas como *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis* y *Aphyllantes monspeliensis*. El paisaje forestal actual, sin embargo, se encuentra marcado por el aprovechamiento tradicional de los bosques y su progresiva sustitución por cultivos y pinos carrascos (*Pinus halepensis*). La formación más abundante es de hecho el pinar de pino carrasco, que se encuentra generalmente en un estado de abandono en cuanto a su gestión forestal, por lo que suele acompañarse de matorrales como *Rosmarinus officinalis* o *Erica arborea*, o bien de formaciones de *Aphyllantes monspeliensis*, acompañados de *Genista scorpius* y *Ulex parviflorus*. Junto a los abundantes juncos y carrizales, en algunas zonas se conservan muestras del bosque de ribera original, con especies como *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix alba*, *Ulmus minor* y *Alnus glutinosa*. La presencia de aguas permanentes permite también el desarrollo de comunidades hidrófilas con especies raras de helechos (*Ophioglossum vulgare* y *Thelypteris thelypteroides*) y otras como *Ranunculus lingua*.

El yacimiento, de unos 8000 m², fue descubierto en 1990 durante unas remociones de terreno en la orilla oriental del lago. Se realizaron campañas de excavación desde 1991 a 2005. El proceso de excavación estuvo centrado en dos sectores, un sector subacuático y otro terrestre, si bien este último se hallaba también por debajo del nivel freático, por lo que para su excavación fue necesaria una bomba de extracción de agua. Se trata de un yacimiento excepcional en la península, ya que la humedad ha permitido la conservación de gran cantidad de materiales orgánicos no carbonizados, como postes, útiles de madera, cestería, restos de alimentación vegetal, etc. Su cronología se encuadra en el Neolítico antiguo, en una fase tardía de los grupos de cerámicas impresas cardiales (Tabla 81).

El estudio carpológico, realizado por Ramón Buxó, Núria Rovira y Carme Saüch, hace referencia a los materiales de las campañas de 1991, 1992, 1994, 1995 y algunas muestras de la campaña de 1998. Las procedentes del nivel terrestre fueron recuperadas en su mayoría carbonizadas, mientras que las del nivel subacuático se conservaron sin carbonizar. En concreto, en el nivel terrestre fueron analizadas estructuras de almacenaje y conservación de grano a medio, largo (plataformas enlosadas) y corto plazo (cesterías), así como estructuras de combustión, que pudieron ser utilizadas para la cocción, secado o torrefacción del grano. En el sector subacuático

las muestras se tomaron de los diferentes cuadros de excavación. El listado de taxones identificados en cada contexto y sus valores numéricos aparecen reflejados en las tablas 82 y 83.

En las plataformas enlosadas y en las estructuras de combustión se documenta una gran mayoría de taxones cultivados, entre los que destaca *Triticum aestivum/durum*, que supone el 97% de restos identificados en el yacimiento. También aparecen otros cereales como *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum/durum* tipo *compactum*, *Hordeum vulgare* var. *nudum*, *Triticum dicocum* y leguminosas como *Pisum sativum* y *Vicia faba*. Además, en las estructuras de combustión también se documentan, aunque en menor medida, algunas plantas silvestres (*Vitis vinifera* var. *sylvestris*, *Pinus pinea*, *Chenopodium album*, *Hypericum* y *Stellaria*). Sin embargo, en el caso de los contenedores de material perecedero (cestos) se documenta un único taxón cultivado (*Triticum aestivum/durum*), junto con una larga lista de elementos silvestres (Tabla 83), probablemente debido a que los productos almacenados todavía no habrían sido limpiados antes de su molienda. En el nivel subacuático aparece una gran variabilidad de taxones tanto cultivados como silvestres, destacando sobre todo la conservación de numerosas partes vegetativas (semillas, frutos, cápsulas, huesos y cortezas).

De los resultados se desprenden inferencias relativas a la explotación y consumo de las plantas cultivadas y silvestres en el poblado. Los cereales son las plantas más cultivadas, debido a su alto rendimiento, predominando el trigo desnudo, seguido muy de lejos de la cebada. En la Draga, el hecho de que los depósitos cerrados que contendrían en su interior el producto de una única cosecha (cestos y estructuras de combustión) presenten un único tipo de cereal en cada caso sugiere que el cultivo de las diferentes especies se produciría separadamente, sin mezclarse en los mismos campos. Por otro lado, las leguminosas ofrecen, en comparación con los cereales, un peor rendimiento agrícola, si bien serían también base de la dieta de los habitantes del poblado. Su infra representación obedece sobre todo a condicionantes tafonómicos, ya que la ausencia de contacto con el fuego para su consumo dificulta su conservación en el sustrato. La dieta se completaría con la recolección de frutos silvestres del entorno, entre los que destacarían las bellotas, los piñones, la mora, el endrino y la avellana. El resto de taxones silvestres formarían parte de comunidades arvenses, malas hiervas, vegetación ruderal y algunos taxones asociados a bordes de agua, como el género *Carex*.

Más información

Bosch *et al.* (2000)

CUBELLES

Garraf, Cubelles, Barcelona
Holoceno (5790-870 años cal. BP)



Figura 351. Vista de la franja litoral del Penedés y de la desembocadura del río Foix en la costa central catalana, donde se localiza el registro de Cubelles

La secuencia de Cubelles se localiza en el sector norte de la llanura litoral o Marina del Penedès (costa central catalana) ($41^{\circ} 13' N$, $01^{\circ} 39' E$), a 1 m s.n.m. La columna sedimentológica, de 4,5 m de potencia, se extrajo de una paleolaguna conocida como Mar Morta, actualmente desecada (Riera 1995). Los sedimentos extraídos corresponden a un medio de laguna litoral o albufera y se caracterizan por la alternancia de limos y arcillas orgánicos, arenas bioclásticas con abundantes moluscos entre los que predomina *Cardium* y niveles de turba. La secuencia finaliza con una capa de arenas finas y limpias correspondiente a una facies de playa a 110 cm de profundidad.

El cuadrante norte de esta llanura litoral es un estrecho llano litoral de 5 km de ancho que se extiende paralelamente a la línea de costa, limitado en el norte y por el interior por relieves calcáreos que apenas alcanzan los 300 m de altitud. El llano presenta un régimen climático mediterráneo con valores medios anuales de 550 mm de precipitación y de $16,7^{\circ} C$ de temperatura. La amplitud térmica está suavizada por el efecto de abrigo topográfico de las elevaciones litorales que condicionan un clima con una marcada influencia marina. La zona se incluye en el dominio vegetal del encinar litoral basófilo con presencia de maquias litorales que ocupan principalmente sectores de suelos poco desarrollados.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (95%)	Material
Gd-5918	130-140	950 ± 50	870	sedimento total
Gd-6597	204-213	2390 ± 130	2480	sedimento total
Gd-7041	320-322	3680 ± 80	4030	sedimento total
Gd-5919	424-438	5040 ± 70	5790	turba

Tabla 84. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Cubelles. Las edades radiocarbónicas han sido calibradas con el programa Calib 6.0.

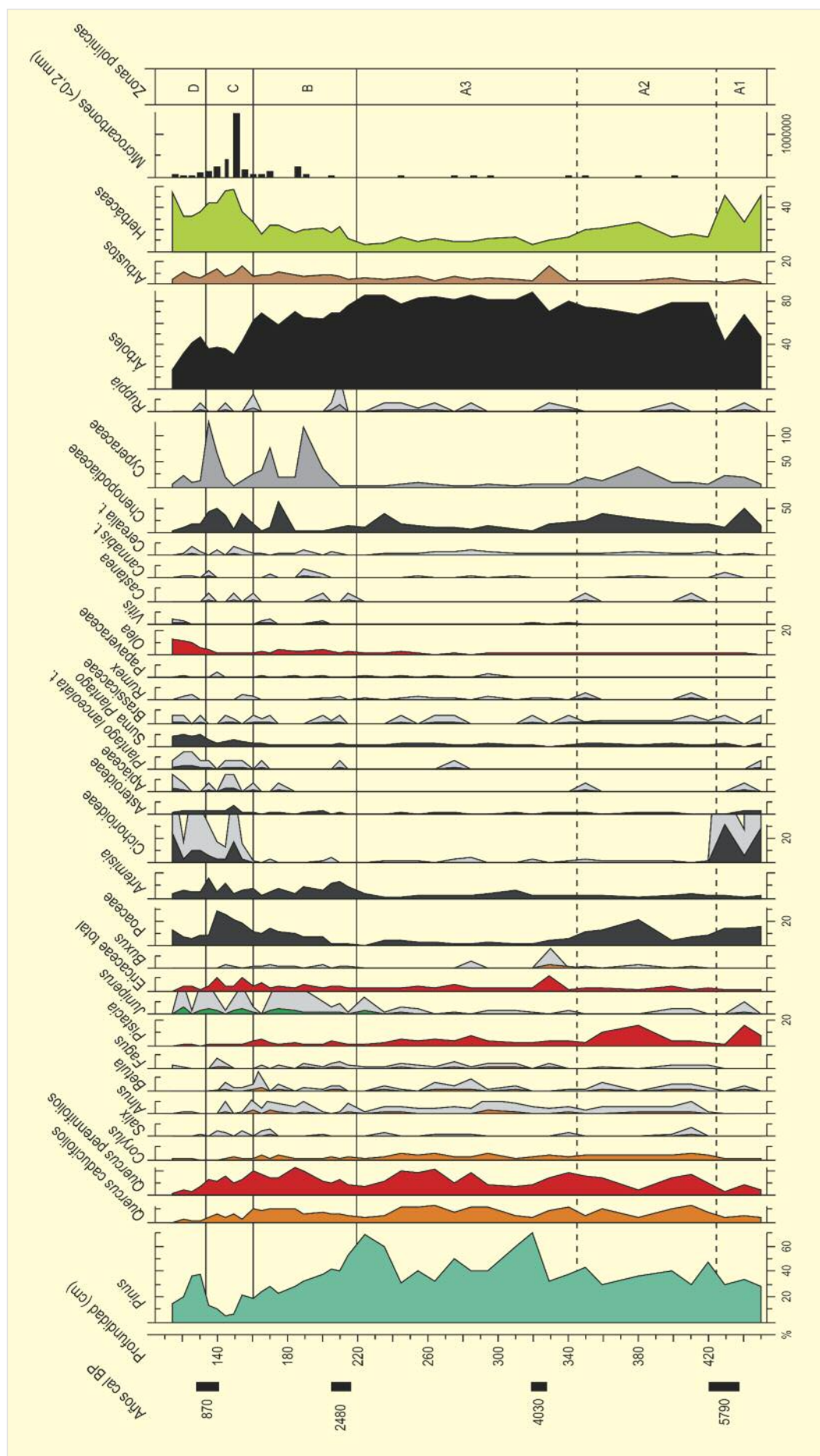


Figura 352. Diagrama polínico de Cubelles. Redibujado de Riera & Esteban (1997)

En la secuencia de Cubelles, se ha cuantificado la concentración de micropartículas carbonosas de diámetro inferior a 0,2 mm. El modelo cronológico del registro, construido a partir de cuatro dataciones radiocarbónicas (Tabla 84), indica que el diagrama cubre un lapso temporal entre 6050 y 400 años cal. BP.

Globalmente, la secuencia polínica pone de manifiesto una continuidad en la composición vegetal de las comunidades arbóreas y arbustivas en la zona. En este sentido, los bosques de este sector han estado caracterizados por el predominio de *Quercus perennifolia* y *Pinus*, con presencia de especies termomediterráneas como *Pistacia* y *Olea*, así como de núcleos de taxones submediterráneos (*Quercus caducifolia* y *Corylus*), probablemente sobre áreas de suelos más profundos. Cabe destacar también el escaso desarrollo de las formaciones leñosas de ribera. Si bien, esta estructura de la vegetación se mantiene a lo largo de la secuencia, se observan variaciones de la abundancia de cada uno de los taxones (Riera & Esteban 1997).

La zona A (6050-4420 años cal. BP) indica un medio más abierto con menor presencia de taxones arbóreos y una importante representación del lentisco (*Pistacia*). Sin embargo, en la subzona A₂ (a partir de 5686 años cal. BP) se produce una extensión de formaciones mixtas de *Quercus perennifolia* y *Quercus caducifolia*. Durante la subzona A₃ (4220-2610 años cal. BP) se registran los valores más elevados de polen arbóreo de la secuencia, especialmente como consecuencia del desarrollo del pinar. Paralelamente, *Pistacia* y *Olea* declinan poniendo de manifiesto una retracción de comunidades termófilas.

A partir de 2610 años cal. BP, los valores de AP empiezan a reducirse, principalmente como resultado del declive de *Pinus* y, en menor medida, de taxones submediterráneos (*Quercus caducifolia* y *Corylus*). La reducción de *Pistacia* y el incremento de *Juniperus* sugieren cambios en la composición de las comunidades termófilas. Este proceso de retracción forestal está asociado a un incremento de taxones herbáceos (Poaceae, *Artemisia* y *Asteroidae*) así como de evidencias más claras de cultivos, según sugiere el incremento de *Olea*, y Cerealia tipo y la presencia de *Vitis*, *Castanea* y *Cannabis* tipo.

La retracción forestal se acentúa a partir de 1390 años cal. BP (zona C), causando la práctica desaparición de los pinares del área. Tanto los *Quercus caducifolia* como *Pistacia* declinan, paralelamente a un desarrollo de arbustos como *Juniperus* y *Ericaceae*. El incremento de taxones herbáceos (Poaceae, *Asteroidae* y *Apiaceae*), de *Plantago lanceolata*, *Brassicaceae* y *Cichorioideae* pone de manifiesto que este proceso pueda ser el resultado de la actividad humana. En este sentido, esta zona presenta los valores más elevados de microcenizas, indicadoras sin duda de una mayor frecuencia de los incendios.

El período medieval (zona D, entre 800 y 400 años cal. BP) evidencia la práctica desaparición de comunidades forestales en el área, a excepción del pinar que se regenera posiblemente como resultado del descenso de la recurrencia de incendios. Las especies caducifolias y subhúmedas son en este período prácticamente inexistentes. Paralelamente, se aprecia un desarrollo de taxones como *Cichorioideae* y *Plantago lanceolata* así como de los cultivos. La aparición a lo largo de toda la secuencia de Cerealia y de algunos elementos como *Plantago lanceolata* y *Brassicaceae*, sugiere la presencia continuada en la zona de grupos humanos. Sin embargo, los indicadores de una apertura del medio (reducción de AP y extensión de arbustos) asociada con actividades agrícolas se incrementan en torno a 4970 y 4180 años cal. BP, respectivamente.

A partir de 2550 años cal. BP (zona B), se inicia una retracción progresiva e ininterrumpida de los pinares que favorece la expansión de comunidades arbustivas y herbáceas. Esta apertura va asociada al incremento de taxones polínicos que pueden relacionarse con cultivos: olivo, viña, cáñamo y cereales. Sin embargo, en este momento, la presencia de apófitos es todavía escasa. Hacia el cambio de era empiezan a ser sensibles las señales de incendios. Esta apertura del llano litoral se acentúa a partir de 1450 años cal. BP (zona C), momento en que los pinares han desaparecido del llano y, en sectores más interiores, los robles y, en menor medida también, las encinas se ven afectadas por la apertura del bosque. Este momento de máxima deforestación se corresponde con la fase de máxima recurrencia de incendios y el incremento del componente sinantrópico. El cultivo cerealístico pudo aumentar, si bien se registra un descenso del cáñamo, el olivo y la vid. Se ha apuntado que este proceso de deforestación pudiese corresponder con actividades de pastoreo.

Durante el período medieval a partir de mitad del siglo XII (800 años cal. BP, zona D) se evidencia la práctica desaparición de las quercíneas en el llano y las elevaciones litorales. Este proceso pudo favorecer, en ausencia de incendios forestales, la recuperación del pino. El llano y las estribaciones de las elevaciones están ahora puestos en cultivo y, sobre las zonas húmedas litorales, se extienden herbazales húmedos usados como pastos. Cabe señalar que los taxones herbáceos locales (*Chenopodiaceae*, *Cyperaceae* y *Ruppia*) ponen de manifiesto cambios en la morfología litoral y en la configuración de esta zona húmeda. Así, las zonas A₁, A₂, B y C, con mayores porcentajes de *Chenopodiaceae* y *Cyperaceae*, indican la formación de marismas litorales de agua salobre y zonas litorales salinizadas. La reducción de los valores de estos taxones durante la zona A₃ sugiere la formación de un medio de *lagoon* más extenso.

Más información

Riera (1995), Riera & Esteban (1997)

LA FEIXA

Ger, Baixà Cerdanya, Girona
Holoceno (4977 años cal. BP)



Figura 353. Paisaje alrededor del pico de Puigpedrós

El depósito turboso (*mollera*) de La Feixa se encuentra situado en el altiplano de La Màniga del término municipal de Ger (Girona, Pirineo oriental), a 2150 m s.n.m ($42^{\circ} 27' 10''\text{N}$, $01^{\circ} 48' 49''\text{E}$), en los contrafuertes del nacimiento del río Segre y al pie del pico de Puigpedrós (2912 m s.n.m). Las precipitaciones actuales superan los 1000 mm anuales y a partir de noviembre buena parte son en forma de nieve. La temperatura media anual está en torno a los $2,8^{\circ}\text{C}$, con un ritmo térmico en el que los valores negativos se suceden desde noviembre a marzo.

La vegetación actual en este piso subalpino es de predominancia de *Pinus mugo* subsp. *uncinata*, que tiende a remontar hasta los 2400 m y que da paso al prado alpino de la asociación *Pumileto-Festucetum-supinae*. En la vegetación local pre-domi-

nan *Carex*, *Ranunculus* y *Sphagnum* que acrecen la turbera. Tradicionalmente, los bosques de esta zona han sido explotados para obtener madera (navieras, construcción, minería y carbón) y/o eliminados para la obtención de pastos (*Festuca supina*, *F. eskia*, *Nardus stricta*, *Trifolium alpinum* y *Gentiana pyrenaica*). Sin embargo, actualmente se están recuperando, ya que incluso la cabaña ganadera se ha reducido a la mínima expresión.

La cronología de la secuencia se limita a la datación de un tronco a los 65 cm de profundidad y da unas fechas de 4365 años BP y 4977 años cal. BP aproximadamente. Cabe destacar que, para los cálculos de porcentajes de este diagrama, los taxones locales Cyperaceae y Apiaceae han sido incluidos en la suma base y, por tanto, sus altos valores tienden a disminuir los de la cubierta arbórea (AP).

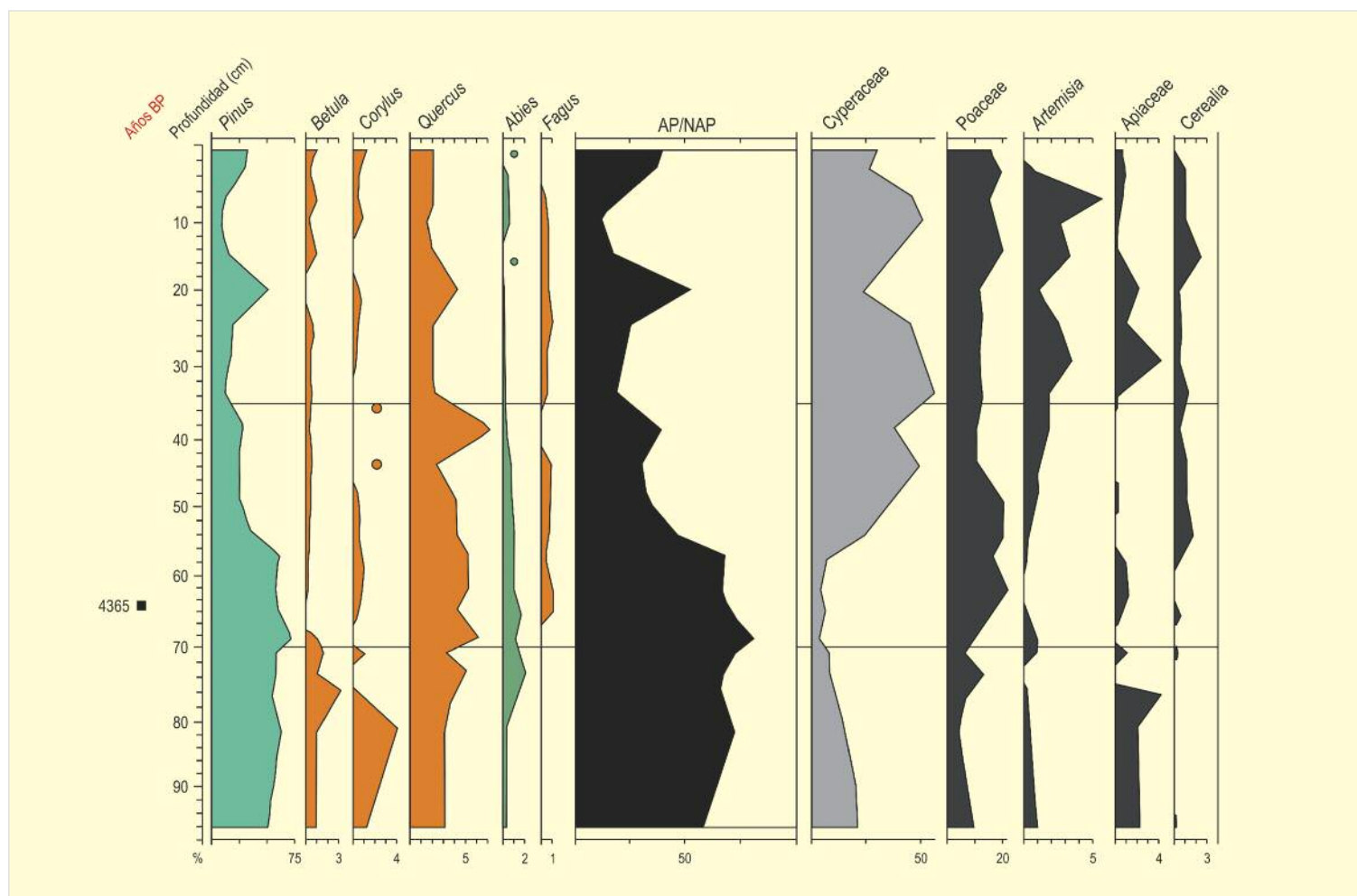


Figura 354. Diagrama polínico de La Feixa. Redibujado de Gómez-Ortíz & Esteban-Amat (1993)

La base del diagrama, anterior a 5000 cal. BP, muestra un paisaje vegetal dominado por *Pinus* y *Betula* en el piso montano superior y por *Corylus* y *Quercus* en el inferior, observándose en el último momento la expansión de *Abies*.

La parte media de la secuencia coincide con el inicio del período climático Subboreal y muestra un descenso de taxones mesófilos (*Betula* y *Corylus*) y de *Pinus*, manteniéndose la abundancia de *Quercus*. Es la fase del abetal y del inicio de la extensión de *Fagus*. Por otra parte, el declive de la curva de AP coincide con el aumento del tipo Cerealia, cuyos valores no pensamos que coinci-

dan con el cultivo de cereales, sino a determinados tipos de gramíneas silvestres.

Por último, la parte superior del espectro polínico podría indicar una antropización del paisaje en coincidencia con valores de *Quercus* que descienden mientras aumentan los porcentajes de *Artemisia*.

Más información

Gómez-Ortíz & Esteban-Amat (1993)

MONTCORTÈS

Pallars Sobirà, Baix Pallars, Lleida

Holoceno tardío, último milenio (1150-30 años cal. BP, 800-1920 años AD)

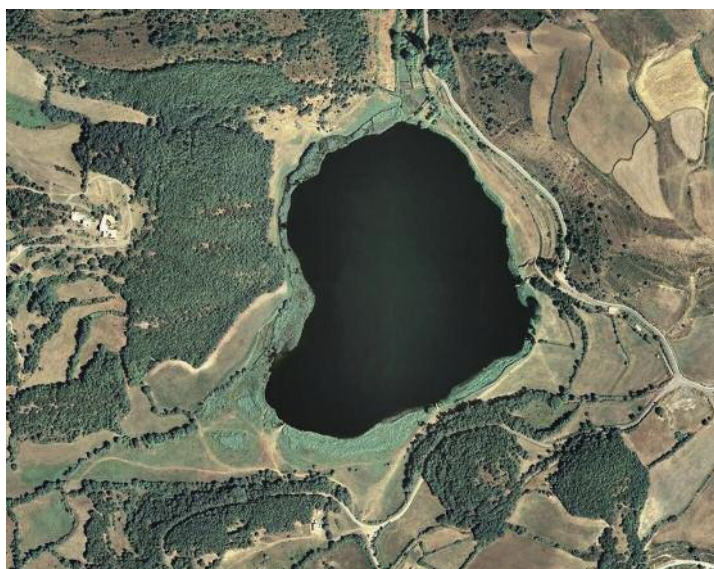


Figura 355. Lago Montcortès. Vista aérea del lago y alrededores

El sondeo (MON-04-1A-1K) corresponde a una secuencia del Lago Montcortès (42° 19' N, 00° 59' E; 1027 m s.n.m.). Se trata de una cuenca pequeña, alimentada principalmente por aguas subterráneas y enclavada en una zona kárstica (Fig. 355). El lago posee una forma aproximadamente circular, con un diámetro entre 400 y 500 m y una profundidad máxima de unos 30 m (Corella *et al.* 2010). En cuanto a la vegetación actual, cabe señalar inicialmente que el lago se encuentra en el límite altitudinal entre los pisos supramediterráneo y montano (Fig. 356). Aunque para la cuenca se han distinguido doce tipos de vegetación, existen tres formaciones forestales principales en la zona: en primer lugar, los bosques de *Quercus rotundifolia* representativos del piso supramediterráneo, en segundo lugar, los robledales de *Q. pubescens* típicos del piso montano y, finalmente, los bosques de coníferas dominados por *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*, supuestamente de origen secundario (Carreras *et al.* 2005-2006). Cerca de los bordes del lago, existe un cinturón de vegetación litoral dominado por especies de *Juncus*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Typha* y *Sparganium*.

El análisis polínico de los 3,60 m superiores comprende el último milenio con una resolución media de aproximadamente 33 años por intervalo de muestra. El diagrama polínico se subdividió en 6 zonas (Fig. 357). La zona M-1 (1172-1000 años cal. BP, 778-950



Figura 356. Vista de los alrededores y el entorno del lago

años AD) se caracteriza por la dominancia de *Pinus*, seguida de otros árboles como *Quercus perennifolia*, y se interpretó como la dominancia de un bosque de coníferas alrededor del lago (Fig. 358). El comienzo de la zona M-2 (1000-834 años cal. BP, 950-1116 años AD) estuvo marcado por una pronunciada disminución de las formaciones preexistentes y por una alta concentración de cenizas (indicadores de incendios). Esta zona aparece dominada por Poaceae y *Plantago*, haciendo aparición los cultivos herbáceos (*Cannabis*), con presencia de árboles cultivados (mayoritariamente *Olea*) hacia la mitad de la fase. A partir de estos datos se infirió un periodo de intenso uso del terreno, principalmente cultivo de cereales y pastoreo, después de una reducción drástica del bosque a través de incendios (Fig. 359).

En la zona M-3 (834-494 años cal. BP, 1116-1458 años AD), las asociaciones dominantes en el intervalo anterior muestran una tendencia al declive, estableciéndose un matorral mediterráneo bajo después de un incremento en la incidencia del fuego (Fig. 357). Los taxones arvenses también muestran un aumento hacia la mitad de la fase polínica, justo antes del incremento de *Olea*. En la actualidad, la asociación del matorral bajo corresponde a comunidades del orden *Rosmarinetalia officinalis*, característico de zonas bajas calcáreas mediterráneas en ambientes secos, ubicada

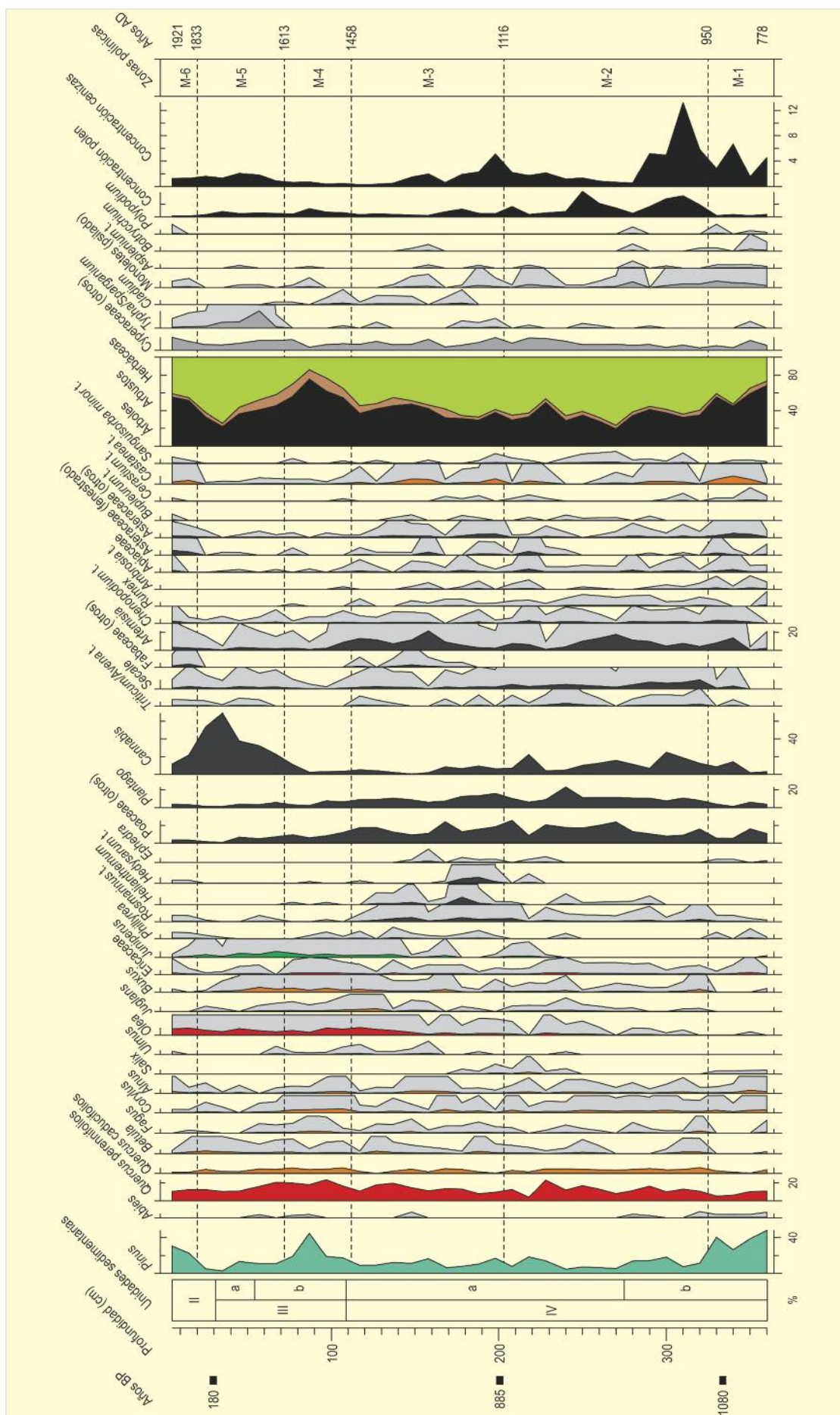


Figura 357. Diagrama polínico general del lago Montcortès, expresado en porcentajes. El sombreado gris claro representa exageración 10x. Redibujado de Rull et al. (2010)

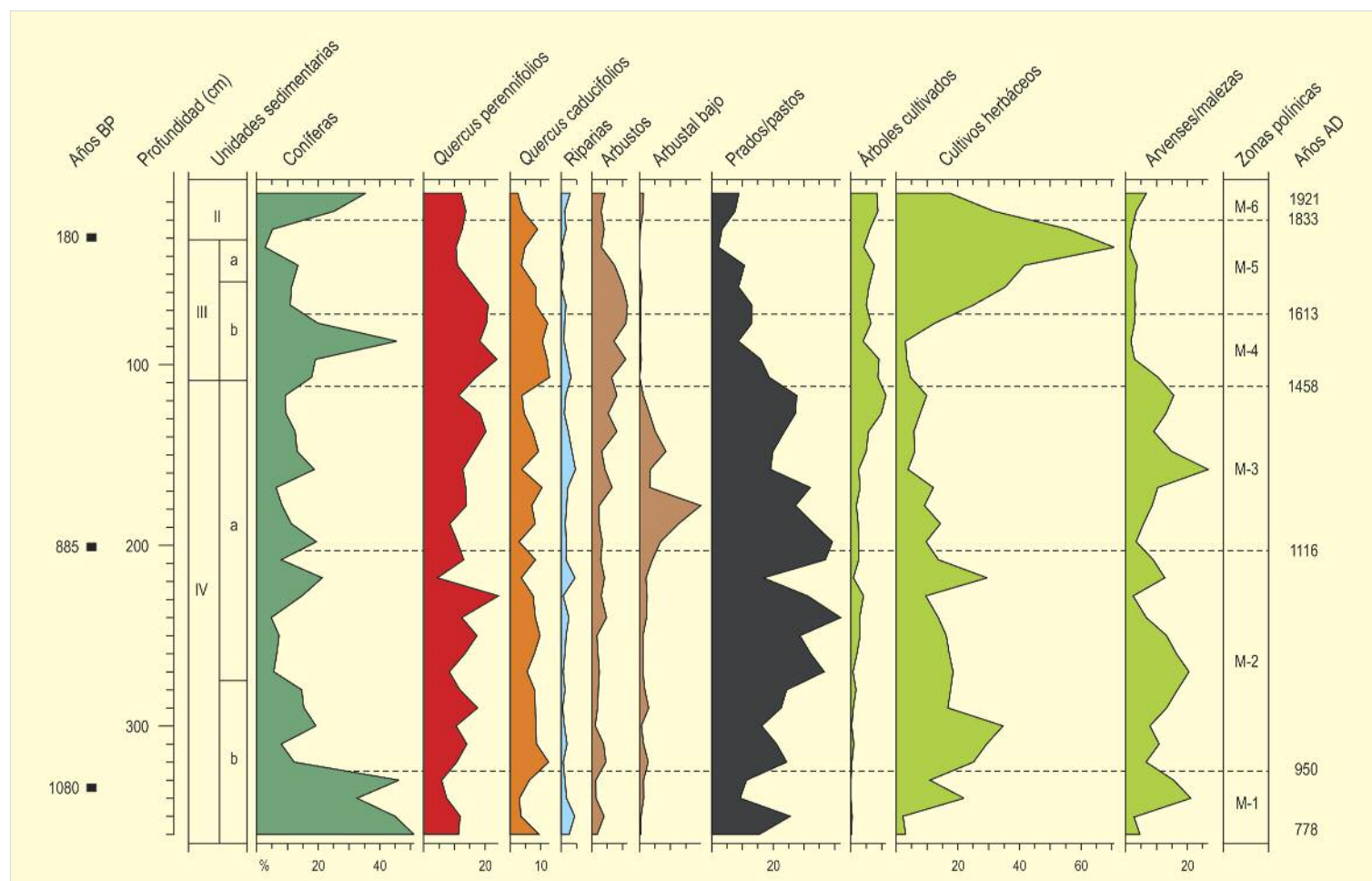


Figura 358. Diagrama polínico de las principales agrupaciones vegetales del lago Montcortès, expresado en porcentajes. Taxones incluidos en la suma polínica, bosque de coníferas; bosque de *Quercus perennifolio*; bosque de *Quercus caducifolios*; bosque ripario; árboles cultivados; arbustos; arbustal mediterráneo bajo; prados/pastos; cultivos herbáceos; arvenses/malezas. Redibujado de Rull *et al.* (2010)

a altitudes menores de 800 m (de Bolòs 2001). Su presencia en la zona sugirió un desplazamiento altitudinal de la vegetación, probablemente debido a un aumento de las temperaturas medias entre 1100 y 1350 años AD.

En la zona M-4 (494-337 años cal. BP, 1458-1613 años AD) se observa un aumento drástico del bosque de coníferas y la disminución de prados y especies arvenses (Fig. 358). El descenso general del componente cultivado y de los taxones relacionados con las actividades humanas, así como la baja incidencia de fuegos, se interpretaron como resultado de un periodo de baja presión antrópica entre 1480 y 1590 años AD. A su vez, el aumento de taxones forestales, incluyendo *Corylus*, sugiere un aumento moderado de la humedad ambiental, mientras que la disminución del matorral y de *Artemisia* se interpretan en un contexto climático más frío que el del intervalo anterior. En la zona M-5 (337-117 años cal. BP, 1613-1833 años AD) se registra una disminución general de todos los grupos polínicos, excepto el espectacular aumento de *Cannabis*, así como el incremento de los fuegos, lo que sugiere el retorno de las actividades humanas

cerca del lago a partir de 1630 años AD (Fig. 357). La zona M-6 (117-29 años cal. BP, 1833-1921 años AD) mostró una disminución abrupta del cultivo de cáñamo y de nuevo la expansión del bosque de coníferas.

Este registro refleja cómo el papel del hombre ha sido crucial en los cambios producidos en la vegetación y el establecimiento del actual paisaje pirenaico (Fig. 359). Eventos climáticos severos, como el Óptimo Cálido Medieval o la Pequeña Edad del Hielo son aún reconocibles usando agrupaciones vegetales específicas (representados en el presente estudio en las zonas polínicas M-3 y M-4 respectivamente). Sin embargo, las oscilaciones climáticas menos pronunciadas quedan probablemente enmascaradas por la actividad antrópica, especialmente en lo que se refiere a los cambios en la humedad.

Más información

Rull *et al.* (2010)

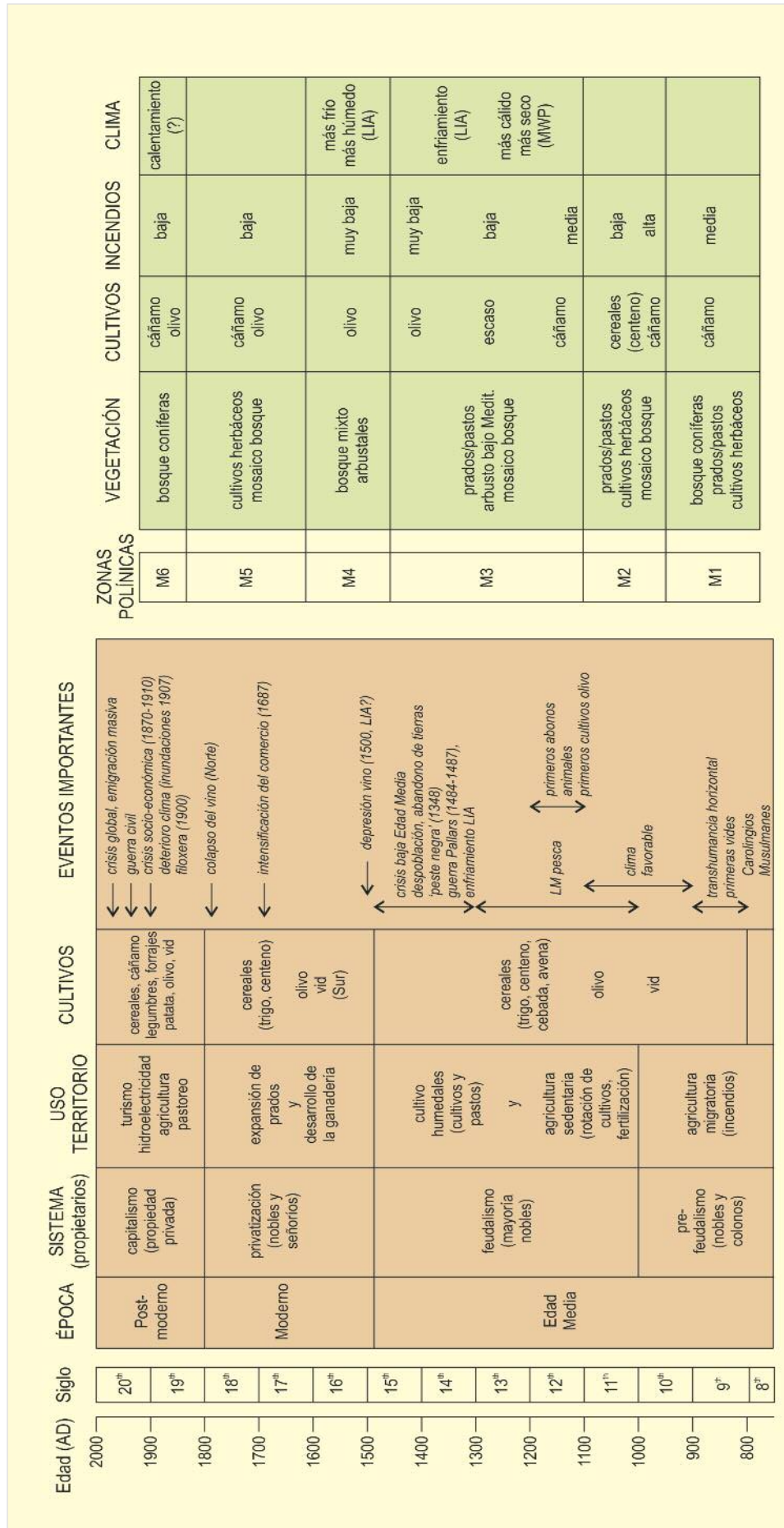


Figura 359. Principales eventos históricos y climáticos documentados en municipio de Baix Pallars (izquierda) y correlación con la secuencia del Lago Montcortès (derecha) durante el último milenio. Redibujado de Rull et al. (2010)

ELS VILARS D'ARBECA

Les Garrigues, Arbeca, Lleida
Holoceno



Figura 360. Vista aérea de la fortaleza de Els Vilars

El Vilars es un yacimiento protohistórico que se encuentra situado en la provincia de Lérida, a 4 km de la localidad de Arbeca (41° 34' 06" N, 00° 57' 14" E), en la comarca de Les Garrigues. Esta comarca está situada en el extremo meridional de la Depresión Central Catalana, en la margen izquierda del río Segre. La localidad se ubica sobre un cerro homónimo, de 332 metros de altitud y está rodeado por otros como Puig del Cuervo (456 m), la Pleta (426 m) o Tossal Gordo (342 m). Limita el norte con la Plana d'Urgell y al sur con las mesetas que derivan de las primeras vertientes de la Cordillera Prelitoral Catalana (Sierra de Vilobí y Sierra del Cortado).

Las condiciones climáticas son propias del clima mediterráneo, pero con características de continentalidad, con una fuerte sequía estival, déficit hídrico durante buena parte del año y gran amplitud térmica. Desde un punto de vista bioclimático se trata del piso mesomediterráneo, lo cual implica temperaturas medias anuales de entre 13 y 17°C. El ombrótipo es seco (350-600 mm), rondando concretamente los 400 mm de precipitación anual.

La vegetación actual en la zona se caracteriza fundamentalmente por la presencia de extensas zonas de cultivo del olivo, principal actividad económica de la comarca. También se desarrollan otros cultivos como el almendro y en menor medida el viñedo. Las principales formaciones forestales que permanecen en la comarca son los encinares de *Quercus rotundifolia* acompañados por elementos arbustivos como *Buxus sempervirens*, *Quercus coccifera*, *Genista scorpius* o *Rubia peregrina*. Los puntos de mayor degradación están recubiertos por formaciones de matorral y espinos, con especies como *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*. En zonas soleadas puede aparecer el pino carrasco (*Pinus halepensis*), mientras que la umbría y otras zonas de compensación hídrica permiten el desarrollo de algunos quejigos (*Quercus faginea*). En grandes elevaciones se pueden detectar algunos individuos de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *Pinus sylvestris*. El bosque galería aparece conformado por higrófitos como *Salix alba*, *Populus nigra* o *Fraxinus excelsior*.

Su excavación se enmarca en un amplio programa de investigación y conservación del patrimonio llevado a cabo por la Universidad de Lérida desde finales de los años 80 (Alonso *et al.* 1996, Garcés *et al.* 1991, 1993, 1997 entre otros), que ha permitido sacar a la luz una fortaleza (Fig. 360) construida en el siglo VIII a.C. que representa las profundas transformaciones socioeconómicas que tuvieron lugar durante la Edad del Hierro.

La fortaleza se ocupa de forma ininterrumpida desde principios del siglo VIII BC (800/775 años BC) hasta mediados del siglo IV AD (350/325 años AD), es decir, a lo largo de la Primera Edad del Hierro y el periodo Ibérico. Su sistema de defensa consistente en una gigantesca muralla con 11 torreones, un foso de 13 m de anchura y 4 de profundidad y el sistema defensivo conocido como "cheval de frise" (barrera de piedras hincadas en el terreno destinadas a dificultar el acceso a la muralla) constituyen un ejemplo bastante atípico dentro de la arquitectura del momento (GIP 2003). El yacimiento presenta 5 fases constructivas (Vilars o a V) de las cuales las dos primeras se conocen gracias a los trabajos llevados a cabo en el barrio adosado a la muralla.

El magnífico estudio arqueobotánico realizado por Natalia Alonso (1999, 2000a,b), Alonso *et al.* (2008) incluye el análisis de 200 muestras pertenecientes a la Primera Edad del Hierro (Vilars o y I), y al Ibérico Antiguo (Vilars II) (Tabla 85). El muestreo sistemático de numerosos contextos (fosas, hogares, cubetas, pavimentos etc) ha

ELS VILARS	VILARS 0 y I Edad del Hierro		VILARS II Ibérico Antiguo	
	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
Plantas cultivadas				
<i>Hordeum vulgare</i>	45	22	1431	76
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)	4	3	94	28
<i>Hordeum vulgare</i> (segmento de raquis)	2	2	65	15
<i>Hordeum</i>			66	15
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)	209	42	3940	88
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag. de gluma)			12	3
<i>Hordeum/Triticum</i> (raquis)			144	23
<i>Hordeum/Triticum</i> (base de espiga)			3	2
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag. de tallo)			4	4
<i>Hordeum/Triticum</i> (embrión)			24	11
<i>Triticum dicoccum</i>	10	8	41	14
<i>Triticum dicoccum</i> (espiguilla)			8	4
<i>Triticum dicoccum</i> (base de gluma)			7	8
<i>Triticum aestivum/durum</i>	13	8	496	62
<i>Triticum aestivum/durum</i> (frag.)			16	8
<i>Triticum aestivum/durum</i> (espiguilla)			37	4
<i>Triticum aestivum/durum</i> (segmento de raquis)			24	5
<i>Triticum aestivum/durum</i> (raquis)	1	1	535	34
<i>Triticum aestivum/durum</i> tipo <i>compactum</i>			41	9
<i>Triticum</i> cf. <i>durum</i> (segmento de raquis)			38	6
<i>Triticum</i>	12	9	305	56
<i>Triticum</i> (frag.)	1	1	85	11
<i>Triticum</i> (espiguilla)	1	1	27	10
<i>Triticum</i> (base de gluma)	2	2	19	12
<i>Triticum</i> (raquis)	1	1	53	10
<i>Triticum</i> (segmento de raquis)			15	6
<i>Triticum</i> (base de espiga)			2	2
<i>Triticum/Secale</i>	1	1		
Cerealia (embrión)	3	2		
<i>Panicum miliaceum</i>	1	1	6	4
<i>Panicum/Setaria</i>	6	4	33	8
<i>Setaria italica</i>			110	11
<i>Lens culinaris</i>	1	1	5	3
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>			3	2
Leguminosa indeterminada	2	2	3	3
<i>Vitis vinifera</i> (mineralizado)	1	1	1	1
<i>Vitis</i>			8	6
<i>Vitis</i> pedicelo			1	1
Plantas silvestres				
cf. <i>Aegilops</i>	2	2		
<i>Agrostemma githago</i>	1	1	1	1
<i>Aizoon hispanicum</i>			1	1
<i>Ajuga/Teucrium</i>	1	1	1	1
cf. <i>Ajuga</i>			1	1
<i>Amaranthus</i>			45	3
<i>Anagallis</i>			3	3
<i>Aphanes arvensis/microcarpa</i>			1	1
<i>Aphanes</i>	1	1		
Apiaceae	3	2	3	3
cf. <i>Arenaria</i>			16	1
<i>Asperula arvensis</i>	1	1	2	2
<i>Asperula cynanchica</i>	1	1		

Tabla 85. Restos vegetales del yacimiento de Els Vilars

ELS VILARS	VILARS 0 y I Edad del Hierro		VILARS II Ibérico Antiguo	
	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
Plantas silvestres				
<i>Astragalus</i>	1	1	2	1
<i>Atriplex halimus/prostata</i>			80	1
<i>Atriplex</i>	2	2	11	8
<i>Atriplex/Chenopodium</i>			235	1
<i>Avena</i>	1	1	8	6
<i>Brassica nigra</i>			1	1
<i>Brassica</i>	1	1		
<i>Bromus cf. madritensis/sterilis</i>			1	1
<i>Bromus</i>			6	5
<i>Bromus</i> (mineralizado)			1	1
<i>Carex vulpina/muricata</i>	1	1		
<i>Carex</i>			3	2
cf. Caryophyllaceae (cápsula)	1	1		
Caryophyllaceae			3	3
<i>Centaurea</i>			5	3
<i>Chenopodium album</i>	6	1	60	10
<i>Chenopodium murale</i>			3	2
<i>Chenopodium</i>	5	4	47	12
<i>Chenopodium</i> (mineralizado)			10	4
<i>Chenopodium/Atriplex</i>			1	1
Chenopodiaceae	8	7	55	18
cf. <i>Cistus</i> (cápsula)			2	2
<i>Cistus</i>	2	2	2	2
<i>Convolvulus</i>			1	1
<i>Coronilla scorpioides</i>			8	1
cf. <i>Crepis</i>			1	1
Brassicaceae			1	1
Cyperaceae			3	2
cf. <i>Digitaria sanguinalis</i>			1	1
<i>Echinochloa crus-gallii</i>	1	1	6	1
cf. <i>Eragostris</i>			1	1
<i>Festuca</i>			3	2
<i>Ficus</i>			9	7
cf. <i>Fumaria</i>			5	3
<i>Galium aparine</i>	5	5	1	1
<i>Galium spurium</i>	2	2	1	1
<i>Galium</i>	11	4	1	1
<i>Glaucium corniculatum</i>			5	4
<i>Glaucium corniculatum</i> (mineralizado)			7	2
<i>Heliotropium europaeum</i>			4	2
cf. <i>Hordeum murinum</i>			1	1
<i>Lamium</i> (mineralizado)			1	1
Liliaceae			1	1
<i>Lolium cf. perenne/rigidum</i>	1	1	2846	18
<i>Lolium cf. temulentum/remotum</i>	3	1	37	14
<i>Lolium</i>	50	26	700	40
<i>Lolium</i> (frag.)	7	4	363	9
<i>Lolium/Festuca</i>			3	2
<i>Malva</i>	1	1	15	12
<i>Malva/Lavatera</i>			1	1
Malvaceae	2	2	4	3
<i>Medicago</i>	3	3	6	3
<i>Medicago/Melilotus</i>	2	2	15	6
<i>Melilotus</i>			2	2

Tabla 85. Continuación

ELS VILARS	VILARS 0 y I Edad del Hierro		VILARS II Ibérico Antiguo	
	Total	Frecuencia (86 muestras)	Total	Frecuencia (113 muestras)
<i>Papaver</i>			5	2
Papaveraceae (mineralizado)			2	2
Papilionaceae	5	4	7	3
<i>Phalaris</i>	1	1	6	6
cf. <i>Pistacia</i>			2	1
<i>Plantago</i> cf. <i>lagopus</i>			3	2
Poaceae	26	19	281	35
Poaceae (frag.)	166	30	1091	32
Poaceae (base de espiguilla)			10	7
Poaceae (raquis)			20	8
Poaceae (frag. de tallo)			14	8
Poaceae (entrenudo)	2	2		
Poaceae cf. (aristas)			23	2
<i>Polygonum aviculare</i>	2	1	12	2
<i>Polygonum convolvulus</i>			5	5
<i>Polygonum</i>	1	1		
Polygonaceae	1	1	3	2
<i>Quercus</i>			1	1
<i>Reseda lutea</i>	2	2	5	4
<i>Reseda</i>			2	2
cf. <i>Rhinantus</i>	1	1	5	5
<i>Rubus</i> cf. <i>fruticosus</i>			1	1
<i>Rubus</i> (mineralizado)	1	1		
<i>Rumex</i> cf. <i>acetosella</i>	1	1		
cf. <i>Satureja</i>			1	1
cf. <i>Scorpiurus</i>	1	1		
<i>Setaria italica/viridis</i>			1	1
<i>Setaria viridis/verticillata</i>			3	2
<i>Setaria</i>			29	5
<i>Setaria/Echinochloa</i>	1	1		
<i>Sherardia arvensis</i>	1	1		
<i>Silene</i>	1	1	16	5
<i>Solanum dulcamara</i>			2	1
<i>Solanum nigrum</i>			1	1
<i>Solanum</i>			1	1
Solanaceae			5	1
<i>Stellaria</i>			3	3
<i>Teucrium</i> (mineralizado)	1	1		
<i>Thymelaea</i>			5	4
<i>Trifolium</i>			1	1
<i>Trigonella polycerata</i>	2	1	4	2
<i>Trigonella</i>	1	1	3	2
<i>Trinia glauca</i>	1	1	15	4
<i>Urtica dioica</i>			3	2
<i>Veronica</i>	1	1		
<i>Vicia</i>	2	1	1	1
<i>Viola</i>			2	2
pedicelo de fruta	2	1	3	2
indeterminado	43	24	155	33
fragmentos indeterminados	103	31	206	39

Tabla 85. Continuación

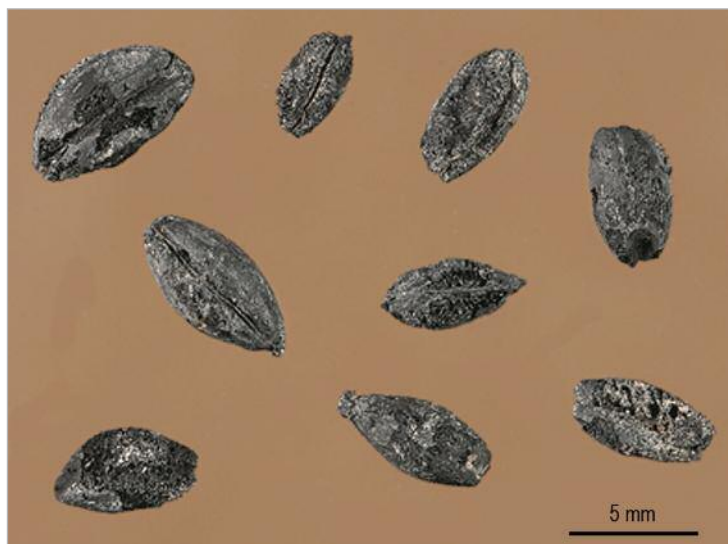


Figura 361. Semillas carbonizadas de cebada (*Hordeum vulgare*)

permitido llevar a cabo el estudio arqueobotánico que no hubiera sido posible de otra forma dada la poca densidad de restos de la mayoría de las zonas excavadas.

Los principales cereales documentados en Els Vilars son los de invierno, y en especial la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) (Fig. 361) seguida por los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) siguiendo el patrón de la mayor parte de los yacimientos mediterráneos de la Edad de Hierro. Entre los trigos desnudos, se detecta la presencia, especialmente en Vilars II, de un tipo que morfológicamente se caracteriza por carióspsides más redondeadas y que se identifica como un *Triticum aestivum* tipo *compactum*. Este tipo, aunque secundario, aparece con frecuencia en otros yacimientos ibéricos del litoral catalán como l'Illa d'en Reixac, así como en otros de la llanura occidental como el Tossal de les Tenalles o Margalef. Los trigos vestidos, representados por el *Triticum dicocum*, están también presentes, alcanzando un papel importante sobre todo en la primera fase del yacimiento donde su frecuencia llega incluso a superar a la de los trigos desnudos, siendo el segundo trigo más importante en la primera fase del poblado. Los fragmentos de la paja de cereal (raquis, entrenudos y glumas) aparecen muy bien representados, especialmente en la fase Vilars II (Fig. 362).

Los cereales de primavera, mijo (*Panicum miliaceum*) y panizo (*Setaria italica*), aparecen también representados con especial incidencia en la segunda fase del poblado (Vilars II). Su presencia en el

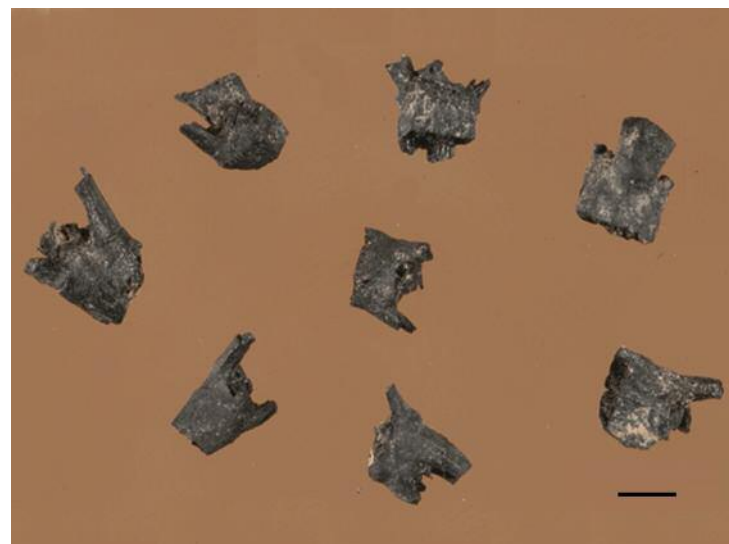


Figura 362. Fragmentos de raquis de trigo carbonizados

contexto arqueológico de la Edad del Hierro implica la intensificación de la agricultura al permitir obtener una cosecha adicional a la proporcionada por los cereales de invierno. Entre las leguminosas destacan las habas y las lentejas.

Las plantas silvestres están bien representadas en Els Vilars. Algunas especies como la uva silvestre (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), la mora (*Rubus fruticosus*), las bellotas (*Quercus*) y el posible higo (*Ficus*) se corresponden a especies utilizadas en la alimentación humana. Sin embargo, la mayoría de las especies silvestres se han interpretado como malas hierbas o como ruderales, destacando *Agrostemma ghitago*, *Galium aparine*, *Sherardia arvensis*, *Asperula arvensis* y *Lolium*, entre otras.

El análisis sugiere que los cereales fueron procesados fuera del yacimiento y que se llevaron al mismo semiprocesados y se almacenaron. Posteriormente y en relación con la preparación de alimentos, los cereales se habrían terminado de procesar eliminando los últimos contaminantes a través de diferentes cribados y limpiezas a mano. Estas actividades se llevarían a cabo en diferentes zonas del yacimiento y habrían dejado una baja densidad de restos arqueobotánicos.

Más información

Alonso (1992, 1999), Alonso *et al.* (2008)

MINFERRI

Les Garrigues, Juneda, Lleida
Holoceno (2000 años BC)



Figura 363. Vista aérea del yacimiento

El yacimiento de Minferri ($41^{\circ} 32' 32''$ N, $00^{\circ} 46' 24''$ E; 240 m s.n.m.) se encuentra situado en la provincia de Lérida, entre Juneda y Puigverd de Lleida, en el término municipal de Juneda aunque parte del mismo se extiende por el término Borges Blanques (Fig. 363). Se trata de un yacimiento al aire libre con cronologías adscritas al segundo milenio BC, en el que los lugares de habitación, las estructuras de producción y los lugares de enterramiento comparten un espacio común. En él se documentan diferentes tipos de estructuras entre las que destaca una cabaña de planta rectangular, así como otras más pequeñas. Además se han localizado silos, hogares exteriores, fosas, cubetas para contener grandes vasijas y otras estructuras cuya funcionalidad es todavía desconocida, en alguna de las cuales se ha detectado la presencia de



Figura 364. Restos de bellotas del yacimiento de Minferri

enterramientos. La distribución de las diferentes unidades de habitación, silos y otras estructuras, demuestra la existencia de cierta organización del espacio. El estudio arqueológico ha puesto de manifiesto la existencia de una comunidad agrícola cuya forma principal de subsistencia es la agricultura aunque se constata la producción de bronce. El yacimiento ha proporcionado numeroso material cerámico que incluye vasijas de almacenamiento, recipientes de mediana capacidad, vasos de pequeñas dimensiones, queseras, vasos geminados, etc. Por otra parte, el estudio traceológico de la industria lítica revela la utilización de algunas de las piezas estudiadas para el procesado de material vegetal no leñoso. De hecho, el trabajo sugiere la utilización de algunas de estas piezas para la siega de cereal.

Desde el punto de vista arqueobiológico se ha proporcionado un conjunto de más de 5000 restos, entre los que hay 49 taxones diferentes entre plantas cultivadas y silvestres (Tabla 86). La mayor parte del material procede del relleno de silos y estructuras. Los silos presentan una gran diversidad tipológica. La agricultura constituye, sin duda, una de las actividades mejor conocidas y la que tiene un mayor peso en la economía del poblado.

Las principales especies cultivadas presentes en Minferri son el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) y la cebada vestida (*Hordeum vulgare*). En un segundo plano se documenta la presencia de un trigo vestido como el *Triticum dicoccum* y una

Minferri															
Plantas cultivadas	Silos	Cabaña 5	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura	FC13 11	FC19	ES32	ES76	ES77	ES75
<i>Hordeum vulgare</i>	77														
<i>Hordeum</i>	22														
<i>Hordeum</i> (frag. entrenudo raquis)	6														
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)	605	10		4	10	1			4	18	7	1		1	4
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag. raquis)	2														
<i>Triticum aestivum/durum</i>	252	6								1	1				3
<i>Triticum aestivum/durum compactum</i>	14														
<i>Triticum aestivum/durumnudo</i> (raquis)	9														
<i>Triticum cf.aestivum</i> (entrenudo raquis)	1														
<i>Triticum dicoccum</i>	30	1													
<i>Triticum dicoccum</i> (base de la espiga)	2														
<i>Triticum</i>	141	3							3	3					1
<i>Triticum</i> (entrenudo raquis)	1														
<i>Triticum</i> (nudo del raquis)	9														
<i>Triticum</i> (base de la espiga)	1														
Embrión de cereal	1														
Leguminosa indeterminada (frag.)	2														
Plantas silvestres	Silos	Cabaña 5	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura	FC13 11	FC19	ES32	ES76	ES77	ES75
<i>Ajuga chamaepitys/reptans</i>	2														
<i>Ajuga</i>	1														
Apiaceae	4														
<i>Astragalus</i>	3														
<i>Atriplex patula</i>	1														
<i>Atriplex</i>	2														
Brassicaceae	1														
<i>Bromus arvensis</i> t.	4														
<i>Bromus sterilis</i>	1														
<i>Bromus</i>	15														
<i>Carex divisa/muricata/vulpina</i>	10														
<i>Carex</i>	18	1													
Caryophyllaceae	1														
<i>Centaurea</i>	1														
Chenopodiaceae		5													
<i>Chenopodium album</i>	3														
<i>Chenopodium glaucum</i>	1														
<i>Chenopodium tipus hybridum</i>	1														
<i>Chenopodium</i>	1														
<i>Cistus</i>	10														
<i>Cistus</i> (frag. cápsula)	1														
<i>Coronilla</i>	3														

Tabla 86. Lista de especies por estructuras estudiadas en Minferri

Plantas cultivadas	Silos	Cabaña 5	Cabaña FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura	FC13 11	FC19	ES32	ES76	ES77	ES75
Cyperaceae	15														
<i>Eleocharis palustris</i>	1														
Ericaceae cf.	8														
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurium</i>	2														
<i>Galium</i>	1														
<i>Glaucium corniculatum</i>	4					4									
<i>Glaucium corniculatum</i> frag.	1														
<i>Linum</i>	10														
<i>Linum</i> (frag.)	1														
<i>Lithospermum</i>	3														
<i>Lolium</i> cf. <i>perenne/rigidum</i>	522														
<i>Lolium</i>	192	27										2	1		
<i>Lolium</i> (frag.)	168	13													
<i>Malva</i>	30	9		1											
<i>Medicago</i> cf. <i>minima</i> (leguminosa)	1														
<i>Medicago</i>	6						4								
<i>Mellilotus</i>	2														
<i>Medicago/Mellilotus</i>	28														
cf. <i>Neslia paniculata</i>	1	1					2								
<i>Papaver rhoeas</i> t.	1														
Papilionaceae	1														
Papilionaceae (frag.)	1														
<i>Pistacia lentiscus</i>	168														
<i>Pistacia lentiscus</i> (1/2)	75														
<i>Pistacia</i>	7								1						
<i>Pistacia</i> (frag.)	194														
<i>Plantago lanceolata</i>	9														
Poaceae	78									1					
Poaceae (frag.)	1152	17	6	2	7		1		8		1	1			
Poaceae (frag. raquis)	1														
<i>Polygonum aviculare</i>	3														
<i>Polygonum convolvulus</i>	2														
<i>Polygonum</i>	1														
Polygonaceae	1														
Polygonaceae/Cyperaceae	7														
<i>Portulaca oleracea</i>	1														
<i>Prunus spinosa</i>	1														
<i>Quercus</i> (cotiledones)	9												1	1	
<i>Quercus</i> (frag.)	7														
<i>Ranunculus</i> t.	1														
<i>Reseda lutea</i>	1														
<i>Rhinantus</i> cf.	11														
<i>Rubus</i> cf. <i>fruticosus</i>	1														
<i>Rubus</i>	1														
<i>Rumex</i> cf. <i>crispus</i>	1														

Tabla 86. Continuación

Plantas cultivadas	Silos	Cabaña 5	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura	FC13 11	FC19	ES32	ES76	ES77	ES75
<i>Rumex</i>	2														
<i>Scirpus</i>	9														
<i>Sherardia arvensis</i>	6														
<i>Silene</i>	4														
<i>Stellaria</i>	27														
<i>Suaeda</i> t.	1	1					6								
<i>Teucrium / Ajuga</i>	1														
<i>Torilis</i> cf.	2														
<i>Trigonella astroites</i> t.	1														
<i>Trigonella</i>	7						2								
<i>Trinia glauca</i>	3														
cf. <i>Valerianella</i>	1														
Otros	Silos	Cabaña 5	Cabaña 1 FO-50	Cubeta metalúrgica	Fosa 5	Fosa 35	Llar 36	Soporte contenedor 40	Estructura	FC13 11	FC19	ES32	ES76	ES77	ES75
<i>Cenococcum geophyllum</i>	158	1													
cf. <i>Rosmarinus</i> (fragmento de hoja)	48														
cf. <i>Cistus clusii</i> (fragmento de hoja)	3														
cf. <i>Pistacia</i> (frag. de hoja)	8														
indeterminados	95						10	5							

Tabla 86. Continuación

forma compacta de los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum compactum*) (Alonso 1999). La asociación y predominio de trigos desnudos y cebada vestida sobre el resto de cereales es uno de los elementos que definen la agricultura del nordeste peninsular durante la Edad del Bronce. La autora del trabajo destaca, sin embargo, la ausencia de la cebada desnuda y de los mijos que sí parecen constatar en otros yacimientos del Valle del Cinca. Además de los restos de cariósides se han recuperado también fragmentos de las espigas de los cereales, en concreto entrenudos de cebada y nudos de trigos desnudos, así como espiguillas de cereales vestidos (*T. dicoccum*).

En cuanto a las leguminosas, aparte de dos posibles restos indeterminados, no se han recuperado en el yacimiento. Por el contrario, las plantas silvestres son muy abundantes estando representadas por 42 taxones diferentes. Las especies más frecuentes son sobre todo algunas gramíneas como *Lolium* y *Bromus*, ciperáceas como *Scirpus* y *Carex* y, otras como *Malva*, *Astragalus* o *Lithospermum*. El resto de los taxones aparecen representados con menor número de restos, habiendo apenas una o dos menciones en las muestras estudiadas.

La identificación de estos restos ha permitido clasificar las diferentes especies en comunidades vegetales. Entre las mejor representadas están las plantas arvenses y ruderales en las que se integran taxones como: *Ajuga chamaepitys*, *Atriplex patula*, *Bromus sterilis*, *Centaurea*, *Chenopodium album*, *Ch. glaucum*, *Coronilla*, *Galium aparine*, *Glaucium corniculatum*, *Lithospermum*, *Lolium* cf. *perenne/rigidum*, *Malva*, *Neslia paniculata*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum aviculare*, *P. convolvulus*, *Portulaca oleracea*, *Reseda lutea*, *Sherardia arvensis*, *Stellaria*, cf. *Torilis* y cf. *Valerianella*. La recolección de especies silvestres para uso humano se constata por la presencia de varias especies como la mora (*Rubus fruticosus*), bellotas (*Quercus*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o el endrino (*Prunus spinosa*).

Más información

Alonso (1999)

IESSO

La Segarra, Guissona, Lleida
Holoceno (siglo I BC)

La ciudad romana de Iesso (actual Guissona) (41° 47' 06" N, 01° 17' 17" E; 484 m s.n.m.) se encuentra en la Depresión Central Catalana, formando parte del Altiplano Central. Éste se constituye como divisoria de aguas entre las cuencas mediterráneas del Anoia, Gaià, Francolí y Llobregat y la cuenca del Segre. El paisaje está dominado por las *planas*, como la de Guissona o de Urgell, junto con cerros de poca altura flanqueados por valles abiertos, predominando en general los sustratos calcáreos. Las mayores elevaciones con las que limita el altiplano son el Prepirineo al Norte y el Sistema Mediterráneo catalán al Sur y Este.

La configuración del relieve, con escasas elevaciones, hace que las condiciones climáticas sean bastante uniformes en todo el altiplano. Se trata de un clima mediterráneo, con sequía estival, que presenta no obstante rasgos asociados a su continentalidad como la amplitud de temperaturas, con heladas frecuentes en invierno y veranos muy calurosos. La temperatura media anual se sitúa entre 12 y 13 °C y el volumen de precipitaciones responde a un ombrótipo seco, con medias entre 400 y 500 mm anuales.

La vegetación actual en la zona está marcada por una importante dedicación al cultivo de cereales, junto con algunos frutales, que ocupan la mayor parte de los terrenos que circundan el núcleo urbano de Guissona. Las formaciones forestales se encuentran en regresión, aunque todavía se desarrollan encinares (*Quercus rotundifolia*), acompañados en el estrato arbustivo por *Buxus sempervirens*, *Quercus coccifera*, *Genista scorpius* y *Rubia perigrina*. Las zonas más degradadas están ocupadas por garrigas, dominadas por *Quercus coccifera*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*. En estos puntos también pueden aparecer algunos pinos carrascos (*Pinus halepensis*), aunque no son mayoritarios. En zonas más húmedas, orientadas al norte, se pueden encontrar también quejigos (*Quercus faginea*), y en los puntos más elevados *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. sylvestris*. Los bosques de ribera están compuestos por elementos como *Salix alba*, *Populus nigra* y *Fraxinus excelsior*.

El sitio de Iesso ha sido objeto de campañas de excavación sistemática desde 1990 (Guitart 1996-1997, Guitart *et al.* 1998, Pera 1994). La zona mejor conocida es la llamada *Camp Primer*, que ha aportado importantes datos tanto para el estudio del urbanismo de la ciudad como para el de su evolución ocupacional. En el momento de fundación de la ciudad se documentan una serie de casas republicanas del segundo cuarto del siglo I a.C., cuyo uso

perdura hasta el cambio de era. Posteriormente, se produce una transformación urbanística, que comporta la amortización de estas casas y la construcción de la que se ha denominado *Casa Senyorial*, a comienzos del siglo III AD. Pese a la escasez de restos, se sabe que la secuencia ocupacional perduraría hasta época tardoantigua.

El estudio carpológico, llevado a cabo por Buxó y Canal (Buxó *et al.* 2004, Buxó 2005), se realizó concretamente sobre dos pozos situados muy próximos entre sí, aunque a diferente cota. El más reciente (*Pou 1*) estaría en uso en un momento no determinado del siglo I AD, mientras que el más antiguo (*Pou 2*) sería de época republicana. La importancia de ambos depósitos reside en la preservación de restos vegetales no carbonizados en su interior, al conservarse en un medio húmedo. Para su estudio fueron recuperados y procesados un total de 1440 litros de sedimento, que permitieron el análisis de 7472 restos carpológicos (Tabla 87).

Ambos pozos presentaron, en general, mayor cantidad de restos en las unidades más profundas, debido a sus condiciones anaerobias, aunque en general el *Pou 1* es más rico (6,3 restos por litro) que el *Pou 2* (4,3 restos por litro). En los dos depósitos se detecta una escasez general de cereales y leguminosas, frente al dominio de frutos como *Ficus carica*, *Juglans regia* y sobre todo *Vitis vinifera*. Cualitativamente tampoco se detectan grandes diferencias, con un número de taxones identificados a nivel de género-especie similar (20 en el *Pou 1* y 17 en el *Pou 2*). Sin embargo, el número de especies arbóreas, sobre todo las nueces, la ciruela y la uva, aumentan considerablemente en el *Pou 2*, desapareciendo por el contrario el melocotón, lo cual podría sugerir algún cambio en los patrones de cultivo. Por otro lado, se detecta una diferencia significativa en las plantas sinantrópicas, con 7 taxones en el *Pou 1*, frente a sólo 1 en el *Pou 2*.

En lo que concierne a la dieta vegetal, es muy probable que los cereales y las leguminosas fueran un alimento más importante de lo que evidencian los resultados, y su escasez probablemente se debe a la naturaleza concreta de los depósitos estudiados. Los cereales detectados se dedicarían principalmente al consumo humano, ya que son panificables, aunque no se han obtenido datos que permitan hablar de la elaboración de bebidas fermentadas como la cerveza. Similar es el caso de las leguminosas, que se dedicarían también al consumo humano, en forma de sopas, purés o combinadas con los cereales. La humedad del depósito ha permitido la conservación excepcional de frutos, que son mayoritarios en el registro. Los

Plantas de importancia económica	POU 1 (640 l.)	POU 2 (800 l.)	TOTAL
<i>Hordeum vulgare</i>	10	9	19
<i>Hordeum/Triticum</i> -(frag.)		2	2
<i>Triticum aestivum/durum</i>	2	2	4
cf. <i>Triticum aestivum/durum</i>		2	2
<i>Triticum aestivum/durum</i> (frag. raquis)	2	1	3
<i>Triticum dicoccum</i>		1	1
<i>Triticum</i>	2		2
<i>Pisum sativum</i>		1	1
<i>Vicia sativa</i>	1		1
<i>Corylus avellana</i>	3	1	4
<i>Corylus avellana</i> -(frag.)	7	31	38
cf. <i>Cucumis melo</i>	4		4
<i>Ficus carica</i>	1930	240	2170
<i>Juglans regia</i>	13	18	31
<i>Juglans regia</i> -(frag.)	174	613	787
<i>Olea europaea</i>	20	14	34
<i>Olea europaea</i> -(frag.)		4	4
<i>Pinus pinea</i> (piña)-(frag.)		2	2
<i>Prunus amygdalus</i>		4	4
<i>Prunus amygdalus</i> -(frag.)	3	4	7
cf. <i>Prunus amygdalus</i> -(frag.)	3		3
<i>Prunus avium</i>	4		4
<i>Prunus avium</i> -(frag.)		1	1
cf. <i>Prunus avium</i> -(frag.)		1	1
<i>Prunus domestica</i>	2	35	37
<i>Prunus domestica</i> -(frag.)		3	3
<i>Prunus persica</i>	20		20
<i>Prunus persica</i> -(frag.)	13		13
cf. <i>Prunus spinosa</i>		2	2
<i>Quercus</i>		2	2
<i>Quercus</i> (pericarpo)-(frag.)	7		7
<i>Rubus fruticosus</i>		33	33
<i>Vitis vinifera</i>	927	1554	2481
<i>Vitis vinifera</i> -(frag.)	191	470	661
<i>Vitis vinifera</i> (drupa)	2		2
<i>Vitis vinifera</i> (pedicelos)	114	307	421
Fruto indeterminado	2	1	3
Plantas silvestres	POU 1 (640 l.)	POU 2 (800 l.)	TOTAL
Caryophyllaceae	7		7
<i>Chenopodium</i>	108		108
<i>Fumaria officinalis</i>	57	1	58
<i>Polygonum convolvulus</i>	1		1
<i>Rumex crispus</i>	1		1
cf. <i>Sambucus nigra</i>	3		3
cf. <i>Stellaria media</i>	77		77
Indeterminados	325	78	403
Número total de restos	4035	3437	7472

carne se consumirían crudos, desecados, macerados, en mermelada, etc, destacando las uvas, que presentan evidencias (alto número de pedúnculos) de haber sido consumidas como pasas, aunque la gran presencia de huesos carbonizados sugiere también la elaboración de vino en el yacimiento. Los frutos secos aparecidos (almendra, nuez y avellana) serían también consumidos, bien frescos o bien cocidos. Otros frutos no cultivados, como las moras o las bellotas pudieron dirigirse al consumo humano, aunque estas últimas alimentarían también al ganado porcino.

Este estudio carpológico proporciona además algunos datos concernientes al desarrollo de la agricultura en esta ciudad romana. Se tienen indicios de procesos ya conocidos para esta época, como la producción de cereales, el aumento y diversificación de la arboricultura y el especial desarrollo de los cultivos de olivo y viña. En Iesso destaca en particular la aparición de huesos de cerezas y ciruelas, que no se habían documentado hasta la fecha en contextos arqueológicos y, por otro lado, la aparición en el pozo más moderno de restos de melocotón (que no aparecen en el republicano), y las diferencias porcentuales de *Vitis vinifera* entre los dos pozos, fenómenos ambos que pudieron deberse tanto al azar como a ciertos cambios en los patrones de cultivo de frutales.

Más información

Buxó *et al.* (2004), Buxó (2005)

Tabla 87. Lista de especies identificadas en Iesso. Buxó *et al.* (2004), Buxó (2005)

LLEIDA

Ciudad de Lleida, Lleida

Holoceno (siglos V BC-V AD)



Servei Municipal d'Arqueologia, Ajuntament de Lleida

Figura 365. Vista aérea de la ciudad de Lleida

La ciudad de Lleida ($41^{\circ} 37' 06''$ N, $0^{\circ} 37' 30''$ E; 221 m s.n.m.) se encuentra situada en la parte occidental de Cataluña, concretamente en la mitad occidental de la conocida llanura catalana atravesada por los ríos Segre y Cinca y sus afluentes. El clima de la ciudad se caracteriza por ser mediterráneo con gran influencia continental. El régimen de precipitaciones es seco, con apenas 385 mm anuales.

La vegetación actual en el entorno del núcleo urbano se caracteriza por su dedicación a la agricultura de cereales, frutales, olivos, almendros, viñedos, etc. La formación vegetal característica en las elevaciones próximas es el encinar, junto al que crecen numerosas especies arbustivas como el boj (*Buxus sempervirens*) o la coscoja (*Quercus coccifera*). En las umbrías pueden crecer algunos quejigos (*Quercus faginea*), y en los puntos más elevados *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. sylvestris*. Las zonas degradadas apa-

recen recubiertas por matorrales conformados por coscojas, espinos negros (*Rhamnus lycioides*), enebros (*Juniperus oxycedrus*) y sabinas (*Juniperus phoenicea*). En estos puntos el principal elemento arbóreo es *Pinus halepensis*. En cuanto a la ripisilva, aparece compuesta por especies como *Salix alba*, *Populus nigra* y *Fraxinus excelsior*.

La historia de la ciudad se remonta al periodo ibérico (finales del siglo V-principios del IV BC), momento de la fundación de la *ciuitas* de Iltirta. Su posición estratégica en la intersección entre las diferentes vías que comunicaban la costa mediterránea y el interior peninsular y que, a través del valle del Ebro, conectaban con la zona cantábrica, y con Francia, a través de los Pirineos, ha hecho de la ciudad un importante centro urbano que, desde su fundación hasta el presente, ha estado continuamente habitado (Junyent & Pérez 2003).

	INT-48		INT-101		TOTAL	
	Restos	Frecuencia (5 muestras)	Restos	Frecuencia (14 muestras)	Restos	Frecuencia (19 muestras)
Cereales						
<i>Hordeum vulgare</i>	6	3	25	7	31	10
<i>Hordeum vulgare</i> , (frag.)			14	1	14	1
<i>Triticum aestivum/durum</i>	10	3	4	2	14	5
<i>Triticum</i>	3	2	1	1	4	3
<i>Hordeum/Triticum</i> , (frag.)			38	9	38	9
Leguminosas						
<i>Lens culinaris</i>	2	2			2	2
<i>Vicia faba</i>	1	1			1	1
<i>Vicia ! Lathyrus</i>	1	1			1	1
Frutas						
<i>Ficus carica</i>	168	5	27	7	195	12
cf. <i>Ficus carica</i> (frag.)	13	2			13	2
<i>Juglans regia</i> (frag.)			1	1	1	1
<i>Prunus persica</i> (frag.)			5	2	5	2
<i>Olea europaea</i> (frag.)			3	2	3	2
<i>Vitis vinifera</i>	35	3	2	2	37	5
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	7	3	22	7	29	10
Plantas silvestres						
<i>Agrostemma githago</i>	1	1			1	1
<i>Amaranthus</i>	2	1			2	1
<i>Chenopodium album</i>	3	1			3	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i>	1	1			1	1
<i>Lolium</i> cf. <i>temulentum</i>			1	1	1	1
<i>Lolium</i>	3	2			3	2
<i>Lolium</i> sp. (frag.)	1	1			1	1
<i>Phalaris</i>	1	1			1	1
<i>Rumex</i>	1	1	1	1	2	2
<i>Vaccaria</i> t.	1	1			1	1
<i>Rumex ulmifolius</i>	1	1			1	1
<i>Aizoon hispanicum</i>	2	1			2	1
<i>Beta</i> t.	1	1			1	1
<i>Lythrum</i> t.	1	1			1	1
cf. <i>Brassica</i>	1	1			1	1
<i>Chenopodium</i>	1	1			1	1
<i>Lepidium</i> t.	2	1			2	1
Papilionaceae	2	1			2	1
Poaceae	2	1			2	1
Poaceae (frag.)	217	5	2	1	219	6
Poaceae (frag. raquis)	1	1			1	1
cf. <i>Solanum</i>	4	1			4	1
<i>Stellaria</i>	1	1			1	1
<i>Veronica</i>	1	1			1	1
Otros restos						
<i>Rosmarinus/Cistus</i> (hojas)	1	1			1	1
<i>Vitis</i> tipo (tallo)	6	2			6	2
<i>Cenococcum</i>	7	2			7	2
Indeterminado	4	2	5	1	9	3
Indeterminado (frag.)	31	3	7	2	38	5

Tabla 88. Lista de especies de la fase republicana en Lleida (frag.= fragmento)

	INT-46 (3 muestr.)		INT-48 (1 muestr.)		INT-85 (6 muestr.)		INT-86 (1 muestr.)		INT-90 (3 muestr.)		INT-101 (5 muestr.)		TOTAL (19 muestr.)	
	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.
Cerales														
<i>Hordeum vulgare</i>	19	1			36	2			2	1	1	1	58	5
<i>Hordeum vulgare</i> (frag.)					9	3			1	1			10	4
<i>Hordeum</i> , raquis	2	1											2	1
<i>Triticum aestivum/durum</i>	16	1	2	1	9	1			2	1	1	1	30	5
<i>Triticum cf. durum</i> (raquis)			2	1									2	1
<i>Triticum dicoccum</i>	1	1											1	1
<i>Triticum</i>					1	1	1	1			1	1	3	3
<i>Triticum</i> (frag.)					1	1					2	1	3	2
<i>Secale cereale</i>	7	1											7	1
<i>Hordeum/Triticum</i> (frag.)	33	1			211	4	14	1	1	1			259	7
Leguminosas														
<i>Lens culinaris</i>	1	1			1	1							3	3
<i>Pisum sativum</i>													1	1
Frutales														
<i>Ficus carica</i>	2	1	66	1	7	3			7	2	7	3	89	10
<i>cf. Ficus carica</i> (frag.)			4	1									4	1
<i>Malus/Pyrus</i>	7	1											7	1
<i>Olea europaea</i> (frag.)					1	1							1	1
<i>Vitis vinifera</i>	18	1	1	1	4	1			4	1	2	2	29	6
<i>Vitis vinifera</i> (frag.)	9	1									3	2	12	3
Plantas silvestres														
<i>Agrostemma githago</i>	9	1											9	1
<i>Amaranthus</i>	1	1											1	1
<i>Asperula</i>	2	1											2	1
<i>cf. Atriplex</i>											1	1	1	1
<i>Avena</i>	11	1	2	1									13	2
<i>Avena</i> (frag.)	1	1											1	1
<i>Bromus</i>					2	2							2	2
<i>Chenopodium album</i>					1	1	1	1			1	1	2	2
<i>Chenopodium</i>													1	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i>	1	1											1	1
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurius</i>					1	1							1	1
<i>Glaucium</i>					1	1							1	1
<i>Lolium cf. perenne/rigidum</i>	44	1			1	1							45	2
<i>Lolium cf. temulentum</i>	3	1			2	1							5	2
<i>Lolium</i>													2	2
<i>Lolium</i> (frag.)	63	1											63	1
<i>Lolium/Festuca</i>					8	2							8	2
<i>Malva</i>	13	2			2	2			2	1			17	5
<i>Polygonum convolvulus</i>	2	1			2	1			1	1			5	3
<i>Portulaca oleracea</i>											1	1	1	2

Tabla 89. Lista de especies de la fase imperial en Lleida (frag.= fragmento)

	INT-46 (3 muest.)		INT-48 (1 muest.)		INT-85 (6 muest.)		INT-86 (1 muest.)		INT-90 (3 muest.)		INT-101 (5 muest.)		TOTAL (19 muest.)	
	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.	Restos	Frec.
Plantas silvestres														
<i>Reseda lutea</i>	1	1											1	1
<i>Rumex</i> sp.	2	1											2	1
<i>Vaccaria hispanica</i>	4	1											4	1
<i>Medicago</i> cf. <i>minima</i>							1	1					1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	6	1											6	1
cf. <i>Thalictrum</i>	4												4	1
cf. <i>Fragaria vesca</i>			2	1									2	1
<i>Rubus fruticosus</i>	2	1											2	1
<i>Sambucus nigra</i>					1	1	1	1					2	2
<i>Suaeda</i>	3	1											3	1
Apiaceae	6	1			1	1							7	2
<i>Bupleurum</i>	3	1											3	1
<i>Carex</i>	1	1			1	1							2	2
Caryophyllaceae					2	2							2	2
<i>Cerastium</i>									1	1			1	1
Chenopodiaceae			2	1	1	1			3	1	1	1	7	5
Asteraceae	1	1	1	1					2	1			4	3
Cruciferae	1	1			4	1							5	2
<i>Lathyrus</i>	2	1											2	1
Malvaceae					1	1							1	1
<i>Medicago</i>	17	1			1	1			1	1			19	3
<i>Melilotus</i>	9	1											9	1
Fabaceae	4	1	1	1	3	2							8	4
Fabaceae (frag.)	2	1											2	1
Poaceae	13	1	2	1	17	2					1	1	33	5
Poaceae (frag.)					28	6					3	1	31	7
Poaceae (frag. raquis)	3	1			1	1							4	2
Polygonaceae	1	1											1	1
cf. <i>Silene</i>					1	1							1	1
cf. <i>Solanum</i>									1	1			1	1
Violaceae	1	1											1	1
Otros restos														
<i>Rosmarinus/Cistus</i> hojas			29	1									29	1
Otros (frag. de hojas)			5	1									5	1
<i>Vitis</i> t. (tallo)			1	1									1	1
<i>Cenococcum</i>	1	1	1	1	1	1			4	1			6	4
Indeterminado	26	1	4	2	15	4			4	1	1	1	50	9
Indeterminado (frag.)	4	1	40	1	21	3	3	1	16	2	3	3	87	11

Tabla 89. Continuación



Figura 366. Semillas de uva (*Vitis vinifera*) mineralizadas



Figura 367. Fragmentos de pericarpio de melocotón (*Prunus persica*), escala 1 cm

El estudio arqueobotánico de los niveles romanos de la ciudad ha sido realizado por Alonso (2005) en el marco de las actividades emprendidas por el Servicio Municipal de Arqueología y la Universidad dentro de un proyecto interdisciplinar sobre paisaje, agricultura y alimentación en época romana e islámica. Las muestras analizadas proceden de diferentes excavaciones en la ciudad antigua (Fig. 365) habiéndose recuperado un total de 19 muestras de 6 excavaciones del periodo imperial y otras 19 muestras de dos intervenciones del periodo republicano.

Para el Periodo Republicano (siglos II y I BC) se han recuperado un total de 706 restos (Tabla 88) con una baja densidad de restos por litro de sedimento. La mayor parte de las 19 muestras proceden de rellenos y basureros sin que sea posible explorar su relación con estructuras o actividades específicas. Se han identificado un total de 30 taxones, de los cuales 9 corresponden a plantas cultivadas. La mayor parte de los restos se han conservado por carbonización, excepto algunas semillas de uva (Fig. 366) y de higo que se han conservado mineralizadas. Se constata la presencia de uvas (*Vitis vinifera*), higos (*Ficus carica*), melocotones (*Prunus persica*) (Fig. 367), aceitunas (*Olea europaea*) y nueces (*Juglans regia*). Algunos de ellos como la aceituna, el melocotón y la nuez constituyen las primeras evidencias en la región. Además, los cereales, especialmente el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*), están también bien representados. Las leguminosas, por el contrario,

aparecen poco representadas, con algunos ejemplares de lenteja (*Lens culinaris*) y haba (*Vicia faba*). Las malas hierbas están presentes, aunque en números muy reducidos (*Agrostemma githago*, *Chenopodium album* y *Galium aparine*, así como *Lolium* y otras gramíneas).

Para la fase posterior, la Lleida Imperial (siglos I-V d.C), se cuenta con muestras de 6 intervenciones. Al igual que en el periodo anterior la densidad de restos por litro de sedimento es muy baja. En los 1052 restos identificados se han documentado 43 taxa (Tabla 89). La categoría mejor representada sigue siendo la de los frutales, apareciendo por primera vez *Malus/Pyrus*. Uvas e higos se mantienen con proporciones altas, y a ellos se unen las aceitunas. Entre los cereales, ahora se documenta el *Triticum diococcum* y el centeno (*Secale cereale*) en el siglo III AD. Este último constituye uno de los datos más antiguos de esta especie en la Península Ibérica. A pesar de ello, y al igual que en la fase republicana la cebada vestida y el trigo desnudo siguen siendo las especies más representativas. A las lentejas ya documentadas en la fase anterior se une el guisante (*Pisum sativum*) mientras que el haba no se ha documentado en este periodo. Las malas hierbas así como representantes de diferentes comunidades vegetales aparecen bien representados en esta fase.

Más información

Alonso (2005)

PORT LLIGAT

Alt Empordà, Cadaqués, Girona
Holoceno (1490-660 años cal. BP)



Figura 368. Testigo sedimentario de *Posidonia oceanica* de Port Lligat

El registro polínico de Port Lligat procede de un depósito fósil submarino muy peculiar, la denominada 'mata' de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* en la Bahía de Port Lligat en Gerona (42° 17' N, 03° 17' E). Un sondeo de 120 cm de potencia estratigráfica ha permitido obtener un registro sedimentario de la historia de la vegetación del área para los últimos 1600 años, con la ventaja de que su alto grado de resolución (muestras cada 3-4 cm) permite una reconstrucción sensible de los principales cambios climáticos acontecidos a lo largo de la Edad Media en el área de estudio y su relación consecuente con diferentes estrategias paleo-económicas y modos de explotación del medio.

La secuencia polínica de Port Lligat, en un área bajo la influencia del clima mediterráneo, sugiere la presencia de un paisaje



Figura 369. Mata de *Posidonia oceanica* estudiada en Port Lligat



Figura 370. Detalle del testigo estudiado

relativamente forestado durante los últimos 1600 años, caracterizado por la dominancia de las formaciones de quercíneas (robleales, alcornocales y encinares/alsinares) en los valles y zonas más cercanas a la costa, así como por pinares, abetares y hayedos en las estribaciones montañosas pirenaicas. La importancia de las formaciones arbustivas de brezos y jaras, en toda la secuencia, ofrece pruebas sustanciales de la antropización de estos territorios en dicho recorrido cronológico, lo cual se ve corroborado por la abundancia de elementos herbáceos de carácter nitrófilo y antropozoógeno. La riqueza por igual de elementos arbustivos característicos de la maquia xerotermófila (*Myrtus*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea* y *Olea europaea*) demostraría la correspondencia de los bosques de la zona de estudio con la faciación más termófila del alcornocal.

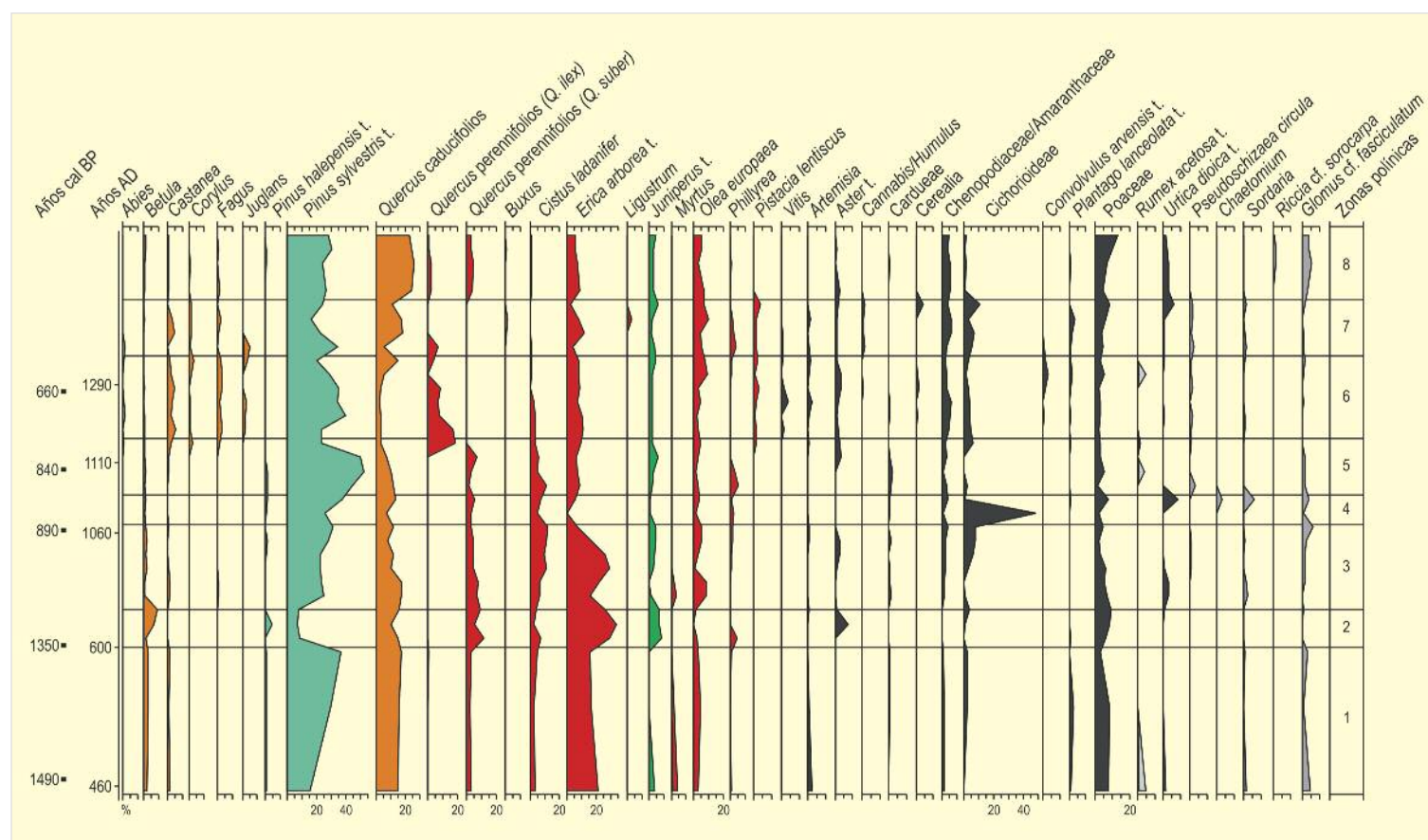


Figura 371. Diagrama polínico de Port Lligat (López Sáez *et al.* 2006)

Prácticamente sin interrupción, desde el siglo VIII AD, el registro fósil de Port Lligat demuestra el cultivo de castaño en la región de estudio, posiblemente también del olivo; mientras que el nogal, la vid, el cáñamo y los cereales sólo empezaron a cultivarse a partir de 1530 AD. En el caso del cáñamo, los datos aportados por Port Lligat contrastan con el inicio de su cultivo en otras zonas de Cataluña hacia los años 600-650 AD, aunque es cierto que la máxima difusión de éste parece producirse a partir de c. 1580 AD; lo cual coincidiría con lo documentado en Port Lligat, que en realidad no estaría más que recogiendo un proceso de cultivo del cáñamo que seguramente tendría una significación a nivel regional que no local en el entorno inmediato del registro. En cuanto a la vid ocurre otro tanto, pues si en Port Lligat sólo aparece documentado su polen a partir de 1530 AD, en otros puntos del llano barcelonés hay referencia sucinta a su cultivo desde al menos el siglo X.

Ya en los inicios de la secuencia (siglos IX a X AD, zona polínica 1), el bosque de alcornoques (*Quercus suber*) y robles está ampliamente influenciado por las actividades del ser humano, siendo la ganadería el principal factor de deforestación de la masa forestal ya que apenas parece cultivarse el castaño (*Castanea*) y posiblemente el olivo (*Olea europaea*). La abundancia de brezos (*Erica arborea* tipo) y jaras (*Cistus ladanifer*) demuestra la preponderancia de arbustos propios de etapas degradativas; mientras que *Plantago lanceolata*, *Urtica dioica* y *Sordaria* son los

mejores exponentes de los palinomorfos favorecidos por la presión pastoral.

Durante el siglo XI AD y la primera mitad del siglo XII AD (zona 2) se produce una desaceleración de la presión pastoral en la zona litoral y en cambio una fuerte antropización de los ambientes pirenaicos con un descenso muy brusco de los porcentajes de *Pinus sylvestris* tipo. Si bien la primera puede relacionarse con un cambio climático abrupto en el seno del Periodo Cálido Medieval, la segunda parece venir mediada por un fuerte proceso migratorio poblacional hacia el Pirineo.

A lo largo de la segunda mitad del siglo XII AD, y hasta finales del siglo XIV AD (zona polínica 3), los bosques se recuperan del abrupto cambio climático producido con anterioridad y del fuerte impacto antrópico que tuvo el poblamiento del Pirineo durante el siglo XI AD y la primera mitad del siglo XII AD sobre las masas forestales, especialmente sobre el pinar. Aunque la presión pastoral se incrementa hacia las zonas costeras, se vuelve a una situación de sostenibilidad semejante a la experimentada entre los siglos IX y X AD, donde la ganadería sigue siendo el principal elemento de perturbación de los ecosistemas a expensas de una arboricultura (castaño y olivo) escasamente desarrollada.

Entre finales del siglo XIV AD y la primera mitad del siglo XV AD (zona 4) se produce un nuevo evento climático abrupto que,

como antes, se solapa con un fuerte impacto antrópico sobre el paisaje (máximo de Cichorioideae), produciéndose un descenso forestal. Sin embargo, este segundo evento, a diferencia del anterior, muestra una presión pastoral mayor, por lo que no siempre la respuesta de las sociedades humanas parece ser la misma a los cambios climáticos, especialmente cuando transcurre poco tiempo entre uno y otro como es este caso. En efecto, en la transición entre los siglos XV-XVI AD (zona 5), son los bosques litorales de robles y alcornoques los que sufren un mayor impacto antrópico, mientras que las formaciones forestales no sólo no se ven afectadas sino que comienzan a desarrollarse, aumentando la masa de pinar, reapareciendo el haya (*Fagus*) y documentándose por primera vez abeto (*Abies*) y avellano (*Corylus*).

En general, desde un punto de vista social, los siglos XIV-XVI AD coinciden con un periodo de crisis demográfica y económica en gran parte de Europa, causada por la incidencia de enfermedades y epidemias, lo cual conduce a una relajación del impacto humano sobre los bosques. En Cataluña, la crisis de la Baja Edad Media empieza a vislumbrarse a partir de 1333 AD -el primer 'gran año de hambre'-, continuándose entre 1347-1351 AD con las primeras oleadas de la peste negra, extendiéndose hasta finales del siglo XV AD con profundas crisis económicas y sociales. En el registro de Port Lligat estos hechos son perceptibles, pues los siglos XIII-XVI AD coinciden con un periodo de mantenimiento de los bosques, especialmente en el área pirenaica donde incluso se produce un desarrollo muy importante del bosque de pinos entre los siglos XV-XVI AD, favorecido por el despoblamiento del Pirineo catalán. Tal periodo de crisis profunda provocó una gran movilidad poblacional y el agotamiento de las zonas de cultivo, lo cual paleoambientalmente queda reflejado por un aumento de la antropización del paisaje.

Los datos de Port Lligat coinciden con otros registros polínicos regionales, que igualmente demuestran como los siglos XVI-XVII AD (zona 6) suponen la mayor explotación forestal de las zonas costeras y pirenaicas, con una presión pastoral bastante amplia y un máximo de la expansión agraria.

A partir de la segunda mitad del siglo XVI AD, se confirma el cultivo del castaño, el nogal y el olivo, y las primeras evidencias de actividades agrícolas basadas en los cereales, el cáñamo y la vid; actividades éstas que se mantienen hasta al menos la segunda mitad del siglo XIX AD (zona 7) en un ámbito local y regional. Resulta significativo, no obstante, el hecho de que entre 1530 AD y 1840 AD

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
34	710 ± 45	660
51	895 ± 45	840
63	975 ± 40	890
90	1430 ± 40	1350
119	1600 ± 45	1490

Tabla 90. Dataciones radiocarbónicas de la mata de *Posidonia* de Port Lligat. Todas las muestras fueron datadas por AMS en el *National Ocean Sciences AMS Facility* (*Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, EE.UU.*)

los bosques pirenaicos de abeto, haya y pino experimenten cierto auge, aún cuando estos territorios estaban siendo sometidos a una carga ganadera intensiva. El establecimiento de zonas refugio para dichas especies, particularmente para el pino y el abeto, relacionadas con el desarrollo de carboneras datadas en el Pirineo oriental en estas fechas, habría permitido su supervivencia.

Al igual que en los siglos anteriores, un nuevo cambio climático abrupto, entre 1645 AD y 1715 AD, vino a interrumpir la tónica general señalada para los siglos XVII-XVIII AD. En este pequeño intervalo de tiempo, el advenimiento de condiciones climáticas ciertamente áridas y frías, posiblemente las más drásticas de toda la Pequeña Edad del Hielo, provocó el retraimiento de los bosques de quercíneas caducifolias así como de los abetares y pinares pirenaicos (zona 7). A su vez, este clima adverso supuso cierto cese del cultivo del castaño y la vid y el fin de toda actividad agrícola versada en los cereales.

A partir de 1850 AD, con el inicio del periodo industrial, y hasta la actualidad (zona 8), la presión antrópica sobre los ambientes costeros disminuye, pues dejan de cultivarse el cáñamo y los cereales, lo cual permite la recuperación del alcornocal, el robledal y el encinar/alsinar (*Quercus ilex*). En el Pirineo el pinar se recupera igualmente, el hayedo se mantiene aún reduciendo sus porcentajes, mientras que el abeto sufre una regresión muy importante continuando la tónica empezada en la primera mitad del siglo XIX AD.

Más información

López Sáez *et al.* (2006, 2008, 2009)

TURBERA DEL PRADELL

Prepirineo oriental, Vansa, Lleida
Holoceno (1170-480 años cal. BP)



Figura 372. Turbera del Pradell (Sierra del Cadí, Lleida)

La turbera del Pradell ($42^{\circ} 17' N$, $01^{\circ} 32' E$, 1975 m s.n.m.) ocupa una pequeña superficie (1,92 ha) en la vertiente norte del extremo occidental de la Sierra del Cadí (Prepirineos orientales, Lleida) (Fig. 372). La Sierra del Cadí, de substrato calcáreo, se caracteriza por una destacada variabilidad altitudinal (de 700 a 2648 m s.n.m.) y por la existencia de valles profundos y estrechos, y vertientes de acusada pendiente. Pradell constituye una turbera alcalina alimentada por aguas subterráneas que se caracteriza por

el predominio de *Carex davalliana* y *C. paniculata* y se emplaza en el actual dominio del pinar calcícola subalpino (*Pulsatillo-Pinetum uncinatae*). Éste se extiende hasta los 2000-2200 m s.n.m. para dar paso a prados alpinos de la asociación *Festucion scopariae*.

El sondeo de la turbera se realizó mediante una sonda rusa, obteniéndose un testimonio de 180 cm de potencia que fue destinado al estudio en alta resolución temporal de diferentes indicadores

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. DC	Material	Método
Poz-19400	82	360 ± 30	408	1542	madera	AMS
Poz-19401	135	965 ± 30	863	1087	turba	AMS
Poz-13713	161	1240 ± 30	1170	780	carbón	AMS

Tabla 91. Dataciones radiocarbónicas de la turbera del Pradell (Lleida). Se han calibrado utilizando una desviación estándar de 2σ (95% de probabilidad) con el programa CALIB 5.0 (Reimer *et al.* 2004) y se han expresado utilizando el punto medio del intervalo de probabilidad

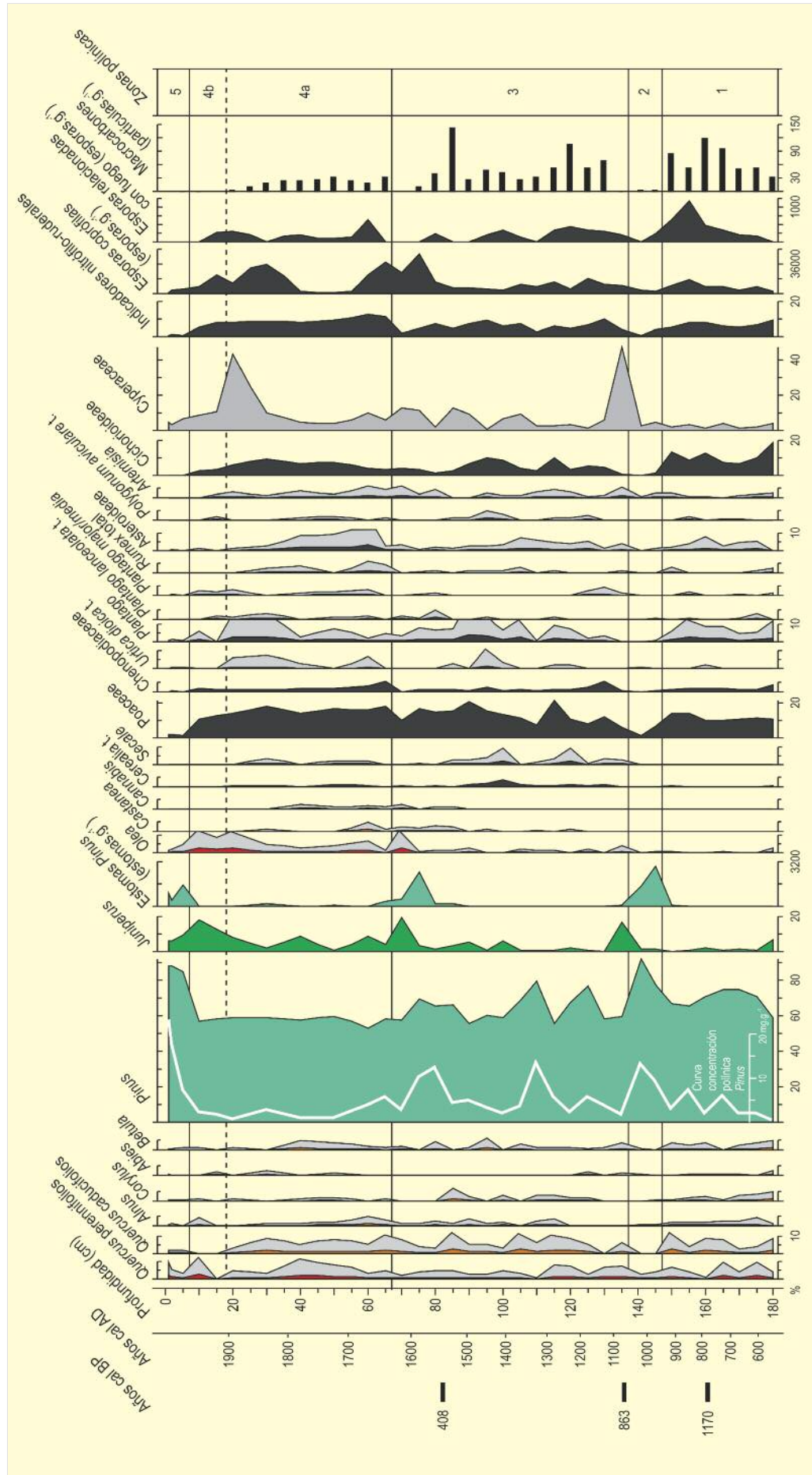


Figura 373. Diagrama polínico porcentual simplificado de la turbera del Pradell (1975 m s.n.m., Sierra del Cadí, Lleida). Se han incluido sumatorios de NPPs y la concentración de estomas y macrocarbónes. Exageración x 5

paleoambientales (polen, estomas, microfósiles no polínicos-NPPs-, macrocarbones >150 µm) (Fig. 373), así como a los análisis geoquímicos y sedimentológicos (Ejarque *et al.* 2009).

El modelo cronológico de Pradell, construido a partir de 3 dataciones radiocarbónicas, muestra una sedimentación continua que cubre los últimos 1500 años (Tabla 91). El testigo sedimentario presenta tres capas principales de turba intercaladas entre arcillas arenosas de color marrón claro. Los estudios realizados en Pradell han permitido caracterizar la historia medioambiental de los últimos 1500 años en este sector pirenaico altimontano, destacando diferentes fases de cambio paisajístico y gestión humana del medio:

Zona polínica 1 (525-950 años cal. AD): la reducida concentración polínica de *Pinus* y los altos porcentajes de polen herbáceo (Poaceae, Cichorioideae y Apiaceae) indican la existencia de un pinar subalpino relativamente abierto. El bosque montano estaba formado por *Abies* y taxones temperados (*Betula*, *Alnus glutinosa*, *Corylus*, *Quercus caducifolia* t. y *Quercus ilex* t.). Aunque la presencia de taxones nitrófilo-ruderales como *Plantago lanceolata* t., *Rumex*, *Cirsium* t., Asteroideae, *Polygonum aviculare* t., *Urtica dioica* t., indican la existencia de actividades pastorales, la reducida abundancia de esporas coprófilas sugiere un moderado impacto de las mismas en las inmediaciones de la turbera. El incremento de macrocarbones a partir de 850 cal. AD indica una mayor frecuencia de incendios locales.

Zona 2 (950-1050 años cal. AD): durante esta fase se observa el desarrollo de una turbera de ciperáceas y la existencia de unas condiciones más húmedas en Pradell (Ejarque *et al.* 2009). Se produce una recuperación forestal a escala local, tal y como indican los altos porcentajes de *Pinus* y la presencia de estomas de este taxón en la turbera. Este proceso es paralelo a un declive de las actividades pastorales (reducción de indicadores nitrófilo-ruderales y esporas coprófilas) y a una menor frecuencia de incendios locales. El desarrollo de la industria de hierro en los Pirineos constituye la principal actividad económica en la zona durante el periodo bajomedieval, tal y como indican los análisis geoquímicos de la turbera (Ejarque *et al.* 2009).

Zona 3 (1050-1630 años cal. AD): el polen arbóreo está dominado por *Pinus*, con la presencia ocasional de *Betula* y *Abies*, mientras que a menor altitud el robledal caducifolio se recupera. Diversas fases de retracción del pinar subalpino dan lugar a un paisaje abierto dominado por taxones herbáceos y arbustivos, entre ellos, *Juniperus*. El incremento de macrocarbones sugiere el uso del fuego en la apertura del pinar. El incremento de taxones nitrófilo-ruderales refleja el desarrollo de la trashumancia medieval en este sector del Cadí, mientras que el incremento de polen de *Cerealia* t. y *Secale* subraya la importancia de las actividades agrícolas durante el desarrollo del feudalismo.

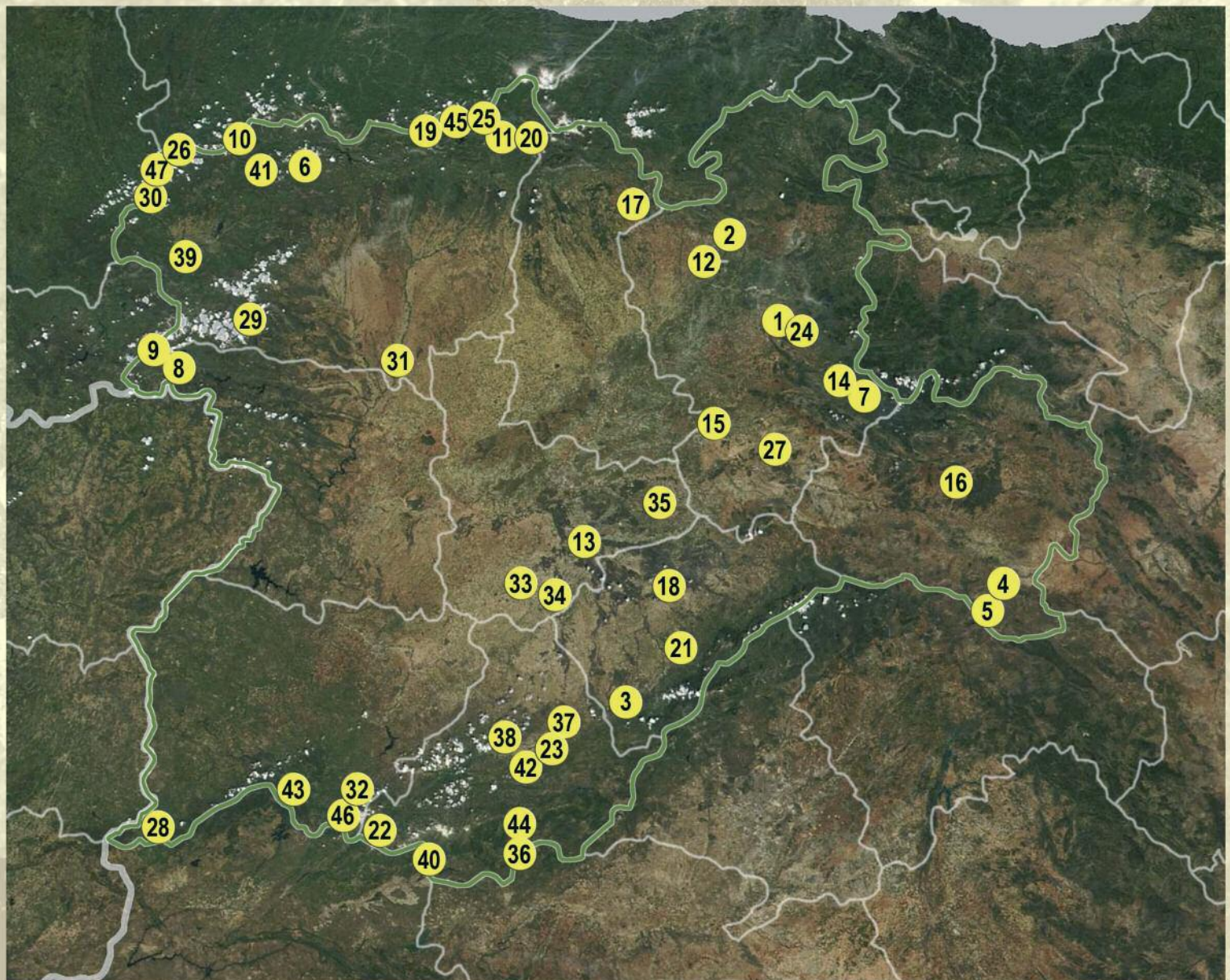
Zona 4 (1630-1963 años cal. AD): se documenta un paisaje predominantemente abierto, con mínimos porcentuales de *Pinus* y el desarrollo de comunidades herbáceas y arbustivas, principalmente de *Juniperus*. El incremento de taxones nitrófilo-ruderales y los altos valores de esporas coprófilas (*Sporormiella*, *Cercophora* y *Podospora*) sugieren una mayor presión pastoral en las inmediaciones de Pradell, lo que viene corroborado por la abundancia de estructuras pastorales modernas en el sector (Ejarque *et al.* 2009). También se observa el incremento de cultivos arbóreos (*Olea* y *Castanea*), así como una curva continua de *Cannabis* t. A partir de 1900 años cal. AD el progresivo abandono de las actividades humanas en este sector favorece la colonización arbustiva de los prados alpinos (PRA-4b).

Zona 5 (1963 años cal. AD-actualidad): el pinar subalpino se recupera a escala local (máximos valores de concentración polínica de *Pinus* y reaparición de estomas). Los taxones nitrófilo-ruderales decrecen, los cultivos desaparecen y los macrocarbones muestran valores insignificantes como resultado de la retracción y abandono de las actividades humanas en estos sectores de montaña y la declaración de la zona como Parque Natural.

Más información

Ejarque *et al.* (2009)

CASTILLA Y LEÓN



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE CASTILLA Y LEÓN

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Atapuerca
2. Tubilla del Agua
3. Villacastín
4. Ambrona
5. Torralba
6. Laguillín
7. Quintanar de la Sierra
8. Sanabria
9. Laguna de la Roya
10. Puerto de Leitariegos
11. Dolina de Polvoredó
12. Turbera de la Piedra
13. Camporredondo
14. Las Pardillas
15. Espinosa de Cerrato
16. Quintana Redonda
17. Lomilla
18. El Carrizal de Cuéllar
19. Puerto de San Isidro
20. El Espertín
21. Cueva de la Vaquera
22. Gredos
23. Valle Amblés
24. El Mirador
25. Porma
26. Cruz da Colada
27. Tubilla del Lago
28. El Payo
29. Xan de Llamas
30. Brañas de Lamela
31. Pelambre
32. Garganta del Trampal
33. La Mota
34. Almenara de Adaja
35. Pintia
36. Lanzahíta
37. Las Cogotas
38. Mesa de Miranda
39. Las Médulas
40. El Raso
41. Vega de Viejos
42. Prado de las Zorras
43. Haya de la Herguijuela
44. Serranillos
45. Pinar de Lillo
46. Turbera de El Quemal
47. Suárbol

ATAPUERCA

Sierra de Atapuerca, Burgos
Pleistoceno (960-240 ka BP)



Figura 374. Paisaje de la Sierra de Atapuerca (Burgos), donde se combina el bosque, ahora protegido y en recuperación, con campos de cultivo. Se observa el tejado de la edificación de las excavaciones de Gran Dolina a la derecha y el de la Sima del Elefante a la izquierda (2006)

Los yacimientos paleontológico-arqueológicos de Atapuerca se localizan a 14 km al este de Burgos capital, en la Sierra de Atapuerca ($42^{\circ} 21' N$, $03^{\circ} 31' O$; 980 m s.n.m.), una pequeña elevación cuya máxima altitud es 1078 m. La sierra está constituida por calizas cretácicas karstificadas que incluyen galerías y simas rellenas de depósitos sedimentarios cuaternarios. La construcción de un trazado ferroviario a finales del siglo XIX puso al descubierto algunos de

estos rellenos sedimentarios, como los que comprenden la llamada Trinchera del Ferrocarril (Fig. 374) y que incluyen Gran Dolina (Figs. 384 y 385), Galería (Figs. 375 y 376) y Sima del Elefante. En el mismo complejo kárstico se localiza otro de los yacimientos, la Cueva Mayor. Todos ellos han proporcionado numerosos restos arqueológicos y paleontológicos que incluyen fósiles humanos pertenecientes a *Homo antecessor* (Fig. 380), *Homo heidelbergensis* y *Homo neanderthalensis*

Nivel	ka BP	Muestra	Método
techo GIV	211 ± 32	-	ESR / U-Th
base GIV	185 ± 26	TL97-14	IRSL
GIIIb	256 ± 23	promedio de TL98-17 y TL97-24	TL y IRSL
GIIIb	256 ± 33	-	ESR / U-Th
GIIIa	466 ± 39	promedio de TL98-15 y TL97-19	TL
techo GIIa	422 ± 55	TL98-12	TL
base GIIa	503 ± 95	TL97-06	TL

Tabla 92. Dataciones para los niveles arqueo-paleontológicos de Galería

Nivel	ka BP	Muestra	Método
TD11	240 ± 44	OSL97-33	IRSL
TD10-1a	337 ± 29	promedio de ATA9707, ATA9705, ATA9610	ESR/U-Th
base TD10-1	379 ± 57	ESR-ATA0606	ESR/U-Th
TD10-2	244 ± 26	promedio de 97-28, 97-45, 98-23	TL
TD10-2	337 ± 51	ESR-ATA9703	ESR/U-Th
TD10-2	418 ± 63	ESR-ATA9608	ESR/U-Th
TD10-3	430 ± 59	TL98-20	TL
TD9	480 ± 130	TL97-53	TL
TD8	602 ± 52	promedio de AT9604, AT9605, AT9702	ESR/U-Th
TD8	820 ± 140	TL97-49	TL
base TD7	960 ± 120	TL97-41	TL
TD6-2	731 ± 63	promedio de AT9601, AT9602, AT9603	ESR/U-Th

Tabla 93. Dataciones para los niveles arqueo-paleontológicos de Gran Dolina

(Fig. 381). Pero la gran importancia de los yacimientos de Atapuerca reside no sólo en la presencia de estas poblaciones humanas, sino también en la gran amplitud cronológica del sitio, que abarca desde el Pleistoceno inferior hasta el final del Pleistoceno medio.

Las características climáticas actuales del entorno de la Sierra de Atapuerca corresponden a un clima mediterráneo continental con fuertes contrastes térmicos debido a su ubicación interior en la Península, con precipitaciones entre 600-650 mm anuales.

En la zona se desarrolla una vegetación dominada por encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) y quejigos (*Q. faginea*) de porte bajo, acompañados de matorrales o lianas como *Rhamnus alaternus*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Lonicera peryclimenum*, *L. xylosteum*, *L. etrusca*, *Viburnum lantana*, *Erica vagans* y *Genista scorpius*. La vegetación actual está bastante alterada debido a las actividades antrópicas y las zonas bajas están destinadas a cultivos cerealistas. En la no muy lejana Sierra de la Demanda se desarrollan otras formaciones vegetales, como hayedos (*Fagus sylvatica*) y pinares (*Pinus sylvestris*).



Figura 375. Yacimiento de Galería antes de empezar las excavaciones



Figura 376. Yacimiento de Galería en la actualidad



ILUSTRACIÓN DE MAURICIO ANTON

Figura 377. Reconstrucción del paleoambiente basada en el nivel TD6 inferior de Gran Dolina, reflejando un contexto de clima continental relativamente árido, con predominio de cupresáceas y un paisaje abierto



ILUSTRACIÓN DE MAURICIO ANTON

Figura 378. Paisajes mediterráneos inferidos del estudio paleoecológico del Estrato Aurora en Gran Dolina, nivel TD6



ILUSTRACIÓN DE MAURICIO ANTON

Figura 379. Contexto ecológico sobre la base de los hallazgos del nivel TD8 de Gran Dolina, con bosques de tipo atlántico y abundancia de *Fagus*, *Quercus* caducifolios y *Betula*



J.M. BERMÚDEZ DE CASTRO

Figura 380. Cráneo de *Homo antecessor* encontrado en la Gran Dolina de Atapuerca. Especie homínida más antigua de Europa



J.M. BERMÚDEZ DE CASTRO

Figura 381. Cráneo encontrado en la Sima de los Huesos de Atapuerca. Antepasado directo del Hombre de Neandertal en Europa

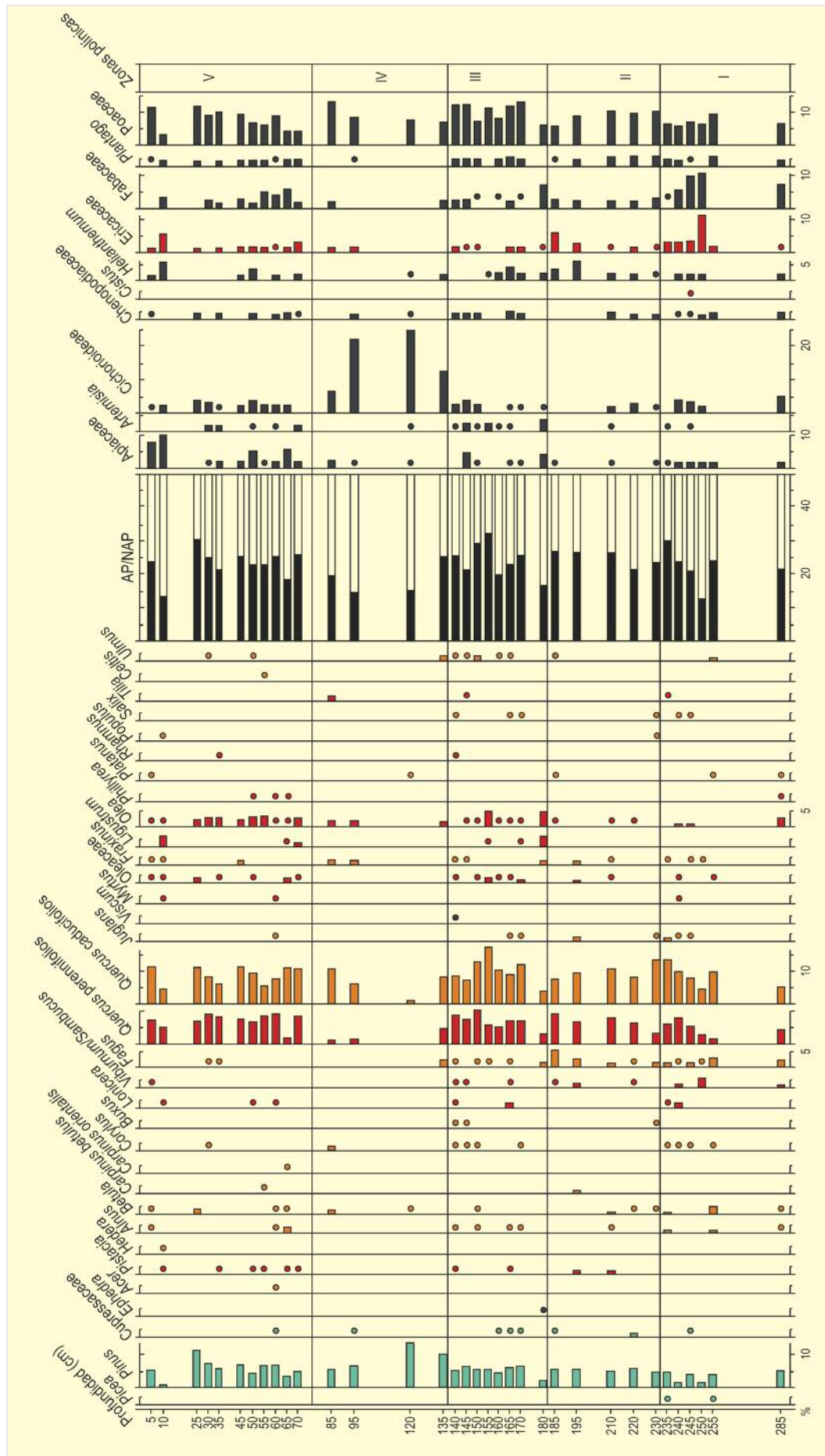


Figura 382. Diagrama polínico de Galería (niveles TG-11 y TG-12). Redibujado de García-Antón & Sainz-Ollero (1991)

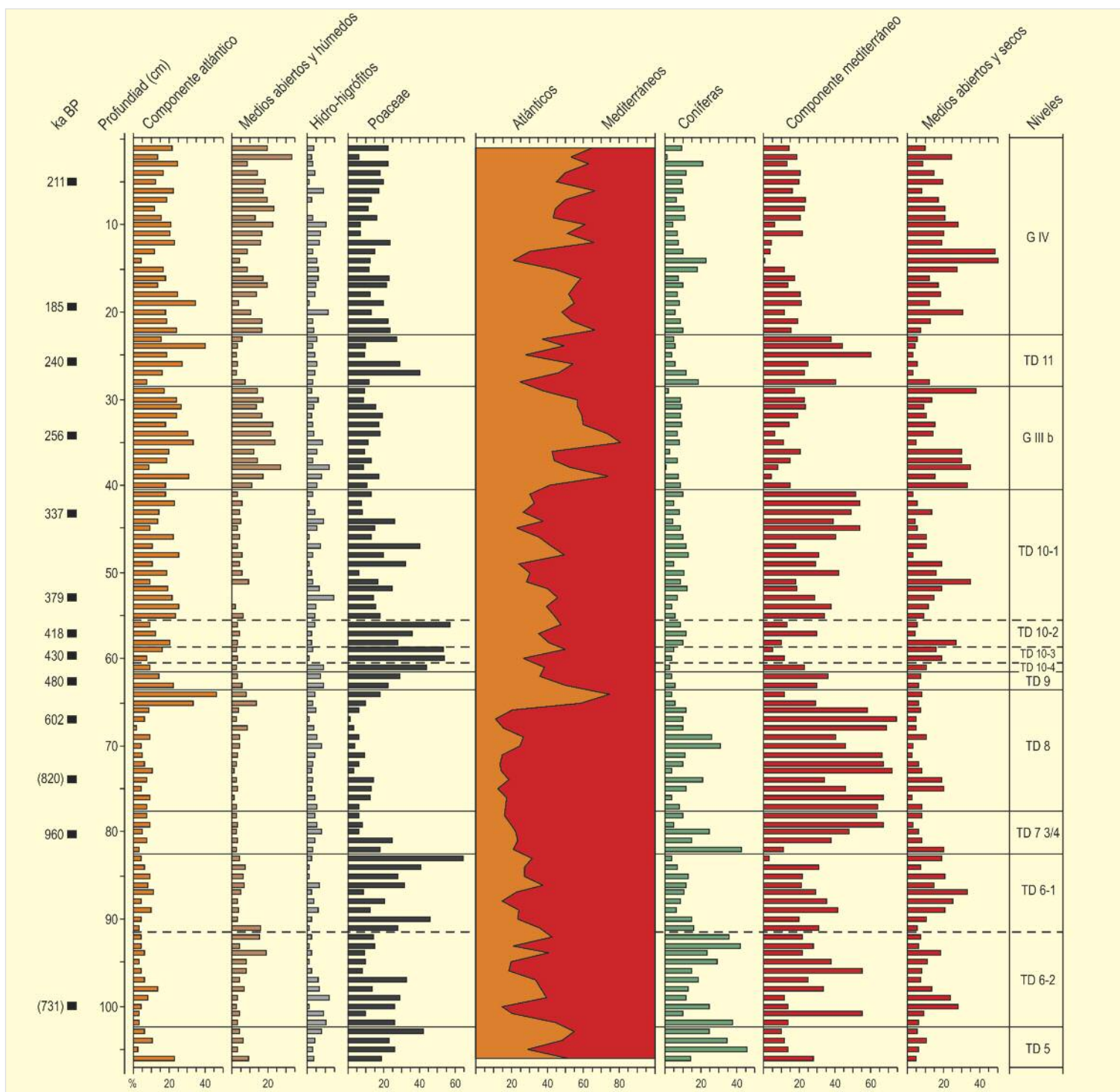


Figura 383. Diagrama polínico combinado para las secuencias de Gran Dolina (TD) y Galería (G). Los taxones se han agrupado en categorías, según su hipotética atribución paisajística. Redibujado de Rodríguez *et al.* (2010)

Los estudios palinológicos realizados en estos yacimientos se iniciaron a mediados de los 80, pocos años después del inicio del estudio sistemático y pluridisciplinar de estos depósitos. Los primeros resultados paleobotánicos ofrecen datos sobre los yacimientos de Cueva Mayor (García-Antón 1987) y de Trinchera, sobre Galería y Gran Dolina (García-Antón 1989, García-Antón & Sainz-Ollero 1991, Cattani *et al.* 1994, García-Antón 1995). Los estudios fueron retomados posteriormente para Gran Dolina y Sima del Elefante (Burjachs 2001).

Nuevas dataciones sobre el sitio (Berger *et al.* 2008) junto a una puesta en común de los resultados polínicos (Rodríguez *et al.* 2011) han permitido una síntesis sobre la historia de la vegetación.

El depósito sedimentario de Galería forma parte de un amplio conjunto de depósitos kársticos dentro de la llamada Trinchera del Ferrocarril (Fig. 374). Está sellado a techo por una costra estalagmítica datada entorno a los 200 Ka (Falgüeres 1986). En Galería se han



F. BURJACHS

Figura 384. Columna de muestreo de la secuencia superior de Gran Dolina (TD11-TD10) en 1998



F. BURJACHS

Figura 385. Columna de muestreo de la secuencia inferior de Gran Dolina realizada en el sondeo de la excavación (TD9-TD4) en 1998

documentado 5 niveles arqueológicos, con una potencia estratigráfica de unos 16 m, entre los que se encontraron restos de *H. heidelbergensis*. El muestreo palinológico en Galería se realizó de forma regular cada 5 cm sobre un perfil de 5,75 m, abarcando los niveles denominados, de base a techo, TG-3 a TG-12. De ellos, sólo los 2,90 m correspondientes a TG-11 y TG-12 contenían polen. Los resultados en Galería (García-Antón & Sainz-Ollero 1991) (Fig. 382) permitieron establecer 5 zonas polínicas de base a techo (I-V): las zonas polínicas I y II se corresponden con el nivel estratigráfico TG-11, y las zonas polínicas III, IV y V con el nivel TG-12.

En la zona polínica I predominan *Quercus*, especialmente de tipo caducifolio, acompañados de otros caducifolios como *Fagus*, *Betula*, *Corylus*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Salix* y la presencia puntual de *Picea*. Como sotobosque dominan las ericáceas. El paisaje de esta zona viene tipificado por un bosque mixto con dominancia de *Quercus*, donde las hayas (*Fagus*) forman un elemento subsidiario. Un clima húmedo y temperaturas no excesivamente bajas pueden ser las condiciones climáticas en esta zona.

La zona polínica II es menos variada en taxones arbóreos. *Quercus* perennifolios y caducifolios son codominantes y *Fagus* se

mantiene. Puede representar una ligera degradación de las condiciones ambientales anteriores, probablemente un descenso en las precipitaciones y temperaturas algo más frías. La zona polínica III de nuevo aumenta en riqueza de especies. Destaca la mezcla de elementos florísticos desde templados a mediterráneos: *Quercus* caducifolios, *Fagus*, junto a *Olea*, *Ligustrum*, *Rhamnus* y *Q.* perennifolios. Hay también una menor presencia de brezales. Probablemente las precipitaciones fueran menores en esta etapa, o la estacionalidad fuera más contrastada.

Un cambio importante se marca en la fase polínica IV donde dominan las herbáceas, fundamentalmente gramíneas y compuestas. Entre los árboles, destaca *Pinus* y el declive de *Quercus*. Este cambio en la vegetación, donde dominan los paisajes abiertos de carácter estepario, puede representar unas condiciones ambientales de menor precipitación. Finalmente, en la zona polínica V vuelven a dominar *Quercus* caducifolios y perennifolios al tiempo que hay una buena representación de taxones mediterráneos como *Olea*, *Pistacia*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Rhamnus*, *Myrtus*, *Celtis* y *Carpinus*.

En Gran Dolina se han reconocido once unidades litoestratigráficas (TD1 a TD11), con un total de más de 20 m de potencia

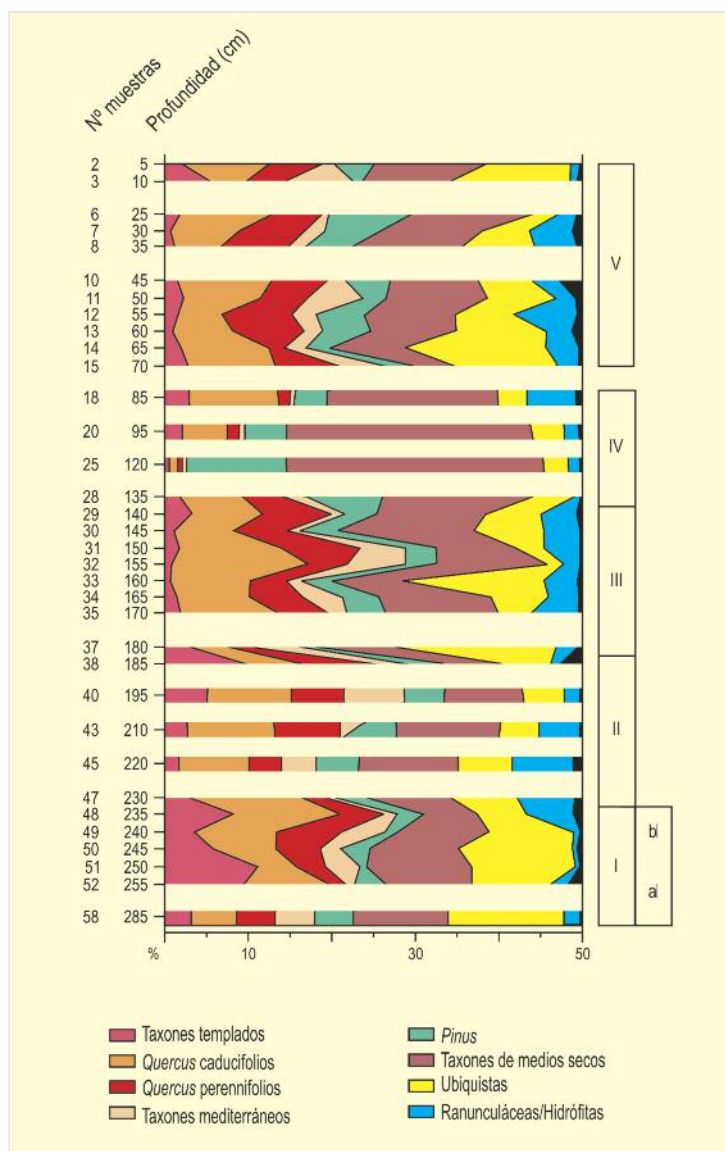


Figura 386. Diagrama polínico sintético de Galería (Atapuerca). Modificado de García-Antón (1995) y Rodríguez et al. (2010)

estratigráfica; es en TD6 donde se encontraron los primeros restos de *Homo antecessor*. Numerosas muestras resultaron polínicamente estériles o muy pobres debido probablemente a la alta mineralización de los sedimentos, con ausencia práctica de materia orgánica. Incluso los fitolitos están ausentes o sumamente alterados.

En términos de vegetación reconstruida, cabe remarcar un cambio notable entre TD8 (602.000 años BP) y TD9 (480.000 años BP), cuando la vegetación mediterránea dominante pasa a equipararse a la atlántica, donde también se observa un gran salto cronológico. Por otro lado, se ha determinado una escasa presencia en la parte baja del diagrama de Gran Dolina (TD5 a TD8) (Fig. 383) de taxones relictos del Terciario, tales como *Cedrus*, *Taxodium*, *Carya* y *Pinus* tipo *haploxylon*, que más tarde ya no aparecen en el diagrama y que supone su extinción para la Meseta castellana. Otros taxones, que probablemente se extinguen durante el Máximo

	Nivel estratigráfico	Nivel polínico	Vegetación
Galería	TG-12	V	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Olea</i> y <i>Pistacia</i>
		IV	Asteraceae y Poaceae con <i>Pinus</i>
		III	Bosques de <i>Quercus</i> con <i>Olea</i>
	TG-11	II	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Fagus</i>
		I	Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Fagus</i> , <i>Betula</i> , <i>Alnus</i> y <i>Ericaceae</i>
Gran Dolina	TD-11		Estéril
	TD-10		<i>Pinus</i> , Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Olea</i>
	TD-9		Estéril
	TD-8		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Castanea</i>
	TD-7		Bosque de <i>Quercus</i> con <i>Pinus</i> , <i>Fagus</i> , <i>Olea</i> y <i>Vitis</i>
	TD-6		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Cupressaceae</i> con <i>Olea</i> , <i>Celtis</i> y <i>Pistacia</i> Cupressaceae con <i>Quercus</i> y <i>Olea</i>
	TD-5		Bosque abierto de <i>Quercus</i>
	TD-4		Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus</i> con <i>Fagus</i> y <i>Olea</i>
	TD-3		Estéril
	TD-2		<i>Pinus</i> , <i>Cupressaceae</i> , <i>Quercus</i> , <i>Betula</i> y <i>Artemisia</i>
	TD-1		Estéril

Figura 387. Tipo de vegetación, asociados a los distintos niveles polínicos o estratigráficos de los depósitos de Galería y Gran Dolina (García-Antón 1995)

Glacial del Pleistoceno superior (*Carpinus*, *Celtis*, *Castanea*), también aparecen en el diagrama.

Climáticamente, cabe remarcar la presencia de *Olea-Phillyrea*, más abundante entre TD5 y TD8, como indicador de un clima más cálido que en la actualidad para algunos momentos del Pleistoceno inferior, cuando las fuertes heladas invernales aún no eran típicas para la Meseta norte.

Más información

García-Antón (1989, 1995, 1998), García-Antón & Sainz-Ollero (1991), Catani et al. (1994), Burjachs (2001), Rodríguez et al. (2010)

TUBILLA DEL AGUA

Cuenca del Ebro, Burgos

Pleistoceno medio-Holoceno (~ 300.000-1400 años BP)



Figura 388. Panorámica de Peña Socastillo donde se sitúan las tobas calizas de Tubilla del Agua

El yacimiento se encuentra en el término municipal de Tubilla del Agua, en el sector noroccidental de la provincia de Burgos, en la Comarca de la Lora (42° 42' 33" N, 03° 48' 14" O; 765 m s.n.m.).

Desde el punto de vista geomorfológico esta comarca forma parte de la Plataforma Estructural de los Páramos, la cual se caracteriza por la presencia de amplios altiplanos en niveles calcáreos del Cretácico superior. Estos páramos son incididos por los ríos Ebro y Rudrón, conformando un conjunto de profundos cañones fluvio-kársticos que profundizan hasta 300 metros con respecto a la cota de los páramos circundantes. La exposición de este apilamiento de rocas calcáreas a la acción erosiva del agua ha provocado la formación de un karst de plataforma desarrollado, en los momentos actuales disfuncional. Como testigos de unos procesos cársticos superficiales y subterráneos



Figura 389. Toma de muestras en Tubilla del Agua. Toba 1 (izquierda), Toba 2 (derecha)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-260006 (TUAG.BU.01)	2650 ± 40	2768	CaCO ₃
Beta-277713 (TUAG.P)	1570 ± 40	1463	piña

Tabla 94. Datos de radiocarbono para Tubilla del Agua



Figura 390. Impresión de un estróbilo de *Pinus nigra* en tobas de Tubilla del Agua, con una datación aproximada de 300.000 años BP



Figura 391. Impresión de *Fagus sylvatica*, con una datación aproximada de 60.000 años BP



Figura 392. Macrorresto de piña de *Pinus nigra* con una datación de 1400 años BP

mucho más intensos en el pasado, aparecen dispersos, depósitos carbonatados exokársticos, de entre los cuales el de Tubilla del Agua, desarrollado sobre el río Hornillo, es el de mayor extensión de la comarca.

El yacimiento paleobotánico de Tubilla del Agua está formado por un conjunto de estructuras tobáceas de diferente edad, producto de una serie de etapas de acrecentamiento alternadas con otras erosivas. Estas formaciones presentan una cronología diversa,

comprendida entre los 300.000 años de las estructuras más antiguas y los pocos milenios de las formadas en el Holoceno reciente.

En las tobas del yacimiento aparecen numerosos fósiles de plantas en forma de impresiones de sus diferentes partes (hojas, tallos, frutos, etc.), además de algún macrorresto vegetal, cuyo estudio ha podido demostrar la presencia de *Pinus nigra* en la zona en diferentes momentos, desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno reciente. Esta especie no se encuentra en la comarca de forma natural en la actualidad, siendo su población natural más cercana la que se desarrolla en el Cañón del río Lobos, a unos 150 km de distancia. Las impresiones de estróbilos de *P. nigra* encontradas en el yacimiento y datadas en más de 300.000 años, constituyen la referencia a la especie más antigua de la Península Ibérica, siendo la evidencia más reciente en la zona un macrorresto leñoso de piña con una antigüedad de 1400 años.

El contexto florístico dibujado por los estudios de turberas cercanas como los análisis de macrorrestos de La Piedra (Muñoz-Sobrino *et al.* 1996), el registro polínico de San Mamés de Abar (Iriarte *et al.* 2001) y datos históricos, permiten sugerir la acción antrópica como causa de la extinción de *P. nigra*, en la zona, para la fecha más reciente.

Más información

García-Amorena *et al.* (2011)

VILLACASTÍN

Ituero y Lama, Segovia
Pleistoceno medio final



Figura 393. Vista parcial de la entrada del abrigo rocoso de Villacastín, Segovia

El yacimiento paleontológico de Villacastín (40° 47' 52" N, 04° 22' 20" O; 1123 m. s.n.m.) se asocia con un abrigo rocoso de 6x3 m, de orientación SE y sustrato dolomítico, localizado a 3,5 km al nordeste de la población de Villacastín, Segovia. El sitio se descubrió en 1986 y desde entonces se han sucedido las excavaciones proporcionando fósiles animales con abundantes restos y

Muestra	Granos/ gr.	Indeterminados (%)	Suma polínica	Número Taxones
VIL-1	14484	6,6	481	20
VIL-2	2517	9,4	255	19
VIL-3	25316	8,1	360	15
VIL-4	5144	9,9	271	17
VIL-5	6887	6,9	416	20
VIL-6	7223	4,6	239	14
VIL-7	8997	5,9	219	13
VIL-8	6863	5,8	362	27
Valores medios	9679	7,1	325	18

Tabla 95. Características palinológicas de coprolitos de hiena de Villacastín: concentración polínica, porcentaje de polen indeterminado, suma polínica, y número de taxones polínicos (Carrión *et al.* 2007)



Figura 394. Mandíbula y coprolitos de *Crocuta crocuta* del yacimiento de Villacastín

coprolitos de hiena (*Crocuta crocuta* subsp. *intermedia*) y herbívoros como *Cervus elaphus*, *Equus caballus* y *Equus hydruntinus*.

La situación cronológica se basa precisamente en la fauna y nos lleva al final del Pleistoceno medio (Arribas 1994a, 1994b, 1995). La

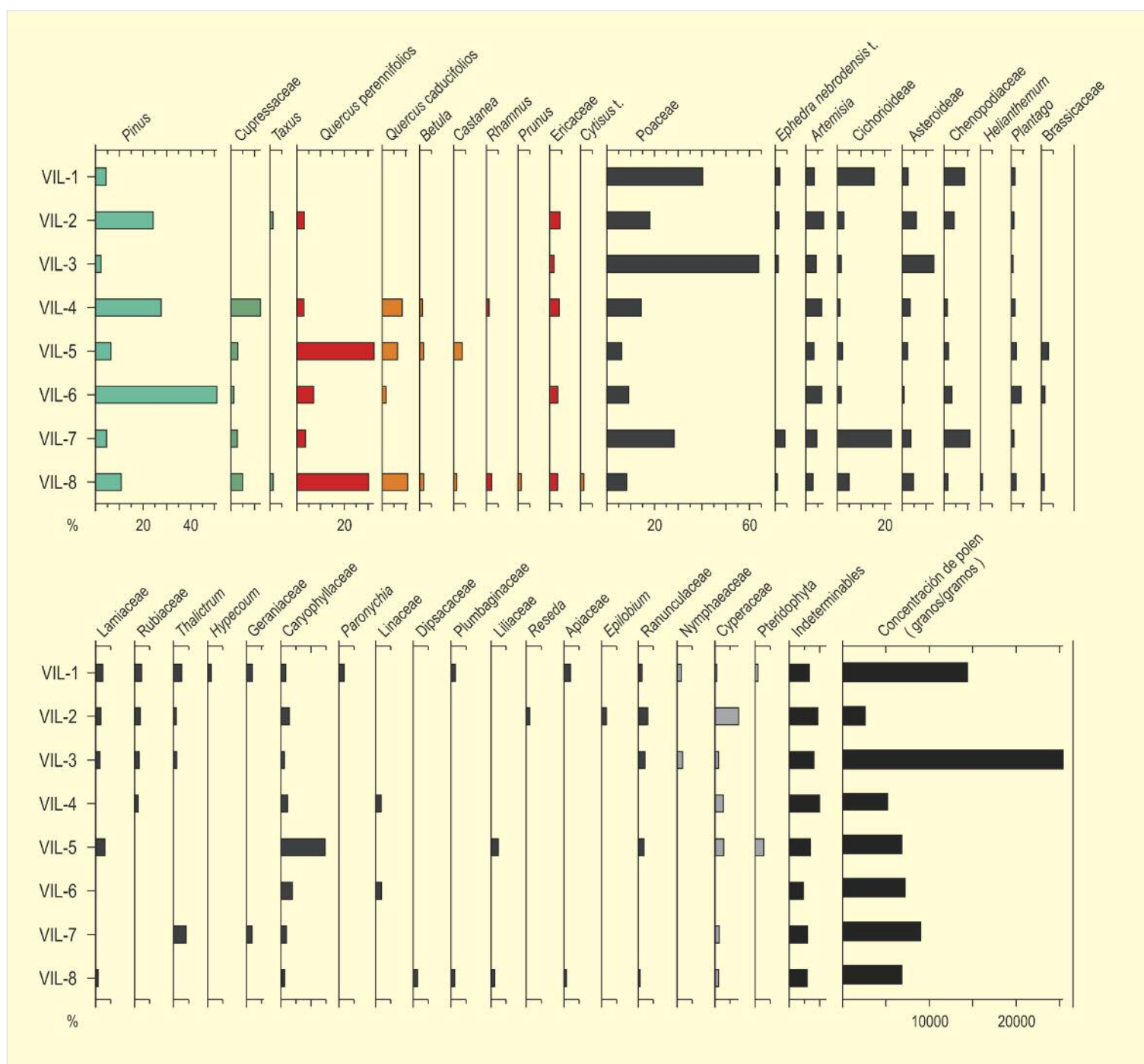


Figura 395. Diagrama polínico de Villacastín. Redibujado de Carrión *et al.* (2007)

vegetación actual consiste en retazos forestales de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. pinaster* y áreas deforestadas con *Cytisus scoparius*, *Genista cinerea* y *Lavandula stoechas*.

Los datos polínicos (Fig. 395) obtenidos por estudio de coprolitos de hiena indican una vegetación en mosaico con pastizales de gramíneas, bosques de quercíneas y pinos, así como situaciones semiforestales (Carrión *et al.* 2007). Entre las quercíneas, las hay tanto caducifolias como perennifolias. Hay también evidencia de otras leñosas como *Taxus*, *Betula*, *Juniperus* y *Castanea*.

Los tipos de vegetación abierta incluyen además, asteráceas, quenopodiáceas, ericáceas, *Artemisia*, *Ephedra nebrodensis-distachya*, cariofiláceas y algunos tipos asociadas a ecosistemas húmedos como *Epilobium*, Ranunculaceae, Nymphaeaceae, helechos y ciperáceas. El cuadro paleoambiental concuerda con las inferencias obtenidas de la fauna (Arribas 1994a, 1994b, 1995).

Más información

Carrión *et al.* (2007)

AMBRONA

Cordillera Ibérica, Miño de Medinaceli, Soria
Pleistoceno medio-Holoceno (350.000-6120 años BP)



M.J. GIL-GARCÍA

Figura 396. Yacimiento paleontológico de Ambrona en el paraje Loma de los Huesos, Soria

El yacimiento paleontológico y arqueológico de Ambrona, Pleistoceno medio ($41^{\circ} 09' 37''$ N, $02^{\circ} 29' 54''$ O; 1130 m s.n.m.) se encuentra situado en la mitad septentrional de la rama castellana de la Cordillera Ibérica (Soria), región que presenta escasos contrastes, y en la que dominan antiguas altiplanicies calcáreas, disectadas por la red fluvial cuaternaria, poco densa y alimentada por manantiales kársticos que nacen del contacto entre la caliza jurásica y las impermeables margas yesíferas del Keuper. Durante el Pleistoceno inferior tuvo lugar la degradación, mecánica y química, de la superficie de erosión intraterciaria desarrollada sobre las calizas, debida a la acción del río Bordecorex, afluente del Duero; el resultado fue el desarrollo de un amplio valle, de fondo impermeable y escasa pendiente (poljé de Conquezuela), sobre el que se acumularon materiales de carácter palustre ricos en micro y

macrofauna e industria lítica, a lo largo del Pleistoceno medio. La vegetación actual, se caracteriza por la escasez de zonas boscosas quedando reducida a formaciones de *Pinus sylvestris* al sur (Sierra Ministra), *Quercus faginea* en las laderas del poljé de Conquezuela y algunos ejemplares aislados de *Quercus ilex*.

El yacimiento de Ambrona se encuentra a 34 m del cauce actual, en la denominada Loma de los Huesos. Desde el punto de vista litológico se diferencian dos unidades: el *Complejo inferior*, de 6 m de potencia, constituido por una alternancia de arcillas y margas correspondientes a medios de baja energía, ricos en macro (fundamentalmente *Elephas antiquus*) y microfauna, y en contenido polínico. Sobre él descansa el *Complejo superior*, constituido por limos y arcillas, que alternan con materiales más groseros a lo largo

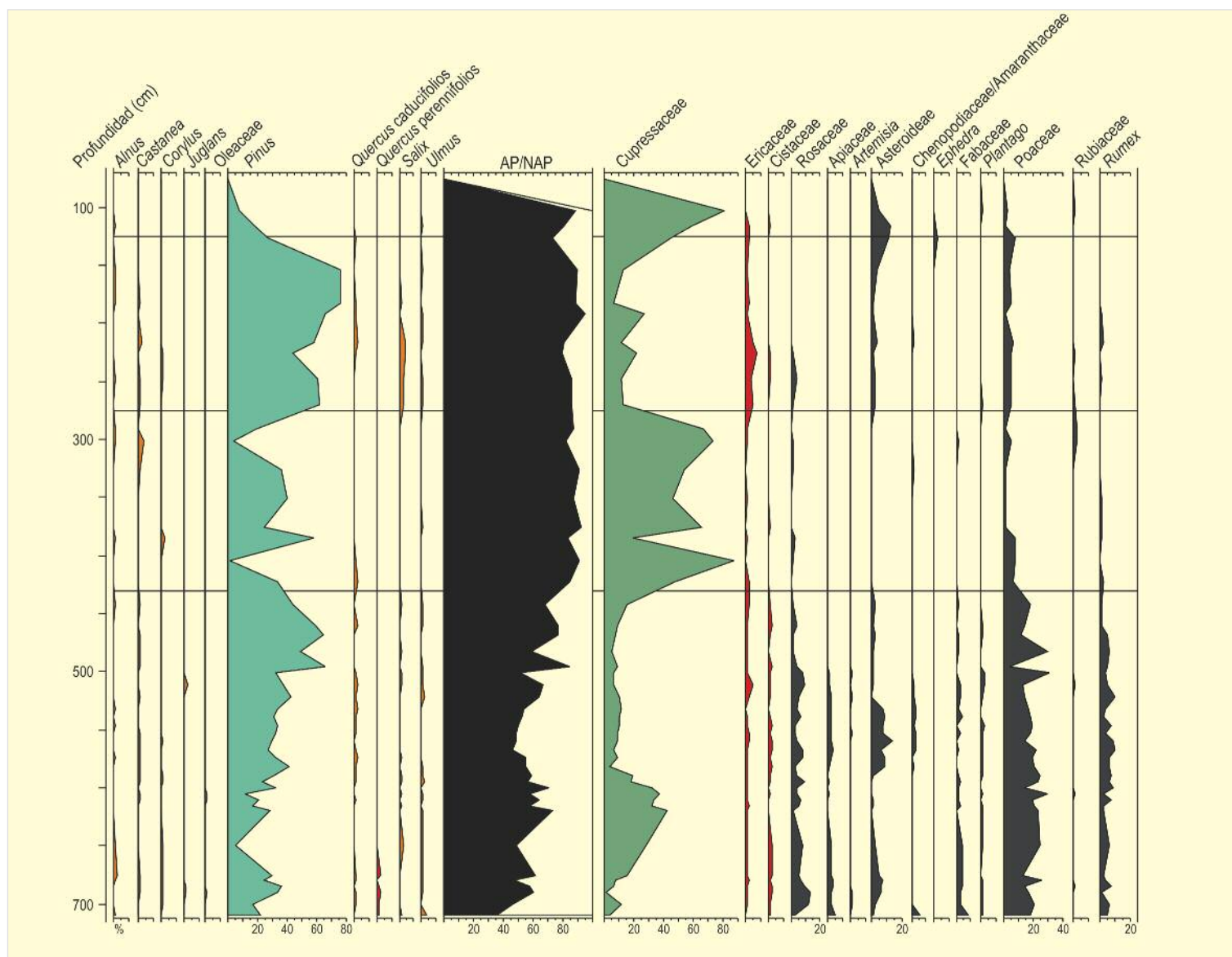


Figura 397. Secuencia polínica del yacimiento paleontológico de Ambrona. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

Dataciones AMS	La Lámpara		La Revilla del Campo	
	Años BP	Años cal. BP	Años BP	Años cal. BP
UtC_13346	6280 ± 50 BP	7211	-	-
UtC_13347	-	-	6313 ± 48 BP	7242
UtC_13348	-	-	6120 ± 60 BP	7009
UtC_13294	-	-	6240 ± 50 BP	7168
UtC_13295	-	-	6250 ± 50 BP	7182
UtC_13350	-	-	6210 ± 60 BP	7105
UtC_13296	-	-	6250 ± 50 BP	7182

Tabla 96. Dataciones de granos de cereal de La Lámpara y La Revilla del Campo por método de AMS (a partir de Stika 2005)



Figura 398. Vista aérea del yacimiento arqueológico de Ambrona (La Revilla del Campo)

de unos 2 m de espesor y que representan fases de llanura de inundación. Esta unidad es pobre en contenido faunístico y estéril desde el punto de vista palinológico.

En la secuencia polínica analizada (Fig. 397), correspondiente al *Complejo inferior*, se han identificado un total de 42 taxones, de los

que 11 son arbóreos, 4 arbustivos y 27 herbáceos, junto a 6 taxones acuáticos y esporas monoletas y triletas (Ruiz-Zapata *et al.* 2002, 2003, 2005). Dentro del grupo arbóreo, *Pinus* es el componente principal. En menor medida están representados los taxones mesófilos, algunos de los cuales, como *Corylus* y *Castanea*, no están presentes en la vegetación actual, así como los taxones de ribera y acuáticos, que permiten inferir la instalación de unas condiciones de carácter más templado y húmedo que en la actualidad. No obstante, a lo largo de la secuencia se aprecian cambios significativos en la estructura de la vegetación, que se resumen, de muro a techo, en el desarrollo progresivo de etapas dominadas por los paisajes abiertos (Poaceae) que evolucionan hacia paisajes de matorral, teniendo finalmente lugar la instalación del bosque, todo ello como respuesta a la estabilización del medio y del clima. Sin embargo, en la parte superior de la secuencia, el bosque da paso a una etapa de matorral, como expresión del inicio de la degradación de la vegetación, que a su vez explicaría el nuevo régimen de erosión-sedimentación responsable de la formación del denominado *Complejo superior*.

Los trabajos llevados a cabo en el valle de Ambrona por Rojo y Kunst (Kunst & Rojo 2000, Rojo & Kunst 1996, 1999a,b, Rojo *et al.* 2006, entre otros) durante los últimos 10 años han puesto de manifiesto la importancia y la antigüedad del Neolítico del interior peninsular, hasta ese momento considerado retardatario por la escasez de datos que existían para el Neolítico. Hoy en día, gracias a los trabajos desarrollados en el valle de Ambrona, así como en la Cueva de la Vaquera (Segovia), el interior peninsular ha pasado a ser considerado como una zona de gran interés para la comprensión del fenómeno de expansión neolítica en la Península Ibérica.

Los yacimientos más interesantes desde el punto de vista arqueobotánico son La Lámpara y La Revilla del Campo situados en una zona elevada (entre los 1000 y los 1300 m sobre el nivel del mar) en la que, a pesar de la altitud, la erosión ha creado un paisaje poco abrupto en el que los anticlinales una vez erosionados han dado lugar a depresiones y relieves invertidos que han facilitado la comunicación tanto entre el norte y el sur como entre el este y el oeste (Rojo *et al.*

Especie	La Lámpara	La Revilla del Campo
<i>Triticum cf. monococcum</i> (espiguilla)	-	21
<i>T. cf. monococcum</i> (restos de espiguillas)	-	8
<i>T. cf. dicoccum</i> (espiguilla)	-	12
<i>T. cf. dicoccum</i> (restos de espiguillas)	-	5
<i>T. monococcum/dicoccum</i> (espiguilla)	-	48
<i>T. monococcum/dicoccum</i> (restos de espiguillas)	-	92
Cerealia indet (restos de espiguillas)	-	16
Cerealia indet (espiguilla)	26	-
Cerealia indet. (hojas)	-	19

Tabla 97. Lista de especies de gramíneas identificadas a partir de impresiones en cerámica y en adobe. Stika (1999, 2005)



Figura 399. Semilla carbonizada de *Papaver somniferum/setigerum*



Figura 400. Impresión de una espiguilla de *Triticum monococcum* en un fragmento cerámico de La Lámpara

2008). La Lámpara y La Revilla del Campo constituyen los ejemplos más antiguos de la ocupación neolítica del valle y han proporcionado, entre otras estructuras, unos recintos ovales con doble zanja en la que se encajaban postes fechados por ^{14}C entre 5300 y 5000 años cal. BC (Rojo *et al.* 2008). Existen varias dataciones realizadas sobre cereales (Stika 2005) que sitúan las prácticas agrícolas en el primer tercio del 7º milenio cal. BC. (Tabla 96)

El estudio arqueobotánico ha estado a cargo de Stika (1999, 2005) quien estudió un conjunto de 50 muestras procedentes de 14 estructuras del yacimiento de La Lámpara, y 65 muestras procedentes de 16 estructuras del yacimiento de La Revilla del Campo. Además, el estudio incluye las impresiones vegetales en cerámica (La Lámpara) y en adobe (La Revilla del Campo) (Tabla 97).

Entre los cereales documentados predominan de forma aplastante los cereales vestidos, representados tanto por granos como por fragmentos de la espiguilla (bases de glumas y horquillas de la espiguilla). La escaña, *Triticum monococcum*, es la mejor representada, mientras que la escanda menor, *Triticum dicoccum*, sólo está presente de forma testimonial en La Lámpara. Es significativa la ausencia de trigos desnudos y la baja representación de la cebada, tan sólo presente con dos fragmentos de raquis en La Revilla del Campo. Además de cereales, las plantas cultivadas están representadas por la presencia de *Papaver somniferum/setigerum* (adormidera de opio) (Fig. 399) y de cápsulas de lino, *Linum usitatissimum*. La presencia de cereales queda atestiguada, además, por las impresiones (Tabla 97) de espiguillas posiblemente de escaña (*Triticum cf. monococcum*) (Fig. 400) y de escanda menor (*Triticum*

cf. dicoccum) en el yacimiento de La Lámpara, mientras que en La Revilla del Campo queda evidencia de las capas de epidermis de las espiguillas de cereal. La evidencia proporcionada por este tipo de resto pone de manifiesto el uso de los residuos de la trilla como desgrasante cerámico.

Además de plantas cultivadas, las muestras del Valle de Ambrona han proporcionado restos de plantas silvestres. Al menos 48 taxones han podido ser identificados, aunque el número de ejemplares es muy bajo. La mayoría de las especies que se han podido identificar corresponden a malas hierbas o a especies provenientes de zonas alteradas por la actividad humana. Los tipos más comunes son *Chenopodium album* y *Scleranthus annuus*, aunque existen muchas otras familias representadas: leguminosas, gramíneas, papaveráceas, etc. que informan sobre las condiciones del suelo, en La Lámpara especialmente pobres y de mejores condiciones en La Revilla del Campo (Stika 2005).

Los restos vegetales del Valle de Ambrona ponen en evidencia, por tanto, la existencia de una agricultura antigua (primer tercio del 7º milenio BC), en la que los trigos vestidos dominan, quizá como forma de adaptación a las duras condiciones climáticas y la pobreza de sus suelos (Stika 2005). En cualquier caso, los datos proporcionados por el estudio contribuyen a completar el mapa de la expansión agrícola neolítica en el interior peninsular.

Más información

Stika (1999, 2005), Ruiz-Zapata *et al.* (2002, 2003, 2005)

TORRALBA

Cordillera Ibérica, Medinaceli, Soria
Pleistoceno medio (~ 135.000 años BP)



CLARK HOWELL

Figura 401. Panorámica de la campaña de excavación de 1961 dirigida por el paleoantropólogo Clark Howell en el yacimiento de Torralba

El yacimiento del Pleistoceno medio de Torralba ($41^{\circ} 08' N$, $02^{\circ} 30' O$; 1160 m s.n.m.) se encuentra localizado en la mitad septentrional de la rama castellana de la Cordillera Ibérica (provincia de Soria), en el mismo contexto que Ambrona, dentro del poljé de Conquezueta. Se localiza sobre la terraza de +22 m y pese a la similitud litológica y faunística con el yacimiento de Ambrona, su formación es posterior. Algo parecido ocurre con la secuencia polínica (Fig. 402) aunque en este caso presenta una menor diversidad, quizá como consecuencia del desarrollo de un denso pinar. Otro dato significativo en esta secuencia es la detección de

dos etapas de matorral, de intensidad creciente, así como la ausencia de una etapa de desarrollo herbáceo, lo que define fluctuaciones climáticas de menor intensidad que en el caso de Ambrona.

A 6 km al sur del yacimiento de Torralba y sobre la terraza de +20-25 m del río Henares, se localiza la secuencia de Horna de 3,5 m de potencia y datada a techo en torno a 135.000 años BP (Ruiz-Zapata *et al.* 2002). Los materiales que la conforman, margas y depósitos travertínicos, son reflejo de la instalación de unas condiciones cálidas y húmedas, constatadas igualmente por la

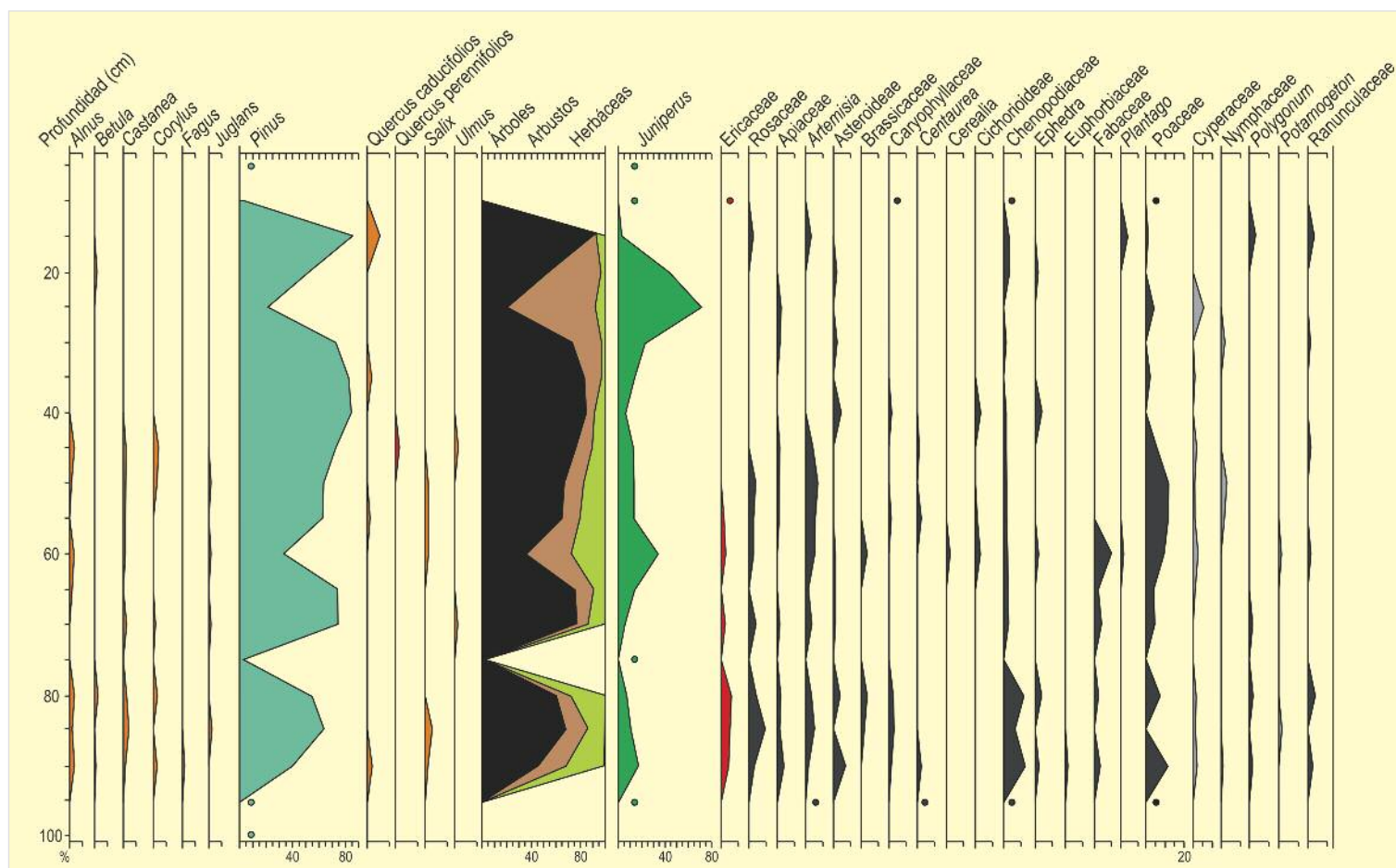


Figura 402. Diagrama polínico de Torralba. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2003)



Figura 403. Restos de elefantes del yacimiento paleontológico de Ambrona (Loma de los Huesos, campaña de excavación 1995)

presencia de taxones como *Betula*, *Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio, ausentes actualmente en la zona.

La secuencia vegetal de Torralba (Fig. 402) implica un cambio progresivo tanto en la estructura como en la composición de la vegetación (Ruiz-Zapata *et al.* 2002, 2003, 2005). En una primera fase se constata el dominio del bosque mesófilo, siendo escasa la representación de los taxones acuáticos. En la zona central se instala una etapa predominantemente arbustiva, al tiempo que aumentan los taxones acuáticos y los taxones arbóreos de carácter mediterráneo en detrimento de los taxones mesófilos. Finalmente, el techo de la secuencia está definido por el dominio del estrato herbáceo, como respuesta a una pérdida de la humedad así como a los cambios acaecidos en el medio que pudieron afectar a la distribución espacial de la vegetación con respecto al cauce y a las zonas encharcadas. Esto explica la distribución de los taxones de ribera y acuáticos, todos ellos dependientes de la disponibilidad hídrica y, en concreto, de la mayor o menor proximidad al cauce, en el caso de la vegetación de ribera, o de la columna de agua, en el caso de los taxones acuáticos, siendo éstos más abundantes en los niveles margosos que en los travertínicos.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2002, 2003, 2005)

LAGUILLÍN

Cordillera Cantábrica, Riello, León

Pleistoceno superior-Holoceno (18.692-<4194 años cal. BP)



J.J. GAGO SANDOVAL

Figura 404. Cordillera Cantábrica, al fondo Peña Cafetera en sus estribaciones meridionales

El depósito lacustre de Laguillín ($42^{\circ} 52' 51''$ N, $06^{\circ} 02' 25''$ O) se encuentra a unos 1850 m s.n.m., en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica, al norte de la provincia de León. El depósito se emplaza al noroeste de la localidad de Salce, al sur del Alto de las Lagunas y al oeste de Peña Blanca. Se enmarca entre materiales paleozoicos y su origen es debido a sobreexcavación glacial. A esta elevada altitud, las formaciones arbóreas más comunes son los abedulares de *Betula alba*. Pero, debido al aclaramiento antropogénico de la alta montaña, en la mayor parte de esta zona es muy importante el desarrollo de formaciones arbustivas, como piornales (*Genista obtusiramea*, *G. florida* y *Cytisus scoparius*) y brezales (*Erica australis* y *Daboecia cantabri-*

ca), así como herbáceas utilizadas, como prados de diente. Descendiendo en altitud aparecen quercíneas, tanto marcescentes como perennifolias, hecho que pone de manifiesto una de las características fundamentales de la vegetación de este área, ya que se sitúa en la transición entre las zonas biogeográficas mediterránea y eurosiberiana.

El estudio palinológico ha sido realizado por García-Rovés (2007). El sondeo alcanzó una potencia de 785 cm, en donde desde el techo hasta 450 cm de profundidad hay una intercalación entre niveles turbosos y limo-arcillosos, mientras que por debajo de esa profundidad pasan a intercalarse niveles de *gyttja* con limos y

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Años cal. BP	Método
Beta-207074	205-210	3800 ± 90	4424-3926	4194	convencional
Beta-207075	745-750	13.150 ± 40	15.897-15.251	15.559	AMS
Beta-208786	775-780	15.300 ± 60	18.803-18.576	18.692	AMS

Tabla 98. Dataciones radiocarbónicas del depósito lacustre de Laguillín (León). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

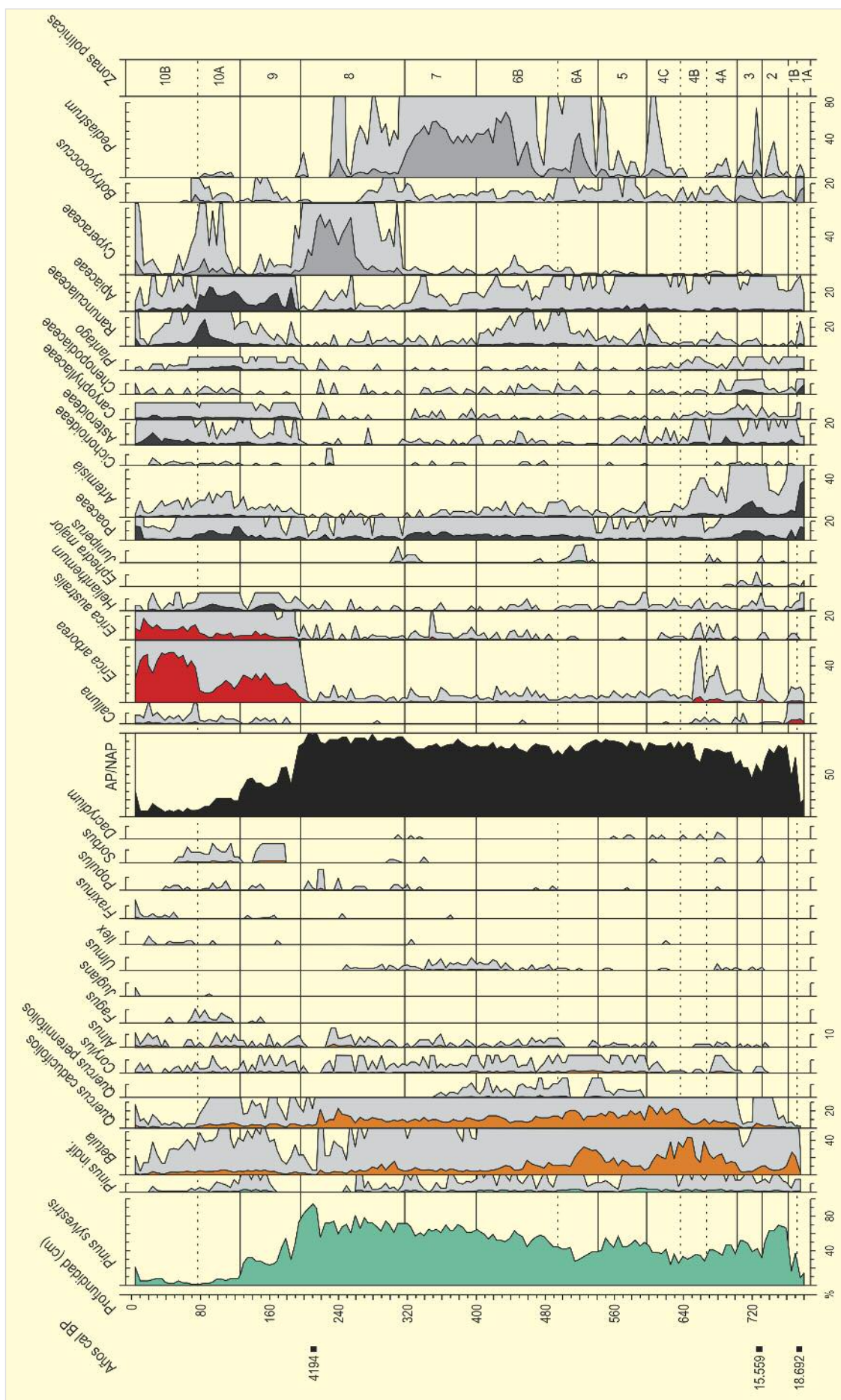


Figura 405. Diagrama polínico sintético del depósito lacustre de Laguilín. Redibujado de García-Rovés (2007)

arcillas gruesas. La contextualización cronológica de la secuencia se ha establecido mediante tres dataciones radiocarbónicas, siendo la antigüedad del registro de unos 18.700 años cal. BP (Tabla 98).

En el registro palinológico de Laguillín se han diferenciado 10 zonas polínicas comprendidas entre el Tardiglacial y el Holoceno (Fig. 405). Según la autora del estudio, la etapa tardiglacial se correspondería con las zonas 1-3 y en ella se identificarían distintos episodios climáticos como el Dryas I, el Interstadial Tardiglacial y el Dryas reciente. Como en otras secuencias cantábricas tratadas en este volumen (Dolina de Polvaredo, Puerto de Leitariegos, Lago de Ajo, etc.) se observan características similares durante estos períodos de finales del Pleistoceno.

El paisaje durante el Dryas I (zona 1) estaba constituido principalmente por formaciones arbustivas y herbáceas (40-80% de NAP), destacando *Artemisia*, Poaceae, Chenopodiaceae y Asteraceae, mientras que entre las arbustivas tenemos *Erica*, *Calluna* y *Helianthemum*. El escaso componente arbóreo estaría formado, fundamentalmente, por *Pinus sylvestris* y *Betula*.

De este paisaje prácticamente desarbolado se pasa a otro (zona 2 del diagrama polínico) en el que el componente arbóreo se hace importante (80% de AP). Durante esta rápida colonización y estabilización arbórea el taxón mayoritario es *Pinus sylvestris*, mientras que *Betula* y *Quercus caducifolia* tienen papeles secundarios. Por el contrario, se produce una regresión de las comunidades herbáceas y arbustivas características de la etapa anterior, por lo que las condiciones climáticas debieron de ser más benignas y la autora adscribe esta fase al Interstadial Tardiglacial.

La vuelta a unas condiciones más desfavorables se detecta en la zona 3 mediante una regresión arbórea unida al aumento de *Artemisia*, Poaceae y Chenopodiaceae que sin embargo, no alcanzan los valores que se detectan para el Dryas I. Aunque se produzca una regresión arbórea, los valores de *Pinus sylvestris* siguen siendo importantes (~40%), por lo que las condiciones climáticas, aunque más desfavorables que durante la recuperación detectada en el Interstadial Tardiglacial, debieron de ser menos extremas que durante el Dryas I. Esta fase, justo anterior al Holoceno, se identifica con el Dryas reciente. Durante estas tres fases de finales del Pleistoceno se hace patente la importancia de las formaciones pinariegas en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica.

La zona holocena del registro (zonas 4-10) se caracteriza a su inicio por una nueva expansión arbórea. Durante el Holoceno inicial (zonas 4-6) *Pinus sylvestris* continúa teniendo porcentajes similares a

los detectados durante el Dryas reciente, siendo la expansión arbórea debida, principalmente, a *Betula* y, en menor medida, a *Quercus*, *Corylus* y *Alnus*. Los elementos herbáceos pierden importancia a lo largo de todo este intervalo, mientras que las microalgas como *Pediastrum* adquieren mayor presencia en el sistema lacustre, sugiriendo, junto con la expansión arbórea, una recuperación de las condiciones climáticas que, por otro lado, son las típicas de los primeros milenios del Holoceno.

La fase siguiente, el Holoceno medio (zonas 7-9), se caracteriza por ser una etapa de estabilización del componente arbóreo (zonas 7 y 8), que llega a alcanzar los porcentajes más elevados de toda la secuencia palinológica (80-90%). En esta fase se produce una bajada de los valores de *Betula* y un incremento de los porcentajes de *Pinus sylvestris*. Estos hechos junto con la disminución de los valores de *Pediastrum*, el incremento de Cyperaceae y el paso de unos sedimentos lacustres dominados por *gyttja* con limos y arcillas gruesas a otros de características turbosas y palustres, podrían apuntar a unas condiciones más secas durante el Holoceno medio, tal y como se ha detectado en otras secuencias regionales comentadas en este volumen como, por ejemplo, la de Lago de Enol.

La hegemonía arbórea detectada en este período se ve reducida durante el final del Holoceno medio (zona 9). La deforestación está focalizada en el pinar, que debió formar los bosques adyacentes al depósito hasta el momento, y, además, está contextualizada cronológicamente mediante una datación que indica que este proceso se inició hace unos 4200 años. El aclarado de las formaciones boscosas coincide con la expansión del brezal y un mayor desarrollo del estrato herbáceo, que estaría dominado por Apiaceae, Poaceae, Caryophyllaceae, *Plantago*, Asteraceae, etc. Estos hechos pueden relacionarse con las primeras manifestaciones antrópicas.

Durante el último tercio del Holoceno (zona 10), continúa la tendencia deforestadora encontrada ya a finales del Holoceno medio, con la práctica desaparición de los pinares hace unos 2300 años, según datos de macrorrestos botánicos aportados por Rubiales *et al.* (2008). Para finalizar, cabe resaltar que en este estudio se pone de manifiesto la importancia del pinar en la zona meridional de la Cordillera Cantábrica desde hace más de 18.000 años, aportando una evidencia paleobotánica muy robusta sobre el carácter autóctono de las formaciones pinariegas dentro del debate establecido sobre la existencia o no de pinares naturales en estas montañas.

Más información

García-Rovés (2007)

QUINTANAR DE LA SIERRA

Sistema Ibérico, Quintanar de la Sierra, Burgos
Tardiglacial-Holoceno (~ 21.836-<3322 años cal. BP)



M.C. PEÑALBA

Figura 406. Sierra de Neila donde se sitúa la secuencia de Quintanar de la Sierra

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Gif-A89058	70	3060 ± 130	3322
Gif-A89347	160	7150 ± 140	7966
Gif-A89043	200	8290 ± 140	9294
Gif-A89348	240	8960 ± 140	10.179
Gif-A89062	300	10.120 ± 160	11.758
Gif-A89044	340	9930 ± 140	11.305
Gif-A89349	390	10.660 ± 160	12.770
Gif-A89054	440	10.650 ± 160	12.759
Gif-A89075	460	11.050 ± 170	12.943
Gif-A89352	500	11.180 ± 180	13.093
Gif-A89042	560	12.230 ± 180	14.086
Gif-A89087	580	12.380 ± 160	14.237
Gif-A89041	600	12.540 ± 170	14.767
Gif-A89086	630 a	13.350 ± 170	15.843
Gif-A89378	630 b	15.890 ± 210	19.037
Gif-A89353	650	13.720 ± 210	16.330
Gif-A89379	670 a	11.220 ± 170	13.116
Gif-A89170	670 b	13.290 ± 220	15.754
Gif-A89051	670 c	18.250 ± 220	21.836
Gif-A89380	750	11.230 ± 190	13.122

Tabla 99. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Quintanar de la Sierra (Peñalba, 1989, Peñalba et al. 1997). Calibraciones según Reimer et al. (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95.4)



M.C. PEÑALBA

Figura 407. Ciénaga de Quintanar de la Sierra en las proximidades al nacimiento del río Arlanza, Burgos

La ciénaga de Quintanar de la Sierra se localiza próxima al nacimiento del río Arlanza, en el municipio de Quintanar de la Sierra, Burgos (42° 01' 49" N, 03° 01' 14" O; 1470 m s.n.m.), sobre el flanco meridional de la Sierra de Neila, en el sector noroccidental del Sistema Ibérico (Figs. 406 y 407). Está situada en la vertiente atlántica pero a tan sólo 2 km de la línea divisoria de aguas que representa la cresta de la Sierra de Neila. La influencia climática atlántica en esta vertiente se refleja en una cierta repartición de las lluvias a lo largo del año, pero el clima es continental extremo, con inviernos particularmente fríos y largos en los que la precipitación, abundante, cae en forma de nieve.

A casi 2000 metros de altitud, dos kilómetros al noroeste, las lagunas de Neila constituyen huellas de glacialismo con circos, morrenas y valles glaciales. En cambio, se discute el posible origen glacial de estructuras situadas por debajo de los 1500 metros de altitud, como la ciénaga, por lo que ésta pudiera haberse formado por una morrena o bien por un alvéolo de erosión.

La superficie de la ciénaga está cubierta por ciperáceas, con una población de *Menyanthes trifoliata* en su borde suroeste, y bordeada por esfagnos (Fig. 409). En los alrededores se extienden amplios bosques de pinos (*Pinus sylvestris*), con sotobosque de *Erica arborea*, *E. aragonensis* y *Pteridium aquilinum*. Hacia 1250 m de

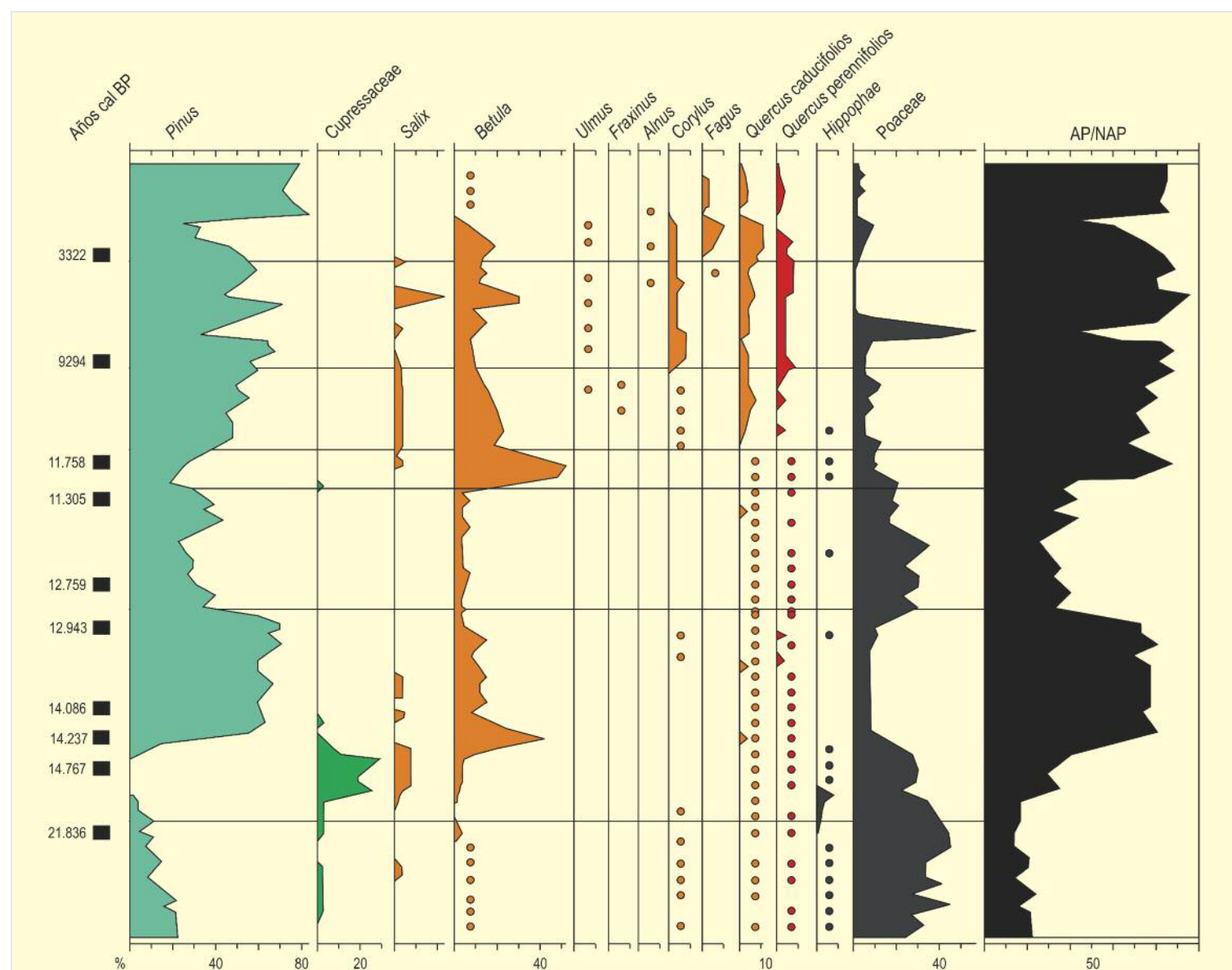


Figura 408. Diagrama polínico de Quintanar de la Sierra. Redibujado de Peñalba *et al.* (1997)

altitud crecen algunos hayedos (*Fagus sylvatica*), mientras en la ladera norte aparecen a 1400-1500 m, y de manera dispersa se encuentran *Quercus pyrenaica* en sustrato silíceo y *Q. faginea* en zonas básicas. A menores altitudes aparecen *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* y *J. thurifera*; en cambio, a 2000 m crece *Juniperus nana*.

El primer estudio palinológico en Quintanar de la Sierra (Peñalba 1989) se realiza sobre dos sondeos de 2,40 y 7,80 m de profundidad (Figs. 408 y 410) y se centra particularmente en el de mayor desarrollo, que muestra una alternancia de turba y *gyttja* en los primeros casi 5 metros, suprayacentes a unos 3 metros de arcillas de edad Tardiglacial. El material basal es altamente inorgánico y la cronología sólo es consistente para los niveles superiores a los 600 cm de profundidad. Como muestra, tres intentos de datación a 670 cm dieron tres resultados muy diferentes: 21.836, 15.754 y 13.116 años cal. BP (Tabla 99). En consecuencia, no se conoce la fecha exacta del inicio de la sedimentación, que se atribuye a la mejoría

climática de los comienzos del Tardiglacial, por comparación con la literatura, y que se caracteriza por tasas cercanas al 80% de polen de taxones no arbóreos, con frecuencias elevadas de estépicas, particularmente *Artemisia*, reflejando un paisaje abierto.

A 670 cm de profundidad, después de más de un metro de acumulación de sedimento, se detecta un aumento en las frecuencias polínicas de *Juniperus*, que refleja el establecimiento de una vegetación arbustiva local; esta fase culmina a 14.767 años cal. BP, primera datación fiable. *Juniperus* es entonces remplazado por *Betula* que presenta un máximo a 14.237 años cal. BP. El mantenimiento de un clima favorable y un suelo más estable permiten después el establecimiento de una vegetación arbórea con *Pinus*, cuyas frecuencias polínicas muy elevadas sugieren que crecería alrededor de la laguna y en grandes extensiones. Estas fases representan el denominado Interestadio Tardiglacial. A 13.093 años cal. BP la mejoría climática de este interestadio se aprecia incluso por



M.C. PEÑALBA

Figura 409. Toma de muestras con sonda rusa en la ciénaga de Quintanar de la Sierra

un muy tenue pero indicativo aumento de las frecuencias de *Quercus*, particularmente *Q. perennifolia*, y la presencia de polen de *Corylus*, al tiempo que el sedimento del lago pasa por primera vez a ser una *gyttja*.

Entre 12.950 y 12.750 años cal. BP, se produce un cambio brusco en la vegetación relacionado con la interrupción de la mejora climática, dándose un retorno a condiciones similares a las del inicio de la secuencia. De nuevo en los alrededores de la laguna se instala un paisaje herbáceo; sin embargo, la composición florística es diferente a la anterior: el pino (probablemente no local) es más abundante y entre las herbáceas, Apiaceae y Ranunculaceae tienen más presencia, así como *Calluna*; un suelo más desarrollado favoreció su instalación en esta fase. Por otra parte, en el lago se deposita *gyttja* que denota la presencia de algas. Este período frío dura entre 1000 y 1500 años, hasta 11.800 u 11.300 años cal. BP (ver inversión de fechas en tabla 1) y se corresponde con el Dryas reciente. En más de un metro de espesor de sedimentos, refleja la intensidad con que se sintió en el Sistema Ibérico.

A partir de 11.800-11.300 años cal. BP se inicia de nuevo un proceso de recolonización arbustiva y arbórea (*Juniperus*, *Betula*, *Pinus*) que marca el comienzo del Holoceno, pero esta vez no hay interrupción y se detecta una mayor presencia de *Quercus* y luego de *Corylus*, localizados a menor altitud y opacados por pinares locales. La laguna se colmata y da lugar a la ciénaga actual. Los pinares siguen dominantes a lo largo de todo el Holoceno, aunque a partir de 8000 cal. BP sufren recesiones locales, ligadas a fuegos y perturbaciones antrópicas.

A 3322 años cal. BP se registra la expansión de *Fagus* en los bosques de más baja altitud. Está asociada a la presencia humana: cereales, *Plantago t. lanceolata*, *Olea*, *Juglans*, Poaceae y Ericaceae. La secuencia culmina con un aumento brusco de las frecuencias polínicas de *Pinus*, asociado a repoblaciones recientes.



M.C. PEÑALBA

Figura 410. Muestras obtenidas del sondeo de Quintanar de la Sierra

El segundo estudio polínico (Ruiz-Zapata *et al.* 2002) corresponde a un depósito de origen glacial localizado cerca de medio kilómetro al norte del primero y un poco más elevado sobre la ladera (42° 02' N, 3° 01' O, 1510 m s.n.m.). El sondeo de 10 m mostró una sucesión de conglomerados, arenas gruesas, sedimentos laminados y material orgánico que termina en una turba. Se apoya en una cronología basada en 10 fechas de radiocarbono. La base tiene una edad de más de 20.000 años cal. BP. Los autores relacionan el inicio de la sedimentación con la fase de mejora climática posterior al evento Heinrich 2.

La secuencia polínica (Fig. 411) presenta muchas variaciones entre el inicio del depósito y 13.273 años cal. BP pero, de manera general, hay una representación considerable del polen de arbustos y herbáceas. Por otra parte, son varios los niveles de

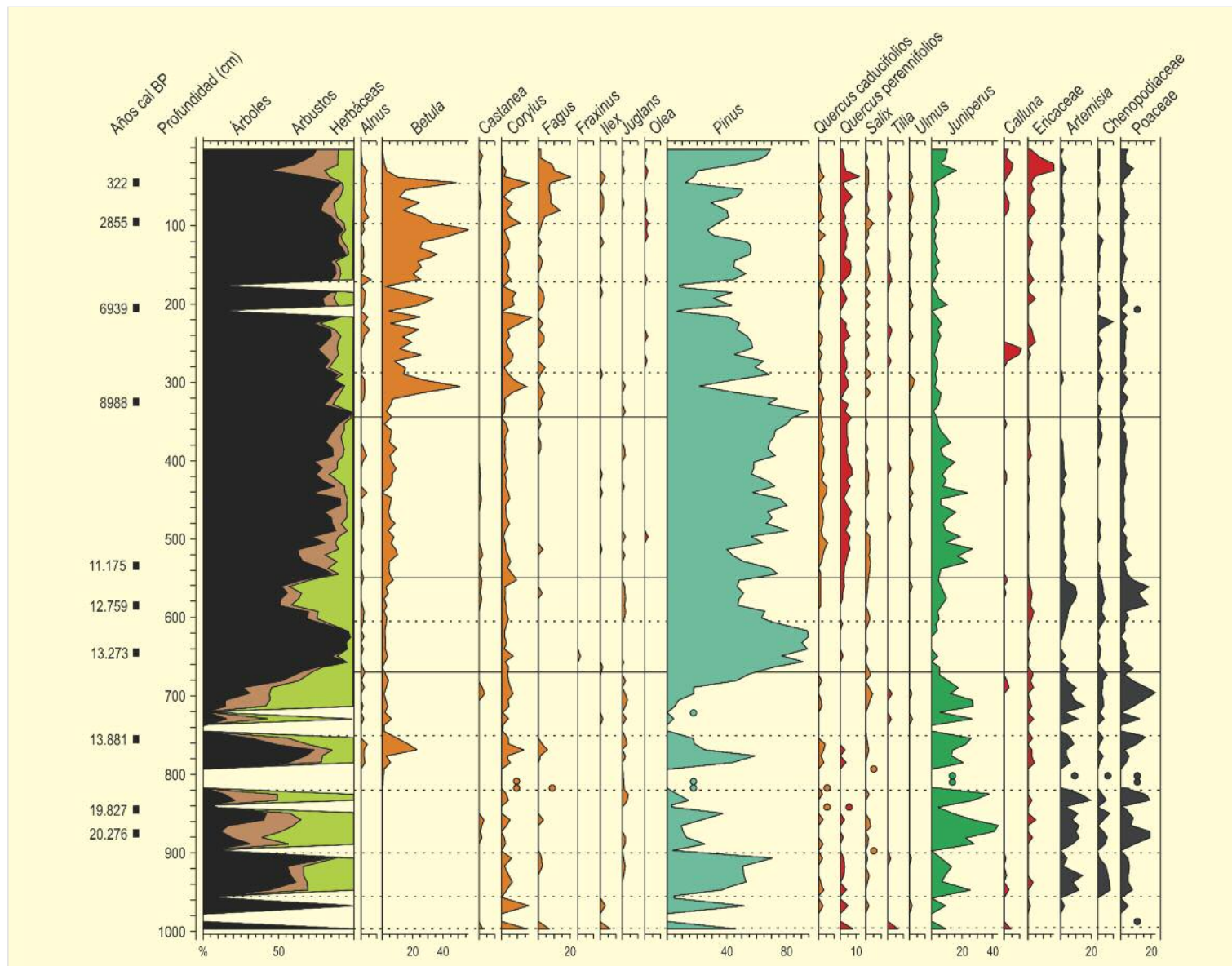


Figura 411. Diagrama polínico de Quintanar de la Sierra. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2002)

sedimento sin polen. Se interpreta un clima frío y árido correspondiente al final de la última glaciación. La última parte de este período frío, entre 13.881 y 13.273 años cal. BP se relaciona con el evento Heinrich 1. Esta pulsación no está registrada en el estudio anterior.

Después de 13.273 años cal. BP se entra en una fase de dominio del pino que sugiere su extensión en el sitio y sus alrededores. Sin embargo, se da una recesión climática que hace retroceder a los bosques entre 12.759-11.175 años cal. BP, asociada con el Dryas reciente.

Una característica que resalta en esta secuencia polínica es la presencia recurrente, desde la base, de polen de *Corylus* y *Quercus*, y más aisladamente *Fagus* (Fig. 411), que sugiere la existencia de áreas de refugio de estos taxones en la región.

A partir de 11.175 años cal. BP, durante todo el Holoceno, ya no se dan avances determinantes de la vegetación herbácea. Hasta 8988 años cal. BP domina el pinar, pero curvas polínicas de *Quercus*, *Corylus*, *Juniperus* y *Betula* muestran también una expansión de estos taxones. Después de esta última fecha queda registrada una curva casi continua de *Fagus*, que refleja de nuevo su presencia en áreas refugio. Su expansión está fechada en 2855 años cal. BP. En este período se colmata el lago e inicia la formación de turba. Finalmente, una recesión del bosque atribuible a la acción antrópica o quizá a la Pequeña Edad de Hielo, da paso a un repunte del bosque, eminentemente antrópico, al tiempo que la presencia de *Castanea* y *Olea* refleja una actividad agrícola en las zonas bajas.

Más información

Peñalba (1989, 1994), Peñalba *et al.* (1997), Ruiz Zapata *et al.* (2002)

SANABRIA

Sierras de Segundera y Cabrera, Galende, Zamora
Tardiglacial-Holoceno (18.005-2398 años cal. BP)



Figura 412. Situación de los distintos sondeos realizados en la cuenca del Lago de Sanabria

En el Parque Natural del Lago de Sanabria, al noroeste de la provincia de Zamora, se localizan un gran número de lagunas, en su mayoría de origen morrénico, cuyos sedimentos estudiados han facilitado el estudio paleoambiental de este territorio y noroeste peninsular. Entre ellas destaca el

Lago de Sanabria, que da nombre al Parque y constituye el cuerpo de agua dulce más importante de la Península Ibérica de origen glacial, por los procesos erosivos y sedimentarios del Pleistoceno que configuraron dicho paisaje. El substrato está constituido de rocas graníticas (gneis y granodioritas) y pizarras de origen

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP*	Sondeos	Material
CSIC-1253	275-280	4072 ± 47	4574	Lleguna	turba
GrN-22750	767,5-770	12.130 ± 130	14.006	Lleguna	turba
J-0025	60-65	3050 ± 79	3250	L. de las Sanguijuelas	turba
CSIC-1228	110-115	7603 ± 60	8408	L. de las Sanguijuelas	turba
GrN-22759	245-250	14.780 ± 190	18.005	L. de las Sanguijuelas	material turboso
Beta-139810	-	2360 ± 40	2398	SAN 235	sedimento

Tabla 100. Datos de radiocarbono de las secuencias estudiadas en Sanabria: Laguna de las Sanguijuelas y Lleguna (Muñoz-Sobrino *et al.* 2004) y SAN 235 (Julià *et al.* 2007)

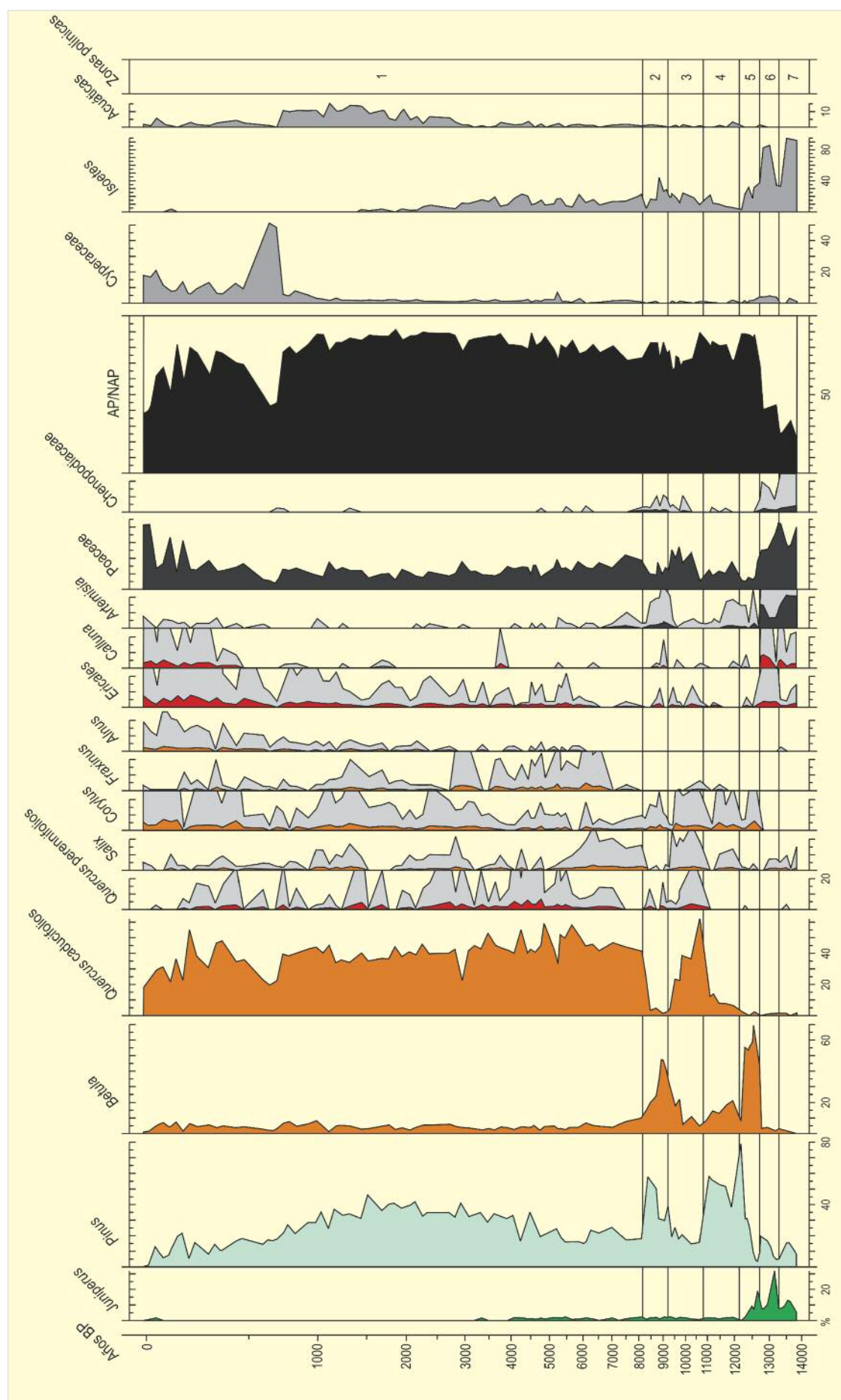


Figura 413. Diagrama polínico del registro Sanabria Marsh. Redibujado de Hannon (1985)



F.J. GONZALO GALLEGO

Figura 414. Laguna Seca. Una de las numerosas turberas situadas al sur del lago de Sanabria

paleozoico y de gran resistencia a la erosión, en un terreno montañoso configurado por las sierras Segundera y Cabrera con cotas de 1000-2000 m s.n.m.

Esta región de Sanabria, se caracteriza por un clima de carácter atlántico, con valores medios anuales de 1402 mm de precipitación y 10 °C de temperatura. Este carácter climático viene condicionado por la topografía, pues en dirección al llano castellano-leonés (al este del lago) la altitud desciende y el régimen climático adquiere un carácter mediterráneo continental. Este hecho condiciona que en la región existan bosques de *Quercus rotundifolia* (por debajo de los 1500 m de altitud), mientras que entre los 1500 m y la línea superior del bosque (1700 m), predominan formaciones supramediterráneas (*Quercus pyrenaica*, *Juniperus oxycedrus*, *Taxus baccata*, *Betula pubescens* subsp. *celtibérica* y *Corylus avellana*). Entre 1700 y 2000 m de altitud, dominan las formaciones de ericáceas (*Erica umbellata*, *Calluna vulgaris* y *Erica australis*, principalmente) con presencia de genisteas y *Juniperus communis* subsp. *nana*. Por encima de los 2000 m, se extienden los prados de alta montaña.

En este territorio se vienen realizando estudios paleoambientales desde mediados del siglo pasado. Menéndez-Amor & Florzchütz (1961)

publican los primeros resultados a través del análisis polínico de tres secuencias: Laguna de La Roya y Laguna Cárdenas situadas en la convergencia de las Sierras de Cabrera y Segundera a 1500-1600 m s.n.m, con una cronología mayor a 7360 años BP y, Laguna de las Sanguijuelas al sur del Lago de Sanabria (8160-13.700 años BP). Posteriormente Hannon (1985) y Turner & Hannon (1988) estudian la laguna denominada Sanabria Marsh también próximo al lago (Figs. 412 y 413), obteniendo un espectro polínico muy similar a la Laguna de las Sanguijuelas de Menéndez Amor & Florzchütz (1961) por su proximidad a la misma (700 m). En 1986 Watts publica una reconstrucción paleoclimática del noroeste de la Península Ibérica en base a los trabajos de Hannon (1984) en Sanabria Marsh y McKeever (1984) en Lago de Ajo. Con Allen *et al.* (1996) se vuelve a estudiar la Laguna de La Roya, realizándose para este territorio nuevas reconstrucciones paleoambientales que cubren desde el Tardiglacial (14.559 años BP) hasta la actualidad.

Muñoz-Sobrino *et al.* (2004) publican dos nuevas secuencias polínicas: Lleguna (con una cronología en torno a 12.130 años BP, Figs. 412 y 415), localizada al sur del Lago de Sanabria, y que por su situación geográfica corresponde a las mismas turberas estudiadas por Menéndez Amor & Florzchütz (1961) y Hannon (1985). La otra

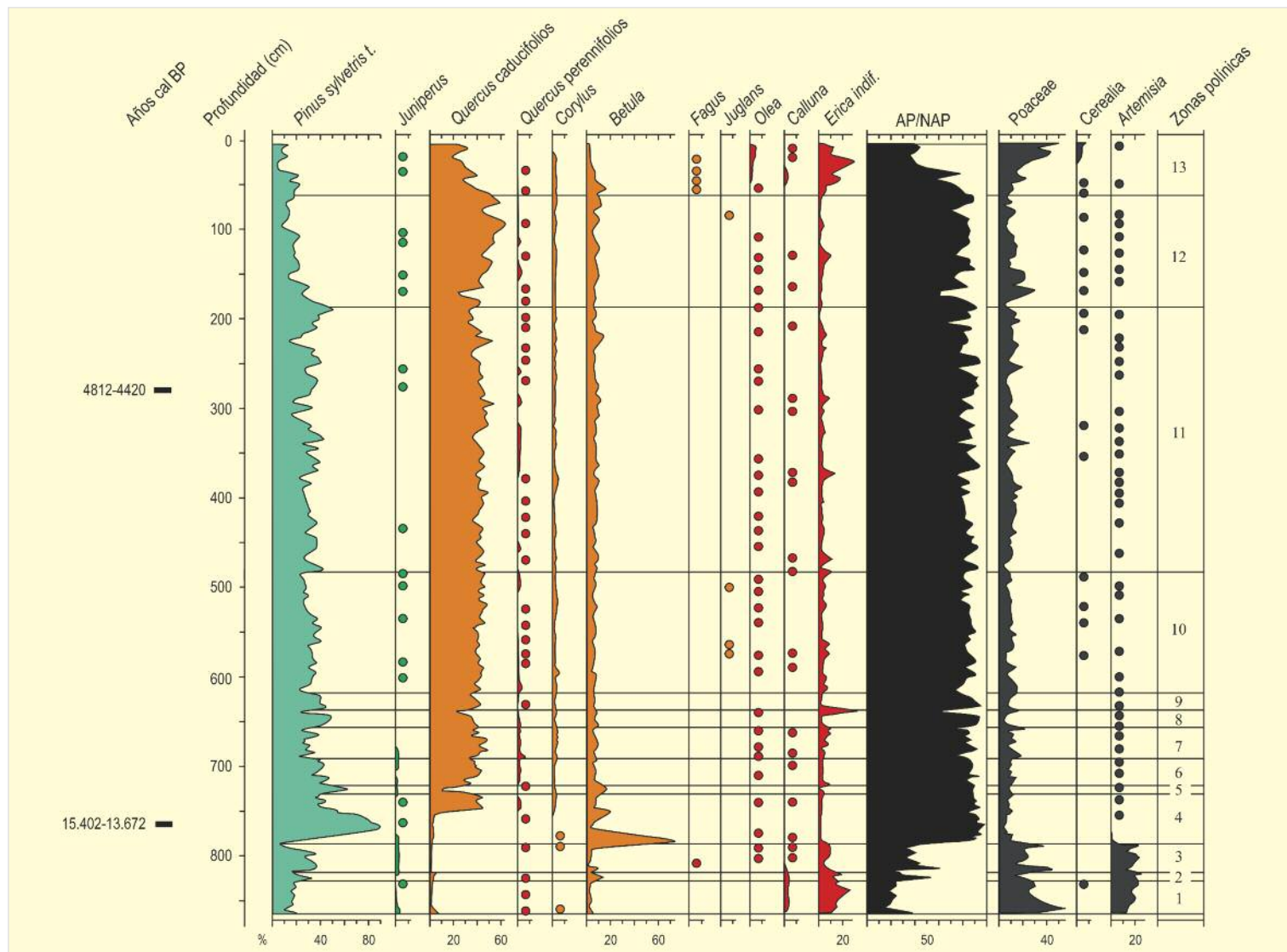


Figura 415. Diagrama polínico del registro de Lleguna. Redibujado de Muñoz-Sobrino *et al.* (2004)

secuencia estudiada por el equipo de Muñoz-Sobrino (2004) es la Laguna de las Sanguijuelas (14.780 años BP) (Figs. 412 y 416), se trata de un registro distinto al nombrado erróneamente con el mismo nombre por Menéndez-Amor & Florzchütz (1961), ya que ésta se sitúa al sur del lago de Sanabria y no al noreste donde se localiza la verdadera laguna de las Sanguijuelas (Fig. 412).

Finalmente, Julià *et al.* (2007) realizan el estudio polínico del sondeo SAN235 (Figs. 412 y 419), uno de los seis sondeos sedimentológicos que se llevaron a cabo en torno al propio lago de Sanabria (Luque, 2003).

LLEGUNA

El registro de Lleguna (Fig. 415) tiene una potencia de 865 cm, y está constituida por arcillas en la parte inferior, depósitos orgánicos con arcillas en la parte central y turba en los últimos dos metros superiores. Según los datos de radiocarbono cubre desde el Tardiglacial al Holoceno (12.130-4072 años BP, Tabla 100).

Su espectro polínico es muy similar a Sanabria Marsh (Hannon 1985) (Fig. 413) y Laguna de las Sanguijuelas (Menéndez-Amor & Florzchütz 1961), evidentemente por su proximidad entre los distintos sondeos. Comienza con un paisaje abierto poco arbolado, dominado por gramíneas y *Artemisia*, junto a compuestas Asteroideae y arbustos (*Erica*, *Calluna* y Cistaceae) (zonas polínicas 1-3 de Lleguna, zonas polínicas 6-7 de Sanabria Marsh), mientras que la baja representación de AP está configurada fundamentalmente por *Pinus sylvestris*, junto a la presencia puntual de *Quercus perennifolios*, *Q. caducifolios*, *Betula* y *Olea*, con aumento en sus porcentajes a medida que nos acercamos a la zona polínica 4. Esta zona representa un periodo de expansión de los bosques en la que se observa una alternancia en el protagonista dominante en AP. Así, se muestra un pico de *Betula* en torno a 12.130 años BP que disminuye paralelamente a un aumento de *Pinus sylvestris*, terminando con un dominio de los robledales (*Quercus caducifolios*) con pequeñas oscilaciones a lo largo de toda la secuencia.

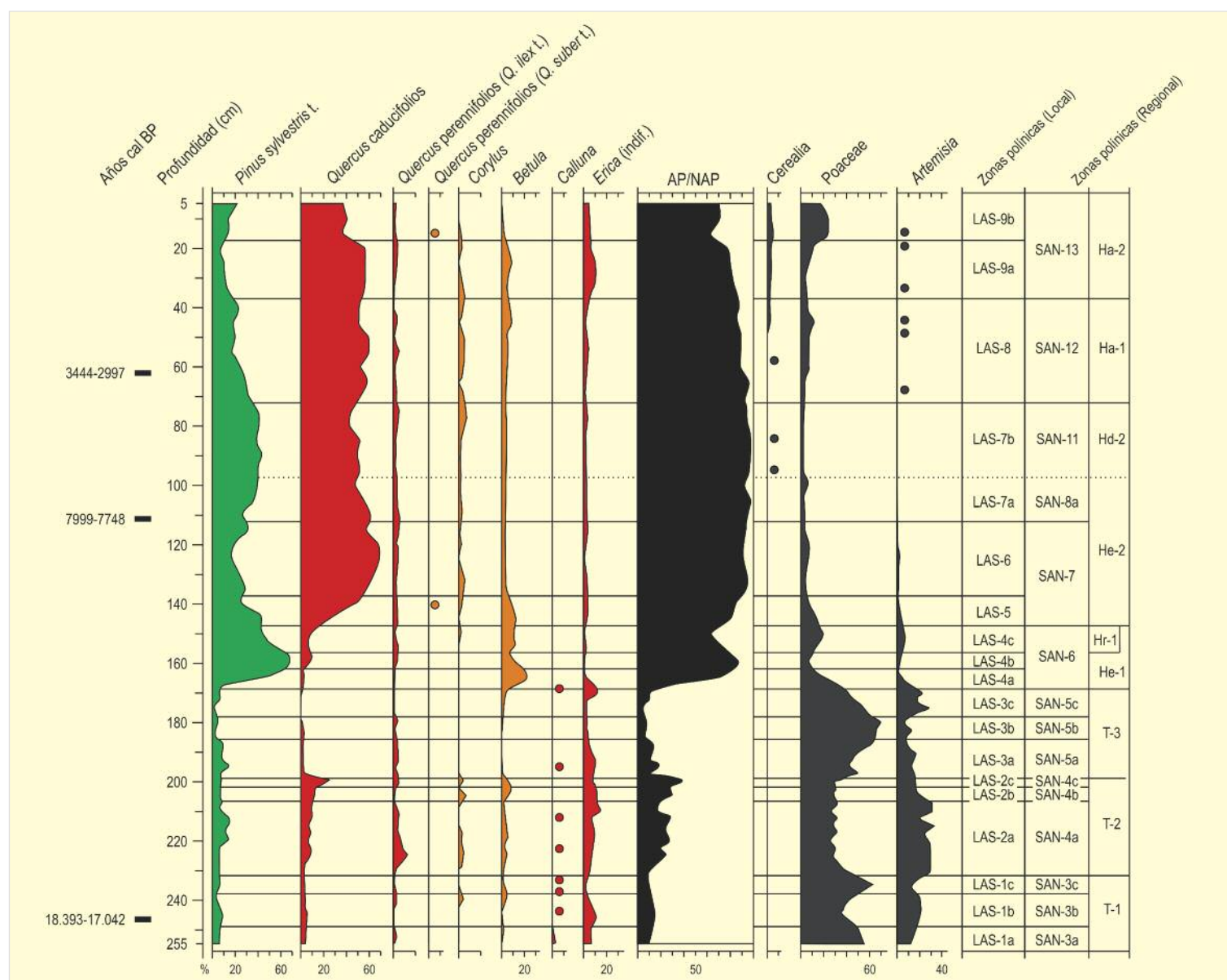


Figura 416. Diagrama polínico del registro Laguna de las Sanguijuelas. Redibujado de Muñoz-Sobrinó *et al.* (2004)

La zona 5 muestra una reducción de los robledales junto a un aumento de *Pinus sylvestris* y *Betula*, según Muñoz-Sobrinó *et al.* (2004) y posiblemente refleja un periodo de enfriamiento correspondiente al Dryas reciente, como se puede observar también en Sanabria Marsh (Hannon 1985) (Fig. 413).

Durante las zonas polínicas 6-7 se recuperan de nuevo los robledales para volver a tener un declive en las zonas 8-9 con una rápida recuperación de los pinares.

El polen arbóreo se muestra con valores próximos al 90% entre las zonas polínicas 10 y 12, con un bosque dominado por robledales con pinares. A partir de 4072 años BP, ya en la zona polínica 12, se observa una tendencia a la disminución de *Pinus sylvestris*, con un aumento significativo de *Quercus caducifolios* que podría corresponder al final del óptimo climático.

Finalmente, la zona polínica 13 muestra indicios de acción antrópica, por el aumento en *Cerealia* junto a una disminución progresiva en AP (*Pinus sylvestris*, *Quercus caducifolios*, *Betula*).

LAGUNA DE LAS SANGUIJUELAS

El espectro polínico de la La Laguna de las Sanguijuelas (Fig. 416) tiene una profundidad de 255 cm, siendo turba los 50 cm superiores (Muñoz-Sobrinó *et al.* 2004). Los datos de radiocarbono indican que esta secuencia cubre desde el Tardiglacial hasta el Holoceno (14.780-3050 años BP, Tabla 100).

La zona polínica 1, presenta dos picos de gramíneas que muestran un paisaje abierto con escasa cobertura arbórea, representada por *Pinus*, algunos elementos caducifolios (*Quercus caducifolios* y *Fraxinus*) y otros taxones mediterráneos, posiblemente procedentes de zonas protegidas en cotas más bajas, tales como



Figura 417. Ribadelago viejo y nuevo situados en la parte superior de la ribera del lago de Sanabria

Quercus perennifolios y *Olea*. Los bajos porcentajes de *Juniperus* indican la presencia de este taxón formando parte del matorral a mayores altitudes, en mosaico con pastizales dominadas por gramíneas.

En la zona polínica 2, el paisaje sigue siendo abierto, pero dominado por una mayor representación de *Artemisia*, en detrimento de las gramíneas, y un aumento en los valores de *Erica*. También aumentan los elementos arbóreos, fundamentalmente los pinares junto a robledales y abedulares.

El paisaje, en la zona 3, vuelve a estar dominado por las gramíneas y otros elementos herbáceos y arbustivos (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Erica* y *Thymelaeaceae*), con una visible disminución de los taxones arbóreos (*Pinus*, *Betula* y *Quercus caducifolios*) que reflejan un periodo de enfriamiento probablemente correspondiente al Dryas reciente.

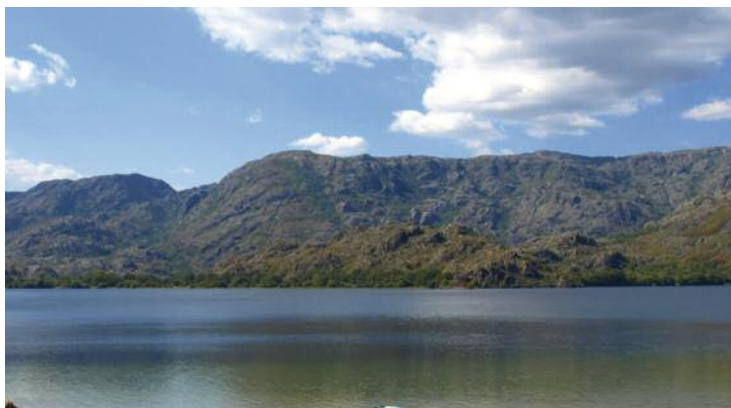


Figura 418. Vista del Lago de Sanabria, Zamora

S. RIEBA-MORA

El espectro polínico de la zona 4 marca la transición al Holoceno. Viene representado por un aumento significativo de los elementos arbóreos, fundamentalmente de *Pinus*, *Betula* y una colonización progresiva de los robledales hasta la zona 5.

En las zonas 6 y 7 se alcanzan los mayores valores de polen arbóreo (90%), fundamentalmente bosques de pinares y robledales. La presencia de polen de *Cerealia* próximo a 3050 años BP, indica la aparición de la agriculturización del territorio con un aumento progresivo hasta el final del espectro polínico. En la zona polínica 9 se muestra una disminución de AP, fundamentalmente de los robledales, paralelo a un aumento en los taxones herbáceos.

Esta secuencia, junto a Lleguna, sugiere unos paisajes abiertos en la región de Sanabria en torno a 12.000 años BP, dominados por herbáceas, arbustos y pequeñas áreas boscosas de pino. Los robledales y pinares irán colonizando las zonas más bajas de la Sierra Segundera a medida que las condiciones climáticas son más favorables ya en el Holoceno. Sin embargo, los pinares comienzan a disminuir significativamente en torno a 4000 años BP, fundamentalmente por factores climáticos que favorecieron la expansión de los caducifolios, aunque la presencia de bioindicadores como *Cerealia*, podrían justificar una presión antrópica sobre la masa forestal.

SAN 235

El estudio paleoambiental del lago de Sanabria se llevó a cabo sobre un conjunto de seis sondeos sedimentológicos (Luque 2003), si bien el análisis polínico se ha realizado sobre el registro SAN 235 (Fig. 412 y 419), realizado en la cubeta este del lago y recuperándose 235 cm de potencia de sedimentos limo-arcillosos masivos oscuros ricos en materia orgánica.

El modelo cronológico de la secuencia se ha construido a partir de la correlación de los diversos sondeos donde se han obtenido cronologías absolutas mediante análisis ^{14}C , Pb-210 y Cs-137 (Luque 2003, Julià *et al.* 2007) (Tabla 100). En los centímetros superiores de los sondeos se ha identificado un nivel terrígeno (TSE) depositado en el lago a consecuencia de la rotura de la presa de Vega de Tena en 1959, que causó una importante inundación (Julià & Luque 2006). En la base del sondeo SAN235 se dispone de una datación ^{14}C (Tabla 100). Por otra parte, los estudios sedimentológicos han permitido establecer correlaciones entre los sondeos extraídos del lago (Luque 2003), concretamente se ha establecido la correlación entre los sondeos SAN235 y SAN135 (Julià *et al.* 2007). En este último registro, se dispone de tres dataciones C14 por lo que, en base a la citada correlación sedimentológica, es posible extrapolar estas cronologías al sondeo SAN235 del que se dispone del estudio polínico (Julià *et al.* 2007).

Este diagrama polínico (Fig. 419) forma parte de un estudio paleoambiental y paleoclimático del lago que comprende detallados análisis sedimentológicos, así como análisis de diatomeas del registro SAN135 (Luque 2003, Julià *et al.* 2007).

La secuencia polínica (que cubre los últimos 2500 años) no evidencia grandes cambios en la composición de la vegetación del sector. Los bosques están dominados por *Quercus* caducifolios y *Betula*, con una presencia menor pero siempre constante de *Pinus*, *Quercus* perennifolios, *Corylus*, *Fraxinus*, *Alnus* y *Taxus*. Las ericáceas y poáceas están también representadas en toda la secuencia. Sin embargo, el diagrama registra oscilaciones en los valores relativos de estos taxones, que tienen una significancia desde el punto de vista paleoclimático.

La secuencia polínica SAN235 presenta una zona inferior (SAN235-D), entre 450 años cal. BC y 180 años cal. AD, caracterizada por una menor presencia de los taxones arbóreos y una mayor representación de *Taxus* y de taxones herbáceos como Poaceae y *Rumex*. La zona SAN235-C, entre 180 y 950 años cal. AD, pone de manifiesto un incremento de los taxones arbóreos, principalmente de *Quercus* caducifolios y *Betula*, así como un ligero incremento de ericáceas, y entre ellas, *Calluna vulgaris*. Los valores de Poaceae y *Rumex* descienden en esta fase y *Plantago lanceolata* aumenta. Cabe destacar, también, los incrementos de *Castanea* y Cerealía, que manifiestan un cierto desarrollo agrícola en el entorno del lago. La subzona SAN235-B2, entre 950 y 1580 años cal. AD, representa un nuevo período de retracción forestal y extensión de Poaceae. Destaca ahora una presencia más continua de *Fagus* e *Ilex aquifolium*, así como una reducción de *Calluna*. En el conjunto de taxones herbáceos, se aprecia un incremento o presencia de posibles apófitos (*Plantago lanceolata*, *P. coronopus* t., *Rumex*, Rubiaceae y Chenopodiaceae). La reducción de *Isoetes lacustres* pone de manifiesto cambios limnológicos en el lago. La subzona SAN235-

B1, entre 1580 y 1930 años cal. AD, representa una breve fase de regeneración forestal, principalmente de *Quercus* tipo caducifolio y *Betula*, con un ligero aumento de *Corylus* y *Ulmus*. En este momento, Ericaceae y los taxones cultivados declinan. Algunos apófitos mantienen valores similares a la subfase anterior (*Plantago lanceolata* y *Rumex*), si bien se constata ahora la presencia de Brassicaceae, *Centaurea solstitialis* y *Corrigiola*. La zona final SAN235-A, desde 1930 hasta la actualidad, es una nueva fase de deforestación con extensión de taxones arbustivos (ericáceas), herbáceos (Poaceae) y, sobretodo, de apófitos (*Plantago lanceolata* y *Rumex*) y cultivos (*Castanea*, *Olea*, *Vitis*, *Juglans*, Cerealía y *Secale*) que ponen de manifiesto una fase de expansión agrícola.

Los cambios polínicos en esta secuencia han sido correlacionados con *proxies* paleoclimáticos procedentes de estudios sedimentológicos y algales del sondeo SAN135. Concretamente, parámetros como el tamaño de grano del sedimento (TOC), contenido en fósforo y nitrógeno, composición de las poblaciones de diatomeas y su concentración en el sedimento permiten identificar cambios paleoclimáticos (Julià *et al.* 2007). Estas correlaciones han permitido establecer que la fase de alta cubierta forestal y elevados valores de *Isoetes* de la zona SAN235-C se corresponde con un período de alta productividad del lago asociado a los períodos más cálidos tardorromano y medieval (Julià *et al.* 2007). En esta fase, el aumento de temperatura habría permitido el ascenso altitudinal de los bosques, hecho que explicaría la reducción de los prados de alta montaña y, por tanto, la reducción de Poaceae. La reducción forestal y extensión de Poaceae de la zona SAN235-B2 coincide con un período de menor productividad lacustre, asociado a un descenso de las temperaturas a partir de 1200 años cal. AD que habría producido un descenso de la línea superior del bosque. La recuperación térmica, de productividad y forestal (SAN235-B1) se iniciará a partir de 1580 años cal. AD. Estas constataciones ponen en evidencia que la fase más fría de la Pequeña Edad del Hielo se produjo en esta zona entre c. 1300 y 1600 años cal. AD.

Estas correlaciones entre *proxies* en la mitad superior del diagrama polínico SAN235 permiten apuntar también el predominio de condiciones más frías para la zona SAN235-A (entre 450 años cal. BC y 180 años cal. AD), que habría tenido como consecuencia un descenso de la línea del bosque. El ascenso altitudinal de los bosques perennifolios y caducifolios a partir de 180 años cal. AD (zona SAN235-C) pone de manifiesto una tendencia climática a condiciones más cálidas, coincidente con lo que se ha denominado la fase cálida del período romano.

Más información

Menéndez-Amor & Florzchutz (1961), Hannon (1985), Watts (1986), Turner & Hannon (1988), Allen *et al.* (1996), Muñoz-Sobrino *et al.* (2004), Julià *et al.* (2007)

LAGUNA DE LA ROYA

Comarca de Sanabria, Porto, Zamora

Tardiglacial-Holoceno (15.510-<1190 años cal. BP)



M.A. MIGUEL LÓPEZ

Figura 420. Laguna de la Roya en la Sierra de la Segundera

La Laguna de la Roya ($42^{\circ} 08' 02''$ N, $06^{\circ} 47' 28''$ O; 1608 m s.n.m.) pertenece al conjunto de depósitos lacustres de origen glacial localizado en la comarca zamorana de Sanabria. Con una superficie de 15 ha, se trata de una laguna de pequeño tamaño que se extiende sobre la altiplanicie situada en la convergencia de las Sierras de Cabrera y de la Segundera. El contexto sedimentario subyacente a la laguna está constituido principalmente por capas turbosas sobre roca madre granítica. La zona donde se localiza se caracteriza por un clima atlántico frecuentado por sistemas frontales procedentes del norte que alimentan el régimen de precipitaciones. La temperatura media anual se sitúa en torno a 9° C. En la actualidad, la vegetación está fundamentalmente constituida por matorrales de *Cytisus scoparius* y *Genista florida* acompañados de otras genisteas, ericáceas, cistáceas y enebros. Las principales formaciones arbóreas son de *Quercus pyrenaica*.

En menor proporción y de forma dispersa se observan bosquetes mixtos de *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Ilex aquifolium* y *Taxus baccata*. En zonas riparias es frecuente la presencia de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus angustifolia*.

Los resultados derivados del estudio palinológico (Allen *et al.* 1996) proporcionan una secuencia temporal cuyo inicio se sitúa en el Interstadial Tardiglacial, llegando hasta la actualidad. La estratigrafía polínica permite diferenciar seis zonas. La más antigua (LR1), se sitúa entre 14.559 y 12.940 años BP, intervalo en el que *Pinus* junto con *Artemisia* y Poaceae constituyen los taxones más abundantes, seguidos de *Juniperus* y Chenopodiaceae. A lo largo de esta fase se observan porcentajes de polen arbóreo por debajo del 40%. De forma puntual, se detecta la presencia de *Corylus*, *Alnus*, *Castanea*, *Taxus* y *Salix*. En la fase siguiente (LR2) (12.940-10.732 años BP) aumenta la cobertura arbórea,

Muestra	Prof. (cm)	Material	Años BP	Años cal. BP	Método
12613	90-94	Briófitos (<i>Sphagnum</i> spp.)	1260 ± 60	1190	AMS
12614	122-126	Briófitos (<i>Sphagnum</i> spp.)	1690 ± 70	1620	AMS
12615	252-256	Briófitos (<i>Sphagnum</i> spp.)	3670 ± 60	4010	AMS
12616	420-424	Briófitos (<i>Sphagnum</i> spp.)	5230 ± 50	6030	AMS
12617	698-702	Briófitos (indefinido)	10.290 ± 60	12.140	AMS
12618	770-774	Briófitos (indefinido)	12.940 ± 60	15.510	AMS

Tabla 101. Datos de radiocarbono de la Laguna de la Roya (Allen *et al.* 1996)

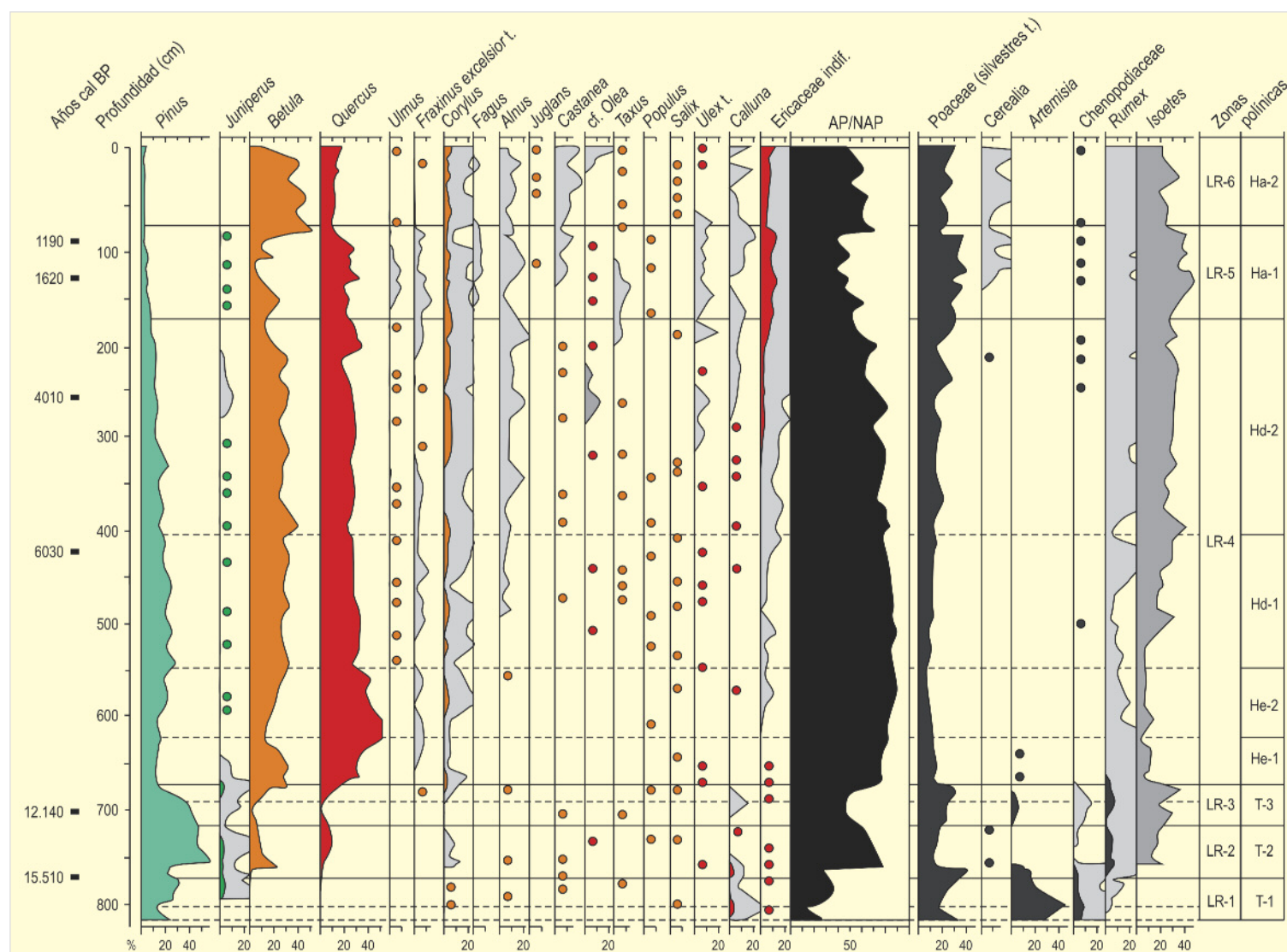


Figura 421. Diagrama polínico de la Laguna de la Roya. Redibujado de Allen *et al.* (1996)

alcanzándose valores de AP próximos al 80%. *Pinus* alcanza un máximo cercano al 60% y se acompaña de la expansión de *Betula* y *Quercus*. El olivo hace su primera aparición, simultánea a la de *Populus* y aumenta la presencia de *Corylus*. Con respecto a las comunidades herbáceas son las gramíneas junto a *Rumex*, los componentes principales. Se detecta también la presencia de esporas de *Isoetes*.

La tercera fase (LR3) (10.732-9853 años BP) se ha correlacionado con el Dryas reciente. A lo largo de este período se registra un descenso continuo en el porcentaje de pino. Se produce también una caída en *Betula* y *Quercus* hasta alcanzar valores mínimos en 10.217 años BP. Superada esta fecha comienzan una recuperación, algo más acusada en el caso de *Quercus*. El paisaje se encuentra ahora fundamentalmente dominado por gramíneas. Tras esta xerofitización eventual, el comienzo del Holoceno (LR4) (9853 años BP) aparece marcado por un cambio brusco en la abundancia relativa de polen de *Quercus* y *Pinus*, que registran tendencias opuestas. El abedul muestra una curva similar a la de *Quercus* y se detecta una pequeña subida en los porcentajes de avellano y de enebro. Durante los dos primeros tercios del Holoceno, el

porcentaje de polen arbóreo se mantiene por encima del 60% siendo las quercíneas y abedules los componentes mayoritarios. Es durante esta fase cuando los mesófitos comienzan a adquirir mayor protagonismo.

Entre 2726 y 1232 años BP (LR5) se percibe un retroceso del abedul y del pino, mientras que las quercíneas mantienen su extensión. Al mismo tiempo, aumenta *Castanea* y aparecen *Fagus* y *Juglans*. El paisaje se hace más heliofítico, con prevalencia de brezos y gramíneas. En una fase ulterior, la proporción de polen arbóreo asciende, pero ahora se incrementan los abedules. Es importante resaltar la presencia de polen de cereal antes de 10.290 años BP aunque no es hasta el último tercio del Holoceno cuando aparece de forma constante, y siempre por debajo del 5%, es entonces, cuando podría considerarse como un indicador del establecimiento de actividades agrícolas en la región.

Más información

Allen *et al.* (1996)

PUERTO DE LEITARIEGOS

Cordillera Cantábrica, Villablino, León

Tardiglacial-Holoceno (> 13.733-< 9846 años cal. BP)



J. GAGO SANDOVAL

Figura 422. Peña Orniz (Somiedo), en el límite de provincia entre León y Asturias en plena Cordillera Cantábrica

La turbera del Puerto de Leitariegos ($42^{\circ} 59' 44''$ N, $06^{\circ} 24' 44''$ O) se encuentra a unos 1700 m en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica, en la frontera entre las provincias de León y Asturias, bajo un ombroclima hiperhúmedo. El sistema turfófilo se localiza en una depresión sobre un sustrato silíceo comúnmente encharcado en el que abundan *Sphagnum*, *Carex*, *Polytrichum*, *Potentilla* y *Caltha palustris*. La vegetación circundante es un abedul de *Betula alba*, aunque la mayor parte de esta zona montañosa está aclarada, por lo que es común encontrar piornales (*Genista obtusiramea*, *Genista florida* y *Cytisus scoparius*) y brezales (*Erica australis* y *Daboecia cantabrica*), así como prados

dedicados a actividades ganaderas. A menor altitud, encontramos hayedos y quercíneas (*Quercus robur*, *Quercus petraea* y *Quercus pyrenaica*), junto con tilos (*Tilia platyphyllos* y *Tilia cordata*), fresnos (*Fraxinus excelsior*) y arces (*Acer campestre*).

El estudio palinológico ha sido completado por García-Rovés (2007), después de algunos resultados preliminares (García-Rovés *et al.* 2001, Fombella-Blanco *et al.* 2003), sobre una sección de 4,65 cm donde los 160 superiores corresponden a turba en la que se intercalan distintos niveles de naturaleza herbácea, briofítica y leñosa. Por debajo de esa profundidad el sedimento se corresponde con limos

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2 σ)	Años cal. BP	Método
Beta-154637	415	11.870 \pm 80	10.160-9555	9846	convencional
Beta-143291	235-240	8970 \pm 110	13.916-13.496	13.733	convencional

Tabla 102. Dataciones radiocarbónicas de la turbera del Puerto de Leitariegos (León). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

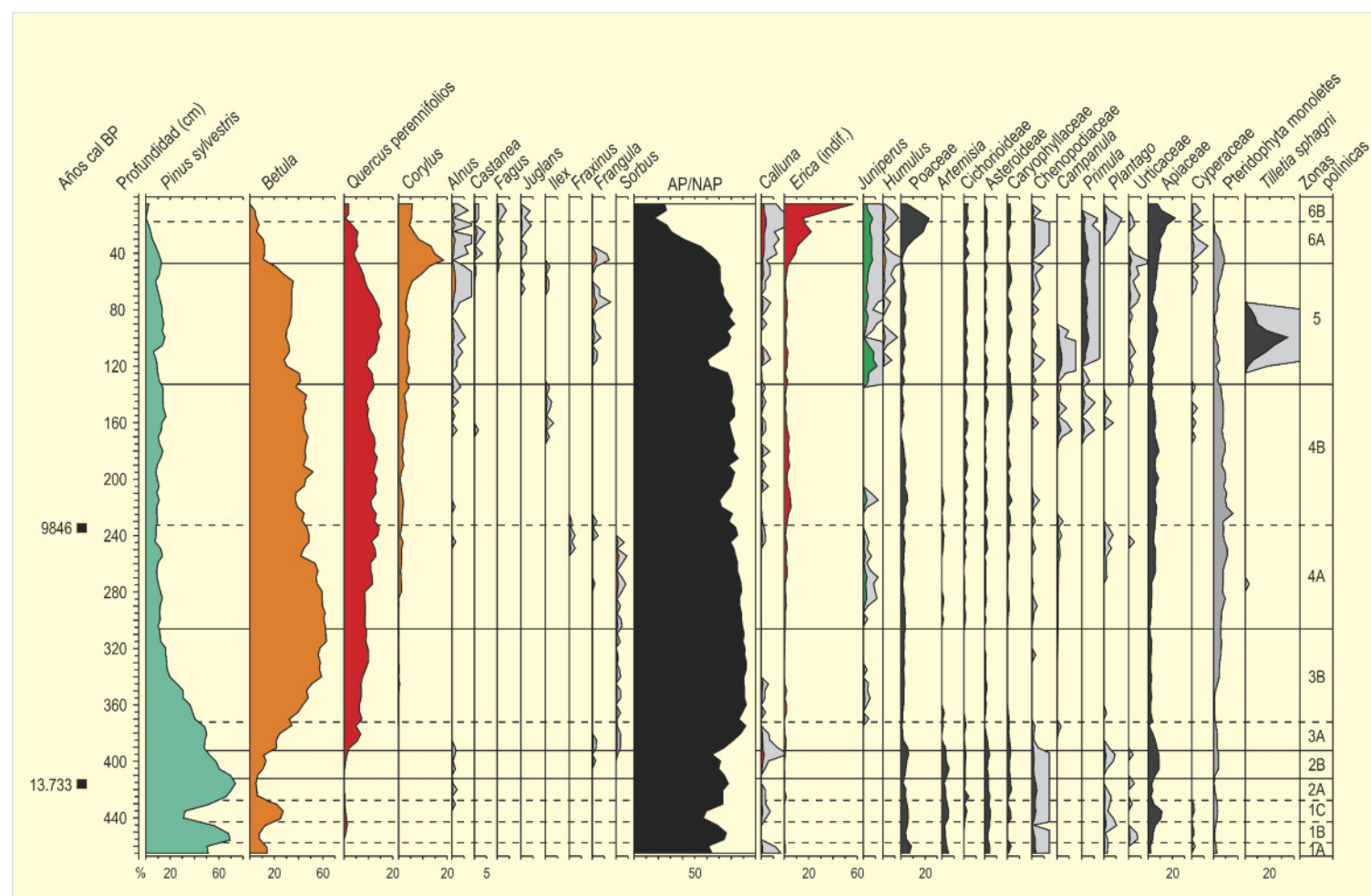


Figura 423. Diagrama polínico sintético del Puerto de Leitariegos. Redibujado de García-Rovés (2007)

arcillosos grisáceos, hecho que pone de manifiesto el paso de un sistema más o menos lacustre (como muestran los espectros de distintos tipos algales) a uno turboso y con presencia de *Tilletia sphagni*. Desafortunadamente, sólo hay dos dataciones radiocarbónicas (Tabla 102), por lo que la cronología es imprecisa para la mayor parte de los cambios. El registro abarcaría desde hace más de 14.000 años hasta la actualidad, y no es complicado inferir las típicas fases del Tardiglacial y Holoceno regional.

Como en otros registros montañosos de las montañas cántabras, se observa la importancia relativa de los pinares durante el final del Pleistoceno (seguramente *Pinus sylvestris*, aunque sin descartar la contribución de *Pinus uncinata*). Durante el Interestadio Tardiglacial, el pinar se retrae en favor de *Betula* y de las quercíneas. El Dryas reciente supone que los caducifolios pierden importancia y, de nuevo, *Pinus* es el representante arbóreo mayoritario. En general, el Tardiglacial se caracteriza por *Artemisia*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae* y *Caryophyllaceae*. Aun así, las condiciones climáticas no debieron de ser muy extremas ya que los porcentajes arbóreos superan el 50% tanto en las fases frías como más templadas, y se observan indicadores lacustres como *Pediastrum* y *Spirogyra*, siendo también importantes como indicadores de humedad en la zona las esporas de *Isoetes* y *Cryptogramma*.

Durante el Holoceno inicial tiene lugar la expansión de *Betula*, *Quercus caducifolios* y *Corylus*. El Holoceno medio se caracteriza por el mantenimiento de las formaciones boscosas desarrolladas durante los inicios del Holoceno, aunque ciertas características apuntan hacia un descenso de la humedad que probablemente estuvo mediado más por el incremento de las temperaturas y una mayor evapotranspiración que por una menor pluviosidad. En esta secuencia se observa el desarrollo de *Juniperus* junto con indicadores de una disminución de la lámina de agua del sistema lacustre hasta su completa colmatación. Esta propició el comienzo de la deposición de turba, tal y como indica *Tilletia sphagni*.

El último tercio del Holoceno está marcado por una regresión arbórea, que afectó sobre todo al abedul y al roble, relacionada con la actividad antrópica. La deforestación es sincrónica con la aparición de *Cerealia*, *Plantago*, *Asteraceae*, *Poaceae* y *Urticaceae*, además de con la matorralización (*Erica* y *Calluna*). Estas transformaciones también están relacionadas con una mayor presencia de *Castanea*, *Juglans* y *Fagus*.

Más información

García-Rovés *et al.* (2001), Fombella-Blanco *et al.* (2003), García-Rovés (2007)

DOLINA DE POLVOREDO

Valle del Valdeburón, Burón, León

Pleistoceno superior-Holoceno (21.000 años BP-actualidad)



V. RELLOSO MENDIVE

Figura 424. Parque Regional de los Picos de Europa



A. DIEZ GONZÁLEZ

Figura 425. Circo glaciar del Mampodre próximo a Polvoreda (Picos de Europa)

La turbera de la Dolina de Polvoreda ($43^{\circ} 03' N$, $05^{\circ} 05' O$) se localiza a unos 1500 m s.n.m., en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica en el valle de Valdeburón (Fig. 424). Este valle se incluye dentro del Parque Regional de los Picos de Europa, al noroeste de la provincia de León. La zona está ubicada en la denominada Unidad del Ponga y se asienta sobre materiales carboníferos. Bordeando el depósito afloran calizas negras.

La existencia de glacialismo en el entorno de la dolina queda patente con la presencia de pequeños circos que presentan diversas zonas de sobreexcavación glacial. El ombroclima de esta parte de la Cordillera Cantábrica es hiperhúmedo, siendo la vegetación dominante formaciones de *Fagus sylvatica*, aunque también son importantes los robledales (*Quercus robur* y *Quercus petraea*) y algunas pequeñas poblaciones de tejo, acebo y enebro.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP 2σ	Años cal. BP	Método
Beta-211202	45-50	4740 ± 40	5586-5326	5493	AMS
Beta-218377	75-80	10.500 ± 40	12.691-12.242	12.514	AMS
Beta-208785	100-105	15.110 ± 60	18.697- 18.106	18.520	AMS

Tabla 103. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de la Dolina de Polvoreda (León). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

El análisis palinológico de este registro (Fig. 426) ha sido realizado por García-Rovés (2007). El testigo recogido en la dolina tenía una profundidad de 115 cm, en donde se estudiaron muestras cada 5 cm. En la columna estratigráfica se diferenciaron tres niveles distintos, siendo el primero de ellos (0-30 cm) un nivel de turba herbácea de color oscuro con abundantes restos vegetales. Los dos siguientes niveles (30-85 cm y 85-115 cm) se corresponden con capas limo-arcillosas de color gris claro y escasos fragmentos vegetales, siendo los 30 cm más profundos un nivel en el que el contenido orgánico es menor, la cantidad de arcilla mayor y el grano más fino. Para esta secuencia se efectuaron tres dataciones radiocarbónicas (Tabla 103), siendo la más basal de unos 18.500 años de antigüedad a 100-105 cm.

La importancia de este depósito radica en su antigüedad (considerando las dataciones y, mediante una extrapolación lineal, la base del sondeo se situaría en torno a 20.900 años BP), si bien su escasa potencia indica una tasa de sedimentación muy baja que, junto con las pocas muestras estudiadas, no posibilita un estudio de alta resolución para los importantes eventos climáticos desde el Último Máximo Glacial. Por lo tanto, la secuencia polínica de la Dolina de Polvoredos, en la que se han identificado 7 zonas polínicas, alcanza una cronología desde hace casi 21.000 años hasta la actualidad, comprendiendo el final del Último Máximo Glacial, el Tardiglacial y el Holoceno, aunque con falta de precisión cronológica (Fig. 426).

Durante el final del Pleistoceno (zonas 1-4) se observan varios episodios climáticos diferentes, que podrían relacionarse con los encontrados en otras secuencias europeas, pero lo más interesante es que durante toda esta fase anterior al Holoceno se detecta la presencia de taxones mesófilos (*Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Salix*, *Populus*, *Alnus* y *Fagus*), que corroboran la existencia de refugios incluso durante las etapas menos favorables.

Siguiendo la interpretación de la autora, en la zona 1 del diagrama se observa un paisaje más o menos abierto (65-55% de polen no arbóreo) dominado por Poaceae y *Artemisia*, junto con la presencia de *Juniperus* y *Erica*, aunque no dejarían de ser importantes las formaciones de *Pinus sylvestris*. Estas condiciones se correlacionan con la acumulación de agua en este depósito, desembocando en la formación de un entorno de características lacustres, tal y como apuntan el desarrollo de comunidades algales (*Pediastrum*) y de taxones hidrohigrófilos (Cyperaceae, Juncaceae y *Typha*).

Las zonas 2, 3 y 4 corresponderían con el Tardiglacial, y presumiblemente, abarcarían los periodos climáticos Dryas I, Interestadio Tardiglacial y Dryas reciente. Las fases menos favorables climáticamente del Dryas I y el Dryas reciente se caracterizan por: (a) la reducción del componente arbóreo (sobre todo de *Pinus sylvestris*) y el consiguiente aumento del herbáceo (65-70% de polen no arbóreo), (b) entre el componente herbáceo destaca la elevada presencia de taxones estépico como Chenopodiaceae y, sobre todo, de *Artemisia*, que llega a alcanzar valores del 40%, y (c) reducción de los valores de las hidrohigrófilas Cyperaceae, Juncaceae y *Typha*. Por el contrario, durante el Interestadio Tardiglacial se observa el patrón inverso, ya que se produce el desarrollo de la vegetación arbórea (*Pinus sylvestris* y *Betula* principalmente, aunque también *Quercus caducifolia* y *Corylus*) y arbustiva (*Juniperus* y *Calluna*), el notable descenso de los valores de los taxones estépico y el aumento de los porcentajes de plantas hidrohigrófilas.

Tras la fría y árida fase del Dryas reciente (zona 4), que finaliza el Pleistoceno, se poseen datos para todo el Holoceno (zonas 5-7). Este periodo se inicia con la rápida expansión de las formaciones arbóreas, formadas mayoritariamente por *Pinus sylvestris*, *Betula*, *Corylus* y *Quercus caducifolia*. Junto con este elenco arbóreo aparecen, además, *Fagus*, *Alnus* y *Ulmus* que junto con la expansión de plantas hidrohigrófilas indican la típica mejora climática asociada al Holoceno.

La escasa potencia del registro, junto con que sólo hay una datación para la zona holocena, hace difícil poder establecer cronologías concretas para los cambios que se observan. Estos cambios son: (a) tras la expansión arbórea se detecta una regresión forestal de, sobre todo, pinos y avellanos desde hace unos 5000 años y que continúa hasta la actualidad, (b) esta regresión probablemente esté relacionada con el impacto humano, ya que se detecta mayor presencia de taxones favorecidos por las actividades antropogénicas como *Fagus*, *Juglans* y *Castanea* y (c) se produce una matorralización con la instalación del tojal-brezal.

En relación con el tipo de sedimento, se observa que el depósito lacustre formado a finales del Pleistoceno se convierte en una turbera durante el Holoceno final (zona 7). Este hecho podría estar relacionado con un cambio en la escorrentía superficial derivado de la deforestación detectada desde mediados del Holoceno.

Más información

García-Rovés (2007)

TURBERA DE LA PIEDRA

Basconcillos del Tozo, Burgos

Tardiglacial-Holoceno final (14.380-<8280 años cal. BP)



R. MELGAR PARRILLA

Figura 427. Vista aérea de la localidad de La Piedra

Se trata de una turbera localizada en las inmediaciones de la localidad de La Piedra, (42° 38' 00" N, 03° 52' 45" O; 950 m s.n.m.) perteneciente al municipio de Basconcillos del Tozo (Burgos) (Figs. 427 y 428).

El clima de la zona es de tipo continental, con inviernos muy fríos y veranos secos, lo que determina la existencia de una cobertura vegetal adaptada a esa continentalidad. El entorno de la turbera está actualmente muy deforestado, apareciendo únicamente formaciones arbóreas en las riberas fluviales. La vegetación no leñosa está representada por carrizales de *Phragmites australis*, bien adaptados a los contextos húmedos.

El estudio polínico fue realizado por Muñoz-Sobrino *et al.* (1996) a partir de sedimentos de un único testigo extraído mediante sonda mecánica. La parte inferior presenta una capa caracterizada por la acumulación de margas y arenas silíceas. Por encima (235-160 cm) se sitúa un nivel limo-arcilloso con gravas y guijarros, al que sucede una capa de turba muy evolucionada (160-135 cm). De ahí hasta la superficie, el paquete sedimentario presenta una segunda capa de turba, esta vez poco evolucionada. Además del sondeo mecánico, se recuperaron otros restos leñosos en los niveles inferiores de la turbera.



R. MELGAR PARRILLA

Figura 428. Parajes de Basconcillos del Tozo donde se realizó el estudio de la turbera de La Piedra

Se trata de una interesante secuencia que abarca desde el Tardiglacial hasta el Holoceno final, mostrando los cambios ocurridos en la vegetación en esta zona de la Meseta septentrional ibérica (Fig. 429). En la estratigrafía polínica destaca la zonación en cuatro fases:

La zona polínica 1 (ZPL-1) se caracteriza por el dominio del polen arbóreo frente al herbáceo y arbustivo. Las especies forestales dominantes son *Pinus*, *Betula* y *Juniperus*, junto a las que aparecen otros taxones mesófilos y termófilos como *Quercus perennifolia*, *Q. caducifolia*, *Fagus* y *Castanea*. Este tipo de bosque mixto de coníferas y abedules es frecuente en el noroeste peninsular durante el Tardiglacial, hecho que se ve apoyado por la datación radiocarbónica obtenida en esta zona (13.949-14.592

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Años cal. BP
GrN-21447	155-160	7450 ± 50	8182-8370	8280
GrN-21448	235	12.270 ± 70	13.949-14.592	14.380

Tabla 104. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de la Piedra (Basconcillos del Tozo, Burgos). Calibraciones según Reimer *et al.* (2004) (Calib 5.0, intervalo de probabilidad 95,4). Muñoz-Sobrino *et al.* (1996).

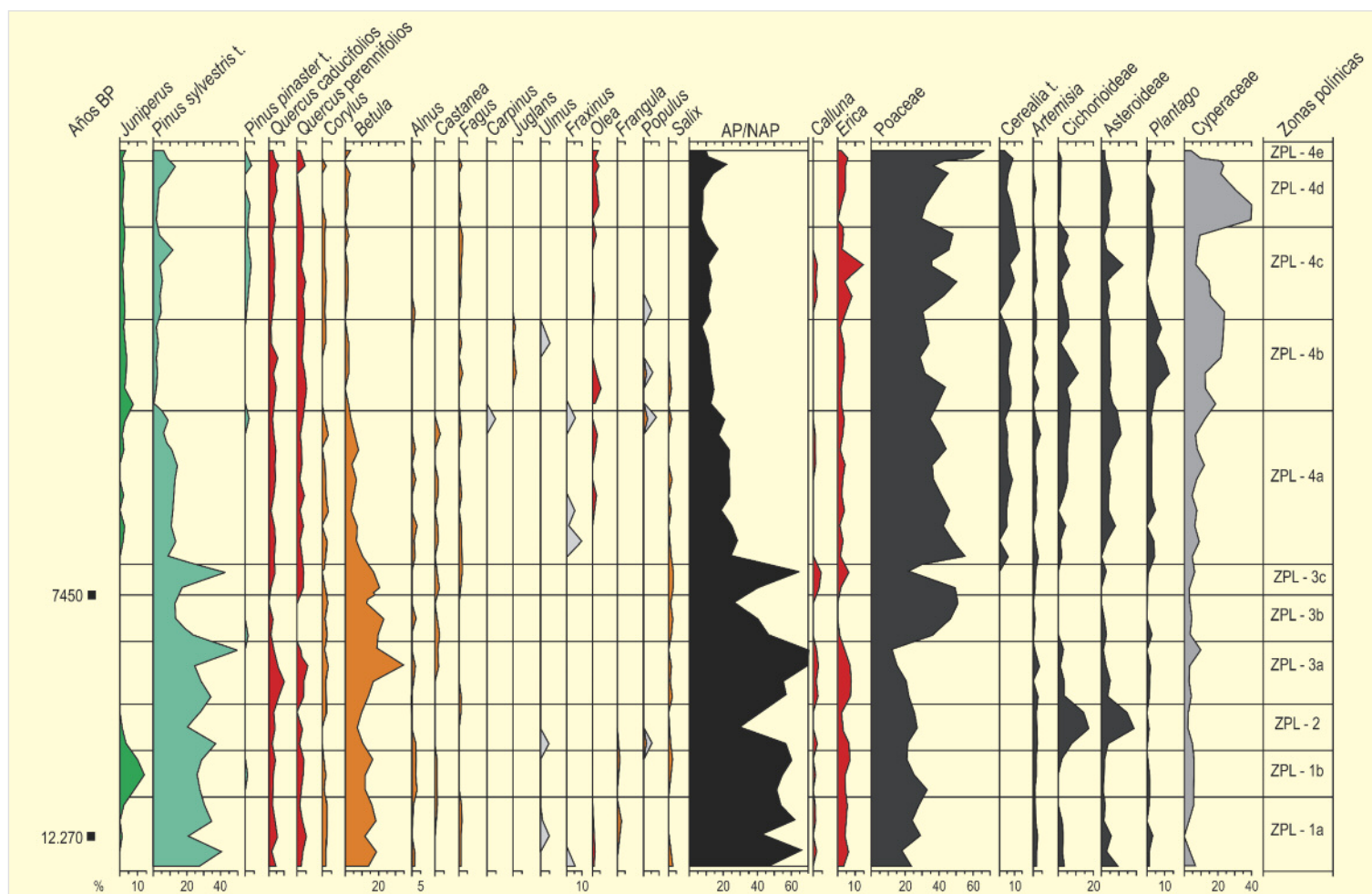


Figura 429. Diagrama polínico de la turbera de La Piedra, Burgos. Redibujado de Muñoz-Sobrino *et al.* (1996)

años cal. BP). Entre las herbáceas y los elementos arbustivos escasamente representados, aparecen Poaceae, Ericaceae, *Calluna*, Cichorioideae y Asteroideae.

El espectro polínico, en la zona polínica 2 (ZPL-2), se caracteriza por un descenso de los valores de polen arbóreo, fundamentalmente *Betula* y *Pinus*, en paralelo al aumento en la representación de las herbáceas, sobre todo Cichorioideae y Asteroideae. La escasez de elementos crioxéricos (*Artemisia*, Chenopodiaceae y *Ephedra*) indica que las precipitaciones no eran abundantes. Esta fase es el reflejo de un momento de empeoramiento del clima, concretamente el Dryas reciente.

La zona polínica 3 presenta tres momentos diferenciados dentro del Holoceno. Una primera fase de dominio arbóreo, concretado por la expansión de *Betula*, *Pinus* y *Quercus*, que alcanzan sus valores máximos en ZPL-3a, junto a los cuales están presentes otros elementos mesotermófilos, indicando una evidente mejoría climática. A esta fase sucede otra de deforestación acusada (ZPL-3b, 8182-8370 años cal. BP), en la que las gramíneas alcanzan valores cercanos al 40 %, sustituyendo los espacios abiertos a los bosques. Por último, en la ZPL-3c, se produce la recuperación de la cubierta

forestal, de nuevo protagonizada por *Betula*, y *Pinus*, indicando la restitución del bosque original.

Tras un hiato sedimentario que abarcaría desde mediados del período Atlántico a inicios de Subatlántico, se sitúa la zona polínica 4 (ZPL-4), relacionada con el Holoceno final. Tiene como principal característica el comienzo de la curva de cereal. Las prácticas agrícolas desarrolladas suponen la definitiva regresión del bosque existente, así como el desarrollo de formaciones herbáceas y arbustivas de Poaceae, *Plantago*, Cichorioideae, Asteroideae, *Erica* y *Juniperus*.

Además del registro polínico, en la turbera de La Piedra se recogieron fragmentos leñosos de gran tamaño, situados en los niveles inferiores del depósito, correspondientes al Tardiglacial. Pertenecen a troncos, tocones con raíces y ramas de *Pinus*, *Betula* y *Juniperus*, sin existir un recuento cuantitativo de estas identificaciones.

Más información

Muñoz-Sobrino *et al.* (1996)

CAMPORREDONDO

Meseta norte, Camporredondo, Valladolid
Holoceno (11.249-1630 años cal. BP)



Figura 430. Pinar de pino piñonero (*Pinus pinea*) sobre arenas en los parajes de Camporredondo, Valladolid

El sondeo se localiza en la Meseta norte, muy próximo a la localidad vallisoletana de Camporredondo (41° 27' 34" N, 04° 32' 40" O; 800 m s.n.m.). Se trata de una zona lacustre colmatada próxima al río Masegar, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Duero.

El área se encuadra dentro del clima mediterráneo con marcado carácter continental. La temperatura media es de 12 °C y la precipitación media anual de 442 mm en la cercana Valladolid. Geológicamente la zona esta constituida por materiales terciarios (margas, yesos, arcillas y calizas) cubiertos por mantos de arena cuaternarios. El sondeo se incluye dentro del área de estas arenas, conocida como Tierra de Pinares, aunque en una posición marginal próxima a los páramos calizos.

La vegetación que se desarrolla en sus inmediaciones está constituida por pinares de *Pinus pinaster* y *P. pinea* sobre los mantos de arena. En materiales calizos son frecuentes *Quercus faginea* y *Q. ilex* subsp. *ballota* y, de forma dispersa, otros árboles como *Juniperus communis* subsp. *communis*, *J. thurifera* o *Pinus nigra*. Entre los arbustos o matas destacan *Cytisus scoparius*, *Genista scorpius*, *Cistus laurifolius*, *Lavandula pedunculata*, *L. latifolia*, *Thymus mastichina*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Lithodora fruticosa* y *Santolina rosmarinifolia*.

El testigo estudiado palinológicamente alcanza los 240 cm de profundidad, de los cuales los 15 cm superiores no pudieron ser analizados y los 32 cm basales resultaron polínicamente estériles. La secuencia polínica muestra la dinámica de la vegetación de prácticamente todo el Holoceno, salvo los aproximadamente 1500 últimos años (Tabla 105).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
GrA-18310	17-18	1720 ± 45	1630	sedimento orgánico	AMS
Beta-267418	55-56	4040 ± 40	4513	sedimento orgánico	AMS
Beta-267419	87-88	7520 ± 50	8343	sedimento orgánico	AMS
GrA-22736	107-108	8300 ± 50	9317	sedimento orgánico	AMS
GrA-22735	155-156	9710 ± 60	11.135	sedimento orgánico	AMS
GrA-18311	225-226	9840 ± 60	11.249	sedimento orgánico	AMS

Tabla 105. Cronología de radiocarbono de la secuencia polínica de Camporredondo. García-Antón *et al.* (2011)

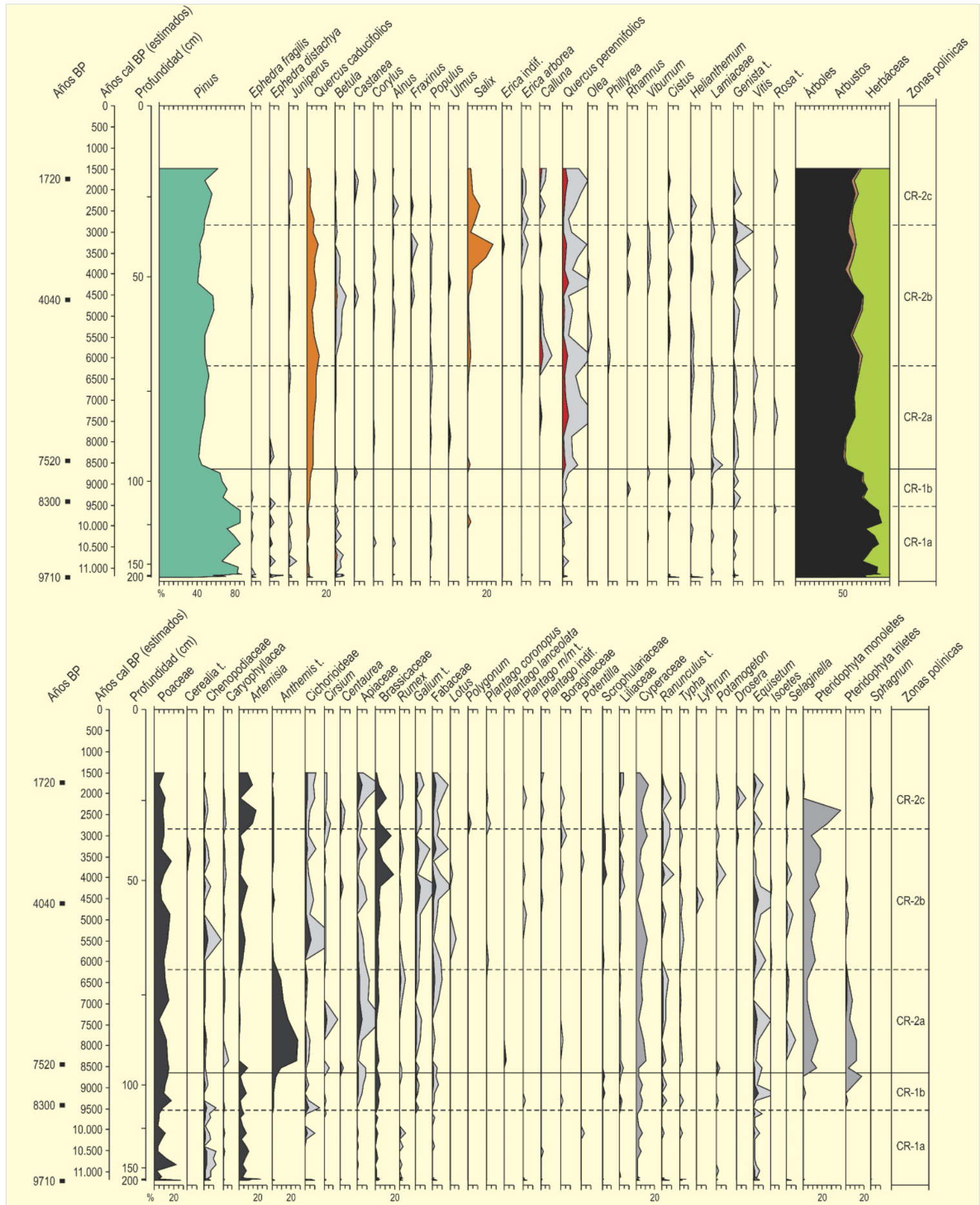


Figura 431. Diagrama polínico de Camporredondo. Redibujado de García-Antón *et al.* (2011)



PAUL SMITH

Figura 432. Cultivos de cereal y pinares mixtos de pino piñonero (*Pinus pinea*) y pino resinero (*Pinus pinaster*) en Camporredondo

El registro polínico (Fig. 431) muestra durante el Holoceno la dominancia de los pinares respecto al resto de taxones arbóreos (*Quercus*, *Salix*, *Betula* y *Juniperus*). Las variaciones en la proporción de estos taxones con otras especies leñosas (*Ephedra*, *Ericaceae*, *Cistaceae* y *Genista*) y herbáceas permiten establecer dos zonas polínicas.

El inicio del Holoceno (11.213-8635 años cal. BP, zona CR-1) destaca por su alta representación de polen arbóreo (85-66%), donde los pinos, con valores entre un 80 y un 71%, dominan el paisaje. Probablemente *P. sylvestris* y *P. nigra*, especies más adaptadas a climas fríos, fueron las especies dominantes de estos bosques. Algunos rodales de estas especies aún persisten en las proximidades y testimonios fósiles cercanos, como macrorrestos en la segunda mitad del Holoceno (Rubiales *et al.* 2010), muestran su continuidad en el tiempo.

Durante el Holoceno medio y tardío (8635-1478 años cal. BP, zona CR-2) el paisaje, aún siendo forestal, reduce su representación en árboles (50-60%). Aunque las frondosas (fundamentalmente especies caducifolias y perennifolias de *Quercus*) incrementan progresivamente su presencia, los pinos siguen siendo los taxones dominantes (45-50%). Probablemente en estos pinares estén más representados los pinos más termófilos, como los presentes actualmente en la zona. Este cambio tan temprano difícilmente puede atribuirse a la actividad antrópica. Los taxones

arvenses y ruderales incrementan sus porcentajes a partir de hace unos 6000 años y hay presencia de *Cerealia* hace unos 3000 años. Las comunidades higrofiticas como *Salix*, junto con otras plantas de medios húmedos, empiezan a ser significativas desde hace 4500 años.

Lo más característico de esta secuencia es el descenso del bosque hace unos 8300 años, manteniéndose durante el resto del Holoceno, al menos hasta el final del registro hace unos 1500 años. El ecosistema forestal no vuelve a recuperar su extensión inicial ni siquiera por el incremento de los valores de *Quercus*. Otras secuencias holocenas en la Meseta como El Carrizal (Franco-Múgica *et al.* 2005) o Espinosa de Cerrato (Franco-Múgica *et al.* 2001) muestran en este tramo bosques densamente forestados. El primero de ellos muestra su continuidad hasta la actualidad, probablemente relacionado con su ubicación más al interior de los mantos de arena, y el segundo con un drástico descenso hace tan sólo 1400 años atribuible a actuaciones antrópicas. No obstante, tanto Camporredondo como las secuencias mencionadas coinciden en la dominancia de los pinares a lo largo del Holoceno, es decir, con la mejoría climática holocena no se produce en ningún caso una sustitución de coníferas por frondosas como ocurre en otros sitios peninsulares o europeos.

Más información

García-Antón *et al.* (2011)

LAS PARDILLAS

Sistema Ibérico, Neila, Burgos
Holoceno (10.516-3436 años cal. BP)



Figura 433. Extracción del sondeo con sonda rusa en la turbera de Las Pardillas

La laguna de Las Pardillas (42° 02' 36" N, 03° 02' 45" E; 1850 m s.n.m.) se ubica en la vertiente nororiental de la Sierra de Neila, en la base del pico Tres Provincias (2049 m) que forma parte del complejo de los picos de Urbión (Sistema Ibérico). Forma parte de un conjunto de lagunas de origen glacial que se distribuyen escalonadas sobre sedimentos morrénicos y a veces comunicadas por arroyos que funcionan como ejes de drenaje. La litología es mayoritariamente ácida y está formada por areniscas, margas y conglomerados silíceos del Jurásico y Cretácico. El yacimiento se ubica en el piso oromediterráneo y la vegetación natural se encuentra formada por bosques de *Pinus sylvestris* (algunos repoblados) con *Juniperus communis* y otras especies de matorral (*Erica arborea*, *E. australis*, *Calluna vulgaris* y *Vaccinium myrtillus*).

El registro obtenido se realizó sobre restos de turba flotante con una sonda rusa, obteniéndose un testigo de 476 cm de longitud. Del registro, los 144 cm superiores correspondían a turba y el resto a sedimentos orgánicos y arcillosos (Sánchez-Goñi & Hannon 1999).

Globalmente, el registro presenta una homogeneidad notable en la distribución y representatividad de los distintos tipos de vegetación (Fig. 434). En la parte basal (LDLP₁-LDLP₂) se recoge una vegetación abierta, con porcentajes de polen arbóreo de alrededor del 50%, dominados por *Pinus* y acompañados por *Juniperus* y elementos estépicos (*Artemisia*, Poaceae y Chenopodiaceae). A partir de 9000 años BP aproximadamente, se produce una expansión en los caducifolios, sobre todo *Quercus* y *Corylus* aunque poco a poco van sucediendo las primeras apariciones de *Taxus*, *Ilex*, *Vitis*, *Hedera* y distintos caducifolios mesófilos (*Ulmus*, *Fraxinus* y *Fagus*). El registro polínico de plantas hidrófilas sugiere también un cambio en el Holoceno medio en el nivel de agua, al incrementarse la cantidad de sumergidas frente a las flotantes. Llama además la atención el protagonismo marcado del género *Pinus* en el conjunto del diagrama (registrado tanto por polen como por macrorrestos) que, a pesar de sufrir ligeras fluctuaciones, siempre se mantiene en porcentajes cercanos al 50%. En la última parte de la secuencia, los taxones arbóreos (con la excepción de *Fagus*, que sufre una clara expansión) experimentan descensos sincrónicos con la estabilización de curvas continuas en *Olea* y Cerealia y picos de microcarbones. Estos indicadores polínicos denotan una actividad antrópica que se intensifica en tiempos romanos.

Los escasos cambios en la vegetación percibidos en la primera mitad del Holoceno parecen claramente controlados por un clima relativamente estable. Aunque las evidencias firmes de actividad antrópica intensa no aparecen hasta aproximadamente 2000 años BP, los posibles cambios climáticos ocurridos durante los últimos 5000 años quedan enmascarados con la señal antrópica, el régimen de incendios y otros factores propios de la interacción entre especies, como desarrollo del fuego y competencia interespecífica.

Más información

Sánchez-Goñi & Hannon (1999)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
SRR-5258	160-168	3220 ± 45	3439
SRR-5259	308-318	6460 ± 45	7370
SRR-5260	403-413	8425 ± 45	9459
SRR-5261	459-469	9310 ± 45	10.516

Tabla 106. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia la laguna de Las Pardillas. Sánchez-Goñi & Hannon (1999)

ESPINOSA DE CERRATO

Valle del río Franco, Espinosa del Cerrato, Palencia
Tardiglacial-Holoceno (11.045-<1265 años cal. BP)



Figura 435. Toma de muestras en Espinosa de Cerrato

Espinosa de Cerrato (41° 57' 24" N, 03° 56' 06" O; 885 m s.n.m.) se encuentra en la provincia de Palencia, en plena cuenca del Duero. La secuencia analizada (Franco-Múgica *et al.* 2001b) procede de un depósito sedimentario localizado en un área pantanosa de 8,8 ha de superficie situada en el valle del río Franco.

La deposición de sucesivas barreras tobáceas en esta zona permitió la acumulación de los niveles orgánicos estudiados. En esta área se recuperó el testigo de 14,1 m de profundidad que ha sido analizado desde el punto de vista palinológico.

En cuanto a la sedimentología, la zona inferior de la columna está constituida por arcillas grisáceas, mientras que el resto es turba con diferente grado de humificación donde aparecen intercalados diversos niveles arcillosos o arenosos. La geomorfología del entorno se encuentra dominada por mesetas (donde la litología dominante son las calizas vallesienses), cuestas (alternancia de arcillas, margas, margo-calizas y yesos) y fondos de valle (rellenos aluviales cuaternarios).

El clima actual es mediterráneo continentalizado con una sequía estival acusada de junio a septiembre, siendo la precipitación media en torno a 400 mm anuales y la temperatura media anual, 11 °C. La vegetación regional natural es escasa y se encuentra muy degradada, pudiéndose encontrar únicamente algunos retazos de encinar, quejigar y sabinar albar.

Durante las zonas EC-1a y EC-1b tiene lugar el dominio claro del polen de pino, con cierta presencia de taxones de áreas abiertas

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-119077	112-113	1360 ± 50	1265	AMS
Beta-119078	280-281	2140 ± 60	2155	AMS
Beta-119079	464-465	3110 ± 60	3308	AMS
Beta-119080	644-645	4050 ± 60	4615	AMS
Beta-119081	1047-1049	8230 ± 60	9214	AMS
Beta-119082	1273	9410 ± 70	10.745	AMS
Beta-74714	1337-1342	9740 ± 100	11.045	convencional

Tabla 107. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Espinosa de Cerrato (Palencia). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% (2σ) (Franco-Múgica *et al.* 2001b)



Figura 437. Uno de los tramos obtenidos en el sondeo de Espinosa de Cerrato

como *Juniperus*, *Poaceae* y *Artemisia*, que disminuyen en la segunda subzona. Tenemos también presencia de estomas de pino.

Durante la zona EC-2 continúa la hegemonía de los pinares, pero también existe cierta representación de *Quercus* caducifolios y perennifolios, avellanos, alisos, olmos, tilos, e incluso algún haya. Siguen presentándose estomas de pino. Al final de esta zona se produce una leve caída en la curva de *Pinus* simultáneamente a un repunte de las gramíneas y *Artemisia*. La zona EC-3 se caracteriza por el descenso en los porcentajes de *Quercus* perennifolios, mientras las gramíneas y ciertos arbustos como los brezos y las genisteas aumentan su representación. Continúa la presencia de estomas de pino.

En la zona EC-4, los pinares continúan dominando y se recuperan los valores de *Quercus*, tanto caducifolios como perennifolios. Las formaciones arbustivas continúan ganando importancia en el paisaje.

En EC-5, *Pinus* experimenta un leve descenso en favor de *Quercus*, *Juniperus* y *Poaceae*. Además el espectro polínico muestra la presencia de polen de cereal desde hace 1500 años BP y por tanto actividad agrícola en el entorno.

Durante la zona EC-6, la cubierta forestal se ve claramente reducida, con un descenso muy acusado de *Pinus* que se traduce en un aumento de los *Quercus* caducifolios y perennifolios. El incremento más espectacular se observa en las curvas de *Artemisia* y *Poaceae*.

Finalmente, durante EC-7 tiene lugar un incremento de arbustos y plantas herbáceas, haciéndose muy frecuentes taxones generalmente asociados a perturbaciones antrópicas como *Chenopodiaceae*, *Rumex*, *Plantago*, *Compositae* y *Brassicaceae*. Las ciperáceas y las gramíneas experimentan una expansión local.

Se aprecia de forma clara la dominancia de pinares a lo largo de todo el Holoceno, manteniéndose los *Quercus* marcescentes y esclerófilos sin sustituir a dichos pinares hasta los últimos 1500 años BP. El modelo de sustitución holocena de los pinares por formaciones de *Quercus* y otros caducifolios descrito para el norte de la Península a semejanza de lo sucedido en Centroeuropa no es aplicable en absoluto a la Meseta castellana. Tampoco se percibe la situación de alternancia o codominancia de *Pinus* y *Quercus* perennifolios que se ha encontrado en algunas secuencias del área mediterránea ibérica, donde no existe un clima con un matiz continental tan acusado.

Las especies de pino que pudieron dar lugar a la señal polínica que recoge el diagrama podrían haber sido *Pinus sylvestris* al inicio del Holoceno, que habría cedido posteriormente el protagonismo en el paisaje a *Pinus nigra* hacia el Holoceno medio.

En cuanto al impacto humano sobre la vegetación, se distinguen tres periodos breves con perturbaciones de pequeña intensidad en torno a 4500, 3000 y 2000 años BP antes del principal episodio deforestador. Éste tuvo lugar a partir de unos 1500 años BP y afectó principalmente a los pinares, que en un breve lapso de tiempo perdieron su papel dominante en el paisaje. Esta situación podría ejemplificar retrocesos en las formaciones de coníferas mesetarias al final del Holoceno como consecuencia de la intensificación de los usos del territorio que han tenido lugar en esta fase.

Más información

Franco-Múgica *et al.* (2001b)

QUINTANA REDONDA

Quintana Redonda, Soria

Holoceno (10.962-7610 años cal. BP)



Figura 438. Parajes de Quintana Redonda

En la vega del río Izana, en las proximidades de la localidad soriana de Quintana Redonda (41° 38' N, 02° 36' O; 1000 m s.n.m.) se localiza un depósito higróturboso fosilizado que ha quedado al descubierto por la erosión del río. Este depósito se corresponde con una banda orgánica que reposa sobre materiales detríticos paleógenos (conglomerados y areniscas) y en su parte superior está sellado por un nivel de materiales detríticos aluviales de unos 2 m de espesor. El nivel higróturboso procede de la vegetación higrófito de antiguas zonas encharcadas o palustres y tiene un espesor variable que en algunos puntos puede alcanzar hasta los 3 m. En él se han encontrado macrorrestos vegetales y se ha realizado un análisis polínico (García-Antón *et al.* 1994).

El enclave se caracteriza por presentar un clima mediterráneo, con dos meses escasos de sequía estival, una temperatura media anual de 11,9 °C y una precipitación media anual de 560 mm. La vegetación circundante es un bosque aclarado de *Pinus pinaster* en el que aparecen salpicados algunos pies de *Quercus pyrenaica*, *Q. faginea* y *Q. ilex* subsp. *ballota*. El cortejo arbustivo se compone de *Cistus laurifolius*, *Juniperus communis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* y *Genista scorpius*, entre otras especies.

La secuencia polínica se ha realizado sobre el perfil producido por la erosión del río en un lugar en el que el espesor detrítico aluvial es de 1,90 m y la banda higróturbosa de 1,70 m. Se dispone de dos

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
β-54858	195-200	6750 ± 70	7610	sedimento orgánico
β-49290	355-360	9340 ± 90	10.547	sedimento orgánico
β-54859	-	9630 ± 70	10.962	madera

Tabla 108. Datos de radiocarbono de la secuencia polínica de Quintana Redonda. García-Antón *et al.* (1994)

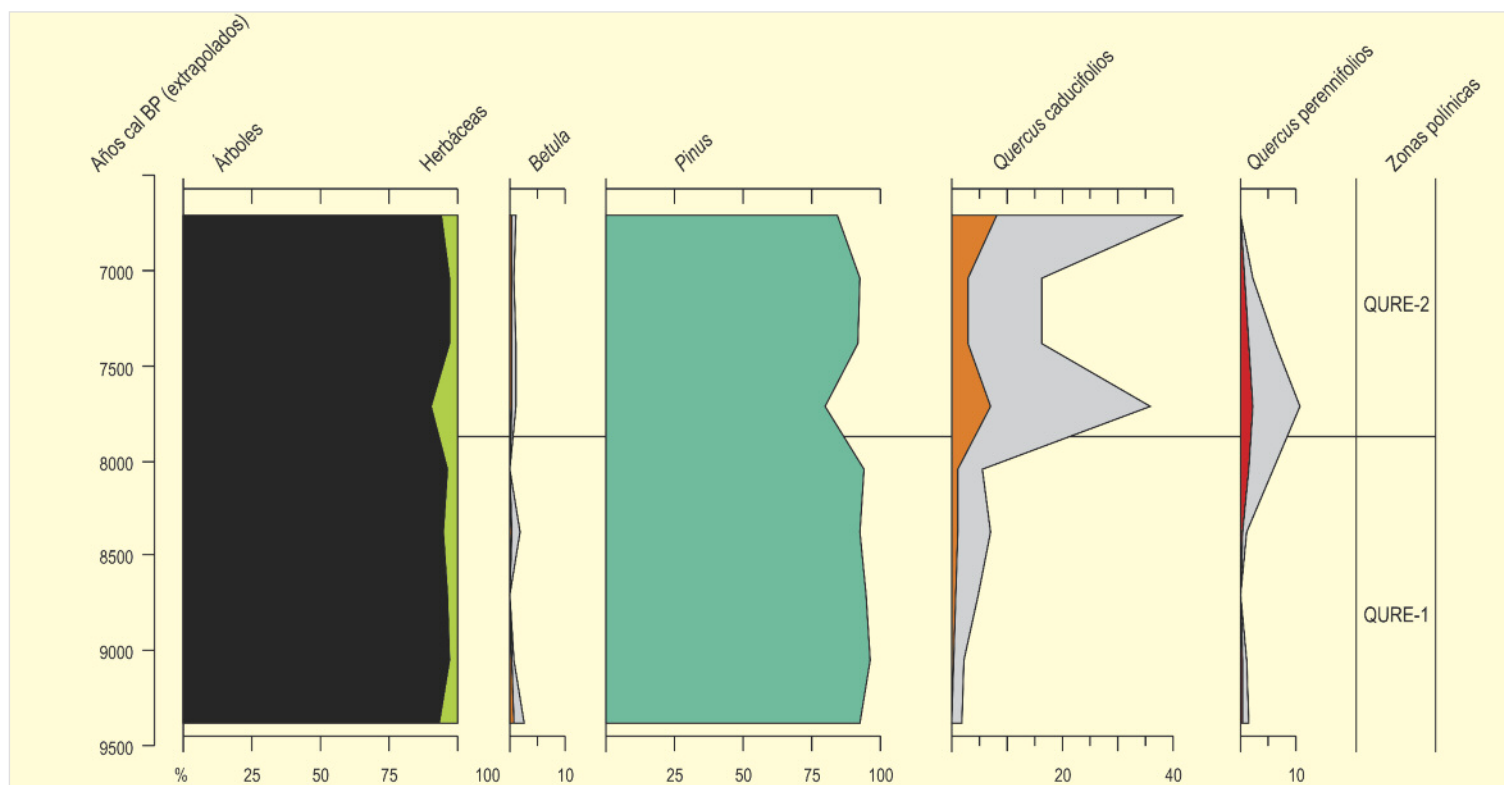


Figura 439. Diagrama polínico de Quintana Redonda. Redibujado de García-Antón *et al.* (1994)



Figura 440. Perfil de la secuencia de Quintana Redonda

dataciones de ¹⁴C realizadas en los sedimentos orgánicos, marcando el inicio y el final de la banda higróturbosa y otra realizada sobre un fragmento de madera procedente de la base del perfil (Tabla 108).

La secuencia polínica (Fig. 439) permite distinguir dos zonas polínicas: QURE-1, con una dominancia casi absoluta de *Pinus* y presencias aisladas de *Quercus*, *Ephedra*, *Betula*, *Poaceae*, *Artemisia* y *Asteraceae*; y QURE-2, en la que se mantienen los porcentajes altos de *Pinus* pero con un paulatino incremento en los porcentajes de *Quercus caducifolios* y *Poaceae* y la presencia de *Olea*. En la base de la secuencia y en posición de vida se han hallado troncos identificados como *Pinus sylvestris* y datados en torno a 9630 años BP. La secuencia muestra la gran estabilidad postglacial de la vegetación en este territorio soriano, con una dominancia casi total del pinar durante el Holoceno inferior. No se observa la sustitución del pinar por frondosas en esta secuencia que abarca casi la primera mitad del Holoceno, probablemente por su ubicación continental. Las ligeras variaciones en la composición florística parecen indicar condiciones climáticas más frías para el inicio del Holoceno (QURE-1). Es probable que *Pinus sylvestris* (como atestiguan los macrorrestos) fuera la especie dominante de este pinar, al menos en el inicio de la secuencia y que probablemente fuera sustituido posteriormente por *Pinus pinaster*, quedando relegada la primera a zonas montañosas. Están documentadas referencias antiguas de piñas fósiles de esta especie en estos mismos sedimentos (Palacios 1890).

Más información

García Antón *et al.* (1994)

LOMILLA

Aguilar de Campoo, Palencia

Holoceno inicial (9637-8472 años cal. BP)



F. GÓMEZ MANZANEQUE

Figura 441. Depósito higturboso de Lomilla en las obras de construcción de una pequeña presa

El yacimiento de Lomilla ($42^{\circ} 44' 46''$ N, $04^{\circ} 16' 15''$ O) se ubica en los depósitos higturbosos situados en el centro de la cuenca de un pequeño arroyo que discurre de SO a NE hasta su desembocadura en el Pisuerga, cerca de la localidad de Lomilla, a una altitud de 920 m s.n.m., en el término municipal de Aguilar de Campoo. Desde el punto de vista geológico, el fondo del valle está formado por depósitos cuaternarios de poca potencia que rellenan una depresión estructural constituida por sedimentos cretácicos calcáreos algo deformados. El yacimiento se ubica en el piso supramediterráneo. La precipitación media se sitúa alrededor de los

700 mm y la temperatura media es de unos 10°C con media de las máximas de 16°C y media de las mínimas de 4°C . En la actualidad el paisaje vegetal de las proximidades del yacimiento está deforestado; matorrales y pastizales alternan con superficies destinadas al cultivo cerealista. Como restos de vegetación leñosa pueden verse algunos sauces en las riberas del arroyo y, ya a cierta distancia en dirección norte, algunas repoblaciones con distintas especies de *Pinus*.

El espesor del depósito higturboso alcanza los 10 m y los restos estudiados se hallaron en el perfil del talud que habían dejado al descubierto las obras de construcción de una pequeña presa. En conjunto, fueron extraídas 33 muestras de madera subfosilizada de diferentes dimensiones, 251 piñas en distinto estado de conservación, dos frutos y numerosos restos de corteza. En el conjunto de muestras se pueden distinguir dos grupos, correspondientes a dos especies diferentes: *Pinus nigra* y *P. sylvestris*. Entre los macrorrestos de frondosas se han reconocido taxones diferentes (*Betula*, *Corylus*, *Fraxinus* y *Salix*). El estado de conservación de los cuatro estróbilos extraídos permitió la identificación de 107 piñas de *Pinus nigra* y 27 de *Pinus sylvestris*.

El reconocimiento entre dichos materiales de las especies *Pinus nigra* y *P. sylvestris* es de especial interés corológico. La presencia de *P. nigra* destaca por ubicarse fuera del área de distribución actual de esta especie. Las poblaciones más próximas se encuentran en el cañón del río Lobos, en el Sistema Ibérico, y dentro de las referencias basadas en materiales subfósiles debe señalarse la presencia del taxón en plena meseta castellana (Cevico Navero, Palencia) en el tercio final del Holoceno, también fuera de su área natural actual. La existencia del taxón en una fase mucho más temprana del Holoceno y a más de 100 km al norte de la señalada referencia palentina, pone de manifiesto un área antigua mucho más extensa del mismo. La progresiva ampliación hacia el oeste del área de *Pinus nigra* hace cada vez más verosímil la hipótesis de una distribución pretérita (Tardiglacial u Holoceno temprano) que alcanzara el extremo occidental de la Cordillera Cantábrica. La cita, ligada a los yacimientos estudiados en la cuenca del Duero, hace consistente el planteamiento de una significativa presencia de pinares albares, tanto en el Tardiglacial como en la primera mitad del Holoceno, sobre todo en su sector nororiental.

Más información

Alcalde-Olivares *et al.* (2001)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP
Beta 111247	7670 ± 80	8472
Beta 111248	7750 ± 80	8531
Beta 111249	8650 ± 80	9637

Tabla 109. Dataciones de radiocarbono del depósito de Lomilla (Alcalde *et al.* 2001)

EL CARRIZAL DE CUÉLLAR

Cuenca del río Cega, Lastras de Cuéllar, Segovia
Holoceno (>9652 años cal. BP-actualidad)



Figura 442. Laguna del Carrizal, Segovia

La Laguna del Carrizal se encuentra situada en la cuenca del río Cega, cerca de la localidad de Cuéllar, en la provincia de Segovia (41° 19' 12" N, 04° 8' 49" O; 860 m s.n.m.). Se trata de una laguna permanente de carácter natural alimentada por el aporte de aguas subterráneas. Su máxima superficie es aproxima-

damente 11 ha. Esta zona meridional de la depresión del Duero se caracteriza desde un punto de vista geomorfológico por presentar notables depósitos sedimentarios de arenas (2-3 m de potencia normalmente, aunque se llegan a alcanzar los 50 m). El clima en este área es mediterráneo continentalizado con una sequía esti-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
GrA-18606	39-40	1605 ± 45	1497	AMS
GrA-18607	94-96	4000 ± 50	4540	AMS
Beta-146009	150-153	8560 ± 50	9548	AMS
GrA-18608	180-184	8610 ± 60	9608	AMS
GrA-23078	220-224	8670 ± 50	9652	AMS

Tabla 110. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Laguna del Carrizal. Las edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB (Stuiver & Reimer, 1993), en su versión 5.0.2, utilizando la curva Int-Cal.04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% (2σ). Franco-Mugica *et al.* (2005)

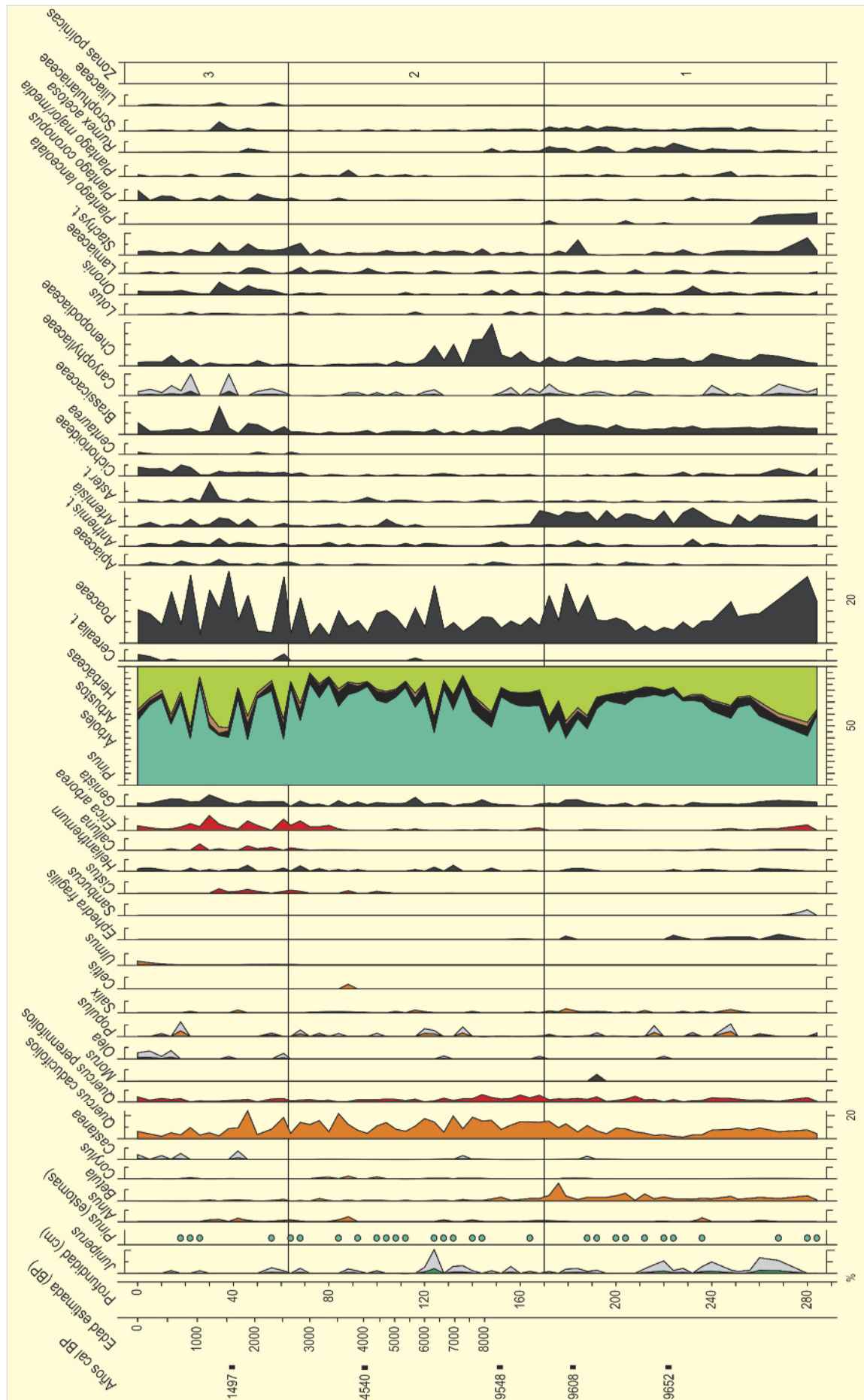


Figura 443. Diagrama polínico de El Carrizal. Redibujado de Franco-Múgica et al. (2005)



JMI. ÁLVARO SANZ

Figura 444. Laguna del Carrizal prácticamente cubierta por la gramínea *Phragmites australis* (carrizo) que da nombre a dicha laguna

val de 4 meses de duración, una precipitación media anual de 610 mm y una temperatura media anual de 11,2 °C. Los citados sistemas dunares continentales se encuentran cubiertos por pinares de *Pinus pinaster* con algunos ejemplares aislados de *Pinus pinea*. Encinas y quejigos pueblan los afloramientos calizos presentes en la zona, mientras que *Quercus pyrenaica* queda relegado a ciertas vaguadas húmedas.

El testigo extraído de la laguna del Carrizal (Franco-Múgica *et al.* (2005) muestra, desde el punto de vista sedimentológico, una zona superior constituida por diversas unidades de sedimentos orgánicos y otra zona inferior donde aparecen fundamentalmente detritus limosos, arenas y arcillas.

Palinológicamente (Fig. 443), la zona 1 muestra un dominio de *Pinus* sin oscilaciones especialmente relevantes; los pólenes de abedul y *Ephedra* aparecen con mayor abundancia que en el resto de la secuencia, mientras que *Artemisia*, Brassicaceae y Chenopodiaceae presentan valores importantes.

La zona 2 se caracteriza fundamentalmente por las oscilaciones en la curva de *Pinus*, que implican una mayor representación de los *Quercus* caducifolios. Se registra una presencia continua de avellanos y alisos.

La zona 3 registra oscilaciones aún más acusadas en la curva de *Pinus*, así como la presencia continua de polen de castaño y olivo. Las ericáceas y genisteas son los arbustos mejor representados. Hay que subrayar la presencia, más o menos continua a lo largo de la secuencia, de pino, que nos indica una presencia local de estos árboles. Cuando se establece la zonación según los pólenes de plantas acuáticas y otros microfósiles no polínicos se aprecia una evolución desde comunidades dominadas por hidrófitos flotantes (p. ej. *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Polygonum* y *Lemna*) hacia otras donde predominarían los helófitos como *Typha*, Cyperaceae o *Equisetum*, asociadas a masas de agua más someras por la colmatación de la laguna.

Los pinares han sido la vegetación hegemónica en el paisaje de esta zona de la cuenca del Duero durante los últimos 9000 años. Esta inercia de las formaciones dominadas por *Pinus* a lo largo del Holoceno se ha observado en otros registros procedentes de la meseta castellana, afianzándose de esta manera un modelo particular de dinámica vegetal para estas zonas interiores de la Península. *Pinus pinaster* y *P. pinea* han debido de ser las especies forestales principales en la composición de estos bosques. Las frondosas en este contexto habrían aparecido salpicadas en forma de pies sueltos o pequeños rodales en el seno del pinar.

Un último aspecto a resaltar en cuanto a la dinámica vegetal, es la ausencia de procesos deforestadores antrópicos acusados al final del Holoceno, aunque sí se aprecian signos de impacto humano. Los sustratos arenosos dominantes en esta región y poco aptos para la agricultura y la ganadería deben haber contribuido de forma crucial a que se haya producido esta situación.

Más información

Franco-Múgica *et al.* (2005)

PUERTO DE SAN ISIDRO

Cordillera Cantábrica, Puebla de Lillo, León
Holoceno (9259-7584 años cal. BP)



JA. SUÁREZ GONZÁLEZ

Figura 445. Depresión glacial del Puerto de San Isidro

El sitio estudiado ($43^{\circ} 03' N$, $05^{\circ} 23' O$; 1650 m s.n.m.) se ubica en una turbera situada en las proximidades del puerto de San Isidro, en la vertiente meridional del eje central de la Cordillera Cantábrica. Se encuentra en una depresión de origen glacial sobre litología silíceea de edad carbonífera en la que dominan lutitas y areniscas. Se ubica en el piso oromediterráneo y la vegetación circundante se encuentra hoy formada por brezales y piornales montanos. Como especies dominantes de este matorral aparecen *Daboecia cantabrica*, *Erica australis*, *E. cinerea*, *E. vagans*, *Halimium alyssoides* y leguminosas como *Cytisus scoparius*, *C. cantabricus*, *Genista florida*, *G. obtusiramea* y *G. tridentata*.

El muestreo con sonda rusa permitió obtener 780 cm de sedimento turboso, aunque actualmente sólo se cuenta con datos publicados de los 400 cm superficiales (Fombella-Blanco *et al.* 2001).

La secuencia presenta tres zonas polínicas (Fig. 446), con intervalos definidos por los puntos en los que se realizaron las da-

taciones radiocarbónicas. La zona basal, LPI-1 que comprende los 170 cm inferiores, se caracteriza por un alto porcentaje de polen arbóreo, cercano al 90%, al que contribuye sobre todo el registro de *Betula* y en menor medida, los de *Pinus*, *Quercus* y *Corylus*.

En la zona LPI-2, *Pinus* presenta mayores porcentajes que el resto de taxones. Mientras que *Quercus* experimenta una ligera expansión, *Betula* y *Corylus* sufren un retroceso en sus porcentajes polínicos. Los cambios en la proporción de taxones arbóreos parecen controlados por causas climáticas, probablemente condiciones de mayor continentalidad y/o descenso de la humedad.

En la zona LPI-3, que comprende el metro superior de la secuencia, el elemento arbóreo sufre una disminución notable, a excepción de *Quercus* que se mantiene. A la vez que pierden importancia *Betula*, *Corylus* y *Pinus*, aparecen en la secuencia Cas-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Beta 11989	235-245	6680 ± 70	7548
Beta 136808	400	8310 ± 200	9259

Tabla 111. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Puerto de San Isidro (León). Las calibraciones se han realizado en el programa CALIB 5.0.2. utilizando los datos de la curva INTCAL.04. Reimer *et al.* (2004)

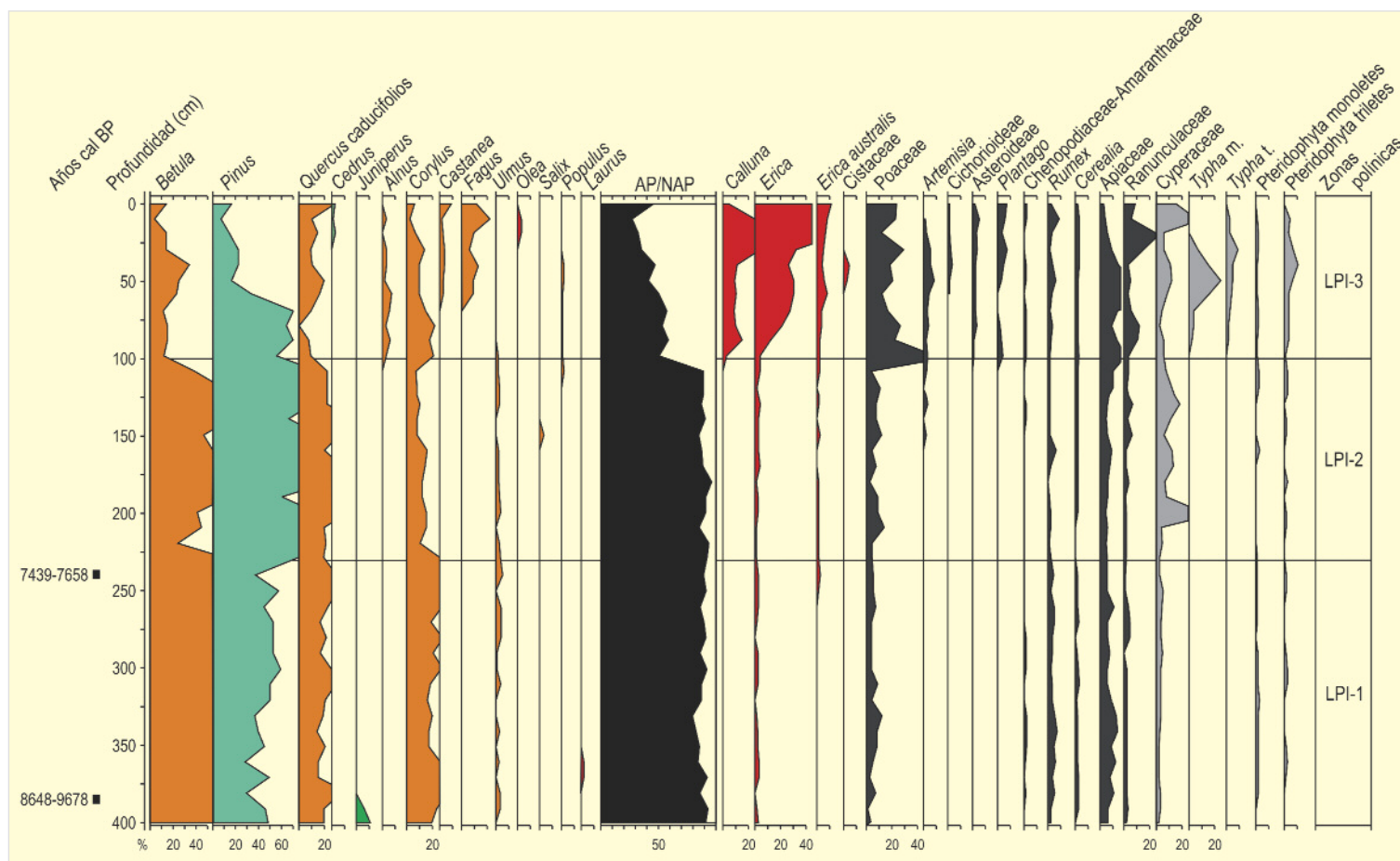


Figura 446. Diagrama polínico de la turbera del Puerto de San Isidro, León. Redibujado de Fombella *et al.* (2001)



Figura 447. Valle en la proximidades al Puerto de San Isidro

tanea y *Fagus*, ausentes en los estratos inferiores. Los cambios en los porcentajes de árboles se ven acompañados también por un aumento tanto en matorrales (*Erica* y *Calluna*) como en tipos polínicos que indican una intensificación de la presión antrópica (*Cerealia*, *Artemisia*, *Poaceae*, etc.).

El diagrama complementa el registro obtenido por otros yacimientos de la cordillera, llevando hasta el Holoceno inicial el registro polínico de *Pinus*, que demuestra el origen local de los pinares relictos de pino silvestre en esa zona de la cordillera. En cuanto a la tardía aparición de *Fagus* en la secuencia, se confirma el papel que pudo tener el hombre en la expansión del taxón en algunas regiones del norte peninsular.

Más información

Fombella-Blanco *et al.* (2001), Puente *et al.* (2001)

EL ESPERTÍN

Burón, León

Holoceno (7700 años BP)



P. UZQUIANO

Figura 448. Entorno del Espertín en la Reserva Natural de Riaño

La cueva de El Espertín se abre con orientación noreste a 1260 m de altitud en uno de los valles tributarios del Esla dentro de la Reserva Natural de Riaño (43° 03' N, 04° 59' O). Se localiza a menos de 10 km del Puerto del Pontón, una de las vías naturales de paso hacia Asturias que comunica con el alto valle del Sella (Fuertes & Neira 2006).

El entorno es eminentemente montañoso caracterizado por vegas dedicadas a cultivos hortícolas y pastos de siega, donde también se sitúan los principales núcleos de población. Las altitudes oscilan entre los 1100 m del fondo de la vega y los 2012 m de las cumbres de la sierra de Riaño. Las diversas formaciones vegetales: bosques de robles (*Quercus pyrenaica*, *Q. petraea*) y de hayas se disponen a lo largo de las laderas según su orientación (umbrías, solanas). El valle discurre de manera encajonada albergando una vegetación muy densa e impenetrable con diversas especies de sauces arborescentes y arbustivos junto a un cortejo de arbustos espinosos-caducifolios. En las pendientes con mala exposición los matorrales de *Cytisus scoparius* son frecuentes.

La estratigrafía de esta cueva ha registrado una ocupación atribuida culturalmente al Mesolítico cantábrico. El único nivel arqueológicamente fértil (nivel 2), ha librado una fecha de 7790 años BP.

Los restos antracológicos procedentes del nivel 2 muestran a *Pinus sylvestris* como el taxón dominante (>50%), y de manera significativa a *Quercus caducifolios* (11,6%), *Fagus sylvatica* (12%) y *Betula* (9,3%). El matorral de landa aparece dominado por *Cytisus scoparius*, *Erica* (6,8%), y en menor medida por *Corylus avellana* (2%). El resto de taxones presentan frecuencias inferiores al 1%, de manera que el estrato arbóreo viene representado por *Sorbus* (*S. aria*, *S. aucuparia*), *Castanea sativa*, *Taxus baccata* y *Juniperus*; el matorral de medios kársticos por *Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *P. spinosa-amygdalus* y *Arbutus unedo*, y la vegetación riparia por los carbonos de *Salix*, *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior*.

La gran diversidad florística obtenida es un rasgo a destacar y que hay que poner en relación con la explotación intensiva de los recursos de origen vegetal por parte de los grupos mesolíticos ho-

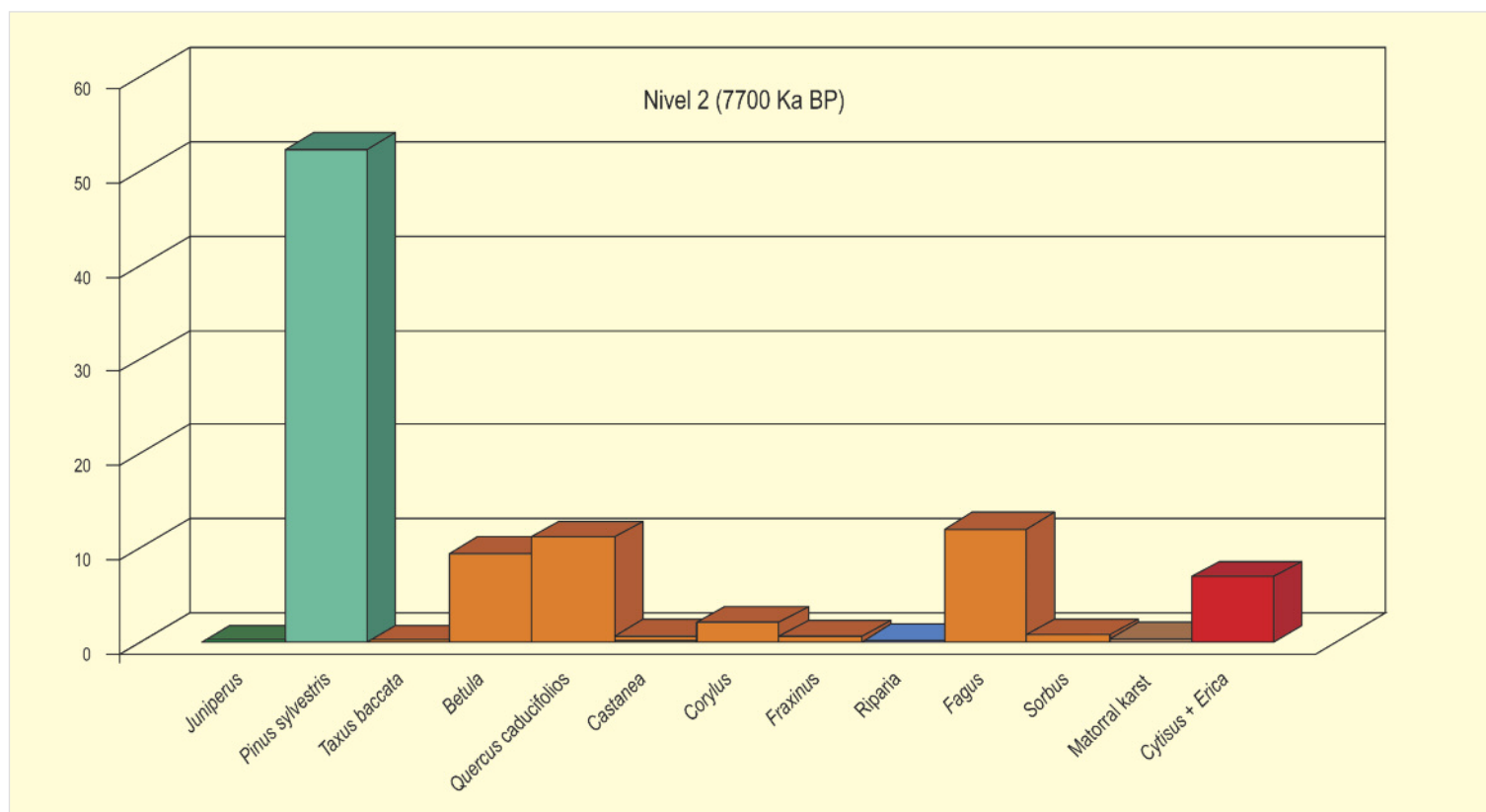


Figura 449. Histograma antracológico del Espertín (Uzquiano 1992, 1995)

locenos, análoga a la evidenciada en la vertiente norte de la cordillera. La mejoría climática holocena y la extensión de las formaciones de bosque caducifolio, hicieron posible la ocupación humana a mayor altitud, como los valles intramontanos y las zonas de paso hacia la vertiente meridional de la cordillera.

Espertín es por tanto, un claro ejemplo de la dinámica de ocupación, movilidad y de explotación de nuevos territorios llevadas a cabo por estos grupos humanos. La característica más sobresaliente de los resultados antracológicos obtenidos es la de una flora con claras afinidades de montaña dada la altitud del yacimiento.

El dominio de *Pinus sylvestris* es testimonio de la pervivencia de este taxón del lado meridional de la cordillera c. 7700 años BP, contrastando con la vertiente norte (valles atlánticos interiores) donde este árbol ya ha sido sustituido de manera gradual por las formaciones de bosque caducifolio (Cueva de Los Azules) desde los inicios del Holoceno (Uzquiano 1992). El pinar de Lillo que se encuentra a escasos kilómetros de distancia de este yacimiento, constituye una formación relictiva actual, testigo de la extensión alcanzada por estas formaciones en la primera mitad del Holoceno (Bertrand 1974).

Fagus y *Castanea* ponen de nuevo de manifiesto la existencia de zonas refugio en esta zona de valles intramontanos con una topografía bastante compartimentada (Uzquiano 1995). La presencia

de *Castanea* estaría asociada a la formación de robles caducifolios sobre terrenos ácidos frecuentados y explotados diariamente por los grupos humanos. *Fagus sylvatica* presenta por el contrario valores más significativos similares a los obtenidos por los robles caducifolios. Dada la afinidad de montaña que tiene este árbol en estas latitudes europeas, la presencia de este taxón nos sugiere la existencia de un pequeño reservorio próximo al yacimiento que sería frecuentado diariamente por los grupos mesolíticos, de ahí las frecuencias obtenidas en carbones de hayas. Las situaciones de abrigo que se generan a partir de la fuerte compartimentación topográfica de toda esta zona de valles intramontanos, permitieron el mantenimiento de este taxón de manera acantonada. Como puede verse en la secuencia polínica de Polvoredó, *Fagus* se ha registrado desde el Tardiglacial.

La presencia de *Taxus baccata* vuelve a recordarnos la asociación de este taxón a ocupaciones con economía de transición (mesolíticos/primeros neolíticos) en el Cantábrico (Uzquiano 1992), en Pirineos (Heinz 1990), en la región de Minervois en el sureste francés (Solari & Uzquiano 1994), y en la zona prealpina francesa (Thiébault 1988).

Más información

Uzquiano (1992, 1995)

CUEVA DE LA VAQUERA

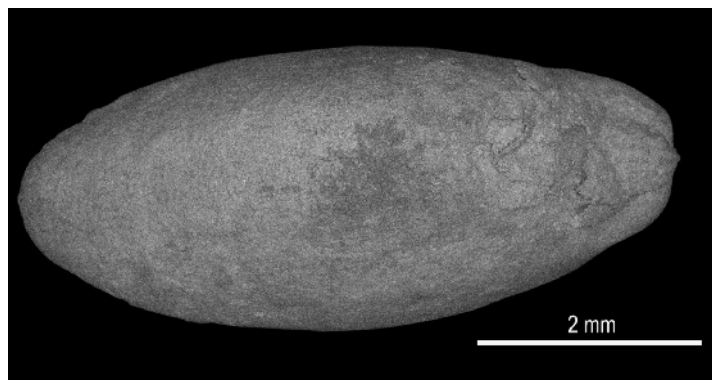
Sistema Central, Torreiglesias, Segovia
Holoceno (c. 7450-3920 años cal. BP)



P. UZQUIANO

Figura 450. Vista general del páramo calcáreo, desde la Cueva de la Vaquera, con ejemplares aislados de *Juniperus thurifera* y *Quercus ilex*

La cueva de la Vaquera se sitúa en el noroeste de la provincia de Segovia, en el término municipal de Torreiglesias ($41^{\circ} 05' 14''$ N, $04^{\circ} 03' 28''$ O). La entrada de la cueva se ubica a 960 m de altitud muy cerca del punto de confluencia de los ríos Pirón y Viejo, en un paisaje escarpado y de abrupta orografía. La vegetación actual predominante en el entorno inmediato del yacimiento y sobre suelos calizos es el monte alto con tomillares, encinas y quejigos (*Quercus ilex* y *Quercus faginea*) asociados con sabinas albares (*Juniperus thurifera*) y enebros (*Juniperus oxycedrus* y *J. hemisphaerica*). Se trata de formaciones abiertas que han ido transformándose como consecuencia de la actividad ganadera en la zona (Martín-Duque & Rincón-Herranz 1990). En las zonas de sustrato silíceo se localiza la zona de contacto entre *Quercus*



L. PEÑA-CHOCARRO

Figura 451. *Triticum dicoccum* de Cueva de la Vaquera. Laboratorio de Microscopía Electrónica y Microanálisis del Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC)

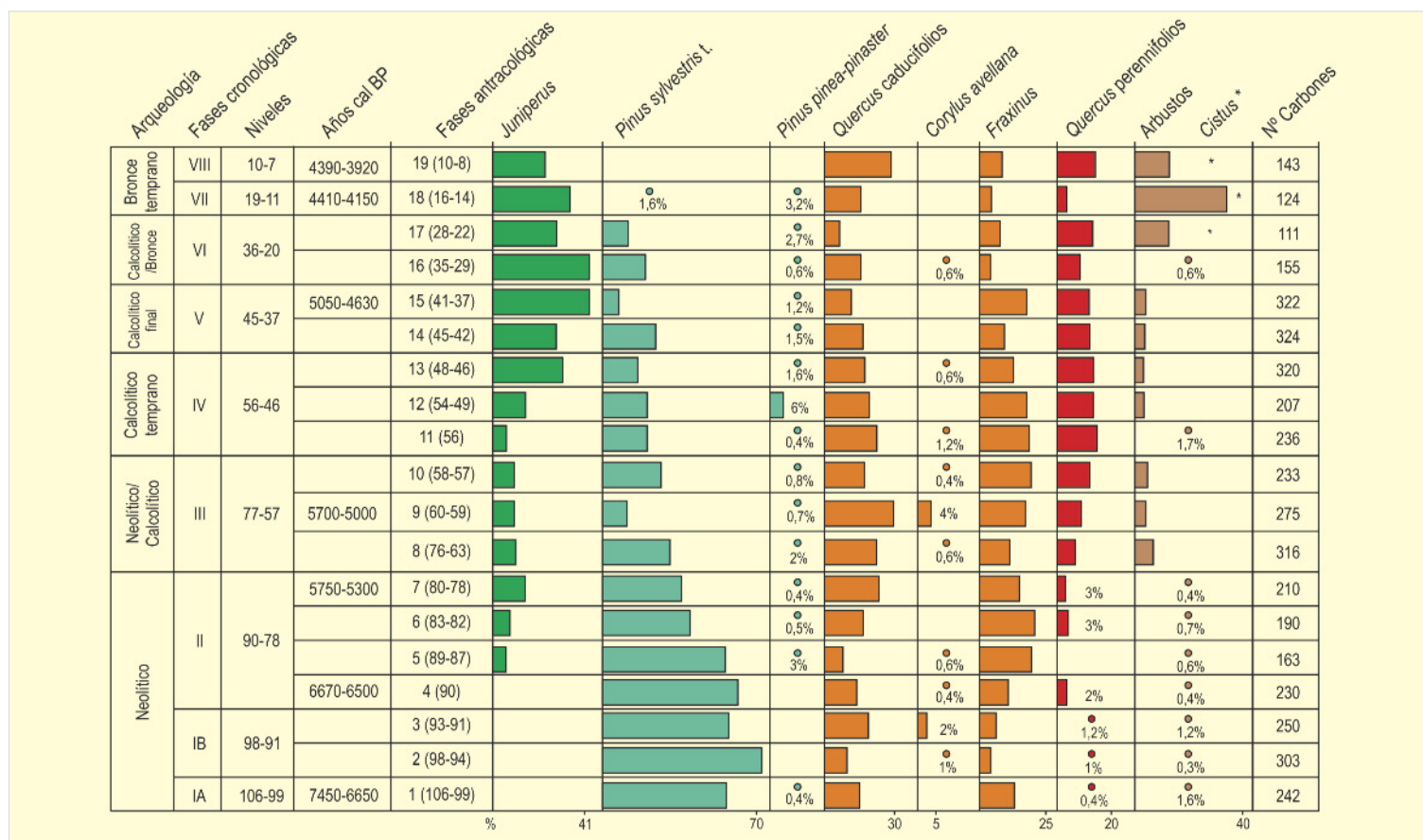


Figura 452. Histograma antracológico de la Cueva de la Vaquera. Redibujado de Uzquiano (2002)

pyrenaica y *Quercus ilex* acompañado de un matorral dominado por *Cistus laurifolius* y *C. ladanifer*, así como de superficies de pasto. Las zonas bajas de los valles se caracterizan por el desarrollo de importantes bosques de ribera con sauces, chopos, fresnos, olmos y álamos junto a pastizales húmedos y algunas zonas dedicadas al cultivo. Por último, en las áreas de campiña existen formaciones de encinar con sabina y enebro, así como pequeños bosquetes de *Pinus pinaster* y *P. pinea*.

Las primeras intervenciones arqueológicas en la cueva se remontan a 1973 y 1974 de la mano de Alonso Zamora, que realizó un sondeo de 4 m en la llamada Sala A en la que se detectaron niveles de la Edad del Bronce así como neolíticos (Zamora-Canellada 1976). En 1988 se realizó una nueva intervención de urgencia (Iglesias-Martínez 1990) que sirvió para valorizar el yacimiento y poner de manifiesto la existencia de una amplia secuencia cultural con un importante paquete neolítico. Posteriormente, entre 1991 y 1995, se inició por parte de la Universidad de Valladolid un nuevo proyecto a mayor escala y con un carácter multidisciplinar, en el que se incluyó el estudio arqueobotánico (polen, semillas y carbones). Los resultados de este trabajo (Estremera 2003) pusieron de manifiesto la importancia de este yacimiento en el contexto del Neolítico en la Meseta y su potencial para el conocimiento de las primeras comunidades campesinas en el interior peninsular, momento para el cual la información es muy limitada.

En la secuencia antracológica (Fig. 452) *Pinus sylvestris* domina en la fase inicial (Fase I, 7450-6650 años cal. BP), seguido de *Quercus* de hoja caduca (*Q. faginea* y *Q. pyrenaica*) y de *Fraxinus angustifolia*. *Pinus*, por tanto, caracterizaba el entorno inmediato de la cueva en el momento en que los primeros neolíticos se instalaron allí. Su abundancia es aprovechada por estos grupos humanos de cara a satisfacer la demanda de leña combustible para sus hogares domésticos. Su economía está basada en la caza de ciervo y jabalí principalmente junto a algunas especies domésticas, sobre todo ovcaprinus (Morales & Martínez 2003).

En las Fases II (6670-5300 años cal. BP) y III (5700-5000 años cal. BP) correspondientes al Neolítico y transición al Calcolítico, se produce una gradual disminución de *Pinus*. Al mismo tiempo, aparecen *Juniperus*, *Quercus ilex*, *Pinus pinaster-pinea* y parece registrarse un aumento de *Quercus* de hoja caduca y de *Fraxinus*. La ampliación de las áreas de procedencia de leña coincide con una intensificación de las prácticas pecuarias de carácter itinerante, lo que implica un radio de explotación del territorio mucho más amplio que en la fase precedente.

Durante todo el Calcolítico (Fases IV y V 5000-4630 años cal. BP) los valores de *Pinus*, siempre en disminución, son responsables de la explotación alternativa de las especies caducifolias y sempervirentes del género *Quercus*. El aumento de la cabaña

CUEVA DE LA VAQUERA	Neolítico			Neolítico/ Calcolítico	
	Fase 1A	Fase IB	Fase II	Fase III	Total
Plantas cultivadas					
<i>Hordeum vulgare vulgare</i>	4	27	33	8	72
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>		8	15		23
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i> (base espiguilla)			1		1
<i>Triticum</i> cf. <i>monococcum</i>	1	4			5
<i>Triticum dicoccum</i>	4	68	19	1	92
<i>Triticum durum/aestivum</i>	41	164	243	85	433
<i>Triticum aestivum</i> (base espiguilla)				1	1
<i>Triticum</i>	13	96	94	9	212
Fragmentos de cereal	28	216	155	35	434
Fabaceae		1			1
<i>Lens</i>		1			1
<i>Linum usitatissimum</i>				1	1
Plantas cultivadas					
<i>Pistacia lentiscus</i>			1		1
cf. <i>Pistacia</i>		1			1
<i>Chenopodium album</i>	2	1			3
<i>Chenopodium</i>		1			1
<i>Chenopodium / Atriplex</i>				1	1
<i>Cistus</i>		1		3	4
Asteraceae				1	1
<i>Cornus sanguinea</i>			1		1
<i>Juniperus</i>				9	9
<i>Carex</i>				1	1
cf. <i>Carex</i>				3	3
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>			2		2
<i>Quercus</i>	14	69	36	33	152
<i>Trifolium/Melilotus</i> tipo			1		1
<i>Vicia</i>		7			7
<i>Vicia sativa</i>		1			1
<i>Vicia tetrasperma/angustifolia</i> tipo		1			1
<i>Malva</i>			2		2
Malvaceae tipo			1		1
<i>Arrhenaterum elatius</i>			1		1
cf. <i>Avena</i>			5		5
cf. <i>Bromus secalinus</i>		1	2		3
<i>Lolium</i>	2		1		3
Poaceae	1	17	18	4	40
<i>Plantago lanceolata</i>				1	1
<i>Polygonum convolvulus</i>				15	15
<i>Rumex</i>	1				1
<i>Thlaspi</i>				1	1
<i>Crataegus monogyna</i>		1			1
<i>Galium aparine</i>	1	1		2	4
<i>Galium</i>			2		2
<i>Galium spurium</i>			2		2
cf. <i>Viola</i>			1		1
<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i>	1				1
Indet.	2	5	7	2	16
TOTAL	83	630	532	216	1667

Tabla 112. Datos arqueobotánicos de la cueva de la Vaquera (Segovia). López-García et al. (2003)



M. BARASONA

Figura 453. Arroyo Pirón en los entornos a la cueva de la Vaquera

ganadera de bóvidos durante todo este período es, sin duda, responsable de la sistemática explotación de *Fraxinus*. El fresno es una especie forrajera y sus ramas fueron aprovechadas, sin duda, tanto para los pesebres como para el alimento del ganado. La explotación del entorno parece ser, no obstante, equilibrada, puesto que las principales formaciones arbóreas presentan valores similares y porque la aparición de especies de matorral, registrada desde la fase III, se mantiene con valores poco relevantes.

La Fase VI que se corresponde con el final del Calcolítico, ha registrado valores muy bajos de *Pinus*. *Juniperus* se convierte en el taxón dominante desde estos momentos coincidiendo con un brusco aumento en la explotación del matorral, compuesto esencialmente por *Cistus*. *Pinus* desaparece del área de captación de recursos de este yacimiento en la Edad del Bronce (Fases VII y VIII 4410-3920 años cal. BP) y se produce cierta regresión del resto de los taxones arbóreos a la vez que *Cistus* alcanza sus valores máximos. La apertura del medio se hace cada vez más evidente.

El uso de *Cistus* no es ajeno a la presencia importante de ovicápridos. Estos ya estaban presentes desde el Neolítico, pero la apertura del medio que supone la desaparición del pino es mucho más propicia para el desarrollo de estas prácticas pecuarias, que continúan vigentes en la actualidad. Su origen y desarrollo podría, por tanto, remontarse a estos momentos de la Edad del Bronce (Uzquiano 2002).

El estudio carpológico (Tabla 112) fue realizado por A. Aranz (López García *et al.* 2003) e incluyó niveles neolíticos y calcolíticos. En la secuencia neolítica, predominan los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) frente a los vestidos (*Triticum dicocum*) y la cebada

(*Hordeum vulgare*). Las leguminosas cultivadas aparecen escasamente representadas, y existe un número importante de especies silvestres entre las cuales destaca la presencia de bellotas, posiblemente recolectadas como parte de la dieta vegetal. Algunos taxones presentes se interpretan como componentes de la flora adventicia.

En el estudio se diferenciaron tres fases. En la Fase IA se constata una escasa presencia de cebada vestida, ausencia de desnuda y los trigos desnudos se encuentran en mayor proporción que los vestidos. La bellota es el único producto procedente de la recolección identificado junto a una semilla de uva silvestre.

En la Fase IB se documenta por primera vez la cebada desnuda, aunque con menor importancia frente a la vestida. *Triticum durum/aestivum* sigue siendo el cereal con mayor peso específico y las bellotas siguen teniendo un papel importante entre las especies recuperadas. La Fase II presenta un comportamiento parecido a la fase anterior aunque con un incremento en el número y diversidad de las plantas adventicias asociadas a cultivos.

En la Fase III, (transición del Neolítico final al Calcolítico) no se observan cambios perceptibles: la cebada desnuda desaparece, los trigos vestidos aparecen de forma testimonial y el trigo desnudo, seguido de la cebada vestida, son las especies cultivadas predominantes. Las bellotas y las plantas adventicias parecen adquirir mayor representatividad.

Más información

Uzquiano (2002), López-García *et al.* (2003)

GREDOS

Sistema Central, Ávila

Holoceno (6420-780 años cal. BP)



X. BARRERO TARÍN

Figura 454. Panorámica de la Sierra de Gredos. A la derecha, el municipio de Arenas de San Pedro

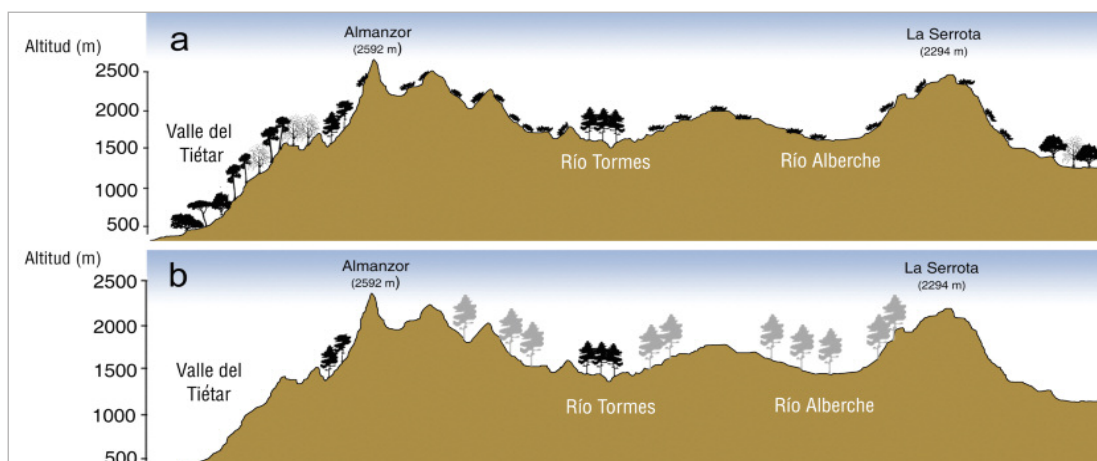


Figura 455. a) Catena que representa la vegetación actual del sector central de la sierra de Gredos siguiendo una sección transversal que incluye el núcleo central, los interfluvios de los ríos Alberche y Tormes y el macizo de la Serrota
b) Reconstrucción según el registro fósil de la extensión de los pinares montanos entre 3000 y 1000 años BP aproximadamente (en negro poblaciones actuales de *Pinus sylvestris* y en gris la ubicación de los yacimientos con restos de pinos). Modificado de Rubiales *et al.* (2007)

En el sector central de la sierra de Gredos (incluyendo el macizo central, las sierras de Villafranca y la Serrota aproximadamente entre las coordenadas $40^{\circ} 18'$ a $40^{\circ} 35'$ N y de $05^{\circ} 40'$ a $04^{\circ} 58'$

O; entre 1100 y 1840 m s.n.m.), encontramos hoy en día un paisaje prácticamente desarbolado. En ese paisaje dominado por pastizales y matorrales de alta montaña con leguminosas (entre otras *Genista*,



Figura 456. Toma de muestras de macrorrestos en la Garganta de Gredos (1745 m) datadas en 970 ± 60 años BP (970-1210 cal. DC)

F. GÓMEZ-MANZANEQUE



Figura 457. Prospección de troncas en la Garganta de Gredos (1745 m) datadas en 970 ± 60 años BP (970-1210 cal. DC)

F. GÓMEZ-MANZANEQUE



Figura 458. Ambiente higroturboso de la sierra de Gredos

F. GÓMEZ-MANZANEQUE

Echinopartum y *Cytisus oromediterraneus*) tan sólo se encuentran montes bajos de rebollo (*Quercus pyrenaica*) y alguna masa dispersa de pinares montanos (*P. sylvestris* y *P. nigra*). El clima es mediterráneo de montaña, con sequía estival marcada y oscilaciones amplias en lo que a temperatura se refiere. Las precipitaciones varían mucho entre las zonas occidentales y la vertiente meridional del macizo Central (más húmedas, llegando a unos 1500-2000 mm de precipitación) y los interfluvios y montañas septentrionales (más secas, situadas en zonas de sombra de lluvias, donde se recogen del orden de 600 mm).

Una prospección exhaustiva de ambientes higroturbosos que ha sido realizada durante casi un decenio, ha permitido localizar más de 130 troncas, halladas en histosoles, prados húmedos, sistemas higroturbosos, turberas, e incluso lagunas y arroyos. De ellas, más de 90 megafósiles han sido indentificados como pertenecientes a pinos montanos (grupo *Pinus sylvestris-nigra*) y en algún yacimiento (como los de Hoyocasero y Hoyos del Espino) han sido halladas además numerosas piñas de *Pinus sylvestris*. Además de los pinos, han sido localizados restos de sauces (probablemente *Salix atrocinerea*), *Quercus caducifolios* y *Populus* (que pueden corresponderse tanto con la especie de afinidad boreal *P. tremula* como con la riparia *P. nigra*).

Dado que cada uno de los yacimientos no aporta información secuencial, se realizaron un gran número de dataciones sobre los restos fósiles, lo que ha permitido tener una idea más o menos completa de la importancia biogeográfica del arbolado (y en concreto de los pinares) en la montaña de Gredos. Diecisiete dataciones (Tabla 113) demuestran que, en su conjunto, el registro de pinos cubre los últimos 6500 años y que estuvieron distribuidos de manera generalizada por las cabeceras de los ríos Alberche y Tormes, el macizo de la Serrota y otras vertientes septentrionales del macizo central de Gredos (Fig. 455). Sin embargo, existe una ausencia de restos leñosos en la segunda mitad del último milenio, que es interpretado como el resultado de un proceso de deforestación antrópica a gran escala.

La evidencia paleobotánica constata una cierta estabilidad a largo plazo de los pinares en esta zona del centro peninsular, aunque en las montañas occidentales del sistema Central, otros informadores paleoecológicos han detectado cambios relacionados con variaciones climáticas. Los registros de megafósiles corroboran además otras evidencias paleopalínológicas que constatan la persistencia y estabilidad de los pinares en el Sistema Central durante los últimos 8500 años. El papel del hombre mediante los procesos deforestadores a lo largo de los dos últimos milenios también es detectado, tanto en las secuencias polínicas del este como del oeste de la cordillera.

Las partes elevadas orientadas al sur también pudieron albergar masas de pinar que continuaron hasta quedar relegadas a los pies de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* que se encuentran hoy día dispersos en las mismas y que sufren una disminución severa en extensión por la ocurrencia de incendios. Actualmente, existen ejemplares de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* que superan los trescientos años. La información paleoecológica refuerza, por tanto, la idea ya

Ref. Lab.	Localidad	Años BP	Años cal. BP	cal. AD/BC
Pta-9240	Navalacruz-Astillero	860 ± 20	780	1056-1224 DC
Beta-187347	Navalperal de Tormes-Garganta de Gredos	970 ± 60	880	970-1210 DC
Pta- 9249	Hoyos del Espino-La Covacha	1090 ± 30	1020	893-1013 DC
Pta- 9245	Navaceda de Tormes-Cerro Triguero	1090 ± 50	1020	783-1026 DC
Beta-215652	Arroyo de Pinorredondo	1170 ± 40	1100	727-975 DC
Pta- 9261	Hoyos del Espino-Regajo del Acarreo	1300 ± 60	1230	640-880 DC
Pta-9243	Navalperal de Tormes-Roncesvalles	1560 ± 35	1470	419-574 DC
Beta-208810	Hoyos del Collado	1670 ± 40	1600	254-530 DC
Pta-9231	Navadijos	1750 ± 45	1670	139-398 DC
Pta-9235	San Esteban del Valle	1815 ± 25	1770	128-312 DC
Pta-9247	Navaceda de Tormes- Prado de la Casa	2085 ± 25	2060	177- 43 AC
Beta-215651	San Martín del Pimpollar-Arroyo Arrovalle	2350 ± 40	2400	262-727 AC
Pta-9253	Garganta del Villar	2430 ± 15	2440	729-409 AC
Beta-187348	Serranillos	2440 ± 60	2530	760-400 AC
Beta-208822	Villafranca de la Sierra	2830 ± 60	2960	1190-840 AC
Beta-208812	Navalperal de Tormes-El Cervunal	4350 ± 60	4950	3330-2870 AC
Beta-208821	Hoyocasero-La Cañada	5630 ± 70	6420	4650-4340 AC

Tabla 113. Dataciones radiocarbónicas de megarrestos del sector central de la sierra de Gredos. Todas las muestras corresponden a muestras identificadas como *Pinus* del grupo *nigra/sylvestris*



Figura 459. Tronca en el yacimiento de Navalsauz (1325 m)

sugerida por algunos geobotánicos de que las masas que aún persisten constituyen restos de formaciones que fueron más extensas en un pasado reciente.

Más información

Maldonado *et al.* (2005), Rubiales *et al.* (2008), Rubiales *et al.* (2009)

VALLE AMBLÉS

Sierra de Ávila, Ávila

Holoceno medio (6760-<3130 años cal. BP)



JA. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 460. Valle Amblés, Ávila

El Valle Amblés es un espacio bien definido geográficamente, emplazado en el centro de la provincia de Ávila. Comprende una extensa nava de 740 km², de unos 45 km de longitud por 15 km de anchura, que se extiende a lo largo del valle alto y medio del río Adaja, siendo su núcleo urbano más importante la capital provincial, Ávila de los Caballeros, su altitud media 1200-1100 m s.n.m.; su cumbre más alta alcanza los 2294 m s.n.m. en el Pico de

la Serrota. Su principal actividad es la agricultura cerealística y la explotación del encinar adhesado (Fig. 460).

Los estudios palinológicos en este valle han sido abundantes, tanto en contexto arqueológico como en depósitos naturales, permitiendo reconstruir la historia de su vegetación desde el Holoceno medio.

El análisis del túmulo neolítico de la Dehesa del Río Fortes (40° 34' 46" N, 04° 49' 42" O; 1100 m s.n.m.) (López-Sáez 2002), enclavado en la zona centro-oriental del valle, ha permitido conocer la vegetación del área durante la primera mitad del IV milenio cal. BC. (Fig. 461). En este periodo los bosques de la zona corresponderían a encinares más o menos adhesados, ricos en enebro, y los piedemontes de las zonas montanas aledañas se poblarían de un rico dosel caducifolio de robles. Entre las herbáceas predominarían gramíneas, crucíferas y leguminosas, existiendo indicación de cierta presión pastoral en el entorno del monumento funerario (López-Sáez & López-Merino 2007). En este mismo marco cronológico, los espectros polínicos de la turbera de Baterna (40° 32' 58" N, 40° 56' 00" O; 1140 m s.n.m.) (Dorado-Valiño 1993) muestran igualmente un encinar abierto acompañado de una densa maquia de acebuche, así como pinares altimontanos en las estribaciones montañosas circundantes al valle, y cierto grado de antropización del paisaje con elementos nitrófilos relativamente abundantes (Fig. 462).

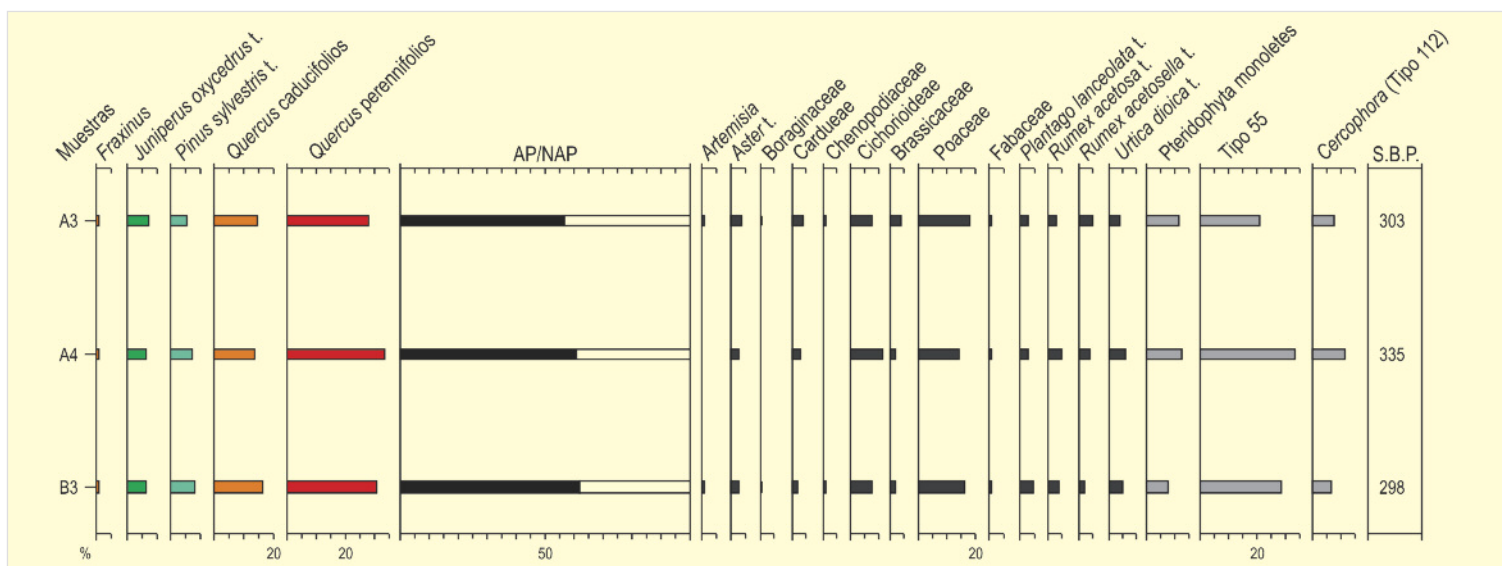


Figura 461. Diagrama polínico del túmulo de la Dehesa del Río Fortes. Redibujado de López-Sáez & López-Merino (2007)

Ref. Lab.	Sitio	Años BP	Años cal. BP	Nivel/Prof.	Arqueología
Beta-164477	Dehesa del Río Fortes	4970 ± 80	5740	UE 102	Neolítico
Beta-83084	Aldeagordillo	4320 ± 70	4930	1/G-13/III	Calcolítico
Beta-83085	Aldeagordillo	4100 ± 80	4640	1/H-4/9	Calcolítico
GrN-19168	Aldeagordillo	4115 ± 20	4680	1/H-4/9	Calcolítico
Beta-83083	Aldeagordillo	3690 ± 50	4030	individuo 3	Calcolítico
GrN-19167	Aldeagordillo	3685 ± 25	4030	hogar túmulo 1	Calcolítico
Beta-83086	Aldeagordillo	3510 ± 70	3790	hogar túmulo 1	Calcolítico
Beta-93012	Fuente Lirio	4260 ± 60	4790	nivel I alto	Calcolítico
Beta-93013	Fuente Lirio	3910 ± 100	4340	nivel I medio	Calcolítico
I-16149	Los Itueros	3850 ± 100	4260	S-1/E-1/1B	Calcolítico
I-16150	Los Itueros	4120 ± 130	4630	S-1/E-2/1B	Calcolítico
Beta-83088	Los Itueros	3960 ± 90	4410	S-1/I-2/1A	Calcolítico
Ua-21488	El Picuezo de Guareña	4180 ± 60	4710	interior fosa	Calcolítico
Beta-109827	Cerro de la Cabeza	3970 ± 50	4430	enterramiento 1	Calcolítico
Beta-109830	Cerro de la Cabeza	4020 ± 50	4510	enterramiento 1	Calcolítico
Beta-109828	Cerro de la Cabeza	4010 ± 50	4490	enterramiento 2	Calcolítico
Beta-109829	Cerro de la Cabeza	3820 ± 60	4240	enterramiento 3	Calcolítico
Beta-109831	Cerro de la Cabeza	3850 ± 60	4280	enterramiento 4	Calcolítico
Beta-57953	Baterna	5930 ± 100	6770	100 cm	-
UAB	Narrillos del Rebollar	2953 ± 68	3130	242-245 cm	-
CSIC-1708	Guaya	2969 ± 40	3150	UE 4060	Bronce final
CSIC-1709	Guaya	3068 ± 40	3290	UE 5006	Bronce final

Tabla 114. Dataciones radiocarbónicas de secuencias polínicas del Valle Amblés. López-Sáez *et al.* (2009)

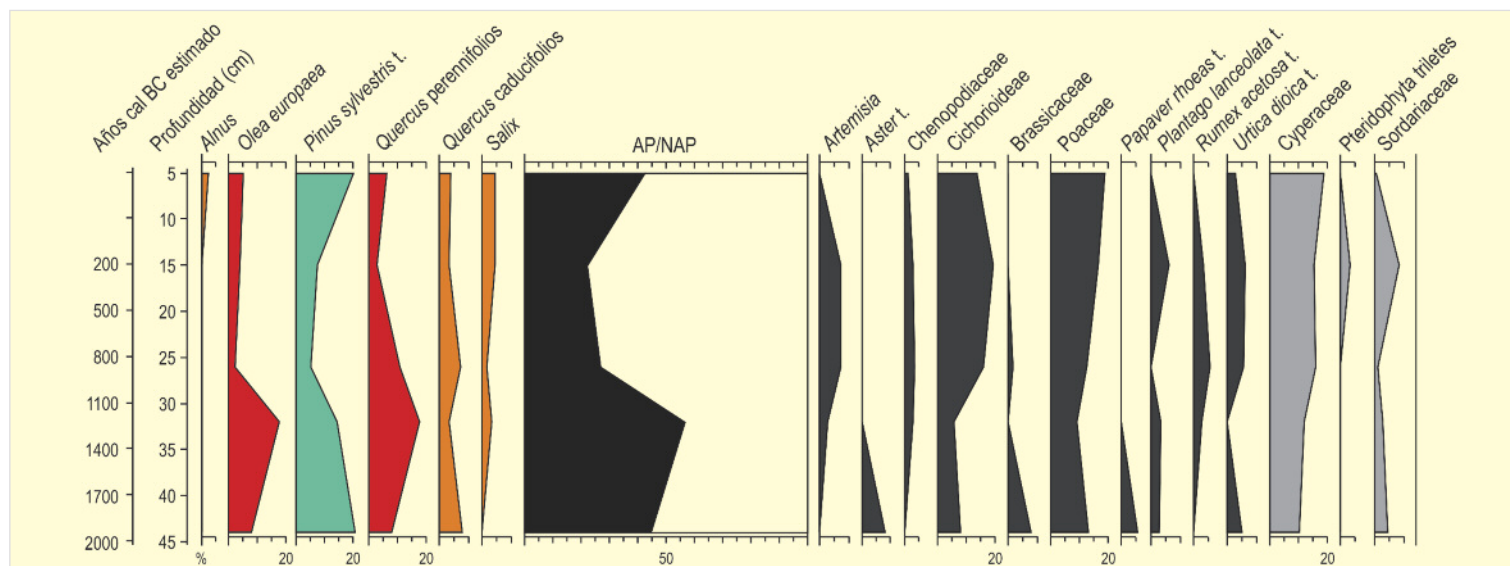


Figura 462. Diagrama polínico de la turbera de Baterna. Modificado de Dorado-Valiño (1993) y López-Sáez *et al.* (2009)

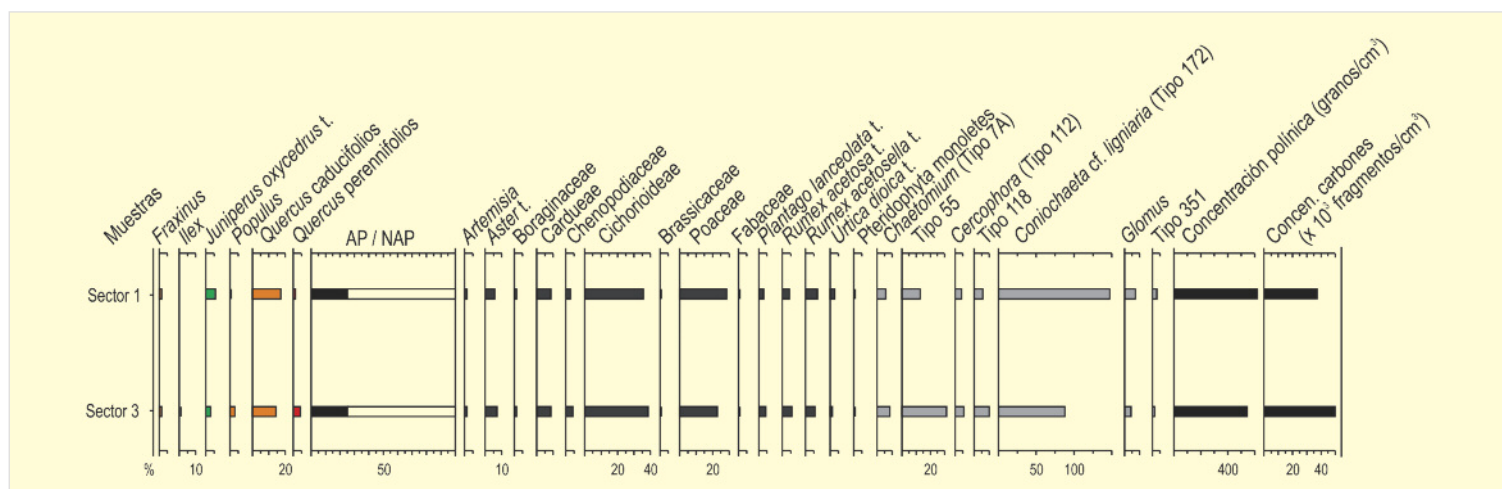


Figura 463. Diagrama polínico del yacimiento de Los Itueros. Redibujado de López-Sáez & López-García (1987)



Figura 464. Paraje de la Turbera de Baterna, Ávila

04" O; 1201 m s.n.m.), Fuente Lirio (40° 38' 22" N, 04° 48' 32" O; 1185 m s.n.m.), Los Itueros (40° 36' 54" N, 04° 55' 36" O; 1275 m s.n.m.), El Morcuero (40° 35' 41" N, 04° 47' 38" O; 1116 m s.n.m.), Valdeprados (40° 37' 08" N, 04° 42' 46" O; 1100 m s.n.m.), Cerro Hervero (40° 39' 29" N, 04° 39' 42" O; 1217 m s.n.m.), Cerro de la Cabeza (40° 39' 10" N, 04° 44' 26" O; 1140 m s.n.m.), El Picuezo de Guareña (40° 36' 55" N, 04° 58' 25" O; 1245 m s.n.m.), La Ladera (40° 38' 19" N, 04° 50' 30" O; 1170 m s.n.m.) y Los Tiesos (40° 41' 16" N, 04° 33' 19" O; 1115 m s.n.m.)— (Figs. 463, 464, 465 y 466), así como de las turberas de Baterna y Narrillos del Rebollar (40° 39' N, 04° 57' O; 1560 m s.n.m.) (Dorado-Valiño 1993), demuestra que el paisaje, en este periodo, estuvo dominado por pastizales graminoides de carácter antropozoógeno, así como por comunidades nitrófilas, mientras que el bosque quedó relegado a una posición testimonial. En todos ellos abundan, además, hongos coprófilos (*Sordaria*, *Cercophora*, *Sporormiella* y *Podospora*). Tanto en los yacimientos citados como en las turberas los porcentajes de *Quercus perennifolios* son, por lo general, inferiores al 20%, por lo que cabe pensar en un encinar abierto y con cierto carácter adhesionado. Esta imagen, en su conjunto, no difiere mucho de lo aportado en Baterna o Riatas para momentos algo más antiguos, por lo que cabría

Entre finales del IV y durante todo el III milenio cal. BC, el estudio palinológico de diez yacimientos calcólicos en el Valle Amblés (López-Sáez *et al.* 2003) —Aldeagordillo (40° 39' 16" N, 04° 39'

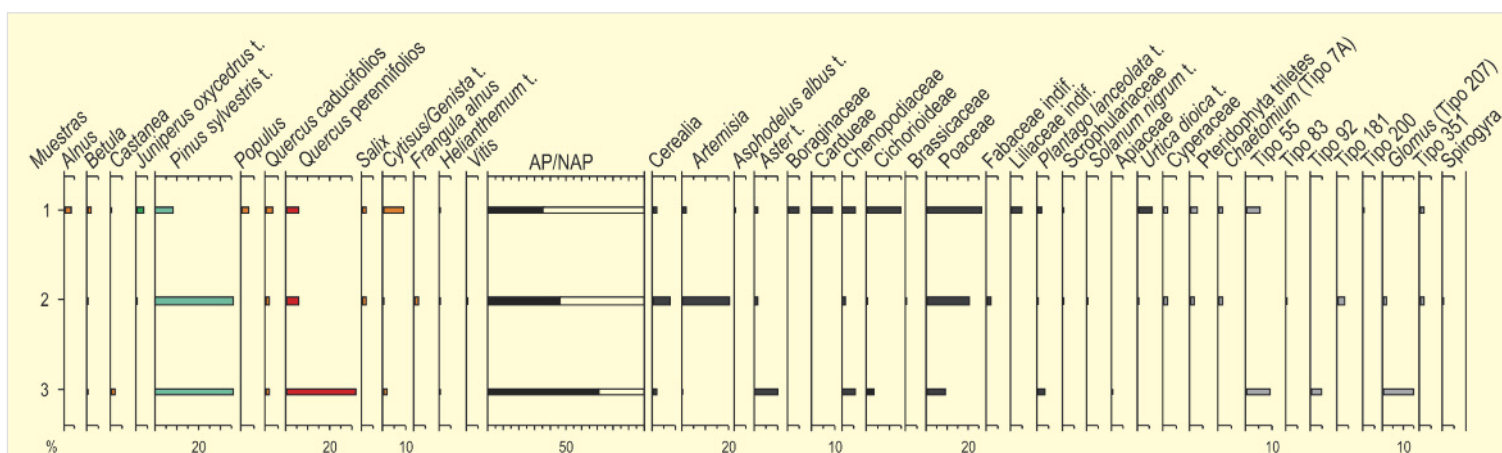


Figura 465. Diagrama polínico del yacimiento de Valdeprados. Modificado de López-Sáez & López-Merino (2007)

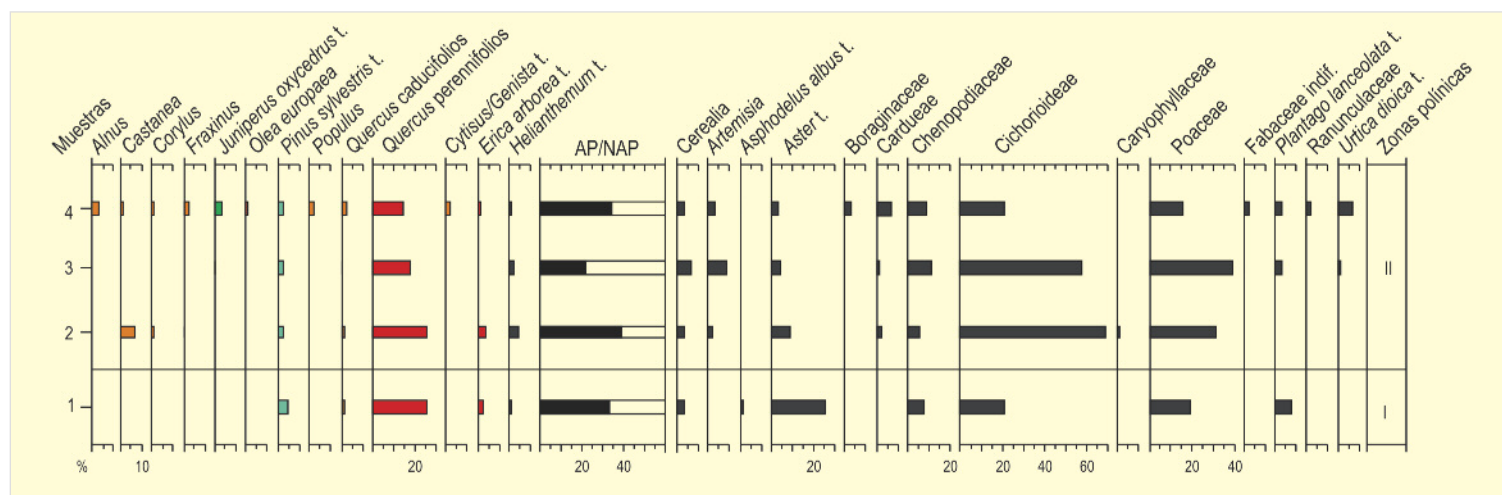


Figura 466. Diagrama polínico de las dos fases cronológicas del yacimiento de Aldeagordillo. Redibujado de López-Sáez & López-Merino (2007)

pensar que el paisaje explotado por los grupos calcolíticos del valle se conformó incluso en un estadio previo. La palinología de los poblados calcolíticos antes citados demuestra que se trataba de una población de agricultores y ganaderos, que dieron lugar a un paisaje agrario no muy diferente del actual. Se practicaría la agricultura, sobre todo en las zonas de fondo de valle aluvial, y la ganadería en los bosques mixtos adherados de fresnos y melojos, así como en las inmediaciones de los rebordes montañosos. Igualmente importante tuvo que ser la recolección de frutos silvestres, especialmente de bellotas, pues este árbol (*Quercus ilex*) aparece de manera preponderante en los espectros polínicos, y en los escasos estudios carpológicos realizados es también el elemento fundamental, si no el único.

En la secuencia de Aldeagordillo (Fig. 466), se observa un aumento sustancial de los elementos xerófilos entre la fase I, plenamente calcolítica y la fase II cuando el antiguo poblado se convierte en sitio funerario y cultural. Esto quiere decir que entre ambas fases pudo haber un incremento de la aridez que tiene su máximo en torno al cambio del III al II milenio cal. BC, el cual incidió sobremanera en un cambio sensible en el patrón de asentamiento, en las estrategias de subsistencia y en la cultura material al iniciarse la Edad del Bronce (Fabián-García *et al.* 2006).

Los análisis palinológicos de los yacimientos del Bronce antiguo de El Picuezo de Sotalbo (40° 31' N, 04° 50' O; 1439 m s.n.m.) (Fig. 467) y El Castillo de Cardeñosa (40° 44' 28' N, 04° 44' 00' O; 1104 m s.n.m.), en cambio sugieren la implantación de condiciones climáticas más húmedas que provocan el desarrollo de pastos higrófilos. A su vez, en este periodo cultural es *Quercus caducifolios*, posiblemente el melojo, la quercínea dominante sobre *Quercus perennifolios*. Hacia el fondo del valle, los depósitos aluviales creados como consecuencia de esta fase más húmeda darían lugar a la preponderancia de la aliseda y la fresneda.

El estudio palinológico del campo de hoyos de la Gravera de Puente Viejo (40° 44' 28" N, 04° 39' 57" O; 1070 m s.n.m.) (López-Sáez & Blanco-González 2004), muestra un ambiente ribereño del tramo medio del río Adaja. Fueron muestreadas varias fosas de este asentamiento, adscrito a la fase más antigua de Cogotas I o grupo arqueográfico Protocogotas (Bronce medio). Su estudio arqueopalínológico muestra un paisaje abierto, altamente deforestado, dominado por formaciones herbáceas en amplias praderas de gramíneas, con algunos robledales de melojos y pequeños reductos de acebuche dispersos en un radio mayor desde el poblado. En el entorno inmediato al espacio doméstico se cultivó cereal, documentando su cercanía en una de las fosas.

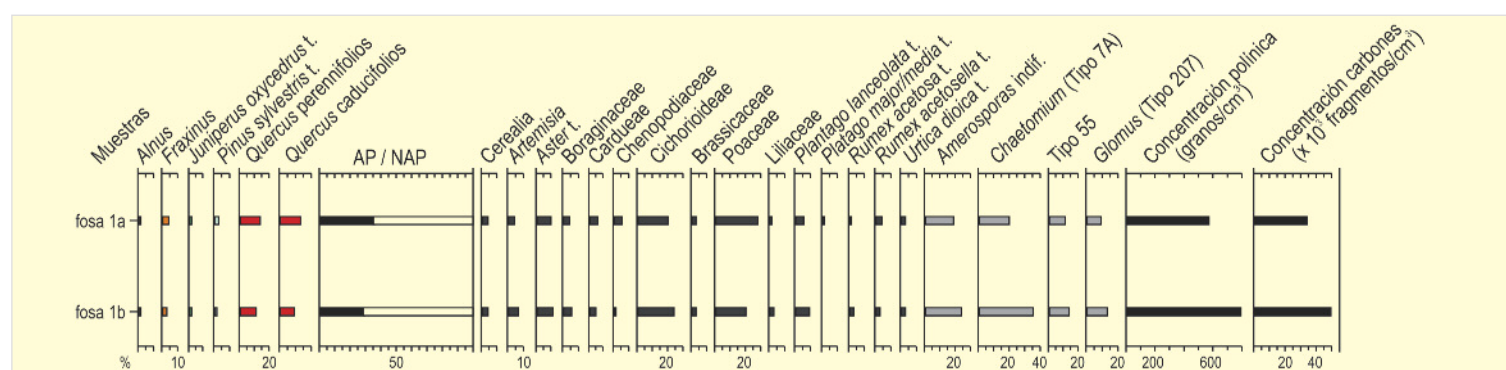


Figura 467. Diagrama polínico del yacimiento de El Picuezo de Sotalbo. Modificado de López-Sáez & López-Merino (2007)

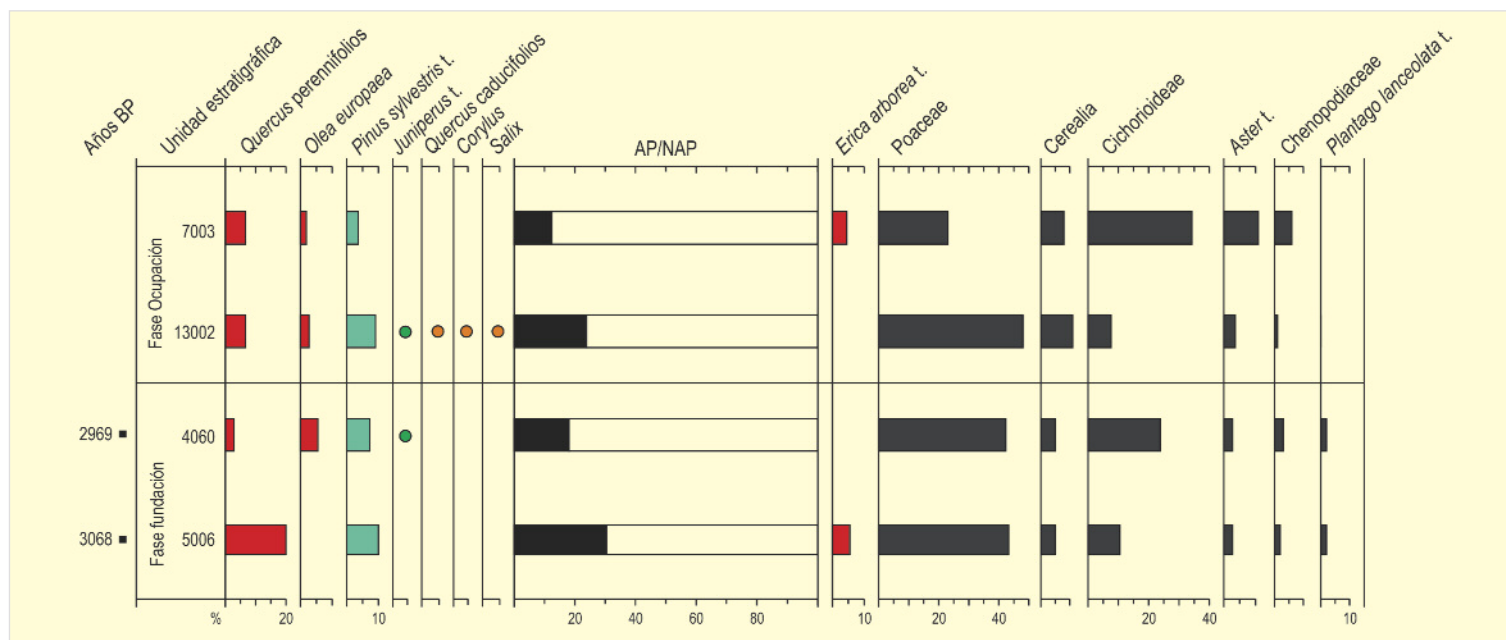


Figura 468. Diagrama polínico del poblado de Guaya. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2009)

El periodo más reciente (c. 1200-800 años cal. BC) ha sido estudiado palinológicamente a partir de yacimientos con ocupaciones del Bronce final y algunas secuencias turbosas. Respecto a los primeros, contamos con los resultados obtenidos en el poblado de Guaya (Fig.

468) (40° 41' N, 04° 35' O; 1110 m s.n.m.) y el yacimiento de La Viña (Fig. 469) (40° 38' N, 04° 40' O; 1070 m s.n.m.) (López-Sáez & Blanco-González 2003, López-Sáez *et al.* 2009). Los espectros polínicos de ambos yacimientos muestran un paisaje de encinar muy abierto, escaso

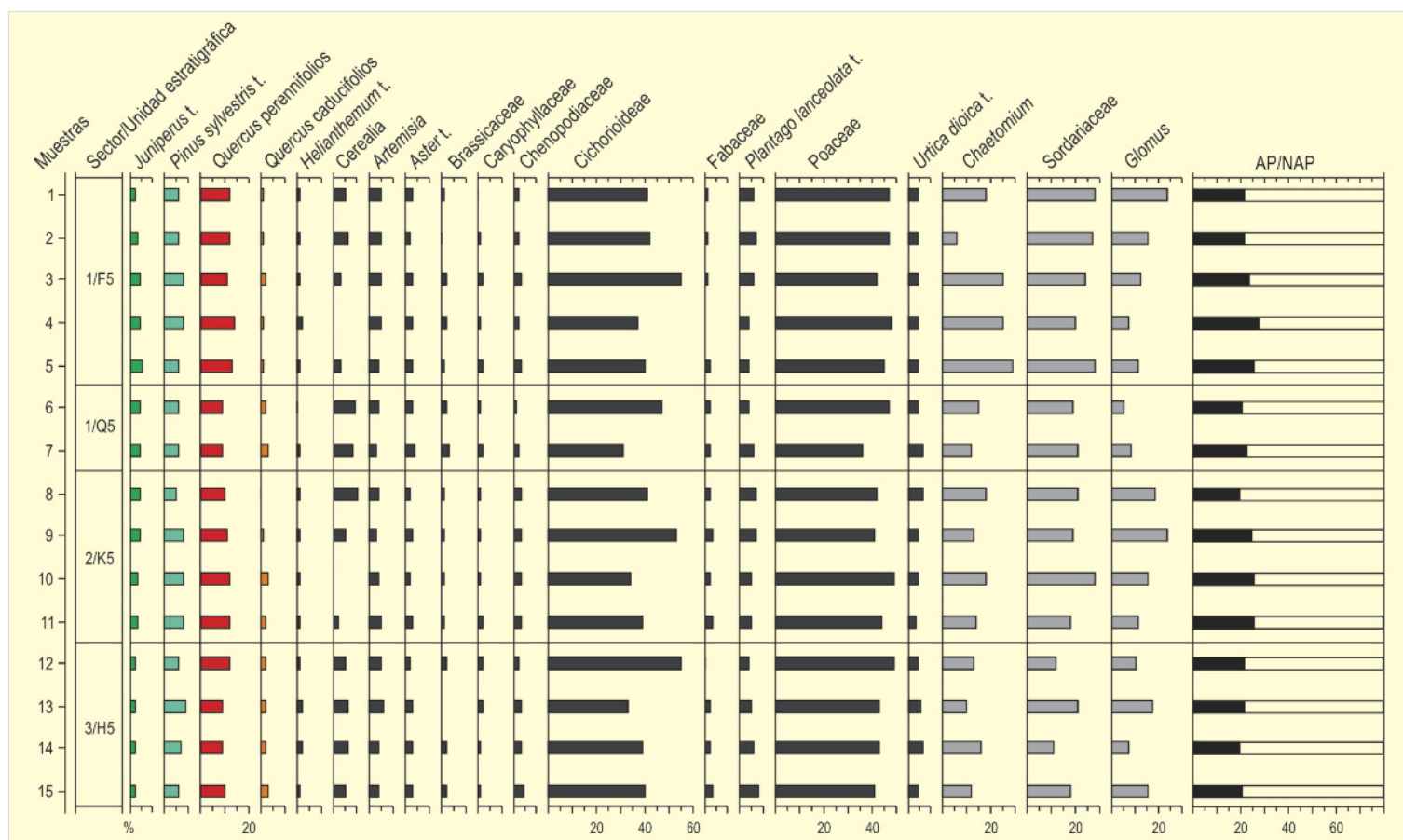


Figura 469. Diagrama polínico del yacimiento de La Viña. Modificado de López-Sáez & Blanco-González (2004), en López-Sáez *et al.* (2009)

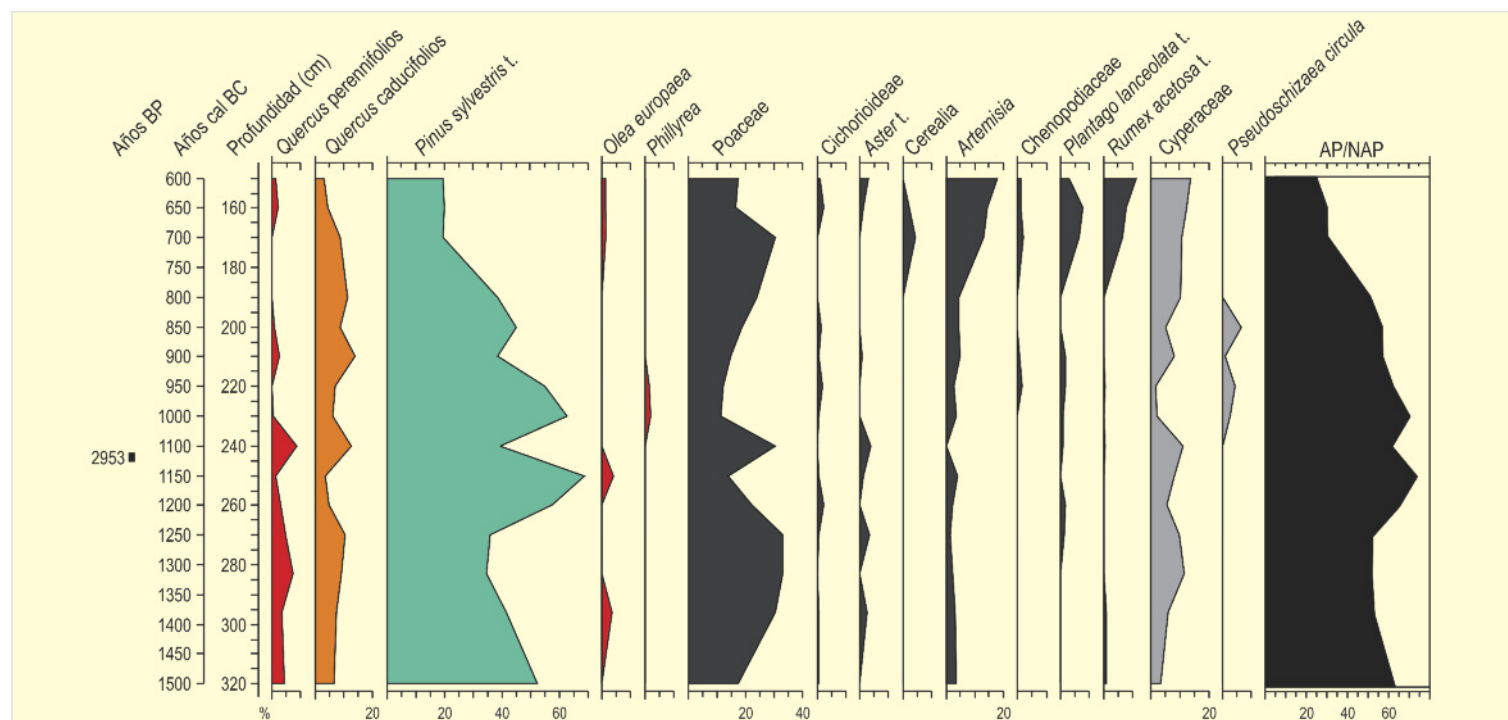


Figura 470. Diagrama polínico de la turbera de Narrillos del Rebollar. Modificado de Dorado-Valiño *et al.* (2001) y López-Sáez *et al.* (2009)

en acebuche, enebro, pino, avellano o sauce, con un estrato arbustivo ralo de brezos y jaras. Ambos se establecieron en un medio abundante en pastizales de gramíneas y plantas ruderales indicativas de una importante presión antrópica, donde el cultivo del cereal era una constante. En La Viña (Fig. 469) deben destacarse los altos porcentajes de *Helianthemum*, *Artemisia* y *Chenopodiaceae*. Estos datos se confrontan con el porcentaje mínimo con que aparece *Quercus caducifolia*.

Los análisis palinológicos tanto de yacimientos arqueológicos (La Viña, Guaya) como de secuencias turbosas (Narrillos del Rebollar, Baterna), muestran un paisaje de encinar muy deforestado y antropizado, así como una escalonada sequedad ambiental y edáfica en esta coyuntura (c. 2750 años BP / 850 años cal. BC). El continuo descenso del nivel freático y la degradación del bosque, convertido en praderas de herbáceas, junto a las dificultades del déficit hídrico y la sequedad y dureza del suelo obligaron a una significativa reestructuración del sistema social, lo conocemos como Bronce final, un estado que supone la reestructuración eficaz de los viejos modos de vida adaptados a las condiciones ecológicas del final del Subboreal. El cambio climático transformó las condiciones xéricas y térmicas del periodo precedente en otras más húmedas y frías, lo que desencadenó un evento de crisis ecológica con una duración aproximada de un siglo (c. 850-760 años cal. BC). Este evento ha quedado claramente registrado en los análisis de polen de las secuencias turbosas de Narrillos del Rebollar (Fig. 470) y Baterna por cambios sedimentarios y de las formaciones vegetales. El aumento de la pluviosidad provocó una mayor humedad ambiental y edáfica, produciéndose el retroceso del pinar, del encinar, de la maquia de acebuche y de los pastos xerófilos, a la vez que progresó el bosque caducifolio de melojo y el bosque ripario; el aumento de humedad significó una reducción muy sensible de la frecuencia de los incendios y el mayor régimen de lluvias dio

lugar a una mayor erosión en las cuencas y un mayor aporte detrítico a los sedimentos de las zonas turbosas. Las consecuencias del evento tuvieron un intenso impacto paisajístico. El nivel freático ascendió, de manera que las zonas de fondo aluvial de la cuenca alta del río Adaja, el Valle Amblés, pudieron verse posiblemente inundadas, haciéndose inviables a la explotación agrícola y ganadera. En el caso de la turbera de Narrillos del Rebollar, en el momento en que acontece el cambio climático, puede observarse la desaparición de todo indicio de actividad antrópica.

En la turbera de Narrillos del Rebollar, a partir de los 200 cm de profundidad, una serie de cambios parecen caracterizar el comienzo de lo que ha sido llamado periodo Subatlántico (Fig. 470). La composición de la estratificación en la secuencia cambia bruscamente desde sedimentos de carácter turboso a otros detríticos orgánicos. Este aumento del detritismo, coincide con la desaparición de *Quercus perennifolia* y con un máximo de *Quercus caducifolia*. Refrendando que nos encontramos frente a una tendencia de marcado carácter húmedo, en el diagrama de Narrillos del Rebollar se detecta por primera vez la presencia de sauce y la recuperación de aliso, elementos del bosque ripario, así como un máximo de los pastos húmedos indicados en el diagrama por *Cyperaceae*.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (1990, 1996, 1998), Dorado-Valiño *et al.* (1990, 2001), Dorado-Valiño (1993), López-Sáez & Burjachs (2002, 2002-2003), López-Sáez (2002, 2009), Burjachs & López-Sáez (2003), López-Sáez & Blanco-González (2003, 2004), López-Sáez & López-García (2003, 2004, 2006), López-Sáez *et al.* (2003, 2005, 2009), Fabián-García *et al.* (2006), López-Sáez & López-Merino (2007)

EL MIRADOR

Sierra de Atapuerca, Ibeas de Juarros, Burgos
Holoceno (7880-3240 años cal. BP)

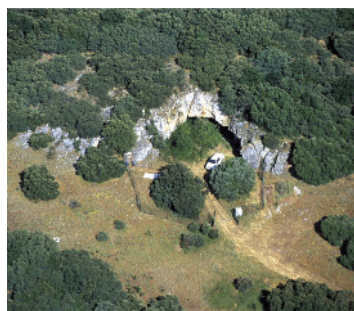


Figura 471. Vista de la cavidad desde el aire



Figura 472. Interior de la cueva

La cueva de El Mirador (Ibeas de Juarros, Burgos) se encuentra en la vertiente del extremo meridional de la Sierra de Atapuerca. Se sitúa en las coordenadas geográficas 42° 20' 31" N y 03° 30' 25" O; a una altitud de 1033 m s.n.m. Este depósito arqueológico se caracteriza por una sedimentación formada de manera continua por

acumulaciones sucesivas de materiales de origen antrópico con distintas fases de combustión (Vergès *et al.* 2008). El depósito está ligado a las actividades agropecuarias.

En la actualidad el paisaje de la Sierra de Atapuerca tiene un carácter antrópico, dominando los campos de cereales sobre las terrazas más próximas. En la propia Sierra de Atapuerca se desarrolla un quejigar (con encinas, majuelos y madresevas entre otras especies) que ha sufrido durante décadas los efectos de las actividades humanas y especialmente el carboneo. En la ribera del Arlanzón crece en la actualidad una saucedá en la que encontramos *Salix alba*, *S. atrocinerea*, *S. caprea* y *S. eleagnus*, entre otras especies. En las sierras más próximas encontramos el melojar y pinares de pino albar. También aparecen hayas en las zonas de mayor humedad.

El estudio antracológico realizado por Allué & Euba (2008) (Fig. 473) está basado en 3868 restos procedentes de 17 niveles que abarcan

Ref. Lab.	Procedencia	Años BP	Años cal. BP	Arqueología	Material	Método
Beta-154894	MIR 4 (techo)	3020 ± 40	3240	Bronce	<i>Quercus perennifolio</i>	AMS
Beta-153366	MIR 4 (base)	3380 ± 40	3630	Bronce	<i>Quercus caducifolio</i>	AMS
Beta-153367	MIR 6	4760 ± 40	5500	Neolítico	<i>Quercus perennifolio</i>	AMS
Beta-181086	MIR 8	4950 ± 40	5680	Neolítico	<i>Quercus perennifolio</i>	AMS
Beta-220912	MIR 9	5050 ± 40	5810	Neolítico	<i>Triticum aestivum/durum</i>	AMS
Beta-181087	MIR 11	5340 ± 50	6120	Neolítico	<i>Quercus perennifolio</i>	AMS
Beta-208131	MIR 13	5420 ± 40	6240	Neolítico	<i>Triticum dicoccum</i>	AMS
Beta-220913	MIR 14	5470 ± 40	6270	Neolítico	<i>Triticum aestivum/durum</i>	AMS
Beta-181088	MIR 16	5700 ± 70	6510	Neolítico	<i>Quercus</i>	AMS
Beta-208132	MIR 18	6090 ± 40	6970	Neolítico	<i>Triticum dicoccum</i>	AMS
Beta-182040	MIR 19	6130 ± 50	7040	Neolítico	<i>Quercus caducifolio</i>	AMS
Beta-197384	MIR 20	6070 ± 50	6940	Neolítico	<i>Triticum dicoccum</i>	AMS
Beta-197385	MIR 21	6350 ± 40	7290	Neolítico	<i>Quercus</i>	AMS
Beta-208133	MIR 22	6110 ± 40	5760	Neolítico	<i>Triticum aestivum/durum</i>	AMS
Beta-208134	MIR 23	6300 ± 50	7230	Neolítico	<i>Triticum dicoccum</i>	AMS
Beta-220914	MIR 24	6080 ± 40	6950	Neolítico	<i>Triticum dicoccum</i>	AMS
Beta-197386	-	7030 ± 40	7880	Neolítico	<i>Pinus</i>	AMS

Tabla 115. Dataciones de la Cueva de El Mirador (Vergès *et al.* 2008)

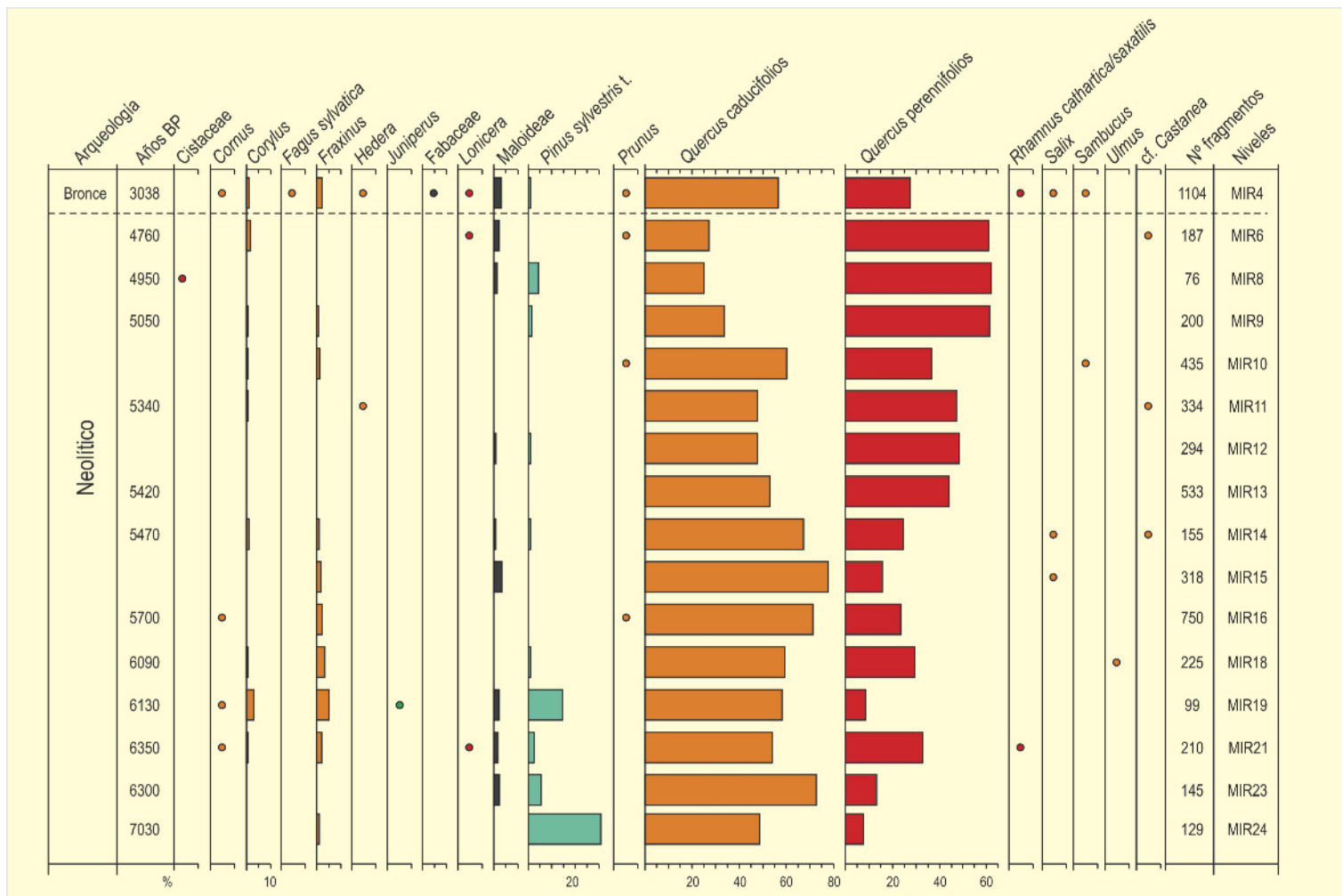


Figura 473. Diagrama antracológico de la cueva de El Mirador. Redibujado de Allué & Euba (2008)

15 niveles neolíticos y 2 de la Edad del Bronce. La secuencia presenta una evolución característica para este período; en toda ella dominan los *Quercus*, tanto caducifolios (robles y quejigos) como perennifolios (encinas). Este hecho está ligado con la explotación de estos taxones y con su dominio en la formación vegetal próxima a la cavidad.

En la base del diagrama encontramos un dominio de robles junto a otros taxones de ambientes húmedos, especialmente es significativa la presencia de *Fraxinus* y *Corylus*, más abundantes en esta fase que en las posteriores. Asimismo, destacan los valores de *Pinus* tipo *sylvestris*, un taxón relicto del Tardiglacial que en la actualidad crece en bosques no muy alejados de la cueva. Otros taxones que aparecen son *Maloideae*, *Cornus*, *Juniperus*, *Lonicera*, *Salix*, *Sambucus* y *Rhamnus cathartica/saxatilis*.

A lo largo de la secuencia observamos cómo los valores de *Quercus* perennifolios aumentan de forma evidente en detrimento de los caducifolios en los niveles MIR6 a MIR9. Las formaciones vegetales que refleja este registro son, por una parte, el melojar que probablemente se extendía por las zonas más húmedas sobre las terrazas del Arlanzón, y, por otra parte, el encinar y quejigar que crecerían sobre el relieve calcáreo de la Sierra de Atapuerca.

La diferencia entre los valores de *Quercus* y el resto de taxones en toda la secuencia, refleja una explotación de las formaciones vegetales descritas dirigida hacia estas especies. Esta explotación estaría relacionada también con su uso como forraje para el ganado, ya que el depósito de esta cavidad está totalmente relacionado con su utilización como redil.

En el nivel de la Edad del Bronce se observa una mayor variabilidad taxonómica ligada con una mayor transformación de origen antrópico del paisaje. Asimismo, cabe destacar la presencia de *Fagus sylvatica*, especie característica de su máxima expansión en torno a este período.

Los cambios observados en esta secuencia reflejan la intensificación de las actividades antrópicas a lo largo de esta fase del Holoceno, afectadas también probablemente por variaciones climáticas. Finalmente, si tenemos en cuenta las diferentes disciplinas arqueobotánicas aplicadas a esta secuencia, vemos como el registro nos describe un paisaje antropizado en mosaico.

Más información

Allué & Euba (2008)

PORMA

Cordillera Cantábrica, León
Holoceno (5272-1310 años cal. BP)



F. GÓMEZ-MANZANIQUE

Figura 474. Megarrestos en la localidad de Lillo, León

Los yacimientos de Puebla de Lillo, Valdelugeros y Llánaves de la Reina se localizan en el norte de la provincia de León, 1500-1800 m s.n.m., en depósitos higroturbosos sobre formas de origen glaciario, normalmente depresiones cerradas por cordones morrénicos. Se encuentran en el piso montano eurosiberiano, en un contexto climático sin sequía acusada, donde se recogen precipitaciones cercanas a los 1100 mm y temperaturas medias de unos 7 °C. En el yacimiento de Puebla de Lillo, el espesor del depósito higroturboso alcanzó los 10 m. Los megarrestos fueron hallados en el perfil del talud que habían dejado al descubierto las obras de construcción de una pista forestal. La vegetación situada en el entorno del yacimiento se compone de formaciones de ericáceas y leguminosas que alternan con retazos de bosques de frondosas (*Fagus* y *Quercus*). Además, en la cabecera del Porma existen pinares de *Pinus sylvestris* en las cercanías de Puebla de

Lillo (Pinar de Lillo y Collacerrosa) desarrollados en las laderas de fuerte pendiente, orientadas al oeste. En el Alto Curueño, predominan los matorrales, con árboles (*Betula*) en los entornos de los arroyos; por encima del yacimiento en la ladera de fuerte pendiente, se sitúa una formación de *Quercus robur* de porte arbustivo. En las cercanías al yacimiento de Llánaves de la Reina, existen bosques de frondosas, dominados fundamentalmente por *Quercus petraea*, que alternan con matorrales de ericáceas (*Erica* y *Calluna*) y leguminosas (*Cytisus scoparius*, *C. oromediterraneus*, *Genista florida* y *G. obtusiramea*). En las laderas orientadas hacia el suroeste existen repoblaciones de pinos montanos (*Pinus sylvestris* y *P. uncinata*) y alerces.

De los catorce megarrestos de madera subfosilizada extraída en los yacimientos, trece fueron adscritos a *Pinus sylvestris*, al igual que las 20 piñas localizadas (Sánchez-Hernando *et al.* 1999). La madera restante pertenece a *Betula*. Los datos recogidos en estos yacimientos, son coherentes con la información recogida por el registro polínico del Pinar de Lillo y confirman el carácter autóctono y la estabilidad de la masa de pinar que allí aún perdura. Además de esto, constata la importancia relativa de las masas boscosas de esta especie durante la segunda mitad del Holoceno en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica. *Pinus sylvestris* fue uno de los elementos vegetales dominantes en la expansión forestal del Tardiglacial y principios del Holoceno, aunque actualmente la representación de la especie en todo el cuadrante noroccidental es prácticamente testimonial (Velilla del Río Carrión, Sierra de Geres, Pinar de Lillo y Collacerrosa).

Más información

García-Antón *et al.* (1997), Sánchez-Hernando *et al.* (1999)

Ref. Lab.	Yacimiento	Años BP	Años cal. BP	(2s-INTCAL04)
Beta 98916	Llánaves de la Reina	1530 ± 60 BP	1426	1310-1533
Beta 56699, AC-1	Valdelugeros	2630 ± 50 BP	2757	2543-2859
UBAR 225-PL1	Puebla de Lillo	4386 ± 50 BP	4960	4847-5272

Tabla 116. Dataciones radiocarbónicas de los yacimientos de la montaña cantábrica leonesa

CRUZ DA COLADA

Sierra de Los Ancares, Candín, León
Holoceno (4280 años BP)



Figura 475. Vista general del valle de Balouta en la Sierra de los Ancares

Cruz da Colada es un paleosuelo localizado en el valle de Balouta, en la Sierra de Los Ancares ($42^{\circ} 54' N$ y $06^{\circ} 47' O$; 1450 m s.n.m.). El clima en el valle de Balouta es de tipo meso-mediterráneo y las precipitaciones anuales oscilan entre 1100-1300 mm. La vegetación natural de la zona está bien representada en la Reserva Natural de la Sierra de Los Ancares, donde abundan las formaciones de robles y castaños, entre los que se pueden encontrar también tejos, avellanos, abedules y acebos, entre otros.

El perfil de Cruz da Colada presenta más de dos metros de potencia y la fecha obtenida para este depósito mediante radiocarbono es de 4280 años BP. El estudio edafológico de este suelo fue realizado por Moares-Domínguez (1997) y en él se describe la presencia de niveles de carbones y de manchas anaranjadas que indican la recurrencia de incendios y el subsecuente desplazamiento de materiales de ladera provocado por la reducción drástica de la cubierta vegetal.

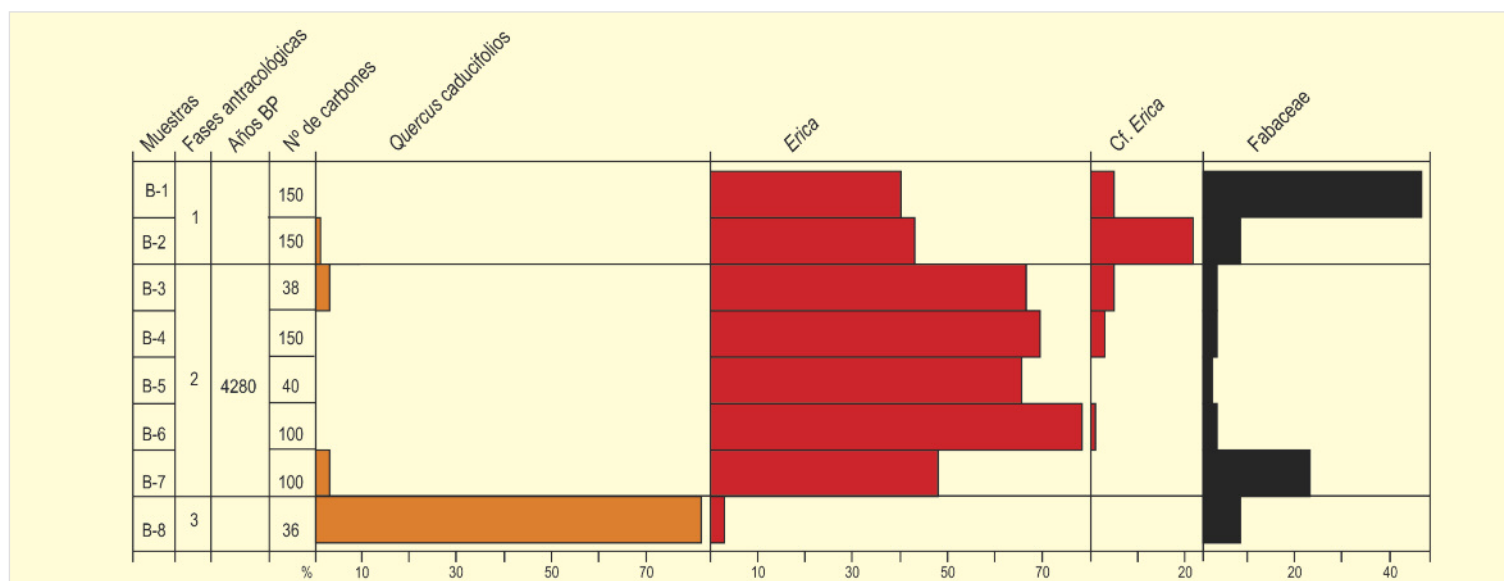


Figura 476. Diagrama antracológico de Cruz da Colada. Redibujado de Carrión-Marco (2005)

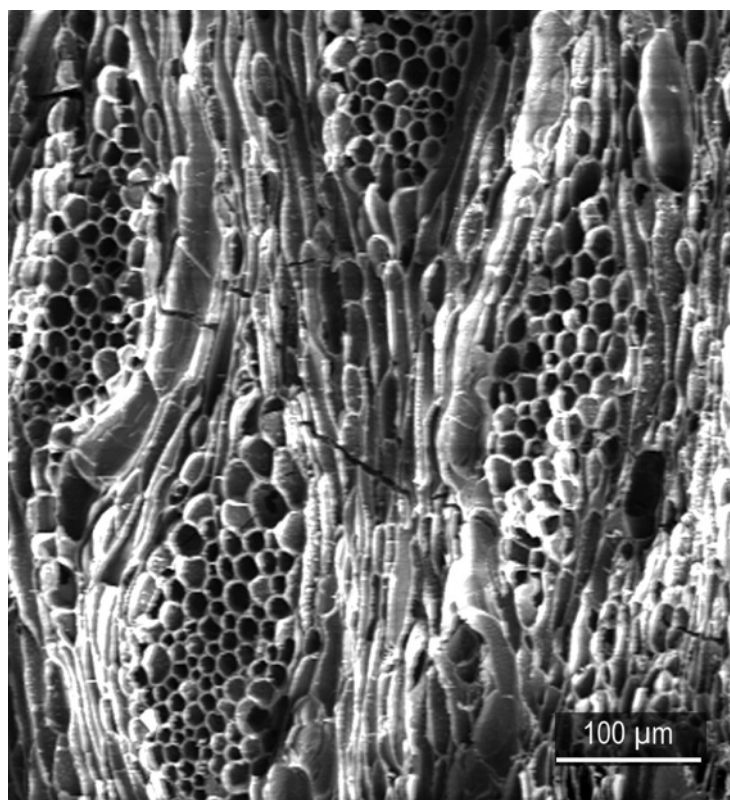


Figura 477. Imagen al M.E.B. del corte tangencial de un carbón de Erica cf. E. arborea

de toda la secuencia son *Erica*, Fabaceae y *Quercus caducifolio*. La base de la secuencia (fase antracológica 3) refleja un dominio de *Quercus caducifolio*, mientras que el principal taxón arbustivo es Fabaceae, en porcentajes muy bajos. Si bien es cierto que los *Quercus* pueden estar sobrerrepresentados en el registro por una mayor producción de volumen de madera quemada tras el incendio, su presencia local debió de ser importante.

La fase antracológica 2 cubre la mayor parte del perfil y parece que la cubierta vegetal se mantiene estable durante este intervalo; éste corresponde a la datación de 4280 años BP, que coincide con los momentos de consolidación del sistema agropastoral en el noroeste ibérico. Esta fase se caracteriza por un dominio de taxones arbustivos, siendo *Erica* el más abundante, junto a Fabaceae, que aparece en porcentajes mucho menores. *Quercus caducifolio* cae bruscamente de la muestra B-8 a la B-7, y no vuelve a tener una presencia importante en toda la secuencia, probablemente como resultado de episodios recurrentes de fuego que parecen impedir la regeneración de la vegetación arbórea a lo largo de toda esta fase.

En la fase antracológica 1, la presencia de *Erica* se reduce, mientras que Fabaceae aumenta progresivamente. El establecimiento de un matorral compuesto por brezos y fabáceas parece ser una respuesta de la vegetación a la recurrencia de los episodios de fuego.

Más información

Carrión-Marco (2005), Martínez-Cortizas *et al.* (2009)

El análisis antracológico realizado por Carrión-Marco (2005) (Fig. 476) muestra que los taxones vegetales dominantes a lo largo

TUBILLA DEL LAGO

Cuenca del Duero, Tubilla del Lago, Burgos
Holoceno (4019-3388 años cal. BP)



C. MORLA JUARISTI

Figura 478. Aspecto que presentaba el yacimiento después de la extracción del material

El yacimiento de Tubilla del Lago ($41^{\circ} 48' 33''$ N, $03^{\circ} 34' 14''$ O; 900 m s.n.m.) es un depósito lacustre fósil de 3,8 ha de superficie y de 7,5 metros de profundidad situado en la cuenca del río Gromejón, afluente del Duero. Se ubica al sur de la provincia de Burgos, en el sureste de la Cuenca del Duero. En la zona de estudio domina el paisaje neógeno continental, con yesos, margas y calizas. Al sureste del yacimiento se encuentra la Sierra de Ayllón y en el noreste aparecen las primeras manifestaciones suroccidentales de la Sierra de la Demanda. El clima es mediterráneo, con una marcada continentalidad y un largo período de sequía que puede durar entre 3 y 5 meses. La precipitación media anual es de 439 mm y la temperatura media del año es de 12°C , pudiendo registrarse heladas desde finales de octubre hasta primeros de mayo.



F. GÓMEZ MANZANEQUE

Figura 479. Troncos encontrados en el yacimiento (recolectados en superficie)

Actualmente, el área cercana al yacimiento se encuentra muy antropizada y deforestada. La vegetación del entorno está formada por un mosaico irregular de cultivos agrícolas y tomi-llar mixto (principalmente tomillo, salvia y espliego) con compuestas leñosas y pies dispersos de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Quercus faginea* y *Juniperus thurifera*. También se pueden encontrar en poblaciones cercanas al yacimiento pinares formando rodales, tanto naturales como procedentes de repoblación de *Pinus pinaster*, *P. pinea*, *P. nigra* y *P. sylvestris*. El yacimiento supone una localidad separada del área de distribución actual de la especie. Las poblaciones naturales de *P. nigra* más cercanas al yacimiento se encuentran a más de 50 kiló-metros de distancia en el cañón del Río Lobos. Las únicas masas situadas más al oeste del yacimiento son las del río Cega y las del Sistema Central. Estas poblaciones están consideradas

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-243503 (TUB G01)	3160 ± 50	3388	madera
CNA-171 (TUB-A-04)	3680 ± 70	4919	madera
CNA-172 (TUB-D-04)	3150 ± 70	3374	madera

Figura 117. Datos de radiocarbono de Tubilla del Lago. Edad calibrada 2σ. García-Amorena *et al.* (2011)



Figura 480. Piña hallada en el yacimiento. Escala 7mm



Figura 481. Apófisis de una piña del yacimiento

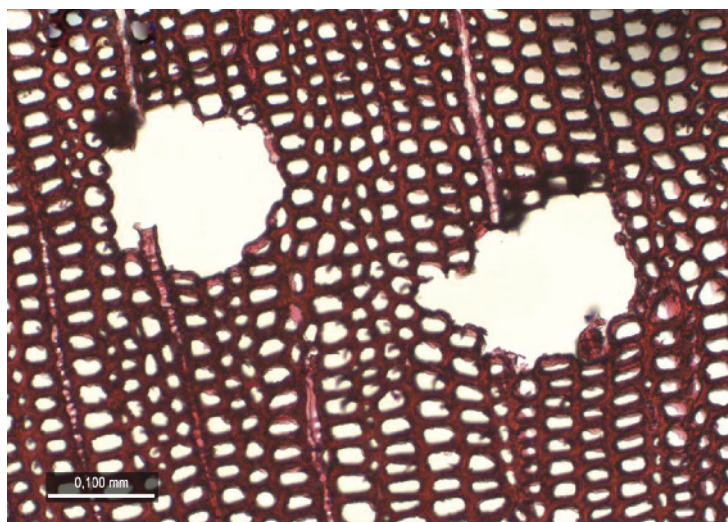


Figura 482. Detalle del corte transversal de una de las maderas de *Pinus* gr. *sylvestris/nigra* donde se aprecian los canales resiníferos de células epiteliales delgadas

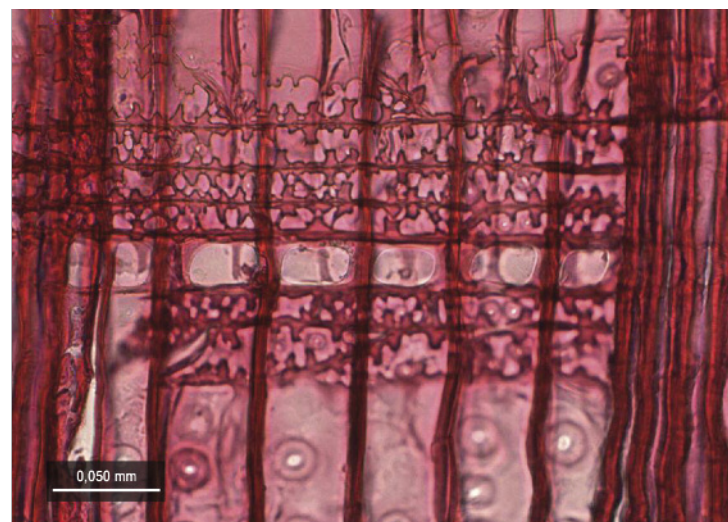


Figura 483. Detalle del corte radial de una de las maderas de *Pinus* gr. *sylvestris/nigra* donde se aprecian las punteaduras de los campos de cruce de tipo ventana y los dientes de las traqueidas radiales

como relictas y constituyen el límite de distribución occidental de la especie.

Durante las operaciones de vaciado del depósito (para formar una pequeña laguna) se encontraron diferentes macrorrestos leñosos, tales como troncos, ramas y piñas. Se avisó del hallazgo al grupo de investigación "Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal" de la U.D. de Botánica de la E.T.S.I. de Montes, que se desplazó a visitar el yacimiento y procedió a la recogida de muestras. Se hallaron un total de 17 troncos y 71 piñas. El estudio de los estróbilos permitió su identificación como *P. nigra* y el de las maderas su identificación como *P. gr. sylvestris/nigra*. Las dataciones radiocarbónicas adscriben el registro fósil del yacimiento a la última etapa del Holoceno (Tabla 117).

El hallazgo de estos fósiles de un rango cronológico amplio demuestra la presencia continua de *P. nigra* en la Cuenca del Duero en gran parte del Holoceno. Estos resultados apoyan la importancia, sugerida por otros autores (Costa Tenorio *et al.* 1990, Alcalde *et al.* 2006, García-Antón *et al.* 2011), que los pinares tuvieron sobre sustratos calizos de la submeseta norte durante el Holoceno hasta su desaparición (Franco *et al.* 2001). Además, esta evidencia se suma a otras paleobotánicas ya existentes como Cevico Navero (Roig 1994) y Aguilar de Campoo que reflejan una mayor extensión de *P. nigra* en la cuenca del Duero durante el Holoceno.

Más información

García-Amorena *et al.* (2011)

EL PAYO

Puerto de Santa Clara, El Payo, Salamanca
Holoceno (<3825 años cal. BP)



D. ABEL-SCHAAD

Figura 484. Vista de la turbera de El Payo

La turbera de El Payo (Fig. 484) ($40^{\circ} 15' 10''$ N, $06^{\circ} 46' 18''$ O) se encuentra a 1000 m s.n.m., en el término de El Payo (Salamanca), muy próxima al Puerto de Santa Clara, que separa esta provincia de la de Cáceres, en la comarca de la Sierra de Gata, situada en el sector occidental del Sistema Central. Los materiales geológicos dominantes son los granitos y las pizarras precámbricas. El área de estudio se sitúa en el piso bioclimático

supramediterráneo inferior, con un ombroclima húmedo (Peinado-Lorca & Rivas-Martínez 1987), donde la vegetación potencial estaría constituida por melojares húmedos carpetano-leoneses. Es característica la presencia de elementos atlánticos que se añaden a los procedentes de las formaciones de cada una de las provincias corológicas limítrofes. En la actualidad el área de estudio se encuentra dentro de un melojar degradado por la

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-230841	100	3560 ± 40	3825	AMS

Tabla 118. Datación radiocarbónica de la turbera de El Payo (Salamanca). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95%, 2 sigma)

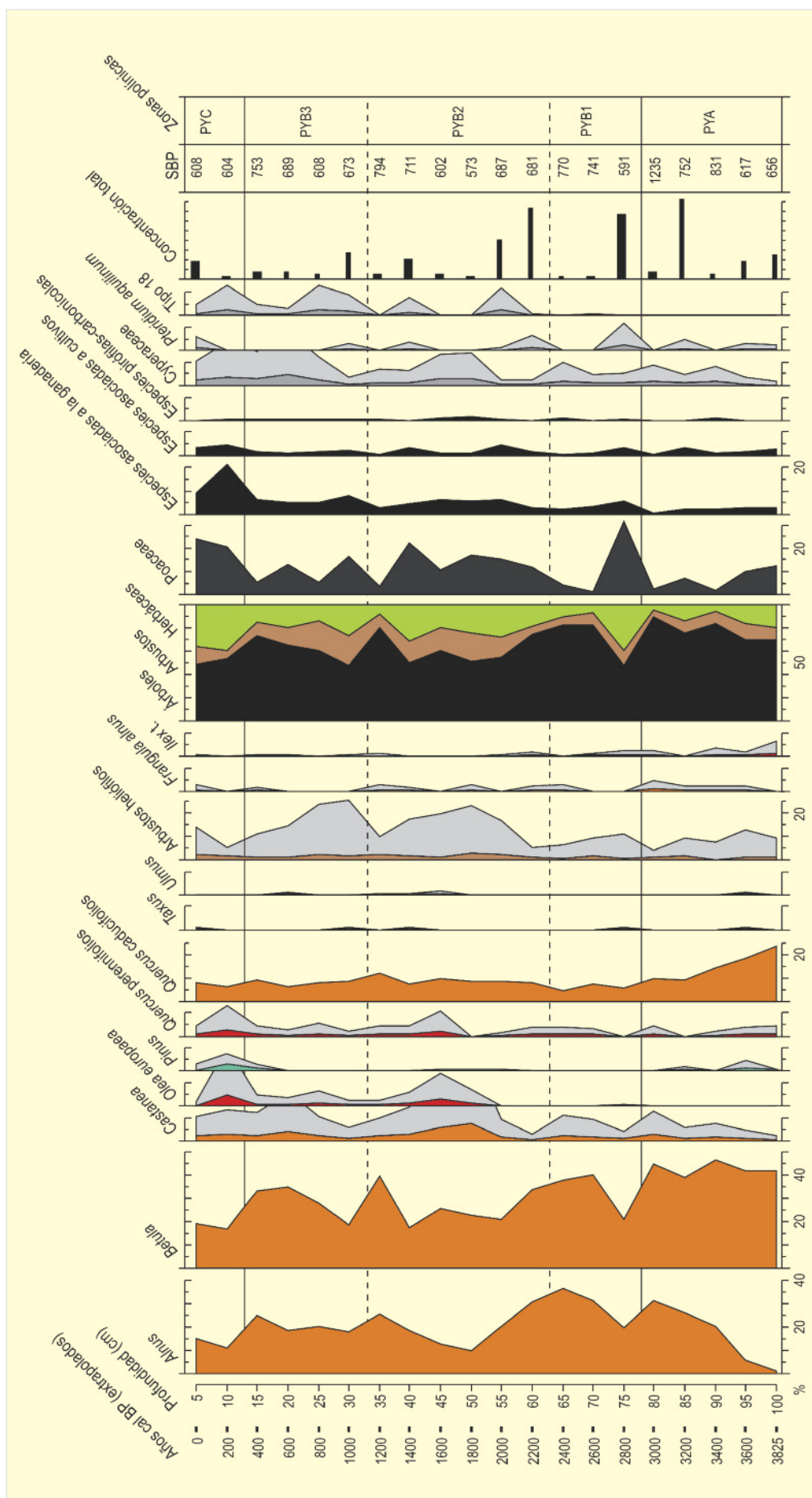


Figura 485. Diagrama polínico sintético de la turbera de El Payo (Salamanca). Modificado de Abel Schaad et al. (2009)

actividad ganadera, próximo a recientes repoblaciones de *Pinus sylvestris*. En las zonas de mayor altitud el paisaje está dominado por el matorral, en el que destacan las distintas formaciones de *Echinopartum ibericum*, *Cytisus oromediterraneus*, *C. striatus* y *Erica australis*. El estudio polínico de la turbera de El Payo ha sido realizado por Abel-Schaad *et al.* (2009). Este sondeo permitió la extracción de un testigo de 100 cm de longitud para cuya base se obtuvo una datación de 3825 años cal. BP (Tabla 118). La observación del diagrama polínico (Fig. 485) permite distinguir tres zonas, la segunda de las cuales se subdivide a su vez en otras tres. Para el análisis se han utilizado también el esquema estratigráfico de la turbera y un diagrama de concentración polínica.

La zona PYA (100-78 cm, c. 3825 años cal. BP-2900 años cal. BP) se caracteriza por el alto porcentaje de polen arbóreo, con dominio de los porcentajes de *Betula*, seguido de *Alnus* y *Quercus caducifolia*, junto a presencias mínimas de *Pinus sylvestris*, *Castanea*, *Quercus perennifolia*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Taxus* y *Ulmus*. Entre los arbustos destaca *Erica* y entre la escasa representación de herbáceas domina Poaceae, acompañada de Fabaceae y taxa plausiblemente antropozoógenos como *Rumex acetosella*, Cichorioidae, *Aster* y *Plantago*. La turbera comenzó a formarse en un contexto paisajístico que estaría dominado por los abedules, con alisedas en expansión y robledales en regresión, resultado de las primeras fases de deforestación a través del uso del fuego para la incipiente ganadería. Cabe destacar la presencia del castaño en esta fecha tan temprana, lo que permite pensar en áreas de refugio para esta especie en esta zona occidental del Sistema Central. De este modo, encontramos en la Sierra de Gata un paisaje de transición entre las condiciones suaves y húmedas de la Serra da Estrela y otras más continentales en la Sierra de Béjar, siguiendo el gradiente de mayor continentalidad hacia el este del Sistema Central.

La zona PYB (78-13 cm, c. 2900-300 años cal. BP), se caracteriza por hasta tres abruptos descensos de los niveles de polen arbóreo, con posteriores recuperaciones hasta un alto porcentaje final. El primero de ellos indica el inicio de la Subzona PYB₁ (78-63 cm, c. 2900-2300 años cal. BP). A la reducción de los porcentajes de *Betula*, *Alnus* y *Quercus caducifolia* hasta la mitad, corresponde el incremento de los de *Erica* y, sobre todo, de Poaceae, taxa al que acompañarían Fabaceae y *Rumex acetosella*. Conviene destacar la aparición de *Asphodelus albus* y de Sordariaceae (tipo 55A). En esta subzona comienza el período Subatlántico, cuyo inicio viene marcado por un abrupto evento climático que provoca un mínimo de concentración polínica en el perfil. La apertura del paisaje se hace evidente así como cierta intensificación de la ganadería y el uso del

fuego como método de expansión de los pastizales. La subzona PYB₂ (63-33 cm, c. 2300 años cal. BP-1100 años cal. BP) comienza con una fase de recuperación arbórea, pero pronto se produce un nuevo e intenso declive del polen arbóreo, que afecta especialmente a *Betula* y *Alnus* mientras se mantienen los niveles de *Quercus caducifolia*. Además, se inicia la curva continua de *Olea* y se dan los máximos de *Castanea*. Entre las especies arbustivas, se incrementan al doble los niveles de *Erica*, acompañado de *Cytisus*, *Cistus* y *Arbutus unedo*. Poaceae experimenta un gran desarrollo, acompañada de Fabaceae y *Rumex acetosella*. Cabe destacar, además, la presencia de *Chaetomium* (tipo 7A) y Sordariaceae. La subzona termina con una nueva fase de recuperación del polen arbóreo. La llegada de la cultura romana supone un nuevo episodio de deforestación del área, con la puesta en marcha de nuevos cultivos arbóreos, como el olivo y el castaño, y la extensión de brezales y pastos gramíneos mediante el uso del fuego para una actividad ganadera más continua y sostenida en el tiempo.

El último episodio de deforestación acusada se produce en la siguiente subzona, PYB₃ (33-13 cm, c. 1100-300 años cal. BP). Disminuyen los porcentajes de *Betula* y, en menor medida, de *Alnus* y *Quercus*. También se reducen significativamente los niveles de *Olea* y *Castanea*, mientras *Erica arborea* alcanza sus máximos, acompañada de *Arbutus unedo* y *Cistus*. Del mismo modo, Poaceae y sus taxa acompañantes vuelven a aumentar llamativamente su representación. Hacia el final de la subzona, vuelve a producirse una nueva recuperación de los niveles de polen arbóreo. El impulso de las repoblaciones-colonizaciones de los reinos cristianos, favorecido por las óptimas condiciones climáticas del Episodio Cálido Medieval, parece ser la causa de este evento deforestador.

La zona más superficial, PYC (13-0 cm, c. 300 años cal. BP-actualidad), se caracteriza por nuevos mínimos de la cobertura arbórea, encabezados por *Betula*, *Alnus* y *Quercus caducifolia*, y a pesar de los máximos de *Olea europaea*, *Pinus sylvestris*, *P. pinea* y *Quercus perennifolia*. *Erica arborea* exhibe cierta expansión junto con *Cytisus* y, entre las herbáceas, Poaceae experimenta un fuerte crecimiento, acompañado de Fabaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Cichorioidae, *Rumex acetosella* y *Urtica dioica*. Además, entre los microfósiles no polínicos, se dan los máximos de Sordariaceae y de *Glomus*, así como la aparición de *Pseudoschizaea circula*. Se observa, por lo tanto, que las repoblaciones de pinos no habrían conseguido incrementar significativamente la cobertura arbórea.

Más información

Abel-Schaad *et al.* (2009)

XAN DE LLAMAS

Sierra del Teleno, Truchas, León
Holoceno (> 3051 años cal. BP-actualidad)



C. MORALES-MOLINO

Figura 486. Vista panorámica de las turberas de Xan de Llamas

El paraje de Xan de Llamas se encuentra en la sierra del Teleno, macizo montañoso muy cercano al límite entre las regiones Eurosiberiana y Mediterránea y a la Meseta Norte ibérica, en

el vértice suroccidental de la provincia de León ($42^{\circ} 18' 15''$ N, $06^{\circ} 19' 17''$ O; 1500 m s.n.m.). En esta sierra es posible distinguir dos unidades principales desde el punto de vista geológico: el zócalo

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-267421	35-37	100,2 ± 0.5 pMC	0	AMS
Beta-267422	72	820 ± 40	731	AMS
Beta-270772	106-107	2450 ± 40	2520	AMS
Beta-146012	118-120	3270 ± 40	3501	AMS

Tabla 119. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Xan de Llamas (León). Las edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB (Stuiver & Reimer 1993), en su versión 6.0, utilizando la curva IntCal09 (Reimer *et al.* 2009). La edad calibrada se ha tomado como el valor mediana del intervalo de probabilidad 95.4% (2σ). Morales-Molino *et al.* (2011)

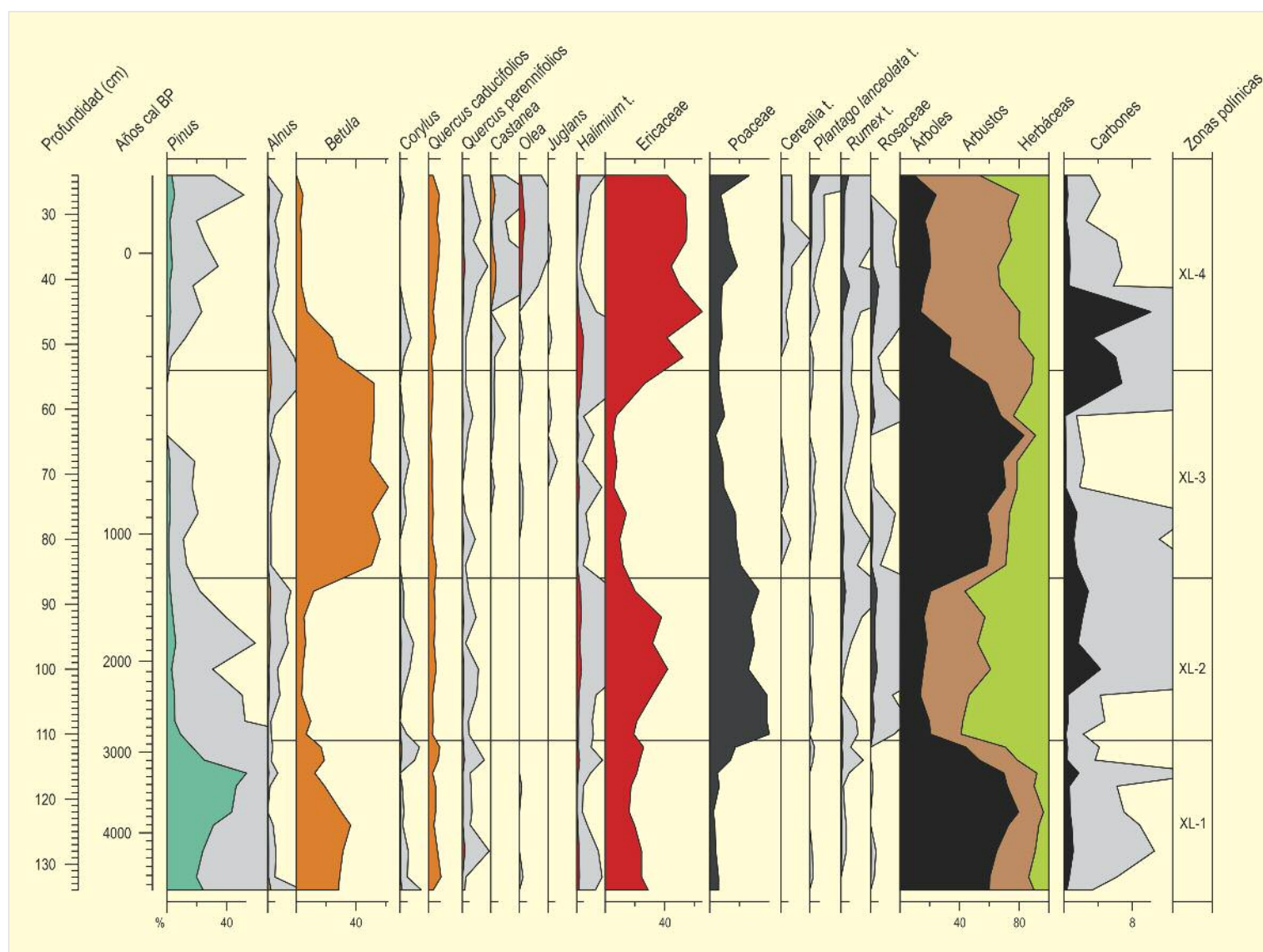


Figura 487. Diagrama polínico sintético de Xan de Llamas. Redibujado de Morales-Molino *et al.* (2011)

ordovícico compuesto fundamentalmente por pizarras y cuarcitas y las rañas cuaternarias situadas en el piedemonte de la sierra. Esto resulta en un relieve típicamente apalachense (laderas de pendiente moderada coronadas por abruptos crestones cuarcíticos). Como consecuencia de todo lo anterior, los suelos son, generalmente ácidos, someros y de textura gruesa. Las condiciones climáticas que se presentan son de carácter submediterráneo, con una sequía estival de unos dos meses.

El área de estudio se caracteriza por presentar extensas turberas ácidas, rodeadas completamente por amplios brezales cuyas principales especies son *Erica australis*, *E. arborea*, *Calluna vulgaris*, *Pterospartum tridentatum* y *Halimium lasianthum* subsp. *alyssoides*. Este paisaje deforestado y dominado por formaciones de matorral se asocia actualmente con la alta frecuencia de incendios forestales de elevada intensidad. Estos fuegos son comúnmente causados por el hombre, aunque en este macizo no es desdeñable la cifra de incendios cuya fuente de ignición son los rayos.

En esta zona se obtuvo un testigo de 135 cm de longitud (Fig. 487), cuyo espectro polínico dio lugar a las siguientes zonas:

En la zona XL-1, se observan elevados porcentajes en AP, sobre todo de pino y abedul. Las ericáceas se encuentran también bien representadas. Los valores de *Quercus* caducifolios y perennifolios son relativamente bajos, y se mantienen en estos niveles a lo largo de toda la secuencia. Se han identificado algunos fragmentos de carbón macroscópico de *Pinus* y *P. tipo sylvestris* (Tabla 120).

Durante la zona XL-2, se registra un ascenso muy notable en la abundancia relativa de pólenes de arbustos y herbáceas, principalmente gramíneas, umbelíferas y ericáceas. *Halimium* aumenta también su representación, mientras que los abedules y pinos muestran un descenso muy acusado.

Para la zona XL-3, se muestra un aumento notable en el polen arbóreo, principalmente de abedul, mientras las gramíneas y las

Tipo/Prof. (cm)	35-37	65	66	68	72	116	122	128
<i>Erica</i> (carbón)	5							
<i>Betula</i> (madera)		1	4	1	1			
<i>Pinus</i> (carbón)						1	2	
<i>Pinus</i> tipo <i>sylvestris</i> (carbón)						6	1	6

Tabla 120. Frecuencias absolutas de macrofósiles obtenidos en la secuencia de Xan de Llamas. Morales-Molino *et al.* (2011)

ericáceas se mantienen en niveles bajos. Aparecen los primeros registros de polen de castaño y cereales (750 años cal. BP), así como nogal (450 años cal. BP). En esta zona se han identificado además algunos fragmentos de madera de abedul.

Por último, en la zona XL-4, se detecta un descenso progresivo en las proporciones de polen arbóreo, que llega a alcanzar porcentajes inferiores al 10% en la parte superior de la secuencia. Los distintos tipos polínicos de ericáceas son claramente dominantes en esta fase. Se percibe un incremento en la representación de tipos polínicos indicadores de pastoreo como *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa* o rosáceas, así como curvas continuas de olivo, castaño y cereales. Además del registro polínico se han determinado algunos fragmentos de carbón pertenecientes al género *Erica* (Tabla 2).

Al inicio de la secuencia, entre aproximadamente 4500 y 3200 años cal. BP, *Pinus* tipo *sylvestris* y *Betula* dominaban el paisaje forestal que cubría las zonas elevadas de la sierra del Teleno. Hace aproximadamente 3200 años se percibe una sustitución bastante brusca del pinar-abedular por brezales y pastos, los cuales se mantienen como vegetación dominante durante la Edad del Hierro y el Imperio Romano, hasta hace aproximadamente 1500 años cal. BP. Este brusco proceso de deforestación pudo ser causado por el fuego, el pastoreo y/o las actividades mineras asociadas a la explotación de los ricos yacimientos de metales de la comarca del Teleno.

En torno a 1250 años cal. BP el abedular recuperó el papel dominante en la vegetación de esta zona, probablemente siguiendo un descenso en la intensidad de las actividades humanas en el área. El aumento gradual de la población humana en esta comarca durante los últimos 200-300 años habría estado asociado a un in-

cremento en la incidencia del fuego sobre los ecosistemas locales que habría propiciado la sustitución de los abedulares por brezales.

La sierra del Teleno constituye de esta forma un buen ejemplo de persistencia de pinares de montaña en áreas montañosas interiores del cuadrante noroccidental ibérico hasta el tercio final del Holoceno. La desaparición de estas formaciones parece haber estado vinculada en este macizo a la intensificación de las actividades humanas, al igual que se ha sugerido para otras áreas de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica.

El registro sedimentario de Xan de Llamas muestra una mala respuesta de los pinos ibéricos de montaña (*Pinus* tipo *sylvestris*) a los incendios, como ocurre en diversos estudios de regeneración post-incendio a corto y medio plazo llevados a cabo sobre poblaciones ibéricas de estas especies. Por el contrario, las diferentes ericáceas muestran una respuesta muy positiva al fuego, al igual que los cultivos (tanto arbóreos como herbáceos) y las herbáceas asociadas al pastoreo. Además, en esta secuencia paleoecológica se percibe de forma muy clara cómo la alternancia entre fases de predominio del bosque y de deforestación con dominancia de brezales y pastos va íntimamente unida a la intensidad del uso del suelo por parte de las poblaciones humanas locales. Asimismo, a pesar de la importancia e impactos que tuvieron las obras de minería romanas en el medio de esta comarca, se aprecia claramente cómo el impacto antrópico fue intenso antes de la llegada de los romanos y que no fue esta civilización la primera que deforestó el paisaje de las partes altas del Teleno.

Más información

Morales-Molino *et al.* (2011)

BRAÑAS DE LAMELA

Villafranca del Bierzo, León
Holoceno (3313 años cal. BP)



S. RAMOS MARTINEZ

Figura 488. Valle de Tejeira, León

La turbera de Brañas de Lamela ($42^{\circ} 46' 05''$ N, $06^{\circ} 51' 00''$ O; 1280 m s.n.m.) se encuentra en el margen derecho del río Valongo, 2 km al norte de la localidad leonesa de Tejeira. La turbera está formada en un área en la que el drenaje queda impedido por la existencia de un cordón morrénico que dejó el antiguo aparato glaciar que circulaba por el valle. Se ubica sobre pizarras negras de Luarca del Ordovícico medio. Alrededor de la turbera, la vegetación dominante es un brezal de *Erica australis* y *Erica arborea*, con leguminosas como *Cytisus scoparius*, *Cytisus multiflorus* y *Pterospartum tridentatum*. El yacimiento se ubica en el piso montano y aunque el paisaje que rodea la turbera se encuentra prácticamente deforestado, en la ladera orientada sobre Tejeira se conservan restos de melojar (*Quercus pyrenaica*), con caducifolios dispersos (*Betula alba*, *Sorbus aucuparia*, *Ilex aquifolium*, *Frangula alnus* y *Corylus avellana*). También en las



S. RAMOS MARTINEZ

Figura 489. Panorámica de Tejeira

cercanías, en zonas de umbrías de difícil acceso, se mantienen bosquetes de *Quercus petraea*, con *Salix caprea*, *Frangula alnus*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula alba* y *Prunus padus* en las vaguadas.

El registro palinológico (Muñoz-Sobrino *et al.* 1997) comprende algo más de un metro y medio de niveles turbosos, que en la parte final van enriqueciéndose en arcillas y gravas, con fases de erosión. Los últimos 25 cm se corresponden con arcillas y alteritas. En la columna de sedimentos se ha realizado una única datación sobre material turboso, obteniéndose un valor cercano a los 3090 años BP.

La parte basal de la secuencia polínica de Brañas de Lamela (Fig. 490) registra el final del Tardiglacial, aunque presenta hiatos a lo largo del Holoceno. En las zonas basales (LPAZ1-LPAZ2), los porcentajes de polen arbóreo son superiores al 50%, con

Ref. Lab.	Prof.	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Material
CSIC -1115	160-165 cm	3090 ± 35 BP	3313	Turba

Tabla 121. Datación de radiocarbono de Brañas de Lamela

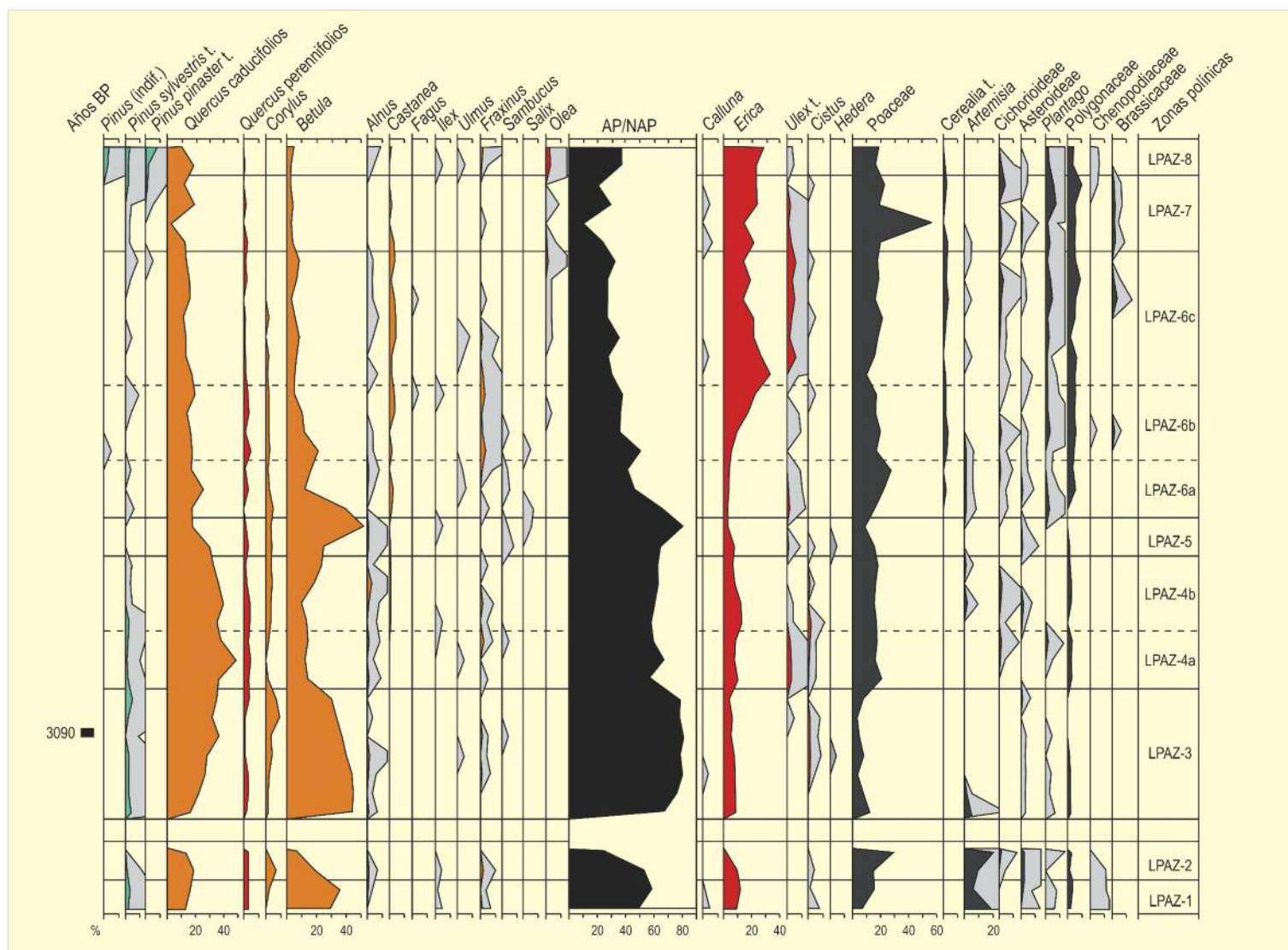


Figura 490. Diagrama polínico de Brañas de Lamela. Redibujado de Muñoz-Sobrinó *et al.* (2007)

predominio de polen de caducifolios (sobre todo *Betula* y *Quercus*) y una presencia muy baja de polen de *Pinus*.

Tras la discontinuidad, el sondeo registra la parte final del Holoceno medio. Tras un periodo de polen arbóreo estable alrededor del 80%, en el que *Betula* y *Quercus* dominan, se registra un descenso mantenido del polen arbóreo y un aumento de Ericaceae y Poaceae. Primero, el descenso en *Betula* se ve compensado con un ligero ascenso en *Quercus* (que alcanza su máximo en LPAZ₅, al principio del Holoceno final), pero ambos taxones decrecen hasta el final de la secuencia. La sincronía con el aumento de taxones indicadores de actividad antrópica (*Cerealia*, *Plantago* y *Asteroidae*) hace notable un proceso de deforestación continuada con episodios de regeneración limitada, sobre todo de *Betula*, que sufre alguna oscilación en la parte final. Con los restos leñosos de *Betula*, hallados

en la mitad superior de la secuencia, se constata además una presencia local del abedul en el entorno de la turbera a lo largo del Holoceno final.

Este diagrama, en comparación con otros yacimientos de las montañas de Ancares, recoge una mayor abundancia de taxones xerófilos (ej. *Quercus perennifolia*, *Olea* y *Artemisia*) en los periodos más fríos. Esto es probablemente debido al matiz climático de mediterraneidad que existe en las laderas orientadas al sur, hacia la depresión del Bierzo, que se sitúan en zona de sombra de lluvias, al estar resguardada de los vientos húmedos atlánticos.

Más información

Muñoz-Sobrinó *et al.* (1997), Muñoz-Sobrinó (2001)

PELAMBRE

Valle del Esla, Villaornate y Castro, León
 Holoceno (3320-1390 años cal. BP)



M.L. GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ

Figura 491. Vista del yacimiento arqueológico del Pelambre



A.F. PLAZA

Figura 492. Río Esla en las proximidades de Villaornate

El yacimiento arqueológico del Pelambre se ubica en el municipio leonés de Villaornate y Castro (42° 10' 10" N, 05° 34' 04" O; 735 m s.n.m.), en el valle del río Esla, que cuenta con un importante

patrimonio cultural, histórico y arqueológico (Figs. 491 y 492). Se trata de una zona caracterizada por la suavidad de su relieve y la escasa vegetación natural que alberga, más dedicada a labores de campiña.

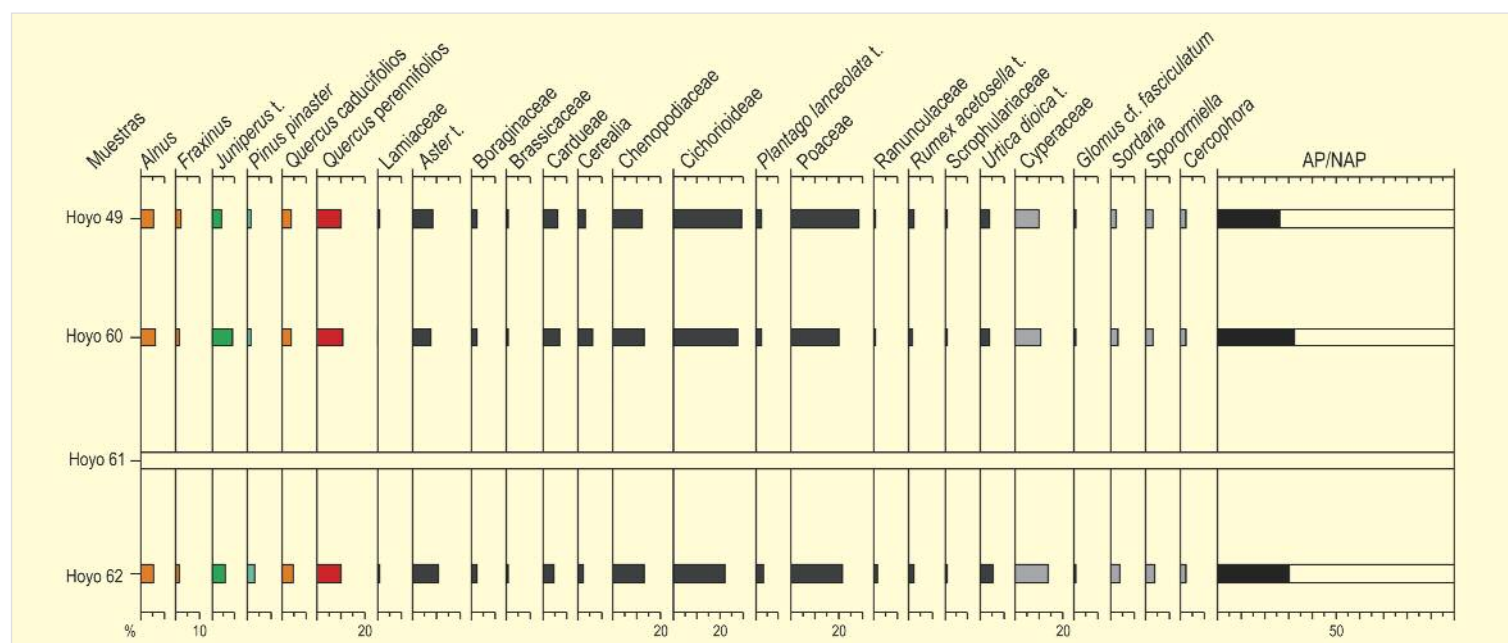


Figura 493. Diagrama polínico de los hoyos de la Edad del Bronce del yacimiento del Pelambre. Redibujado de López-Sáez et al. (2009a)

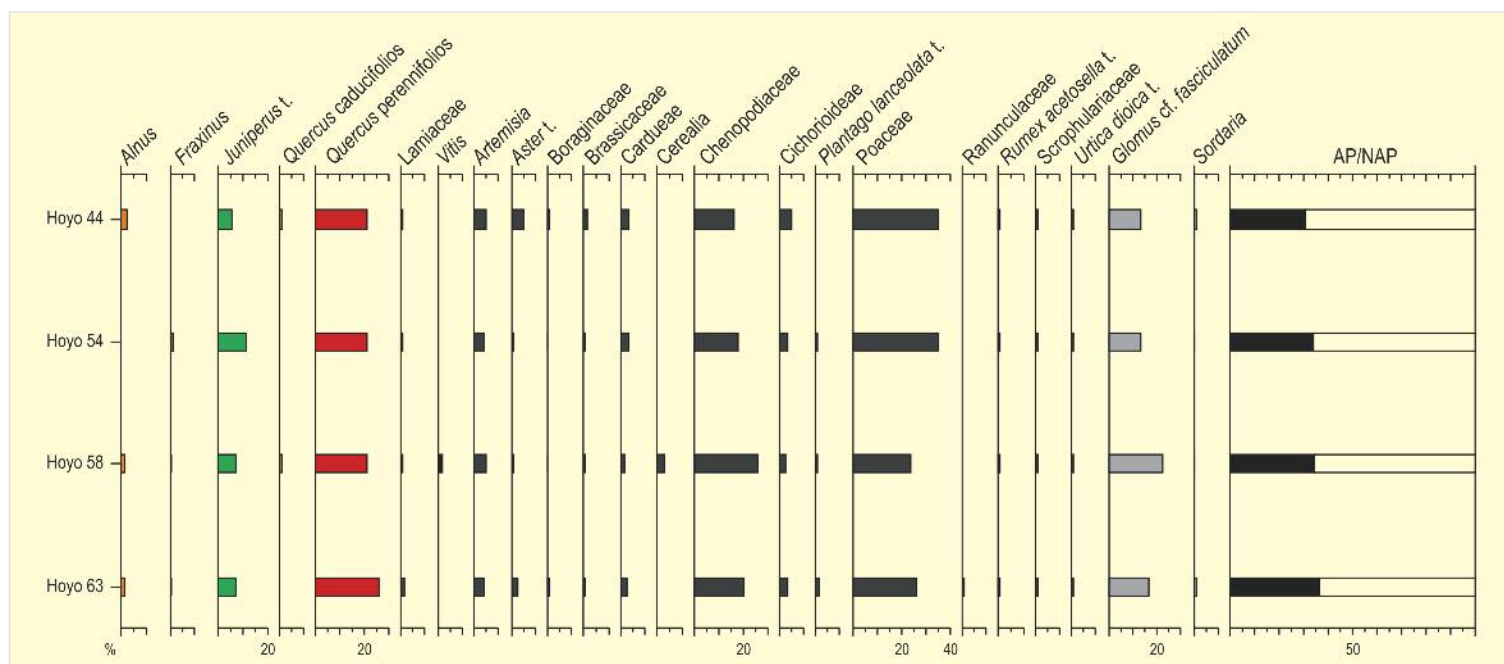


Figura 494. Diagrama polínico de los hoyos tardoantiguos del yacimiento del Pelambre. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2009b)

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Arqueología
Ua-33191	Hoyo 33	1490 ± 35	1390	Tardoantigüedad
CSIC-2109	Hoyo 58	1564 ± 45	1470	Tardoantigüedad
Ua-33608	Hoyo 42	2950 ± 40	3120	Bronce medio
CSIC-2107	Hoyo 42	3085 ± 41	3310	Bronce medio
Ua-33609	Hoyo 55	3095 ± 40	3320	Bronce medio

Tabla 122. Dataciones radiocarbónicas para el yacimiento arqueológico de Pelambre. López-Sáez *et al.* (2009a,b)

En dicho yacimiento se procedió al estudio arqueopalinológico de 8 muestras, 4 de ellas procedentes de otros tantos hoyos (49, 60, 61, 62) con una atribución cultural del Bronce medio (II milenio cal. BC), y las cuatro restantes de época tardoantigua (hoyos 44, 54, 58 y 63) (Tabla 122). Las muestras procedentes del hoyo 61 resultaron estériles.

El paleopaisaje del Bronce medio aparece ya relativamente deforestado, con presencia de quercíneas caducifolias, enebros y sabinas, pino resinero, y escasos elementos riparios como aliso y fresno (Fig. 493). La flora herbácea es rica en elementos probablemente antropogénicos (*Aster*, *Boraginaceae*, *Cardueae*, *Cichorioideae* y *Rumex acetosella*) que formarían parte de pastizales nitrófilos. Cabe señalar

que también se documenta polen de cereal en porcentajes suficientes para admitir la existencia de actividades agrícolas próximas al sitio.

En época tardoantigua (Fig. 494), curiosamente, la cobertura arbórea-arbustiva es más importante, casi el doble que durante el Bronce medio, todo lo cual hace pensar en un grado de antropización menor del paisaje, o, en su defecto, que en los periodos cronoculturales situados entre ambos el bosque se fue recuperando progresivamente.

Más información

López-Sáez *et al.* (2009a,b)

GARGANTA DEL TRAMPAL

Sierra de Béjar, Candelario, Salamanca

Sin control cronológico (atribuible al Holoceno final)



J. CARRASCO CASTRO

Figura 495. Parque Natural de Candelario en la Sierra de Béjar

Se trata de una pequeña turbera situada en la vertiente oeste de la Sierra de Béjar (Salamanca), en un área cercana al Parque Natural de Candelario (40° 20' 06" N, 05° 44' 06" O; 1500 m s.n.m.), de la cual se recuperaron 140 cm de sedimento turboso muy orgánico, con algunos niveles detríticos. El clima de la zona es predominantemente mediterráneo con una gran influencia atlántica y hasta 1200 mm de precipitación anual. Los inviernos son suaves y a pesar del estiaje veraniego, la sequía no es tan acusada como la que cabría esperar para un sector continental de la Península Ibérica. La vegetación cercana al lugar de muestreo está formada por bosquetes de melojos, castaños y alisos, así como repoblaciones de pinos y un matorral de sustitución.

La interpretación de esta secuencia polínica (Atienza-Ballano 1996), se hace sin un control cronológico de modo que no se puede precisar el contexto temporal del cambio (Fig. 496). En la zona H1 (entre 85 y 65 cm) se da la mayor presencia arbórea con una ausencia general de indicadores antrópicos. Son dominantes *Pinus*, *Betula*, *Quercus robur* e *Ilex*. Este espectro vegetal podría estar relacionado

con una situación hídrica favorable y diferencias térmicas menos extremas que las actuales, que favorecerían la existencia de acebos, abedules, robles y pinos simultáneamente. En H2 (entre 65 y 55 cm) se expanden los bosques de *Quercus* (tanto perennifolios como caducifolios), y alisos mientras que los abedules descienden notablemente. Un incremento paulatino en la temperatura, sin cambios en la disponibilidad hídrica tanto del suelo como ambiental, favorecería la expansión de los alisos frente a los abedules.

En la zona polínica H3 (55-25 cm) *Castanea* experimenta una gran expansión, mientras que los abedules se reducen casi totalmente. Otros elementos forestales como quercíneas y alisos se mantienen constantes. Paralelamente, comienza un proceso de matorralización representado por el incremento de Ericaceae, Chenopodiaceae y Asteraceae. Si bien este proceso hacia una vegetación más arbustiva podría estar relacionado con temperaturas más frías, también se podría deber a un uso ganadero más intensivo, que sería paralelo a la "frutalización" del monte por medio del cultivo deliberado del castaño.

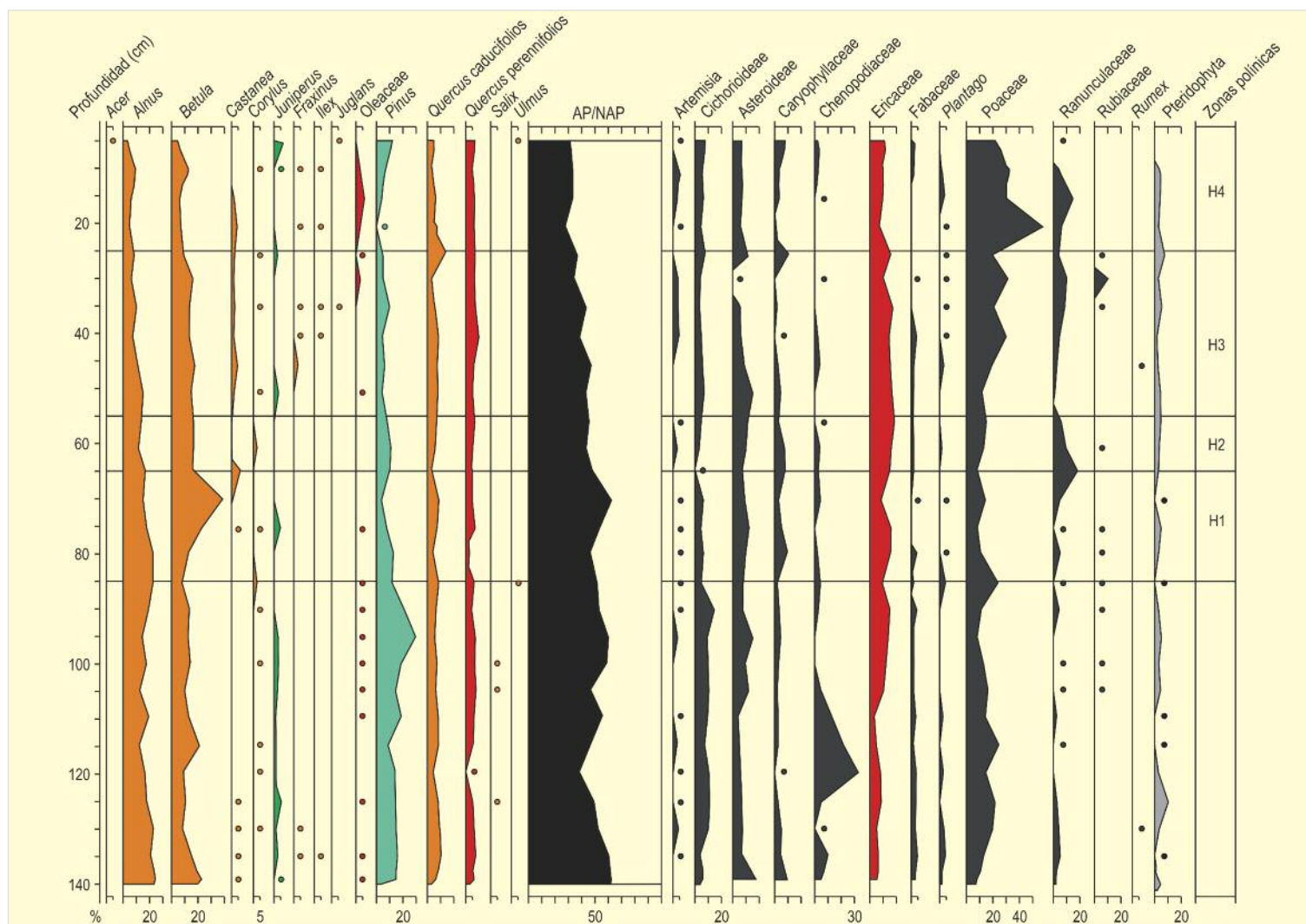


Figura 496. Diagrama polínico de La Garganta del Trampal. Redibujado de Atienza-Ballano (1996)

La zona H4 (25-5 cm) muestra un proceso acusado de deforestación, con una representación de polen arbóreo muy por debajo de la situación del bosque actual. Solamente *Castanea* mantiene una alta representación, mientras que ericáceas, cistáceas, quenopodiáceas y géneros como *Artemisia* comienzan a extenderse. Sin descartar de nuevo el control climático, esta zona refleja un espectro polínico de bosque manejado en condiciones bastante intensivas.

La falta de control cronológico, dificulta enormemente la interpretación, sin embargo, la dinámica es similar a la encontrada en otros lugares del interior peninsular para el Holoceno final. Así, masas forestales reflejo de una dinámica vegetal heredada de un periodo cálido y relativamente húmedo, como el Subatlántico, donde coexisten abedules, pinos y acebos, sucedidos por formaciones de quercíneas, dan lugar finalmente a un bosque abierto donde el matorral y crecientes valores de herbáceas son el reflejo de la dinámica esperable para los últimos milenios del Holoceno.

Los autores resaltan la ausencia de granos de polen de *Fagus sylvatica* en el registro, aunque destacan la dificultad de contrastar la posibilidad de que hubiera habido bosques de hayas en esta zona en el pasado dado que su registro no cuenta con dataciones y, consecuentemente, no se puede deducir la antigüedad del registro.

En la base de la secuencia (entre 85 y 140 cm) parece que los controles podrían ser todavía climáticos, sobre todo relacionados con cambio en la temperatura, mientras que la segunda mitad del registro estaría reflejando una vegetación controlada antrópicamente. Existen otras secuencias en la Sierra de Béjar que, igualmente, tampoco disponen de controles cronológicos, sin embargo, en estas secuencias también se observa una dinámica similar de dominancia de abedules sucedidos por encinares y melojares y una final apertura del bosque (Atienza-Ballano & Ruiz-Zapata 1992).

Más información

Atienza-Ballano (1996)

LA MOTA

Tordesillas, Medina del Campo, Valladolid
Holoceno (> 2600 años BP)



Figura 497. Vista aérea del castillo de La Mota en Medina del Campo, Valladolid

El yacimiento arqueológico de La Mota se erige sobre un pequeño cerro, de ahí su nombre, en el municipio vallisoletano de Medina del Campo ($41^{\circ} 18' 42''$ N, $04^{\circ} 54' 35''$ O; 720 m s.n.m.), al sur del Duero y en la confluencia de los ríos Zapardiel y Adajuela. Se encuadra dentro de un contexto climático supramediterráneo. La vegetación actual presente en las inmediaciones del yacimiento es una vegetación prácticamente desarbolada a excepción de algunos encinares y de algunas manchas de pinares, compuestos estos últimos, principalmente por *Pinus pinea* y en menor proporción por *P. pinaster*. Predominan las extensiones de cultivos cerealistas, fundamentalmente cebada, aunque también existen pequeñas áreas destinadas al cultivo de olivo y de viñedo. En las riberas en-

contramos una orla de vegetación riparia poco desarrollada como consecuencia de la presión antrópica.

El material estudiado (YII 1995) procede de un perfil arqueológico, concretamente del Perfil Norte 9. Los datos derivados de su análisis permiten establecer una secuencia temporal cuya base se situaría en fecha anterior a 2600 años BP, adscrita al período cultural de la Edad del Hierro. En el diagrama polínico (Fig. 498) se aprecia una notable homogeneidad entre las 7 muestras representadas que comparten los mismos taxones y en porcentajes similares. Los índices de AP y NAP son también muy similares a lo largo de toda la secuencia. *Pinus* es el taxón arbóreo dominante seguido del grupo

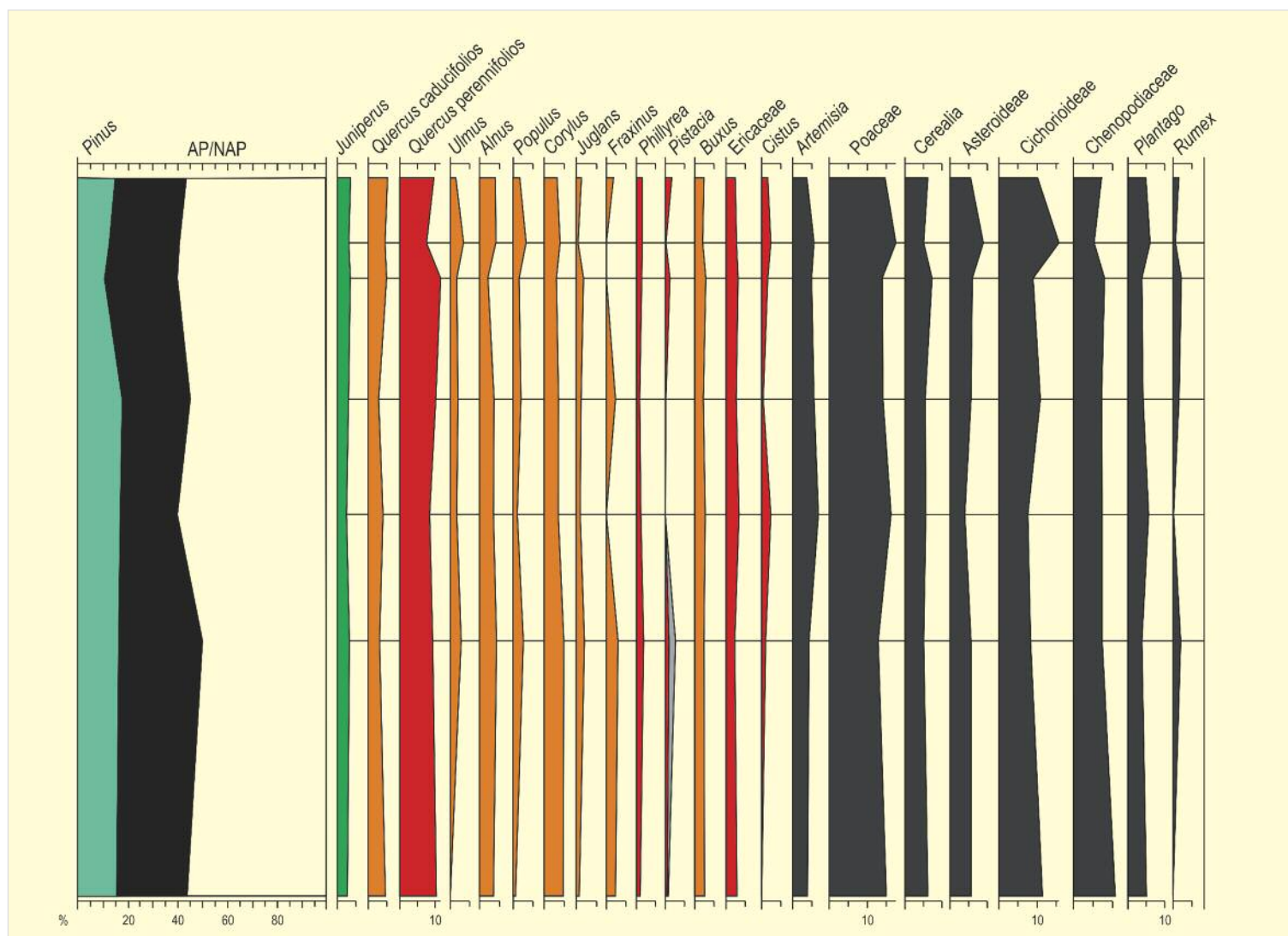


Figura 498. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico de La Mota. Redibujado de Yll (1995)

de los *Quercus perennifolios*. En cuanto a diversidad taxonómica son mayoritarios los taxones arbóreos de carácter mesófilo entre los que encontramos *Corylus*, *Alnus*, *Quercus caducifolios*, *Ulmus*, *Populus*, *Buxus*, *Juglans* y *Fraxinus* que irían ligados a la presencia de cursos fluviales en las proximidades del yacimiento. En cuanto al cortejo arbustivo y herbáceo se registra una elevada y dominante presencia de gramíneas y compuestas, hecho muy común en los análisis polínicos de yacimientos arqueológicos (Yll 1995). Son frecuentes

también, taxones ruderales como *Plantago* o *Chenopodiaceae*. Estos resultados son muy similares a los obtenidos en otros yacimientos de la Edad del Hierro en la provincia de Valladolid como Soto de Medinilla, Valladolid o la Era Alta, Melgar de Abajo (Valladolid).

Más información

Yll (1995), Mariscal (1995)

ALMENARA DE ADAJA

Cuenca del río Duero, Puras, Valladolid
Holoceno (2795 años cal. BP-actualidad)

El bodón de Almenara de Adaja ($41^{\circ} 11' 31''$ N, $04^{\circ} 40' 05''$ O, 784 m s.n.m.) se localiza en la Meseta Norte, en la cuenca del Duero, cercano a las localidades de Almenara de Adaja y Puras, en la provincia de Valladolid. Con fines a un estudio palinológico, se efectuó un sondeo en un pequeño lavajo de carácter endorreico, de apenas 20 x 10 m, con una lámina de agua de carácter esporádico, cuya vegetación característica está formada por pastizales hidrohigrófilos de juncáceas y ciperáceas (Figs. 500 y 501), mientras que en los alrededores se localizan cultivos de cereal. La vegetación regional corresponde a paisajes dominados por pinares, tal y como alude el nombre de 'Tierra de Pinares' que se da a la comarca. En general, los pinos (principalmente *Pinus pinaster* y *P. pinea*, con *P. nigra* y *P. sylvestris* de forma relictual) crecen sobre sustratos arenosos pliocuaternarios, mientras las frondosas (*Quercus ilex* y *Q. faginea* y de manera esporádica *Q. pyrenaica*) lo hacen sobre sustratos terciarios (Franco-Múgica *et al.* 2005).

López-Merino *et al.* (2009) obtuvieron un registro de 610 cm de potencia mediante una sonda industrial hidráulica (Fig. 499). Se efectuaron seis dataciones para la totalidad del sondeo. Desafortunadamente cuatro de ellas, entre 240 y 610 cm, no contuvieron la cantidad de materia orgánica necesaria para ser datadas. En cambio, para el tercio superior (0-240 cm) sí fue posible obtener dos dataciones, que quedan recogidas en la tabla 123. Las muestras para el análisis polínico se tomaron cada 10 cm, aunque del total analizado tan sólo las de los 240 cm superiores resultaron fértiles.

El diagrama polínico de Almenara de Adaja (Fig. 502) cubre los últimos 2800 años y se ha dividido en seis zonas polínicas (AD-1 a AD-6). En general, se observan fluctuaciones en los porcentajes arbóreos y en la curva de Cyperaceae, siendo las zonas polínicas impares características por descensos en los porcentajes arbóreos y de Cyperaceae y las pares por el incremento de ambos. Gracias a las curvas arbóreas, de ciperáceas y de los microfósiles no polínicos se han podido identificar distintos períodos climáticos con



Figura 499. Sondeo del bodón de Almenara de Adaja

alternancia entre episodios más térmicos y otros más fríos. Estos eventos ponen de manifiesto la variabilidad climática del Holoceno final, normalmente enmascarada por el impacto humano y por la escasa resolución de los registros para este tramo. Adicionalmente, de la base al techo de la secuencia polínica se observan in-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (1 σ)	Años cal. BC/AD (1 σ)	Años cal. BP (cal. BC/AD)	Método
Ua-24520	95-100	1550 \pm 40	1451	434-556 cal. AD	1451 (499 cal. AD)	AMS
Ua-24521	234-240	2675 \pm 100	2795	979-674 cal. BC	2795 (846 cal. BC)	AMS

Tabla 123. Dataciones radiocarbónicas del bodón de Almenara de Adaja. Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (68,3%, 1 sigma). López-Merino *et al.* (2009)



Figura 500. Pequeña inundación en el bodón de Almenara de Adaja



Figura 501. Vista del bodón de Almenara de Adaja

dicadores antrópicos, aunque en distinto grado, al igual que un diferente desarrollo de los cultivos cerealísticos. Aunque estos síntomas antrópicos se detecten desde la Edad del Hierro, es desde época romana cuando se establecen las transformaciones del paisaje que conformarán de una manera paulatina esta zona como un espacio altamente agrícola y ganadero.

Durante la Edad del Hierro (AD-1) se observa una disminución progresiva del estrato arbóreo, que en cualquier caso es bajo durante toda la secuencia. La presencia del tipo esporal 119, junto con las zigósporas de zygnetáceas, sugiere que la laguna ya poseía entonces una pequeña lámina de agua de carácter temporal. Cyperaceae muestra porcentajes bajos y variables, indicando un ambiente menos húmedo que el que se observa en la fase posterior. En la siguiente fase (AD-2), ya en época romana, se observa un fuerte incremento tanto del componente arbóreo como de las ciperáceas, que muestran los valores más altos de toda la secuencia en el intervalo 75 años cal. BC-300 años cal. AD (2025-1650 años cal. BP, AD-2). El hecho de que las quercíneas incrementen sus porcentajes en detrimento de *Juniperus* sugiere unas condiciones climáticas más húmedas y cálidas; mientras que la desaparición de *Pinus pinaster* y el aumento de *Pinus sylvestris* quizás estén relacionados con una gestión antrópica del territorio. La presencia del tipo fúngico 200, y del tipo 179 (probablemente un invertebrado acuático), ponen de manifiesto la permanencia de una lámina de agua estacional.

En la zona polínica AD-3 (c. 300-800 años cal. AD, 1650-1150 años cal. BP) se observa cómo los porcentajes arbóreos disminuyen con respecto a la fase anterior, siendo ahora más importantes *Juniperus* y *Pinus pinaster*. Las ciperáceas disminuyen, indicando desecación, aunque el tipo 200 sigue evidenciando cierto encharcamiento estacional. Las condiciones pasarían de eutróficas en AD-2 a mesoeutróficas en esta zona, tal y como indican también *Spirogyra* y *Closterium idiosporum*. Este último microfósil, correspondiente a zigósporas, además de indicar condiciones mesoeutróficas, tiene preferencia por aguas frías. Este episodio climático más frío y seco, parece correlativo del Período Frío Altomedieval.

Entre c. 800-1450 años cal. AD (1150-500 años cal. BP, AD-4) se asiste a una lenta recuperación arbórea, que va en paralelo con un incremento de los porcentajes de Cyperaceae. Estos hechos estarían indicando la vuelta a unas condiciones climáticas más favorables. En este sentido, el tipo 119 sigue indicando la permanencia de un sistema acuático más o menos estacional, mientras que la desaparición de *Closterium idiosporum* señalaría una subida de la temperatura del agua, que estaría relacionada con el trasvase a unas condiciones más térmicas. Esta fase podría ser correlativa del Período Cálido Bajomedieval.

Tras el anterior se ha descrito la ocurrencia de la Pequeña Edad del Hielo. En el bodón de Almenara de Adaja se constata hacia c. 1450-1800 años cal. AD (500-150 años cal. BP) una disminución de la temperatura del sistema acuático en la zona polínica AD-5, como puede inferirse con la nueva presencia de *Closterium idiosporum*, mientras que la curva de ciperáceas fluctúa, mostrando una fase más seca entre dos húmedas. Desde 1800 años cal. AD hasta la actualidad (AD-6) se estabilizan las curvas de arbóreos y ciperáceas, mientras que la desaparición de *Closterium idiosporum* marcaría una subida de las temperaturas.

En cuanto a la actividad antrópica, la zona de Almenara de Adaja debe su fama arqueológica a la existencia de una villa romana con ricos mosaicos, bajo la cual existen numerosas huellas de una ocupación humana más o menos interrumpida entre el Neolítico y la Edad del Hierro. La secuencia palinológica presentada tiene su origen en los momentos iniciales de la Edad del Hierro. Los datos procedentes del bodón concuerdan con diversos análisis palinológicos llevados a cabo en yacimientos vallisoletanos de la Primera y Segunda Edad del Hierro, en concreto con los de El Soto de Medinilla, El Cerro de La Mota y La Era Alta (Mariscal 1995, Ruiz-Zapata 1995, Yll 1995), los cuales también dan cuenta de un paisaje sumamente deforestado con abundancia de pastos graminoides y nitrófilos, presencia de pino haciendo referencia al paisaje regional, palinomorfos indicativos de presión pastoral, documentación palinológica más o menos esporádica de cereali-

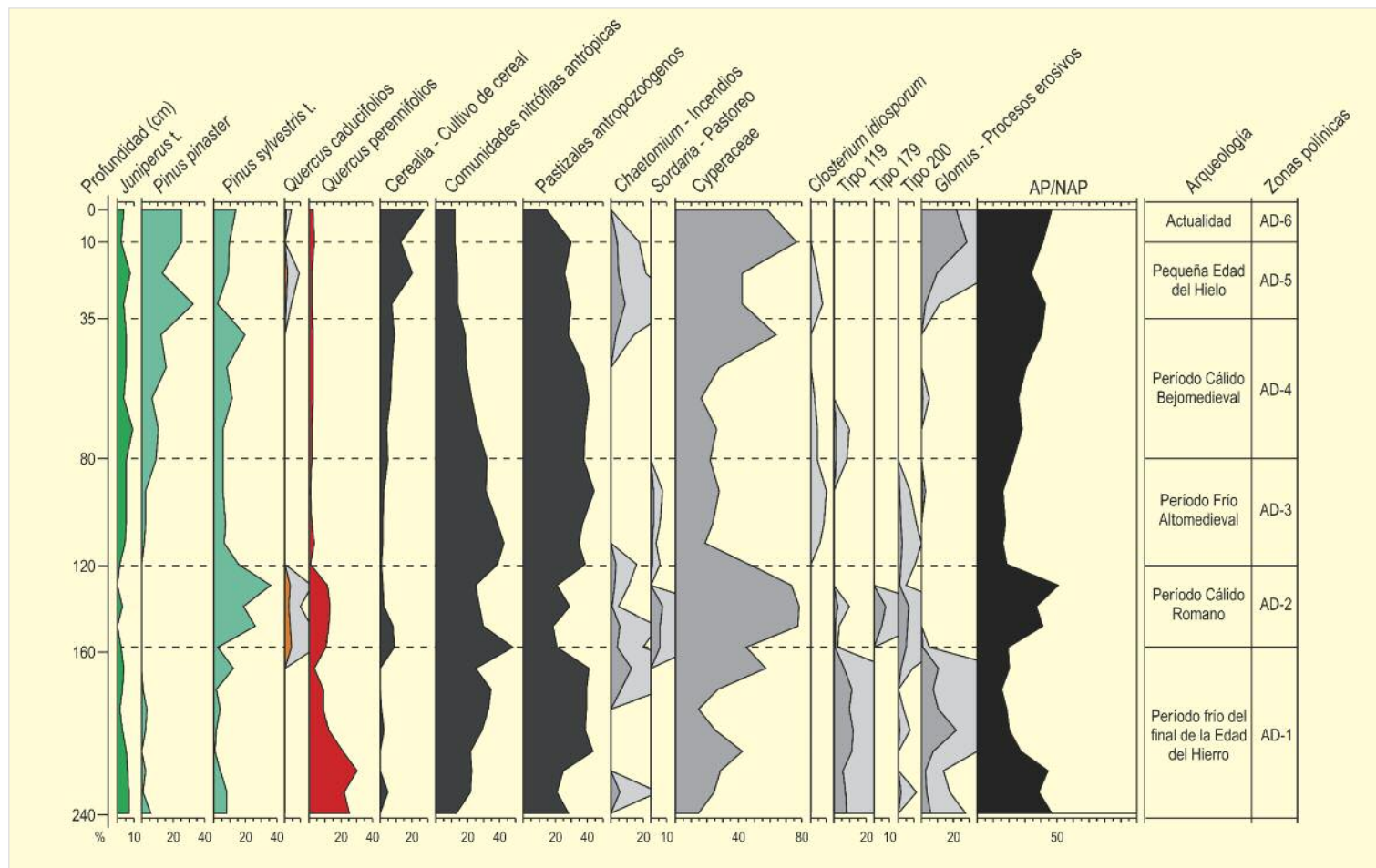


Figura 502. Diagrama polínico sintético del bodón de Almenara de Adaja. Redibujado de López-Merino *et al.* (2009)

cultura, bajo porcentaje de pastos húmedos y un clima fundamentalmente seco. La aparición de cereal queda también confirmada por estudios carpológicos (Hopf 1973, Cubero 1995). Para la época romana (AD-2), aunque muy importante en la zona debido a la existencia de la villa, no se poseen otros estudios ambientales. El carácter agropecuario de los asentamientos romanos queda refrendado por el hecho de que la curva de polen de cereal se hace constante, y no intermitente como durante la Edad del Hierro. Otro hecho que ratifica el carácter agropecuario de estas villas es que se constata la persistencia de la ganadería detectada durante la Edad del Hierro, pero mucho más intensificada. Esta intensificación puede inferirse de la presencia de las esporas de *Sordaria*, hongo coprófilo. Este uso agropecuario también puede estar relacionado con la generalización de la ocurrencia de esporas de *Chaetomium*, hongo de ecología carbonícola, usado como indicador de incendios, probablemente antrópicos cuando, como en este caso, hay una relación muy estrecha entre su presencia y la antropización del paisaje. Tras la caída del Imperio se produjo el abandono de las estructuras de esta villa y de otras cercanas, aunque se ha podido constatar una continuidad en su ocupación posterior. En el diagrama polínico se observa que, aunque las actividades agropecuarias continúan (AD-3 y AD-4), se produce un descenso de la im-

portancia de las mismas hasta época ya más reciente (AD-5 y AD-6). Hace unos 450 años es cuando pueden apreciarse de nuevo las evidencias de indicadores de incendios (*Chaetomium*), incendios que servirían para la apertura de los paisajes (que estaría relacionada con la proliferación de las clamidosporas de *Glomus*, indicador de procesos erosivos) y utilización de esos espacios para la proliferación de los campos de cultivo, creando los paisajes que podemos observar hoy día tan típicos de las llanuras castellanas. El uso del fuego para la apertura del espacio forestal se detecta desde el inicio del diagrama, aunque se intensifica en dos periodos. El primero de ellos es en cronología romana, donde la apertura de espacios se ha utilizado tanto para la instalación de campos de cultivo de cereal como para crear pastos de uso ganadero. Mientras que en el segundo de los periodos, ya en época reciente, la apertura del paisaje ha creado espacios tanto para la intensificación de los cultivos de cereal como para repoblaciones forestales, tal y como muestran de nuevo los altísimos porcentajes de polen de cereal y la proliferación moderna de *Pinus pinaster*.

Más información

López-Merino *et al.* (2009)

PINTIA

Depresión del río Duero, Peñafiel, Valladolid
Holoceno (2640-2470 años BP)



Figura 503. Vista de la necrópolis de Las Ruedas del yacimiento de Pintia, Valladolid

Pintia (41° 37' 06" N, 04° 10' 16" O; 775 m s.n.m.), considerada una de las primeras ciudades de la Península Ibérica, fue en su día un gran *oppidum vacceo* situado en ambas márgenes del río Duero a su paso por las proximidades de las actuales localidades de Pesquera y Padilla del Duero en la provincia de Valladolid. Geográficamente, el yacimiento arqueológico se ubica en las llanuras sedimentarias de la depresión del río Duero caracterizadas por un relieve de modestos páramos y muelas calizas de entre 700 y 1000 m de altitud. Hacia el oeste del yacimiento se encuentran los arenales del Duero de origen eólico, que

en algunos puntos alcanzan varios metros de espesor. El clima en la zona es mediterráneo-continental con tres meses de sequía estival y con una temperatura y precipitación media anual de aproximadamente 11,9 °C y 420 mm respectivamente.

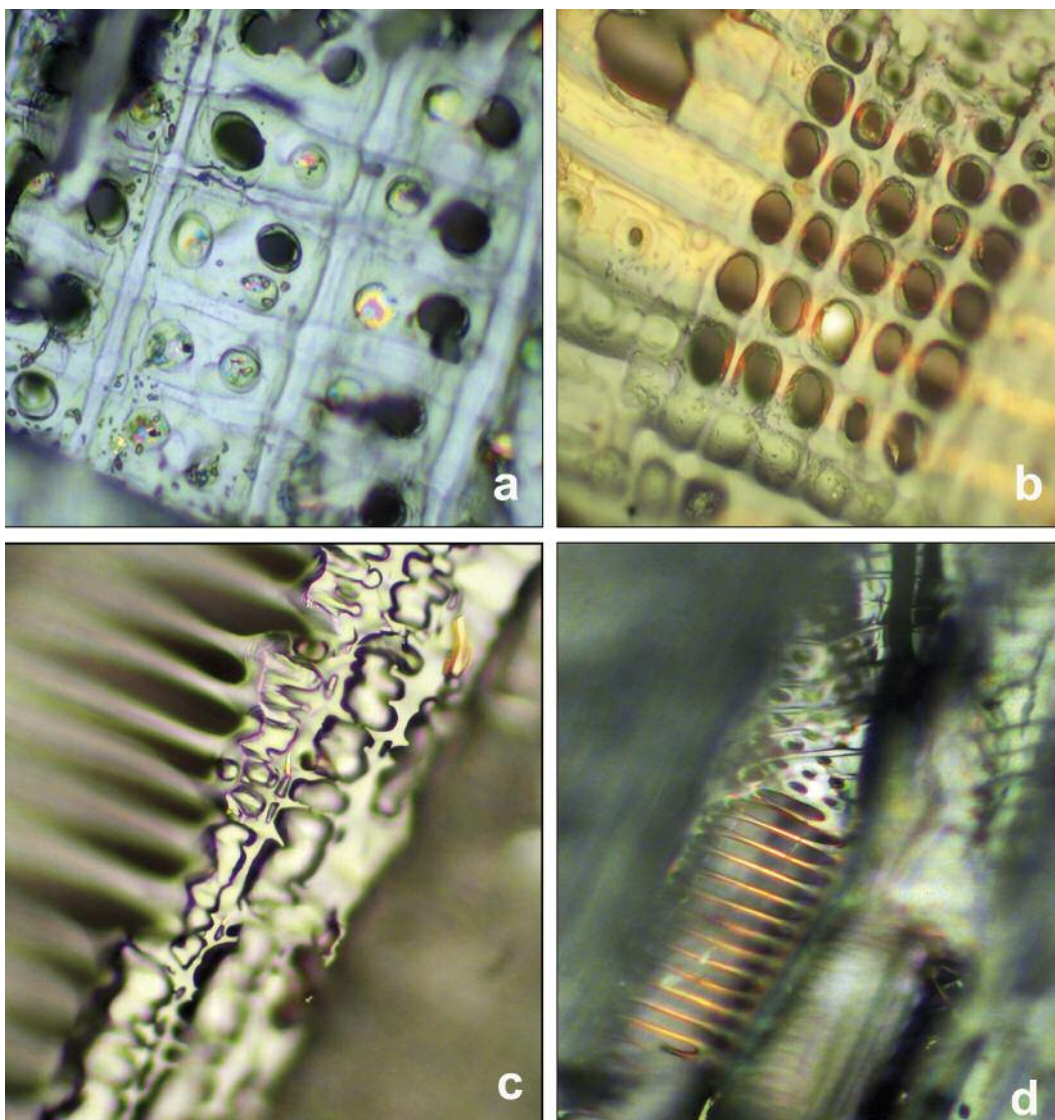
La dilatada historia de explotación humana en la zona ha dado como resultado un paisaje dominado por campos de cereal y viñedos con escasos y dispersos ejemplos de lo que pudo ser la vegetación original. En las llanuras sedimentarias, fragmentados bosquetes de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) junto con

Taxón	Nº Fragmentos
<i>Pinus pinaster</i>	176
<i>Quercus</i> subgen. <i>sclerophyllodris</i> (<i>Quercus ilex</i> t.)= <i>Quercus perennifolios</i>	127
<i>Quercus</i> subgen. <i>Quercus</i> = <i>Quercus caducifolios</i> (<i>Q. faginea</i> y <i>Q. pyrenaica</i>)	121
<i>Juniperus</i> subsp.	120
<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris/nigra</i>	117
<i>Pinus</i> gr. <i>pinaster/pinea</i>	32
<i>Ilex aquifolium</i>	15
<i>Castanea sativa</i>	13
<i>Fraxinus</i>	10
<i>Pinus pinea</i>	9
Maloideae	3
<i>Corylus avellana</i>	1
No identificable	24
Total	768

Tabla 124. Frecuencias absolutas de cada taxon identificado en la muestra antracológica de Pintia. Rubiales *et al.* (2011)

varias especies de enebros (*Juniperus oxycedrus*, *J. communis* y *J. thurifera*) dan paso en umbrías y pies de monte de los páramos circundantes a rodales de robles submediterráneos (*Quercus*

faginea). En algunas laderas próximas se pueden encontrar reforestaciones de *Pinus halepensis*. Hacia el oeste, a medida que los sustratos arenosos van ganando importancia, los pinares de *Pinus*



L. HERNÁNDEZ

Figura 504. Detalles anatómicos de algunos de los taxones identificados en la muestra antracológica de Pintia: a) punteaduras tipo pinoide en los campos de cruce de la sección radial en *Pinus* gr. *pinaster/pinea*; b) punteaduras tipo ventana en la sección radial de *Pinus* gr. *sylvestris/nigra*; c) dientes agudos de las paredes de las traqueidas radiales en *Pinus pinaster*; y d) vasos con perforaciones escaleriformes y engrosamientos espiralados en la sección radial de *Ilex aquifolium*

pinaster y *P. pinea* son los protagonistas del paisaje forestal. Aunque las riberas han sufrido probablemente el mayor impacto antrópico en la región, todavía quedan ejemplos de formaciones riparias con *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix alba*, *S. eleagnos*, *S. triandra* y *Tamarix*.

El material antracológico analizado por Rubiales *et al.* (2011) (con diferentes orígenes, desde hogares y herramientas, a elementos estructurales como vigas y postes) fue recolectado por el equipo de arqueólogos de la Universidad de Valladolid de forma manual. Tanto las dataciones relativas como radiocarbónicas datan el registro fósil estudiado en la última etapa del Holoceno (2745-2770 y 2470-2700 años cal. BP).

La identificación de 768 carbones del registro antracológico reveló la existencia de dos elementos biogeográficos en los paisajes forestales del área de estudio a finales del Holoceno: mediterráneo y eurosiberiano. Por un lado la presencia de *Pinus pinea* entre los carbones identificados en Pintia supone uno de los primeros registros para una edad antigua de esta especie en el interior de la meseta norte, por otro lado, la gran cantidad de carbones pertenecientes a *Pinus pinaster* señala la importante presencia de este tipo de formaciones mediterráneas en la zona en nuestro pasado más reciente.

Este hallazgo apoya los resultados de estudios paleobotánicos previos que señalan la estabilidad de los pinares mediterráneos durante el Holoceno en la cuenca del Duero. Por otro lado, el gran número de carbones identificados como *Pinus sylvestris/nigra*, junto con otras especies más microtermas e higrófilas como *Corylus avellana* o *Ilex aquifolium*, actualmente ligadas a la región biogeográfica eurosiberiana y a la orla periférica mon-

tañosa de la cuenca, señalan una mayor presencia de este elemento en la zona.

Estas formaciones tendrían su origen en etapas más frías del Holoceno y habrían persistido en ambientes genuinamente mediterráneos asociadas a condiciones favorables de humedad en el interior de la cuenca. Todas estas formaciones, junto con bosques de *Quercus* perennifolios y caducifolios así como enebros (*Juniperus*) conformarían parte de los paisajes que rodeaban al yacimiento a finales del Holoceno. Esto indica, además, la existencia de un paisaje diverso que ofrecería a los habitantes de Pintia cierta plasticidad a la hora de explotar los recursos del medio circundante. El análisis de esta explotación a escala local teniendo en cuenta diferentes características tecnológicas del material leñoso y su disponibilidad y distribución en el medio, aporta, además, información sobre cómo las distintas especies eran seleccionadas en función de los usos.

El análisis antracológico del registro fósil de Pintia confirma una vez más la presencia de pinares mediterráneos (*P. pinaster*/*P. pinea*) en la cuenca del Duero a finales del Holoceno, cuestión en continuo debate geobotánico. Además, este trabajo muestra una importante presencia de vegetación microterma/higrófila con *Pinus sylvestris/nigra* en el área de estudio, sugiriendo que las zonas de influencia del río Duero pudieran haber actuado como posible refugio. Estas formaciones relictas se encuentran prácticamente extintas hoy en día en la zona, con excepciones como las poblaciones a conservar del río Cega.

Más información

Rubiales *et al.* (2011), Hernández *et al.* (2011)

LANZAHÍTA

Valle del Tiétar, Lanzahíta, Ávila

Holoceno (2420 años cal. BP-actualidad)



J. CAÑAS JIMÉNEZ

Figura 505. Vegas y dehesas del Valle del Tiétar

La zona más meridional de la provincia de Ávila la conforma el Valle del Tiétar, que se extiende a lo largo de 1159 km² desde los toros y cerros de Guisando, al este en la frontera con la provincia de Madrid, hasta la garganta Alardos, al oeste, que sirve de frontera natural con la provincia de Cáceres. Al norte, el valle queda delimitado por las estribaciones meridionales de la Sierra de Gredos y al sur por el curso mismo del río Tiétar, el cual a lo largo de sus poco más de 100 km de recorrido abulense sirve de límite

fronterizo natural con la provincia de Toledo, constituyendo un valle fluvial relativamente ancho (15 km). El clima del Valle del Tiétar es suave y cálido, subtropical y de influencia oceánica, gracias a la protección que representan las estribaciones montañosas de la Sierra de Gredos al norte. Una precipitación media de 800-1200 mm y la suavidad climática convierten a esta comarca en una zona altamente productiva desde un punto de vista agrícola y forestal, siendo abundantes los regadíos y frutales en la zona propia de valle,

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
CNA-095	7-8	Moderno	-
Ua-24879	24-25	780 ± 35	720
Ua-24878	35	1020 ± 35	950
CNA-105	44-45	1315 ± 29	1260
CSIC-1877	64-65	1907 ± 35	1870
Ua-19515	75-76	2280 ± 55	2270
CSIC-1876	100	2387 ± 32	2420

Tabla 125. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Lanzahíta (López-Sáez *et al.* 2010)



Figura 506. Turbera de Lanzahíta, Ávila

y los viñedos y olivares en las terrazas del piedemonte. La gran masa forestal le otorga una alta riqueza ganadera.

La heterogénea topografía existente, entre las altas cumbres gredenses y el fondo de valle, recrea una enorme diversidad de hábitats y microclimas, lo cual ha permitido la existencia de zonas refugio incluso para elementos terciarios como *Prunus lusitanica*,

abedules, almeces, avellanos, acebos, tejos, fresnos y olmos de montaña, etc. (López-Sáez & López-García 1994). Algunos estudios palinológicos han incidido, igualmente, en el posible carácter relicto del castaño (*Castanea sativa*) y el nogal (*Juglans regia*) en esta zona de la geografía abulense, caso de la secuencia del paleosuelo del Puerto de Casillas (López-Sáez *et al.* 1996, 1998, 2000), localizada en la localidad del mismo nombre al oriente de la Sierra de Gredos (40°

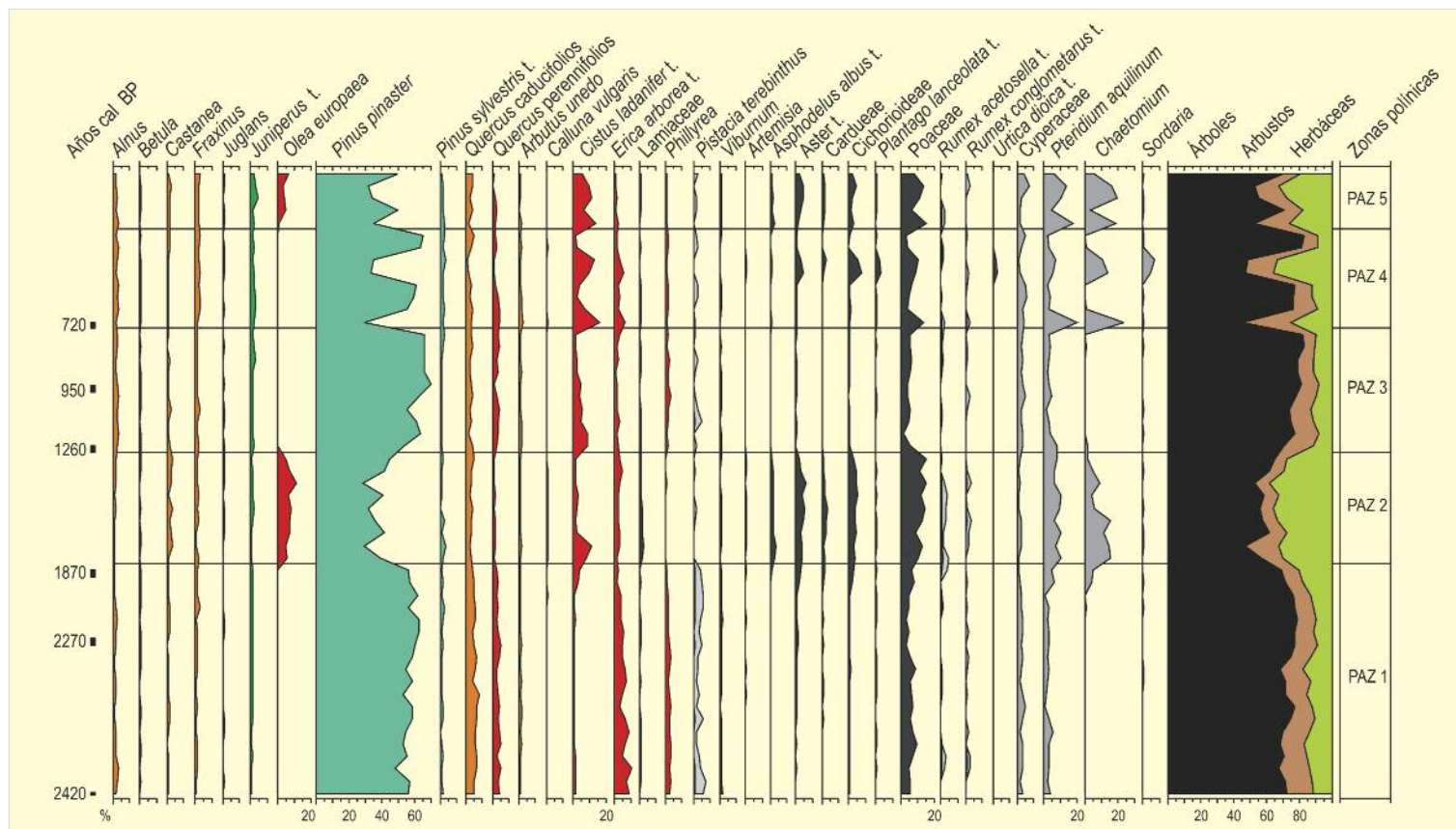


Figura 507. Diagrama palinológico de la turbera de Lanzahíta. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2010)

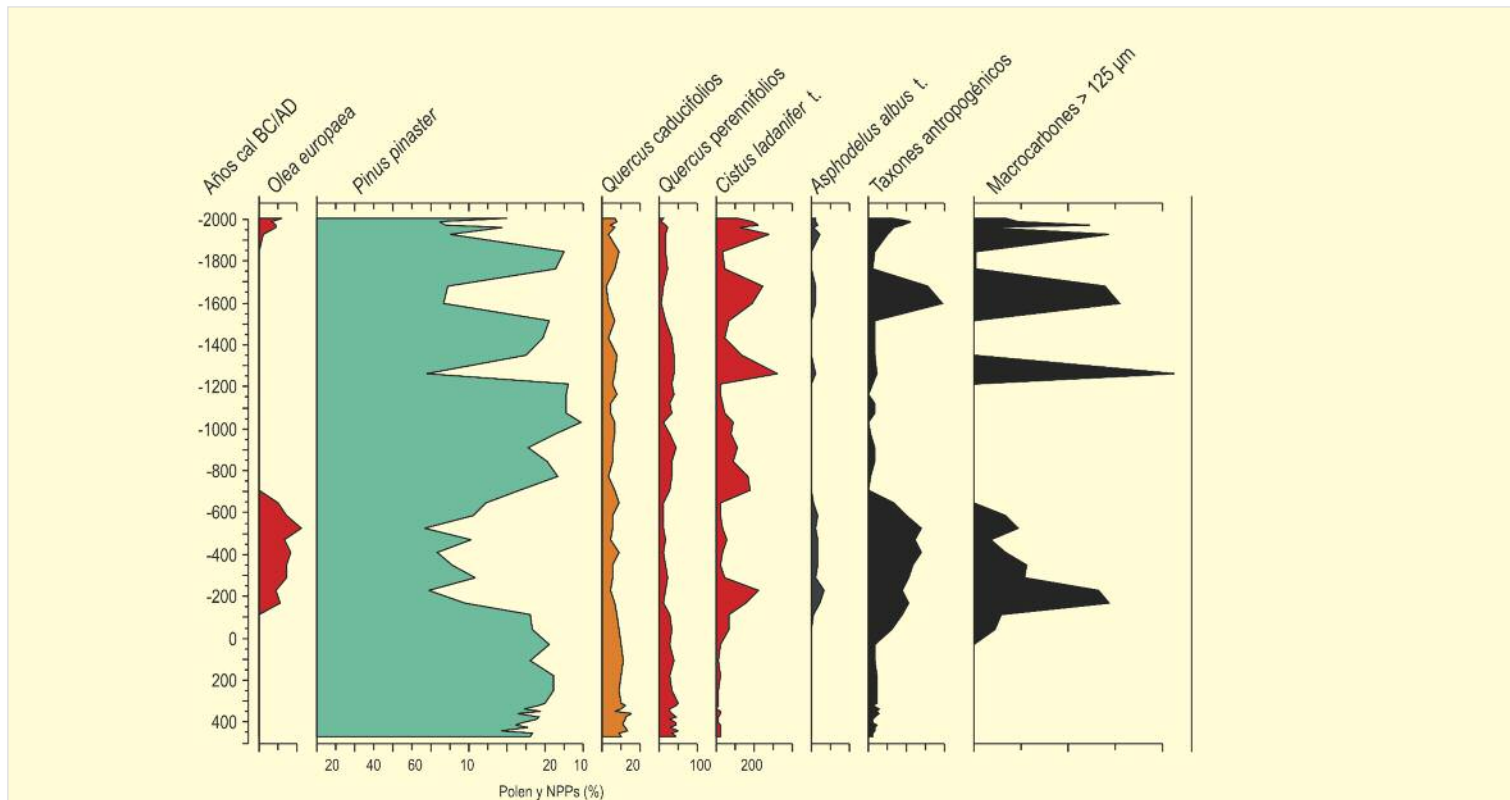


Figura 508. Tasa de acumulación de carbonos y pólenes de la secuencia de Lanzahíta. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2010)

19' N, 04° 33' O; 1050 m s.n.m.); o de la turbera de San Esteban del Valle (40° 18' N, 04° 56' O; 1600 m s.n.m.) (López-Sáez *et al.* 1997).

Sin lugar a dudas, una de las temáticas paleofitogeográficas más importantes que han sido señaladas para la Sierra de Gredos ha sido la referida al papel de los pinares en la configuración paisajística de las masas forestales holocenas. Actualmente ya no existen dudas sobre la existencia en el pasado de pinares altimontanos tanto de *Pinus nigra* como de *P. sylvestris* en esta sierra (Rubiales *et al.* 2007). Sin embargo, el caso del pino resinero (*Pinus pinaster*) seguía siendo motivo continuo de discusión. Unos primeros indicios polínicos, del paleosuelo de Lanzahíta (40° 12' N, 04° 56' O; 450 m s.n.m., López-Sáez *et al.* 1999, 2004) permitían apuntar la posible naturalidad local de este pino en el Valle del Tiétar. No obstante, en el mismo área, una investigación paleopalinológica detallada de la turbera de Lanzahíta (López-Sáez *et al.* 2009), localizada a unos 588 m s.n.m. (40° 13' N, 04° 56' O) y con una cronología precisa (Tabla 125), ha permitido confirmar sin ambigüedad lo antes expuesto.

La secuencia polínica recoge la historia de la vegetación del área, el sur de Gredos, durante los últimos 2700 años (Fig. 507). A lo largo de este intervalo temporal los pinares de pino resinero fueron la formación forestal dominante en la zona, con toda seguridad entre el siglo I BC. y el siglo II AD (PAZ 1) y también entre los siglos VII-XIII AD (PAZ 3). Algunos bosquetes de encinas y robles acompañaron estos pinares en dicho marco cronológico, mientras que otros pinos altimontanos formaban una banda de vegetación de coníferas hacia cotas más altas. El dominio continuo, en toda la secuencia, de *Pinus*

pinaster, permite corroborar la naturalidad de este taxón en el Valle del Tiétar, al menos durante el Holoceno final.

De igual manera, el registro de Lanzahíta muestra una relación muy evidente entre la dinámica porcentual de dicho pino y la incidencia de los incendios, según se refleja en la curva de microcarbónes. Entre los siglos II-VII AD (PAZ 2), XIII-XIX AD (PAZ 4) y XIX-XX AD (PAZ 5), la deforestación del pinar está relacionada con un aumento de la concentración de partículas microcarbonosas, así como de hongos carbonícolos (*Chaetomium*). Se trataría de incendios, sin duda, de origen antrópico, pues en estos momentos se incrementan igualmente los taxones antropogénicos, ciertos elementos pirófilos como *Cistus ladanifer* y *Asphodelus albus*, e incluso progresa el helechal de *Pteridium aquilinum*.

Este incremento del régimen de incendios estaría asociado al cultivo del olivo y a la dinámica pastoral. El más antiguo de los máximos de microcarbónes (155-170 años AD) coincide plenamente con los primeros asentamientos romanos en el Tiétar, el segundo (1265 años AD) con la repoblación cristiana de la comarca, el tercero (1600-1680 años AD) con el auge del sistema trashumante de La Mesta y, finalmente, los dos últimos (1930 y 1975 años AD respectivamente) con fuegos intensos registrados en el término municipal de Lanzahíta durante el siglo XX.

Más información

López-Sáez *et al.* (2010)

LAS COGOTAS

Cardeñosa, Ávila

Holoceno (siglos IV-II BC)



Figura 509. Yacimiento arqueológico de Las Cogotas

El castro de Las Cogotas (Cardeñosa, Ávila) se sitúa junto al embalse del mismo nombre, al lado mismo del río Adaja a $40^{\circ} 43' 40''$ N, $04^{\circ} 42' 04''$ O; ocupando una pequeña elevación granítica natural constituida de dos berrocales característicos (1156 y 1118 m s.n.m. respectivamente) que le dan nombre. Es posiblemente el castro abulense conocido desde más antiguo, caracterizando por sí solo la plena Edad del Hierro en la Meseta. La vegetación actual de su entorno corresponde a un encinar mesomediterráneo muy degradado, donde proliferan jarales.

La secuencia polínica de este castro vettón procede de pequeños sondeos realizados en el sector sur del segundo recinto amurallado, en una zona con diversas áreas especializadas de interés colectivo. Precisamente en uno de estos sondeos, en el practicado en el sector A del corte 1, se obtuvo una columna polínica de 6 muestras en el cuadro 16-22/F-G, al lado mismo de la muralla, que ha permitido una descripción de la vegetación de la zona durante el momento de ocupación del castro (siglos IV-II BC).

El diagrama polínico (Fig. 510) (López-Sáez *et al.* 2008) muestra un paisaje relativamente forestado, con porcentajes de árboles cercanos al 40%, aunque en realidad dicho valor viene mediado

por la sobrerrepresentación del polen de pino, cuyas formaciones en cualquier caso ocuparían las zonas de mayor altitud ya en la Sierra de Gredos y a partir del piso supramediterráneo superior. El porcentaje de otros elementos arbóreos se muestra mucho más reducido, como es el caso de *Quercus caducifolios* (con valores siempre inferiores al 20%) y *Quercus perennifolios* (< 5%). Estos datos apoyarían, por tanto, la existencia en el periodo de ocupación del castro de un paisaje escaso en elementos arbóreos, muy deforestado.

La elevada antropización del paisaje en Las Cogotas se manifiesta polínicamente por la presencia de elementos florísticos representativos de las etapas de degradación del bosque, caso del jaral (*Cistus ladanifer*), brezal (*Erica* tipo *arborea*) y el retamar o escobonal (*Cytisus*).

Entre la flora herbácea, se documentan abundantes palinormorfos indicativos de ambientes antropizados y ruderalizados, caso de Cichorioideae (> 60% respecto a la suma base), *Convolvulus*, *Malva*, etc., que estarían indicando una importancia notable de pastos nitrófilos. De igual manera, la abundancia porcentual de *Plantago lanceolata* (8-14%), *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, así como de

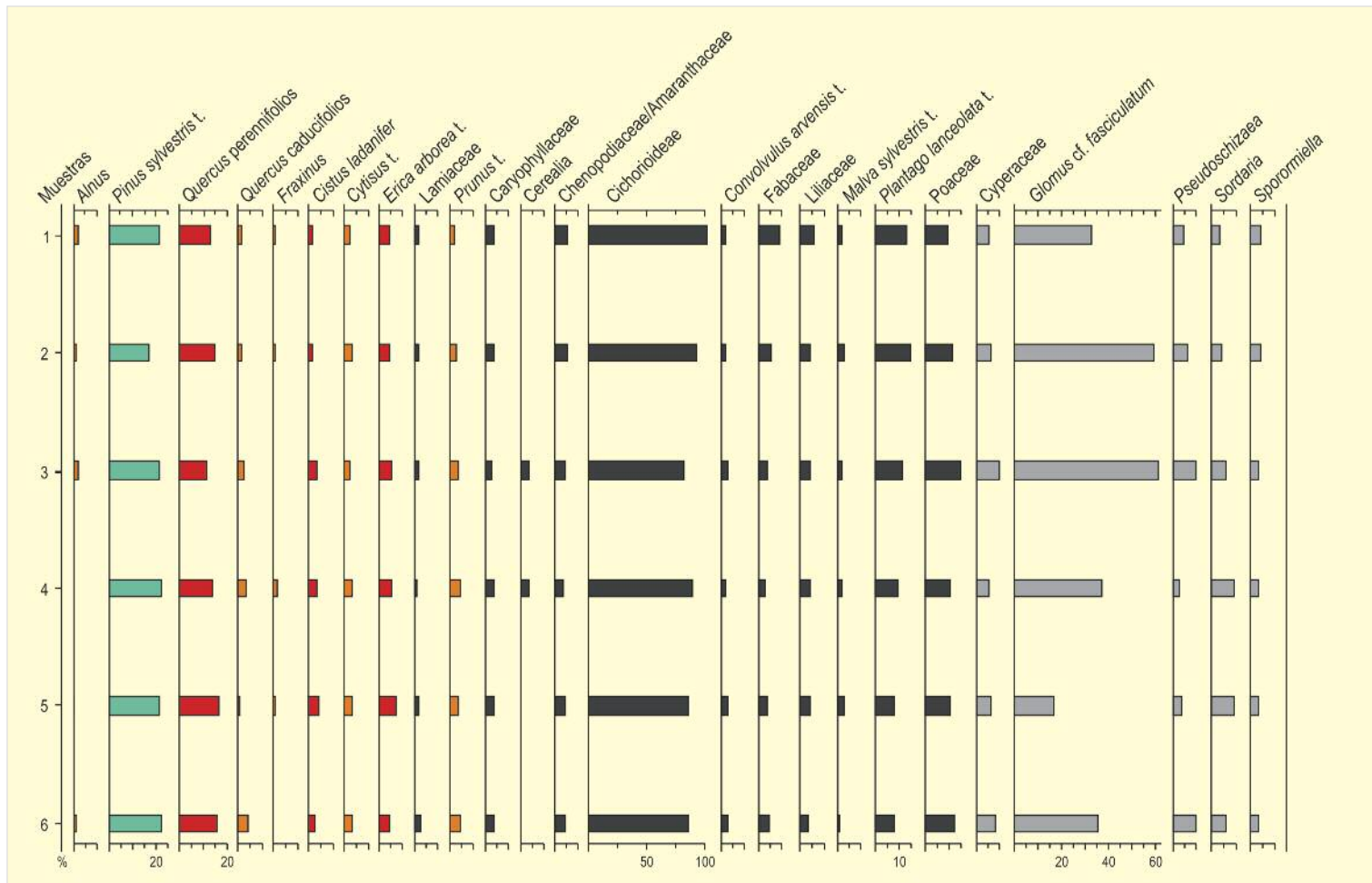


Figura 510. Diagrama polínico de Las Cogotas. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2008)

hongos coprófilos (*Sordaria* y *Sporormiella*), indicaría la existencia de una cabaña ganadera *in situ*, en el mismo punto donde las muestras se recogieron, toda vez que, al menos estos últimos, subrayan la presencia de excrementos procedentes del ganado doméstico en la zona.

Quizá el dato más singular que puede extraerse del diagrama polínico ha sido la documentación de polen de cereal (*Cerealia*) en dos

de las muestras (3 y 4), con porcentajes del 3,2 y 3,8% respectivamente, valores suficientes para admitir la existencia de cultivos agrícolas en los alrededores del castro.

Más información

López-Sáez *et al.* (2008)

MESA DE MIRANDA

Sierra de Ávila, Chamartín, Ávila
 Holoceno reciente (siglos IV-II BC)



J.A. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 511. Yacimiento arqueológico de Mesa de Miranda

Este castro vetón está situado en las estribaciones septentrionales de la Sierra de Ávila (Chamartín de la Sierra, 40° 43' 04" N, 04° 57' 37" O), a 1154 m s.n.m., ocupando un promontorio de canchales graníticos en una zona especialmente continental. El paisaje actual corresponde a un encinar supramediterráneo muy bien conservado, con ejemplares centenarios.

El estudio palinológico de este yacimiento procede de un sondeo estratigráfico en el interior de la muralla meridional (López-Sáez *et al.* 2008). Las cinco muestras recogidas, de techo a base, proceden respectivamente de la UE 1 (muestra 1), intervalo UE 1-UE 2 (muestra 2), UE 2 (muestras 3 y 4) y UE 3 (muestra 5), y fueron tomadas a intervalos de 20 cm desde la más superficial (20 cm) a la más profunda (100 cm). En su conjunto, permiten reconstruir la paleovegetación del entorno del castro entre los siglos IV a II BC.

El diagrama polínico del castro de Mesa de Miranda (Fig. 512) permite diferenciar dos fases de cambio vegetal, que corresponden

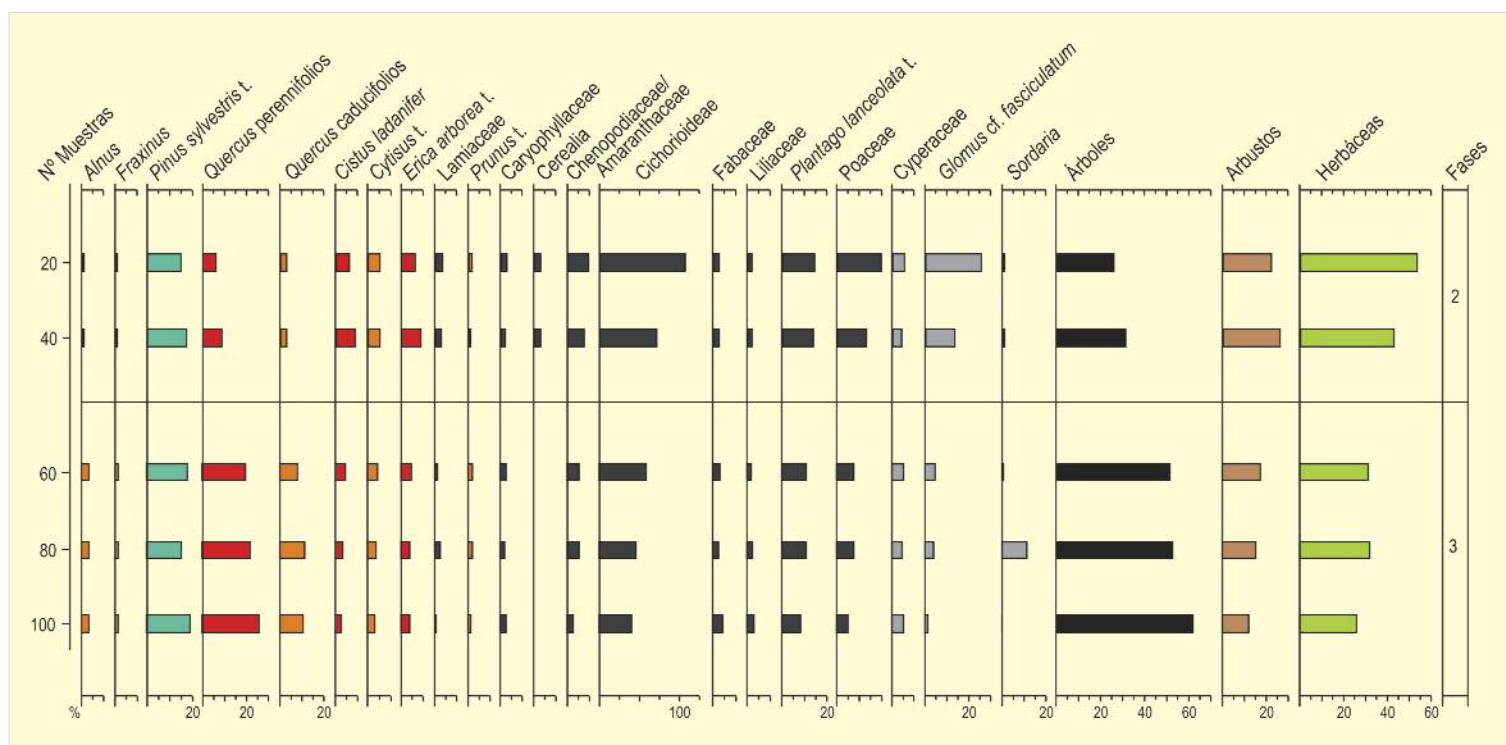


Figura 512. Diagrama polínico de Mesa de Miranda. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2008)



J.A. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 513. Encinares añejos en los alrededores de yacimiento



J.A. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 514. Zona del yacimiento donde se tomaron las muestras para análisis polínico

a las tres muestras inferiores (fase 1) y las dos superiores (fase 2). La primera de estas fases muestra un paisaje relativamente forestal, con porcentajes de taxones arbóreos superiores al 50%, donde los elementos más reseñables son *Quercus perennifolios* (20-25%) y los *Quercus caducifolios* (10%), aunque igualmente se confirma la presencia regional de pinares montanos de *Pinus sylvestris* (20%) que procederían, sin duda, de las estribaciones septentrionales de la Sierra de Gredos. Aliso y fresno tienen poco valor porcentual con apenas el 2-3% de la suma base.

Estos datos indicarían la existencia de un encinar relativamente bien conservado, en el cual la cobertura arbustiva sería, sin embargo, escasa (10-14%) aunque cualitativamente importante (*Cistus ladanifer*, *Erica arborea*, *Cytisus*, Lamiaceae y *Prunus*). La presencia del roble melojo estaría haciendo mención a formaciones de quercíneas caducifolias (robles y/o quejigos) que ocuparían altitudes mayores, por encima del piso del encinar, u orientaciones norte, más lluviosas y con mayor profundidad edáfica. Se caracteriza igualmente por denotar cierta antropización del entorno, toda vez que taxones antrópicos como Cichorioideae (50-60%) o Chenopodiaceae/Amaranthaceae están presentes; aunque quizá el hecho más significativo es la abundancia porcentual de elementos florísticos de pastizales antropozoógenos (*Plantago lanceolata* y Chenopodiaceae/Amaranthaceae) y el hongo coprófilo *Sordaria*.

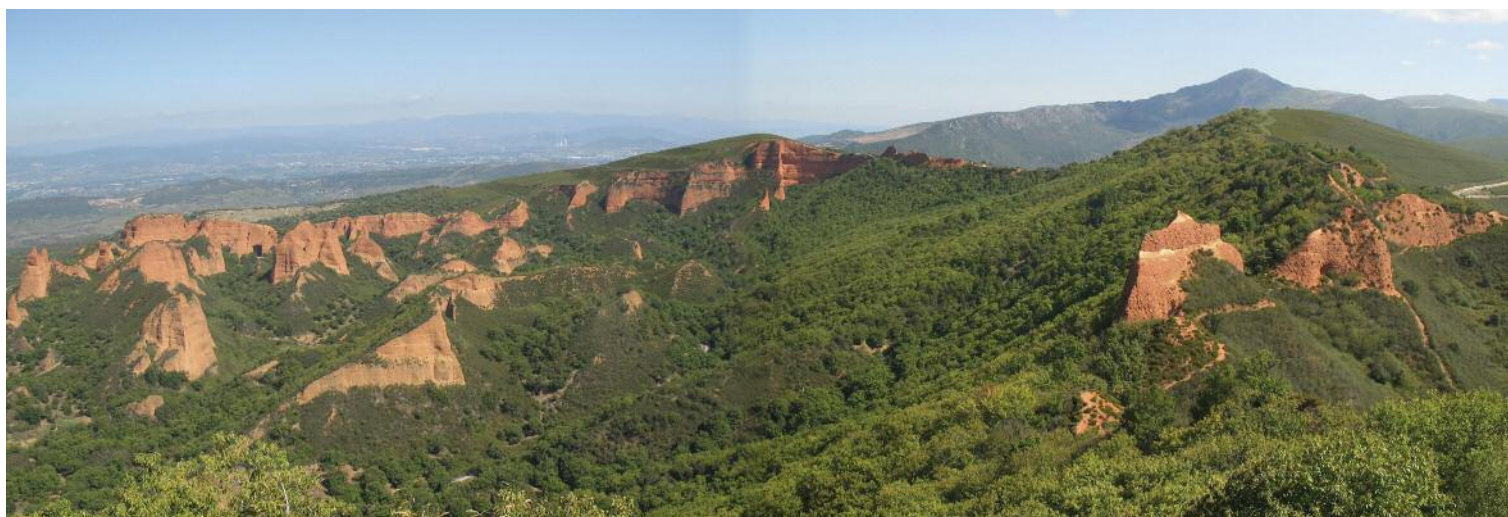
La segunda de las fases (fase 2), conlleva una importante reducción de la cobertura arbórea (25-32%) y un aumento singular de la arbustiva (> 20%) y más especialmente de la herbácea (> 40%). En ella el encinar se reduce drásticamente, con porcentajes inferiores al 10%, de la misma manera que también lo hace el robledal (2%) y, en menor medida, el pinar. La deforestación comentada se conjuga con un aumento porcentual de taxones arbustivos propios de las etapas seriales degradativas de los bosques de quercíneas, caso de la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), las retamas o piornos (*Cytisus* t.) y los brezos (*Erica arborea* t.). En paralelo, la vegetación riparia (*Alnus* y fresno) también disminuye sensiblemente. En definitiva, se produce un incremento muy significativo de los indicadores de antropización del paisaje. En último término, quizá el hecho que con mayor claridad diferencia esta fase 2, es la presencia de polen de cereal en sus dos muestras.

Más información

López-Sáez *et al.* (2008)

LAS MÉDULAS

Zona minera del Bierzo, León
Holoceno



C.J. PELLICÓ

Figura 515. Vista panorámica de Las Médulas o zona minera del Bierzo

La zona minera de Las Médulas (ZAM) se localiza en el noroeste de la Península Ibérica (42° 27' N, 06° 45' O; ~700 m s.n.m.), en el flanco suroccidental de la cuenca terciaria de El Bierzo

(León) y está casi rodeada por el río Sil. Se encuentra bajo el dominio de la Región Mediterránea, aunque con clara influencia atlántica. Esta característica de transición entre dos regiones

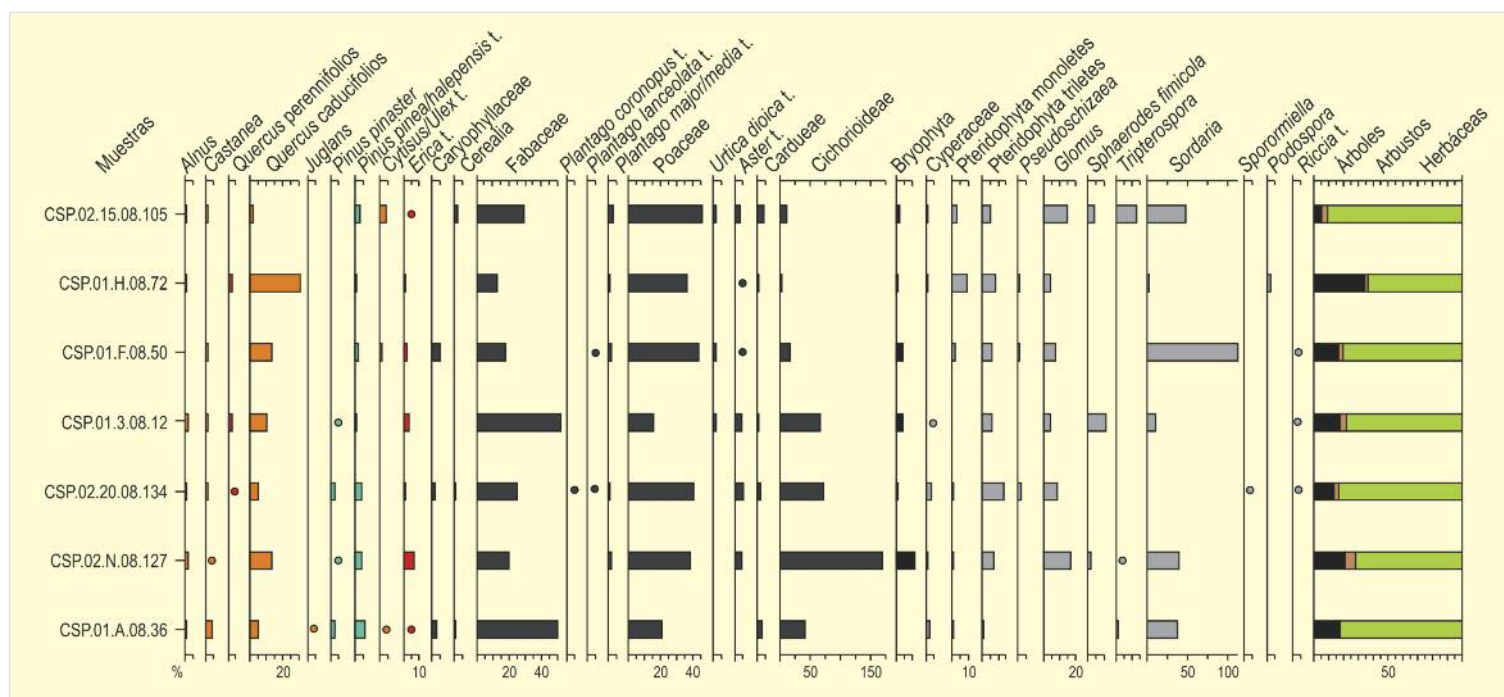


Figura 516. Diagrama palinológico sintético de El Castrelín de San Juan de Paluezas. Redibujado de López-Merino *et al.* (2010)

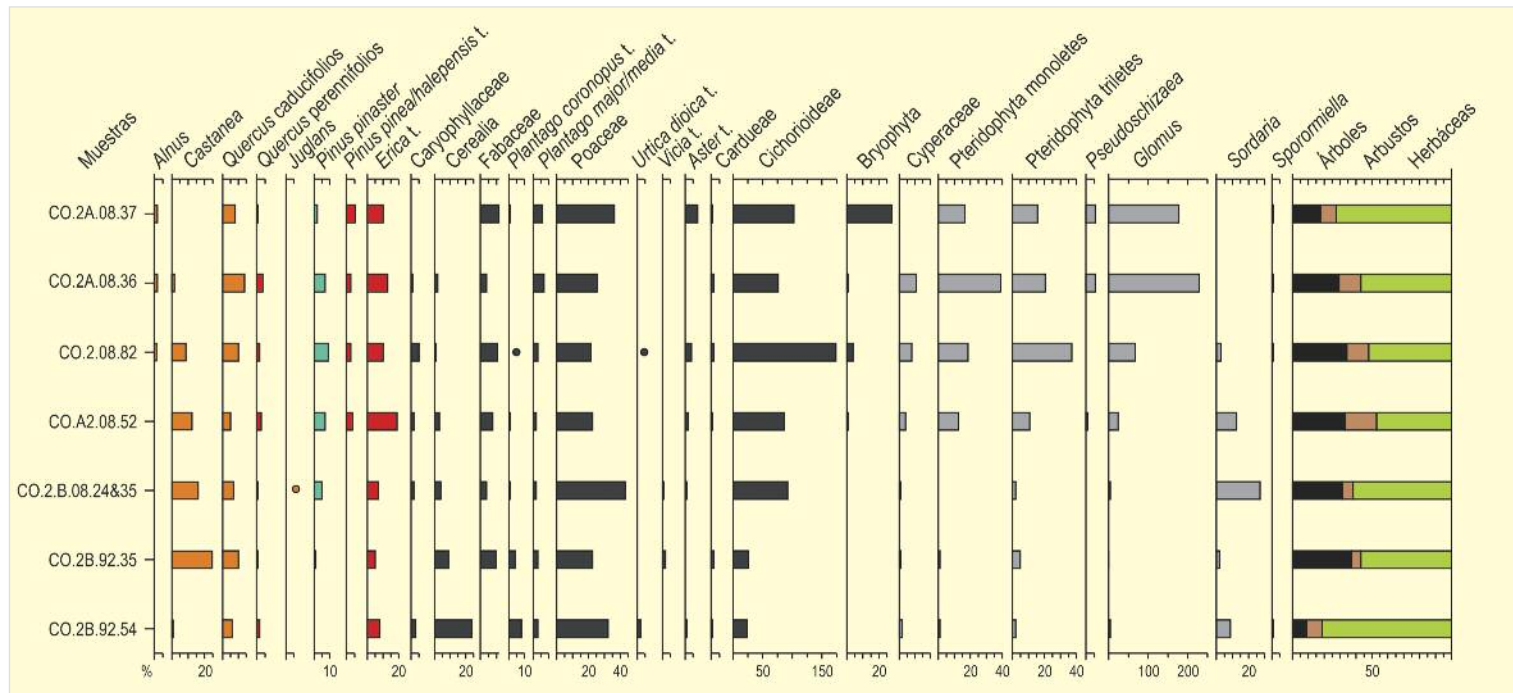


Figura 517. Diagrama palinológico sintético de Castro de Orellán. Redibujado de López-Merino *et al.* (2010)

biogeográficas distintas, junto con su compartimentada topografía, conforma un espacio con mucha diversidad de formaciones vegetales. Las formaciones arbóreas más destacadas son los encinares (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), los alcornoques (*Quercus suber*) y los melojares (*Quercus pyrenaica*), estos últimos por encima de los 700 m s.n.m. Todos ellos presentan más o menos grado de matorralización, consecuencia del impacto antrópico, siendo Ericaceae, Fabaceae, Cistaceae y Thymelaeaceae las familias más abundantes. También es destacable la gran importancia de *Castanea sativa* en la zona, tanto de manera cultivada, la más abundante,

como silvestre en algunos sotos. Junto a los cursos de agua se encuentran formaciones riparias en las que el aliso (*Alnus glutinosa*) destaca junto con sauces (*Salix*) y chopos (*Populus*), aunque su superficie está visiblemente reducida como consecuencia de su acondicionamiento como zonas de cultivo.

López-Merino *et al.* (2010) han realizado el estudio tanto carpológico como antracológico y palinológico de varias muestras de dos yacimientos arqueológicos ubicados en la zona minera de El Bierzo. Estos dos yacimientos, de manera conjunta, ofrecen

Morfofito	Muestras							SUMA
	CSP.02.15.08.105	CSP.01.H.08.72	CSP.01.F.08.50	CSP.01.3.08.12	CSP.02.20.08.134	CSP.02.N.08.127	CSP.01.A.08.36	
<i>Taxus baccata</i>	10						1	11
<i>Acer campestre</i> t.		1						1
<i>Alnus</i>			7			1		8
cf. <i>Alnus</i>							1	1
cf. <i>Betula</i>							1	1
<i>Fraxinus</i>	1	2			1			4
<i>Juglans</i>	3	6						9
cf. <i>Juglans</i>		1						1
Pomoidea		1						1
<i>Prunus avium</i> t.				3				3
cf. <i>Prunus</i>					4			4
<i>Quercus ilex/coccifera</i>	7		1	2	5			15
<i>Quercus</i> subgénero <i>Quercus</i>	26		4	2	5	5		42
<i>Quercus/Castanea</i>		1				1		2
Indeterminados		1	1	1			2	5
Suma	47	13	13	8	15	7	5	108

Tabla 126. Datos antracológicos de El Castrelín de San Juan de Paluezas extraídos de López-Merino *et al.* (2010)

Morfotipo	Muestras							SUMA
	CO.2A.08.37	CO.2A.08.36	CO.2.08.82	CO.2A.08.52	CO.2B.08.24&35	CO.2B.92.35	CO.2A.08.54	
<i>Pinus</i>							1	1
<i>Taxus baccata</i>	2		1					3
<i>Acer campestre</i> t.	1							1
<i>Juglans</i>			3	3				6
cf. <i>Juglans</i>			1					1
Fabaceae					5			5
Pomoidea	6							6
cf. <i>Prunus</i>					2			2
<i>Quercus ilex/coccifera</i>	12							12
<i>Quercus</i> subgénero <i>Quercus</i>	21	1	2	18	93	22	33	190
Indeterminados	3		4	11				18
Suma	45	1	11	32	100	22	34	245

Tabla 127. Datos antracológicos de Castro de Orellán

información sobre los cambios en las comunidades vegetales, las actividades antropogénicas (agrícolas y ganaderas) y las características económicas en un período de sumo interés para la zona como es el de la transición entre la época castreña y la ocupación romana del territorio. En ese periodo y en esta zona del Bierzo en particular, la minería de oro romana alcanzó un importante desarrollo, provocando importantes transformaciones geomorfológicas derivadas de estas actividades que dejaron una huella notable en el paisaje. La nueva actividad minera, unida a la infraestructura hidráulica creada para ella, produjo grandes transformaciones geomorfológicas; también se introdujeron o intensificaron los usos agrarios y la explotación de otros recursos como el hierro. Todo ello supuso una notable transformación del medio natural y la aparición de un nuevo paisaje cultural que por su interés ha sido incluido en la Lista del Patrimonio Mundial (Orejas & Sastre 2000, Sánchez-Palencia *et al.* 1996).

El yacimiento de El Castrelín de San Juan de Paluezas (CSP, 42° 31' 21" N, 06° 45' 13" O, 554 m s.n.m.; Fig. 519) es un buen ejemplo dentro de la ZAM del modelo prerromano de ocupación del territorio, basado en el castro como una unidad territorial autosuficiente. El poblado de época romana conocido como Castro de Orellán (CO, 42° 28' 19" N, 06° 44' 30" O, 760 m s.n.m.; Fig. 520) también se encuentra en la ZAM, emplazado en las cercanías de una brecha ferruginosa que determinó su ubicación, ya que sirvió para proveer de los útiles y herramientas de hierro necesarios para todo tipo de labores en la zona (Orejas & Sastre 2000).

Los datos palinológicos tanto de CSP como de CO muestran un paisaje relativamente abierto en época prerromana y romana, con porcentajes arbóreos menores del 40% (Figs. 516 y 517), y en el que predominan las quercíneas tanto caducifolias como perennifolias y, de manera regional, pinos. El hecho de que la mayor parte de los frag-

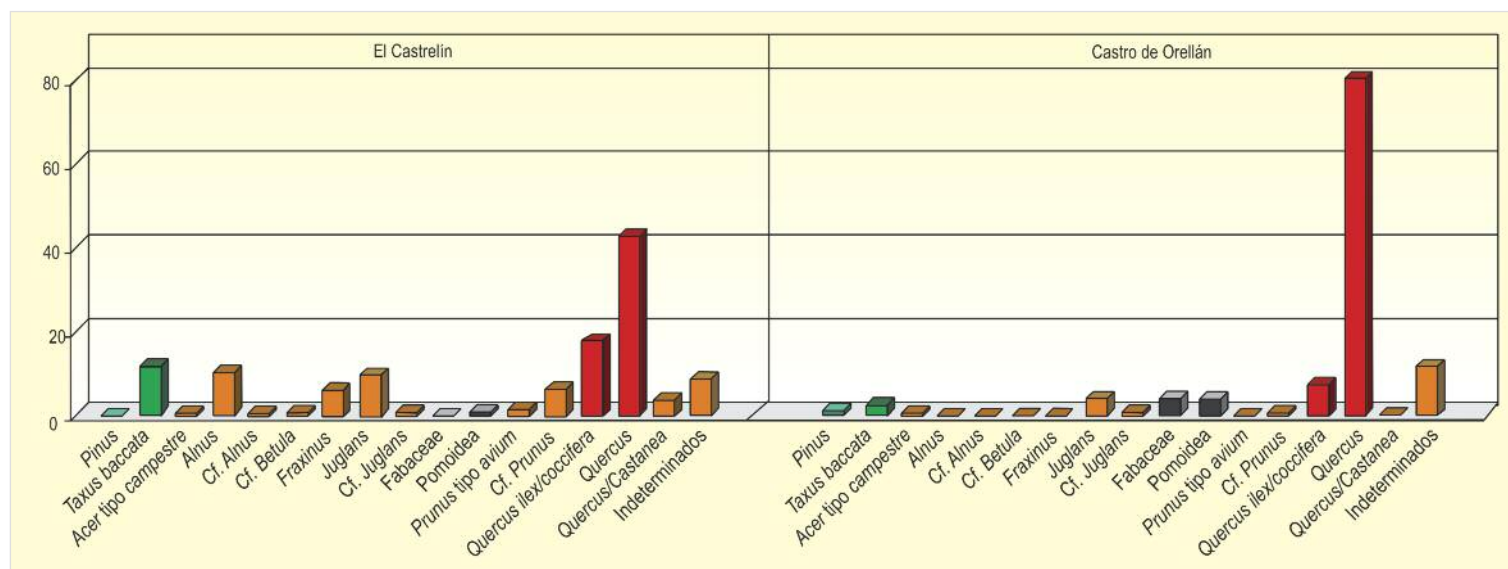


Figura 518. Comparación de los datos antracológicos entre El Castrelín de San Juan de Paluezas y Castro de Orellán

Morfofoto	Muestras							SUMA
	CSP.02.15.08.105	CSP.01.H.08.72	CSP.01.F.08.50	CSP.01.3.08.12	CSP.02.20.08.134	CSP.02.N.08.127	CSP.01.A.08.36	
<i>Triticum dicoccum</i> base de glumas					2			2
<i>Triticum</i> grano				1				1
<i>Hordeum vulgare</i> grano					1			1
<i>Panicum miliaceum</i> grano				1		1		2
Cereal indet. grano			1					1
<i>Pisum sativum</i> semilla				1				1
Cf. <i>Vicia faba</i> semilla				1				1
Poaceae semilla		1		1	2			4
<i>Lamium</i> semilla				2				2
Fabaceae semilla						1		1
Polygonaceae semilla				1				1
<i>Rubia</i> semilla			1					1
<i>Rubus</i> semilla				8				8
<i>Veronica</i> semilla					1			1
Indeterminados semilla		6			1	1		8
Suma	0	7	2	16	7	3	0	35

Tabla 128. Datos carpológicos de El Castrelín de San Juan de Paluezas extraídos de López-Merino *et al.* (2010)

mentos carbonizados de maderas sean de quercíneas corrobora los datos polínicos (Tablas 126 y 127). Aunque el espectro encontrado en ambos yacimientos es bastante similar, existen algunas diferencias. Tanto en CSP como en CO aparecen plantas de interés económico, polen de cereal en ambos casos y *Vicia* sólo en CO. El estudio carpológico (Tablas 128 y 129) también muestra la presencia de plantas de interés económico, que en el caso de CSP son varios cereales como trigo (*Triticum dicoccum*), cebada (*Hordeum vulgare*) y mijo (*Panicum miliaceum*), y leguminosas, como guisantes (*Pisum sativum*) y habas (*Vicia faba*). En CO las especies documentadas son básicamente las mismas

que en CSP aunque en mayor número pero *V. faba* está ausente y se incluye, en cambio, *Triticum monococum*. Además, desde época prerromana aparece polen de *Castanea*, pero sólo alcanza valores altos en momentos ya romanos, apuntando a su cultivo durante este período.

Otros indicadores de antropización como *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, indicativos de pastos, aparecen en ambos sitios. Adicionalmente, también aparecen indicadores de actividades pastoriles como *Plantago*, *Riccia* y distintos hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Podospora*, *Tripterospora* y *Sphaerodes*

Morfofoto	Muestras					SUMA
	CO 2A.08.37	CO 2B.08.24/35	CO A2.08.52	CO 2.08.82	CO 2A.08.36	
<i>Triticum monococum</i> grano		1				1
<i>Triticum dicocum</i> grano		90	1			91
<i>Triticum dicocum</i> horquilla de la espiguilla		2	1			3
<i>Triticum dicocum</i> base de glumas		3	1			4
cf. <i>T. dicocum</i> grano		124	6			130
<i>Hordeum vulgare</i> grano (lateral)		50				50
<i>Hordeum vulgare</i> grano (central)		36				36
<i>Hordeum vulgare</i> grano (indeterminado)		17				17
<i>Hordeum vulgare</i> grano fragmentos		90				90
<i>Hordeum</i> grano fragmentos			3			3
<i>Triticum</i> grano	1	7	1			9
<i>Triticum</i> grano (fragmentos)		158				158
Cereal indet. grano (ragmentos)		200	30	1		231
<i>Panicum miliaceum</i> grano		249	35			284
<i>Vicia faba</i> t. semilla		1				1
Leguminosae semilla	1					1
<i>Chenopodium</i> semilla			1			1
Indeterminados semilla	1	4				5

Tabla 129. Datos carpológicos de Castro de Orellán extraídos de López-Merino *et al.* (2010)



Figura 519. Vistas del castro prerromano de El Castrelín de San Juan de Paluezas



Figura 520. Castro de Orellán localizado en la Zona Arqueológica de Las Médulas

fimicola) en CSP, mientras que en CO son menos abundantes y sólo están representados *Plantago*, *Sordaria* y *Sporormiella*. Es destacable, por lo tanto, la menor incidencia de indicadores de pastoreo en época romana que, por otro lado, es lógica por el hecho de que CO fue un asentamiento especializado en actividades metalúrgicas y por las mejores condiciones topográficas para la ganadería de CSP. En este sentido hablan también los datos arqueozoológicos, ya que mientras que en CSP aparecen todas las partes de los animales de individuos adultos indicando una ganadería local, en CO la frecuencia de piezas descuartizadas sugiere un abastecimiento externo de animales domésticos (Orejas & Sastre 2000).

Además de las prácticas agrícolas y ganaderas, estas comunidades manejaron los recursos locales. Aunque en el registro carpológico no se hayan documentado estas prácticas, tanto en los datos polínicos como antracológicos se ha detectado la presencia de varios taxones que potencialmente pudieron ser explotados. Las quercíneas seguro que abastecieron de madera, sobre todo para las labores metalúrgicas en CO, a los habitantes de Las Médulas; mientras que sus bellotas podrían haber sido consumidas tal y como se documenta en algunos castros del noroeste ibérico (Ramil-Rego 1993).

Otros taxones que podrían haber sido explotados antes de su cultivo en época romana son el castaño y el nogal. *Castanea* ha sido identificado polínicamente tanto en CSP como en CO. Su presencia en época prerromana es interesante puesto que añade nuevos datos que apoyan su origen autóctono (Krebs *et al.* 2004) en el norte de la

Península Ibérica en momentos previos a su cultivo tras la conquista romana del territorio, hecho que es muy notable en CO. *Juglans* ha sido documentado tanto por su polen como por los datos antracológicos también desde cronología prerromana aportando, de nuevo, evidencias sobre su carácter autóctono en la península tal y como han apuntado otros autores (Carión & Sánchez-Gómez 1992).

Por otro lado, es muy interesante la presencia de madera de tejo (*Taxus baccata*), no documentada polínicamente. Aunque el tejo posee polinización anemófila su grano de polen posee poco contenido en esporopolenina, por lo que es muy susceptible a la oxidación. Este factor, junto con que el ratio pies femeninos/pies masculinos es alto, es el causante de que la presencia polínica de este taxón sea muy baja o ausente. Pero lo interesante es que la documentación de su madera podría estar relacionada con una distribución del tejo más amplia en esta zona de estudio en el pasado que en la actualidad.

El análisis arqueobotánico de estos dos yacimientos ubicados en Las Médulas ha explorado la utilización del paisaje en este territorio examinando el impacto humano sobre los ecosistemas y cómo éste ha conformado el paisaje actual, que no deja de ser un legado de un paisaje cultural en el que la conquista romana del territorio y su explotación minera tuvo una especial incidencia.

Más información

López-Merino *et al.* (2010)

EL RASO

Sierra de Gredos, Candeleda, Ávila
Holoceno reciente (2190-1780 cal. BP)



F. FABIÁN

Figura 521. Collado del Freillo, Ávila



J. ALVAREZ SANCHIS

Figura 522. Vista del yacimiento

Se trata de un castro vetón situado al amparo de la vertiente meridional de la Sierra de Gredos en Ávila, en el municipio de Candeleda a 791 m s.n.m. en el denominado Collado del Freillo, dominando la vega del valle del río Tiétar (40° 10' 58"N, 05° 21' 28"O). El entorno bioclimático es supramediterráneo y la vegetación de los escasos bosquetes bien conservados corresponde a un melojar de *Quercus pyrenaica*, actualmente muy degradado y proliferando jarales de *Cistus ladanifer* y extensos helechares de *Pteridium aquilinum*.

El primer análisis arqueopalinológico de este yacimiento corresponde a López-Sáez *et al.* (1991), aunque alguna cita aislada puede encontrarse en López-García (1985, 1986).

Cronológicamente, este castro parece que tuvo una vida muy corta, que podría fecharse entre finales del siglo III y mediados del siglo I a.C. La calibración de las fechas radiocarbónicas conocidas de este yacimiento, procedentes en su mayoría de las vigas carbonizadas halladas sobre los niveles de habitación, parece sostener esa escasa trayectoria temporal: 2180, 1780, 2090, 1990 y 2190 cal. BP.

El estudio palinológico de El Raso procede de un perfil estratigráfico de 55 cm de potencia, recuperado en una de las casas excavadas del poblado, en el cual se analizaron 5 muestras, resultando la inferior estéril. La evolución de la vegetación ha permitido diferenciar dos fases (López-Sáez *et al.* 2008). La fase 1, más antigua, pone de manifiesto porcentajes de fresno (*Fraxinus*) excepcionalmente elevados, que alcanzan incluso el 200% de la suma base. *Fraxinus angustifolia* es común hoy en día en los bosques riparios del Valle del Tiétar (alisedas), tanto en el piso meso como en el supramediterráneo.

Lo más probable es que los altos porcentajes de fresno estén referenciando un desarrollo notable, en este marco cronológico, de formaciones mixtas de fresnos y robles melojos (*Quercus caducifolia*, 7% en la muestra 15-30 cm), frecuentes actualmente en las inmediaciones del yacimiento y en otras ubicaciones supramediterráneas de la comarca (López-Sáez & López-García 1994).

Exceptuando el fresno, el elemento arbóreo más importante de esta primera fase es el pino, que podría hacer mención tanto al pino albar (*Pinus sylvestris*) como al negral (*P. nigra*), cuyo porcentaje

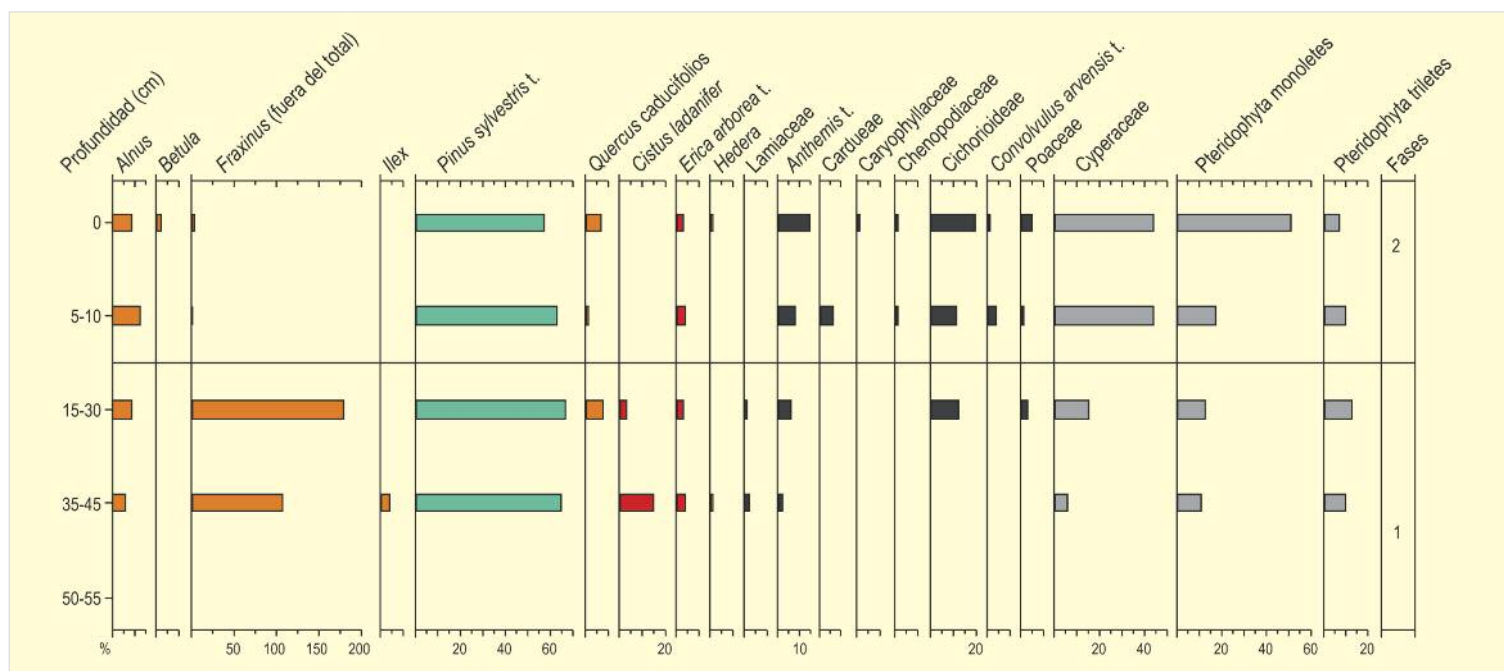


Figura 523. Diagrama polínico de El Raso. Redibujado de López-Sáez et al. (1991, 2008)

del orden del 60% permitiría admitir la existencia, en el entorno regional del yacimiento, de un piso de pinar, posiblemente en el supramediterráneo superior o ya en el oromediterráneo. Entre la flora arbustiva de esta fase se confirma la presencia de la jara pringosa (*Cistus ladanifer*, 3-15%) y de los brezos (*Erica arborea* tipo, 2-3%).

La fase 2 muestra una dinámica vegetal completamente diferente a la anterior, toda vez que se constata la práctica desaparición del fresno y la progresiva antropización del paisaje. Otros elementos arbóreos como el aliso, el melojo o el pino albar mantienen sus porcentajes, por lo que debe pensarse que la acción humana fue especialmente significativa sobre la fresneda, seguramente para aprovechar su madera, ya

sea en las vigas de las casas del poblado, ya sea en la preparación de astas de lanza, o incluso simplemente por un exceso de presión pastoral sobre el forraje de sus hojas que podría haber conducido a la extinción de la especie. Esta fase correspondería a un momento de consolidación del poblamiento del castro. El bosque climácico local, el melojar (o la formación mixta de robles y fresnos) se vería profundamente alterado hasta prácticamente desaparecer.

Más información

López-García (1985, 1986), López-Sáez et al. (1991, 2008), López-Sáez & López-García (1994)

VEGA DE VIEJOS

Cordillera Cantábrica, Murias de Paredes, León
Holoceno (2988-2188 años cal. BP)



J.M. RUBILACÉS

Figura 524. Paraje Campo de la Vega (Vega de Viejos) de la comarca leonesa de Laciana

El yacimiento de Vega de los Viejos se ubica en la mitad oriental de la Cordillera Cantábrica. Se encuentra localizado en la vertiente meridional de la cordillera, en la comarca leonesa

de Laciana ($42^{\circ} 52' N$, $06^{\circ} 14' O$; 1300 m s.n.m.). Aún encontrándose en la cabecera del río Sil, se halla muy cerca de la divisoria de aguas que separa las macrocuencas del Duero y el Miño, que se

Ref. Lab.	Taxones	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-203119	<i>Pinus sylvestris</i>	2170 ± 50	2188	piñas
Beta-203120	<i>Pinus sylvestris</i>	2860 ± 60	2988	madera

Tabla 130. Datos de radiocarbono de dos macrorrestos seleccionados.



Figura 525. Piña fósil de *Pinus sylvestris*

corresponde aproximadamente en la zona con el Puerto de Piedrafita de Babia. De hecho, paisajísticamente la zona es similar a los territorios occidentales del río Luna (tributario del Duero) que constituyen la comarca de Babia.

Este yacimiento se sitúa en una cubeta de origen glacial cerrada por sedimentos morrénicos, sobre una base de arenas procedentes de los aportes de montañas circundantes. La vegetación circundante está conformada por *Erica tetralix*, *Genista anglica*, *Salix cantabrica* y *Salix atrocinerea* como especies leñosas más representativas del área turbosa. Destaca la presencia de *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum latifolium*, *Molinia caerulea* y *Dactylorhiza gr. maculata* en las zonas más activas, mientras que en los alrededores, la vegetación está dominada por matorral con las siguientes especies: *Genista hispanica*, *Genista obtusifolia*, *Cytisus scoparius*, *Pterospartum tridentatum*, *Calluna vulgaris*, *Daboecia cantabrica* y *Halimium lasianthum*. En las cercanías aparecen formaciones en mosaico de matorral con rebollar (*Quercus pyrenaica*) en bosquetes.

El material fósil de los yacimientos de Vega de Viejos fue colectado en niveles turbosos-arenosos continuos, al abrir vías de drenaje en una turbera de unas 6 ha, en el nivel situado entre los 120 cm. y los 150 cm. de profundidad. Se recuperaron e identificaron 95 piñas de *Pinus sylvestris*, así como 30 maderas de *Pinus gr. sylvestris*



Figura 526. Toma de muestras en Vega de Viejos

y restos de abedules (*Betula*) y sauces (*Salix*). La datación radiocarbónica refleja una persistencia del pinar hasta al menos 2160 años BP, lo que indica una extinción reciente de este tipo de bosque en la zona occidental de la cordillera.

El desencadenamiento de condiciones húmedas y templadas (típicas de la mejoría climática del inicio del Holoceno) probablemente favoreció los procesos de sucesión y competencia que de manera general favorecieron en ambientes oceánicos a caducifolios y perjudicaron a coníferas. En el Holoceno medio y final, la presión antrópica humana, por fuego y pastoreo, probablemente agravase la decadencia del pinar, y sólo en enclaves muy localizados de la cordillera ha conseguido persistir hasta nuestros días.

Los macrorrestos hallados en este yacimiento se corresponden con la representación fósil holocena de *Pinus sylvestris* más occidental de la cordillera Cantábrica. Significan la extinción poblacional de un relictos holoceno de la especie, coherente con el resto de evidencias paleoecológicas que apoyan la presencia de pinares en el área durante largos periodos del Cuaternario.

Más información

Rubiales *et al.* (2008)

PRADO DE LAS ZORRAS

Sierra de La Paramera, Solosancho, Ávila
Holoceno reciente (~ 2040 BP)



G. LÓPEZ

Figura 527. Sierra de la Paramera situada en el Sistema Central, Ávila

El depósito analizado palinológicamente ($40^{\circ} 37' N$, $04^{\circ} 50' O$, 1650 m s.n.m.) es un depósito higroturboso localizado en la cara norte de la Sierra de La Paramera, próximo al castro abulense conocido como "ruinas de Ulaca" y al Puerto de Menga. En relación al contexto bioclimático se sitúa en el límite entre los pisos supra y oromediterráneo. La zona presenta una deforestación notable. Desprovista de formaciones arbóreas, la vegetación principal está constituida por piornales dominados por *Cytisus purgans* junto a enebrales y pastizales. En áreas próximas pero localizadas a menor altitud, aparecen retazos de formaciones arbóreas naturales de melojar (*Quercus pyrenaica*) junto a pinares de repoblación de *Pinus sylvestris* y *P. pinaster*.

El testigo analizado (Andrade 1994, Andrade *et al.* 1996) alcanzó una potencia de 260 cm. De ellos, los primeros 140 cm corresponden a turba formada mayoritariamente por restos de *Sphagnum* que, a partir de los 170 cm se hace más detrítica. En el intervalo comprendido entre 120 a 140 cm, el sedimento fue datado por ^{14}C , obteniéndose una fecha de 2020 años cal. BP (Tabla 131). Con anterioridad a esta fecha se observa la existencia de una importante masa forestal (valores de AP entre 50 y 80%) constituida principalmente por pino (Fig. 528). Existe también una curva continua, pero con porcentajes polínicos marcadamente más bajos, de *Quercus* caducifolio junto a la presencia esporádica de caducifolios (*Alnus*, *Salix*, *Acer*, *Betula*, *Castanea* y *Corylus*), proba-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
B-57956	120-140	2040 ± 90	2020	sedimento

Tabla 131. Datación radiocarbónica de la secuencia Prado de Las Zorras, Ávila

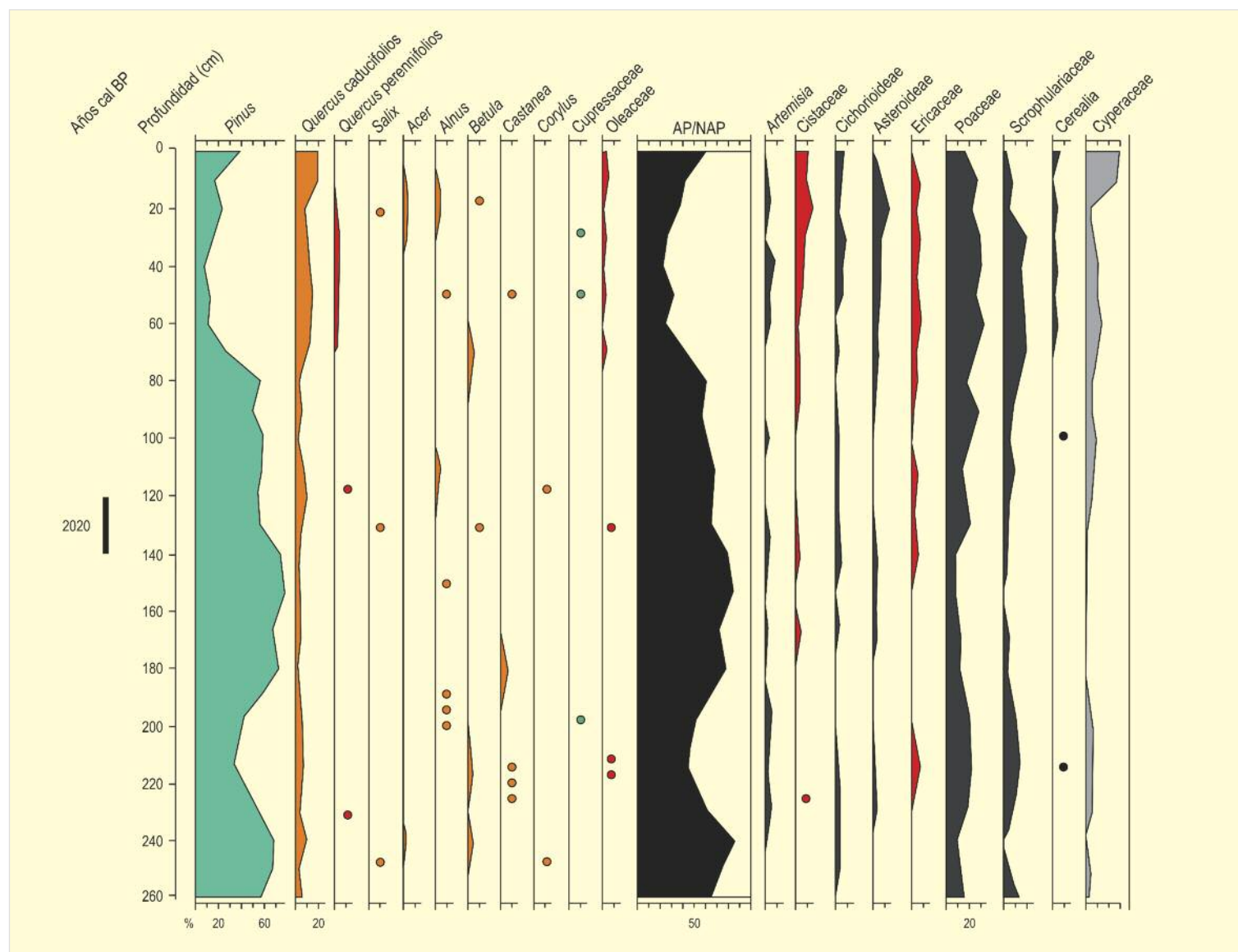


Figura 528. Diagrama polínico del Prado de Las Zorras. Redibujado de Andrade (1994)

blemente ligados a la presencia de cursos de agua. Entre las herbáceas, predominan las gramíneas pero, será a partir de 2020 años cal. BP cuando experimenten un mayor desarrollo junto al resto de los taxones no arbóreos hallados en esta secuencia. Durante este segundo período se observa una clara disminución de los porcentajes de *Pinus*, acompañada de un ligero aumento en los valores de *Quercus caducifolia*, probablemente *Quercus pyrenaica*. La curva de cereal y la de otros taxones de carácter más termófilo como *Quercus perennifolia*, *Oleaceae* y *Cistaceae* se hace continua.

En base a la datación por ^{14}C disponible, el progresivo deterioro de la vegetación arbórea observado a lo largo de la secuencia polínica podría ir unido, en buena parte, a la transformación de los bosques bajo el dominio del Imperio Romano en la zona.

Más información

Andrade (1994), Andrade *et al.* (1994, 1996)

HAYA DE LA HERGUIJUELA

Sierra de Francia, Herguijuela de la Sierra, Salamanca
Holoceno reciente



Figura 529. Valle de Batuecas en Herguijuela

Se trata de un registro palinológico ($40^{\circ} 27' 0,2''$ N, $6^{\circ} 04' 45''$ O; 750 m s.n.m.) de edad desconocida, muy probablemente holoceno, basado en un testigo de 85 cm de sedimento arenoso con algunos niveles orgánicos y tomado directamente de un talud realizado con el fin de abrir una pista forestal en la zona. El sitio concreto se encuentra en el complejo Las Batuecas-Sierra de Francia (Fig. 529). El sedimento fue recogido en un área cercana a

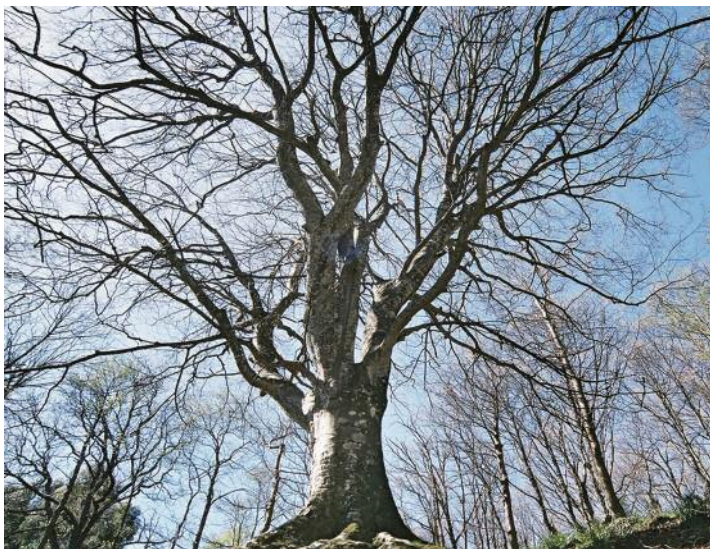


Figura 530. Haya de la Herguijuela, árbol monumental

la bien conocida Haya de la Herguijuela, ejemplar de *Fagus sylvatica* único por no formar parte de un hayedo propiamente dicho y posiblemente remanente de un bosque de hayas que debió existir con anterioridad. El clima de la zona es predominantemente mediterráneo con una gran influencia atlántica y hasta 1200 mm de precipitación anual. Los inviernos son suaves y a pesar del estiaje veraniego, la sequía no es tan acusada como la que cabría esperar para un sector continental de la Península Ibérica. La vegetación cercana al lugar de muestreo está formada por bosquetes de melojos, castaños y alisos así como repoblaciones de pinos y un matorral de sustitución. Destaca la presencia de un árbol monumental, el haya de la Herguijuela (Fig. 530).

A nivel palinológico (Fig. 531), la zona H1 (entre 85 y 65 cm) produce la mayor presencia arbórea con una ausencia general de indicadores antrópicos. Son dominantes *Pinus*, *Betula*, *Quercus robur* t. y *Quercus ilex*. Este espectro vegetal podría estar relacionado con una situación hídrica favorable y diferencias térmicas menos extremas que las actuales, que favorecerían la existencia de acebos, abedules, robles y pinos simultáneamente.

Durante la zona H2 (entre 65 y 55 cm), se expanden los bosques de *Quercus*, tanto perennifolios como caducifolios, y alisos mientras que los abedules descienden notablemente. Durante la zona H3 (55-25 cm), *Castanea* experimenta una gran expansión, mientras que los

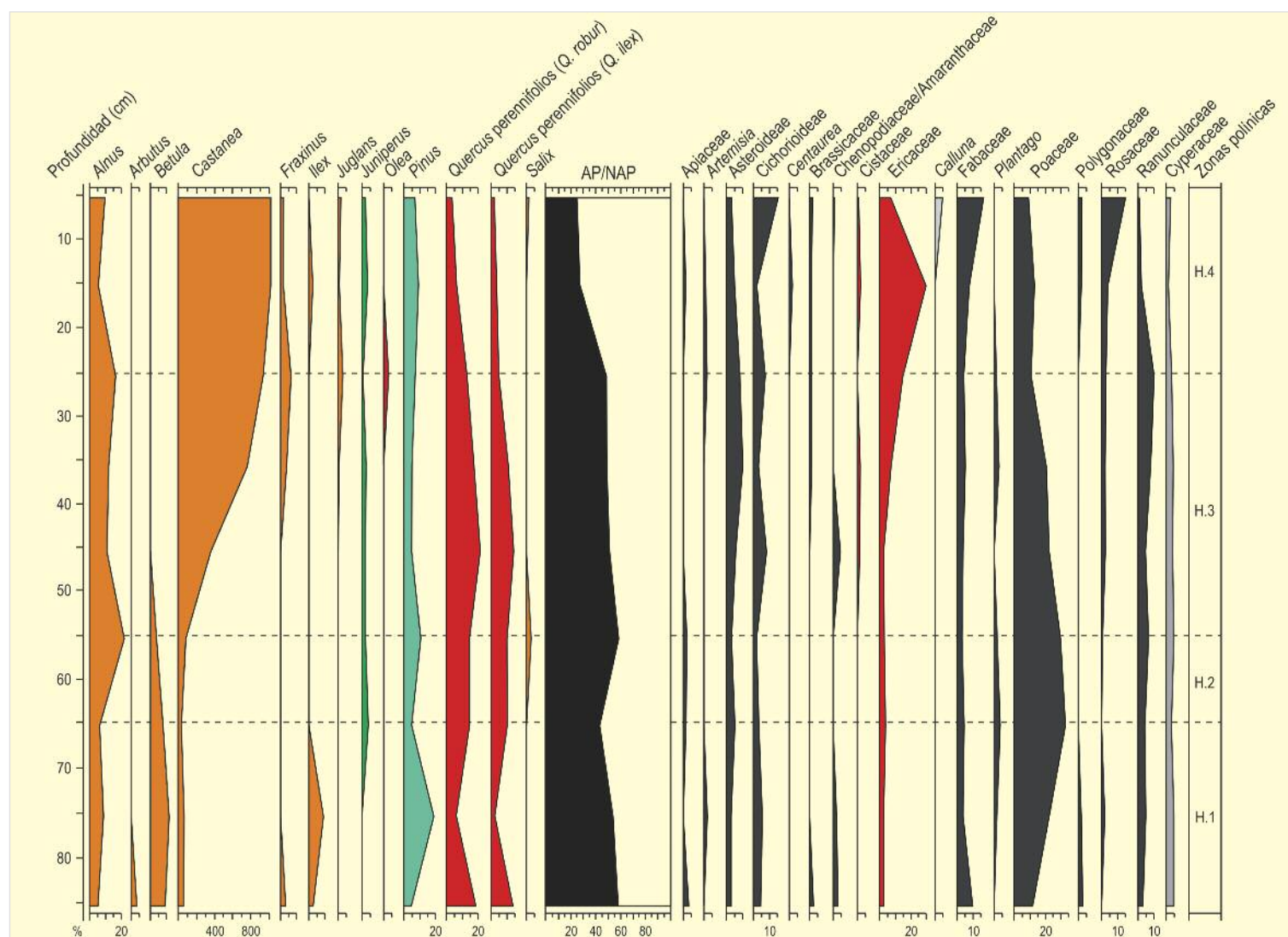


Figura 531. Diagrama polínico de la Herguijuela. Redibujado de Atienza Ballano (1996)

abedules retroceden casi totalmente. Otros elementos forestales como quercíneas y alisos se mantienen constantes. Paralelamente comienza un proceso de matorralización representado por el lento incremento en Ericaceae, Chenopodiaceae y Asteraceae. Si bien este proceso hacia una vegetación más arbustiva podría estar relacionado con temperaturas más frías, también se podría deber a un uso ganadero más intensivo que sería paralelo a la "frutalización" del monte por medio del cultivo deliberado del castaño.

Finalmente, la zona H₄ (25-5 cm) muestra una acusada deforestación, con una representación de polen arbóreo muy por debajo de la situación del bosque actual. Solamente *Castanea* mantiene valores elevados, mientras que ericáceas, cistáceas, quenopodiáceas y géneros como *Artemisia* comienzan a extenderse. Sin descartar de nuevo el control climático, esta zona refleja un espectro polínico de bosque manejado, en condiciones bastante intensivas.

Se trata de una secuencia sin control cronológico, lo que dificulta enormemente la interpretación, sin embargo la dinámica

es similar a la encontrada en otros lugares del interior Ibérico para el Holoceno tardío. Así, en estas masas forestales, reflejo de una dinámica vegetal heredada de un periodo cálido y relativamente húmedo, coexisten abedules, pinos y acebos, sucedidos por formaciones de quercíneas, dando lugar finalmente a un bosque abierto donde el matorral y los crecientes valores de herbáceas, son el reflejo de la dinámica esperable para los últimos milenios.

Los autores resaltan la ausencia de granos de polen de *Fagus sylvatica* en el registro, aunque destacan la dificultad de contrastar la posibilidad de que hubiera habido bosques de hayas en esta zona en el pasado dado que su registro no cuenta con dataciones y consecuentemente no se puede deducir la antigüedad del registro.

Más información

Atienza-Ballano (1996)

SERRANILLOS

Sierra de Gredos, San Esteban del Valle, Ávila
Holoceno



JA. LOPEZ-SÁEZ

Figura 532. Turbera de Serranillos en Sierra de Gredos

La turbera de Serranillos ($40^{\circ} 18' 26''$ N, $04^{\circ} 56' 03''$ O, 1700 m s.n.m.), enmarcada dentro de la Sierra de Gredos, se localiza en el puerto homónimo, en su vertiente meridional, en la provincia de Ávila (Fig. 532). El paraje se emplaza en el denominado "Canto de la Nava", cercano a la garganta del río Eliza. La litología de la zona es principalmente de naturaleza silíceo, mientras que el ombrotipo del área es húmedo (1400 mm anuales). La turbera, que se sitúa en una zona relativamente llana ocupando una extensión de unos 24.000 m², sufre procesos de innivación de manera anual, y es de carácter minerotrófico. La vegetación cercana se caracteriza por ser de carácter abierto con dominio de pastizales con parches de *Juniperus communis* subsp. *nana* y *Cytisus oromediterraneus*, que se sitúan por encima del piso arbóreo de pinares de *Pinus sylvestris*. La vegetación local de la turbera

está formada por un mosaico de comunidades típicas de ambientes higroturbosos y de carácter oligotrófico. Estas comunidades están dominadas por diversos cárices (*Carex carpetana*, *C. demissa* y *C. echinata*) y otras herbáceas como *Parnassia palustris*, *Drosera rotundifolia* y *Viola juressi*, además de por la presencia de musgos del género *Sphagnum*. En general, la Sierra de Gredos es un espacio social complejo que ha sido intensamente aprovechado por las poblaciones humanas desde la Prehistoria. Por ello, la asignación de un carácter antropogénico o natural a la vegetación que se encuentra en la actualidad, sobre todo de los pinares oromediterráneos, ha sido y es objeto de un intenso debate entre ecólogos, fitosociólogos y paleobotánicos.

El estudio polínico de este registro ha sido realizado por López-Sáez *et al.* (2009) y López-Merino *et al.* (2009). Este último es del que se tomará la información y las fronteras de las distintas zonas polínicas. Durante el sondeo se obtuvo un testigo con una potencia de 120 cm que se estudió palinológicamente a intervalos de, aproximadamente, 3 cm. Adicionalmente, también se realizó el conteo de macrocarbones (>125 μ m) y microcarbones (<125 μ m). Además, se efectuaron cuatro dataciones radiocarbónicas (Tabla 132) que contextualizan la turbera durante los últimos 2000 años.

Las tres primeras zonas polínicas (Ser-1 a Ser-3 120-70 cm; c. 2000-1250 años cal. BP) se caracterizan por poseer altos porcentajes de *Pinus sylvestris/nigra* (45-70%) (Fig. 533). Por lo tanto, la vegetación forestal del piso oromediterráneo de la Sierra de Gredos parece haber estado conformada por pinares de *Pinus sylvestris* con parches de *Pinus nigra*, tal y como también se confirma en el cercano registro de Navarredonda estudiado por Franco-Múgica *et al.* (1997). Los pisos supra y mesomediterráneo parecen haber sido ocupados por quercíneas como *Quercus pyrenaica* y, de manera más local, por alcornoques (*Quercus suber*), además

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2 σ)	Años cal. BP	Análisis
CSIC-1767	37-42	522 \pm 27	624-509	535	Convencional
CSIC-1768	80-85	1664 \pm 35	1693-1420	1568	Convencional
Ua-21490	90-92	1895 \pm 45	1929-1717	1839	AMS
CSIC-1938	100-105	1938 \pm 35	1986-1819	1888	Convencional

Tabla 132. Dataciones radiocarbónicas del perfil polínico de la turbera de Serranillos. Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INT-CAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95.4%, 2 σ). López-Merino *et al.* (2009)

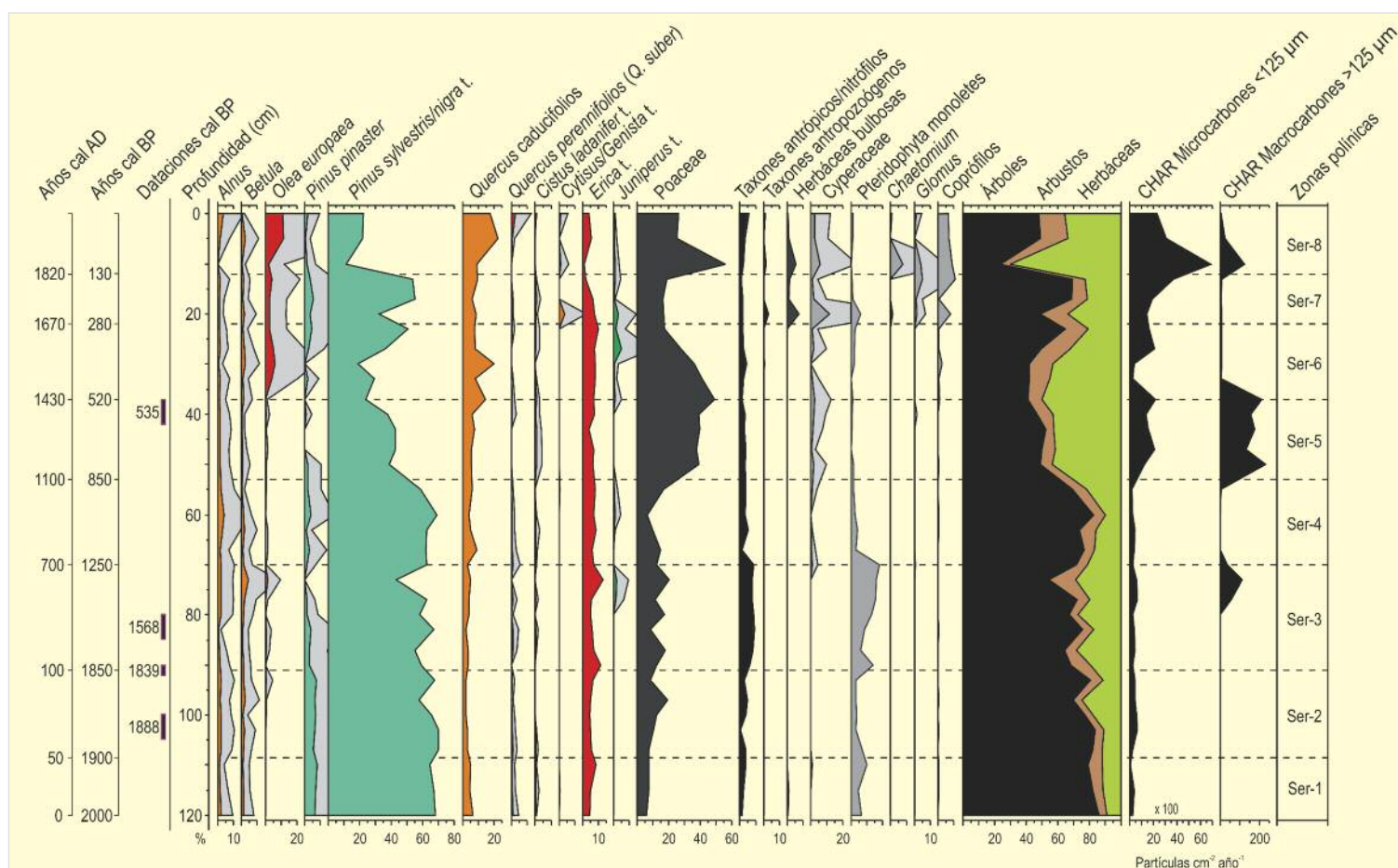


Figura 533. Diagrama polínico sintético de la turbera de Serranillos (modificado de López-Merino *et al.* 2009). La curva de "taxones antrópicos/nitrófilos" incluye *Aster* tipo, *Cardueae*, *Cerealia* Cichorioideae, *Rumex acetosa* tipo y *Rumex acetosella* tipo. La curva de "taxones antropozógenos" es la suma de *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*, *Plantago lanceolata* tipo, *Polygonum aviculare* tipo y *Urtica dioica* tipo. "Herbáceas bulbosas" hace referencia a *Allium* tipo, *Anemone*, *Leucojum*, *Erodium*, *Liliaceae*, *Scrophulariaceae*, *Melampyrum* y *Merendera filifolia* tipo. Por último, la curva de "coprófilos" es la suma de *Sordaria*, *Sporormiella*, *Cercophora* y *Riccia*. Se muestra también la tasa de acumulación tanto de microcarbónes como de macrocarbónes (CHAR= charcoal accumulation rates)

de por pinares de *Pinus pinaster* en los afloramientos graníticos. Durante este período, culturalmente dominado por los romanos, el paisaje en las cercanías del Puerto de Serranillos aparece poco alterado por actividades antropogénicas al igual que por la incidencia de incendios. Sin embargo, en el techo de la zona polínica Ser-3, se observa una rápida disminución de los porcentajes de *Pinus sylvestris/nigra* y de *Pinus pinaster* en paralelo con el incremento de los valores de *Betula*, *Erica*, *Juniperus* y *Poaceae*.

Estos hechos parecen estar relacionados con la dominación visigoda del territorio, anteriormente poco poblado por los romanos. La apertura de los pinares puede haber sido como consecuencia de la intensificación del régimen de incendios, tal y como muestra la curva de macrocarbónes, que experimenta una rápida subida en sus valores. Estos incendios podrían estar relacionados con actividades antrópicas, ya que se observan mayores porcentajes de taxones posiblemente antrópicos y nitrófilos como *Aster*, *Cichorioideae* y *Cardueae*.

Posteriormente, durante la zona Ser-4 (70-53 cm; c. 1250-850 cal. BP), se observa la recuperación de los pinares tanto orome-

diterráneos (*Pinus sylvestris/nigra*) como de pisos inferiores (*Pinus pinaster*), al igual que el aumento de los bosques de quercíneas caducifolias, probablemente de *Quercus pyrenaica*. Todo ello ocurre sincrónicamente con el descenso de los porcentajes de *Juniperus* y de los valores de taxones antrópicos y nitrófilos. Además, los altos valores inmediatamente anteriores de partículas de macrocarbónes desaparecen en este intervalo, pudiendo indicar una menor ocurrencia de incendios. El menor impacto humano detectado durante los primeros centímetros de Ser-4 (70-60 cm), junto con la recuperación de las formaciones boscosas, podría estar relacionado con el hecho de que durante el período Islámico la Sierra de Gredos actuó como una barrera natural entre los Reinos Islámicos del sur y los Reinos Cristianos del norte. En la secuencia de Navarredonda (Franco-Múgica *et al.* 1997) también se ha documentado una mayor presencia de polen de pino para esta cronología.

Desde el techo de Ser-4 y durante toda la zona polínica Ser-5 (53-37 cm; 850-520 cal. BP) se detecta una disminución progresiva de la importancia de *Pinus sylvestris/nigra* en el diagrama palinológico y una proliferación continua de la presencia de pastos grami-

noides. Este hecho parece estar relacionado con el comienzo de la repoblación cristiana de la provincia de Ávila. Desde el siglo X la repoblación se produjo, principalmente, en las zonas llanas y de fondo de valle, pero a partir del siglo XII empezaron a repoblarse zonas a mayores elevaciones de la Sierra de Gredos.

Al mismo tiempo, durante toda Ser-5, se detectan los valores más altos de partículas de macrocarbones de toda la secuencia, además de altos valores de microcarbones que hablarían de la recurrencia de incendios. Estos incendios debieron provocarse para la creación de pastos de montaña en la comarca y redujeron sensiblemente la importancia de los pinares en las formaciones paisajísticas. De hecho, las prácticas pastoriles se han documentado como muy importantes durante el período cristiano en esta zona, especialmente desde la aparición del "Concejo de La Mesta" en el año 1273, y debieron de haber originado una considerable reducción de las formaciones pinariegas en Gredos. Aun así, no se detecta un aumento de los indicadores antrópicos, nitrófilos y antropozoógenos, por lo que las actividades trashumantes debieron de realizarse por otros pasos de montaña como el Puerto del Pico, un paso documentado como vía trashumante principal.

En cambio, durante las zonas polínicas Ser-6 a Ser-8 se observa cómo aumentan los taxones antropozoógenos, junto con una mayor presencia de microfósiles no polínicos de ecología coprófila (como *Sordaria*, *Sporormiella* y *Cercophora*) y que podrían estar relacionados con el trasiego de ganado por el Puerto de Serranillos, indicando la apertura de otras rutas de paso de ganado secundarias. La aparición de geófitos desde Ser-7 probablemente sea indicativa de una mayor incidencia de eventos de incendio desde hace unos 280 años cal. BP, tal y como puede también observarse con los valores crecientes de microcarbones y, desde Ser-8, también de macrocarbones y de *Chaetomium*, hongo de ecología carbonícola.

Durante estos últimos siglos la vegetación ha experimentado importantes cambios relacionados con el uso humano del territorio produciendo paisajes inducidos por sus actividades, tal y como la sustitución de las formaciones pinariegas por pastos gramíneos de montaña, en primer lugar, y el parcial reemplazamiento de esos pastos por comunidades arbustivas de especies pirófilas como *Juniperus communis* ssp. *alpina* (*Juniperus* tipo) y *Cytisus oromediterraneus* (*Cytisus/Genista* tipo), que poseen una mayor resiliencia durante eventos de fuego que los pinos montanos. Por ello, el pico de altos porcentajes de *Pinus sylvestris/nigra* detectado en Ser-7 (15 cm) podría relacionarse con las repoblaciones extensivas que se efectuaron antes de que la Ley de 1877 entrara en vigor. Posteriormente, en cambio, no se continuaron las labores de repoblación, y en los últimos 10 cm del diagrama polínico puede observarse la sustitución de los pinos por quercíneas, seguramente *Quercus pyrenaica*, que habrían expandido sus poblaciones en el piso supramediterráneo, ya que este taxón está favorecido por su resistencia a eventos perturbadores como, en este caso, el fuego.

Finalmente, puede observarse cómo el paisaje de la Sierra de Gredos durante la primera mitad de los dos últimos milenios ha estado dominado por importantes pinares montanos. A menores altitudes, los pinos podrían haber coexistido con *Quercus pyrenaica*, y con presencias de aliso y abedul sobre todo en los arroyos que se localizan en la vertiente sur de la sierra. Otras quercíneas ocuparían los fondos de valle junto con formaciones de *Pinus pinaster* en los afloramientos graníticos. Este hecho, el de la documentación de *Pinus sylvestris/nigra*, pone de manifiesto el carácter autóctono de estas formaciones montanas en esta parte de la Sierra de Gredos.

Más información

López-Merino *et al.* (2009), López-Sáez *et al.* (2009)

PINAR DE LILLO

Puebla de Lillo, León

Holoceno (1700 BP-actualidad)



Figura 534. Pinar de Lillo desde Pico Lago



Figura 535. *Pinus sylvestris* en el paraje de Pinar de Lillo

La turbera ubicada en el espacio conocido como Pinar de Lillo se sitúa en las cercanías de la localidad leonesa de Puebla de Lillo (43° 03' 46" N, 05° 15' 31" O, 1360 m s.n.m.), en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica. Este pinar es un reducto de *Pinus sylvestris* y, dada la ausencia actual de pinares en esta cordillera, su grado de naturalidad ha sido muchas veces discutido.

El pinar se asienta sobre un sustrato constituido por ortocuarzitas silúricas que ha dado lugar a suelos oligotróficos y contrasta con las calizas carboníferas con las que linda hacia el sur y el noroeste, sobre las que se ha desarrollado un suelo de tipo tierra parda eutrófico. El clima es atlántico montano con un cierto carácter submediterráneo. Los inviernos son fríos y la precipitación media anual está por encima de 1500 mm.

La vegetación actual está dominada por *Pinus sylvestris* acompañado por otros elementos eurosiberianos, como *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*, *Betula alba* y *Vaccinium myrtillus*.

La turbera ocupa una superficie de unos 300 m². El sondeo realizado llega hasta 2,6 m de profundidad y las muestras han sido tomadas cada 5 cm. En conjunto recoge información de los últimos 1700 años, como refleja la datación convencional realizada en la base del sondeo (Tabla 133).

El análisis polínico (Fig. 536) muestra una composición florística propia de la zona eurosiberiana. Toda la secuencia corresponde a bosques densos, pudiendo diferenciarse tres zonas polínicas. La más antigua (LIL-1), entre 1700-860 años cal. BP, se corresponde con bosques de *Pinus* y *Betula*, con *Quercus*, *Fagus*, *Corylus*, *Alnus* y brezos. Al final de esta zona hay presencias aisladas de *Castanea* y *Olea*.

Entre 860 y 200 años cal. BP (LIL-2) se observa un importante cambio en la composición de la vegetación. Los pinos reducen notablemente sus porcentajes, a la vez que se incrementa la representación de *Betula*. *Juglans* aparece de forma continuada y *Fagus* aumenta su representación al final de la zona. Esta disminución del pinar puede ser debida a una tala selectiva de pinos junto con

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
β-67506	115-120	780 ± 80	631-802
β-49284	240-255	1720 ± 60	1522-1740

Tabla 133. Cronología de la secuencia polínica de la turbera de Pinar de Lillo. García-Antón *et al.* (1997)

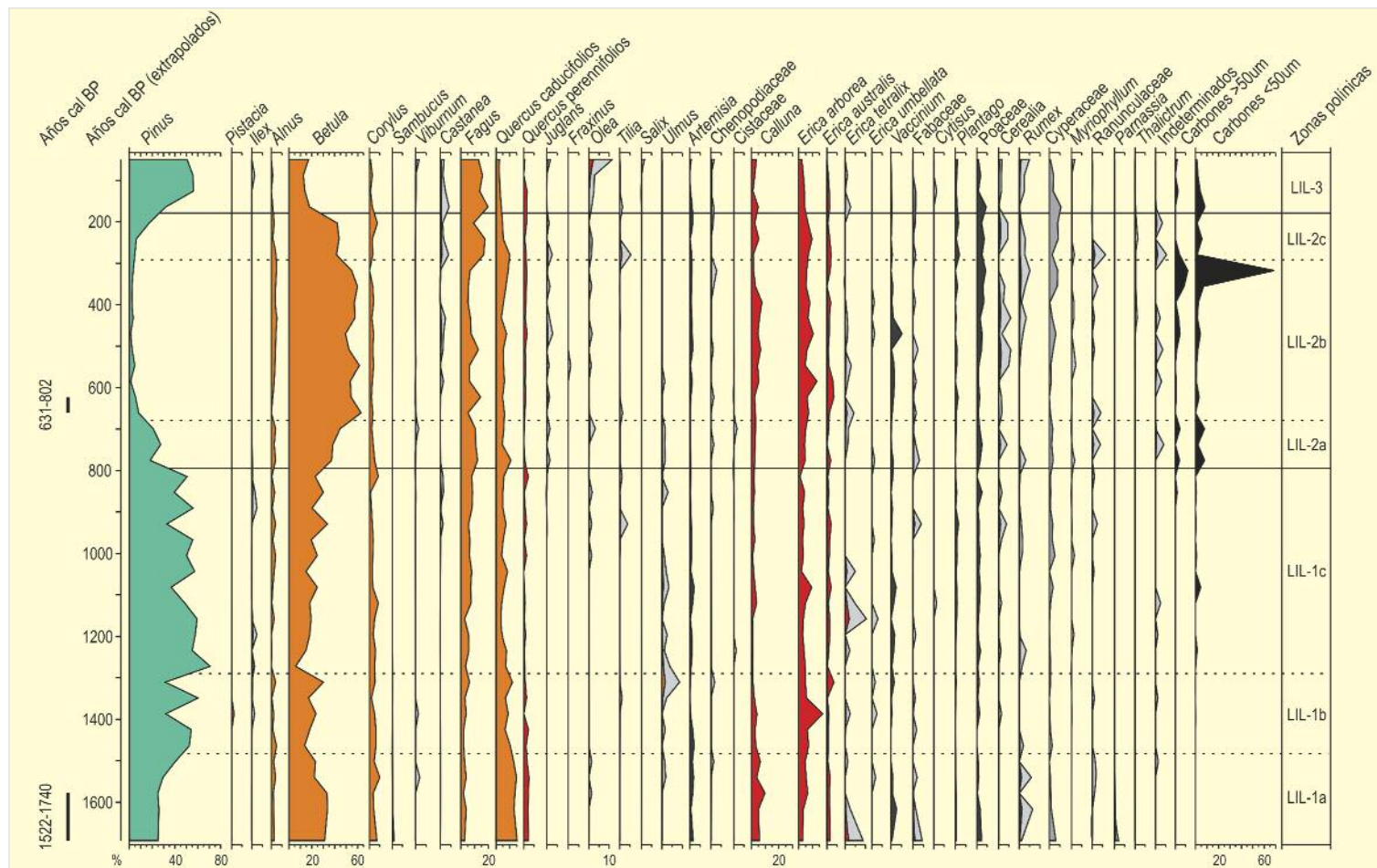


Figura 536. Diagrama polínico de la turbera del Pinar de Lillo. Redibujado de García-Antón *et al.* (1997)

un incremento del uso de fuego, tal como parece indicar la presencia de microcarbónes en esta zona.



Figura 537. Hayedo de Tronisco en Pinar de Lillo

En los últimos 200 años (LIL-3) el pinar se recupera, ganando terreno al abedul. *Fagus* adquiere mayor relevancia (20%) al tiempo que disminuyen los *Quercus* caducifolios. Este paisaje es muy similar al que se mantiene actualmente en la zona.

El estudio polínico de la turbera ha permitido verificar el carácter autóctono del pinar en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica durante el Holoceno. El hallazgo de troncos identificados como *Pinus sylvestris* y datados en torno a 4380 años BP corrobora la presencia de esta especie de pino en la zona (Sánchez-Goñi *et al.* 1999). El Pinar de Lillo puede considerarse uno de los pocos relictos de la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica que se ha mantenido desde el Tardiglacial hasta la actualidad. La permanencia de este pinar probablemente está relacionada con las particularidades ambientales del territorio que ocupa, un sustrato rocoso y de topografía abrupta donde algunos árboles caducifolios, como hayas o robles, tendrían más dificultades para su colonización.

Más información

García-Antón *et al.* (1997)

TURBERA DE EL QUEMAL

Sistema Central, Candelario, Salamanca
Cf. Holoceno



Figura 538. Vista de la dehesa de Candelario (Salamanca)

La turbera de El Quemal se encuentra a 1840 m de altitud (40° 19' 36"N, 05° 43' 59"O) en el término de Candelario (Salamanca), en la parte más elevada de la vaguada de El Hornillo, situada en la vertiente occidental de la Sierra de Béjar, perteneciente, a su vez, al área occidental del Sistema Central, separada del Macizo de Gredos por el Valle del Jerte. Los sustratos son graníticos y las precipitaciones superan los 1200 mm anuales.

El paisaje que domina los valles y llanuras próximas está formado por cultivos de secano, dominando los encinares la vegetación natural. En cambio, en el entorno de la sierra aparecen numerosos prados, junto a robledales de *Quercus pyrenaica*, acompañados de amplios pinares de repoblación. La nota de interés la da la presencia de pequeños abedulares, refugiados en reducidos enclaves de elevada humedad edáfica.

El área de estudio se encuentra por encima del límite superior del bosque, aproximadamente en la confluencia de los dominios bioclimáticos supramediterráneo y oromediterráneo, caracterizada fundamentalmente por la presencia de piornales de *Cytisus purgans* (Fig. 538).

El estudio polínico de la secuencia de El Quemal ha sido realizado por Atienza-Ballano (1995). Desafortunadamente no existen dataciones radiocarbónicas para este sondeo que alcanzó una potencia de 155 cm de profundidad. Por ello, los niveles polínicos y

cronológicos se han definido a partir de análisis comparativos con otros diagramas de la Sierra de Béjar (Atienza-Ballano 1993).

El diagrama construido con los datos polínicos muestra una clara asimetría (Fig. 539) entre la mitad inferior (155-75 cm), que presenta importantes cambios de vegetación, y la superior (75-0 cm), muy homogénea. Los autores han dividido el espectro polínico en cuatro niveles, que se interpretan como tres fases en cada una de las cuales predomina un tipo de bosque.

La secuencia se inicia con la denominada por el autor fase del abedul (nivel Ca 1, 155-135 cm), en la que *Betula* alcanza el 60%, porcentaje que se va reduciendo paulatinamente mientras aumenta el de Poaceae. Acompañan a *Betula*, entre los elementos arbóreos, *Pinus*, *Quercus robur*, *Q. ilex*, *Juniperus* y, puntualmente, *Fraxinus* y *Castanea*. Entre las herbáceas, además de Poaceae tienen una presencia importante Asteroideae y *Rumex*. Se identifica esta fase con el período Atlántico, en el cual la línea superior del bosque estaría ocupada por abedulares, a los que descendiendo en altitud sustituyen los melojares. Aparecerían pinares de no muy amplia extensión en la vertiente más seca.

En el siguiente nivel (Ca 2), entre 135 y 95 cm, *Betula* sigue retrocediendo y continúan avanzando las herbáceas. Se registra también un máximo de *Pinus* y un desarrollo apreciable de *Quercus robur*. Entre las herbáceas, Poaceae se expande notablemente y

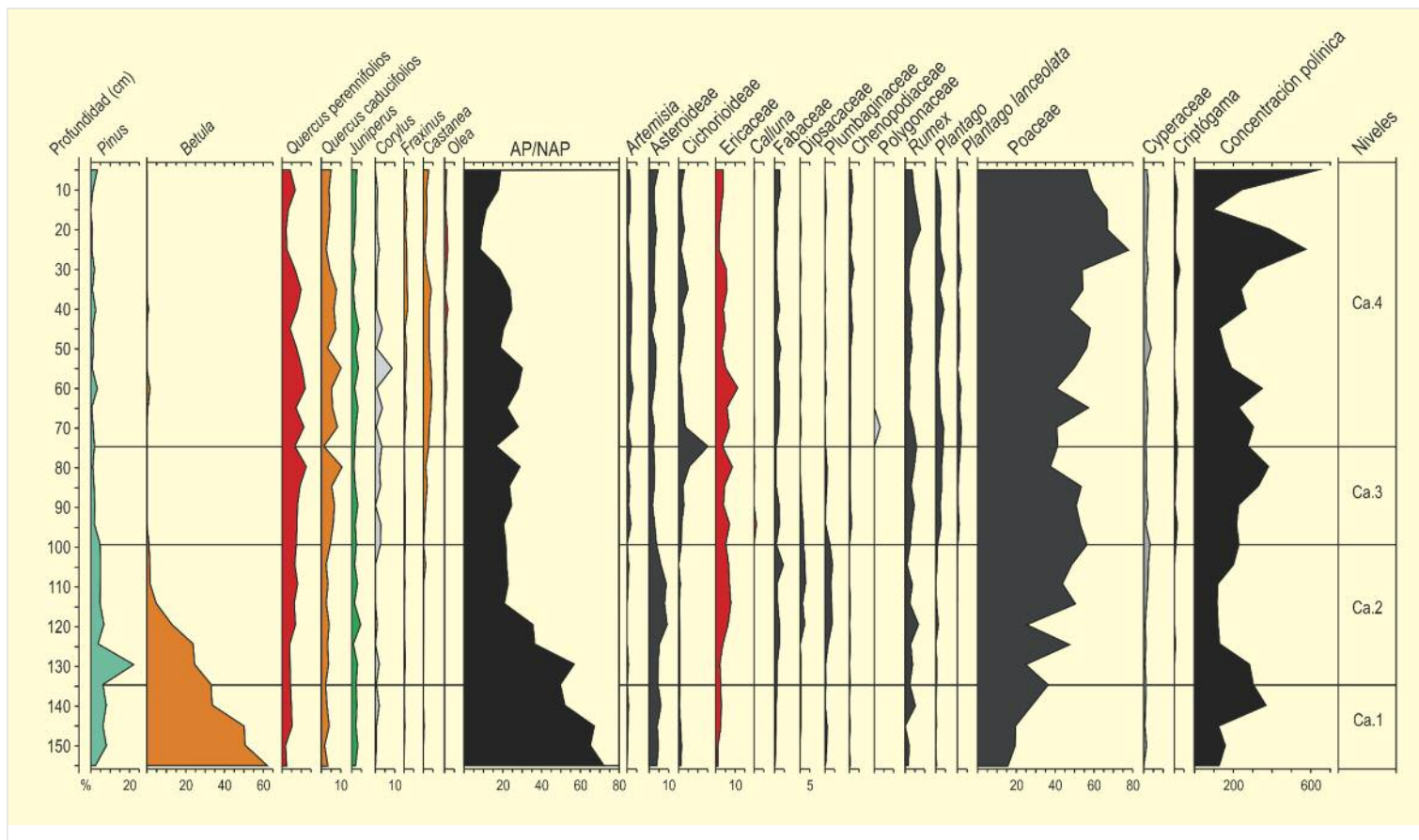


Figura 539. Diagrama polínico de la turbera de El Quemal, Candelario (Salamanca). Redibujado de Atienza-Ballano (1995)

también son importantes los porcentajes de Asteroideae y *Rumex*. La apertura de los espacios forestales está señalada por lo máximos de Plumbaginaceae y Dipsacaceae. El autor define esta fase como la del pino y la identifica con el período Subboreal.

El pino ocuparía el límite superior del bosque, sustituyendo a los abedulares de la fase anterior, por encima de los melojares, ante unas características climáticas más continentales. Se detecta en esta fase el inicio a escala significativa de la explotación ganadera de la alta montaña, con la presencia de *Plantago lanceolata*, *Rumex* y *Artemisia*.

Los dos últimos niveles (Ca 3 y Ca 4), desde 95 cm hasta la superficie, son definidos como fase del piornal. Los niveles de polen

arbóreo se mantienen bajos, siendo los dos tipos de *Quercus* los que dominarían la vegetación arbórea, acompañados de *Pinus*, *Juniperus*, *Fraxinus*, *Castanea* y *Olea*. Entre las herbáceas, *Poaceae* sigue aumentando junto a *Plantago*, *Rumex*, *Cichorioideae* y *Asteroidae*. Cabe destacar el incremento de los niveles de *Ericaceae*. Se atribuye este cambio en el paisaje a la quema ancestral, que mantiene una dinámica que beneficia al piornal como fase de sustitución del arbolado en el límite natural superior del bosque.

Más información

Atienza-Ballano *et al.* (1990, 1991, 1998), Atienza-Ballano & Ruiz-Zapata (1992), Atienza-Ballano (1993, 1995, 1996)

SUÁRBOL

Cordillera Cantábrica, Candín, León
Tardiglacial-Holoceno



Figura 540. Vista de la Braña de Suárbol

La turbera de Suárbol (42° 51' 50" N, 06° 51' 10" O) se localiza a 1.080 m s.n.m., en el término de Candín (León), en la Sierra de Los Ancares, que constituye la principal alineación montañosa del extremo occidental de la Cordillera Cantábrica. El sustrato es fundamentalmente silíceo, siendo su morfología el resultado de fenómenos glaciales y periglaciales por encima de los 800 m, con la formación de depósitos turbosos húmedos en fondos de valle. Las laderas occidentales se hayan expuestas a los vientos húmedos procedentes del Atlántico que provocan precipitaciones superiores a los 1400 mm anuales, mientras que las laderas orientales reciben menores aportes de lluvia, lo que permite en los valles surorientales de esta sierra el desarrollo de formaciones vegetales de tipo mediterráneo, dominadas por *Quercus pyrenaica* y acompañadas, más al este, por encinares de *Q. rotundifolia* con *Q. suber*, *Fraxinus angustifolia*, *Arbutus unedo*, *Cytisus multiflorus*, *Cistus populifolius*, etc. Hacia el oeste predominan formaciones de carácter eurosiberiano con bosques mixtos de planocaducifolios como *Betula alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Prunus avium*, *Ulmus glabra*, *Fagus sylvatica*, etc. Por encima del límite del bosque se desarrollan formaciones de *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus* y *Calluna vulgaris*.



Figura 541. Vista de la Braña de Suárbol

El estudio polínico de esta turbera ha sido realizado por Muñoz-Sobrino *et al.* (1995). La interpretación cronológica y vegetacional de las zonas polínicas ha sido realizada por los autores teniendo en cuenta las secuencias obtenidas en otras áreas de montaña del noroeste ibérico, debido a que solamente se cuenta con una datación radiocarbónica para todo el testigo de 190 cm de potencia (Tabla 134). De acuerdo con las reconstrucciones paleoambientales vigentes para el SO europeo (Ruddiman & McIntyre 1981, Frenzel *et al.* 1992) y con las evidencias geomorfológicas existentes (Pérez-Alberti *et al.* 1993), el área de estudio habría estado ocupada por diversos sistemas glaciales que alcanzarían su máximo desarrollo en torno a 18.000 años BP.

Dentro del Interestadio Tardiglacial (zona LPAZ-1, 190-182 cm), el sondeo (Fig. 542) se inicia con un período de dominio de *Betula* y *Quercus robur*, acompañados por *Pinus* y, en menor proporción por *Castanea*, *Fraxinus*, *Corylus* y *Quercus ilex*. Entre las especies no arbóreas destacan taxones como *Erica* y *Artemisia*. La vegetación arbórea se ceñiría a las áreas más protegidas de los valles y laderas insoladas, entre los 1000 y 1100 m de altitud. Por encima dominarían los matorrales y formaciones herbáceas hasta el límite inferior del piso glacionival que se situaría, pre-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Análisis
CSIC -1116	65-70	1250 ± 25	1219	Convencional

Tabla 134. Datación radiocarbónica de la turbera de Suárbol. Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95%, 2 sigma). Muñoz-Sobrino *et al.* (1995)

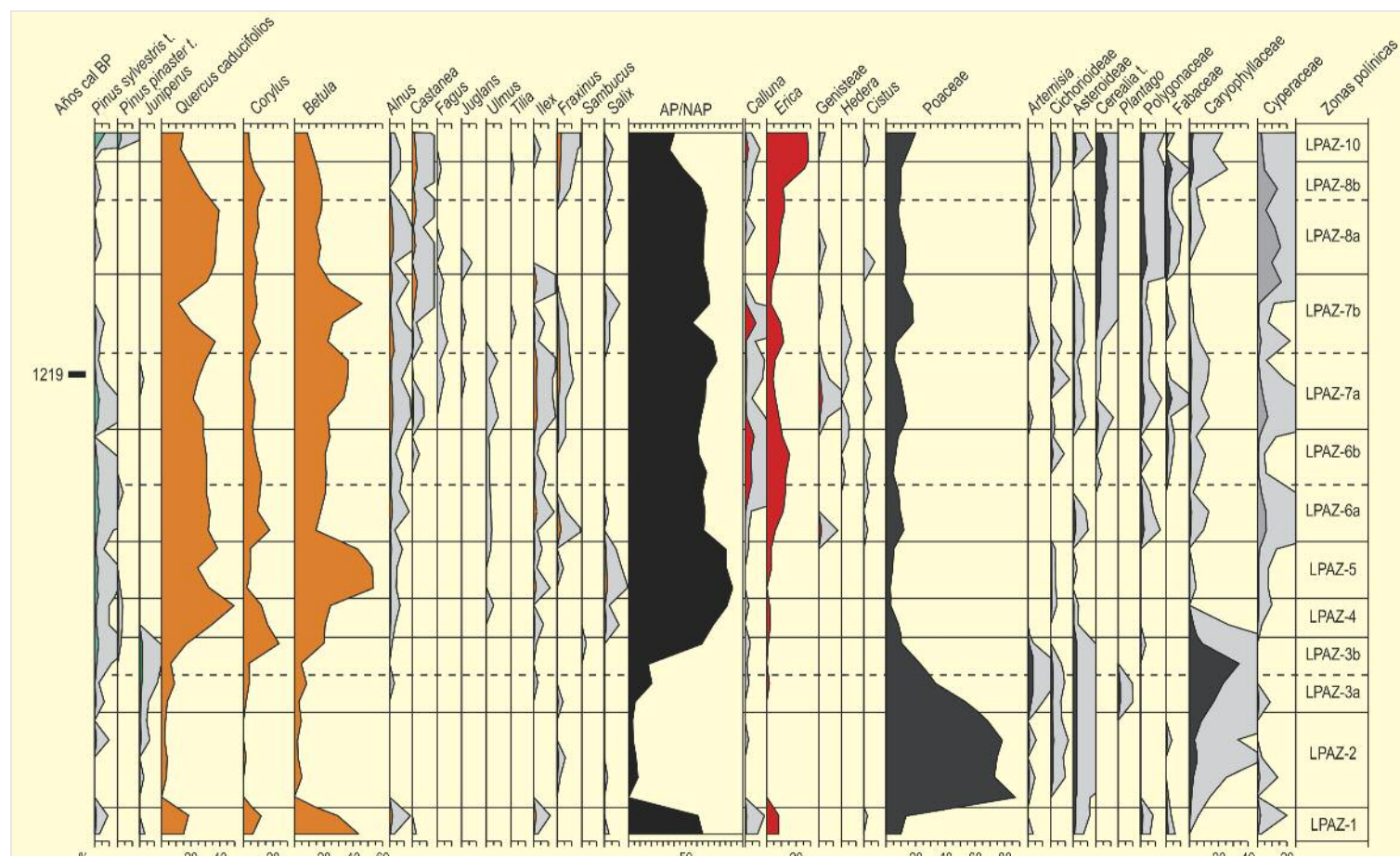


Figura 542. Diagrama polínico sintético de la turbera de Suárbol (León). Modificado de Muñoz Sobrino *et al.* (1997)

ferentemente en los valles umbrosos, en torno a los 1400-1500 m. La zona polínica atribuida al Dryas reciente (zona ZPL-2, 182-157 cm) se caracteriza por un escaso desarrollo del polen arbóreo, mientras las Poaceae alcanzan su óptimo. Con relación a la representación de táxones crioxéricos (*Artemisia* y Chenopodiaceae) y de óptimo supraforestal (*Juniperus*), se observa un incremento con respecto a otras zonas montañosas de carácter más oceánico, pero sin alcanzar los niveles hallados en macizos más continentales. La escasa representación de taxones arbóreos permite estimar el límite superior del bosque por debajo de los 1000 m. El fin del Dryas reciente y el inicio del Preboreal (zonas ZPL-3 y ZPL-4, 157-127 cm) suponen una nueva etapa de colonización arbórea del territorio. Inicialmente se produce una propagación de las formaciones arbustivas (*Erica*, *Juniperus* y *Calluna*) seguida de la expansión de *Quercus*, *Corylus* y *Betula*. Durante este período, la presencia de taxones higrófilos (Ranunculaceae y Caryophyllaceae) se interpreta como consecuencia de una gran humedad en el entorno de los depósitos sondeados atribuible tanto a un incremento de las precipitaciones como a variaciones en el régimen hídrico de las mismas. El espectro polínico se interrumpe después de la fase de expansión arbórea, evidenciándose un hiato sedimentario que supone la pérdida de parte del registro, hasta el Subboreal.

Tras este hiato, la secuencia muestra un paisaje fuertemente arbolado (zonas LPAZ-5 y LPAZ-6, 127-82 cm), en el que predominan las formaciones mesófilas caducifolias. Posteriormente, se evidencia la sucesión de diversos episodios deforestadores que supondrán una progresiva modificación de este paisaje. La pérdida de arbolado favorece la expansión de las formaciones arbustivas (*Erica* y *Calluna*) y herbáceas. Al mismo tiempo, aumentan los táxones sinantrópicos (*Pteridium*, Rosaceae, Polygonaceae, Geraniaceae, etc.) y se registra el inicio de las curvas continuas de cereal y *Castanea*. El final de la secuencia (zonas LPAZ-7, LPAZ-8 y LPAZ-9, 82-12 cm) viene marcado por una nueva deforestación del territorio, acompañada por la continuidad de la curva del polen de cereal y *Castanea*. El polen de *Betula* muestra varios máximos, cuestión que puede interpretarse como una fase de invasión de las zonas húmedas por parte de *Betula*. Por último, se registra una etapa reciente (zona LPAZ-10, 12-0 cm) caracterizada por la reducción del polen de cereal y la presencia de *Pinus*, resultado de un abandono progresivo de los cultivos y de la repoblación con coníferas.

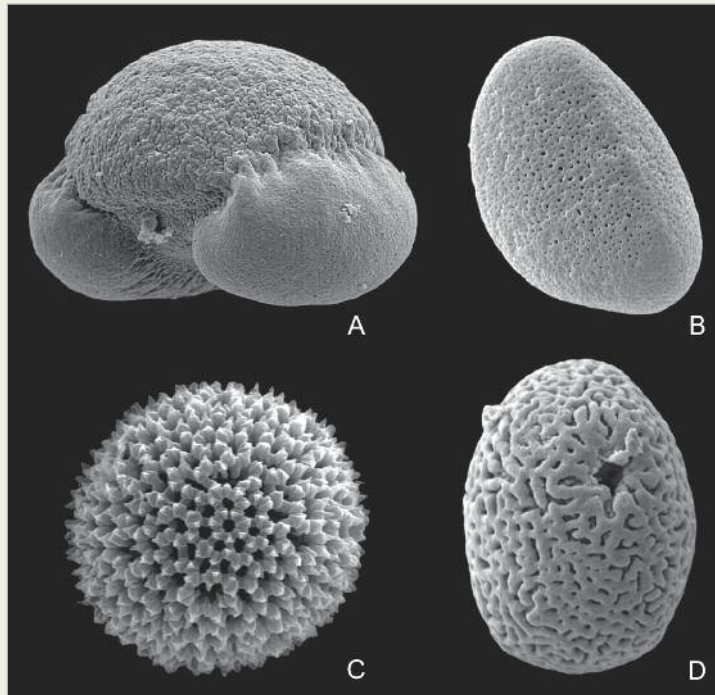
Más información

Ruddiman & McIntyre (1981), Frenzel *et al.* (1992), Pérez Alberti *et al.* (1993), Muñoz Sobrino *et al.* (1995)

ANÁLISIS POLÍNICO

El análisis polínico permite elaborar secuencias de cambio vegetal a lo largo de dilatados períodos de tiempo, con una amplitud que va desde millones de años hasta décadas, incluso años. La palinología existe como disciplina debido a dos hechos de carácter fortuito: en primer lugar, la gran resistencia de la pared polínica a la degradación química y microbiana; en segundo lugar, el hecho de que la dispersión de muchos tipos de granos de polen y esporas es atmosférica, o sea, de gran amplitud espacial. En cierto modo, este método de reconstrucción de paleoambientes se basa también en el fracaso adaptativo de una ingente cantidad de granos de polen que, lejos de alcanzar con éxito su meta biológica (órgano reproductor femenino de la especie en cuestión), se pierden en el mar o en la superficie continental y acaban por ser incorporados al contingente fósil de un estrato geológico.

La palinología parte de la asunción de que la relación cuantitativa del polen con la vegetación es lineal, es decir, que cuanto mayor es la presencia de un taxón determinado mayor será la concentración de su polen o esporas. El excedente depositado en diferentes sedimentos, es preservado y fosilizado bajo determinadas condiciones de anoxia, que prevengan la oxidación, y estabilidad del sedimento que eviten la erosión u otros procesos que retrabajen el depósito.

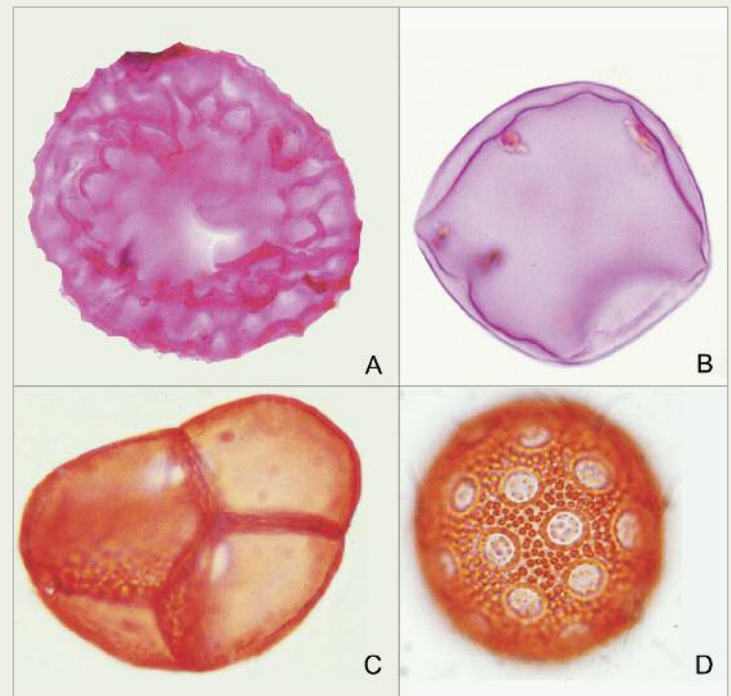


Granos de polen al microscopio electrónico de barrido. A: *Pinus*. B: *Asparagus*. C: *Daphne*. D: *Typha*

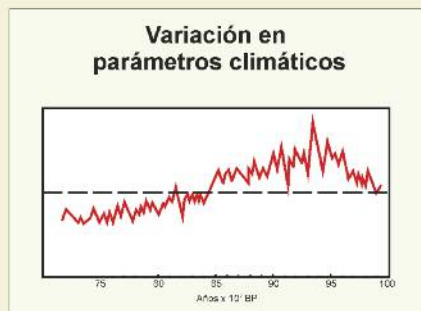
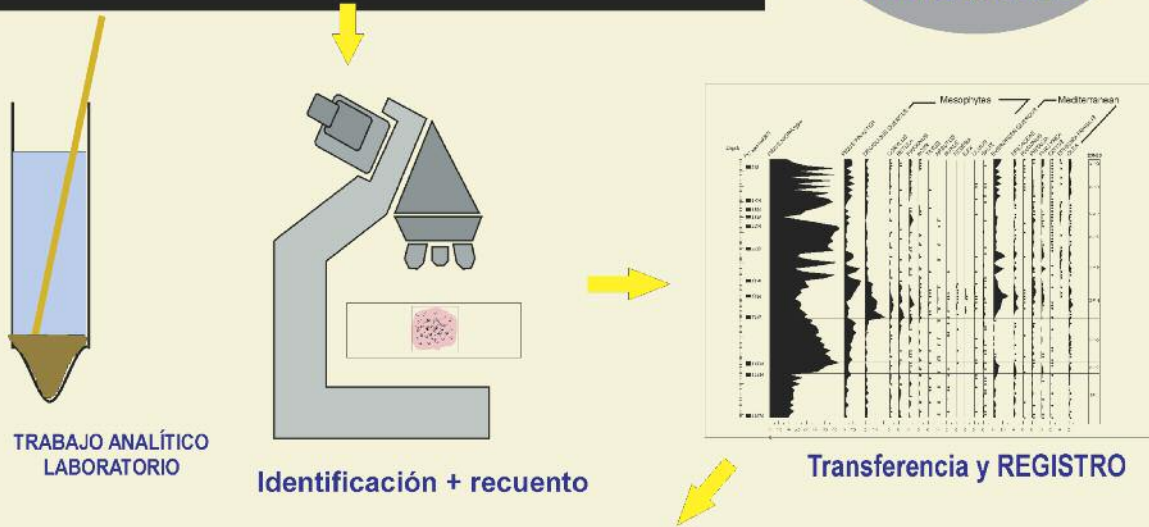
Los granos de polen y esporas, como otros microfósiles no polínicos, son muy resistentes a la degradación biológica debido a la alta resistencia de su capa exterior denominada exina o esporodermis. La composición de la exina no está aún completamente definida aunque se sabe que es una mezcla de ácidos grasos, fenilpropanoides, ácidos fenólicos y trazas de carotenoides. Esta pared exterior del grano de polen sufre el proceso de fosilización, mientras que el contenido celular del grano de polen, así como la celulosa que forma su pared interior, se degrada.

Además de una alta resistencia, la exina de los granos de polen y esporas presenta un valor taxonómico dado que cada especie los produce con diferentes características morfológicas en la exina. Estas formas y ornamentaciones diferentes, así como el tamaño de los granos de polen es lo que permite al analista la identificación de los distintos taxones en el microscopio óptico.

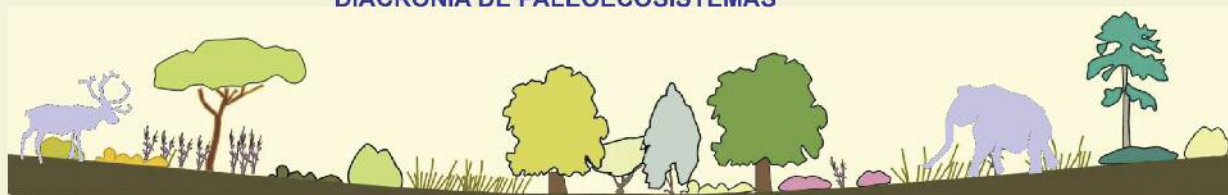
La rutina necesaria para extraer el conjunto de "palinomorfos" de un sedimento implica un tratamiento físico-químico en el laboratorio y un posterior análisis microscópico y estadístico. Se puede comprender que la identificación y recuento requieren de



Esporas y granos de polen fósiles al microscopio óptico. A: Espora de *Riccia*. B: Espora de *Zygnema*. C: Tétrada polínica de *Periploca*. D: Grano de polen de *Silene*



DIACRONÍA DE PALEOECOSISTEMAS



Bases metodológicas del análisis polínico para la reconstrucción de paleoambientes

una colección de referencia, especialización adecuada y buena dosis de paciencia. El hallazgo exitoso es, como ocurre en la mayoría de las ramas de la paleontología, resultado de una mezcla a partes iguales de experiencia, intuición y buena suerte.

El tipo de sedimento más recurrido es de carácter orgánico, la mayor parte de las veces recuperado por sondeo de percusión o hidráulico en un fondo lacustre o una turbera, a veces también en fondos oceánicos. Sin embargo, en ambientes sedimentarios áridos, los depósitos lacustres y turbosos brillan por su escasez, de manera que a menudo se recurre a estratos minerogénicos de cuevas y abrigos o al análisis polínico de paleosuelos, espeleotemas en sistemas kársticos o coprolitos (heces fosilizadas) de diversos animales.

Una vez extraídos los sedimentos son datados normalmente de manera absoluta, empleando elementos radioactivos (carbono, uranio-torio, plomo, cesio, etc.), o técnicas más modernas como la estimulación óptica (OSL), térmica (TL) o el uso de la incidencia de elementos cosmogénicos. A partir de aquí se puede establecer el cambio en la composición vegetal de un área determinada a lo largo del tiempo. Para ello se producen modelos de edad-profundidad que relacionan las fluctuaciones de cada parámetro con una edad particular y con las transformaciones previas y sucesivas en la secuencia.

Los resultados palinológicos en sentido estricto se suelen presentar en forma de diagrama polínico. Los diagramas suelen representar en el eje de ordenadas la profundidad alcanzada por el registro y/o el modelo de edad obtenido en donde además se detallan las muestras concretas que fueron datadas de forma absoluta. En el eje de abscisas inferior aparecen las proporciones obtenidas para cada taxón en cada muestra, mientras que en las abscisas superiores aparecen los nombres de los taxones o grupos de taxones encontrados. Existen otros tipos de representaciones diagramáticas, como los histogramas, donde la estructura gráfica es la misma pero las proporciones de cada muestra de polen analizada se representan en forma de barras. Esta aproximación gráfica es adecuada cuando los análisis no se pueden re-

alizar en registros continuos sino en secciones de un depósito que por diferentes causas no se pueden muestrear de manera continua.

El diagrama polínico, en la forma que sea, facilita la respuesta de las preguntas inicialmente planteadas por el analista. Por ejemplo se puede analizar la sucesión de taxones en la secuencia temporal y relacionarlos así con cambios en el clima o con otros indicadores de los que se disponga (cambios en la composición inorgánica de un sedimento, marcadores geológicos o sedimentológicos, etc.).

En otras ocasiones los registros permiten responder a preguntas relacionadas con el uso del paisaje por parte del hombre. Especialmente cuando aparecen indicadores claros como granos de polen de cereales, especies relacionadas con el pastoreo o la agricultura, o cuando existen cambios estructurales en la vegetación vinculados al uso del fuego. A lo largo de esta monografía se presentan numerosos casos de cómo se interpreta un diagrama polínico.

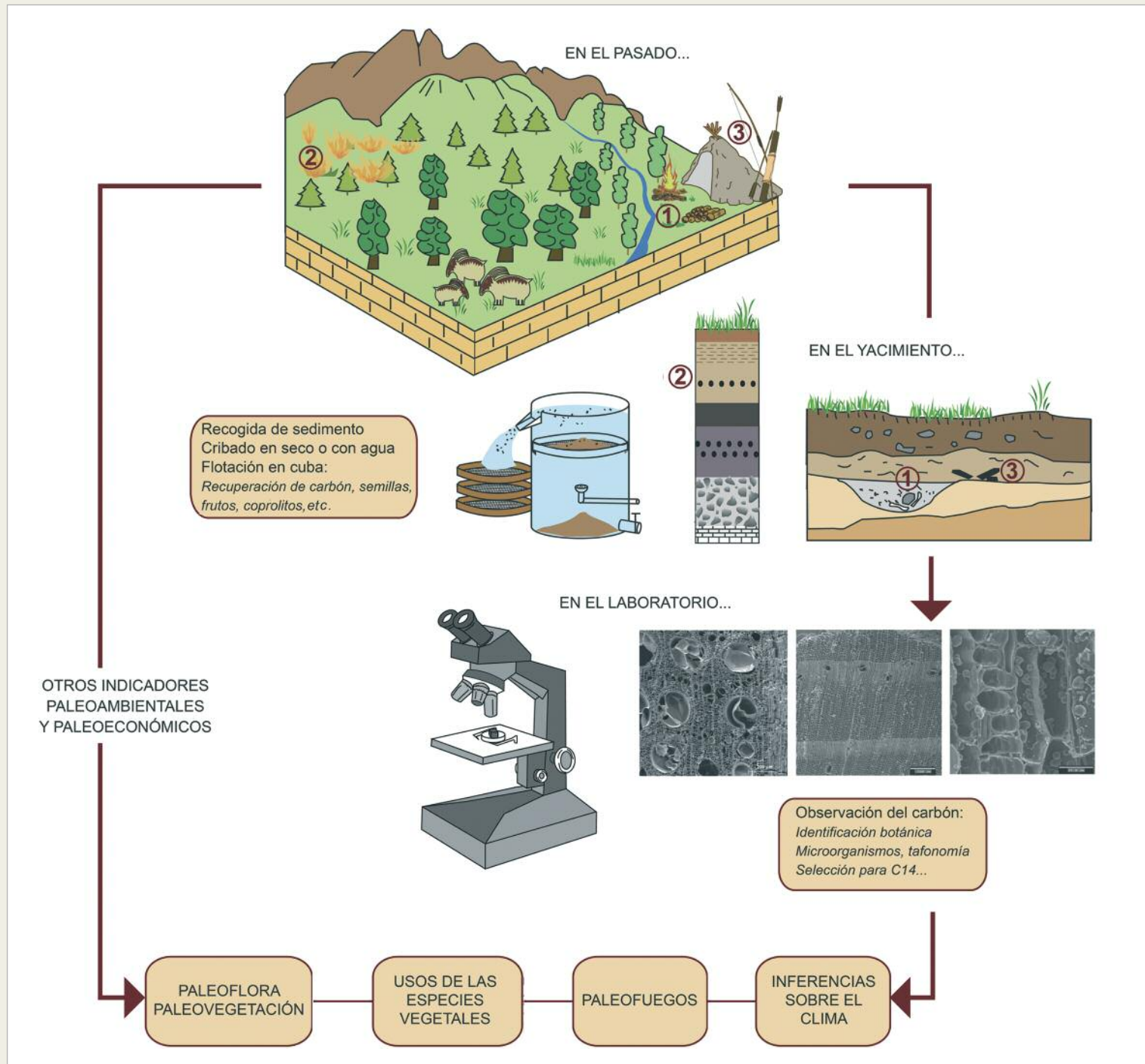
La identificación polínica no siempre puede alcanzar el nivel taxonómico de especie dado que las particularidades de la exina no son siempre distinguibles al microscopio óptico para alcanzar el máximo nivel taxonómico (como es el caso de los pinos) y a veces son difíciles incluso entre géneros (en el caso de las gramíneas). Por otra parte las especies cuya dispersión polínica depende sobre todo del viento, los así llamados anemófilos, producen una mayor cantidad de polen que, consecuentemente, alcanzará una mayor distancia y aparecerá de algún modo sobrerrepresentado en el sedimento. Sin embargo, los taxones zoófilos, cuya polinización depende de insectos, aves u otros animales, tienden a producir una muy pequeña cantidad de polen. Es por ello que su representación en los registros es escasa.

Aunque actualmente se trabaja para realizar correcciones cuantitativas para evitar el sesgo en los resultados, tradicionalmente el analista considera en su interpretación la productividad polínica de las especies de manera que un alto porcentaje de polen anemófilo tendrá menos relevancia que una presencia, aunque sea marginal, de un polen zoófilo.

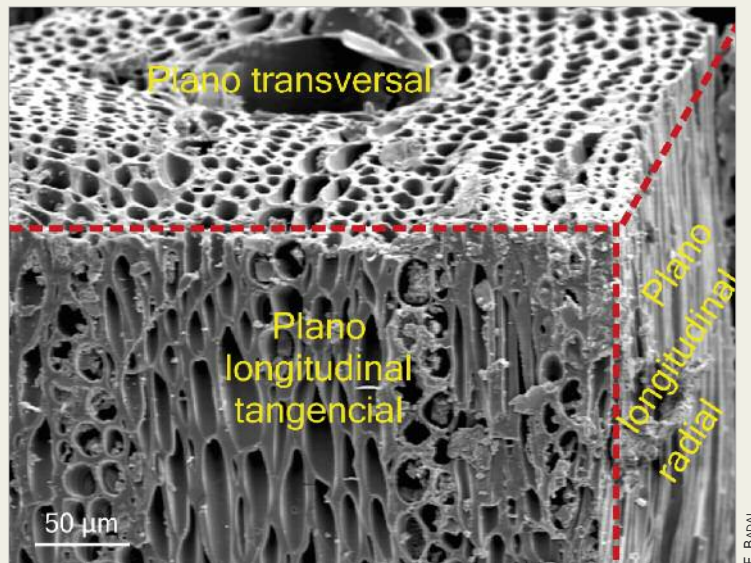
ANÁLISIS DE CARBONES Y MADERAS

La presencia de carbones en los yacimientos arqueológicos constituye la evidencia directa del uso de la madera por los grupos humanos en el pasado. Para las sociedades que utilizan la madera como principal fuente de combustible, el acarreo de leña desde el

entorno más próximo al lugar de hábitat se convierte en una tarea cotidiana y recurrente, que termina dejando restos de las formaciones vegetales leñosas que existían en el lugar en forma de carbones depositados en los sedimentos. De forma natural, los



Síntesis del método de muestreo, análisis e interpretación de los restos de carbón y madera



Madera de nogal (*Juglans regia*). Detalle de los tres planos anatómicos (Badal 2006)

incendios forestales, con sus ciclos más o menos largos, también dejan residuos que se acumulan en medios sedimentarios y que son reflejo de la vegetación preexistente al fuego y que se ha quemado con el incendio.

El estudio de la madera y el carbón tiene como objetivo reconstruir la vegetación en un momento del pasado, su evolución a lo largo del tiempo y la ocurrencia de fuegos, así como conocer los usos y gestión de los vegetales por parte de los humanos. Para alcanzar estos objetivos, es necesario aplicar una metodología precisa para la recuperación y análisis de los restos.

En primer lugar, siempre hay que conocer la procedencia del carbón y a qué contexto arqueológico o natural se asocia, ya que esto es fundamental para su interpretación. En contextos arqueológicos y dependiendo de a qué fin ha sido destinada la madera (combustible, construcción, forraje para el ganado, etc.), ésta puede quedar sedimentada de forma diferente. Como consecuencia, el carbón se puede encontrar disperso por los sedimentos, concentrado en niveles de incendio del hábitat o asociado a estructuras arqueológicas; mientras que los carbones procedentes de incendios forestales siempre se hallan en depósitos naturales sin evidencias humanas asociadas.

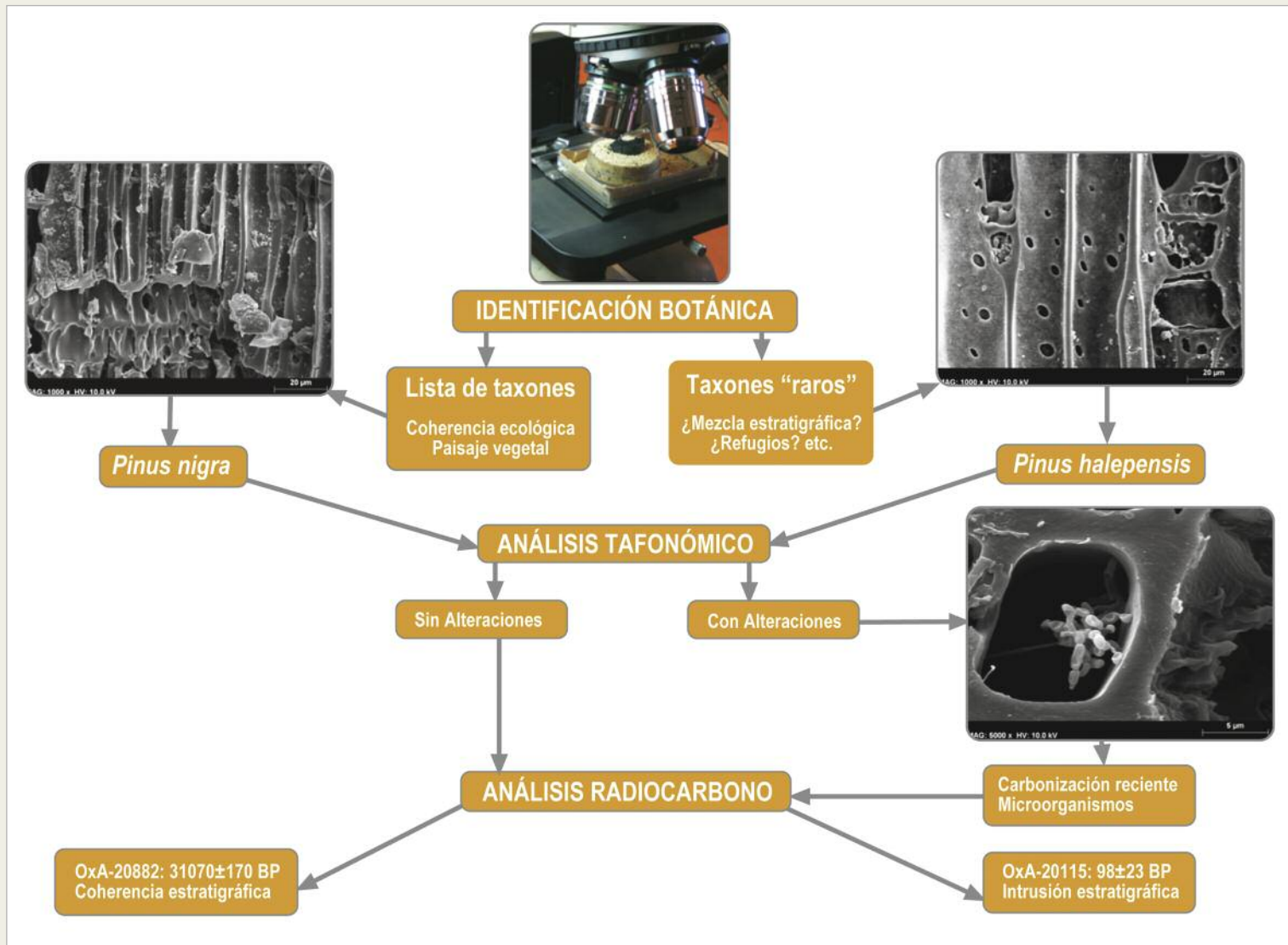
En los yacimientos arqueológicos, el carbón disperso por los sedimentos es, normalmente, el resultado del vaciado y limpieza de diversos hogares. La interpretación ecológica de este carbón parte del principio de que la recogida de leña no es selectiva sino oportunista, es decir, que está en función de su disponibilidad y abundancia en el medio; por lo tanto, estas recogidas aleatorias suponen un muestreo involuntario de las formaciones vegetales

existentes en el entorno del lugar de hábitat. Si se cumple este principio y el carbón es además producto de una actividad con duración temporal suficiente, los resultados pueden ser interpretados en términos de vegetación, es decir, reflejan la flora local y su abundancia relativa (Chabal 1997). Por el contrario, el carbón asociado a estructuras es el resultado de una acción más concreta y puntual en el tiempo. En el caso de los hogares, por ejemplo, éstos contienen los restos carbonizados de la madera aportada en la última recogida de leña. Estos datos pueden complementar los de los resultados obtenidos a partir de los carbones dispersos, pero nunca deben ser cuantificados o interpretados en términos de vegetación (Badal 1992). Del mismo modo, las especies para la construcción o la elaboración de útiles se seleccionan en base a las cualidades físicas y mecánicas de su madera, y éstas pueden transportarse desde grandes distancias si la flora local no cubre las necesidades.

El método más efectivo para la recuperación del carbón y de otros restos bióticos es la toma sistemática de muestras de sedimento durante el proceso de excavación, adaptándose a su sistema de cuadrículas, capas artificiales, unidades estratigráficas, etc. Las muestras se pueden tamizar en seco o con agua, aunque el sistema más rápido y eficaz es la flotación en cuba, que facilita el procesado de grandes volúmenes de sedimento, la recuperación de un amplio abanico de restos orgánicos (semillas, carbón, ictiofauna, avifauna, malacofauna, etc.) y su posterior selección.

Una vez separado y seco, cada fragmento de carbón constituye una unidad de recuento y análisis. La identificación botánica del carbón se basa en la estructura anatómica de la madera. La madera de las plantas superiores se puede identificar hasta el rango específico analizando los tejidos vegetales en los tres planos anatómicos: transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial. El rango de identificación puede ser desde el grupo hasta la especie, dependiendo de las propias características anatómicas de la madera, del estado de conservación y del tamaño de los restos. Se pueden identificar desde fragmentos de 1 mm hasta grandes troncos, a condición de que conserven los elementos genuinos. Como ayuda a la identificación se dispone de colecciones de referencia y de bibliografía especializada en anatomía vegetal.

El carbón se analiza a través de un microscopio óptico de reflexión para cuerpos opacos, con objetivos que van desde 50 a 1.000 aumentos. Cada fragmento de carbón se fractura manualmente en busca de los tres planos anatómicos de la madera, de modo que no precisa de ningún tratamiento químico, lo que permite su posterior uso para datación por radiocarbono (Vernet *et al.* 1979). Cuando la profundidad de campo o la magnificación requeridas son mayores, se utiliza el microscopio electrónico de barrido, pero en este caso, el carbón pasa por un pretratamiento de metalizado que lo invalida para el radiocarbono.



Secuencia de análisis del carbón arqueológico para obtener toda su información antes de su completa destrucción en el proceso de datación. Materiales de cueva Antón (Mula, Murcia). Dataciones publicadas en Zilhão *et al.* (2010)

Los resultados se cuantifican para obtener las frecuencias absolutas y relativas de cada taxón y se representan en un diagrama antracológico, que permite una lectura sincrónica y diacrónica de la vegetación, es decir, reconstruir el conjunto de especies leñosas existentes en un momento del pasado y los posibles cambios en la vegetación a lo largo de la secuencia.

Los objetivos finales del análisis del carbón y la madera son en parte convergentes con los de otras disciplinas paleobotánicas, como la palinología o la carpología entre otras, ya que todas comparten un interés por las transformaciones del paisaje y su relación con la actividad antrópica. A partir de estos datos se pueden, además, realizar inferencias sobre el clima, ya que las especies tienen unos requerimientos de temperatura y precipitaciones más o menos concretos, de modo que su presencia en un lugar permite deducir ciertas condiciones climáticas imperantes

en un momento del pasado, dentro del intervalo de tolerancia de las especies.

Carbón y radiocarbón

Los restos orgánicos hallados en contextos arqueológicos son patrimonio cultural y biológico, por tanto, tienen un doble interés, tanto para la historia humana en su relación con el entorno, como para la historia natural al reconstruir la trayectoria de las especies y de la biodiversidad. En este sentido, cabe hacer un llamamiento a la recuperación sistemática de los restos orgánicos (vegetales y animales) en todas las intervenciones arqueológicas desde los yacimientos paleolíticos hasta los más recientes porque, gracias a ellos, podremos conocer la historia de las especies. Hoy y siempre sigue vigente la célebre frase de A. Leroi-Gourham "el yacimiento arqueológico es un libro que a medida que se lee se destruye" y esos humildes restos, poco llamativos pero cargados de información, me-

recen un tratamiento similar a las piezas más espectaculares del patrimonio cultural.

El carbón es un material arqueológico que entraña múltiples informaciones: taxonómica, ecológica, etnográfica, tafonómica, cronológica, etc. Pero para obtener alguna de esas informaciones, el método de análisis empleado es destructivo y, por tanto, su secuencia de análisis debe ser concertada entre los especialistas, de modo que no se destruya ningún tipo de información. La coordinación de los distintos especialistas implicados en un mismo material, en este caso el carbón, es de capital importancia para obtener la máxima información antes de la pérdida total del material.

Desde los años sesenta, la arqueología y la paleoecología se apoyan en las fechas radiocarbono para situar en la escala temporal los conjuntos arqueológicos, los cambios climáticos, la aparición o desaparición de ciertas especies vegetales, la primera agricultura, el arte, etc. Con frecuencia, se eligen fragmentos de carbón para ser datados por radiocarbono pero sin una identificación botánica previa. Por inferencia, la fecha obtenida en ese carbón se traslada al contexto arqueológico donde se halló, pero no se debe olvidar que la única fecha real y directa es la del fragmento de carbón que se data y que puede ser sincrónico o no del contexto donde se encontró, como han demostrado diversos estudios al respecto (Bernabeu *et al.* 1999a, 1999b, Zilhão *et al.* 2010).

Para evitar la pérdida de información, detectar el posible riesgo de contaminación postdeposicional y, en consecuencia, obtener mejores resultados de las fechas radiocarbono, la secuencia de análisis del carbón debe ser la siguiente.

Primero se realiza la identificación botánica del carbón de un determinado nivel arqueológico. En el proceso estándar, el carbón no recibe ningún tratamiento químico, por tanto, sobre ese mismo material se pueden obtener *a posteriori* dataciones radiocarbono por AMS, sin destruir la información botánica. La identificación de todos los fragmentos de carbón de un nivel arqueológico nos da una lista de flora de la cual se seleccionará el género o especie que se quiere datar.

Segundo se realizará un estudio tafonómico a dos escalas. La identificación de los carbones de un nivel ofrece una lista de flora que debe ser, en su conjunto, coherente desde el punto de vista ecológico. Cuando en este conjunto hay alguna especie claramente discordante con la ecología de los taxones identificados se plantean dos opciones: o bien se trata de una mezcla de materiales por problemas estratigráficos o bien puede ser un signo paleoecológico. En todo caso, la datación por AMS de la especie "rara" dentro del conjunto ayuda a precisar las alteraciones estratigráficas o los cambios climáticos, refugios de especies, tráfico de plantas, etc. Por otro lado, el conjunto de taxones coherentes nos ayudan a precisar los

hábitats y, por extensión, establecen el marco ambiental de las culturas a las que se asocian. Las mezclas de materiales debido a diferentes agentes se reconocen fácilmente cuando se trata, por ejemplo, de mezclas de cultura material del Paleolítico con la del Neolítico. Sin embargo, esa mezcla, *a priori*, no se ve con el carbón porque siempre es negro pero, si lo identificamos, se puede detectar que también hay especies que fueron quemadas en el Paleolítico y otras en el Neolítico.

En el mismo fragmento de carbón que se quiera datar se observarán las posibles alteraciones debidas a la propia combustión, pero, además, las postdeposicionales como puede ser la presencia de microorganismos (bacterias, hifas, etc.) que actúan sobre la reducción y descomposición de la materia orgánica en los yacimientos o incluso en los depósitos de patrimonio (laboratorios, museos, etc.)

Tercero se selecciona un fragmento del género o especie vegetal que se quiera datar por radiocarbono. Con este método se destruye definitivamente el carbón pero, previamente, hemos obtenido toda la información posible. Es decir, siempre se debe datar un carbón identificado botánicamente.

Para seleccionar el género o la especie a datar se utilizan criterios de varios tipos: (a) Se elige la especie con mayor precisión ecológica, es decir, los mejores bioindicadores de temperatura y humedad de un territorio o periodo determinado. Así podemos conocer la historia de las especies con una escala temporal precisa y por inferencia reconstruir las condiciones medioambientales de los territorios. Esto también nos permite trazar áreas de distribución de las especies con gran resolución cronológica y espacial (Badal 2006). (b) Se elige la especie "rara" dentro de un conjunto de flora dada para comprobar si su presencia es producto de una alteración estratigráfica o es justamente el principio de la expansión de una especie, una zona refugio, etc. (Zilhão *et al.* 2010). (c) Se eligen especies de vida corta para mayor precisión cronológica (Bernabeu *et al.* 1999a,b); incluso para datación de contextos neolíticos se tiende a seleccionar exclusivamente elementos domésticos. (d) Se elige datar el anillo central de un tronco o el más externo para conocer el periodo exacto de vida de un árbol.

La datación de carbón de ciertas especies puede ayudar a demostrar o refutar hipótesis y problemas metodológicos. En definitiva, se deben datar géneros o especies vegetales, nunca carbones sin identificar, y esta identificación se debe publicar junto a los resultados de radiocarbono. Con la datación de un género o especie vegetal se puede seguir su historia, refutar o avalar hipótesis sobre refugios en el último ciclo glacial y se pueden observar mejor las alteraciones estratigráficas o la mezcla de materiales diacrónicos.

MACRORRESTOS VEGETALES

Por lo general, cuando una planta se encuentra en estado fósil aparece desarticulada. No es habitual hallar ejemplares completos. Únicamente se conocen unos pocos casos aislados en depósitos producidos por explosiones volcánicas repentinas o grandes inundaciones. Además, las plantas suelen producir de forma abundante tanto estructuras para su reproducción (frutos y semillas) como elementos vegetativos que mudan periódicamente debido a la estacionalidad climática o a su crecimiento (hojas y tallos). Todos estos restos fosilizarán de forma aislada y, en muchas ocasiones, en zonas muy alejadas de la planta productora. Por otra parte, hay que tener en cuenta el tipo de fosilización: si se produce rápidamente y en sedimentos apropiados, se podrán conservar elementos tan delicados como las flores.

El estudio de los restos macroscópicos vegetales comienza en los yacimientos. En principio hay que localizarlos y realizar estudios geológicos que incluyan reconocimientos de los tipos de roca en donde se encuentran los fósiles. Dependiendo de esto, deberemos orientar el trabajo de campo desde diferentes puntos de vista. Así, es muy distinta la forma de extracción de troncos de sedimentos detríticos, de semillas de margas consolidadas o de hojas de tobas calizas o ritmitas laminadas. En los primeros casos se deben utilizar martillos de geólogo y cinceles. En el último, además de las herramientas citadas, se suelen usar navajas y abreos-tras. Durante la recogida de muestras hay que tener siempre presente la situación de los fósiles en la columna estratigráfica del afloramiento.

En algunas ocasiones, tras la recogida de los diferentes restos vegetales hay que realizar una consolidación de éstos en el mismo yacimiento para que no se destruyan durante su traslado al laboratorio. Esto se realiza con distintos reactivos químicos dependiendo del tipo de restos. En algunos casos, se puede utilizar una mezcla de cola y ácido acético aplicable con un pincel. Ésta forma una lámina protectora sobre el fósil que después se puede retirar con facilidad.

En muchos casos hay que evitar que el ejemplar pierda humedad al hallarse en contacto con el exterior. Si la pierde de forma repentina, la roca en donde se encuentra puede llegar a fragmentarse en pedazos y transformar al fósil en un puzzle irrecuperable. Esto se puede solventar envolviendo la pieza en papel y empaquetándola posteriormente en bolsas de plástico.

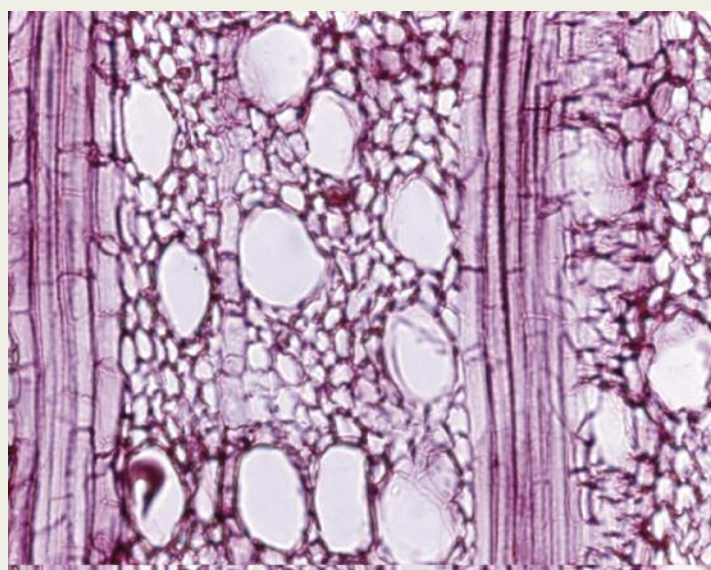
Al llegar al laboratorio, las muestras tendrán que consolidarse según su naturaleza y siglarse. Posteriormente, a todas ellas se les deberá aplicar un conjunto de técnicas de preparación para poder

ser estudiadas. En este cuadro nos vamos a centrar en los macrorestos vegetales que aparecen con relativa frecuencia en los afloramientos pliocenos y cuaternarios de la Península Ibérica: maderas, hojas, frutos y semillas.

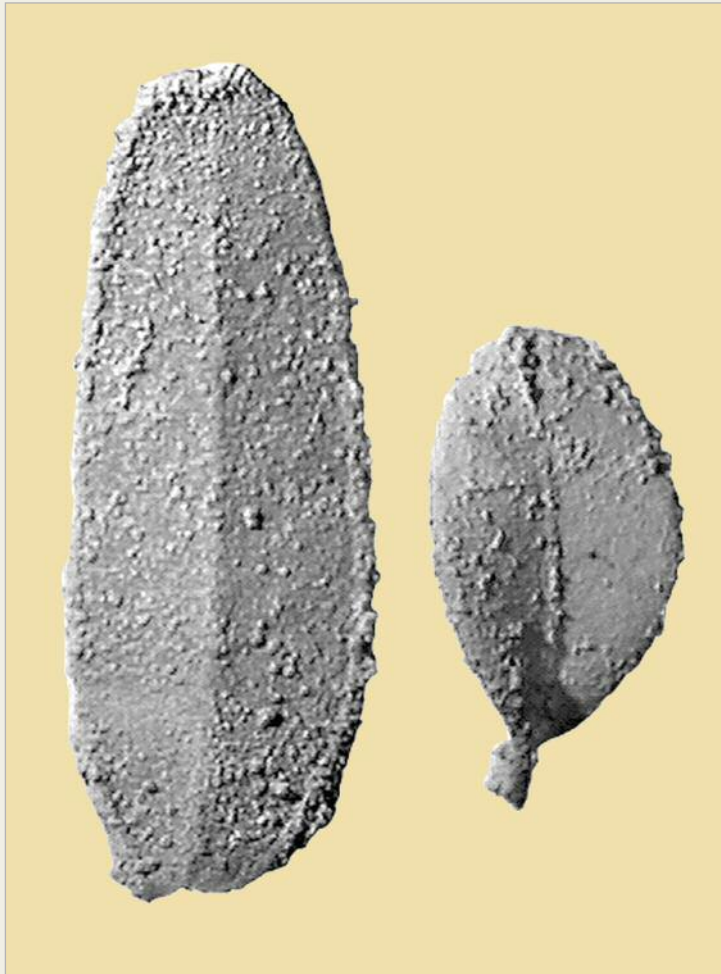
Maderas

Las maderas se encuentran preservadas de distinta forma. Por lo general, las podemos hallar poco alteradas, carbonificadas, es decir, transformadas en carbón, o permineralizadas. En este último caso, es corriente que se encuentren silicificadas. Esto quiere decir que durante el proceso de fosilización se produjo una sustitución de los átomos de carbono de los tejidos de la madera por átomos de silicio. A pesar de esto, a no ser que sufran procesos de compresión o haya metamorfismo, se suelen conservar los distintos tejidos así como la organización anatómica de estos. Tras una preparación en el laboratorio estos ejemplares se estudian con la ayuda de lupas binoculares y microscopios ópticos.

En primer lugar hay que realizar un análisis de las maderas con la ayuda de una lupa binocular con el objeto de observar caracteres anatómicos como porosidad y tipo de radios. También este primer estudio permite detectar procesos y alteraciones tafonómicas que nos darán pistas acerca del ambiente de fosilización del ejemplar. Posteriormente, habrá que realizar cortes muy finos que nos permitan estudiarlas con un microscopio óptico. Estos cortes que posteriormente se montan sobre un portaobjetos en el caso de las maderas silicificadas se denominan "láminas delgadas".



Corte transversal de madera de *Acer cf. pseudoplatanus* del afloramiento pleistoceno de Cal Guardiola (Barcelona), x200



Impresiones de hojas de *Buxus sempervirens* del Pleistoceno del río Mata-raña (Beceite, Teruel)

E. PENALVER

Para la confección de estas láminas primero hay que cortar un conjunto de prismas del resto de madera. Estos deberán tener un tamaño pequeño (1x1x2 cm) y, dependiendo del tipo de fósil, se realizarán con sierras preparadas para cortar maderas o de diamante, en el caso de maderas silicificadas. Dependiendo del tipo de fosilización, estos prismas se incluirán en una resina o no, y se cortarán con un microtomo o una sierra especial para lámina delgada. En el segundo caso, tras el corte se procede a un pulido con distintos abrasivos como el carborundo.

Siempre que se pueda, se realizarán tres cortes: uno transversal, perpendicular al eje de crecimiento de la madera; otro radial, perpendicular al anterior y paralelo a uno de los radios; y uno tangencial, perpendicular a un radio. El espesor de las láminas para la correcta visualización de todas las estructuras ha de ser extremadamente fino (15-20 micras). Medidas superiores dificultan en grado sumo el estudio. Los cortes de ejemplares poco alterados o carbonificados se suelen teñir con safranina y posteriormente montar en un portaobjetos.

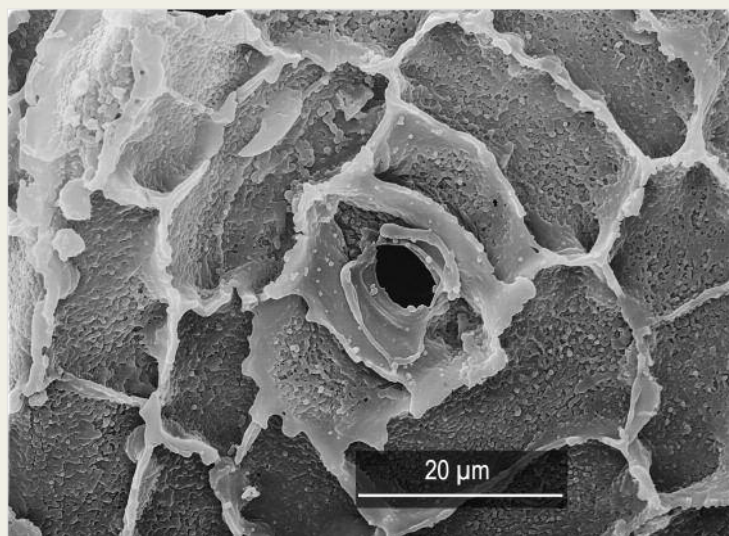
Hojas

Los restos foliares se suelen hallar conservados en forma de compresión o de impresión. Una compresión se forma cuando el material vegetal original ha sido comprimido hasta quedar reducido a una capa de carbón. Un caso particular de compresión es la que conserva restos cuticulares. La cutícula de los vegetales presenta una composición química compleja que la hace resistente a la degradación y que muestra la impresión de las células vegetales que se encontraban en contacto con ella. Cuando la película de carbón ha desaparecido quedando impreso en los sedimentos una réplica de lo que fue el resto vegetal, a ésta se le denomina impresión. Es muy común encontrar impresiones en tobas calcáreas.

Los caracteres morfológicos que se consideran en el estudio de las hojas han sido descritos por muchos autores. Por lo general se tiene en cuenta el tipo de hoja (simple o compuesta), su morfología (acicular, acintada, oval, elíptica, obovada, oblonga, orbicular o palmada), sus zonas apicales y basales (agudas, obtusas, cordadas o decurrentes), el margen foliar (liso, crenulado, aserrado, lobulado, espinulado, etc.) y el tipo de nervadura (pinnada, palmada, paralelinervia, flabelada, acródroma o campilódroma). Asimismo también se considera la presencia de pecíolo y si tienen alguna característica especial como la existencia de glándulas. Los aspectos difíciles de abordar a simple vista deben resolverse con la ayuda de una lupa binocular y, si es necesario, con dibujos de cámara clara o fotografías de detalle.

Más concretamente, en el caso de las hojas de dicotiledóneas es importante conocer cómo se desarrolla la nervadura, considerando todas sus características, hasta las de los nervios más subordinados, los de menor rango. También es importante el tipo de margen porque nos provee de información de tipo paleoecológico, ya que las plantas de hojas enteras suelen ser mayoritarias en climas cálidos, mientras que las de hojas aserradas dominan en ambientes templados y fríos.

El estudio de las cutículas de las compresiones foliares es muy interesante porque en muchos casos nos da información de las epidermis foliares. Así, podemos llegar a conocer si las hojas eran anfi o hipoestomáticas, el tipo estomático, la concentración de estomas por área determinada, la morfología de tricomas y glándulas, y el desarrollo de las células epidérmicas. Esto es muy importante desde el punto de vista taxonómico, ya que las diferentes especies de plantas suelen tener patrones epidérmicos propios, e incluso paleoecológico, porque la concentración de estomas se encuentra relacionada con la disponibilidad de CO₂ atmosférico. Para la preparación de las cutículas se toman unos pequeños fragmentos de los ejemplares y se hacen reaccionar con clorato potásico y ácido nítrico con el fin de eliminar la materia orgánica carbonificada. Después se aclaran con amoníaco, se limpian con agua destilada y se montan en un portaobjetos con glicerogelatina.



E. PENALVER

Aspecto al MEB de una cutícula de una laurácea fósil del Neógeno de Cataluña. Se observa un estoma con sus células guarda rodeado de células acompañantes

La clasificación de las hojas fósiles del Neógeno y Cuaternario es difícil ya que no existen textos con claves dicotómicas que permitan su rápida identificación. Para ello usualmente se recurre a trabajos monográficos y pliegos de herbario.

Frutos y semillas

La presencia de frutos y semillas es algo común en muchos yacimientos peninsulares, sobre todo en lugares ligados a la presencia humana. Para su obtención siempre se deben utilizar columnas de tamices de distinta luz de malla. Hay que tener en cuenta que algunas semillas son muy pequeñas, por lo que hay que centrar el estudio en los aspectos que consideremos más importantes. Por ejemplo, una cosa es realizar un estudio carpológico con el fin de conocer cuáles fueron los vegetales de los que se alimentó una población humana y otra, intentar hacer una reconstrucción de la vegetación. En el primer caso, las semillas que utiliza el hombre para su alimentación tienen un tamaño de varios milímetros mientras que, en el segundo hay plantas como las amapolas o las orquídeas cuyas semillas tienen unas pocas micras. Esta es la razón por la que se tienen que usar distintos tipos de tamices que van desde los que tienen 2 mm de luz malla hasta los de varias micras.

En muchos casos para obtener los restos carpológicos hay que manipular los sedimentos en donde se encuentran. Algunas veces basta sólo con sumergirlos en agua y posteriormente tamizar los elementos flotados. Sin embargo, si los sedimentos son compactos



Cápsula partida de *Buxus sempervirens* que muestra las semillas conservadas en su interior, Pleistoceno del río Matarraña (Beceite, Teruel)

hay que utilizar reactivos químicos para poder acceder a los fósiles. En algunas ocasiones se utilizan distintas concentraciones de ácidos, siendo el más corriente el acético. Posteriormente, se decantan los materiales resultantes, se lavan con agua destilada, se secan y se tamizan.

De las fracciones resultantes, debido a su pequeño tamaño, muchos frutos y semillas se tienen que separar con ayuda de una lupa binocular. En este proceso que se conoce como "triado", el investigador se suele valer de distintas herramientas como pinzas, pinceles y toda una gama de recipientes. En algunos casos las semillas, sobre todo las más diminutas, se montan en portaobjetos excavados sobre distintos tipos de plastilina. Otras veces, se hace necesario realizar un estudio de la estructura de los frutos y semillas por lo que hay que incluirlos en resinas sintéticas, cortarlos con microtomo y realizar preparaciones transparentes seriadas como si se tratara de la muestra anatómica de un animal.

IDENTIFICACIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS

Los estudios de semillas y frutos constituyen una de las partes menos conocidas de la arqueobotánica. A pesar de ello, la carpología es un instrumento fundamental para explorar las relaciones entre los grupos humanos y su entorno natural. A diferencia de la palinología, centrada en la reconstrucción de la vegetación del pasado, la carpología pone un mayor énfasis en el estudio del aprovechamiento de los recursos vegetales por parte de las comunidades humanas del pasado. Así pues, cuestiones relacionadas con el papel de los recursos vegetales en la dieta humana, con los procesos de transición hacia economías productoras así como con los diferentes y variados aspectos vinculados a la reconstrucción de las prácticas agrarias y a la producción de alimento han sido, y todavía constituyen, los principales puntos de interés de esta disciplina. Sin embargo, en los últimos años, el desarrollo de este tipo de estudios ha permitido empezar a indagar en cuestiones de índole cultural y social que han dotado a la arqueobotánica de una nueva dimensión ausente en los estudios anteriores.

¿Qué estudia la carpología?

La carpología se encarga del estudio de semillas y frutos tanto de plantas cultivadas (cereales, leguminosas, oleaginosas, textiles, frutales, etc.) como de silvestres (de cualquier comunidad vegetal). Además, analiza otro tipo de restos de tamaño macroscópico como son los elementos que componen la espiga de los cereales (raquis, glumas, espiguillas, aristas), los fragmentos de la paja (nudos) así como los restos de tubérculos y otros órganos de almacenamiento.

Por último, existe una amplia gama de restos vegetales que, aunque menos comunes en las muestras arqueobotánicas, pueden

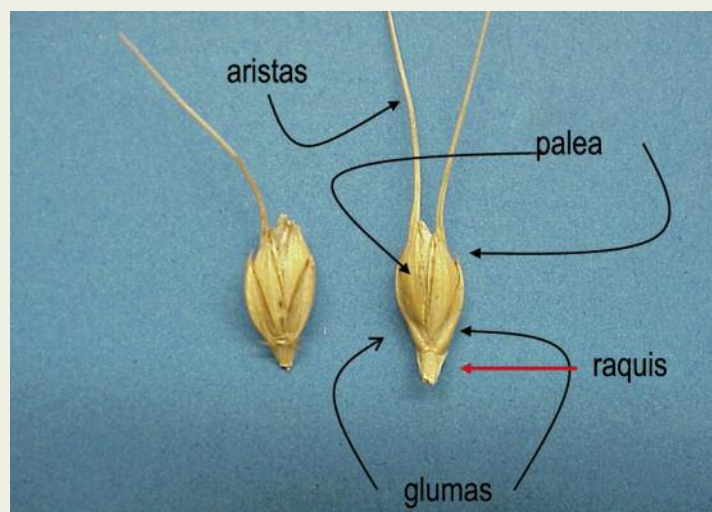


Imagen de una espiguilla de cereal con los diferentes elementos que la componen susceptibles de conservarse en el registro arqueológico

aparecer de forma puntual y, por lo tanto, convertirse en objeto de estudio del especialista en carpología. Se trata de restos vegetales incorporados a coprolitos y contenidos intestinales, matrices vegetales de origen vario, fragmentos de objetos elaborados con material vegetal como las fibras, etc.

La conservación de los restos carpológicos

El modo de conservación que se registre en un yacimiento arqueológico determina en gran medida el tipo de restos recuperables. Como todo resto orgánico, los frutos y semillas tienden a descomponerse con el paso del tiempo de manera que, salvo en condiciones excepcionales, estos no se conservan.

La forma más habitual de conservación es la carbonización, bien sea de forma intencional (durante el procesado de los alimentos) o de forma accidental (durante la preparación de alimentos, incendios). En estos casos, una gran parte del material tiende a desintegrarse por las altas temperaturas, pero una parte se carboniza preservando su morfología y, por lo tanto, puede ser identificado. Existen, además, otras formas de conservación menos frecuentes como es la que se produce en medios inundados en los que las condiciones anóxicas inhiben el ataque de bacterias y hongos y, por lo tanto, los restos orgánicos se conservan; o la mineralización en la que se produce la sustitución de partes de la planta por cubiertas minerales que conservan la morfología original de los restos y, por tanto, son identificables. La conservación por congelación y por desecación también permite la preservación del material orgánico a través del tiempo.

¿Cómo se recuperan las semillas y los frutos del sedimento arqueológico?

Dependiendo del modo de conservación, los restos vegetales se extraen del sedimento arqueológico siguiendo diferentes metodologías (Buxó & Piqué 2003). En cualquier caso, la recuperación de los restos vegetales exige el desarrollo de una estrategia de muestreo sistemático que debe ser planificada con anterioridad al desarrollo del trabajo de campo y que depende de las características del yacimiento.



Guisante (*Pisum sativum*) carbonizado procedente de la Cueva de Los Murciélagos (Córdoba)



Prunus persica (melocotón) conservado por inundación, Irún (Guipúzcoa)

V. MORELLI

Para procesar grandes volúmenes de tierra, y cuando el material se conserva carbonizado, la técnica más eficaz es la flotación, que permite la separación del material carbonizado del sedimento utilizando agua. Las máquinas de flotación, de uso cada vez más frecuente, consisten en bidones a los que se les realizan algunas modificaciones (una entrada y una salida de agua, así como una lengüeta en la parte superior por la que sale la fracción flotante). En la parte superior del bidón se coloca una malla de 1 mm de luz sobre la que se deposita la muestra de sedimento, mientras que el material carbonizado flotante se recoge en un tamiz de 250 micras.

Existen, además, sistemas de cribado con agua para el material conservado por inundación y torres de tamices para el cribado en seco cuando los materiales se han conservado por mineralización o desecación.

Una vez en el laboratorio, se procede a la identificación de los restos utilizando colecciones de referencia. El grado de conservación determina la identificación de los mismos, de manera que, en muchas ocasiones, cuando la conservación no es la adecuada, sólo es posible identificar familias o géneros y por lo tanto, se limita enormemente el trabajo interpretativo. Los resultados se presentan en forma de tablas en los que se recoge el número de restos y la frecuencia de aparición de las diferentes especies identificadas.

¿Cómo se interpretan los restos carpológicos?

Las semillas y los frutos recuperados en contextos arqueológicos son, mayoritariamente, el resultado de actividades humanas relacionadas con todos los ámbitos de la vida cotidiana (obtención y preparación de alimento, fabricación de utensilios y artesanías, utilización de combustibles, alimento animal, procesado y manipulación de las cosechas, etc.) y, por lo tanto, uno de los objetivos de la interpretación carpológica es la reconstrucción de las actividades que generaron esos restos. En esta línea, la utilización de modelos basados en las observaciones etnográficas



Máquina de flotación

L. PEÑA-CHOCARRO

y en el conocimiento etnobotánico son de máxima utilidad (Hillman 1981, 1984, Harvey & Fuller 2005).

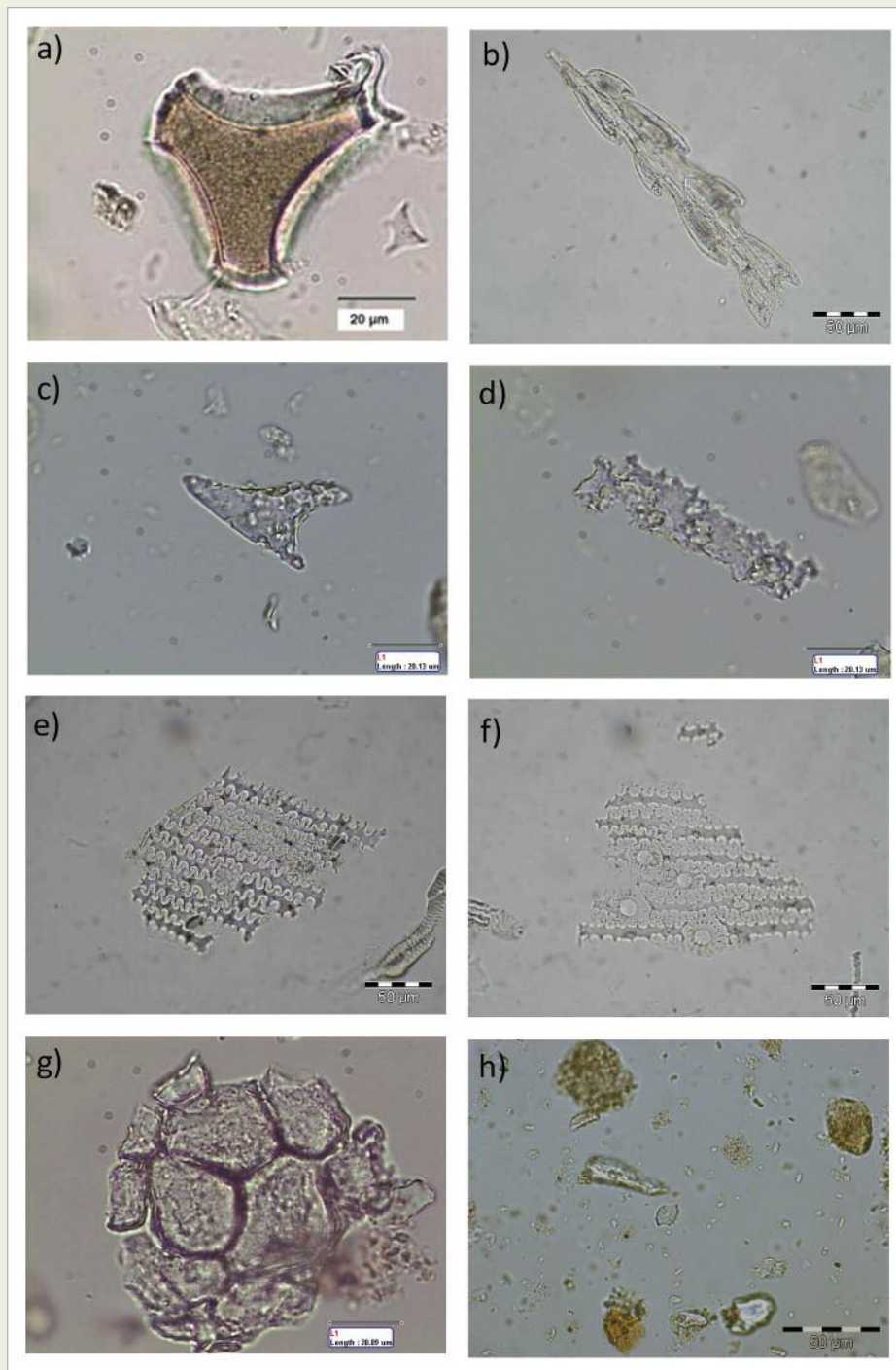
Superadas las limitaciones impuestas por la identificación de los restos debidas a la conservación, los restos carpológicos permiten realizar estudios sobre la utilización de los recursos vegetales por parte de las comunidades del pasado, observar la evolución de especies a través del tiempo identificando tendencias y patrones regionales o determinar la aparición de nuevas especies en determinados periodos. En el campo más específico de las prácticas agrarias, los estudios carpológicos son una buena herramienta para profundizar en aspectos relacionados con la gestión de las cosechas y su procesado, así como para identificar actividades concretas de la secuencia de transformación de los cereales en alimento. Esto permite a su vez profundizar en multitud de aspectos de la explotación de los recursos vegetales (obtención, procesado, preparación de alimento, etc.) obteniendo información sobre las complejas relaciones de los grupos humanos con su entorno.

Recientemente, la carpolología, como muchas otras ramas de la arqueobiología, se ha visto beneficiada por una estrecha colaboración con otras disciplinas como la genética o la química que han hecho posible un avance considerable de este tipo de estudios.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE FITOLITOS

Entre los microfósiles utilizados para realizar reconstrucciones paleoecológicas, además de los granos de polen y esporas, se encuentran los fitolitos. Estos microrrestos contienen un enorme potencial ya que, además de su valor para obtener información pa-

leoecológica, pueden ayudar también a responder cuestiones arqueológicas relacionadas con el uso y explotación de los recursos vegetales, así como mejorar nuestra comprensión sobre los procesos de formación de suelos arqueológicos. La formación de fi-



Microfotografías de fitolitos. Imágenes tomadas a microscopio óptico. a) Célula buliforme de hoja de la familia de las gramíneas, colección de referencia de África Oriental; b) grupo de células tricomas de las hojas de la familia de las gramíneas, colección de referencia de África Oriental, c) tricoma individual de hoja de la familia de las gramíneas con signos de alteración química; d) Paralelepípedo alargado de monocotiledónea en avanzado estado de disolución; e) estructura multicelular de inflorescencia de *Triticum dicoccum*, colección de referencia del Levante Mediterráneo; f) estructura multicelular de inflorescencia de *Triticum aestivum* con las células largas y papillae, colección de referencia del Levante Mediterráneo; g) estructura multicelular del tejido epidérmico de hojas dicotiledóneas recuperado de estructura de combustión de Mossel Bay, Sudáfrica; h) célula corta del tipo cloridoide producida en la familia de las gramíneas y de gran utilidad para inferir condiciones climáticas

tolitos se inicia en vida de la planta, cuando ésta absorbe junto con el agua, los diferentes minerales del suelo, entre los que se encuentra el ácido monosilíceo. Éste es transportado a las partes aéreas de la planta donde, en forma de gel, puede depositarse en las paredes de las células, rellenar las células a medida que van muriendo o impregnar los espacios intercelulares. Posteriormente este gel se solidifica y, cuando las plantas mueren y la materia orgánica se descompone, los fitolitos se liberan y permanecen en el suelo conservando la morfología de la estructura celular de las plantas donde se formaron, representando de este modo un registro continuo de la vegetación autóctona del lugar.

La composición silíceo de los fitolitos hace que sean altamente duraderos pudiendo ser recuperados en depósitos de hasta 4 millones de años. Por otro lado, sus características morfológicas permiten su identificación hasta el nivel de especie, especialmente por lo que concierne a la familia de las gramíneas, además de distinguir entre las diferentes partes de la planta (Albert & Weiner 2001). Los fitolitos son resistentes a procesos de combustión hasta unos 850 °C conservando sus características morfológicas prácticamente inalteradas. Únicamente se modifica el índice de refracción de los fitolitos, que varía dependiendo de la temperatura a la que han sido sometidos. Esta característica ha sido concluyente para identificar depósitos en los que el sedimento había sido combustionado (Albert *et al.* 2008).

La investigación paleoecológica y arqueológica con fitolitos se basa en el conocimiento de su distribución taxonómica y ecológica en la actualidad. Cabe señalar que el proceso de silicificación no se desarrolla de la misma forma en todas las partes ni en todas las células de una misma planta. Las hojas y las inflorescencias de ciertas plantas, así como dentro de éstas el tejido epidérmico, son más propensos a formar fitolitos que otras partes como, por ejemplo, el tronco de las dicotiledóneas. Por otro lado, el proceso de silicificación también variará dependiendo de la presencia de sílice disuelta

en el suelo y de las condiciones climáticas del lugar, a mayor presencia de agua mayor producción de fitolitos. Este último factor ha sido determinante para reconocer el inicio y evolución de los procesos de domesticación de plantas, especialmente en el Levante Mediterráneo (Rosen & Weiner 1994).

El método de extracción de fitolitos se basa en la eliminación y cuantificación, por oxidación, de aquellos materiales no silíceos (carbonatos, fosfatos, materia orgánica, etc.). Posteriormente, el material silíceo se divide por densidades para separar los fitolitos de otros minerales como el cuarzo o la arcilla. Este proceso de pérdida de masas y separación por densidades permite contrastar, al mismo nivel, muestras procedentes de diversas áreas, con diferentes procesos de diagénesis y al mismo tiempo, compararlos con la producción absoluta de fitolitos en la colección de referencia. Finalmente los fitolitos son identificados al microscopio óptico a 400X. Su adscripción terminológica se basa, siempre que sea posible, en la anatomía de las células en las cuales los fitolitos se formaron. Cuando esto no es posible, se siguen criterios geométricos (Madella *et al.* 2005).

Por lo que respecta a los estudios paleoecológicos, cabe destacar, en los últimos años, el cada vez mayor número de trabajos centrados en reconstruir la paleovegetación y el paleopaisaje en relación a la emergencia y evolución de los primeros homínidos africanos, para conocer el ambiente y, por tanto, las pautas de supervivencia de estos homínidos. Los estudios de fitolitos en contextos arqueológicos, por otro lado, pretenden dar respuestas a cuestiones relacionadas con el aprovisionamiento y uso de los recursos vegetales e indirectamente sobre las condiciones paleoecológicas. Así, se pueden analizar diversos tipos de restos susceptibles de haber contenido vegetales, desde el propio sedimento hasta otros restos materiales como dientes, molinos, cerámicas, industria lítica, etc. Una de las aplicaciones que más ha evolucionado en los últimos años ha sido la del estudio del fuego.

Yacimientos revisados	Arqueología	Alteraciones fitolitos	Combustible utilizado	Referencias
El Mirador	Bronce (Cultura del Argar)	No	Gramíneas como producto de estabulación	Cabanes et al. (2009)
Abric Romaní	Paleolítico Medio	Parcialmente	Gramíneas en gran proporción en algunos hogares del nivel J	Cabanes et al. (2007)
Montlleó	Paleolítico Superior	Si	No identificados	Cabanes, inédito
Cueva Bajondillo	Paleolítico Medio	Si	Dicotiledóneas y herbáceas	Albert (2007)
Cova del Parco	Paleolítico Superior	No	Gramíneas y dicotiledóneas (<i>Quercus</i>)	Albert et al. (1997)
Cova del Frare	Neolítico	Si	disolución	Albert et al. (1997)

Resumen de los resultados más significativos obtenidos del estudio morfológico y cuantitativo de fitolitos procedentes de hogares de diferentes cuevas prehistóricas de la Península Ibérica

El fuego ha sido uno de los elementos imprescindibles para la supervivencia del ser humano y se ha relacionado con el desarrollo de la complejidad social e intelectual de los primeros homínidos. Los fuegos prehistóricos representan un importante papel en la estructura social, ya que a su alrededor se desarrollan las principales actividades de producción y consumición. Ante un fuego prehistórico, las principales cuestiones planteadas por el investigador se relacionan con su posible funcionalidad y el papel que desempeñaba en el hábitat (cocina, calor, luz, transformación de materiales) e indirectamente sobre el tipo de hábitat (de larga o corta duración), el paisaje y la posible selección de combustible. La funcionalidad de los fuegos se inferirá, tanto a partir de la identificación del combustible utilizado, como de los restos asociados a su entorno (restos de lítica, huesos, vegetales, etc.). Es muy probable que el hombre del Paleolítico conociera las diferentes fases de combustión de modo que elegiría el tipo de combustible que mejor se adaptara a sus necesidades entre los materiales disponibles. Por tanto, es importante que el investigador conozca estas posibilidades de aprovisionamiento de materiales de combustión, ya sea por experimentación o por datos etnográficos.

El análisis de fitolitos sobre estructuras de combustión prehistóricas permite mejorar nuestro conocimiento sobre las actividades realizadas alrededor de éstas, así como las características pirotécnicas de estos fuegos. La mayor parte de los estudios efectuados sobre estructuras de combustión corresponden cronológicamente al Paleolítico medio y superior y se vienen realizando, ya desde los años noventa en el Levante Mediterráneo (Albert *et al.* 1999, 2000, 2003, Albert & Weiner 2001, Madella *et al.* 2002, Albert *et al.* 2008), Grecia, Francia (Karkanis *et al.* 2002) y Sudáfrica. En la Península Ibérica, se han llevado a cabo análisis de fitolitos sobre estructuras de combustión en los yacimientos de Cova del Parco (Alòs de Balaguer) (Albert *et al.* 1997b), Cueva Bajondillo (Torremolinos) (Albert 2007), Abric Romani (Capellades) (Cabanes *et al.* 2007), Montlleó (La Cerdanyà) (Cabanes, inédito), y El Mirador (Sierra de Atapuerca) (Cabanes *et al.* 2009). Actualmente está en proceso el estudio en el yacimiento de Buendía (Castejón).

Ante un fuego prehistórico y, previamente a realizar el estudio de fitolitos, es necesario tener en cuenta una serie de factores que pueden haber afectado la composición, deposición y conservación de los restos, incluidos los fitolitos, y que pueden distorsionar nuestra interpretación. Cuando el combustible utilizado en los fuegos es de origen vegetal, los residuos más comúnmente identificados son los carbones (>0,5 cm), los microcarbones (1 mm-0,5 cm) y las cenizas (< 1 mm). Las cenizas están compuestas alrededor de un 98% de calcita y un 2% de agregados de sílice y fitolitos (Schiegl *et al.* 1996). Los trabajos experimentales sobre fuegos realizados por Albert & Cabanes (2007), confirmaron que la combustión de madera seca produce una mayor presencia de cenizas y un menor porcentaje de carbones, mientras que los fitolitos se encuentran homogéneamente repartidos entre las cenizas y los microcarbones. Por el con-

trario, la combustión de madera verde presenta una mayor concentración de fitolitos en la fracción de microcarbones, correspondientes, mayoritariamente, a hojas de dicotiledóneas. Por su parte, los fitolitos procedentes de las partes leñosas se concentran en la fracción de cenizas. Así pues, la distribución de los fitolitos en las diferentes fracciones puede ofrecer información sobre el tipo de madera combustionada.

Los efectos postdeposicionales y diagenéticos pueden haber alterado o destruido tanto los fitolitos como otros restos de la combustión (cenizas, carbones, etc.). Una mejor comprensión de estos efectos se obtiene a partir de la Espectrometría de Infrarrojos derivada de Fourier-FTIR (Albert *et al.* 1999, 2000, 2003), que, entre otros ejemplos, permite detectar hogares que ya no son visibles a simple vista o, en el caso de la Península Ibérica en el yacimiento del Mirador, diferenciar entre sedimentos antrópicos y naturales (Cabanes *et al.* 2009).

Los fitolitos pueden verse alterados tanto por acción química como mecánica. En relación a la alteración química, el ejemplo más característico es el de los ambientes con pH elevado. En ambientes cálcicos, el pH de los sedimentos compuestos de cenizas de madera oscila entre 9-13. Si tenemos en cuenta que los fitolitos son estables en un pH hasta 8,2 aproximadamente, la primera pregunta a formular es la durabilidad y el estado de la conservación de fitolitos en sedimentos donde los principales componentes mineralógicos corresponden a la calcita derivada de cenizas. Uno de los ejemplos más representativos en nuestro país se observó en Cueva Bajondillo, donde los fitolitos aparecieron fuertemente alterados (Albert 2007). Los datos más reveladores se obtuvieron, sin embargo, en la Cova del Frare (Matadepera, Barcelona). Aquí, en los sedimentos que datan del período Neolítico, existe una fuerte circulación de agua permanente, llegando a formar planchas estalagmíticas. Los fitolitos identificados, aunque no eran excesivamente antiguos (alrededor de 4000 años), se encontraban en un pésimo estado de conservación siendo difícilmente identificables, especialmente en los niveles subyacentes a dichas planchas (Albert *et al.* 1997a). Sin embargo en los niveles superiores, los fitolitos fueron fácilmente reconocibles. Por otro lado, en aquellas situaciones donde los fuegos no han estado en contacto directo con el agua o donde la calcita ha desaparecido, como es el caso de Cova del Parco (Albert *et al.* 1997b), o de los fuegos centrales de la cueva de Kebara en Israel (Albert *et al.* 2000), los fitolitos están relativamente bien conservados. Así pues, un ambiente cálcico o la presencia de cenizas de madera no es *a priori* suficiente para provocar una disolución de los fitolitos. En cambio un ambiente cálcico con una percolación hídrica más o menos constante a través de los sedimentos sí puede acelerar de forma dramática y en un periodo corto de tiempo, la disolución de los fitolitos.

Un ejemplo de alteración mecánica de los fitolitos se observó en el Mirador (Cabanes *et al.* 2009). Se identificaron estructuras mul-

ticelulares de fitolitos (en conexión anatómica) en mayor número, en los niveles mejor conservados, mientras que en aquellos niveles donde se había observado algún tipo de movimiento postdeposicional estos elementos disminuían notablemente. Las estructuras multicelulares reproducen el conjunto del tejido celular y son el resultado de una fuerte silicificación. En la familia de las gramíneas, y más específicamente en las inflorescencias que rodean los granos, estas estructuras se utilizan para identificar la especie representada. Así pues, procesos postdeposicionales como por ejemplo, la bioturbación o el desplazamiento de sedimentos pueden desmembrar las estructuras multicelulares, convirtiéndolas en fitolitos unicelulares.

Identificación del combustible vegetal utilizado

El estudio de fitolitos sobre fuegos se ha utilizado, no sólo para reconocer el tipo de combustible utilizado, sino también para identificar las partes de las plantas representadas, así como la proporción en que aparecen estos componentes vegetales. Generalmente, los resultados obtenidos sugieren la utilización de la madera como principal combustible para la realización de los fuegos. Esta presencia puede ir acompañada, sin embargo, de otros elementos vegetales en proporciones variables. Estas diferencias en el combustible se interpretan en términos de comportamientos humanos diversificados sugiriéndose diversos tipos de fuegos relacionados con diferentes estrategias de recolección y tipos de hábitats. Así por ejemplo, un dominio de la madera sin acompañamiento de otras partes de la planta o grupos de plantas puede responder a una utilización reiterada y un uso continuado del hábitat, donde la madera sería probablemente seleccionada, almacenada y finalmente utilizada para realizar los fuegos, los cuales además cumplirían una serie de funciones donde la obtención de brasas sería una de las actividades principales, probablemente para cocinar. Por el contrario, una presencia de madera relacionada con una importante representación de hojas dicotiledóneas puede corresponder, bien a una elección de combustible que provoque propiedades particulares, o a un comportamiento de recogida de combustibles de manera aleatoria en las inmediaciones del hábitat, como por ejemplo ramas caídas que todavía conservan las hojas. También se ha observado la presencia de gramíneas acompañando el uso de madera en algunas situaciones. En nuestro país destacan la Cova del Parco y l'Abric Romaní. En la primera, en algunos de los hogares,

correspondientes al nivel II del Paleolítico superior, junto con la presencia de gramíneas, se recuperaron también fitolitos de hojas de dicotiledóneas, probablemente *Quercus*. Uno de los hogares presentó un alto número de fitolitos de inflorescencia de Festucoideae. En el nivel J de l'Abric Romaní se observó una variación en la utilización del combustible en los diferentes fuegos, yendo desde una mayoritaria utilización de las partes leñosas a un dominio de gramíneas (Cabanés *et al.* 2007). En El Mirador, la identificación de fitolitos, procedentes también de gramíneas y esferolitos fecales indicaba la utilización de la mayoría de los sedimentos quemados del nivel 4 como lugar de estabulación durante la Edad del Bronce (Cabanés *et al.* 2009).

Consideraciones finales

Los estudios de fitolitos han demostrado ser una herramienta imprescindible para reconstruir no sólo el clima y la paleovegetación, sino para comprender mejor diversos aspectos relacionados con la utilización y explotación de los recursos vegetales por parte de poblaciones del pasado. Asimismo, en los últimos años destaca, junto a la información paleobotánica, el importante uso que se ha hecho de los fitolitos para comprender los procesos de formación de suelos arqueológicos, pudiéndose, entre otros, reconocer fuegos que ya no eran visibles a simple vista o los procesos postdeposicionales sufridos por un determinado suelo arqueológico. En el caso concreto de los fuegos, y teniendo en cuenta los posibles factores que pueden haber afectado la deposición, composición y conservación de los sedimentos, donde se incluyen los fitolitos, su uso ha permitido identificar el tipo de combustible utilizado, así como la cantidad en la que éste está representado. Los resultados han mostrado un uso mayoritario de las partes leñosas. Este hecho ha permitido mejorar nuestra interpretación sobre la funcionalidad de los fuegos prehistóricos e indirectamente sobre el tipo de hábitat y condiciones climáticas del lugar. Desafortunadamente, todavía son pocos los estudios de fitolitos realizados sobre fuegos prehistóricos en nuestro país y menos aún aquellos en los que se ha realizado un trabajo multidisciplinar que combine los estudios de fitolitos con los mineralógicos y químicos de los sedimentos. Esperemos que estos últimos avances que se han ido señalando a lo largo de este texto puedan ser aplicados cada vez en mayor número a nuestros yacimientos.

TÉCNICAS DE DATACIÓN, Plioceno y Cuaternario

Para poder datar los sedimentos se utilizan varias técnicas que se pueden subdividir principalmente en dos grupos: (1) **dataciones absolutas** y (2) **relativas**.

(1) Las **dataciones absolutas** nos indican con cierta exactitud hace cuántos años se depositó el sedimento o el organismo fósil que se analiza.

(1.1) Dataciones radiométricas

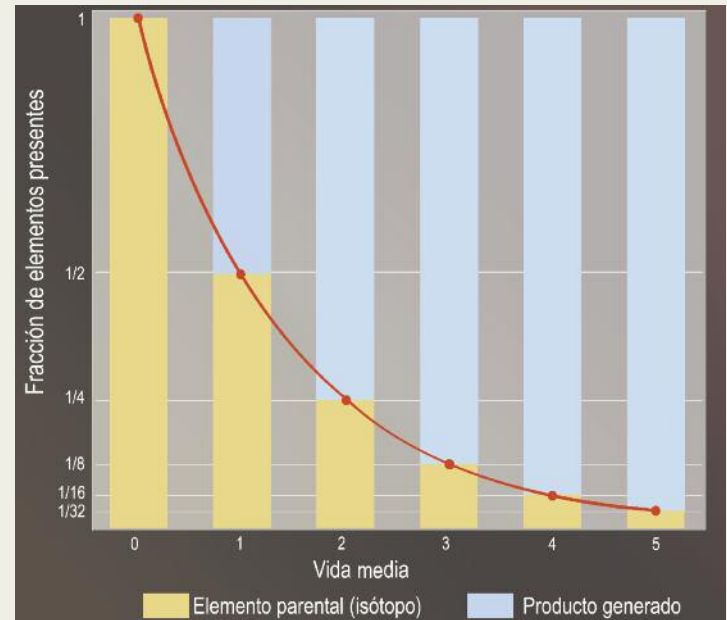
Son los métodos de datación absoluta más utilizados. Para ello se analizan las proporciones de un isótopo padre que es inestable y un isótopo hijo de los que se conoce la velocidad a la que se produce la descomposición. Este análisis se realiza en una muestra de sedimento o fósil que queremos datar.

Ejemplos de estos pares de isótopos radiactivos pueden ser el K/Ar, U/Pb, Rb/Sr, Sm/Nd, etc. El isótopo usado depende de la antigüedad de las rocas o restos que se quieran datar. Por ejemplo, el carbono ^{14}C es comúnmente utilizado para datación de restos orgánicos relativamente recientes (de hasta 60.000 años), ya que tiene una descomposición muy rápida. Sin embargo, para rocas de millones de años se usan otros isótopos de media vida más larga (velocidad de descomposición más lenta).

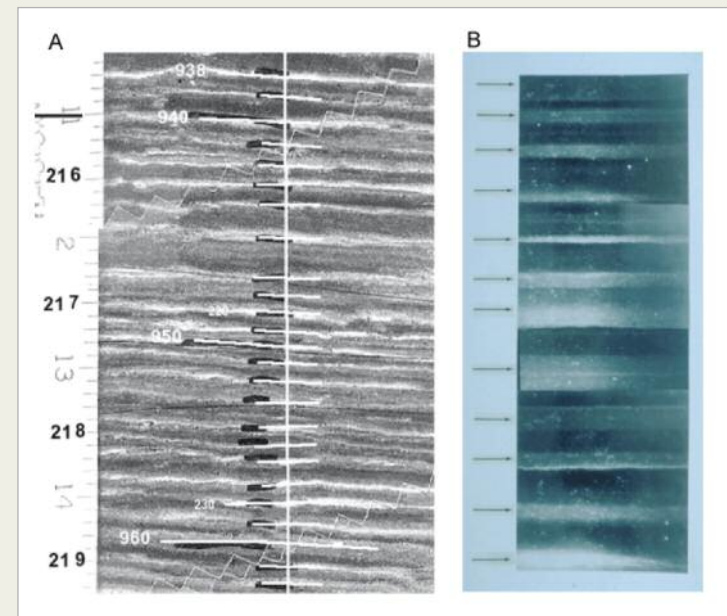
(1.2) Datación a partir de sedimentos varvados

Es un método estratigráfico que permite establecer dataciones absolutas. Se basa en el estudio de lagos glaciares, ofreciendo dataciones absolutas si el lago sigue activo o relativas si el lago desapareció con el tiempo, quedando la huella de su presencia en forma de depósitos sedimentarios. Esta técnica estudia el depósito de arcillas y limos, dispuestos en estratos. Estos vienen a ser más claros cuando están compuestos por limos y arenas (depositados en verano) y más oscuros y arcillosos, con presencia de residuos orgánicos (depositados en invierno). El conjunto de un estrato de verano y otro de invierno constituye una varva. Es importante destacar que este es el método utilizado en la obtención de la cronología para los testigos de hielo de Groenlandia, ya que los depósitos de hielos en los casquetes polares también se generan por acumulación de nieve anualmente.

(2) Las **dataciones relativas** sitúan eventos de la historia de la Tierra en su orden correcto, pero no nos proporcionan información acerca de la edad en la que produjeron tales eventos. Estas técnicas se utilizan muy a menudo ya que no todas las rocas son susceptibles de ser datadas de forma absoluta. Para las dataciones relativas se utilizan los principios fundamentales de la estratigra-



Esquema de la descomposición exponencial radioactiva. Al pasar una vida media quedará la mitad del isótopo radioactivo (padre). Cuando han pasado dos vidas medias quedará un cuarto del isótopo padre y así sucesivamente (Tarbuck y Lutgens 1997)



A) Datación de sedimentos lacustres mediante el análisis de varvas de un sondeo. Cada línea blanca separa un año. El número en blanco es el número de varvas después de 1984 (la fecha en la que se obtuvo el sondeo) (Dean *et al.* 2002). B. Muestra del testigo de hielo de Groenlandia GISP 2. Las flechas separan cada año (http://en.wikipedia.org/wiki/Ice_core)

Isótopo radioactivo (padre)	Isótopo estable (hijo)	Vida media
Potasio 40	Argón 40	1,25 billones de años
Rubidio 87	Estroncio 87	48,8 billones de años
Torio 232	Plomo 208	14 billones de años
Uranio 235	Plomo 207	704 millones de años
Uranio 238	Plomo 206	4,47 billones de años
Carbono 14	Nitrógeno 14	5730 años

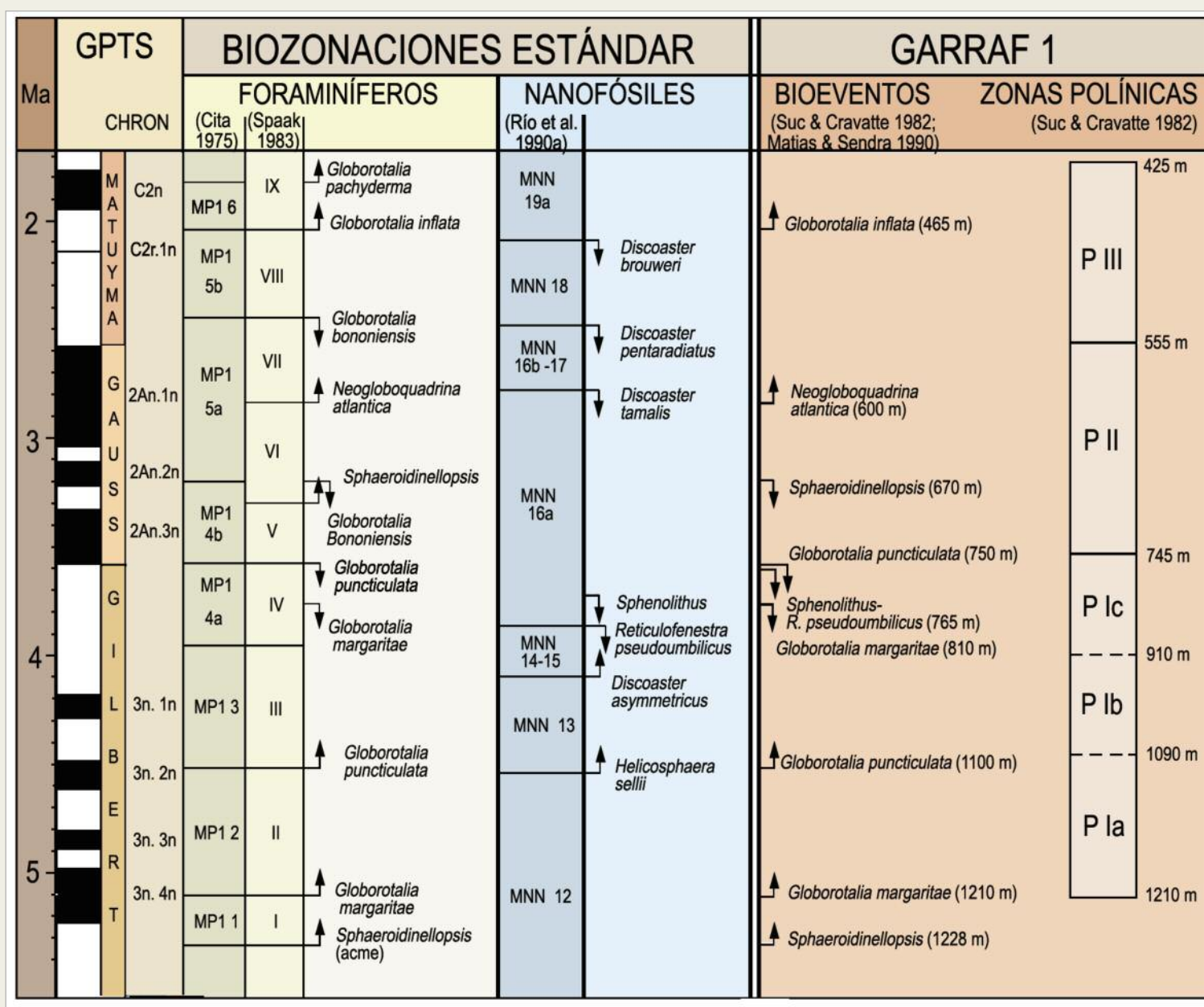
Vida media de algunos isótopos radioactivos

fía, que es la disciplina de la geología que se encarga del estudio e interpretación de las rocas dispuestas en capas o estratos. Estos principios son:

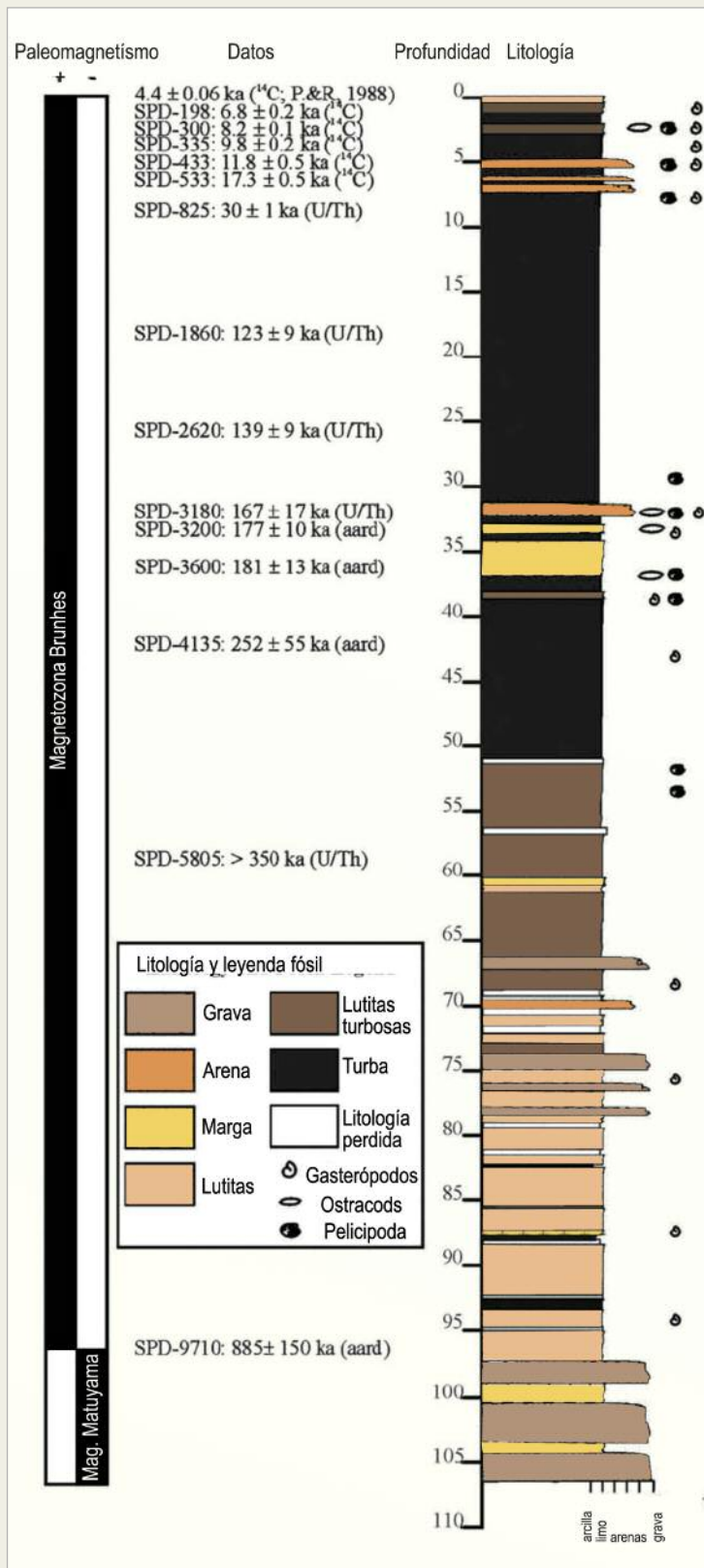
Principio de superposición. Debido a que las estratos se depositan a lo largo del tiempo, los niveles superiores serán más recientes que los inferiores.

Principio de la horizontalidad original. Los estratos se depositan originalmente de forma horizontal.

Principio de continuidad lateral. Los estratos se extienden lateralmente desde metros hasta kilómetros, dependiendo de



Bioeventos y zonas polínicas detectadas en el sondeo Garraf 1 y cronoestratigrafía estándar del Plioceno en el Mediterráneo (Fauquette et al. 1998)



Litología y cronología para un sondeo procedente de la turbera de Padul. A la izquierda se pueden observar los resultados paleomagnéticos de este sondeo en el que se identifica un periodo de polaridad normal Bruhnes y en la base una inversión magnética que se correspondería con la magnetozona Matuyama y cuyo límite se data a unos 780 ka aproximadamente (Ortiz *et al.* 2004)

las condiciones de depósito. Este principio permite que se puedan comparar estratos en distintas localidades, hecho que permite correlaciones estratigráficas.

Principio de sucesión faunística. Los fósiles cambian en una sucesión de estratos y los mismos cambios ordenados pueden ser observados en otras sucesiones en localidades diferentes. Este principio permite realizar correlaciones bioestratigráficas entre dos regiones.

La edad relativa de las rocas y los fósiles que se encuentra en una región se basa fundamentalmente en el principio de superposición, que nos permite ordenar los eventos geológicos. Para extrapolar la sucesión temporal de eventos de una región a otra se requiere que las dos regiones se puedan correlacionar estratigráficamente. Las correlaciones se realizan siguiendo lateralmente los estratos entre las dos regiones usando el principio de continuidad lateral o comparando los fósiles de las dos regiones usando el principio de la sucesión faunística.

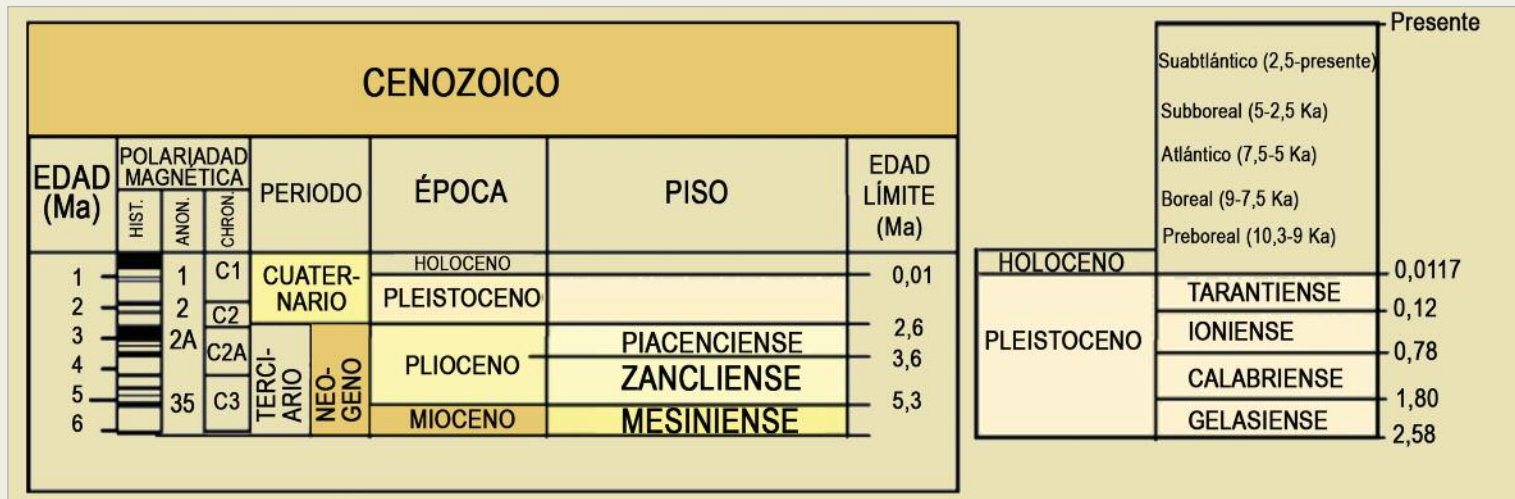
(2.1) Bioestratigrafía

Es la disciplina de la geología que ordena las unidades litológicas en función de su contenido en fósiles. Por lo tanto, es un método de datación relativa muy utilizado que se basa en que la mayoría de las especies evolucionan o se extinguen en unos cuantos, o como mucho en unas decenas de millones de años. Esto implica que las rocas que contienen una misma especie de fósil se formaron al mismo tiempo o con una diferencia de edad de unos cuantos millones de años. Hay especies de organismos que evolucionan muy rápidamente y que llegan a fosilizar fácilmente. Estas serán las especies más interesantes desde el punto de vista de la bioestratigrafía.

Durante el Plioceno y sobre todo en la transición al Pleistoceno, con las primeras glaciaciones, se producen importantes cambios en la fauna y la flora terrestres. Debido al frío, y a que durante los periodos glaciales gran parte de los continentes estaban cubiertos de hielo, muchas especies de flora y fauna tuvieron que desplazarse hacia latitudes más meridionales. Todo esto, junto con la escasez de recursos, hizo que muchas especies desaparecieran. A la hora de datar bioestratigráficamente las secuencias de edad Plioceno y Pleistoceno que aquí se presentan se han utilizado principalmente foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos para los sedimentos marinos y micromamíferos para datar los sedimentos continentales.

(2.2) Paleomagnetismo

Es otro método de datación relativa y que se encarga del estudio del campo magnético de la Tierra en el pasado. Ésta posee un fuerte campo magnético que se orienta hacia los dos polos.



Escala del tiempo geológico de los últimos 6 Millones de años (Ma). A la derecha se puede observar la subdivisión estándar del Pleistoceno y del Holoceno. A partir de <http://www.geosociety.org/science/timescale/>

Cada uno de los polos tiene un valor diferente y con el paso de los años sus valores varían pasando de uno a otro. El cambio de polaridad se da en el núcleo del planeta, un fluido cargado eléctricamente que se mueve como una dinamo, pero muy lentamente. Una inversión completa suele tardar varios miles de años y una vez situada en una dirección puede permanecer en ella desde un centenar de miles de años hasta unos millones. Lo más importante es que estos cambios de polaridad magnética se registran en los minerales cuando éstos se forman (las partículas se orientan de determinada forma debido al magnetismo. Esta técnica da muy buenos resultados cuando se dispone además, de otros datos de edad relativa, como datos bioestratigráficos. Dependiendo de dónde encontremos un fósil podremos saber a

qué época pertenece por la polaridad del estrato donde se ha depositado (Fig. 4).

Escala geológica

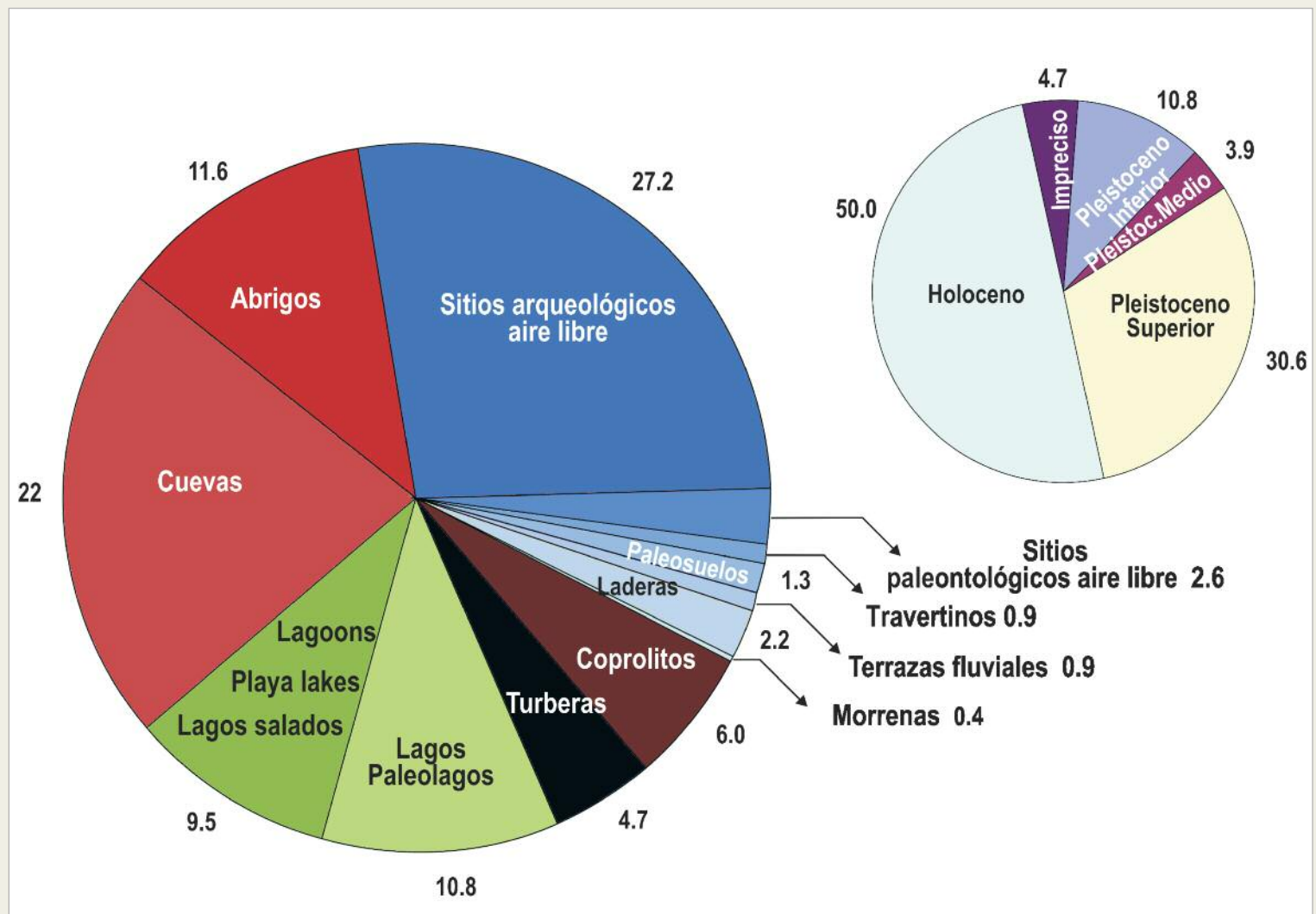
A veces, las rocas que contienen fósiles y que pueden ser datadas por métodos de datación relativa permiten también ser datadas absolutamente. Muchísimas sucesiones estratigráficas de la Tierra ricas en fósiles han sido datadas con gran precisión; De esta manera podemos establecer una escala temporal que sea global y en la que se registren los eventos importantes que se han producido en la Tierra. Esto es lo que se denomina Escala Geológica. En ella se representan verticalmente las edades de la historia de la Tierra desde más antiguo (abajo) hasta más moderno (arriba) con un sistema standard de nombres y colores para cada periodo.

IMPORTANCIA DE LOS RESULTADOS NEGATIVOS

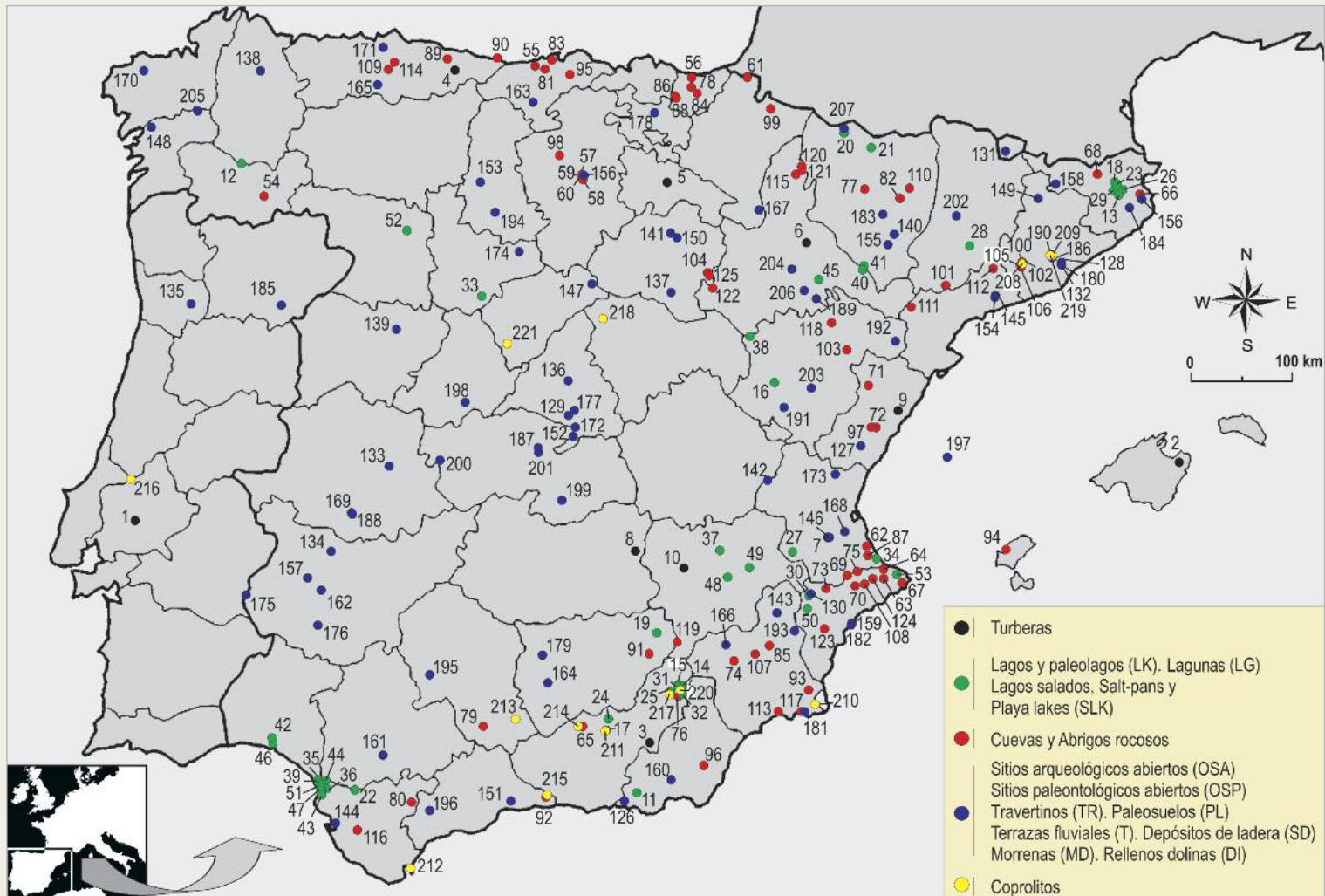
Análisis polínico: sedimentos no poliníferos

La publicación de resultados negativos es un hecho poco usual en cualquier disciplina científica. En el caso de la palinología de sedimentos, los fracasos a la hora de obtener palinomorfos pueden llegar a ser frecuentes en determinados materiales y ambientes sedimentarios. Recientemente, Carrión *et al.* (2009) han recogido a través de diversas encuestas y acumulando la experiencia directa del equipo investigador, los casos de esterilidad palinológica en la Península Ibérica. La compilación incluye 221 sitios, de los cuales un 27,2% son sitios arqueológicos abiertos, 22% cuevas, 11,6% abrigos rocosos, 10,8% lagos, 9,5% lagos salados, 4,7% turberas, 6% coprolitos, 2,2% depósitos de ladera, 0,4% morrenas, 1,3% paleosuelos y 0,9% travertinos expuestos. Atendiendo a su cronología, un 50% se encuadran en el Holoceno, un 30,6% en el Pleistoceno superior, 10,8% en el Pleistoceno inferior y un 3,9% en el Pleistoceno medio. La esterilidad polínica completa afecta en un 67% a sitios paleontológicos abiertos, 57% a coprolitos, 60% a depósitos de ladera, 55% abrigos rocosos, 41% a sitios arqueológicos abiertos, 37% a cuevas y 36% a lagos no salinos. Por contraposición, ésta es muy baja en turberas (9%). Por

9,5% sistemas lagunares, playa-lakes y lagos salados, 4,7% turberas, 6% coprolitos, 2,6% sitios paleontológicos abiertos, 0,9% terrazas fluviales, 2,2% depósitos de ladera, 0,4% morrenas, 1,3% paleosuelos y 0,9% travertinos expuestos. Atendiendo a su cronología, un 50% se encuadran en el Holoceno, un 30,6% en el Pleistoceno superior, 10,8% en el Pleistoceno inferior y un 3,9% en el Pleistoceno medio. La esterilidad polínica completa afecta en un 67% a sitios paleontológicos abiertos, 57% a coprolitos, 60% a depósitos de ladera, 55% abrigos rocosos, 41% a sitios arqueológicos abiertos, 37% a cuevas y 36% a lagos no salinos. Por contraposición, ésta es muy baja en turberas (9%). Por



Porcentajes de casos de esterilidad palinológica en la Península Ibérica, ordenados por tipo de depósito (izquierda) y cronología (derecha)



Localidades de la Península Ibérica con casos de esterilidad palinológica. Redibujado de Carrión et al (2009)



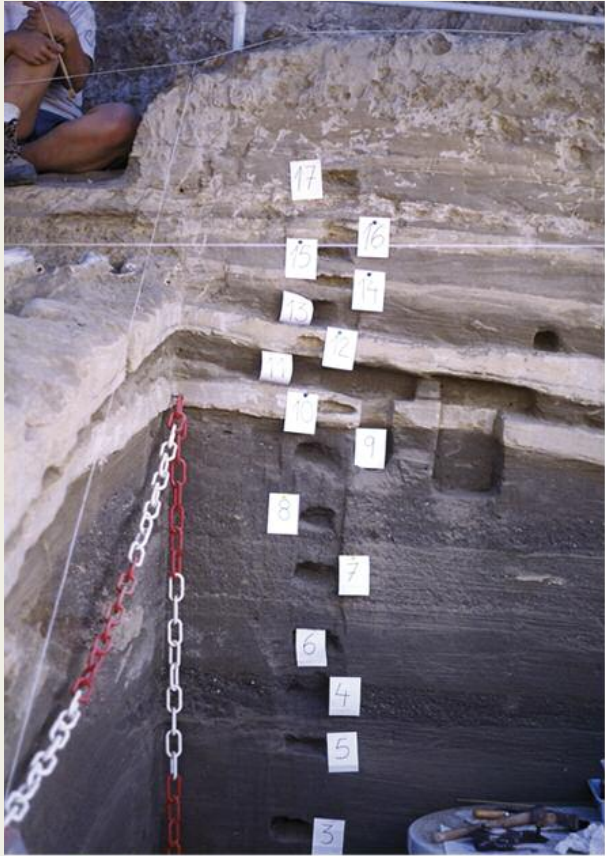
Laguna salina de Pétrola, Albacete. Los sedimentos de esta laguna, junto con los de otras del centro-sur de España (El Acequión y lagos de Ontalafía en La Mancha) fueron estudiados palinológicamente por M. Dupré y JS. Carrión con el fin de vincular el medio ambiente con los cambios culturales durante el Holoceno. El análisis polínico de los sedimentos fue, sin embargo, infructuoso



Coprolito de *Crocota* (hiena) de la Cueva del Grajo en Córdoba. El análisis polínico de coprolitos da buenos resultados para la interpretación del paleopaisaje vegetal de la zona estudiada, con una calidad a veces excelente en la preservación del polen fósil. Sin embargo, muchos de estos coprolitos carecen de polen

M. DUPRÉ

S. FERNÁNDEZ



Los yacimientos granadinos de Fonelas y Mencal son muy ricos en fauna, sin embargo, los estudios palinológicos de estos sedimentos del Plio-Pleistoceno resultaron estériles. Estos sitios son muy ricos en arcillas, limos y arenas, con formaciones de micrita, capas de piedra caliza formadas en los márgenes paleo-lacustres en condiciones de aguas con baja energía (Arribas *et al.* 2004b)

Tipos de lugar	Número		%		Casos totales
	Parcial	Total	Parcial	Total	
Turberas	10	1	90,91	9,09	11
Lagos no salados	16	9	64,00	36,00	25
Lagos salados	19	3	86,36	13,64	22
Cuevas	32	19	62,75	37,25	51
Abrigos	12	15	44,44	55,56	27
Yacimientos arqueológicos abiertos	37	26	58,73	41,27	63
Yacimientos paleontológicos abiertos	2	4	33,33	66,67	6
Travertinos	0	2	0,00	100,00	2
Paleosuelos	2	1	66,67	33,33	3
Terrazas fluviales	2	0	100,00	0,00	2
Depósitos de ladera	2	3	40,00	60,00	5
Morrenas	0	1	0,00	100,00	1
Coprolitos	6	8	42,86	57,14	14

Casos de esterilidad polínica parcial o total en distintos tipos de yacimiento en la Península Ibérica



Trinchera de la Gran Dolina en Atapuerca, Burgos (izquierda) y perfil de la Cueva de Bolomor, Valencia (derecha). Un buen número de cuevas y abrigos arqueológicos muestran perfiles con capas estériles de polen, o secciones totalmente estériles, incluso después de varios ensayos (Carrión *et al.* 2009)

término medio, la esterilidad total es de un 50% en sitios arqueológicos (Tabla 1).

En general, las turberas son poliníferas la mayor parte de las veces, aunque pueden aparecer niveles minerogénicos intercalados que resulten estériles. Otros factores que afectan al potencial polinífero son la explotación de la turba, el drenaje, la salinización, la excavación de trincheras y la contaminación, no en vano, las actividades humanas están contribuyendo a que muchas turberas pierdan dicho potencial palinológico –y no sólo palinológico– de forma irreversible.

En el caso de los lagos, hay una casuística muy variada. A menudo, la esterilidad se asocia con el carácter salino, con la estacionalidad del sistema lacustre o con la existencia de fases de intrusión marina. En los paleolagos, la erosión, la bioturbación y algunos procesos litogénicos pueden ser responsables de la falta de polen.

Las cuevas, abrigos y sitios arqueológicos y paleontológicos abiertos recogen muchos casos de esterilidad completa o parcial, o casos en los que la validez de la interpretación es dudosa por la presencia de sesgos de transporte o postdeposicionales. Sin embargo, hay también situaciones notorias de éxito y este contexto no debería desmoralizar al palinólogo. En esta categoría, la necesidad de estudios sobre la tafonomía de los espectros polínicos se hace acuciante, sobre todo dada la complejidad de los procesos de transporte y deposición que intervienen. En términos generales, la oxidación se presenta como el principal factor que provoca la esterilidad de sedimentos para el análisis polínico. La oxidación podría ocurrir en contexto pre-, sin- y post-deposicional.

EXTINCCIONES DURANTE EL CENOZOICO IBÉRICO

La Península Ibérica constituye uno de los territorios europeos más variados desde el punto de vista fisiográfico. Cordilleras, macizos y cuencas ocupan un vasto territorio que funciona de puente entre Europa y África. En esta región, las glaciaciones cuaternarias no tuvieron la relevancia que presentaron en otras zonas europeas. Por esta razón, hoy en día en Iberia aún persisten un elevado conjunto de taxones de tipo paleotropical (*sensu* Mai 1989, 1991) repartidos por todo el territorio.

En términos generales, el conocimiento de las paleofloras de la Península Ibérica es muy importante si se quiere comprender la evolución de la vegetación en Europa durante el Cenozoico, teniendo en consideración los procesos de extinción que se produjeron durante los últimos 65 Ma. Se trata de una tarea complicada debido a la compleja historia geológica que ha sufrido la Península y a la imperfección del registro fósil (Twitchett 2006, Thuiller *et al.* 2008).

Cambios florísticos durante el Paleógeno y el Mioceno

Las condiciones cálidas y húmedas que permitieron la existencia de bosques de carácter tropical en la Península en el Cretácico superior perduraron durante el Paleoceno (c. 65,5-55,8 Ma) y buena parte del Eoceno (c. 55,8-40 Ma). Sin embargo, a finales del Eoceno y durante el Oligoceno (c. 40-23 Ma) el clima comenzó a hacerse más frío y seco. Este proceso afectó especialmente a las temperaturas mínimas invernales y culminó a finales del Oligoceno con un conjunto de glaciaciones que afectaron a todo el continente europeo.

A finales del Eoceno desapareció de Iberia el complejo *Normapolles*, caracterizado por fagáceas primitivas, que estuvo bien diversificado desde el Cretácico superior hasta el Eoceno inferior. Además, se extinguieron un total de 31 géneros paleotropicales que hoy en día se encuentran en regiones tropicales del este de Asia y entre los que se encuentran *Alangium*, *Alstonia*, *Centroplacus*, *Croton*, *Heritiera*, *Maesa*, *Sclerosperma*, *Drypetes*, *Hedyotis*, *Pachygone*, *Stereospermum*, *Rourea*, *Parsonsia* y *Staphylea* (Postigo-Mijarra *et al.* 2009). También desaparecieron algunos taxones típicos de ambientes sabanoides como *Daniellia* y *Julbernardia* y de manglares como *Aegiceras*, *Brownlowia* o *Pelliceria*, marcando un cambio florístico notable en las comunidades costeras peninsulares.

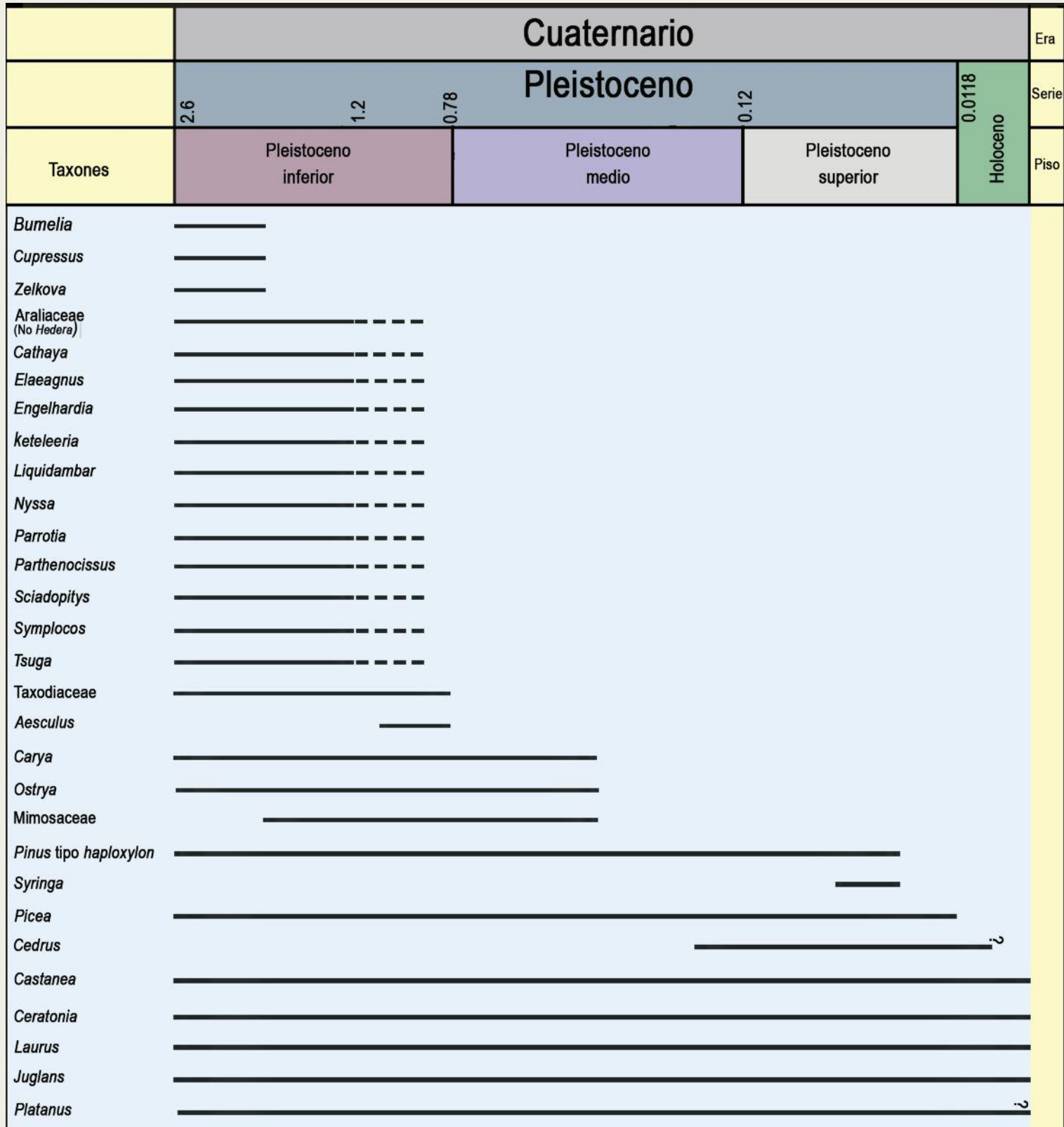
A finales del Oligoceno, el número de taxones paleotropicales que desaparecieron de la Península Ibérica se incrementa, llegán-

dose a superar el centenar. La mayor parte de éstos habitan en la actualidad en zonas tropicales o subtropicales de Asia y la región indopacífica, pudiendo destacarse los géneros *Acanthopanax*, *Areca*, *Brassaiopsis*, *Caryota*, *Clausena*, *Diphylleia*, *Eustigma*, *Fragaea*, *Glehnia*, *Hemsleya*, *Heteropanax*, *Helwingia*, *Lithocarpus*, *Mangifera*, *Mastixia*, *Nandina*, *Oncosperma*, *Pasania*, *Podophyllum*, *Poliscyas*, *Sinowilsonia*, *Siphonodon*, *Sladenia*, *Trachycarpus*, *Tetracentron* y *Tetrapanax*. Algunas familias, como Araliaceae, Euphorbiaceae, Menispermaceae y Palmae, no se extinguieron definitivamente de Iberia, aunque experimentaron descensos de diversidad que se reflejaron en los paisajes vegetales de finales del Oligoceno (Barrón *et al.* 2010).

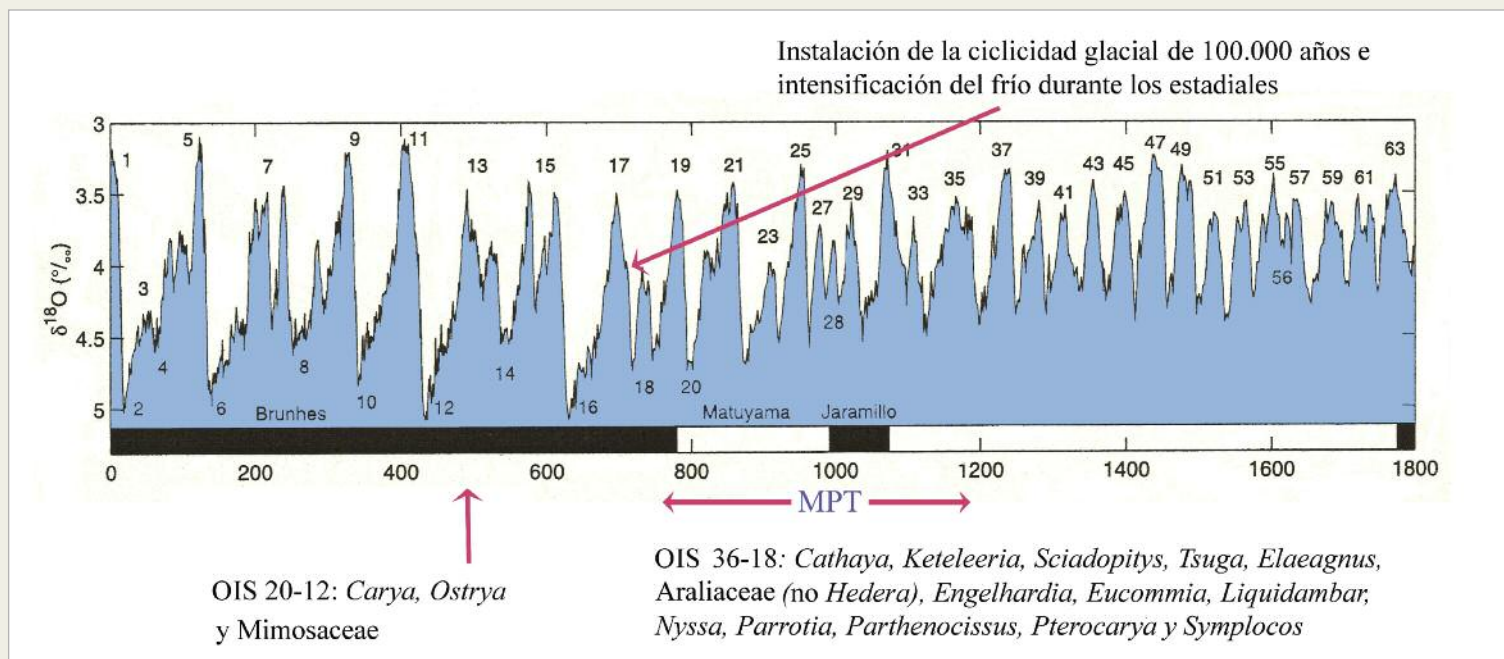
A lo largo del Mioceno, la pujanza de las comunidades subtropicales adaptadas a una estacionalidad climática, la competencia con los taxones arctoterciarios que se encontraban en expansión desde finales del Oligoceno, y los prolongados periodos de sequía supusieron un duro golpe para los elementos paleotropicales que sobrevivieron a los cambios del Paleógeno. Así, durante el Mioceno desaparecieron un elevado número de taxones paleotropicales de las familias Malphigiaceae, Passifloraceae, Acanthaceae, Buxaceae, Simaroubaceae, Theaceae, Apocynaceae, Combretaceae y Zingiberaceae. También son reseñables los últimos registros de manglares de *Avicennia* en las costas del este peninsular (Barrón *et al.* 2010).

La extinción de todos estos taxones debió de cambiar la estructura de las comunidades vegetales. Este hecho es difícil de valorar debido a nuestro desconocimiento del entramado ecológico en el que se encontraban y a su papel dentro de las mismas, pudiendo desempeñar un papel especialmente relevante la desaparición de especies con frutos y semillas de dispersión zoócora (Carrión & Fernández 2009).

A finales del Mioceno se incrementaron los procesos de aridificación, generalizándose la expansión y apertura de ecosistemas. Este proceso fue durante el Tortoniense (Mioceno superior, c. 11-7 Ma) el causante de la extinción de familias como Cycadaceae, Meliaceae, Myrsiniaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae y Nyctaginaceae. Los escasos datos acerca de los efectos de la crisis del Mesiniense sobre las floras ibéricas parecen indicar que ésta no tuvo un gran impacto sobre ellas, habiéndose documentado únicamente la desaparición de los géneros *Ricinus* y *Cephalanthus* y de la familia Melastomataceae.



Cuadro de extinción de géneros y familias para el Cuaternario de la Península Ibérica. Modificado de Postigo-Mijarra et al. (2010)



Principales variaciones climáticas en los últimos 1,8 Ma con indicación numérica de los estadios isotópicos marinos (OIS) detectados en el intervalo. Modificado de Lisiecki & Raymo (2005) y Postigo-Mijarra et al. (2009)

Extinciones del Piacenziense y de la transición al Pleistoceno medio

El último pulso de extinción de taxones de tipo paleotropical se produjo durante el Plioceno (c. 5,3-2,5 Ma), concretamente en el intervalo 3,3-2,7 Ma, en el período Piacenziense (Postigo-Mijarra *et al.* 2009). Probablemente, el gradual incremento de la aridez estival en la Región Mediterránea unido a la marcada disminución de las temperaturas medias anuales fueron las principales causas de esta extinción (Suc & Cravatte 1982, Lisiecki & Raymo 2005),

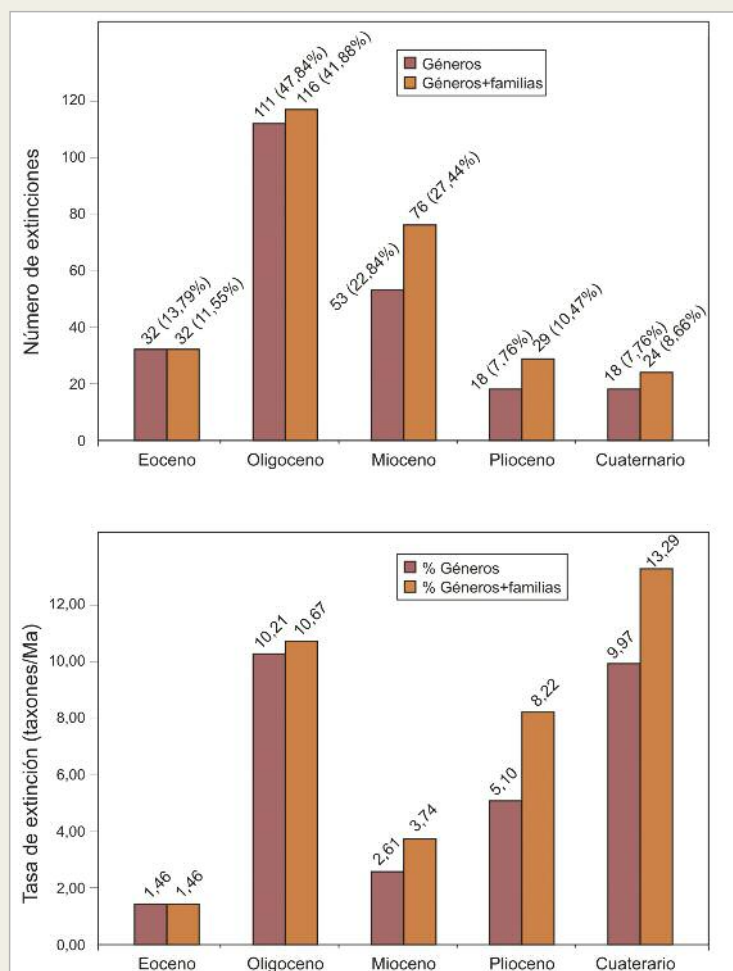
Desde un punto de vista paleogeobotánico, la extrema reducción e incluso desaparición de familias completas supuso un profundo cambio en la composición de los bosques y paisajes vegetales ibéricos. A finales del Piacenziense se detecta una reducción del bosque lauroide, claro indicio de las transformaciones climáticas que se produjeron en este periodo. Así, *Apollonias*, *Cinnamomum*, *Daphnogene*, *Lindera*, *Ocotea*, *Persea* y *Sassafras*, géneros pertenecientes a la familia Lauraceae, se registran por última vez. De forma excepcional, el laurel, *Laurus nobilis*, resistió las duras condiciones climáticas de este periodo y las del Pleistoceno medio y superior, y hoy persiste en Iberia como único representante de la citada familia.

Asimismo, durante el Piacenziense desaparecieron de Iberia los helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae, los géneros *Distylium*, *Diospyros*, *Dodonaea*, *Embolanthera*, *Ginkgo*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Microtropix*, *Notolaea*, *Parrotiopsis*, *Pittosporum*, *Platy-carya*, *Rhoiptelea* y *Sapindus*, y los manglares con *Rhizophora*.

Desde finales del Piacenziense y durante los estadios iniciales del Pleistoceno (c. 2,6-1,8 Ma), los contrastes térmicos fueron cada vez más acusados, produciéndose un deterioro progresivo de las condiciones climáticas (Lisiecki & Raymo 2005). A partir de este momento fueron los taxones de tipo arctoterciario los que se verían especialmente afectados por procesos de extinción en la Península Ibérica. El escaso registro fósil que tenemos para este período permite detectar la desaparición de *Zelkova* y *Cupressus*. De este último género, los estróbilos hallados en el yacimiento de Caranceja son la única referencia en todo el Cenozoico para el conjunto peninsular.

El último gran proceso de extinción se produjo en la transición Pleistoceno inferior/medio. Durante este periodo (1,25-0,78 Ma), los fríos y la aridez durante los estadales glaciales fueron más acusados. Además, la duración de estos ciclos aumentó llegando a ser de unos 100.000 años. La tolerancia prolongada al frío y a la sequedad ambiental y/o edáfica debió de constituir un factor clave para la supervivencia de muchas plantas. Durante esta fase (c. OIS 36-33) se registran por última vez coníferas como *Cathaya*, *Keteleeria*, *Sciadopitys* y *Tsuga*; y angiospermas como Araliaceae (no *Hedera*), *Elaeagnus*, *Engelhardia*, *Eucommia*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Parrotia*, *Parthenocissus*, *Pterocarya* y *Symplocos*.

Algunos taxones perduraron hasta el OIS 20-18. Este es el caso de *Aesculus* y de la familia Taxodiaceae, cuyos últimos registros ibéricos en Europa son bastante recientes. Finalmente, los géneros *Carya* y *Ostrya* y el grupo Mimosaceae se extinguieron durante el



Extinciones producidas por periodo geológico y tasas relativas de extinciones para el Cenozoico ibérico. Modificado de Carrión & Fernández (2009)

Pleistoceno medio (c. 0,78-0,12 Ma), un periodo frío y árido que debió de contribuir decisivamente a la configuración de las floras del Pleistoceno superior y el Holoceno.

Extinción de taxones en el último ciclo glacial-interglacial

La flora que sobrevivió a los duros estadales del Pleistoceno medio, experimentó aún algunos cambios significativos durante el Pleistoceno superior y el Holoceno, es decir, durante los últimos 126.000 años. En este intervalo temporal se produjeron algunas de las extinciones florísticas de más compleja explicación.

La primera de ellas fue la de *Platanus*. Este género, presente en la Península desde el Mioceno inferior, muestra un registro continuo a lo largo de todo el Pleistoceno y alcanza el Holoceno. Sin embargo, su desaparición en época reciente, una vez ha sobrevivido a los peores embates climáticos, no encuentra una fácil respuesta ecológica. Quizás los fenómenos de competencia con otros géneros como *Salix* o *Fraxinus*, que viven en hábitats similares, la reducción de sus poblaciones durante el Pleistoceno, así como distintos

fenómenos estocásticos pudieron ser los causantes de su extinción en Iberia (Postigo-Mijarra *et al.* 2010).

Otro género que parece haber persistido en la Península durante gran parte del Pleistoceno y del que se desconoce su paleobiogeografía es *Syringa*. Únicamente se ha citado a partir de granos de polen en el Pleistoceno superior del Abric Romaní (Barcelona). De forma similar, *Pinus haploxylon* aparece representado en el registro polínico del Pleistoceno superior de Cataluña. Es necesario estudiar nuevos afloramientos con el fin de ratificar la importancia de estos taxones en las comunidades vegetales del Cuaternario ibérico.

Uno de los casos más discutidos y de probablemente más difícil interpretación es el de *Cedrus*. Esta conífera tiene un registro continuo en la Península desde el Eoceno hasta el Holoceno (Postigo-Mijarra *et al.* 2009). Su presencia en el Cuaternario para el sur de Europa, incluida la Península, se ha relacionado con vientos procedentes de África que coinciden con periodos fríos y de deforestación (Magri & Parra 2002). Sin embargo, la presencia de polen en diferentes yacimientos cuaternarios ibéricos también se ha ratificado en periodos interglaciales. Por otro lado, es un hecho la existencia en la Península de enclaves favorables a este género, existiendo áreas en las que en la actualidad existe un conjunto florístico similar al de los cedrales del Atlas marroquí. Quizás, fenómenos como el fuego y la competencia natural con pinos y quercíneas en un entorno mediterráneo sometido a una intensa acción deforestadora por parte del hombre deberían ser tenidos en consideración para comprender la ausencia de *Cedrus* en Iberia. Estas causas parecen ser las responsables de su actual declive en el norte de África.

El último caso de extinción en el registro ibérico es el de *Picea*, taxón cuya presencia ha sido indicada desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno superior tanto por granos de polen como por estróbilos. Probablemente, como ha sido señalado en otras zonas de Europa, la sequía estacional haya sido un factor limitante para este género. Sin embargo, no tenemos datos suficientes para valorar la importancia de otros factores como la competencia con frondosas en la recolonización de territorios tras periodos desfavorables, o el impacto de las actividades humanas en áreas de montaña del norte peninsular (Postigo-Mijarra *et al.* 2010).

En su conjunto, podría parecer que en el Cuaternario no se produjeron un número elevado de extinciones, si comparamos con otros periodos del Cenozoico. Sin embargo, si tenemos en cuenta el número de taxones desaparecidos por periodo geológico, esta tasa de desaparición ha sido muy elevada (Carrión & Fernández 2009). Con el horizonte del cambio climático global, serán necesarios nuevos datos taxonómicos, paleoclimáticos, paleoecológicos y tafonómicos que completarán este esquema y nos informarán sobre cuándo, cómo y por qué se extinguieron estas especies en la Península Ibérica y qué pautas seguirá la vegetación en el futuro.

REFUGIOS GLACIALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA



J. MIGUEL



D. TRIGUEROS VERA

Parque Natural de los Alcornocales, Cádiz. El extremo sur de la Península Ibérica alojó durante el último período glacial, los máximos de diversidad de plantas leñosas

Supervivencia de árboles mesotermófilos durante las últimas fases glaciales del cuaternario

La Península Ibérica se ha mostrado especialmente proclive a una supervivencia extraordinaria de taxones leñosos durante todo el Cenozoico, pero muy particularmente durante el Cuaternario. Géneros como *Corylus*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Taxus*, *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Castanea* y *Fagus*, entre otros, son componentes comunes de los espectros polínicos del Pleistoceno no sólo en el sur peninsular, sino también en sectores continentales y septentrionales. Otros, como *Phillyrea*, *Juglans*, *Olea*, *Pistacia*, *Maytenus*, *Periploca*, *Lycium*, *Myrtus*, *Cistus*, *Withania* o *Calicotome* se constatan más frecuentemente en las regiones más meridionales. Los estudios paleobotánicos ciertamente ayudan a conocer la composición, estructura y localización de las poblaciones de árboles mesotermófilos, arbustos mediterráneos y elementos del matorral ibero-norteafricano durante las fases frías y áridas del Pleistoceno.

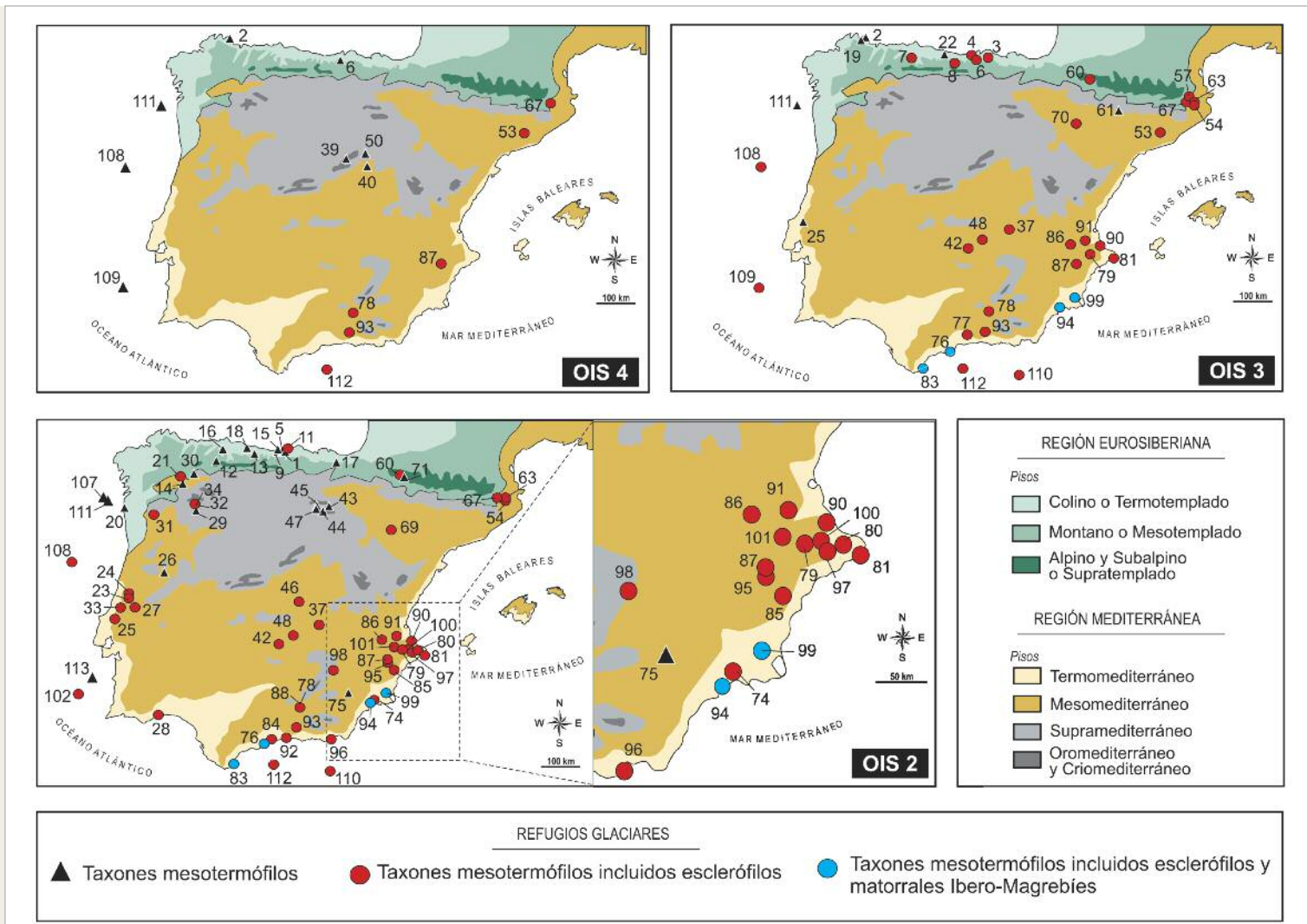
Durante bastantes décadas el papel de la Península Ibérica como reservorio de fitodiversidad cuaternaria fue infraestimado, pero en estos momentos, tanto los datos paleobiológicos como filogeográficos y los modelos climáticos de refugio potencial, sugieren un papel preponderante dentro de la cuenca mediterránea. La Península Ibérica debió estar cubierta por un mosaico complejo de poblaciones arbóreas, dentro de las cuales, sin duda, hubo procesos de competencia interespecífica, los cuales se acentuaron con las fases de expansión y colonización postglacial, en algunos casos incluso antes, durante la mejoría climática del Tardiglacial, entre 14.000 y 11.000 años antes del presente.

En un contexto diacrónico, algunos taxones, como *Juglans*, *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Celtis* y *Platanus* pueden ser considerados relictos del Pleistoceno. Cabe también destacar que algunos refugios pudieron situarse en altitud dentro de valles intramontañosos, como se ha evidenciado en la Sierra de Segura, a través de la secuencia de Siles. El cuadro paleofitogeográfico general se muestra cada vez más complejo conforme progresan las investigaciones, haciendo más plausible una dinámica postglacial de competencia, facilitación, cuellos de botella eventuales y flujo génico, que un escenario de migración a larga distancia, como se había asumido hasta hace pocos años.

“Reservorios de plantas leñosas” en el Cantábrico. Inferencias desde el estudio de carbón arqueológico

El conjunto de datos antracológicos obtenidos en el Cantábrico a lo largo del Pleistoceno superior muestra una flora leñosa de carácter preforestal: la leña de *Pinus*, *Betula* y en momentos posteriores, *Juniperus*, constituye el aporte esencial de combustible de los hogares domésticos de los grupos cazadores-recolectores paleolíticos durante las ocupaciones estacionales de las cuevas.

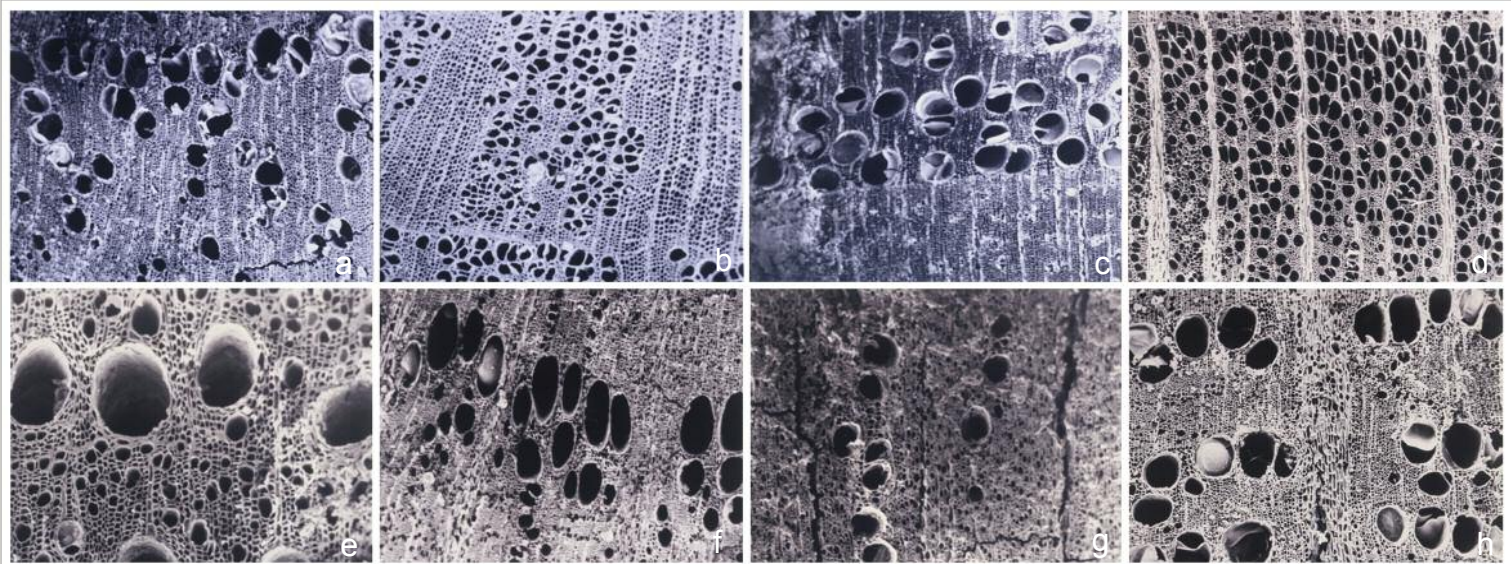
Las fuertes tasas de humedad que, de manera fluctuante, estuvieron presentes a lo largo de los diferentes períodos considerados, atenuaron los procesos de periglacialismo (ausencia de permafrost) dando lugar a unos suelos muy húmedos y encharcados con la consiguiente acidificación del substrato. El territorio fuertemente compartimentado (disposición estrecha de los relieves) y la discontinuidad de substratos calcáreo-síliceos geográfi-



Distribución peninsular durante los estadios isotópicos 4, 3 y 2 de taxones leñosos mesófilos y termófilos. Modificado de González-Sampérez *et al.* (2010)

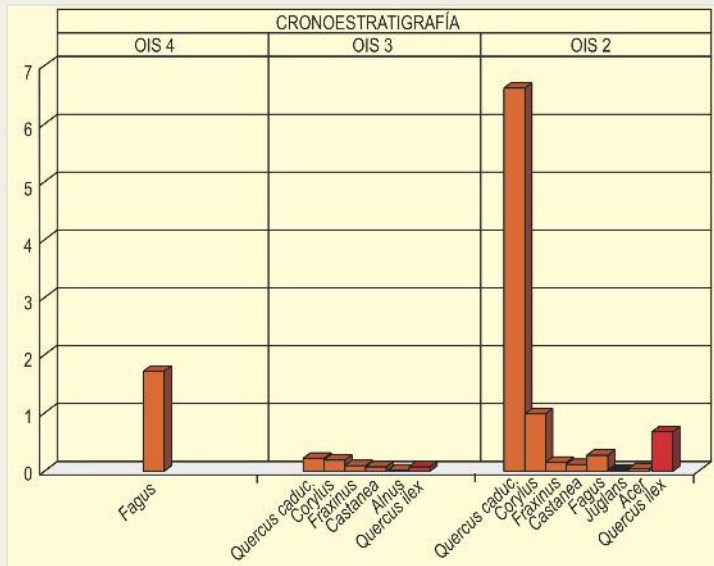


Bosque mixto de robleales con pinares en la Cornisa Cantábrica, Vizcaya. En estos territorios septentrionales de la Península Ibérica se refugiaron gran número de elementos mesófilos presentes en los registros polínicos del Pleistoceno



Especies leñosas encontradas en yacimientos de carbón de la región cantábrica. Corte transversal de a) *Castanea sativa*, b) *Corylus avellana*, c) *Fraxinus excelsior*, d) *Fagus*, e) *Quercus robur*, f) *Quercus pyrenaica* y g) *Quercus ilex* de Uzquiano (1992). Corte transversal de h) *Quercus faginea* (x 83) de Vernet et al. (2001)

P. UZQUIANO



Taxones mesotermófilos que aparecen en las ocupaciones humanas en la región Cantábrica durante el Pleistoceno superior

camente próximos, generó situaciones de abrigo diversas. El resultado es una flora con necesidades ecológicas diversas que convivió en un reducido espacio alrededor de los hábitats humanos prehistóricos y en clara conexión con ellos a través de la movilidad empleada por el cazador-recolector en la búsqueda diaria de los recursos económicos que precisaba para la supervivencia del grupo. La recolección de leña para los fuegos domésticos es una actividad económica más a tener en cuenta, ya que forma parte de las diversas estrategias de movilidad desarrolladas dentro del territorio de explotación de cada yacimiento. Esta convergencia de factores na-

turales y humanos nos ha servido para justificar la existencia de "reservorios de leñosas" repartidos de manera difusa a lo largo de la región cantábrica (Uzquiano 1992, 1995).

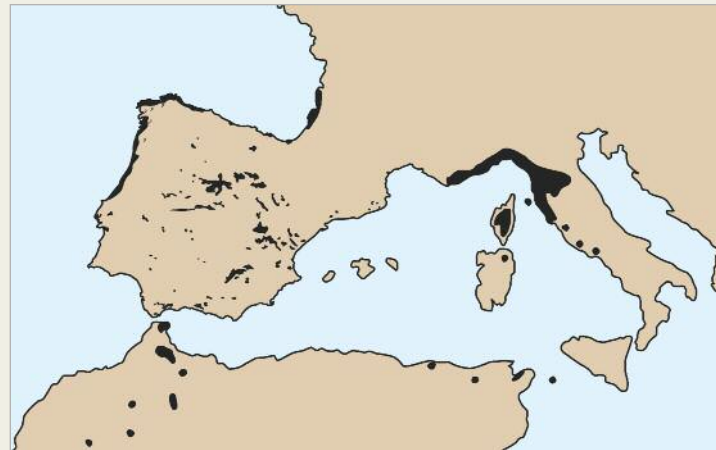
La posición de las cuevas en los fondos de valle o a media ladera facilitó un aprovisionamiento de combustible siguiendo un gradiente altitudinal que englobaba zonas de valle y hondonadas (*Salix*, *Quercus* de hoja caduca, *Corylus* y *Fraxinus*) y laderas de substrato diverso, las solanas calcáreas (*Pinus*, *Juniperus* e incluso *Quercus ilex*) y las umbrías con terrenos húmedos (*Sorbus* y *Betula*). El matorral arbustivo es el que mejor refleja esa alternancia de substratos calcáreos (rosáceas diversas, *Arbutus* y *Rhamnus*) y silíceos (*Ulex* y *Cytisus*). Asimismo, la exploración de estos valles por parte de los cazadores-recolectores paleolíticos ha puesto en evidencia, aparte de los sauces, avellanos o los robles, otros mesotermófitos más particulares como *Castanea* y *Fagus*. Su aparición tan puntual y discontinua en yacimientos de baja altitud, teniendo en cuenta sus necesidades ecológicas, nos hace sospechar que estos taxones se encontraban entremezclados con estos otros caducifolios mencionados en ciertas zonas de umbría y hondonadas frecuentadas de manera más ocasional por estos grupos humanos.

A la luz de los datos antracológicos obtenidos en la región cantábrica podríamos decir que las características del medio físico donde se ubican las cuevas consideradas, fueron propicias para la existencia de una biomasa combustible suficiente como para sustentar poblaciones arbóreas y sucesivas ocupaciones humanas de carácter estacional que se desarrollaron incluso en los momentos ecológicamente más desfavorables a lo largo del Pleistoceno superior.

PINUS PINASTER: ASPECTOS PALEOGEOGRÁFICOS

El pino resinero (*Pinus pinaster*) se distribuye por el Mediterráneo occidental, básicamente en España, Italia, Francia, Portugal, el Alto Atlas marroquí y Túnez, incluyendo algunas localidades insulares como Córcega. En la Península Ibérica ocupa cerca de 1,6 millones ha, de las cuales se supone que al menos 0,6 millones proceden de repoblaciones (Alía *et al.* 1996). Ocupa sustratos (granitos, esquistos, calizas, margas, etc.), topografías y situaciones climáticas muy variadas, desde las áreas subhúmedas del piso montano en la Región Eurosiberiana a zonas semiáridas en el Levante mediterráneo.

La historia geográfica de *Pinus pinaster* ha sido motivo frecuente de controversia. Algunos botánicos han mencionado explícitamente su carácter indígena en la Península Ibérica (Gil *et al.* 1990, Gil 1991) y unas pocas comunidades fitosociológicas han sido descritas e incluidas dentro de la alianza *Pino acutisquamaeJuniperion phoeniceae* (Nieto *et al.* 1991). No obstante, lo más común ha sido considerar esta especie como invasora del matorral esclerófilo o de bosques de hoja caduca (Rivas-Martínez 1987). En general, podría decirse que la literatura florística y fitosociológica no es compatible con la idea de la existencia de poblaciones natura-



Distribución de *Pinus pinaster*. Redibujado de Carrión *et al.* (2000)

les de esta especie, sugiriendo su carácter alóctono fruto de repoblaciones históricas. Incluso cuando desde el ámbito fitosociológico se han considerado algunos de estos pinares como autóctonos, sus poblaciones se asocian a situaciones topográficas y edáficas particularmente inestables o inmaduras, siendo tratadas como comunidades forestales xeroedáficas.



Pinares de pino resinero (*Pinus pinaster*) en Calar de La Sima, Yeste, Albacete



Pinus pinaster, A) conos masculinos, B) fructificación, C) polen fósil

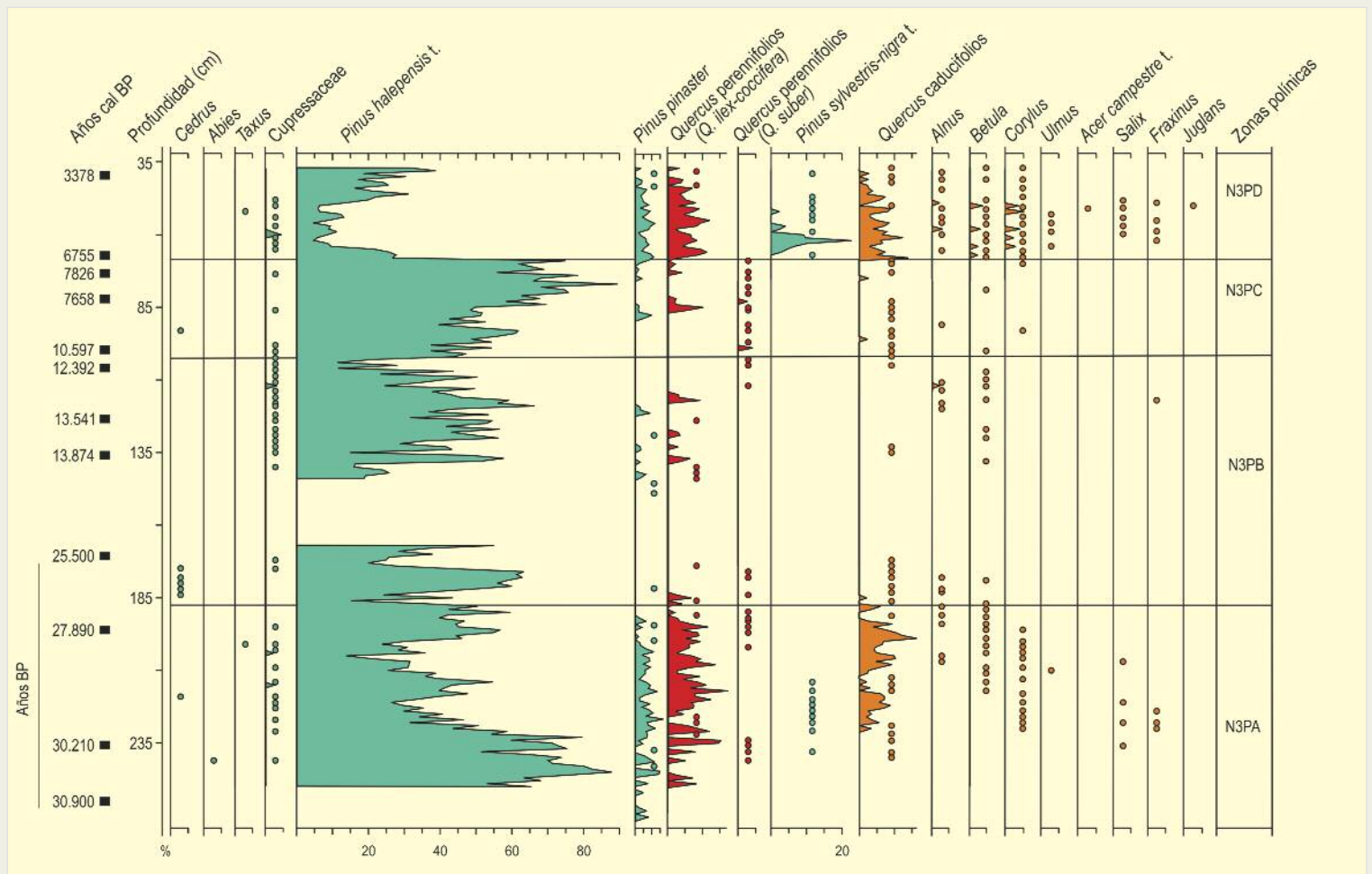


Diagrama polínico sintético de la secuencia de Navarrés en el que puede observarse presencia de *Pinus pinaster* incluso en el Pleniglacial superior. Redibujado de Carrión & van Geel (1999) y Carrión et al. (2000)



AF. CARRILLO

Corta de madera de pino resinero en el Calar de La Sima, Yeste, Albacete. Estos pinos han sido explotados tradicionalmente por su madera y su resina

En los últimos años un buen número de investigaciones paleobotánicas han demostrado el carácter natural de *Pinus pinaster* en la Península Ibérica desde el Pleistoceno. En Portugal, el análisis antracológico de diversos yacimientos arqueológicos (Figueiral 1995, Figueiral & Terral 2002) documenta la presencia de este pino en zonas costeras y del interior desde 33.000 años BP. Abundantes troncos fosilizados, con más de 7000 años de antigüedad, fueron localizados en la desembocadura del río Tajo (García-Amorena *et al.* 2007). Carbones de pino resinero forman parte también del registro arqueológico del yacimiento de la Edad de Hierro de Castillejos II en Badajoz, fechados en 2250 años cal. BP (Rubiales *et al.* 2009). En la vertiente meridional de la Sierra de Gredos, sobre el Valle del río Tiétar, la secuencia polínica de la turbera de Lanzahíta (López-Sáez *et al.* 2010) demuestra la dominancia de un denso pinar de *Pinus pinaster* durante los cerca de 2700 años de su recorrido temporal; re-

flejando, como muchos otros registros peninsulares, la resiliencia de estos pinares. Restos leñosos de esta especie aparecen también durante el Holoceno medio y reciente, en distintos puntos de la Meseta Norte y el Sureste (Rodríguez-Ariza 2000, Alcalde-Olivares *et al.* 2004); siendo particularmente abundantes en la cuenca del Duero (Rubiales *et al.* 2005, 2007, Morla Juaristi *et al.* 2009), donde también existen testimonios palinológicos de su presencia (Franco-Múgica *et al.* 2001, 2005), como sucede en algunas regiones orientales bajo influencia mediterránea o en el entorno de las Béticas (Carrión *et al.* 2001a,b, 2003a,b, 2004, 2007), e incluso en el Estrecho de Gibraltar (Carrión *et al.* 2008).

El registro polínico de la turbera valenciana de Navarrés (Carrión & van Geel 1999, Carrión *et al.* 2000) muestra la fluctuación sincrónica entre espectros dominados por *Pinus pinaster* y forma-



A.F. CARRILLO

Recuperación de pinar de *Pinus pinaster* tras un incendio en Villarrodriego, Jaén

ciones de *Quercus* durante los últimos 30 mil años; siendo reseñable el hecho de que en periodos glaciales el pino resinero, aún experimentando cierta retracción, consiguió sobrevivir en zonas refugio acompañado de árboles decíduos (*Corylus*, *Fraxinus*, *Quercus*) y arbustos mediterráneos (*Arbutus*, *Erica arborea*, *Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia terebinthus*, *Myrtus communis*, *Viburnum tinus*). Un panorama similar, en términos de interacción específica, se detecta en la secuencia del lago de Siles en la Sierra de Segura (Carrión 2002).

En definitiva, las investigaciones paleobotánicas sugieren que muchas de las poblaciones peninsulares de pino resinero deberían ser consideradas como naturales. Los cambios climáticos cuaternarios han jugado un papel fundamental en la estructura genética de esta especie; de hecho, su distribución actual puede entenderse, desde un punto

de vista filogeográfico, como el resultado de eventos climáticos acontecidos durante la última glaciación. Las poblaciones peninsulares de *Pinus pinaster* albergan una variabilidad genética muy compleja, con genotipos que muestran una adaptación muy marcada hacia condiciones ecológicas locales (Salvador *et al.* 2000). Zonas de elevada diversidad haplotípica se localizan en el centro y sureste (Bucci *et al.* 2007).

El escenario que se ofrece al combinar los datos genéticos con la evidencia fósil es que la distribución del pino resinero en la Península Ibérica puede ser explicada teniendo en cuenta la ubicación de sus refugios glaciales, las restricciones ambientales del pasado, su expansión durante el Holoceno, el impacto antrópico y, finalmente, la dinámica de sus poblaciones respecto de otras coníferas mediadas por el fuego (Gómez *et al.* 2005; Fernandes & Rigolot 2007).

DINÁMICA GLACIAL Y POSTGLACIAL DE *FAGUS* EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

En la actualidad *Fagus sylvatica* es una especie que posee un área de distribución muy amplia en Europa. Se encuentra de manera longitudinal desde la Cordillera Cantábrica en el oeste hasta las montañas balcánicas al este, y de manera latitudinal desde Sicilia en el sur hasta la parte meridional de Suecia y Noruega en el norte.

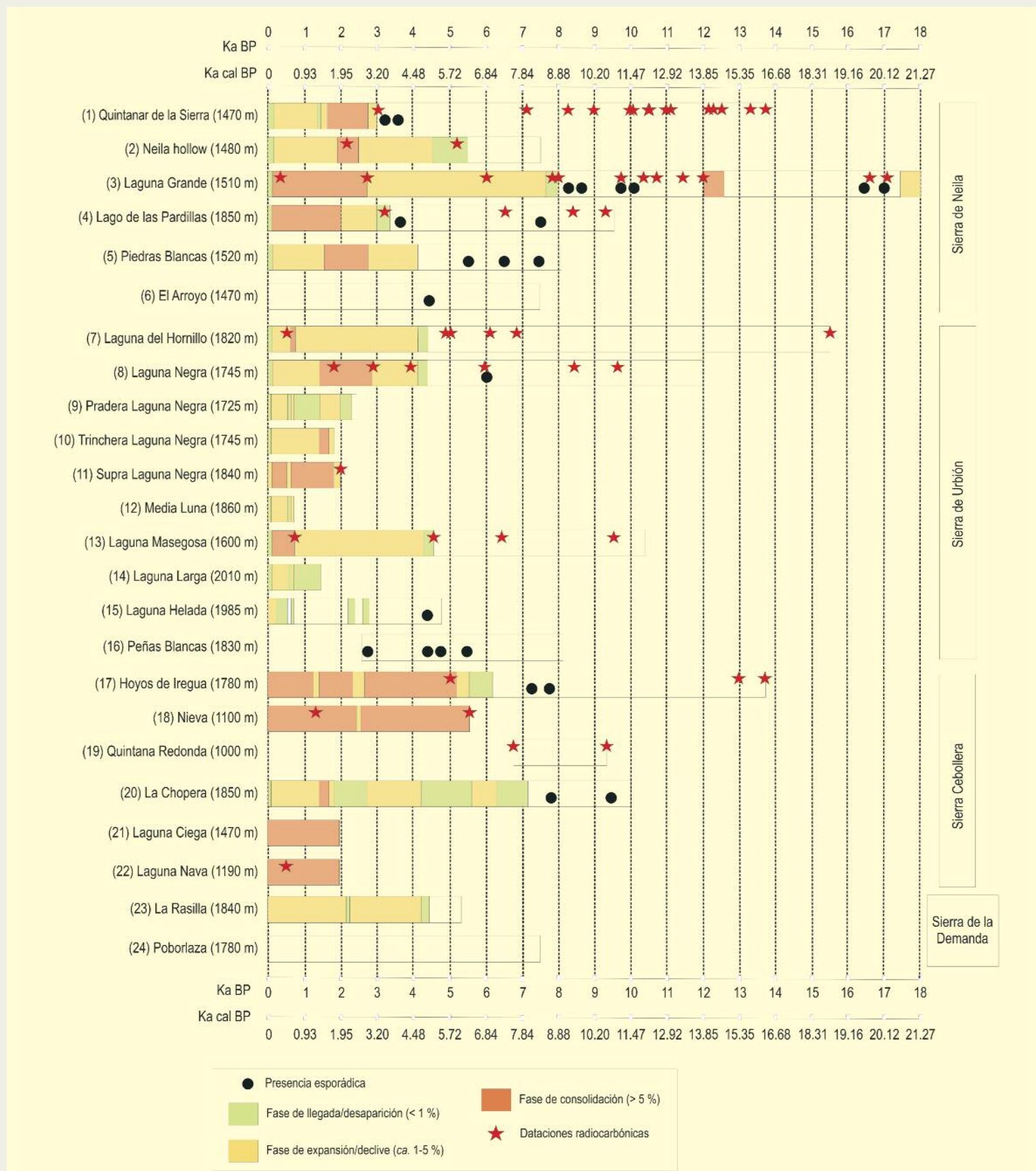
Centrándonos en la Península Ibérica, *Fagus sylvatica* se presenta en el norte y el noreste de la misma, aunque hay algunas localidades más meridionales, lejos de su área de distribución principal, en la que pueden encontrarse hayedos como, por ejem-

plo, el hayedo de Montejo en la Sierra de Ayllón (Costa Tenorio *et al.* 2001).

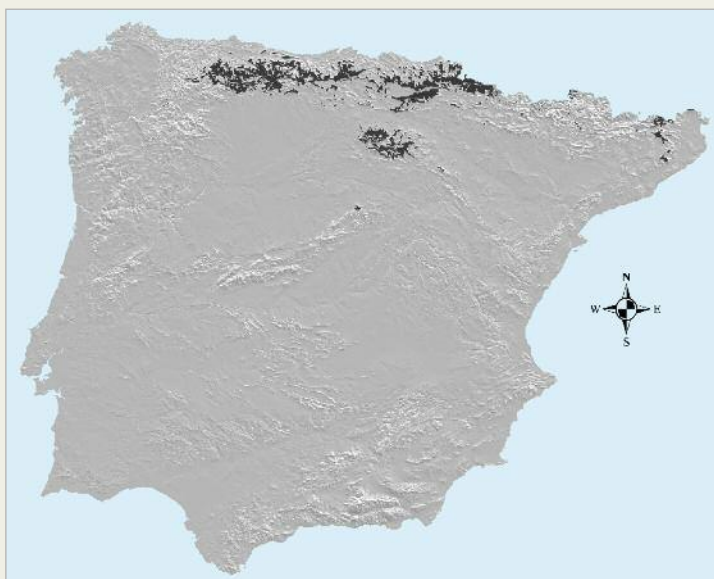
La dinámica de las poblaciones de *Fagus sylvatica* y sus migraciones durante el final del Cuaternario en Europa ha sido un aspecto muy discutido durante las últimas décadas desde un punto de vista paleobotánico. Sobre todo, durante los últimos ochenta años se ha discutido este tema para las masas forestales centroeuropeas (Tinner & Lotter 2006), en donde la cultura paleobotánica ha sido más importante que, por ejemplo, en la Península Ibérica.



Hayedo en el Monte Adarra de Urnieta (Guipúzcoa). Abajo detalle defolijas de *Fagus sylvatica*



Presencia de polen de *Fagus* durante el Pleistoceno final y el Holoceno en secuencias palinológicas del Sistema Ibérico Septentrional. Redibujado de López-Merino *et al.* 2008)



Distribución actual de *Fagus sylvatica* en la Península Ibérica

Para nuestra península, y teniendo en cuenta los escasos datos que se poseían anteriormente al respecto, se postuló que las poblaciones actuales serían el resultado de las supervivientes en refugios glaciares en el oriente europeo que habrían migrado hacia el occidente y alcanzado el norte de Iberia hace unos 3500-3000 años, durante el Holoceno reciente (Huntley & Birks 1983, Peñalba 1989, 1994). De hecho, incluso para Centroeuropa se postuló esta misma hipótesis de colonización desde los refugios constatados en los Cárpatos y los Balcanes. Sin embargo, el avance notable durante las últimas décadas de la investigación paleobotánica ha cuestionado esta hipótesis sobre el origen alóctono de los hayedos de la mayor parte de Europa que, adicionalmente, se ha visto desacreditada por el análisis genético de poblaciones de hayas realizado por Magri *et al.* (2006) y que ha situado varias zonas por todo el centro europeo y las penínsulas mediterráneas como enclaves refugio de *Fagus sylvatica*.

En cuanto a las penínsulas mediterráneas es importante el hecho de que tanto la Itálica como la Ibérica han resultado ser refugios de haya junto con la Balcánica, por lo que este último enclave no habría sido el único foco de colonización y expansión postglacial de este taxón como se pensó en un principio.

Para la Península Ibérica, gracias al trabajo y esfuerzo de diversos investigadores en el campo de la paleobotánica, durante las últimas décadas ha podido postularse una hipótesis alternativa acerca de la dinámica glacial y postglacial del haya en la que este taxón habría existido en nuestro territorio con anterioridad a hace unos 3500-3000 años (Costa Tenorio *et al.* 1990, Martínez-Atienza & Morla 1992).

Diversos estudios han puesto de manifiesto la existencia de *Fagus* durante el Pleistoceno en diversas secuencias. Entre estas secuencias, por poner algunos ejemplos, Area Longa en la zona costera gallega (Gómez-Orellana *et al.* 2007) y Laguna Grande en el Sistema Ibérico (Ruiz-Zapata *et al.* 2002) son dos evidencias antiguas encontradas hasta el momento fechadas en hace más de 50,000 años y más de 20,000 años, respectivamente, sobre sedimentos naturales; mientras que en sedimentos arqueopaleontológicos es de destacar la aparición de polen de *Fagus* en Atapuerca (García-Antón & Sainz-Ollero 1991) en cronologías del Pleistoceno medio.

A nivel global se han identificado los Pirineos, la Cordillera Cantábrica y el Sistema Ibérico como las principales zonas involucradas en la colonización postglacial acontecida durante el Holoceno de las montañas del norte peninsular (Magri *et al.* 2006, Magri 2008). En este sentido, varios trabajos han sido publicados en la última década, habiéndose efectuado en ellos extensas revisiones bibliográficas en zonas concretas de nuestro territorio, tales como el Noroeste peninsular por Ramil-Rego *et al.* (2000) y Muñoz Sobrino *et al.* (2009), y el Sistema Ibérico Septentrional por López-Merino *et al.* (2008).

Todos estos estudios han demostrado que la primera expansión de *Fagus* durante el Holoceno inicial/Holoceno medio probablemente esté relacionada con cuestiones climáticas; mientras que la mayor expansión ocurrida a finales del Holoceno posiblemente haya estado muy influida por cuestiones antrópicas que hayan favorecido la proliferación reciente de los hayedos desplazando a otras formaciones arbóreas. Aun así, en algunas áreas se está observando un progresivo declive de los hayedos que estaría relacionado con la intensificación del impacto humano en esas zonas. Paradójicamente lo que hizo a los hayedos expandirse durante los últimos 3000 años a partir de las poblaciones relictas autóctonas, en el presente es fuente de preocupación para su supervivencia en el futuro.

EL OLIVO: HISTORIA DE UNA ESPECIE EMBLEMÁTICA

El olivo y, mucho antes, el acebuche han sido plantas fundamentales para la subsistencia y economía de los pueblos del Mediterráneo. El primero forma parte de los cultivos más extendidos en esta región. Pero antes de su domesticación, el acebuche ya era intensamente explotado para la obtención de leña, para la alimentación del ganado y, probablemente, para el consumo de sus pequeños frutos, por su abundante disponibilidad en las formaciones vegetales de las zonas más cálidas de la cuenca mediterránea. Es además un buen indicador de condiciones termomediterráneas de carácter seco o semiárido, por su conciso intervalo de tolerancia climática.

Los procesos que explican el origen y expansión de las formaciones con acebuche están estrechamente ligados a los cambios climáticos acaecidos durante el último ciclo glacial y la consiguiente redistribución de la especie. Los restos de madera carbonizada de *Olea europaea*, apoyados por una serie cada vez más amplia de dataciones radiocarbónicas AMS realizadas directamente sobre restos de esta especie, han ayudado a dibujar con detalle su distribución y comportamiento durante el Pleniglacial y el Holoceno, que han sido recogidos recientemente en el trabajo publicado por Carrión *et al.* (2010).

Las evidencias muestran que, durante el Pleniglacial medio y reciente (c. 59.000-11.500 años cal. BP), *Olea* persistió en refugios localizados en las zonas más cálidas del Mediterráneo, concretamente, en el Levante meridional y Chipre, el sur de Grecia continental, Sicilia y el sur de Italia, el sur de la Península Ibérica, y probablemente, el norte de África, aunque son escasos los datos publicados para esta última.

Durante el Máximo Glacial (c. 22.000-18.000 años cal. BP), las poblaciones de *Olea europaea* debieron de reducirse drásticamente, dadas las escasas evidencias de su presencia por todo el Mediterráneo. Esta escasez de restos se extiende también al intervalo 11.500-8800 años cal. BP (Preboreal-Boreal según la estratigrafía climática del norte de Europa) ya que, durante estos periodos, *Olea* sólo se documenta en aquellas secuencias en las que la especie tiene una presencia continua desde época glacial, es decir, las zonas de refugio propuestas arriba. Yacimientos como la Grotta dell'Uzzo (Sicilia), Gorham's Cave (Gibraltar) o la Cueva de Nerja (Málaga) muestran que en estos enclaves localizados a lo largo de todo el Mediterráneo se refugiaron durante los periodos fríos las especies de necesidades más cálidas de toda Europa, entre ellas *Olea europaea*. Sin embargo, la datación directa de restos de



Olivares en Priego de Córdoba

Ref. Lab.	Yacimiento	Años cal BP	Arqueología	Método	Bibliografía
AA 75630	Klissoura Cave 1	61.440 - 55.320	Paleolítico medio	AMS	Kuhn <i>et al.</i> n. d.
ORAU-12272	Higueral de Valleja	42.630 - 41.390	Paleolítico medio	AMS	Jennings <i>et al.</i> (2009)
ICEN - 211	Castelejo	9070 - 8590	Mesolítico	AMS	Soares, com. pers.
AA-2295	La Falguera	8400 - 8080	Mesolítico	AMS	García and Aura (2006)
T18816A	Buraca Grande	7970 - 7770	Paleolítico superior	AMS	Figueiral, com. pers.
Beta-118025	Cova de les Cendres	7620 - 7460	Paleolítico superior	AMS	Villaverde (2001)
Beta-165793	Vale Pincel I	7440 - 7160	Neolítico antiguo	AMS	Badal & Carrión-Marco, unpubl.
GifA-101356	Cova de les Cendres	5035 - 4556	Neolítico	AMS	Bernabeu & Molina (2009)
GifA-101354	Cova de les Cendres	4933 - 4536	Neolítico	AMS	Bernabeu & Molina (2009)
Beta-187433	Cova de les Tàbegues	5390 - 4990	Neolítico final	AMS	Fernández (2006)
AA 73816	Klissoura Cave 1	4660 - 4220	Paleolítico superior	AMS	Stiner & Pigati, com. pers.
Beta-158013	Cova de Santa Maira	590 - 310	Mesolítico	AMS	Aura <i>et al.</i> (2006)

Dataciones AMS realizadas directamente sobre macrorrestos de *Olea europaea*. En azul aparecen las fechas incoherentes con el contexto cultural al que se asocian



Distribución de los macrorrestos de *Olea europaea* documentados desde el Pleniglacial al Holoceno medio. Yacimientos: 1 Gorham's Cave, 2 Klissoura Cave 1, 3 Boquete de Zafarraya, 4 Higueral de la Valleja, 5 Thera, 6 Cueva de Nerja, 7 Cabeço de Porto Marinho, 8 Ratlla del Bubo, 9 Öküzini, 10 Cova de les Cendres, 11 Grotta dell'Uzzo, 12 Shillouroukambos, 13 Cova de Santa Maira, 14 Abrigo da Pena d'Água, 15 Castelejo, 16 Khirokitia, 17 Río Palmones, 18 Atlit Yam, 19 Horvat Galil, 20 Vale Pincel I, 21 Rocha das Gaivotas, 22 Vale Boi, 23 Murciélagos de Albuñol, 24 El Retamar, 25 Cova Bolumini, 26 Cova Ampla del Montgó, 27 Cova del Llop, 28 Cova de la Recambra, 29 Tossal de les Basses, 30 La Vital, 31 Costamar, 32 Can Sadurní, 33 Can Tintorer, 34 Cova de l'Espérit, 35 Caucade, 36 Giribaldi, 37 Arene Candide, 38 Piana di Curinga, 39 Kephala-Petras, 40 Drakaina Cave, 41 Abric Romaní, 42 Buraca Grande, 43 Gruta do Caldeirão, 44 Cueva del Toro, 45 Murciélagos de Zuheros, 46 Polideportivo de Martos, 47 Cova de l'Or, 48 Abric de La Falguera, 49 Barranc de l'Encantada, 50 Cova de les Tàbegues, 51 Montou, 52 Cave of the Cyclops, 53 Boker, 54 Abu Salem, 55 Nahal Divshon, 56 Jericho

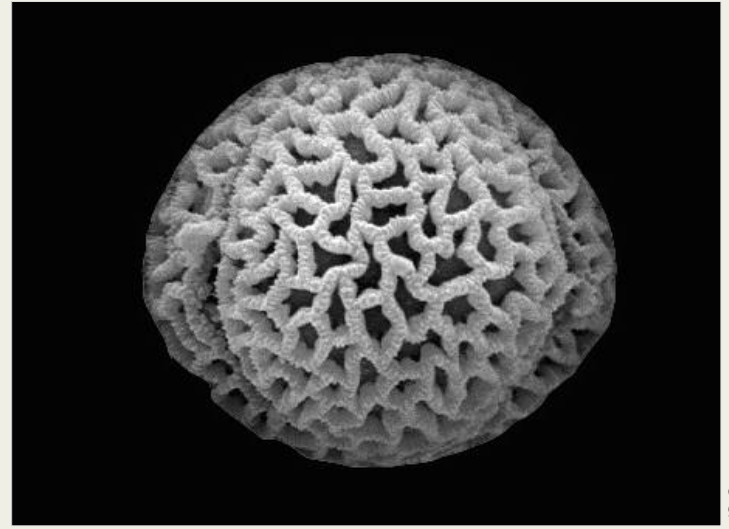


A.F. CARRILLO

Olea europaea. Existen evidencias de su cultivo desde la Edad del Bronce

esta especie ha demostrado que algunos macrorrestos de *Olea europaea* asociados a contextos arqueológicos de esta cronología son fruto de intrusiones estratigráficas desde niveles holocenos.

El denominado período Atlántico constituye la fase de expansión del acebuche por todo el piso termomediterráneo, sobre todo entre c. 7000-5500 años cal. BP. Es probable que la fase húmeda detectada por toda la cuenca mediterránea en momentos previos al 7000 años cal. BP (Jalut *et al.* 2009) favoreciera la expansión de la vegetación esclerófila con *Olea*, que pasa a ser muy abundante o incluso dominante en muchas secuencias del Mediterráneo occidental, siendo más escasa en la parte oriental de la cuenca. Con el final de esta fase húmeda, la progresiva aridificación pudo causar la expansión de la especie a lugares que se encuentran fuera de su área óptima, es decir al piso mesomediterráneo, aprovechando la regresión de los bosques mesófilos



J.S. CARRIÓN

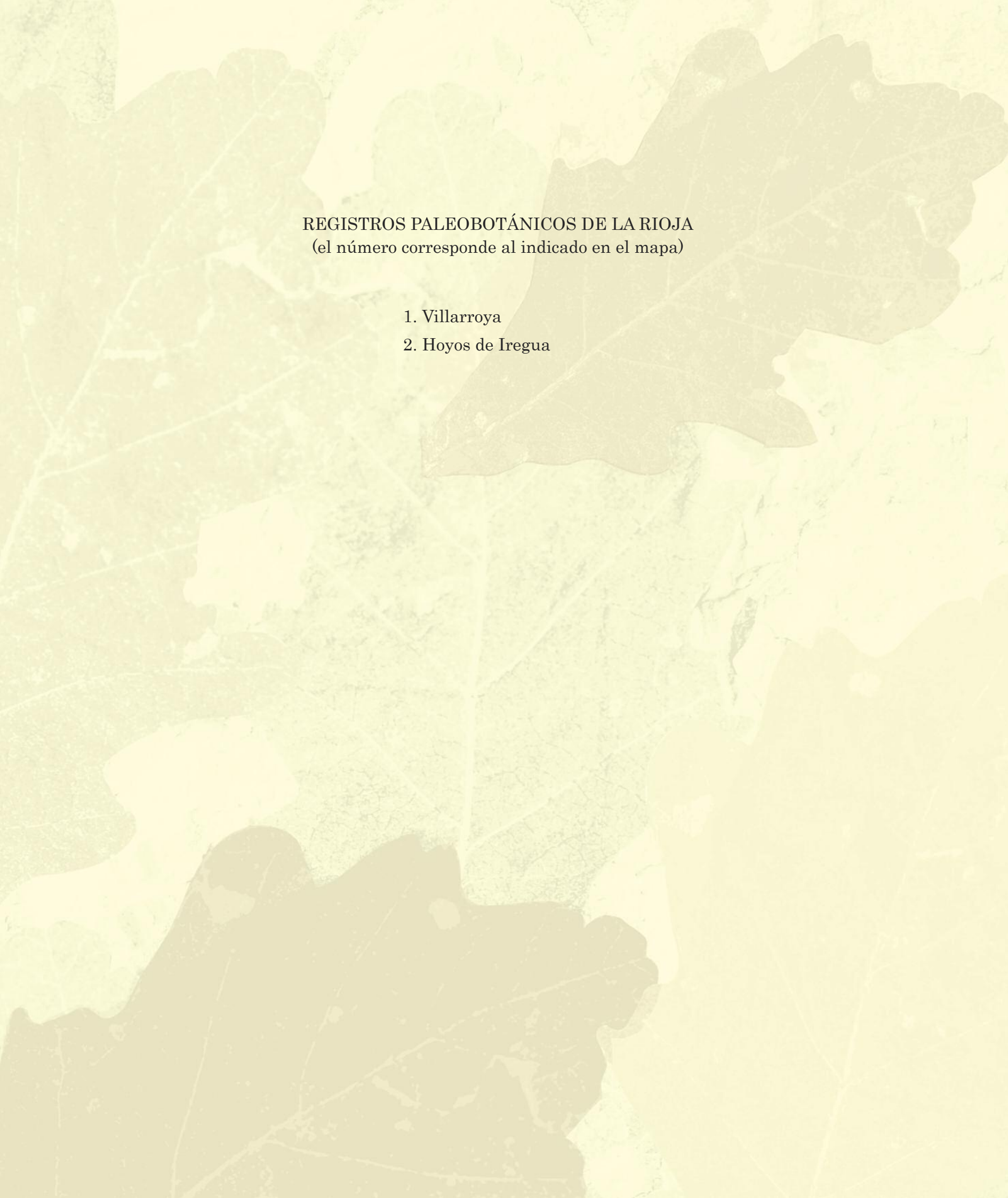
Grano de pólen fósil de *Olea* a MEB

en este ámbito, a la que también contribuye con las crecientes prácticas agrícolas. Éste es un momento clave en la configuración de las formaciones termomediterráneas con *Olea* tal y como las conocemos actualmente, y se documenta frecuentemente asociada a otras especies esclerófilas de ambientes cálidos, como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), las adelfas (*Nerium oleander*), la coscoja (*Quercus coccifera*), el mirto (*Myrtus communis*) o el espino negro (*Rhamnus lycioides*), entre otras.

Posteriormente, las formaciones en las que *Olea europaea* era un elemento clave de la vegetación natural, pudieron constituir la base para la implantación de su cultivo, que se documenta desde la Edad del Bronce en el Mediterráneo oriental y desde la Edad del Hierro en el occidental, ya que se ha demostrado que diversas poblaciones cultivadas a lo largo del Mediterráneo se corresponden con grupos de poblaciones silvestres autóctonas (Breton *et al.* 2009).

LA RIOJA





REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE LA RIOJA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Villarroya
2. Hoyos de Iregua

VILLARROYA

Sierra de Cameros, Villarroya, La Rioja
Plioceno



Figura 543. Paraje de Villarroya

El yacimiento plioceno de Villarroya (La Rioja) se encuentra localizado al noreste de la Sierra de Cameros (sector NO de la cadena Ibérica) en el interior de la cuenca de origen lacustre situada al sur de la mencionada localidad ($42^{\circ} 08' N$, $02^{\circ} 04' O$; 850 m s.n.m.). La cuenca se ubica próxima al contacto cabalgante de la misma con las facies borde de la cuenca terciaria del Ebro, tiene una extensión aproximada de 12 km² y está constituida por materiales de origen continental que llegan a superar los 100 m de potencia (Muñoz 1992, Muñoz *et al.* 1992).

En la cubeta de Villarroya se han diferenciado dos unidades tectosedimentarias principales: una inferior, formada por facies lacustres de hasta 20 m de espesor y una superior formada por facies lacustres a muro y completada por facies aluviales (conglomerados principalmente) que alcanzan los 70 m de espesor (Rodríguez-Lázaro *et al.* 1997). Son precisamente los depósitos aluviales superiores los que albergan los restos de mamíferos fósiles que han hecho mundialmente famoso el yacimiento (Carvajal 1928, Villalta 1952).

El entorno del yacimiento se enmarca dentro del piso bioclimático supramediterráneo pudiendo hallarse en las inmediaciones

del mismo matorrales calcícolas diversos con *Juniperus phoenicea*, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Rosmarinus officinalis*, *Dorycnium pentaphyllum* y repoblaciones de *Pinus nigra*.

El estudio polínico más reciente y completo es el realizado por Anadón *et al.* (2002) el cual permite diferenciar hasta 8 zonas polínicas (Fig. 544). En la parte más basal, zona polínica A1A, aparecen máximos de *Cistus*, *Abies* y *Quercus* perennifolios, con presencia moderada de *Pinus*. En este intervalo se produce un cambio de clima fresco atlántico a un clima templado con estaciones secas, similar al clima mediterráneo actual. Posteriormente, en la zona A1B se registra una diversidad elevada de coníferas y un predominio de Ericaceae, lo cual parece indicar una disminución moderada de la temperatura unida a un incremento de la humedad. En concreto, se produce la convivencia de taxones tales como *Pinus haploxylon*, *P. diploxylon*, *Abies* y *Tsuga*. Este cambio de vegetación parece culminar en la zona A1C, con un máximo de *Abies* junto a una significativa presencia de los mesohigrófilos *Tsuga* y *Carpinus*. En la zona A2A se pone de manifiesto una importante disminución del polen arbóreo paralelo a un incremento de Chenopodiaceae, presencia de *Ephedra fragilis* y la práctica ausencia de termófilos. Domina el bosque de coníferas de

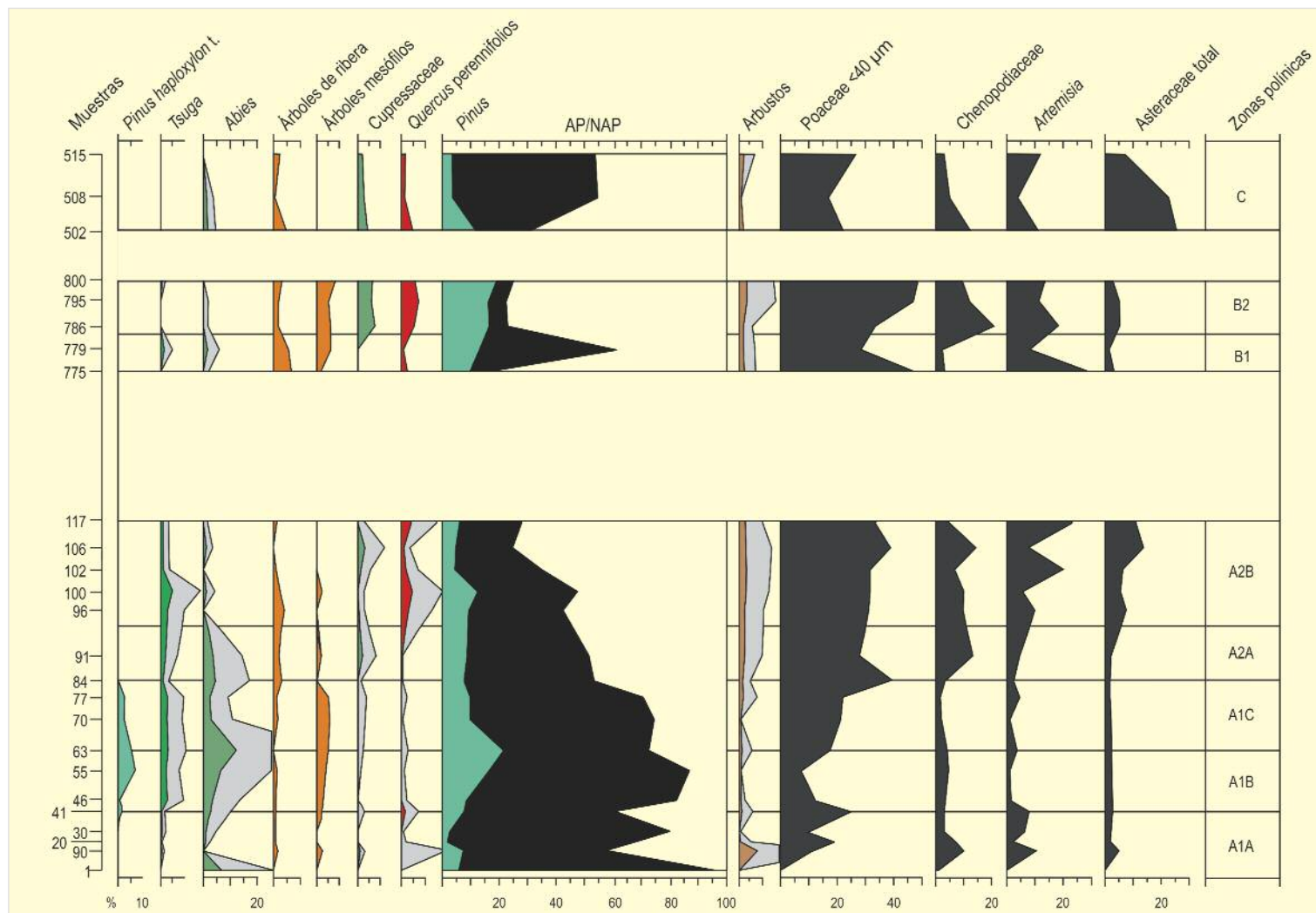


Figura 544. Diagrama polínico del yacimiento plioceno de Villarroya. Redibujado a partir de Anadón *et al.* (2002)

pino junto con *Abies* y *Tsuga*. Este cambio de vegetación se interpreta como una transición hacia condiciones más frías y secas. Posteriormente en la zona A2B se mantienen estas condiciones climáticas produciéndose una expansión de *Poaceae*, *Artemisia* y *Asteraceae*.

La zona B1 se caracteriza por la abundancia de árboles típicos de ribera como *Ulmus*, *Alnus*, *Corylus* y *Tamarix* junto a árboles mesófilos pudiéndose registrar también incrementos de *Abies* o *Tsuga*. Se produce por tanto ahora un cambio desde las condiciones secas y frías finales registradas en la zona A hacia condiciones más templadas y húmedas, con presencia ya en B2 de frecuentes mesófilos como *Fagus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Betula*, *Abies*, *Castanea* y *Erica*.

Finalmente, la zona C registra una diversidad arbórea decreciente con una expansión de las coníferas y predominio de *Pinus*, lo cual se relaciona con una disminución de la humedad y la temperatura.

Anadón *et al.* (2002) relacionan los cambios climáticos detectados en las zonas A1A y A2A con el inicio del enfriamiento en los inviernos en el área mediterránea hace aproximadamente 3,5-3,6 Ma

(Suc *et al.* 1995). Del mismo modo, la mejoría climática registrada en la zona B2 se relaciona con el calentamiento registrado hace aproximadamente 3,0-3,1 Ma en diferentes zonas de Europa. Lo cierto es que, a grandes rasgos, el diagrama de Villarroya refleja condiciones de clima mediterráneo continental. La ausencia de algunos taxones pliocenos típicos como *Taxodiaceae*, *Cathaya*, *Picea*, *Cedrus*, *Carya*, *Pterocarya* y *Liquidambar* se ha relacionado con la sequedad ambiental presente en la cuenca, lo cual podría corresponderse con su posición geográfica y altitud (Anadón *et al.* 2002).

Del análisis conjunto de las secuencias de Remy (1958) y Anadón *et al.* (2002) aparecen ciertas discordancias relacionadas con la dificultad para precisar los intervalos estudiados en ambas secuencias. Sin embargo, aunque existen algunas diferencias en los taxones que aparecen en los diagramas, a grandes rasgos sí existe coincidencia tanto respecto a los parámetros climáticos obtenidos como al conjunto global de taxones presentes en los mismos.

Más información

Anadón *et al.* (2002)

HOYOS DE IREGUA

Sierra de La Cebollera, Villoslada de Cameros, La Rioja
Pleistoceno superior-Holoceno (16.856-<5802 años cal. BP)



A. MEDAVILLA BARRAL

Figura 545. Hoyos de Iregua, La Rioja

El registro de Hoyos de Iregua, localizado en la provincia de La Rioja (42° 01' 26" N, 02° 45' 00" O; 1780 m s.n.m.), es un depósito de turba de origen glacial ubicado en la Sierra de la Cebollera, en el sector noroccidental del Sistema Ibérico. Esta turbera se emplaza en el piso oromediterráneo en un área en donde las formaciones arbustivas de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) con enebros rastroteros (*Juniperus communis* subsp. *nana*) son importantes y en donde

pueden encontrarse de manera más o menos habitual pinos, tanto *Pinus sylvestris* como *P. uncinata*. A altitudes menores, en los pisos supra y mesomediterráneo, conviven otras formaciones arbóreas, algunas en buen estado de conservación, como los pinares, hayedos (*Fagus sylvatica*) y melojares (*Quercus pyrenaica*), mientras que otras se encuentran más degradadas, como es el caso de los quejigares (*Quercus faginea*) y carrascales (*Quercus ilex*).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (Intervalos)	Años cal. BP	Método
Beta-76860	100-105	5060 ± 90	5606-5987	5802	convencional
Beta-83915	285-190	12.970 ± 70	15.096-16.279	15.560	AMS
Beta-76861	395-400	13.730 ± 60	16.687-17.037	16.856	AMS

Tabla 135. Dataciones radiocarbónicas de Hoyos de Iregua. Gil-García et al. (2002)

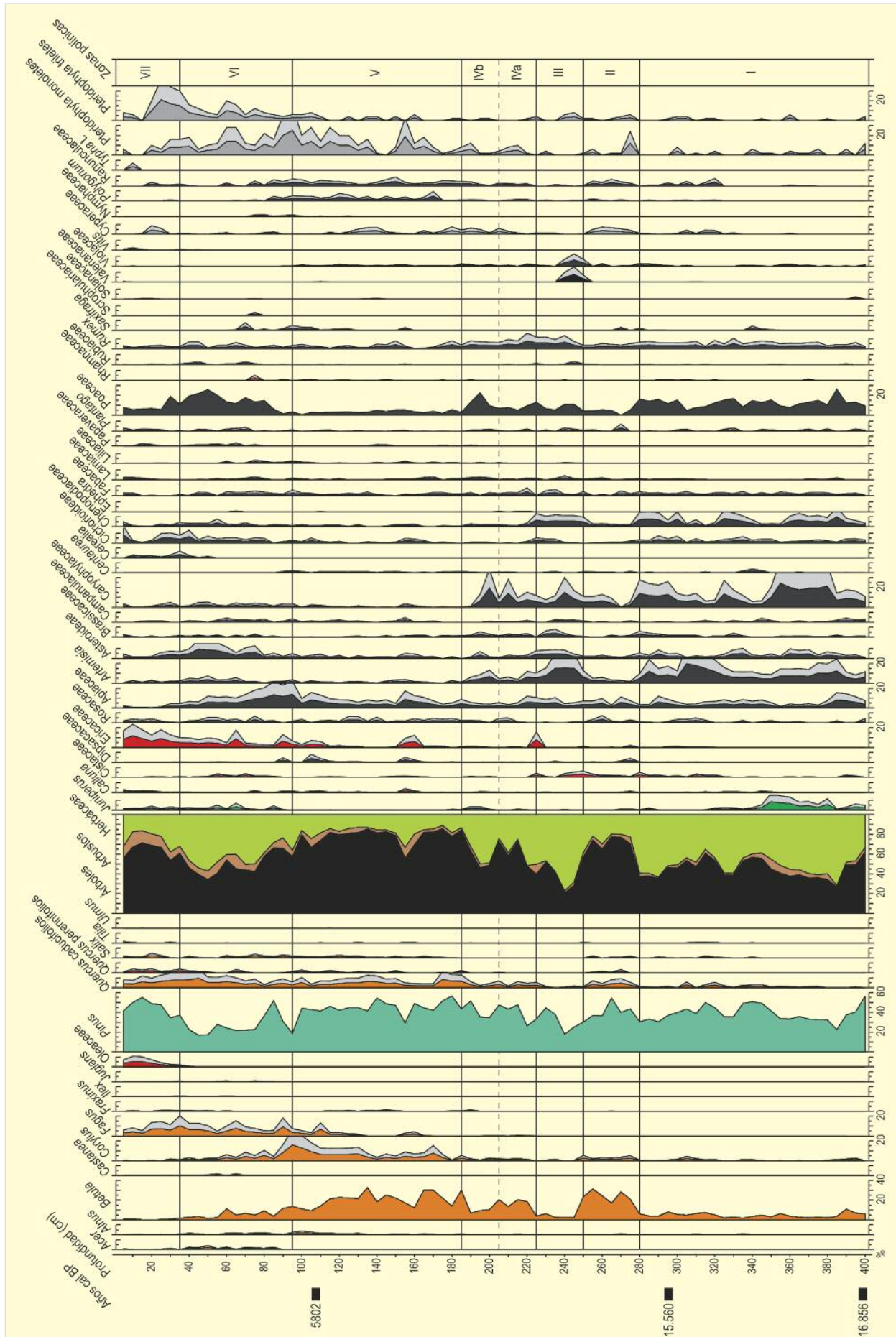


Figura 546. Diagrama polínico de Hoyos de Iregua. Redibujado de Gil-García et al (2002)

El estudio palinológico de esta secuencia ha sido realizado por Gil-García *et al.* (2002), quienes extrajeron un testigo de 400 cm, en el que efectuaron tres dataciones radiocarbónicas (Tabla 135). La fecha basal del depósito se sitúa en torno a 16.800 años cal. BP. El registro polínico se divide en siete zonas polínicas, de las cuales las tres primeras se corresponderían con el final del Pleistoceno, mientras que el resto se ubicarían en el Holoceno (Fig. 546).

La zona polínica I (16.856-15.560 años cal. BP) está caracterizada por representar un paisaje abierto en el que los taxones herbáceos tales como Poaceae, Caryophyllaceae, *Artemisia* y Chenopodiaceae serían los elementos dominantes de la cubierta vegetal. Aun así, pese a la escasa presencia de taxones de carácter arbóreo, los porcentajes de *Pinus* son importantes (cerca al 40%). Las autoras relacionan esta zona con el evento frío conocido como Dryas Antiguo.

En la zona polínica II (280-250 cm, c. 15.560-13.000 años cal... BP), correspondiente con el Interestadio Tardiglacial, se observa la disminución en importancia del elemento herbáceo, los altos valores que alcanzan *Pinus* y *Betula*, y la presencia con mayores porcentajes de ciertos tipos arbóreos de características mesotermófilas como *Quercus* caducifolia, *Corylus* y *Quercus* perennifolia. En cambio, en la zona III (250-225 cm, c. 13.000-11.600 años cal. BP) se reduce la importancia de los taxones arbóreos comentados para la zona II y se recuperan valores bajos cercanos a los descritos para el Dryas antiguo, además de expandirse la vegetación herbácea de ecología estépica como *Artemisia* y Chenopodiaceae/Amaranthaceae. Esta última fase del Pleistoceno se correspondería con el Dryas reciente.

Lo interesante de estas tres zonas polínicas de cronología pleistocénica es, primero, que en ellas se puede constatar la presencia importante de *Pinus* como configurador del paisaje durante esta época y, segundo, que se detecta la presencia de taxones mesotermófilos, por lo que esta zona montañosa del Sistema Ibérico debió de actuar como zona de refugio para quercíneas, avellanos, abedules, etc.

Las zonas polínicas IV-VII se ubican dentro del Holoceno, correspondiente a los últimos once mil años. En esta cronología se observa una rápida proliferación del componente arbóreo, que sigue estando dominado por *Pinus*. Durante el Holoceno inicial se observa la expansión de mesófilos como el abedul y el roble; en cambio, durante el Holoceno medio se observa la expansión del avellano y el comienzo de la proliferación de *Fagus*, durante el óptimo climático, que culminará en el Holoceno final. De hecho, desde el último tercio del registro post-glacial se observa (zonas VI y VII) la señal del inicio del impacto de las actividades antrópicas. Este impacto queda patente con la disminución de la presencia de la mayor parte de los taxones arbóreos (incluso de *Pinus*) que formaban las masas forestales, a excepción de *Fagus*, con el aumento de taxones herbáceos relacionados con actividades antrópicas y creación de pastos, con el aumento del componente arbustivo y, por último, con la aparición de cultivos en la zona como los de cereal, olivo y vid.

Para finalizar, dos hechos significativos son las dinámicas de *Pinus* y *Fagus*. Primero, tras la deforestación que sufrió el pinar en la zona en consonancia con la regresión arbórea detectada para casi todos los taxones arbóreos durante el último tramo del Holoceno, al final del diagrama se observa el incremento de sus porcentajes. Este aumento estaría relacionado con las repoblaciones forestales con pinos realizadas en la zona, aunque este hecho no debería de enmascarar el carácter autóctono del pinar en la zona desde hace más de 16.000 años. Segundo, la expansión del hayedo aún produciéndose la regresión del resto de las masas forestales. López-Merino *et al.* (2008) han estudiado esta característica en el Sistema Ibérico septentrional demostrando que la expansión del haya se produjo a partir de poblaciones autóctonas, pero que ésta ha estado favorecida por las actividades antrópicas que, aunque nefastas para otras especies arbóreas, han sido apropiadas para el establecimiento reciente de los hayedos de la zona.

Más información

Gil-García *et al.* (2002)

COMUNIDAD DE MADRID



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Calvero de la Higuera
2. Rascafría
3. Jarama

CALVERO DE LA HIGUERA

Sierra de Guadarrama, Lozoya-Pinilla del Valle, Madrid
Pleistoceno superior-Holoceno (90.961-860 años BP)



Figura 547. Panorámica del Calvero de la Higuera en la Sierra de Guadarrama

Los yacimientos arqueopaleontológicos de Pinilla del Valle (40° 56' N, 03° 46' O; 1100 m s.n.m.), se localizan en el denominado Calvero de la Higuera (margen derecha de la presa que existe en la cabecera del río Lozoya) (Fig. 547), frente a la localidad de la que toma el nombre, formando parte del sector central de la Sierra de Guadarrama (Madrid). Su origen está relacionado con los fenómenos de karstificación (lapiaces y dolinas en el exterior y cavidades o galerías, en el interior) desarrollados sobre la serie carbonatada de edad cretácica que aflora en la zona, así como con los procesos

de disección fluvial de los arroyos Lontanares y Valmaillo, que confluyen en el río Lozoya. Dichos yacimientos son el resultado de una sedimentación intrakárstica de los abrigos y cuevas localizados en el Calvero de la Higuera, que presentan una de las asociaciones paleontológicas más completas del Pleistoceno superior de la Península Ibérica, con evidencias de intervención humana (*Homo neanderthalensis*) e industria lítica. Hasta la fecha, el yacimiento está constituido por tres afloramientos: la cueva del Camino, la cueva de la Buena Pinta y el abrigo de Navalmaillo.

Ref. Lab./Método	Nivel	Yacimiento	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)
Beta 222864/AMS	NV15	Navalmaillo	42	860 ± 40	711
Beta 222863/AMS	NV14	Navalmaillo	105	3790 ± 40	4174
Beta 222862/AMS	NV13	Navalmaillo	149	3690 ± 60	4030
---/OSL	F	Navalmaillo	----	71.685 ± 5082	---
Beta-199880/AMS	CBPN1	Buena Pinta	45	1920 ± 40	1868
Beta-199881/AMS	CBPN2	Buena Pinta	75	4010 ± 40	4482
Beta-199882/AMS	CBPN3	Buena Pinta	150	4940 ± 40	5664
----/OLS	3	Buena Pinta	----	63.451 ± 5509	----
----/TL	5	Camino	----	90.961 ± 7881	----

Tabla 136. Dataciones ^{14}C y otras técnicas de las secuencias de Cueva del Camino, Cueva de la Buena Pinta y Abrigo de Navalmaillo

LA CUEVA DEL CAMINO (Fig. 549) abierta en la actualidad por desplome del techo, está constituida por un relleno kárstico, cuya base (nivel F) son arenas, gravas y arcillas de origen fluvial. Entre el nivel 5 (datado en torno a 90.961 BP y donde se encuentra la mayor parte del

contenido paleontológico) y el nivel 9, hay un relleno autóctono asociado al área fuente calcárea de la cueva. La secuencia polínica procede del sector norte de la cueva y destaca por la prevalencia de *Pinus* (Fig. 548). Sin embargo, los altos porcentajes de polen de pino

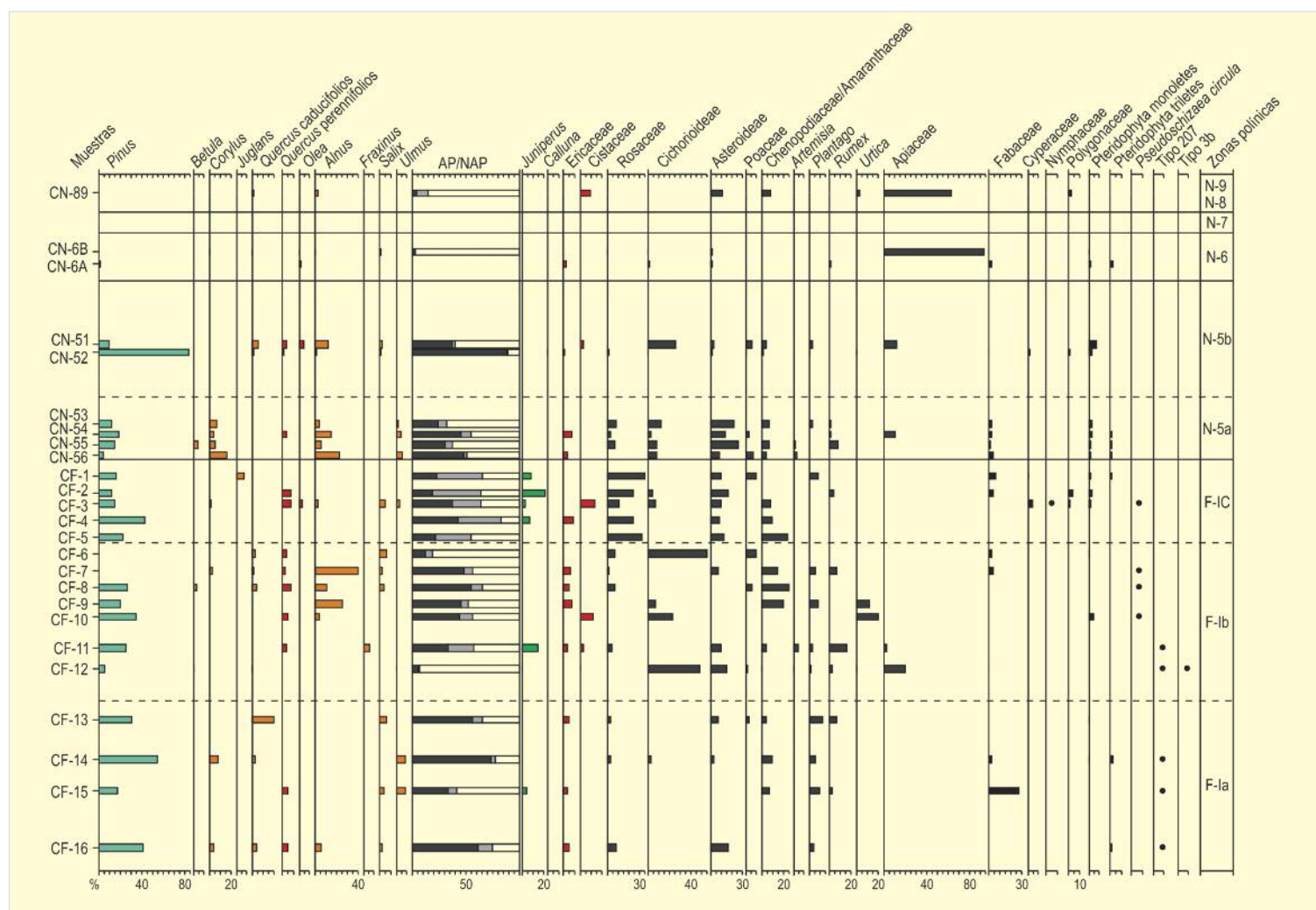


Figura 548. Diagrama polínico de la Cueva del Camino. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2007)



Figura 549. Yacimiento Cueva del Camino

obtenidos en las muestras CF-4 y CN-52 deben ser tomados con precaución, ya que están asociados a la ausencia de otros taxones arbóreos. En menor proporción están presentes *Quercus caducifolios*, *Quercus perennifolios*, *Corylus*, Oleaceae y, puntualmente también *Betula*. Los taxones de ribera, en general bien representados, están dominados por *Alnus* y en menor medida por *Salix* y *Ulmus*. Ericaceae, *Juniperus*, Rosaceae y Cistaceae conforman la orla arbustiva que, salvo

en las muestras CF-5 a CF-1, donde supera el 20% del total de la vegetación, no juega un papel importante en el paisaje vegetal. Dentro del grupo herbáceo los taxones más representativos son Cichorioideae y Asteroideae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae, *Plantago*, *Rumex* y *Urtica*. Los hechos más relevantes detectados en esta secuencia se resumen en una pérdida gradual de la cobertera forestal, asociada al desarrollo progresivo de los taxones herbáceos de carácter xérico.

LA CUEVA DE LA BUENA PINTA (40° 56' N, 03° 46" O; 1114 m s.n.m.) está constituida por una secuencia basal, depositada durante el Pleistoceno superior (datada en 63.451 BP, nivel 3) y otra superior, que sella la entrada de la cueva con anterioridad a 4940 BP (Figs. 550 y 551). En la secuencia pleistocena, de 130 cm de potencia, se han diferenciado cuatro niveles arqueológicos (N-2, N-3, N-4 y N-5), todos ellos discernibles desde el punto de vista palinológico, aunque muchas de las muestras han resultado ser estériles. Como característica general, destaca la baja diversidad del conjunto florístico que se materializa en la identificación de 24 taxones de los que sólo 6 son arbóreos. Dominan los paisajes abiertos constituidos principalmente por Chenopodiaceae y Asteraceae, mientras que *Pinus* es el componente principal de un estrato arbóreo muy empobrecido en el que se detectan muy puntualmente presencias de *Quercus caducifolio* y de *Ulmus*.



Figura 550. Perfiles estudiados en la Cueva de la Buena Pinta



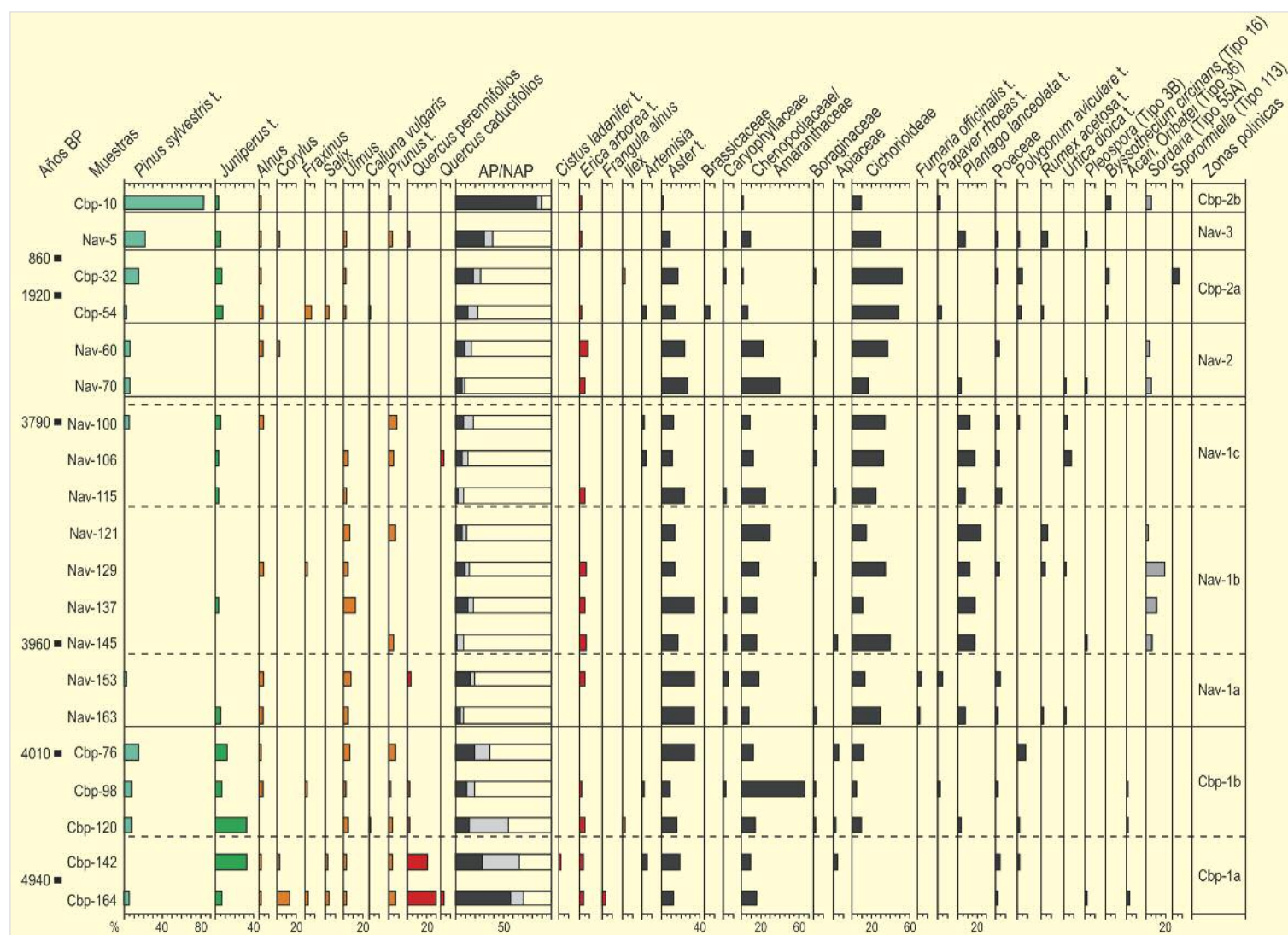


Figura 551. Histograma polínico integrado del yacimiento arqueopaleontológico del Calvero de la Higuera: Cueva de la Buena Pinta y Abrigo de Navalmaillo (CBP y NAV). Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2008)

Para la zonación de la secuencia polínica de Buena Pinta se han mantenido los criterios estratigráficos, dadas las peculiaridades que mantienen cada uno de los niveles desde el punto de vista de la vegetación. En general se observa que el registro polínico indica un paisaje vegetal predominantemente herbáceo.

Tras un importante hiato sedimentario, se deposita la secuencia holocena que sella la entrada de la cueva. El perfil muestreado se localiza en el sector norte de la misma, donde alcanza una potencia de 1,80 m. En el perfil se han identificado un total de 30 taxones de los que 9 son arbóreos (Fig. 551). El estrato arbóreo está constituido mayoritariamente por *Pinus*, que acompañado por taxones de ribera (*Alnus*, *Salix*, *Fraxinus* y *Ulmus*), *Quercus* tipo perennifolio, *Corylus*, *Juglans* y *Quercus* tipo caducifolio, definen la instalación de unas condiciones de carácter templado mediterráneo. *Juniperus* es el componente principal del grupo arbustivo, acompañado en menor medida por Cistaceae, *Calluna*, Ericaceae y Rosaceae. El conjunto herbáceo presenta poca diversidad y está dominado por Asteraceae

y Chenopodiaceae; el resto de los taxones identificados se distribuye de un modo puntual a lo largo del perfil. La presencia continua de los taxones acuáticos y del bosque de ribera, permite inferir un cierto grado de humedad. Se observa una tendencia progresiva hacia la instalación de paisajes abiertos, marcada por el fuerte retroceso de la masa forestal (hasta 1920 años BP).

Del comportamiento y distribución de los taxones a lo largo del perfil, se observa una sucesión de cambios significativos: la zona 1a, depositada en torno a 4940 años BP y caracterizada por la presencia de un bosque bien desarrollado. Con anterioridad a los 4010 años BP (4560-4410 años cal. BP) se define la zona 1b, que representa una fase de dominio herbáceo, debido a la expansión, primero de Chenopodiaceae y a continuación de Asteraceae. La zona 2a, en contacto erosivo con la infrayacente, está datada inicialmente hacia los 1920 años BP, momento en el que tiene lugar la expansión de Cichorioideae, sin embargo, con posterioridad a 1920 años BP se expande el bosque de *Pinus* (zona 2b).

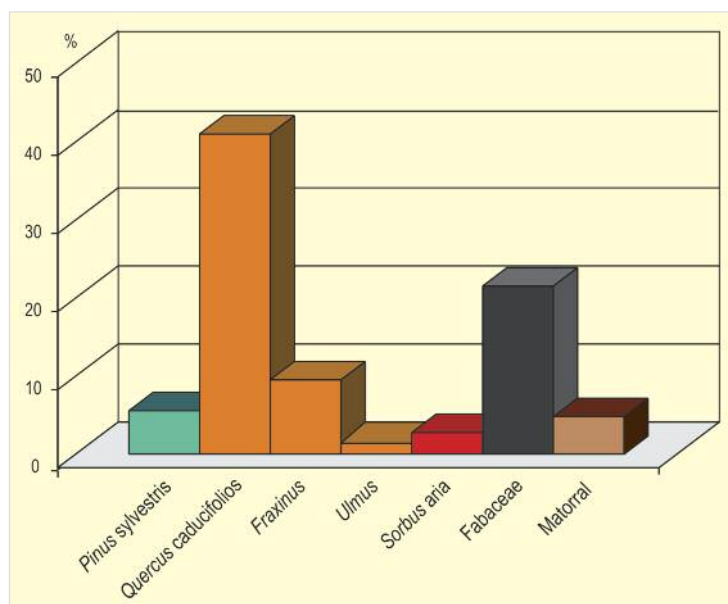


Figura 552. Datos antracológicos del nivel holoceno 1 de Buena Pinta, correspondiente a la Edad del Bronce. Redibujado de Uzquiano (inédito)

Los resultados antracológicos (Fig. 552) muestran un dominio alternativo de *Quercus caducifolios* y Fabaceae. *Pinus sylvestris* presenta valores discretos. *Quercus pyrenaica*, *Sorbus aria*, *Fraxinus* y *Ulmus* completan el espectro antracológico obtenido en nivel holoceno 1. Los taxones evidenciados sugieren una explotación alternativa de cumbres, laderas (solanas y vertientes más húmedas) y fondos de valle.

En el **ABRIGO DE NAVALMAILLO** (40° 55' N, 03° 49' O) la deposición del registro holoceno cierra una secuencia del Pleistoceno superior (datada en 71.685 años BP, nivel F), que colmata la cavidad y que presenta un escaso contenido en polen (Fig. 553). Litológicamente el relleno holoceno del abrigo, de 1,7 m de potencia, es muy similar al de la cueva de la Buena Pinta, si bien las dataciones radiométricas sitúan la formación del mismo con anterioridad a los 3690 años BP (4170-3860 años cal. BP). Los casi dos mil años de diferencia entre las dataciones realizadas a los 105 cm y a 42 cm (Tabla 136), constatan la existencia de un hiato en esta secuencia. En el análisis polínico se revela la existencia de un paisaje muy abierto a lo largo de toda la secuencia, dominado por Asteraceae liguliflorae y tubuliflorae, Chenopodiaceae-Amaranthaceae y en menor medida, Poaceae que junto al desarrollo del microfósil no polínico tipo 3b, definen la instalación de unas condiciones fundamentalmente secas y explican el escaso desarrollo de los elementos acuáticos (Cyperaceae, Ranunculaceae y Polygonaceae) y de los taxones riparios (*Alnus*, *Fraxinus* y *Ulmus*). La presencia de taxones nitrófilos como es el caso de *Plantago* y más esporádicamente *Urtica* y *Rumex* así como la del microfósil no polínico tipo 55 A, de afinidad coprófila, evidencian la existencia de herbívoros en el territorio sobre todo con anterioridad a los 3790 años BP. El estrato arbustivo constituido por



Figura 553. Perfil holoceno de Navalmaillo (NAV)

Juniperus, Ericaceae y Rosaceae, es poco representativo y no tiene ningún elemento dominante, lo que indica el escaso e irregular desarrollo del matorral.

Estos yacimientos representan episodios diferentes. Así, la zona I del abrigo de Navalmaillo (Nav-1 y Nav-2) representaría la continuación de la zona II de la cueva de la Buena Pinta (Cbp-1) y Nav-3 sería correlacionable con Cbp-2a. Esta ubicación cronológica se ha materializado en la tabla 136, donde se puede establecer una secuencia más completa para los últimos 5000 años en el entorno del Calvero de la Higuera. Con anterioridad a 4940 (Cbp-1a), el paisaje local estaría dominado por un bosque mixto de quercíneas, relativamente denso que, junto al desarrollo de los pinares en las zonas montañosas próximas, definiría unas condiciones climáticas de carácter templado mediterráneo.

Los primeros síntomas de aridez se manifiestan inicialmente en el desarrollo del estrato arbustivo y culminan con anterioridad a 4010 años BP. Las zonas polínicas, Nav-1 y Nav-2 mostrarían la paleovegetación del área hacia 3800-3600 años BP, reflejando la instalación de unas condiciones secas y un fuerte incremento de la actividad antrópica. A partir de la zona Cbp-2a (1920 años BP) se detecta la recuperación del pinar que culmina en Cbp-2, probablemente como reflejo de las medidas de intervención (Plan Provisional de Aprovechamiento Forestal 1873-74) y la existencia de procesos de repoblación.

Más información

Uzquiano (2002), Ruiz-Zapata *et al.* (2007a,b, 2008)

RASCAFRIA

Valle del río Lozoya, Rascafría, Madrid
Holoceno (8500 años BP-actualidad)



F. FRANCO

Figura 554. Turbera de Rascafría

La turbera muestreada (Fig. 554) se localiza en el fondo del valle del río Lozoya, encajado entre los dos ejes montañosos principales que conforman la Sierra de Guadarrama ($40^{\circ} 54' 42''$ N, $03^{\circ} 51' 47''$ O; 1113 m s.n.m.). Este tramo es conocido también como Valle del Paular, valle profundo, plano y estrecho, respaldado por un gran anfiteatro montañoso que se ubica en un bloque plutónico hundido (Graben). El valle se sitúa en una región de bioclimatología mediterránea continental con variaciones de montaña, caracterizada por una intensa sequía estival, fuertes contrastes térmicos estacionales y abundantes precipitaciones orográficas. Además, se encuentra situado entre prados de siega y setos de bosque en pleno dominio del bosque, constituido por un mosaico de melojares (*Quercus pyrenaica*) y sotos ribereños. Los lindes de los prados están constituidos por un mosaico de abedules, fresnos, melojos, sauces, avellanos, madreselvas, bone-

teros, durillos, cerezos (*Prunus padus*), *Viburnum opulus*, etc. En las laderas que rodean la turbera aparecen rodales degradados de melojo y a cotas más elevadas, como bosque altimontano, se desarrollan los pinares albares.

Rascafría es la turbera estudiada más antigua del valle, una de las más profundas (210 cm) y la situada a menor altitud de las analizadas en la Sierra de Guadarrama. La secuencia polínica (Fig. 555) recoge la historia del cambio de la vegetación de los últimos 8500 años. Lo más llamativo del diagrama es la gran importancia que tienen los pinares desde el inicio y a lo largo de toda la secuencia, presumiblemente de pino albar (*Pinus sylvestris*). La zona I, entre 8500 y 3700 años BP, se caracteriza por la continua representación y abundancia de especies arbóreas (llegan hasta el 92%), principalmente *Pinus* y, en menor medida, *Betula*, *Quercus* caducifolios y *Salix*. Los matorrales y las herbáceas apenas tienen relevancia en este periodo. El paisaje en los alrededores de Rascafría estaría dominado por un pinar montano sustituido hacia el fondo del valle con rodales más o menos densos de caducifolios mesófilos como melojos y abedules y, en menor medida, sauces, avellanos, fresnos, acebos e incluso castaños.

En contraste, los dos milenios siguientes, entre 3700 y 1700 años BP (zona II), se caracterizan por un descenso drástico del polen arbóreo, en especial de *Pinus*, asociado a un incremento de las herbáceas, tanto heliófilas (*Helianthemum*, *Artemisia*, Cichorioideae y Poaceae) como ruderales o aquellas probablemente ligadas a las actividades agrícolas (*Rumex*, *Plantago coronopus*, Cerealia y *Olea*). Se registran a su vez fragmentos de carbón y algunos microfósiles no polínicos, como *Gelasinospora*, asociados a la presencia polínica de *Cistus* y *Asphodelus*, sugiriendo la incidencia de fuegos locales y regionales. Asimismo, se detecta también un incremento de taxones acuáticos y ciertos microfósiles no polínicos que sugieren un aumento del nivel freático local. Todas estas evidencias tanto de la vegetación como hidrológicas, nos indican

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal. AD/BC	Método
β-49292	83-100	1000 ± 60	910	AD 937-AD 1164	convencional
β-74718	172-182	7180 ± 70	8030	BC 6168-BC 5931	convencional
β-54860	198-210	8410 ± 250	9390	BC 7953-BC 6759	AMS

Tabla 137. Dataciones radiocarbónicas del registro de Rascafría. Franco-Múgica et al. (1997)

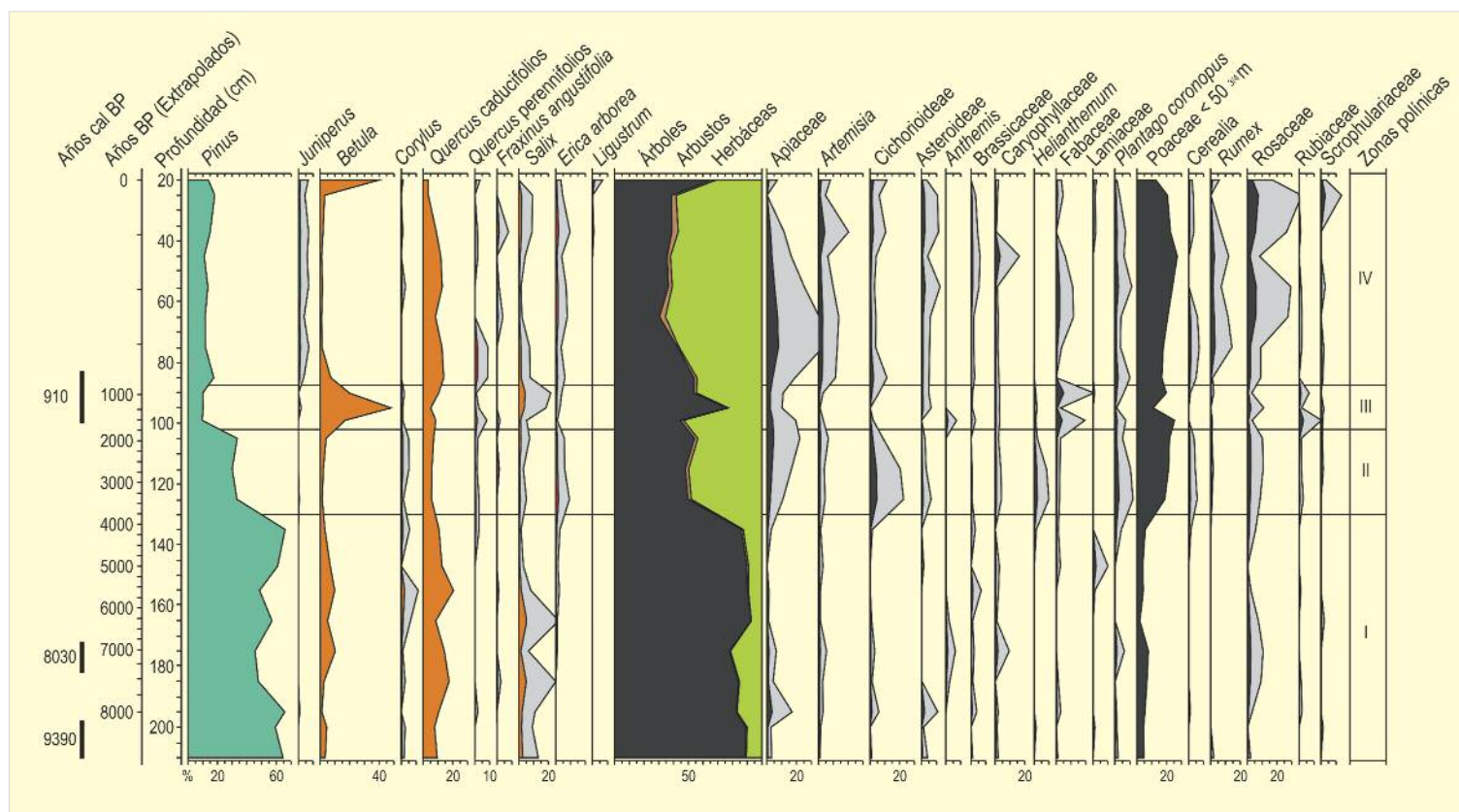


Figura 555. Diagrama polínico de la turbera de Rascafría. Redibujado de Franco-Múgica & García-Antón (1994)

inequívocamente que es en esta fecha (c. 3700 años BP) cuando tienen lugar las primeras manifestaciones de la influencia humana en el entorno de Rascafría. En un periodo presumiblemente favorable para el desarrollo de los pinares debido a un cierto enfriamiento del clima se produce, sin embargo, una deforestación acusada del pinar montano, quedando fragmentado en rodales más o menos densos y extensos alternados en el espacio con manchas de melojos y de vegetación heliófila.

La siguiente zona (III), entre 1700 y 950 años BP, queda representada por un abrupto incremento del porcentaje de polen de *Betula* y en mucha menor medida por *Salix*, si bien no se corresponde con los bajos, aunque significativos, aumentos de sus respectivas concentraciones polínicas. Básicamente, todos los taxones reducen su porcentaje de aparición lo que sumado al considerable descenso de la concentración polínica total induce a pensar que se trata más bien de un artificio estadístico o un incremento brusco en la tasa de sedimentación. El bosque montano de pinares muestra una gradual, pero continua reducción de su área de distribución.

El último milenio, zona IV, está caracterizado por un acusado y rápido descenso del polen arbóreo asociado al incremento de los valores de las herbáceas que serán las que dominen el paisaje. *Artemisia* y otros taxones indicadores de medios ruderales y/o alterados por la actividad antrópica incrementan substancialmente sus valores en Rascafría. Una mayor incidencia de fragmentos de carbón

y de microfósiles no polínicos, unidos a los bajos valores de la concentración polínica y tasa de sedimentación, sugieren una fase de destrucción forestal masiva y extensas perturbaciones en la cuenca. Queda patente el uso creciente del territorio por parte de una población en desarrollo que basa su economía en una ganadería pujante y en la obtención de extensos pastos utilizando el fuego. Así, el paisaje de las laderas del valle a partir de 950 años AD se caracteriza por la desaparición de la mayor parte de la cubierta arbolada, manteniéndose e incluso aumentando ligeramente algunos rodales de melojos y, a menor cota, encinas.

La historia de la vegetación de Rascafría ha estado marcada por la continentalidad del clima que ha propiciado el desarrollo de un patrón estable a lo largo de todo el Holoceno. Destaca la importancia de los pinares albares desde hace al menos 8000 años y su persistencia hasta la actualidad, hecho que contrasta con su temprana desaparición en sectores más occidentales y húmedos del Sistema Central. La secuencia polínica muestra una continua representación de pinares, melojares y encinares indicando una clara estabilidad en los pisos de vegetación del valle hasta hace 1000 años, momento en el que se inicia una intensa deforestación.

Más información

Franco-Múgica & García-Antón (1994), Franco-Múgica *et al.* (1997), Sainz-Ollero (1999)

JARAMA

Terrazas del tramo medio del río Jarama, Madrid
Holoceno (9590-3240 años cal. BP)



Figura 556. Macrorrestos en la terraza fluvial del río Jarama

El Jarama es uno de los ríos que descienden del Sistema Central y vierte sus aguas al Tajo. El estudio morfosedimentario de sus márgenes ha permitido detectar, desde el Plioceno hasta el Pleistoceno medio, un total de 15 terrazas (Alonso & Garzón 1994). Desde ese momento hasta el Holoceno medio, la dinámica del río se caracteriza por una etapa de estabilidad que permite el desarrollo de un paleosuelo tras la cual, y hasta el Holoceno superior, se inicia una nueva fase de sedimentación. Las numerosas graveras existentes en las terrazas del tramo medio del río Jarama han dejado al descubierto esta secuencia sedimentaria holocena. Se han estudiado dos de estos afloramientos, uno en Valdeterres de Jarama (40° 41' N, 03° 32' O; 617 m s.n.m.) y otro en Velilla de San Antonio (40° 22' N, 03° 30' O; 547 m s.n.m.), ambos en la provincia de Madrid. El

afloramiento de Valdeterres se sitúa sobre arcosas y el de Velilla sobre materiales yesíferos.

En ambos afloramientos la base de la secuencia sedimentaria holocena corresponde al paleosuelo, por encima del cual se han hallado numerosos macrorrestos. En este nivel se ha analizado una muestra polínica para cada localidad (VT-1 y V-1). A techo de la secuencia aparecen sedimentos higroturbosos desarrollados en áreas de paleocauces dejados por meandros. En estos niveles también se han analizado dos muestras polínicas (VT-2 y V-2). Las cuatro muestras disponen de dataciones por radiocarbono (Tabla 138).

Los macrorrestos encontrados son muy numerosos e incluyen troncos de hasta 2 m de longitud y 80 cm de diámetro. En los sedi-

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Muestra
β-59633	1030 ± 70	950	V-2
β-61555	6870 ± 90	7730	V-1
β-59634	110 ± 70	160	VT-2
β-111251	3040 ± 60	3240	VT-1

Tabla 138. Cronología por radiocarbono de las muestras estudiadas de los sedimentos orgánicos de Velilla de San Antonio (V) y Valdeterres de Jarama (VT). Alonso *et al.* (1998)

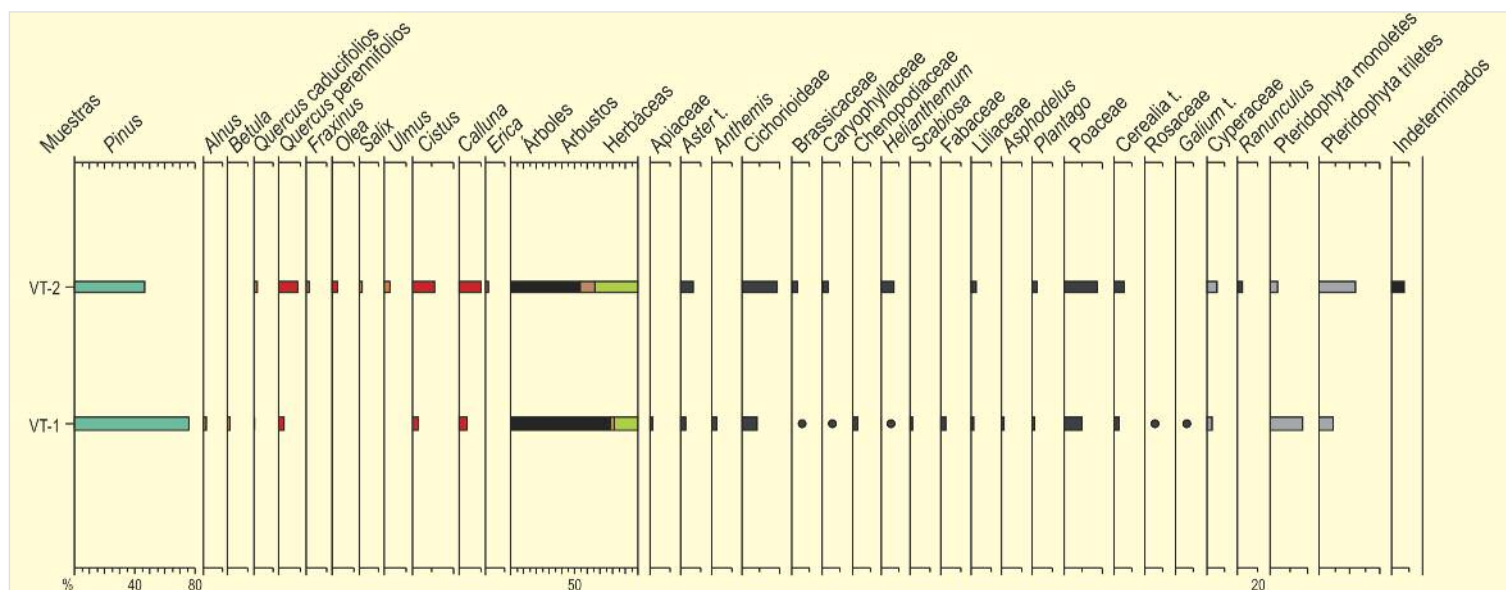


Figura 557. Diagrama polínico del yacimiento de Valdetorres de Jarama. Redibujado de Alonso et al. (1998)

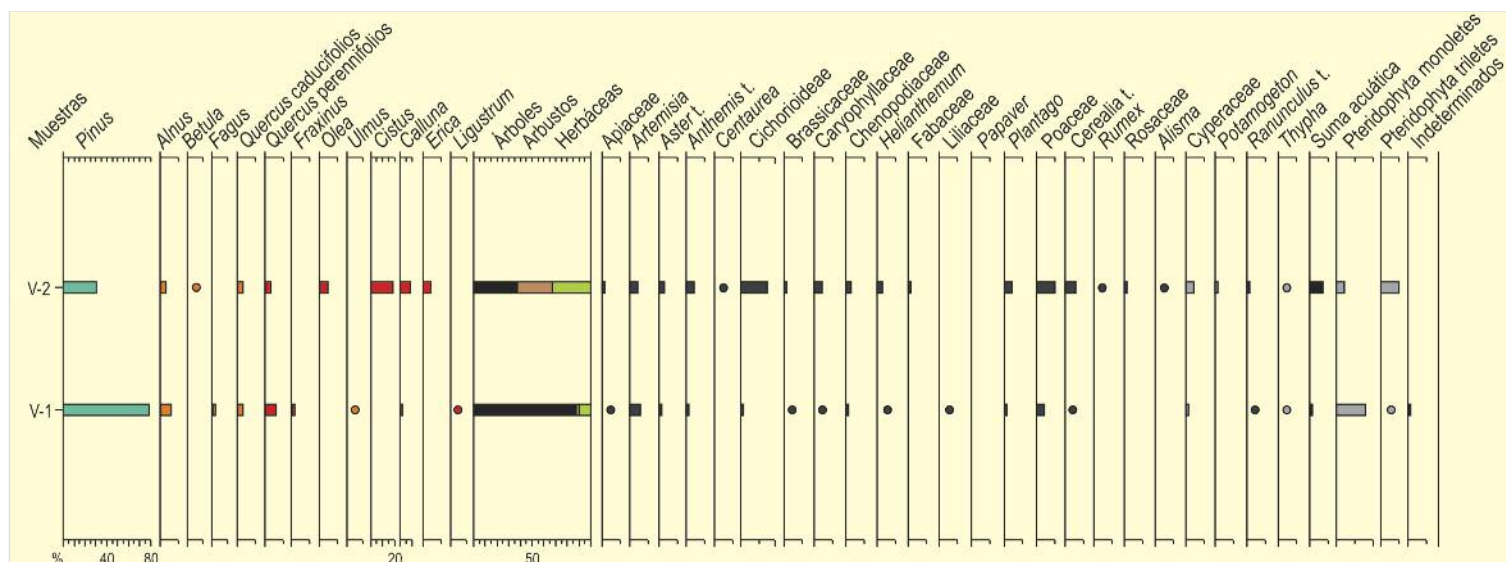


Figura 558. Diagrama polínico del yacimiento de Velilla de San Antonio. Redibujado de Alonso et al. (1998)

mentos asociados a los paleosuelos (VT-1 y V-1, con una edad de 3000 y 6800 años respectivamente) se han identificado *Alnus* y *Ulmus*.

El análisis polínico de este mismo nivel también muestra la presencia de estos taxones junto a otras especies de árboles. Los porcentajes de pólenes arbóreos, entre el 80 y el 90%, indican paisajes forestales. En las márgenes del río los bosques de galería, formados principalmente por *Alnus*, *Ulmus*, *Fraxinus* y *Salix*, debieron ser importantes. Fuera de la influencia del cauce, tanto en VT-1 como en V-1 dominan los pinos aunque siempre acompañados de *Quercus* perennifolia y *caducifolia*. En Velilla de San Antonio se ha localizado un macrorresto de piña de *Pinus halepensis*, especie actualmente existente en la zona.

En ambos afloramientos los niveles orgánicos más recientes (V-2 y VT-2) no disponen de macrorrestos pero sí de abundante contenido polínico. Se corresponden con paisajes más deforestados (40-55% de

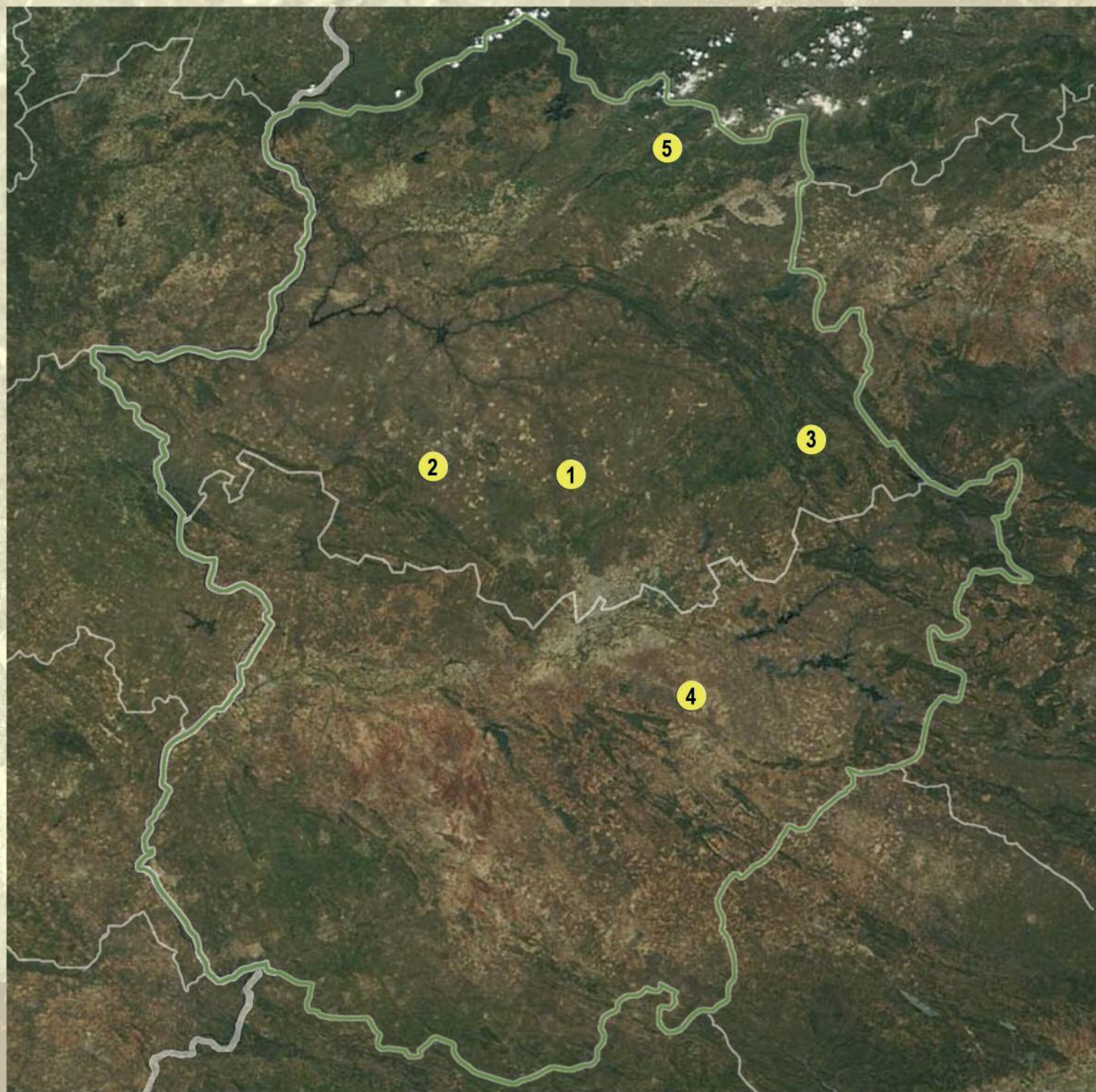
polen arbóreo) y con signos de actividades agrícolas. Aunque la actividad antrópica ya es detectable en la base de ambas secuencias, es en este nivel donde ocurre una mayor representación de *Cerealia*, *Olea* y especies arvenses y ruderales. La reducción del estrato arbóreo está acompañada no sólo de un incremento en el estrato herbáceo sino también del arbustivo, fundamentalmente *cistáceas* y *ericáceas*.

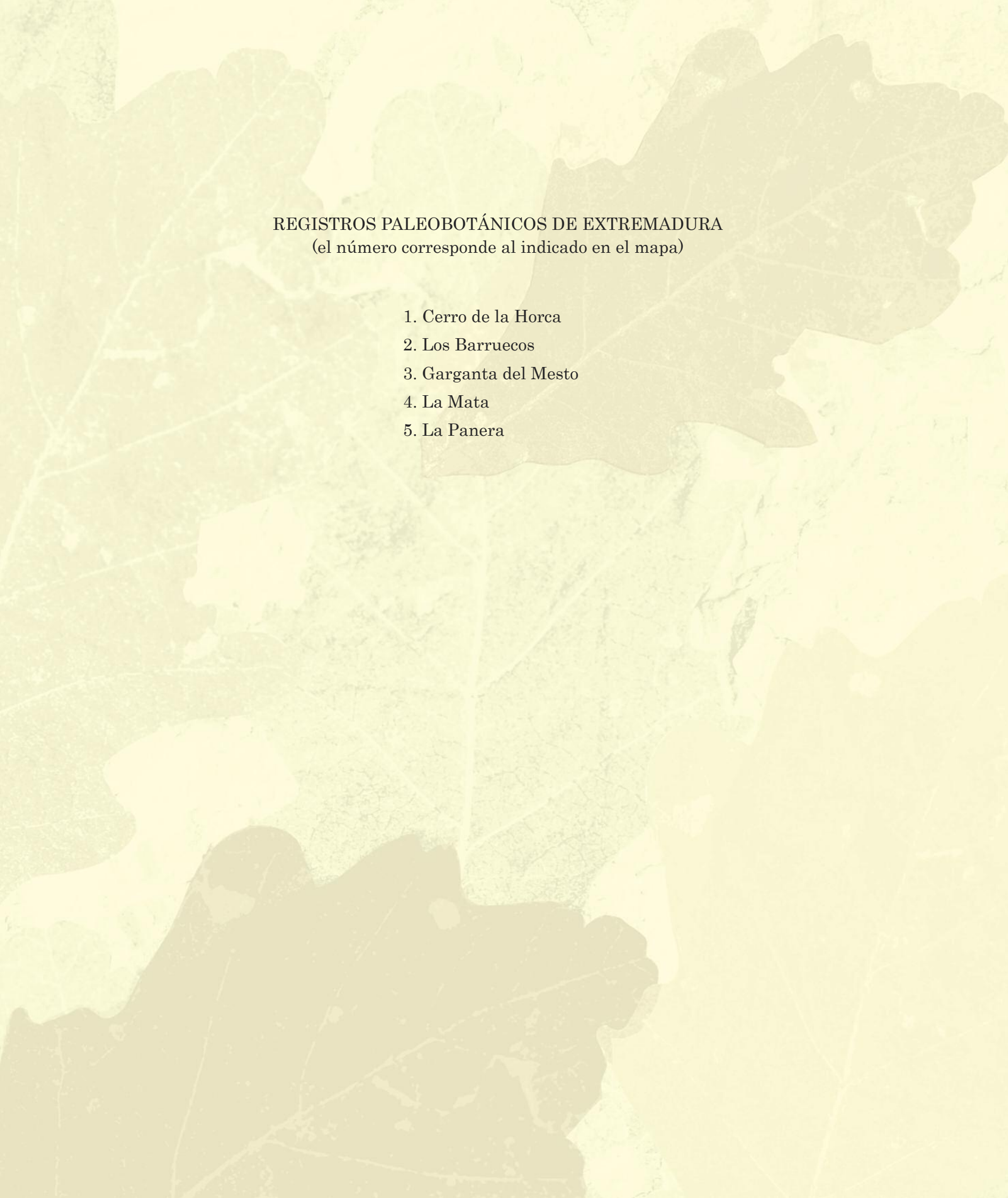
Los resultados tanto de macrorrestos como de polen de la mitad del Holoceno en ambos yacimientos (VT-1 y V-1) ponen de manifiesto la existencia de una vegetación de ribera bien desarrollada en las márgenes del río Jarama. El paisaje no ribereño se corresponde también con formaciones forestales en las que los pinos juegan un papel predominante.

Más información

Alonso et al. (1998)

EXTREMADURA





REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE EXTREMADURA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Cerro de la Horca
2. Los Barruecos
3. Garganta del Mesto
4. La Mata
5. La Panera

CERRO DE LA HORCA

Plasenzuela, Cáceres

Holoceno (4730 años cal. BP)

El yacimiento arqueológico al aire libre del Cerro de la Horca se sitúa en el borde meridional del batolito granítico de Plasenzuela (Cáceres) a 39° 23' N, 06° 02' O y 480 m s.n.m., sobre una plataforma de unos 40 m de diámetro. De la base del cerro se consiguió obtener una secuencia estratigráfica, sobre el corte B7 de su perfil sur se realizó el muestreo (cada 10 cm) para el estudio palinológico (Fig. 559) (López-Sáez *et al.* 2007b).

Durante el Neolítico antiguo (5200-4800 años cal. BC) existió una importante maquia xerotermófila, rica en acebuche (*Olea europaea*) y *Pistacia lentiscus*. En todo caso, la vegetación forestal del territorio correspondería al encinar, en el cual la encina (*Quercus ilex*) y, en menor medida el enebro (*Juniperus*), serían los elementos arbóreos más importantes.

A lo largo del Calcolítico, se asiste a una degradación paulatina y progresiva del paisaje de dehesa, siguiendo un modelo tra-

dicional de explotación del paisaje bien característico, que supone la quema y roza tanto del encinar como de su cortejo arbustivo para, finalmente, cultivar el cereal en el entorno inmediato del yacimiento. Este tipo de prácticas hacen desaparecer la cobertura arbórea y arbustiva o la reducen a niveles ínfimos, a la vez que la antropización del medio aumenta considerablemente, dando paso al desarrollo de una vegetación particular de tipo nitrófilo o antropozoógeno, en la cual el ganado sigue jugando un papel fundamental.

El tipo de paleopaisaje se ajustaría típicamente a una dehesa abierta, donde la encina tendría poca importancia mientras que el dominio correspondería a pastizales gramínoideos.

Más información:

López-Sáez *et al.* (2007a,b)

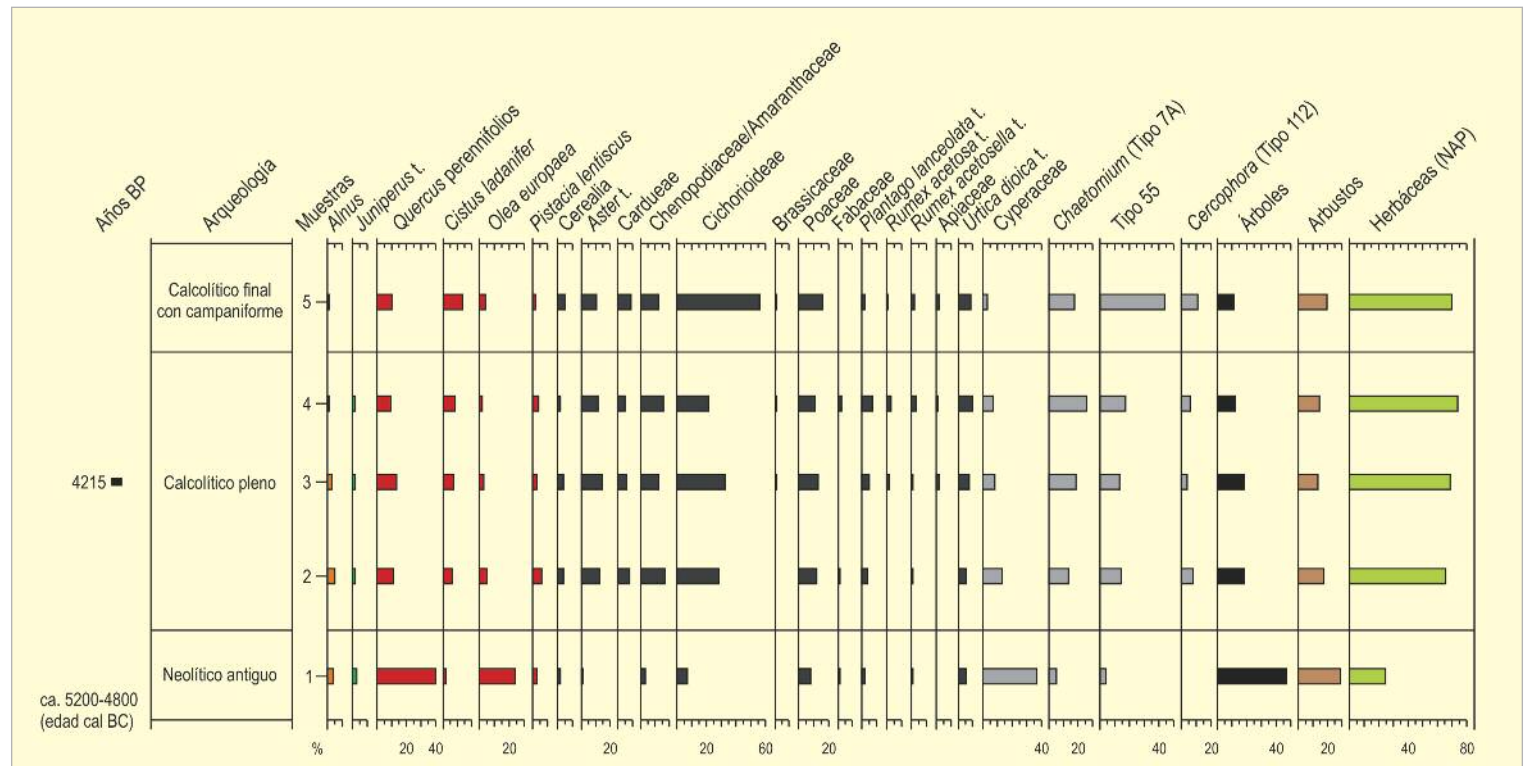


Figura 559. Diagrama polínico del Cerro de la Horca. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2007a,b)

LOS BARRUECOS

Malpartida, Cáceres

Holoceno (6080-c. 4600 años BP)

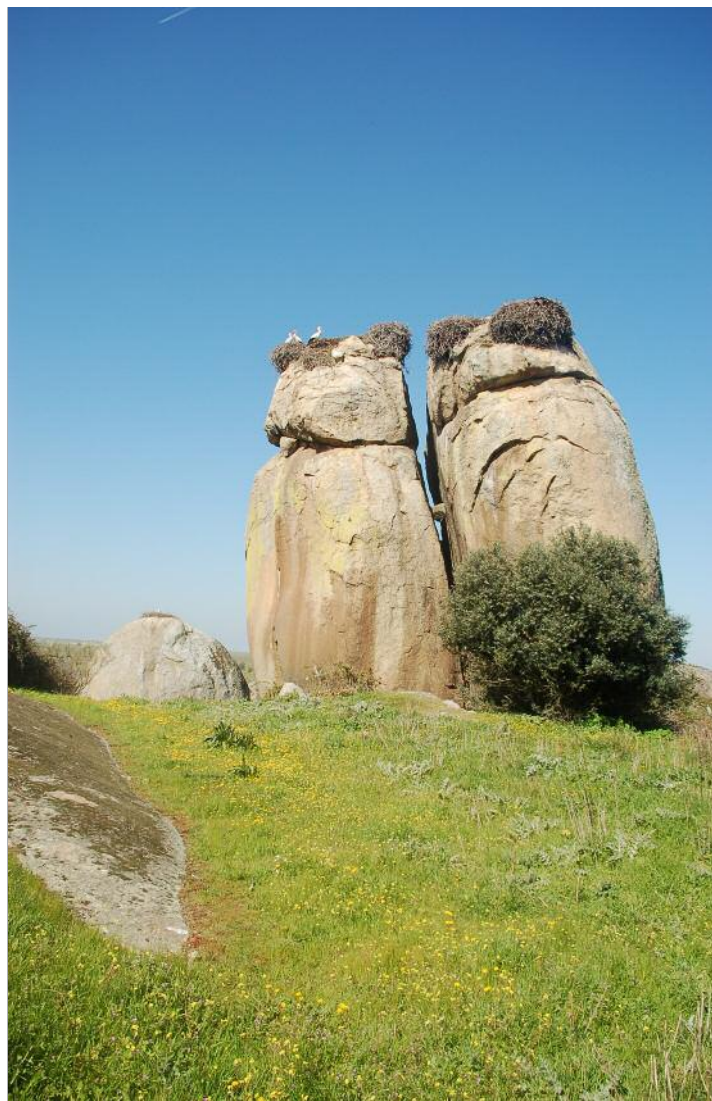


Figura 560. Monumento natural de Los Barruecos, Cáceres

Ubicado en un paraje muy singular de la penillanura cacereña, en el término municipal de Malpartida de Cáceres (39° 25' N, 06° 29' O; a unos 360 m s.n.m.), el yacimiento al aire libre de Los Barruecos forma parte del Monumento Natural del mismo nombre, un paisaje típico de berrocal granítico de grandes bolos, muy desarrollados por procesos erosivos y que han contribuido sobremanera al refugio y asentamiento de grupos humanos en este entorno (Figs. 560 y 561). La vegetación leñosa es escasa, dominando pies de encina y algún acebuche disperso.



Figura 561. Vista del yacimiento de Los Barruecos

El análisis paleopalinológico de Los Barruecos (Fig. 562) se basó en el estudio de once muestras procedentes de dos sondeos, de las cuales ocho son de adscripción neolítica (m1 a m8), dos calcolíticas (m9 y m10), y una última del Bronce antiguo (m11) (López-Sáez *et al.* 2005) (Tabla 139). Durante el Neolítico antiguo se constata la existencia de una densa maquia de acebuche (*Olea europaea*), que se acompaña de otros elementos arbustivos de carácter termófilo como el lentisco (*Pistacia lentiscus*) o la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), bajo un paisaje típico de encinar. El bosque ripario queda representado por un porcentaje bajo de aliso (*Alnus*).

Entre la flora herbácea, el elemento más significativo es el cereal, en porcentajes suficientes (c. 5%) para poder admitir su cultivo local. Podría, por lo tanto, sugerirse la existencia de actividades de cerealicultura en esta zona extremeña en torno al cambio del VII al VI milenio cal. BC. Se trataría de una agricultura posiblemente incipiente, la más antigua documentada hasta el momento en Extremadura, que iría paralela al desarrollo de un pastoreo trasterminante, en un momento en que el poblado de Los Barruecos no tendría aún un carácter estable y el sistema económico era posiblemente de carácter seminómada, sin existir una antropización aparente del entorno.

El paso al Neolítico medio supuso un cambio notable en la fisionomía del paisaje, ya que la densa maquia de acebuche que do-

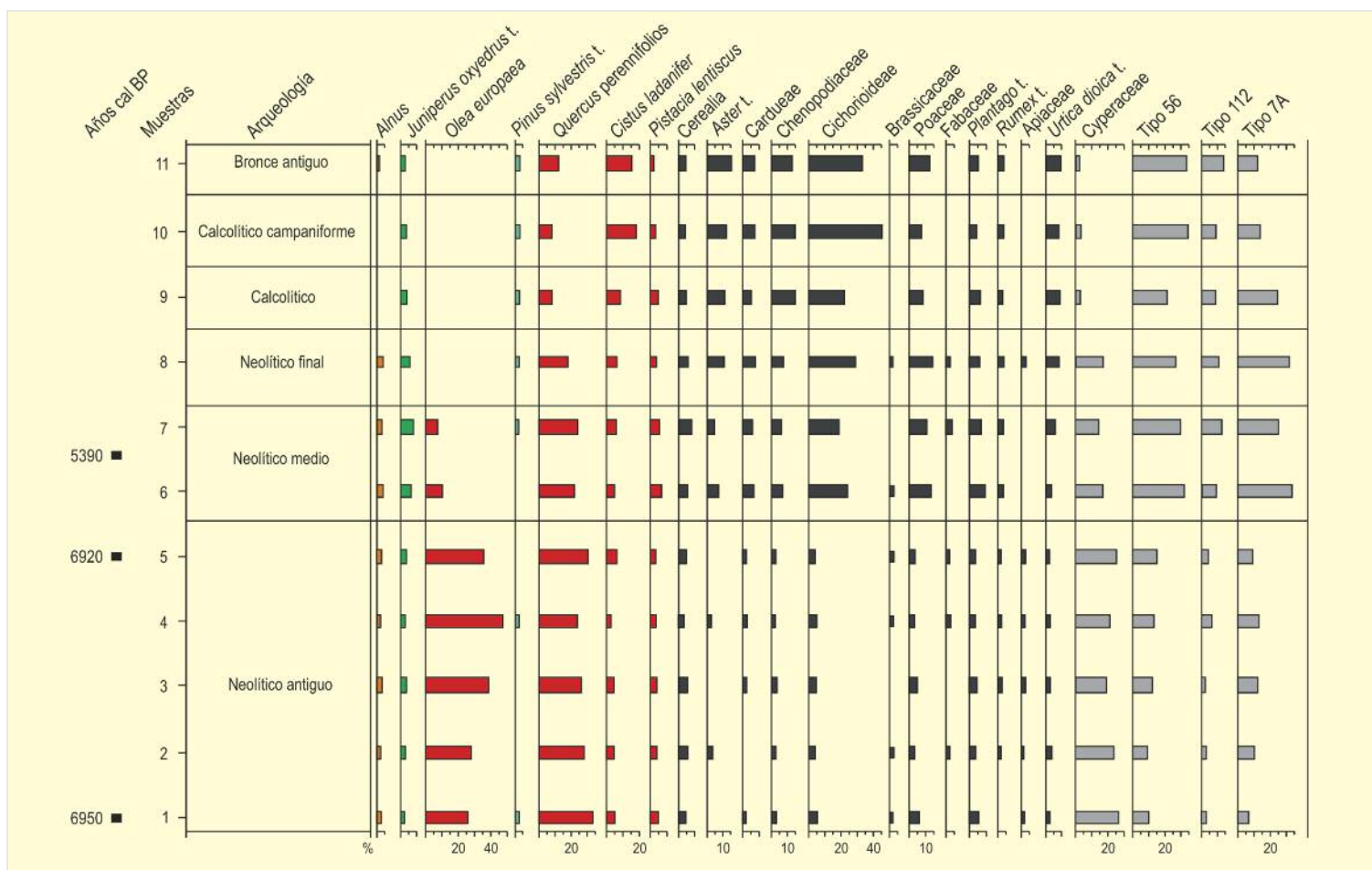


Figura 562. Diagrama polínico de Los Barruecos. Redibujado de López-Sáez et al. (2007)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Arqueología
Ua-21585	4640 ± 50	5390	UE 110	Neolítico medio
Beta-159899	6060 ± 50	6920	UE 117	Neolítico antiguo
Beta-171124	6080 ± 40	6950	UE 133	Neolítico antiguo

Tabla 139. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Los Barruecos (López-Sáez et al. 2005)

minaba en el Neolítico antiguo se restringe severamente aunque sin llegar a desaparecer. Además de la ganadería, la agricultura, como en el Neolítico antiguo, sigue siendo una constante, documentándose de nuevo polen de cereal. La abundancia de esporas de *Chaetomium* sugiere la intervención del fuego. Este tipo de paisaje, gestionado durante el Neolítico medio, tiene numerosas afinidades con la actual dehesa.

A lo largo del Neolítico final, Calcolítico y Bronce antiguo, se documenta la desaparición total del acebuche y la regresión progresiva del encinar. La flora arbustiva está únicamente representada por formaciones propias de las etapas degradativas del encinar, del tipo jaral

(*Cistus ladanifer*), o por ciertos elementos típicos de climas térmicos como el lentisco (*Pistacia lentiscus*). Entre la flora herbácea se sigue confirmando el cultivo de cereal, el desarrollo de actividades de pastoreo, una amplia representación de la flora nitrófila-antrópica y de pastos zoógenos, la abundancia de pastizales gramínoideos, así como la constante aparición de hongos coprófilos y carbonícolas que corroboran procesos semejantes a los ya descritos.

Más información:

Cerrillo-Cuenca et al. (2005, 2006), López-Sáez et al. (2005, 2007), López-Sáez (2006)

GARGANTA DEL MESTO

Serranía de Las Villuercas, Villar del Pedroso, Cáceres
Holoceno (3800 años BP-actualidad)



Figura 563. Turbera a orillas del arroyo Mesto, Cáceres

El arroyo Mesto discurre a lo largo de las areniscas y cuarcitas que conforman la Serranía de Las Villuercas. Se trata de un afluente del río Gualija que surca la Sierra del Hospital, al norte de Cáceres. La zona se caracteriza por una climatología mediterránea continental de veranos muy cálidos con un estiaje intenso pero con inviernos más suaves que los de otras regiones mesetarias.

La turbera que ha dado lugar al estudio palinológico (39° 30' N, 05° 20' O; 1000 m s.n.m.) se sitúa a orillas del Mesto (Fig. 563), rodeada por una vegetación de ribera formada por alisos (*Alnus glutinosa*), algunos pies de fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix atrocinerea*) y mostajo (*Sorbus torminalis*). En las elevaciones circundantes y en la zona norte aparecen formaciones jóvenes



Figura 564. Bosques de cadufolios en el entorno de la Garganta del Mesto

de melojo (*Quercus pyrenaica*) en las que se da un pastoreo frecuente e intenso como denota la abundancia de *Asphodelus albus*. Se encuentra también *Quercus ilex-rotundifolia* en las zonas más bajas o en las solanas de los escarpes rocosos a mayor altitud (Fig. 564). En el área noroccidental de la misma, además de melojares, aparecen espacios cultivados y una repoblación de *Pinus pinaster* poco importante en extensión y de edad desconocida aunque los pies son de pequeño tamaño.

El registro polínico obtenido representa una secuencia de cambio vegetal para los últimos cuatro milenios (Fig. 565). La zona GM1, entre 2200 y 1500 años BC, está determinada por la constante presencia, aunque irregular abundancia, de alisos que han coexistido con otros elementos mesófilos como *Ilex*, *Betula*, *Corylus* y *Quercus* cadufolios. Este patrón de cambio relativamente abrupto y resiliente de la vegetación durante la Edad del Bronce podría haber sido causado por el efecto sinérgico de varios factores.

La actividad humana en el área, sobre todo fuego y pastoreo, explicaría la alternancia de los diferentes elementos vegetales en relación a su respuesta al fuego. Un clima cambiante con creciente aridez hacia el final del Holoceno medio (c. 4000 años BP) habría

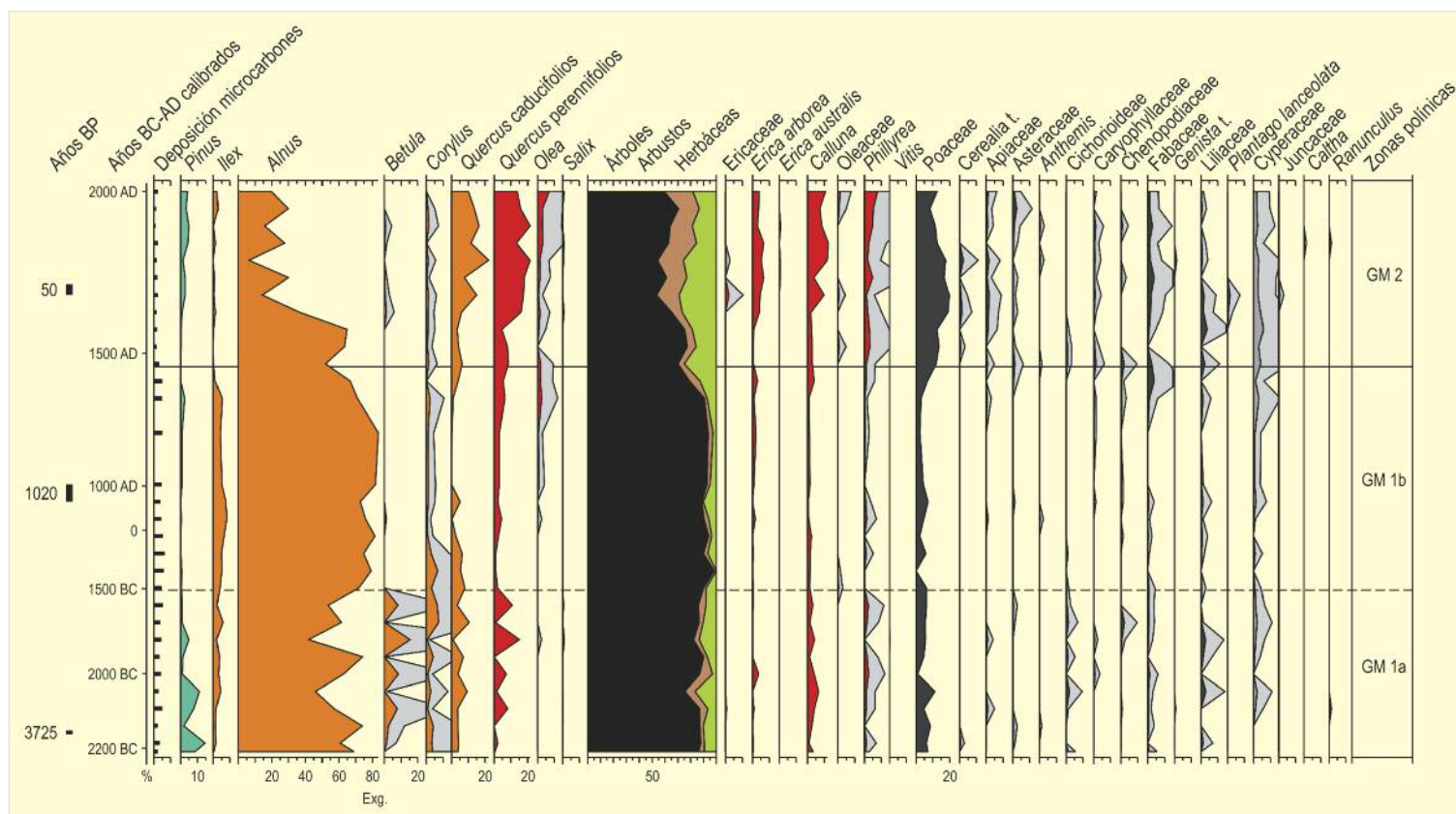


Figura 565. Diagrama polínico de la secuencia de la Garganta del Mesto. Redibujado de Gil-Romera *et al.* (2008)

determinado la paulatina desaparición de abedules, avellanos y melojos, mientras encinas y otros termófilos se expandían.

Contrariamente al periodo anterior, los tres milenios siguientes, entre 1500 años BC y 1500 años AD, se caracterizaron por una total dominancia del aliso. Si bien la señal polínica capturada en la turbera está limitada espacialmente, no se puede descartar que las condiciones hidrológicas locales se mantuvieran favoreciendo la expansión de alisos y acebos (*Ilex aquifolium*). Estos últimos aparecen hoy en día refugiados en umbrías rocosas, expuestos a escorrentías en la sierra de Villuercas, mientras que en el pasado parecieron disfrutar de una mayor importancia.

Simultáneamente a un incremento en la temperatura, la actividad humana debió hacerse más patente, lo que explicaría la regular actividad de incendios. Este hecho junto con un incremento termométrico habría favorecido a encinas y olivos durante esta fase frente

a las mesófilas, que a pesar de las buenas condiciones hidrológicas redujeron su extensión.

En la zona GM2 del diagrama, entre 1500 y 2000 AD se observa una creciente presión antrópica, que habría favorecido la presencia de especies de interés para el hombre como es el caso de *Quercus*, mientras que en parte habría favorecido la apertura del paisaje en vista de la expansión de ericáceas y gramíneas. Sin embargo, la quema se habría visto reducida durante esta fase, como se puede comprobar por la reducción en la concentración de carbón. No se descartan cambios hidrológicos importantes, que junto con la actividad humana habrían promovido el declive de los alisos alrededor de la Garganta del Mesto.

Más información:

Gil-Romera *et al.* (2008)

LA MATA

Valle del arroyo Molar, Campanario, Badajoz
Holoceno reciente (siglos VI BC-V BC)



M. QUIROS GONZALEZ

Figura 566. Paraje extremeño de la Cuenca alta del Guadiana en las proximidades de Campanario

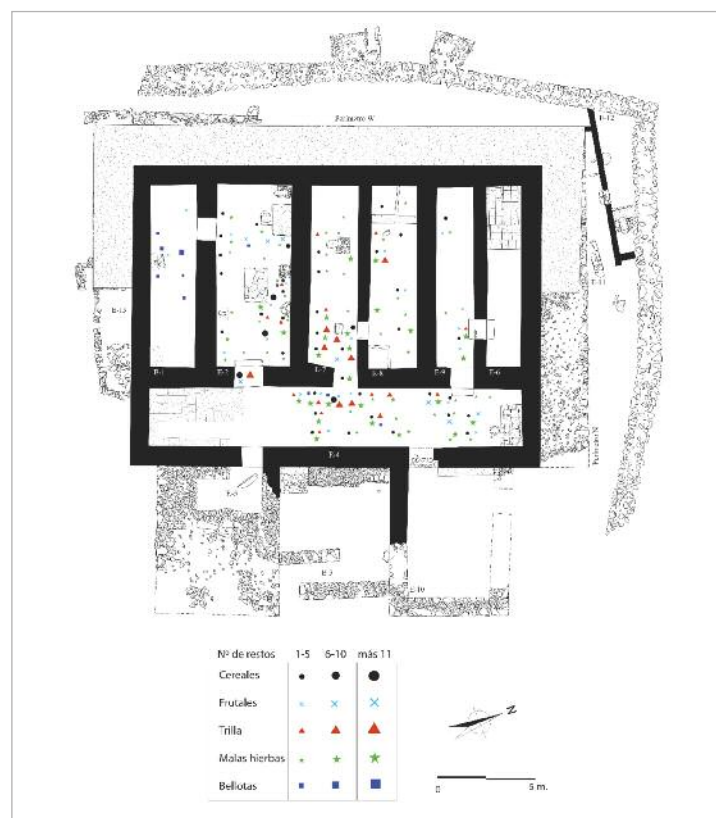


Figura 567. Plano del yacimiento con distribución espacial de restos. Pérez-Jordá (2004)

El edificio protohistórico de La Mata (Campanario, Badajoz) se localiza entre las comarcas de la Serena y Vegas Altas del Guadiana ($38^{\circ} 52' 12''$ N, $05^{\circ} 40' 42''$ O; 360 m s.n.m.) enmarcándose en el contexto agropecuario del valle del arroyo Molar, afluente del Zújar, integrado a su vez en plena cuenca extremeña del río Guadiana. Actualmente se localiza en el piso mesomediterráneo inferior, con un ombroclima seco. El edificio de La Mata se valora como una residencia aristocrática de carácter rural, con una cronología comprendida entre los siglos VI-V BC y finales del siglo V BC, dentro del llamado Período Postorientalizante.

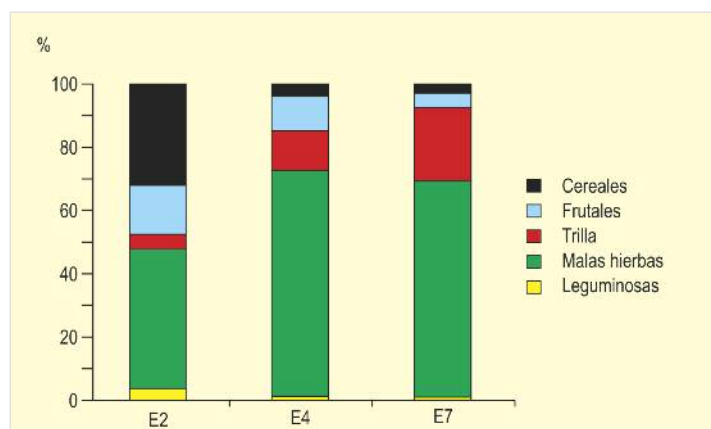


Figura 568. Distribución relativa de los restos carpológicos en las estancias 2, 4 y 7. Pérez-Jordá (2004)

LA MATA										
Estancias										
Plantas cultivadas	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Hordeum vulgare</i>	42	14	3	56	30	6	1	17	1	42
<i>Hordeum</i> (raquis)	4	2		229	284	2	1	1		4
<i>Triticum dicoccum</i>	8			5			1			8
<i>T. dicoccum/monococcum</i> (horquilla)	2			9	2	10				2
<i>Triticum aestivum-durum</i>	10	23	2	14	8	1		2	5	10
<i>T. aestivum-durum</i> (raquis)		5		5						
<i>T. aestivum compactum</i>	6	12		7	1		3			6
<i>Panicum miliaceum</i>				1						
Fabaceae	0	1		7	1				1	
<i>Lathyrus</i>	1	1		5	1	3	1			1
<i>Pisum sativum</i>			1							
<i>Vicia faba</i>		3					4	3	1	
<i>Vicia</i>	6			2						6
<i>Ficus carica</i>		2		2	44					
cf. <i>Olea europaea</i>		1								
<i>Prunus dulcis</i>	1								1	1
<i>Vitis vinifera</i>										
Plantas silvestres	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Aegilops</i>					1					
cf. <i>Anthemis</i>				2						
<i>Asparagus</i>					1					
<i>Astragalus</i>	2				8					2
<i>Avena barbata/sterilis</i>	33	2		45	25					33
<i>Avena barbata/sterilis</i> (espiguillas)	1			12	32					1
<i>Beta</i>					9					
<i>Bifora testiculata</i>						1				
<i>Bromus sterilis</i>					3					
<i>Bromus</i>					8					
<i>Carex</i>				3	1			2		
<i>Centaurea</i>	1						1			1
<i>Cistus ladanifer</i>	7	1		119	3	52				7
<i>Convolvulus</i>		1								
<i>Chenopodium album</i>		2		49	187	19				
<i>Chenopodium</i> cf. <i>murale</i>				7	6	3	1			
<i>Cynosurus</i>					21					
<i>Digitaria sanguinalis</i>				108						
<i>Echium/Lithospermum</i>	1			3						1
<i>Festuca</i>	10			20	13		2			10
<i>Galium</i>	1	4		16	15	2	5	1		1
Poaceae	12	6		42	8	3	4			12
<i>Hordeum murinum</i>					1					
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i>					1					
<i>Lolium/Festuca</i>	22	36		69	42		16			22
<i>Lolium temulentum</i>	1	5		9	2	1	1	1		1
<i>Lotus</i>					1					
<i>Malva sylvestris-nicaensis</i>		1		2			7			
<i>Malva</i>	5	2	1	292	16	2		1		5
<i>Medicago</i> cf. <i>lupulina</i>		1								
<i>Medicago</i>	10	0		13	6			4		10
<i>Melilotus</i>	2			3	1					2
<i>Phalaris</i> tipo 1	31	6	1	183	379	6	6			31
<i>Phalaris</i> tipo 2	3	18		11	15					3
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	1		2						1
<i>Plantago</i>	2	1		9	12		1			2

Tabla 140. Restos vegetales encontrados en el yacimiento de La Mata (Pérez-Jordá 2004)

Plantas silvestres	E-1	E-2	E-3	E-4	E-7	E-8	E-9	E-11	Per. O.	Per. N.
<i>Poa</i>				1	2		1			
<i>Polygonum cf. aviculare</i>				4						
<i>Polygonum lapathifolium</i>					1					
<i>Polygonum persicaria</i>				4	8	1				
<i>Polygonum</i>		2	2	5	1					
<i>Prunella vulgaris</i>						1				
<i>Pyrus tipo bourgeana</i>	1									1
<i>Quercus</i>		1		2						
<i>Raphanus raphanistrum</i>				1						
<i>Rumex pulcher</i>	29	15		308	1137	27	29	1		29
<i>Salvia</i>		1								
<i>Scorpiurus</i>				1						
<i>Sherardia arvensis</i>		1								
<i>Silene tipo gallica</i>			2	2		1				
<i>Trifolium</i>	2			2						2
<i>Valerianella discoidea</i>					2					

Tabla 140. Continuación

La excavación se realizó entre 1990 y 2002 (Rodríguez-Díaz 2004) descubriendo un edificio de doble planta, con fachada torreada y cercado por un muro de mampuestos, un terraplén y un foso. Su cubierta probablemente fue plana y rematada por un amplio terrado. Todo el conjunto se inscribe en un espacio cuadrangular de aproximadamente 50 m cuyas características permiten vincular el edificio a la llamada arquitectura de prestigio oriental.

Se estima que La Mata fue la residencia de una élite rural, de probable carácter gentilicio, que dominó y controló la explotación de los recursos agropecuarios del entorno durante tres o cuatro generaciones. La destrucción a través de un incendio del edificio permitió una buena conservación de los materiales carpológicos. Por otra parte, la recogida sistemática de muestras en todo el edificio ha permitido observar la distribución espacial de los diferentes materiales (Fig. 568).

Los restos vegetales recuperados en el edificio de La Mata (Tabla 140) se pueden agrupar en cuatro grandes grupos (Pérez-Jordà 2004) integrados por cereales, leguminosas, frutales (todos ellos cultivados) y especies silvestres. Los cereales son el grupo más frecuente en el registro, observándose claramente que la base dietética la formaron la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*), en tanto que el mijo (*Panicum miliaceum*) y la escanda (*Triticum dicococcum*) desempeñaron un papel secundario. Por otra parte, cabe advertir que el grupo de las leguminosas es el peor repre-

sentado, sin que pueda aludirse como explicación a ello un factor de conservación diferencial. Las leguminosas determinadas son las habas (*Vicia faba*), las guijas (*Lathyrus*) y los guisantes (*Pisum sativum*). Algo más representados están los frutales cultivados, que son el grupo más frecuente tras los cereales, y que ponen de manifiesto una arboricultura ya diversificada, en la que aparecen representadas la vid, la higuera, el olivo y el almendro.

Finalmente, destaca también la recolección de bellotas, cuya abundancia en los bosques que circundan el asentamiento, valor alimenticio y facilidad de recogida y almacenamiento las convierten en un recurso que las diferentes comunidades nunca han despreciado. El resto de especies silvestres son fundamentalmente plantas adventicias y ruderales (*Lolium*, *Malva*, *Phalaris*, *Plantago*, etc.) que se desarrollarían en el entorno del yacimiento o como malas hierbas entre los campos de cultivo.

El estudio de la distribución espacial de los materiales carpológicos junto al resto de materiales arqueológicos ha permitido diferenciar ámbitos de almacenamiento y preparación de alimentos, frente a otras áreas en las que las actividades más destacadas son los procesos de limpieza de los cereales anteriores a su consumo.

Más información:

Pérez-Jordà (2004)

LA PANERA

Sierra de Gredos, Garganta la Olla, Cáceres
Holoceno reciente (232 años cal. BP-actualidad)



Figura 569. Vista de la turbera de La Panera

La turbera de La Panera ($40^{\circ} 10' 01''$ N, $05^{\circ} 45' 12''$ O) se encuentra a 1648 m s.n.m., en el término de Garganta la Olla (Cáceres), en la ladera meridional de la Sierra de Tormantos, situada en el sector occidental del macizo de Gredos, donde los materiales predominantes son los granitos. El área de estudio podría situarse en el piso oromediterráneo húmedo, en el que se asientan pinales de *Cytisus oromediterraneus* y comunidades herbáceas pirófitas alternando con cervunales en zonas de mayor humedad, por debajo de los cuales aparecen elementos de los melojares carpetanos (Amor-Morales *et al.* 1993). Por otra parte, constituye una importante vía de paso ganadero de carácter trasterminante.

El estudio polínico de la turbera de La Panera ha sido realizado por Abel-Schaad *et al.* (2009). Este sondeo permitió la extracción de un testigo de 110 cm de longitud para cuya base se obtuvo una datación de 235 años BP (Tabla 141). La observación del diagrama polínico

permite distinguir hasta siete zonas (Fig. 570), para cuya interpretación se han utilizado también el esquema estratigráfico de la turbera, un diagrama de concentración polínica, un gráfico con la evolución de las temperaturas medias en el período estudiado, una estimación de la lluvia polínica actual y un estudio de acontecimientos históricos relevantes en el área limítrofe. Los autores atribuyen el inicio de la formación de la turbera a las condiciones climáticas reinantes en el Mínimo de Maunder (c. 1700 años cal. AD), dentro de la Pequeña Edad del Hielo (PEH). El paisaje inicial en esta cronología se encontraba dominado por extensos brezales con rodales abiertos de *Quercus pyrenaica*, prados húmedos y pastos silvestres. El porcentaje de polen arbóreo es mucho mayor que el actual.

El primer tercio del siglo XVIII (subzona Pan1a: 110 a 102 cm, c. 1715-1735 años cal. AD) coincide con un aumento del paso del ganado por la zona y, por consiguiente, de la presión ganadera, que

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Ua-32252	110	235 ± 35	232	convencional

Tabla 141. Datación radiocarbónica de la turbera de La Panera (Cáceres). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 5.0.2 utilizando los datos de la curva INTCAL04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (81,8%, 2 sigma)

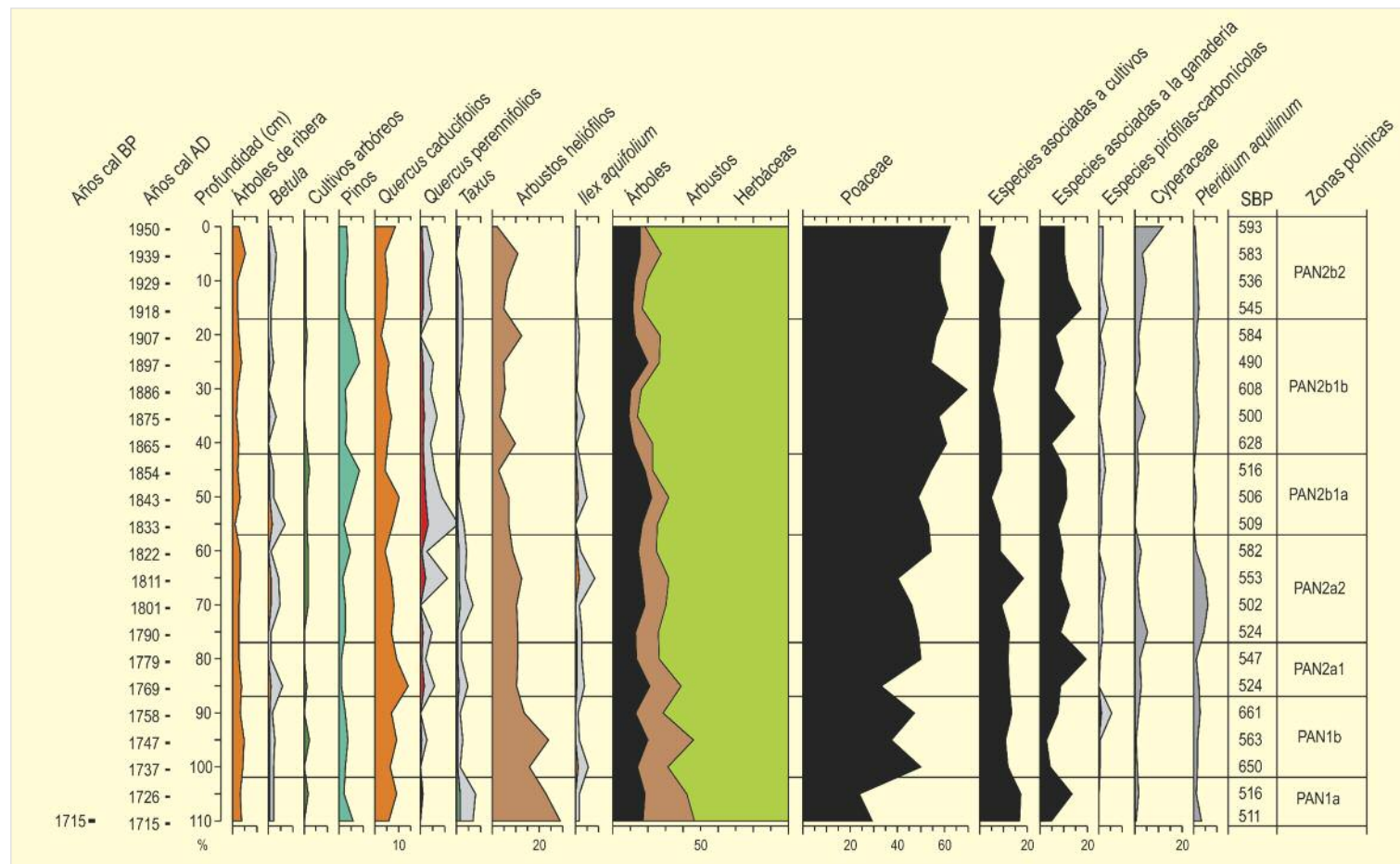


Figura 570. Diagrama polínico sintético de la turbera de La Panera. Modificado de Abel-Schaad *et al.* (2009)

provoca la reducción de los porcentajes de Poaceae, *Erica* y *Cytisus*, lo que favoreció la representación de *Quercus pyrenaica*. En el segundo tercio del siglo XVIII (subzona Pan1b: 102 a 87 cm, 1736-1774 años cal. AD) el continuo uso del fuego a favor de la actividad ganadera provocó una alternancia entre el dominio de Poaceae y *Erica*, a los que acompañarían especies asociadas a la actividad ganadera (*Plantago lanceolata* y *Urtica dioica*) y *Cytisus*, respectivamente. Todo ello coincide con el cambio de uso del territorio hacia una intensificación de la ganadería. El siglo XVIII llega a su fin con el dominio porcentual de las gramíneas en el diagrama polínico (subzona Pan2a1: 87 a 77 cm, c. 1775-1799 años cal. AD), acompañadas de especies leñosas pioneras favorecidas por los incendios, como *Cytisus*, *Calluna vulgaris* o *Lamiaceae*, y especies indicadoras de la mayor intensidad ganadera del perfil, como *Rumex acetosa*, *Urtica dioica*, *Sordaria* (tipo 55A) o *Cercophora* (tipo 112).

La primera mitad del siglo XIX (subzona Pan2a2: 77 a 57 cm, c. 1800-1851 años cal. AD) se caracteriza por el mantenimiento de la actividad ganadera y por la potenciación de los cultivos, especialmente *Secale cereale*, *Castanea* y *Olea*. Además, se produce un brusco descenso de la concentración polínica como consecuencia del alto grado de presión de las actividades humanas. Tras un período de abandono de los cultivos y una moderada disminución de la presión ganadera, la

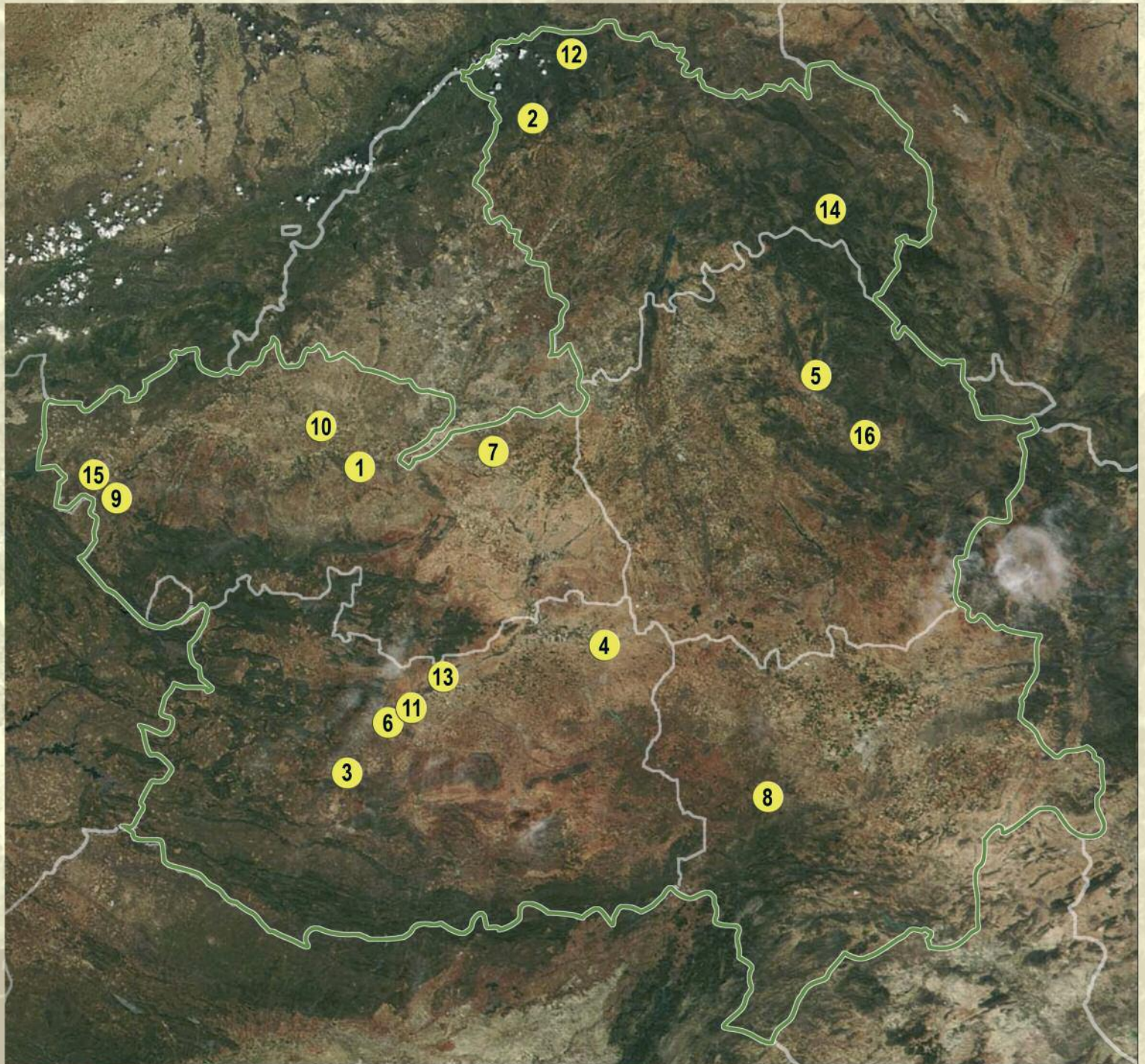
segunda mitad del siglo XIX (subzona Pan2b1a: 57 a 42 cm, c. 1852-1890 años cal. AD) se caracteriza por un aumento generalizado de la concentración polínica tras el Mínimo de Dalton (c. 1850 años cal. AD), que marca el final de la PEH. Hacia el final de esta zona crece de nuevo la intensidad de las actividades humanas, con el inicio de las repoblaciones de *Pinus*, la puesta en marcha de nuevos cultivos y la intensificación de la actividad ganadera.

El siglo XX (subzona Pan2b1b: 42 a 17 cm, c. 1891-1954 años cal. AD) se inicia con un cambio de uso hacia la agricultura en detrimento de la actividad ganadera, lo que permite una recuperación de los taxa arbóreos, como *Quercus pyrenaica*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Cytisus* y *Erica*. Sin embargo, los incendios y una leve recuperación ganadera vuelven a reducir los niveles de polen arbóreo, excepto para *Pinus sylvestris*, coincidiendo con las campañas de repoblación más intensas. La zona más superficial del perfil (subzona Pan 2b2: 17 a 0 cm, c. 1954-2000 años AD) se caracteriza por un aumento generalizado de la concentración polínica y un incremento final del polen arbóreo, tras un período de intensa presión ganadera.

Más información:

Pulido *et al.* (2007), Abel-Schaad *et al.* (2009)

CASTILLA- LA MANCHA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE CASTILLA-LA MANCHA
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Terrazas fluviales del río Tajo
2. Los Torrejones
3. Fuentillejo
4. Arenal de San Gregorio
5. Verdelpino
6. Daimiel CC-17
7. Mesa de Ocaña
8. Ojos de Villaverde
9. Azután
10. Valle de Huecas
11. Castillo de Calatrava
12. Pelagallinas
13. Tablas de Daimiel
14. Laguna de Taravilla
15. Puente del Arzobispo
16. La Cruz

TERRAZAS FLUVIALES DEL RÍO TAJO

Toledo

Pleistoceno medio y superior

Los datos que a continuación se presentan proceden de secuencias sedimentarias desarrolladas sobre las terrazas fluviales del río Tajo, en los alrededores de la ciudad de Toledo (39° 51' N, 04° 01' O). La zona se ubica en la denominada Cuenca de Madrid, enmarcada al norte por el Sistema Central, al este por la Cordillera Ibérica y la Sierra de Altomira y al sur por los Montes de Toledo y la región de Campo de Calatrava. La red fluvial está formada por el sistema Henares-Jarama-Tajo, como sistema principal de la cuenca, a favor de la cual tuvieron lugar los procesos de disección más importantes. Las fases del río Tajo se resumen en: la instalación de la red fluvial, a inicios del Pleistoceno inferior; y las primeras terrazas durante este periodo y tránsito al Pleistoceno medio (niveles +90-95 m). En el Pleistoceno medio, se desarrollan los niveles de terraza entre los +60-20m, mientras que en el Pleistoceno superior se forman los niveles +20-8m. Finalmente en el Holoceno, se producen los dos últimos encajamientos, el de +6-8m y el de +3-5m, junto a rec-

tificaciones de los cauces principales, dejando numerosos meandros abandonados. Sobre estas terrazas, se acumulan coberturas aluviales (depósitos de llanura aluvial y abanicos aluviales de origen lateral), sobre las que se han llevado a cabo los análisis palinológicos.

El clima de la zona es templado mediterráneo de matiz continental representativo del clima predominante en la Meseta Meridional. Las temperaturas, con una media de 14,9 °C y fuertes contrastes estacionales, y la precipitación media anual de 376 mm, convierten a este valle en una de las zonas más secas de la región. La vegetación característica es un encinar asociado a un sotobosque muy pobre y con poca diversidad florística; bajo condiciones subhúmedas y con suelos profundos se desarrollan los quejigares. Debido a las distintas condiciones edáficas y a la compensación freática del río, prosperan como elementos dominantes de la vegetación riparia especies arbóreas de carácter

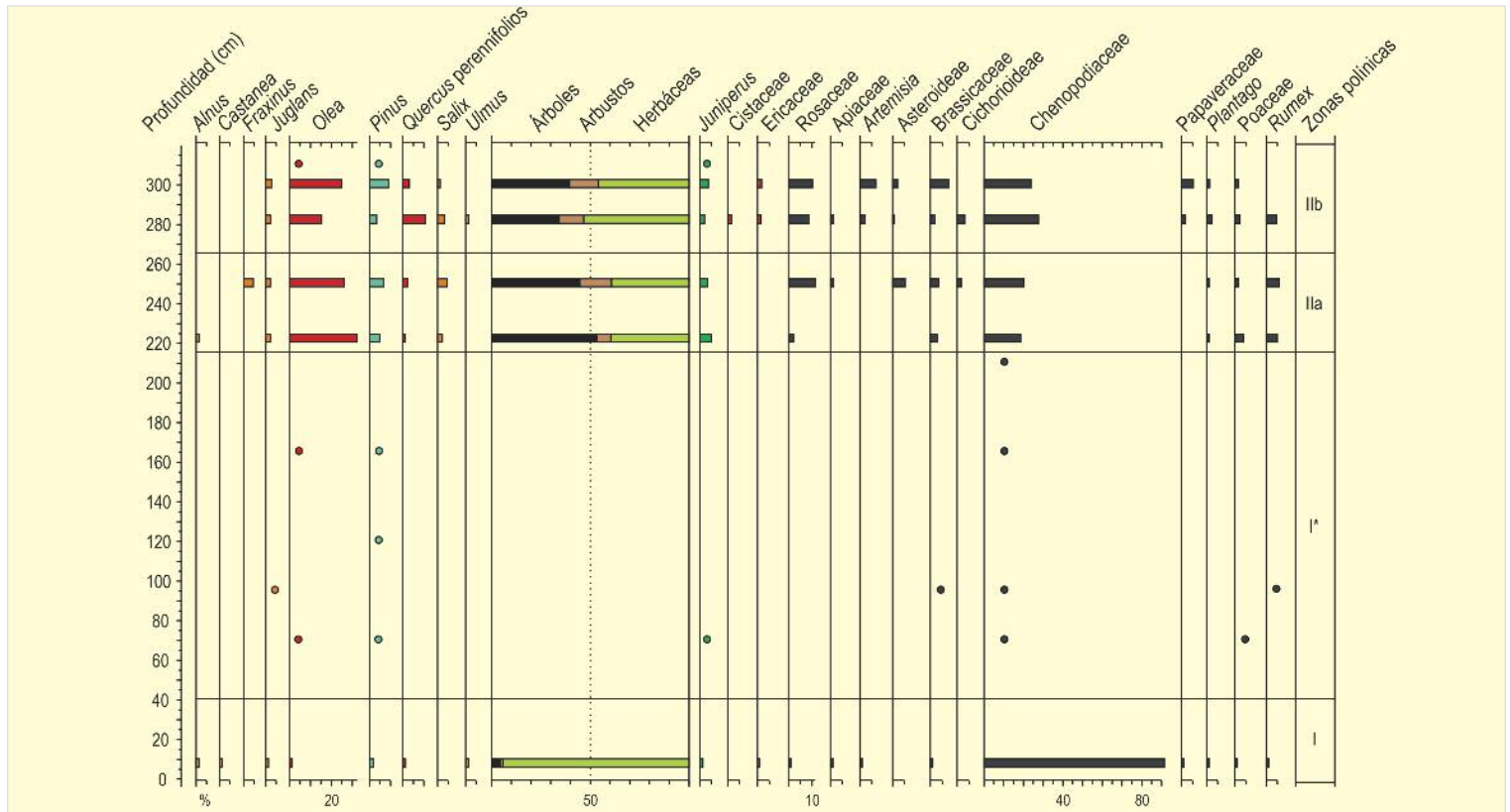


Figura 571. Diagrama polínico de la secuencia de Buenavista. Redibujado de Martín-Arroyo (1998)

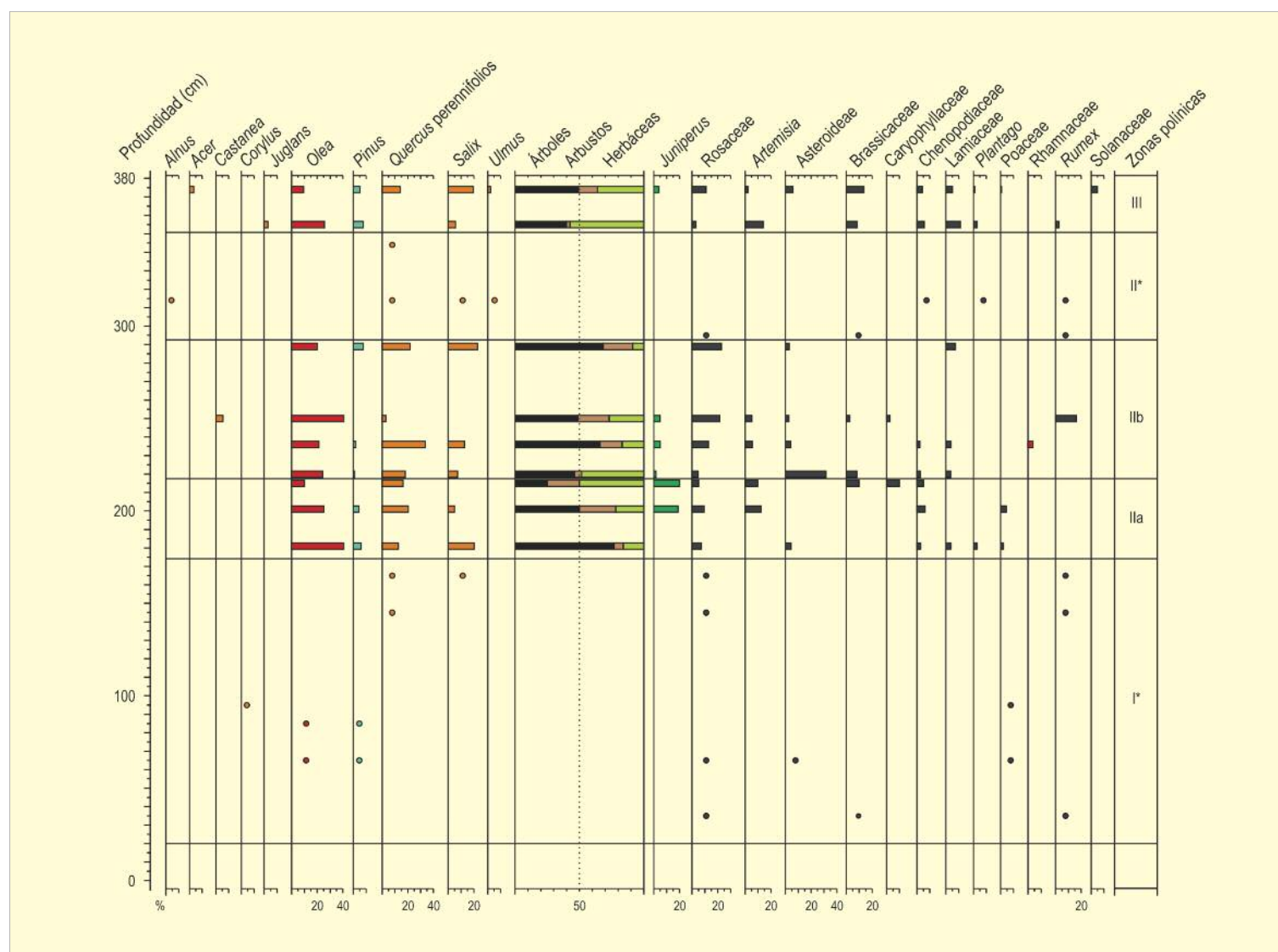


Figura 572. Diagrama polínico de la secuencia de Salchicha. Redibujado de Martín-Arroyo (1998)

eurosiberiano (caducifolios no esclerófilos) en un ambiente mediterráneo.

Buenavista superior

Se desarrolla sobre la terraza de +62-60 m (39° 53' N, 04° 03' ; 480 m s.n.m.) formada durante el Pleistoceno inferior. Esta datación está basada en los datos de polaridad negativa, a techo de la terraza.

Se han identificado en las 11 muestras analizadas (Fig 571), un total de 43 taxones de los que 9 son arbóreos, 4 arbustivos y 22 herbáceos, junto a 5 taxones acuáticos y esporas monoletas y triletas. Dominan los elementos mediterráneos como *Olea* y en menor medida *Quercus perennifolia*, acompañados por taxones de ribera en cuyo seno probablemente se desarrolla *Juglans*. *Chenopodiaceae* junto a *Rumex*, son los elementos mayoritarios del estrato herbáceo.

Tanto la riqueza polínica de la secuencia como el comportamiento de los taxones, ha permitido diferenciar 3 zonas: la basal, se identifica por una sola muestra que refleja la existencia de un pai-

saje muy abierto dominado por *Chenopodiaceae* y desarrollado bajo unas condiciones mediterráneas secas; en la zona central, la característica principal es la escasez de contenido polínico, que podría responder a una agudización de las condiciones detectadas en la zona anterior; y a techo de la secuencia los taxones presentes indican la instalación de unas condiciones mediterráneas así como la estabilidad del medio.

Salchicha inferior

Se trata de un depósito de 380 cm de espesor (39° 53' N, 04° 04' O; 490 m s.n.m.), desarrollado sobre la terraza fluvial de + 40m., datada en Pleistoceno medio a través de la presencia de *Mammuthus trogontherii*. El análisis palinológico (Fig 572) de la secuencia se ha realizado sobre un total de 18 muestras, en las que se han identificado 35 taxones, de los que 10 son arbóreos, 4 arbustivos y 16 herbáceos, además de 3 taxones acuáticos y esporas monoletas y triletas.

El desarrollo de *Olea*, *Quercus perennifolia*, *Juniperus*, *Alnus*, *Corylus* y *Castanea*, define un paisaje vegetal de tipo mediterráneo,

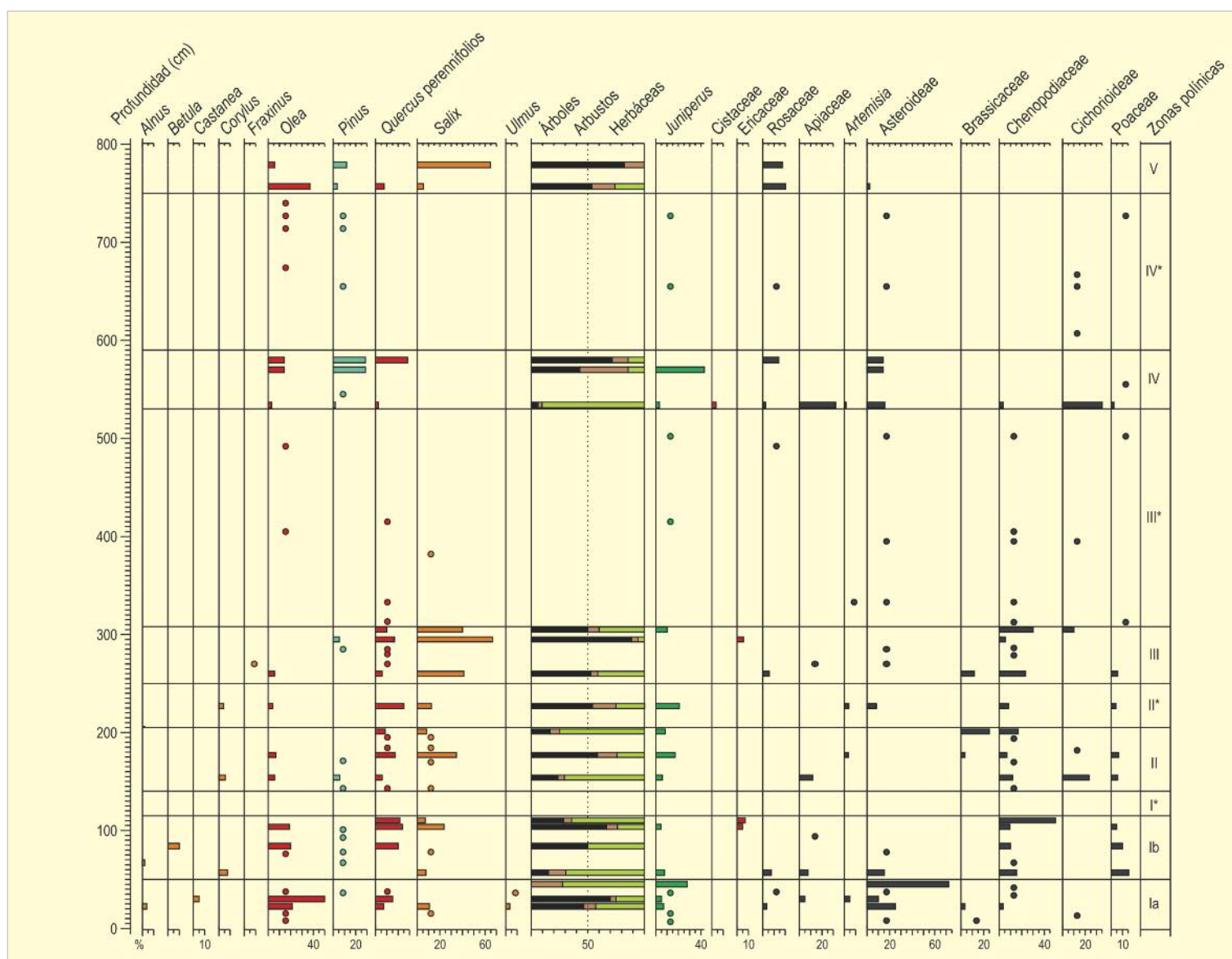


Figura 573. Diagrama polínico de la secuencia de Pinedo. Redibujado de Martín-Arroyo *et al.* (1996, 2000), Martín-Arroyo (1998) y Ruiz-Zapata *et al.* (2004)

con una vegetación de ribera, bien desarrollada en los márgenes del río. En este contexto, la presencia de *Pinus*, es continua pero escasa. Al igual que en el caso anterior, la mitad inferior de la secuencia, presenta una información parcial, que podría corresponder a un paisaje abierto desarrollado bajo unas condiciones más secas, sin embargo, a lo largo de la mitad superior en el bosque mediterráneo y bajo suelos más maduros se produce la sustitución de *Olea* por *Quercus perennifolia*. Hacia el techo de la secuencia episodios de mayor actividad fluvial explicarían el aumento progresivo de la vegetación de ribera (*Salix*, *Alnus*, *Ulmus*) y de los taxones templados (*Acer*, *Juglans*, *Castanea* y *Corylus*). La secuencia muestra la existencia de un clima mediterráneo con pulsaciones de mayor humedad y tendencia general a unas condiciones más secas.

Secuencia de Pinedo

Depósito de 785 cm de potencia, desarrollado sobre la explotación de áridos de Pinedo (39° 53' N, 04° 00' O; 500 m s.n.m.), en una

terrazza de + 30m del río Tajo en cuyo seno se ubica uno de los yacimientos del Paleolítico inferior más importantes de la zona, rico en industria Achelense. Litológicamente, la secuencia está constituida por términos típicamente fluviales o de *over-bank*, con niveles de arenas finas-medias con estratificación cruzada, planar y *ripples*, intercaladas entre fangos arenosos masivos.

El análisis palinológico (Fig. 573) se llevó a cabo sobre un total de 82 muestras, de las cuales en sólo 21 se ha podido realizar un tratamiento estadístico de los datos a partir de los 40 taxones identificados, de los que 10 son arbóreos, 4 arbustivos y 19 herbáceos, así como 4 taxones acuáticos y esporas monoletas y triletas. *Olea* y *Quercus perennifolia*, junto a taxones riparios, conforman los elementos dominantes del paisaje vegetal, cuya cobertura fluctúa entre paisajes de bosques y espacios abiertos, dominados por Asteraceae y Chenopodiaceae. Además son frecuentes las fases con un escaso contenido en polen. Estos hechos

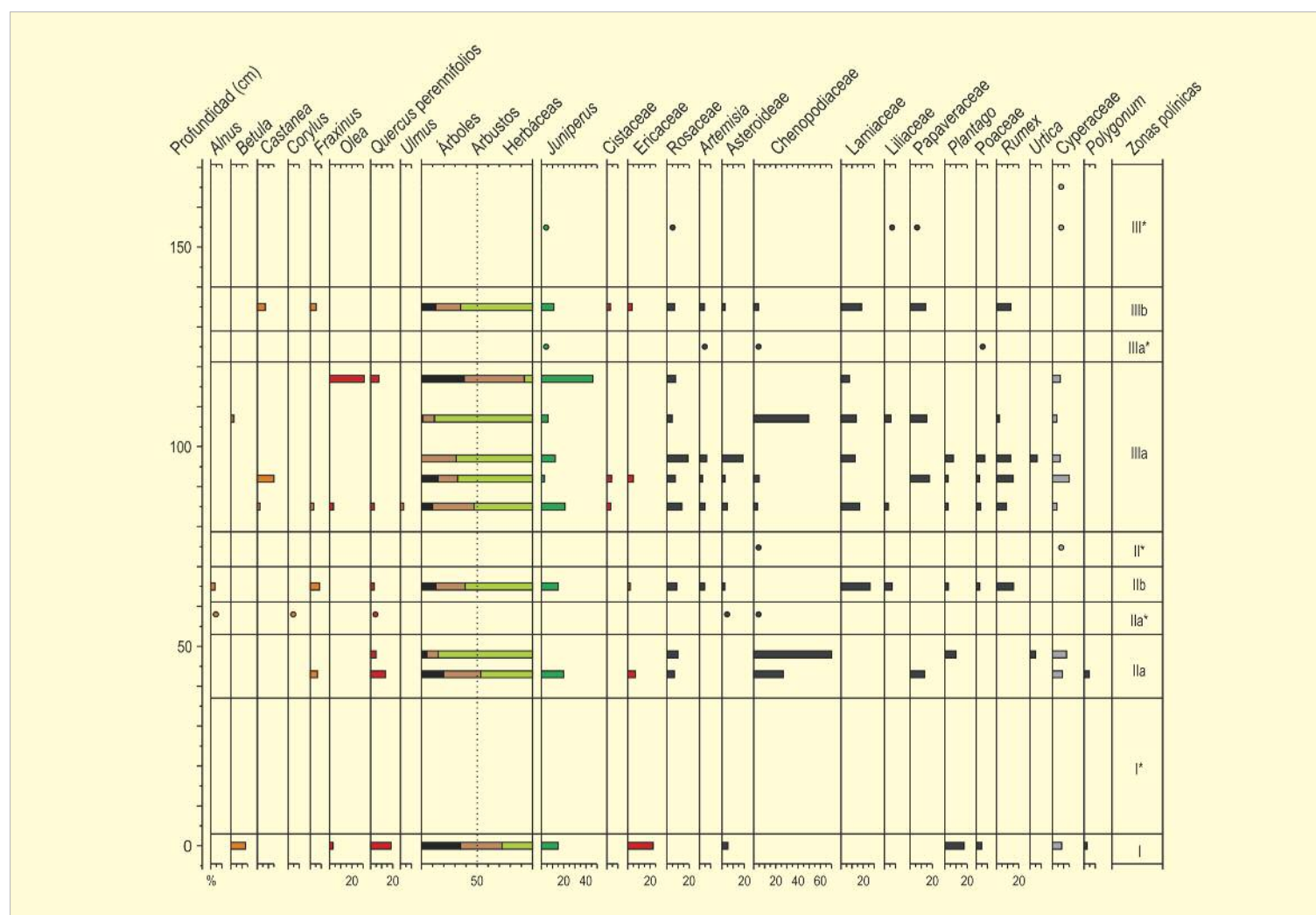


Figura 574. Diagrama polínico de la secuencia de Valdelobos. Redibujado de Martín-Arroyo *et al.* (1996) y Martín-Arroyo (1998)

han permitido diferenciar 5 zonas polínicas. La zona I, predominantemente arbórea con *Quercus perennifolios*, *Olea* y *Salix*, y presencias de elementos templados como *Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Corylus* y *Ulmus*. Inicialmente dominan *Olea* y *Juniperus*, que son sustituidos por *Quercus perennifolios* y *Ericaceae*. Los elementos herbáceos, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago*, *Rumex* y *Poaceae*, se mantienen prácticamente constantes. La zona II representa un nuevo ciclo que se inicia con una recuperación arbórea, destacando el incremento de *Salix*, y que hacia el techo evoluciona hacia paisajes abiertos dominados por *Chenopodiaceae*. En la zona III se instala un paisaje mediterráneo pobre y abierto, constituido por *Quercus perennifolios* asociado a una mayor expansión de los elementos riparios. Hacia el techo la pérdida progresiva de las formaciones arbóreas, refleja la degradación del paisaje. A lo largo de la zona IV se va desarrollando un paisaje algo más denso, con *Olea*, *Juniperus* y finalmente *Quercus perennifolios*, junto a una vegetación riparia poco desarrollada; los arbustos aparecen de forma puntual y el

estrato herbáceo es pobre y poco variado. Finalmente en la zona V retorna la vegetación de tipo mediterráneo, con *Olea* y *Quercus perennifolios*, junto a *Salix*, una orla arbustiva de *Rosaceae* y un pobre cortejo herbáceo (*Caryophyllaceae* y *Lamiaceae*).

En resumen, esta secuencia muestra, en líneas generales, las etapas iniciales de la instalación de una vegetación típicamente mediterránea, formada por *Quercus perennifolios*, *Olea* y una orla arbustiva de *Juniperus*, poco densa, asociada al desarrollo de elementos herbáceos como *Chenopodiaceae* y *Asteraceae*. Las presencias puntuales de *Betula*, *Alnus*, *Castanea*, *Corylus* y *Ulmus*, desarrollados al amparo de unas condiciones de mayor humedad, fundamentalmente edáfica, son las propias de la vereda del río donde tiene lugar la expansión de *Salix*. Este paisaje vegetal tiende a evolucionar hacia unas condiciones más secas, con pérdida de elementos templados dando paso a un paisaje típicamente mediterráneo, pobre y abierto de *Quercus perennifolios*. Sólo la zona IV parece mostrar un ligero aumento de la tasa de humedad. Finalmente hay

un empobrecimiento, tanto cuantitativo como cualitativo, de la cobertura vegetal.

Secuencia de Valdelobos

Se trata de un depósito de 165 cm de potencia, desarrollado sobre la terraza de + 7m (39° 52' N, 04° 05' O; 500 m s.n.m.) atribuida al Pleistoceno superior. Litológicamente está constituida por arenas, fangos arenosos y arcillas, tanto masivas como con estructura laminar.

El análisis palinológico (Fig 574) se ha realizado sobre 20 muestras, identificando un total de 34 taxones, de los que 10 son arbóreos, 4 arbustivos y 17 herbáceos, junto a 4 elementos acuáticos y esporas monoletas y triletas. En este perfil destacan los altos porcentajes alcanzados por *Pinus*, en comparación con las secuencias anteriores. El comportamiento de los taxones se estructura en 3 zonas. La zona I, refleja una vegetación arbórea poco densa dominada por *Quercus* perennifolios y acompañadas por *Olea* y *Betula* y, asociados a un pobre cortejo tanto arbustivo como herbáceo. La zona II representa una etapa de degradación del paisaje mediterráneo, favoreciendo el desarrollo de un cortejo herbáceo variado, formado principalmente por Chenopodiaceae.

En la zona III, se observan nuevamente dos episodios rítmicos de recuperación-degradación de la vegetación interrumpidos por un nivel estéril. En el primero de ellos tiene lugar un empobrecimiento cuantitativo y cualitativo del estrato arbóreo, que favorece inicialmente el desarrollo del herbáceo, culminando con un alto grado de degradación que se manifiesta a través de muestras sólo con presencias. El siguiente presenta unas características muy similares, aunque el punto de partida es un paisaje arbustivo en el que se detectan presencias de taxones templados, riparios y herbáceos. A lo largo de esta secuencia se detecta una ritmicidad en el comportamiento del medio y de la vegetación, reflejada en la alternancia de niveles con/sin polen y en los procesos de recuperación-degradación de la vegetación típicamente mediterránea (*Juniperus*, *Olea* y *Quercus* perennifolios) y destacan el aumento en la representación de *Pinus* y las presencias puntuales de *Betula*, *Castanea* y *Corylus*. En conjunto muestra un paisaje mediterráneo abierto, con algunos elementos templados y una escasa orla arbustiva, que evoluciona a lo largo de la secuencia hacia unas condiciones progresivamente más secas; esta tendencia genera un retroceso de los elementos templados, riparios y a una pérdida de los acuáticos, que culmina en una degradación generalizada que favorece el desarrollo de herbáceas; se crean así unas condiciones, con suelos secos y pobres, que facilitarán la posterior colonización por parte de la vegetación mediterránea.

Resumen

El análisis polínico de estas cuatro secuencias, ha puesto de manifiesto que durante el Pleistoceno medio y superior, en la zona de estudio, existe una gran homogeneidad paisajística, expresada en la instalación de una vegetación mediterránea abierta, formada por *Quercus* perennifolios, *Olea*, *Juniperus* y Cistaceae, acompañados de elementos templados como *Betula*, *Castanea*, *Ulmus*, *Juglans* y Ericaceae y riparios tipo *Alnus*, *Fraxinus* y *Salix*. Asociado a ello, se desarrolla un pobre cortejo herbáceo en el que destacan *Artemisia*, Asteraceae, Chenopodiaceae, *Plantago*, Poaceae y *Rumex*.

La sustitución de *Olea* por *Quercus* perennifolios, constatada en todos los histogramas polínicos puede ser explicada por los cambios producidos en el mayor o menor desarrollo del volumen útil del suelo, ya que *Olea* es capaz de instalarse y evolucionar sobre suelos poco desarrollados e incluso soportar periodos cortos de encharcamiento, hecho fatídico para las raíces de este tipo de *Quercus*. Así, la dinámica de la vegetación podría resumirse en la instalación de una vegetación mediterránea formada por *Olea* y *Juniperus*, sobre suelos lavados y recién abandonados por el río; a medida que los suelos van evolucionando, se instala el encinar. Este encinar puede verse alterado por un cambio en el régimen fluvial, dando lugar a una pérdida o disminución del mismo, y al posterior desarrollo de *Olea*. Estas sustituciones son de mayor o menor grado, e incluso a veces no llegan a producirse, dando lugar a una coexistencia de ambos taxones. Los elementos riparios tienen gran interés en la zona ya que muestran cómo afecta un régimen fluvial de primer orden al paisaje mediterráneo; producen discontinuidad paisajística y recrean en su seno condiciones próximas, en mayor o menor medida, a la de los ambientes eurosiberianos o atlánticos, favoreciendo la existencia de formas de vida propias en los mismos. El cortejo herbáceo no es muy rico, ni cuantitativa ni cualitativamente, lo que demuestra la pobreza paisajística de estas áreas; sólo Chenopodiaceae destaca en algunas secuencias.

Finalmente, cabe hacer constar que sólo a finales del Pleistoceno superior la continuidad paisajística se ve interrumpida por el desarrollo del pinar, momento a partir del cual es importante en la zona.

Más información

Alfárez Delgado (1977), Martín-Arroyo (1998), Martín-Arroyo *et al.* (1996, 2000), Querol & Santonja (1979), Ruiz-Zapata *et al.* (2004)

LOS TORREJONES

Sistema Central, Tamajón, Guadalajara
Pleistoceno superior (80.000-60.000 años BP)



Figura 575. Cueva de los Torrejones en Tamajón

El abrigo de Los Torrejones (41° 00' 45" N, 03° 15' 10" O; 1100 m s.n.m.) es una caverna kárstica sobre calizas cretácicas del Sistema Central, cerca de la localidad de Tamajón, provincia de Guadalajara. La vegetación local incluye sabinars de *Juniperus thurifera* con *Quercus faginea*, *Q. ilex* subsp. *ballota*, *Pinus halepensis*, y comunidades arbustivas dominadas por cistáceas. Hay también alisedas y amplias zonas cultivadas.

La cueva tiene dos entradas y una profundidad de unos 60 m con un sistema complejo de galerías. El yacimiento es básicamente paleontológico y está dominado por hiénidos y her-

bívoros (Arribas *et al.* 1997). Durante la campaña de 1993-1995 se abrió un área de 16 m² en la entrada y se estableció una estratigrafía con cinco niveles. Es en el nivel 4 donde se han encontrado abundantes coprolitos de hiena (Fig. 578) que fueron objeto de estudio palinológico (Carrión *et al.* 2007). La edad se ha sugerido por la fauna en torno a 80.000-60.000 años antes del presente (Arribas *et al.* 1997).

Los paisajes vegetales inferidos por la palinología de coprolitos (Fig. 576) sugieren la existencia de un paisaje diverso durante el Pleniglacial inferior del Sistema Central español. Se

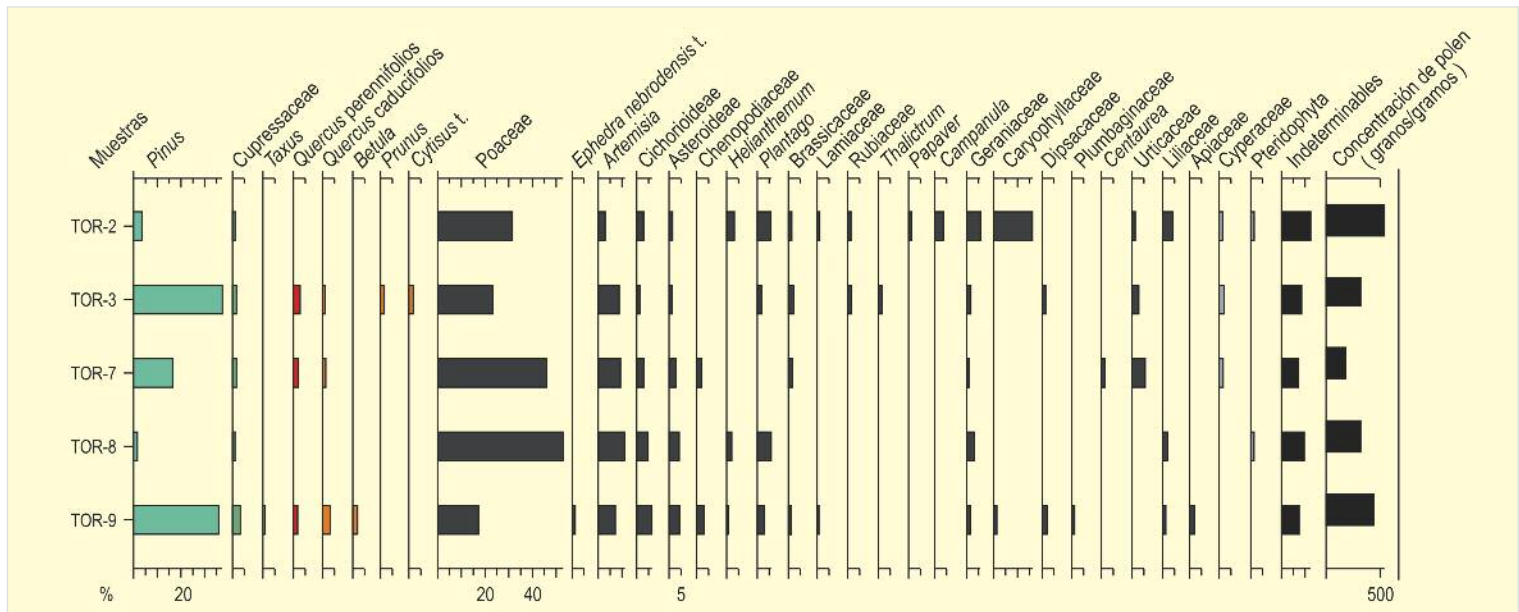


Figura 576. Diagrama polínico de coprolitos de hiena del nivel 4 del yacimiento de Los Torrejones. Redibujado de Carrión *et al.* (2007b)

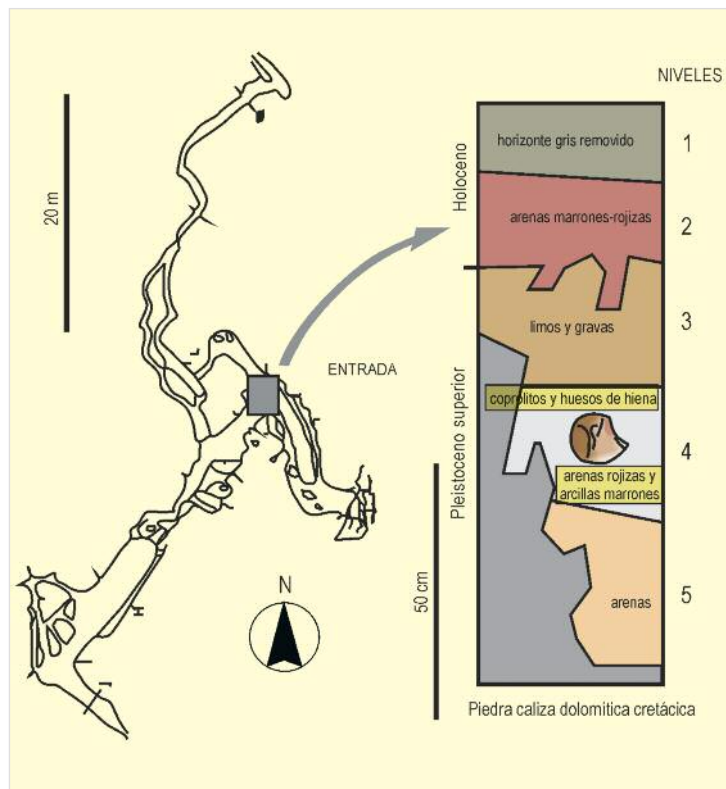


Figura 577. Sección longitudinal de la cueva de Los Torrejones, y estratigrafía de la zona de entrada donde se extrajeron los coprolitos de hiena (Nivel 4). Redibujado de Carrión *et al.* (2007b)



Figura 578. Coprolitos de la hiena *Crocuta crocuta* subsp. *spelaea* del Pleistoceno superior del yacimiento de Los Torrejones

incluyen estepas con gramíneas y *Artemisia*, bosques abiertos de pinos y vegetaciones sabanoides. Hay también evidencia puntual de taxones mesotermófilos como *Taxus*, *Quercus* y *Betula*.

Más información

Carrión *et al.* (2007b)

FUENTILLEJO

Ciudad Real

Pleistoceno superior-Holoceno (19.725-1450 años cal. BP)



J. VACAS OCAÑA

Figura 579. Vistas de la laguna de Fuentillejo, Ciudad Real

El perfil denominado FU-1 se ubica en la laguna de Fuentillejo (Ciudad Real) ($38^{\circ} 56' 18''$ N, $04^{\circ} 03' 14''$ O; 635 m s.n.m.), ocupando un cráter de explosión (*maar*), originado mediante procesos eruptivos hidromagmáticos. Este *maar* tiene unas dimensiones de 450 x 250 m de diámetro interno y 1400 x 1400 m de diámetro externo (Fig. 579). Al norte está rodeado por un anillo de tobas, con una diferencia de altura de 40 m, mientras que el lado sur está limitado por una pared de cuarcitas de más de 120 m de altura. Desde su origen, la cuenca lacustre ha sido un sistema cerrado, con tres abanicos aluviales principales que han aportado material detrítico (cuarcitas, rocas volcánicas y fragmentos piroclásticos). La

laguna, con un perímetro de 2513 m y una superficie de 12,15 hectáreas, está constituida por aguas hiposalinas que dependen exclusivamente de la lluvia y de la evaporación. El relleno sedimentario tiene una potencia de 140 m, a lo largo de los cuales se han podido definir 23 unidades litoestratigráficas, que representan 6 tipos básicos de sedimentación lacustre.

La temperatura media anual oscila entre 13 y 17°C y la precipitación media, de unos 400 mm anuales, lo encuadra dentro de la región mediterránea en un ombroclima seco, caracterizado por una vegetación esclerófila, ejemplificada por la encina; a

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Beta-204449	65	1570 ± 40	1450
Beta-215418	322	3750 ± 40	4110
Beta-204450	435	15.420 ± 70	18.440
Beta-190136	675	16.540 ± 90	19.725
Beta-190139	1445	25.470 ± 210	30.480
Beta-190140	1691	30.880 ± 360	36.020
-	1840	42.620 ± 1490	46.270

Tabla 142. Dataciones de radiocarbono del sondeo de Fuentillejo FU-1. Calibración de la edad (2s 95%). Mediana de la calibración (INTCAL98, Stuiver *et al.* 1998). Ruiz-Zapata *et al.* (2008)

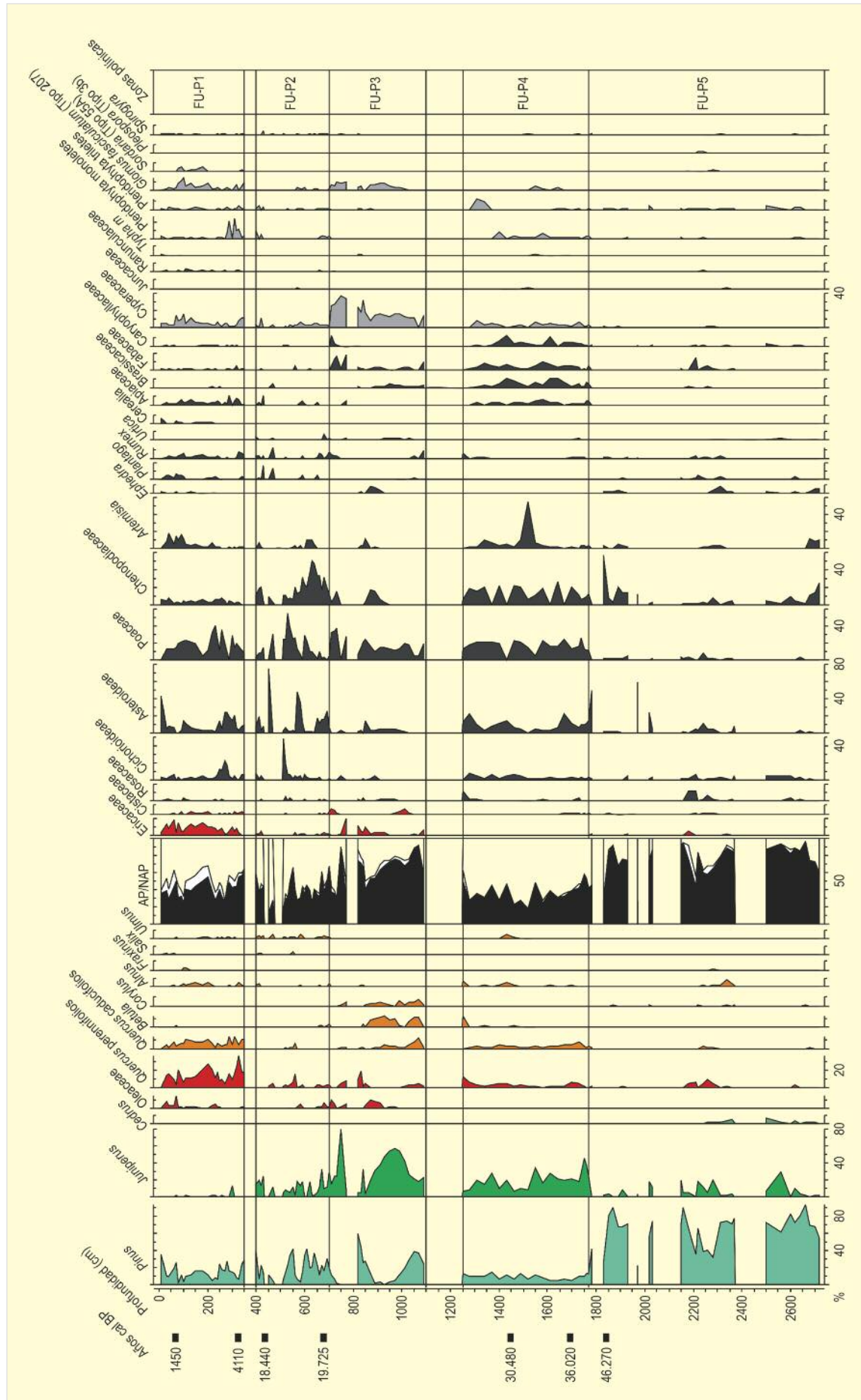


Figura 580. Diagrama polínico de la secuencia de Fuenteillejo. Redibujado de Ruiz-Zapata et al. (2008)

mayor altitud y en zonas de umbría, se desarrollan bosques de caducifolios, así como algunas coníferas y el matorral. El paisaje vegetal actual está muy degradado.

Los datos polínicos (Fig. 580), correspondientes a los primeros 27 m de la secuencia, suponen un lapso de tiempo superior a los últimos 50.000 años (Tabla 142). Se han identificado un total de 45 taxones de los que 13 son arbóreos, 3 arbustivos y 29 herbáceos. *Pinus* es el elemento principal de la vegetación arbórea, acompañado por *Juniperus*, y de un modo más esporádico, por taxones termófilos (*Quercus* tipo perennifolio y *Olea*), mesófilos (*Corylus* y *Quercus* tipo caducifolio), frescos (*Betula*) y taxones riparios (*Alnus*, *Fraxinus*, *Salix* y *Ulmus*). El componente arbustivo (Ericaceae) no es muy representativo. La vegetación herbácea está dominada por Poaceae, Asteraceae y Chenopodiaceae, junto a un cortejo variado en el que destacan *Plantago*, *Rumex* y *Urtica*. Los elementos acuáticos son, en general poco representativos y están dominados por Cyperaceae y, en menor medida, Juncaceae, Ranunculaceae y *Typha*. En cuanto a los palinomorfos no polínicos incluidos en el registro, cabe destacar *Glomus*, puede que asociado a procesos de deforestación, y *Sordaria*, de afinidad coprófila. La inferencia general conduce a una vegetación de tipo mediterráneo.

Desde el punto de vista diacrónico, hay que señalar que la sección de la secuencia estudiada abarca las unidades 23, 22, 21, así como el techo de la unidad 20. Como hechos más relevantes destacan la existencia de niveles estériles y la alternancia en las fases de desarrollo del bosque. Con anterioridad a 46.270 años cal. BP, durante la zona FU-P5, el paisaje vegetal es arbóreo y aparece dominado por el pinar y en menor medida por *Juniperus*; se detecta *Cedrus* en la mitad inferior, que es sustituido por taxones locales de ribera y acuáticos. La fase concluye con un bosque de pino asociado al aumento de Chenopodiaceae.

La zona FU-P4 se define entre dos niveles estériles y con posterioridad a los 37.000 años cal. BP. Se trata de una etapa de paisaje abierto debido al retroceso del pinar, lo que favorece la expansión de *Juniperus*, Asteraceae, Poaceae, Chenopodiaceae, pero también el desarrollo de *Quercus* y de taxones acuáticos. Tras un nivel estéril, con anterioridad a los 19.725 años cal. BP, (FU-P3) se retorna a un paisaje de bosque debido inicialmente al desarrollo de *Pinus* y, posteriormente de *Juniperus*; no se detectan taxones de ribera y si los taxones locales como *Corylus*, *Quercus* tipo caducifolio y en menor proporción los taxones termófilos. Hacia el techo se expande *Juniperus*, desaparece *Pinus* y del resto de los taxones arbóreos aparecen sólo puntualmente. Posteriormente el descenso de *Juniperus*

favorece la expansión de *Betula*, y más tarde la de *Olea*, *Pinus*, y *Quercus* tipo perennifolio, para nuevamente desarrollarse *Juniperus*. A ello se une la expansión progresiva de Ericaceae, el dominio de Poaceae en el grupo herbáceo y la expansión de Cyperaceae entre las acuáticas. Esta zona representaría unas condiciones más frescas frente a una mayor termicidad en gran parte de la zona; en su techo se detectan nuevamente síntomas de un enfriamiento asociados a un descenso de la lámina de agua que favorecería la expansión de Cyperaceae. El deterioro de las condiciones ambientales culmina con el desarrollo de una fase estéril, coincidente con las huellas de bioturbación, pudiendo deducir una situación de baja o nula lámina de agua, que podría traducirse en unas condiciones más secas.

En el intervalo 19.725-18.440 años cal. BP (zona polínica FU-P2), el bosque presenta fuertes oscilaciones, dentro de un retroceso general de la cobertura arbórea, debido a la caída de *Juniperus*; *Pinus* se recupera, y se detectan presencias de taxones arbóreos tanto mediterráneos como de ribera; descienden los taxones acuáticos y aumentan las quenopodiáceas. Todo parece indicar un deterioro progresivo de las condiciones climáticas que llevan a la instalación gradual de un clima de carácter más frío y seco. Tras un hiato sedimentario, la secuencia evidencia cambios a partir de los 4110 años cal. BP; destaca la estabilización de la curva de *Pinus* y la escasa frecuencia de *Juniperus*, así como la expansión de *Quercus* tipo perennifolio y caducifolio y de *Olea*, la recuperación de los taxones de ribera y acuáticos y el incremento de Ericaceae. En el grupo herbáceo dominan las gramíneas, *Artemisia* y los taxones nitrófilos (*Plantago* y *Rumex*). La presencia de *Glomus* y *Sordaria* evidencian la acentuación de los procesos de deforestación y la presencia de ganado, lo cual, junto a *Cerealia*, podría interpretarse como resultado de la actividad antrópica sobre el territorio.

En el marco temporal que abarca la secuencia tenemos representados en las zonas FU-P5 a FU-P3 los estadios isotópicos 4 y 3, caracterizados en líneas generales por una masa forestal constituida fundamentalmente por *Pinus* que alterna con *Juniperus*, el cual va marcando los episodios más fríos, correlacionados por los autores con los eventos H-3, H-2 y H-1. La máxima degradación del paisaje vegetal culmina en la zona FU-P2, marcada por el dominio de Chenopodiaceae, que marcaría la fase más fría correspondiente al OIS 2.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2008), Vegas *et al.* (2008, 2010)

ARENAL DE SAN GREGORIO

Llanura manchega, Arenales de San Gregorio, Ciudad Real
 Pleistoceno superior (23.000 años BP)



B. RUIZ ZAPATA

Figura 581. Perfil de la secuencia Arenal de San Gregorio

El depósito estudiado paleontológicamente corresponde a una duna de naturaleza arcillosa localizada en la localidad de Arenales de San Gregorio (39° 18' N, 03° 01' O; 640 m s.n.m.), en la Llanura Manchega (Ciudad Real). La morfología de este tipo de depósitos en el área de estudio ha permitido deducir la dirección de los vientos tanto de componente atlántica como mediterránea y constatar que era igual que en la actualidad. Las dataciones OSL/TL son del orden de los 23.000 años BP, ubicando así su formación durante el Último Máximo Glacial.

En la secuencia polínica analizada, de 2 m de potencia, se han identificado un total de 30 taxones, de los que 10 son arbóreos (Fig. 582). El paisaje inferido es abierto y aparece dominado por Astera-ceae, Chenopodiaceae, Poaceae y en menor medida, *Artemisia*. La

vegetación arbórea nunca llega a ser dominante, pero las variaciones que presenta, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo han permitido identificar cuatro fases. La fase I, en la base de la secuencia, representa un episodio de elevada aridez. En la fase II, se aprecia una expansión de *Pinus*, del componente mediterráneo y de elementos templados (*Betula*, *Corylus* y *Fagus*). La pérdida de cobertura arbórea define la fase III como el momento de mayor aridez, mientras que en el caso de la fase IV, la ligera recuperación del componente leñoso arbóreo evidencia una nueva mejora de las condiciones ambientales.

Esta secuencia demuestra la existencia de refugios glaciales en la Meseta meridional bajo un marco de aridez generalizada que, no obstante, registró importantes oscilaciones. La vegetación fue muy sensible a estos cambios climáticos y los bosques se expandirían con cada mejoría climática.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000)

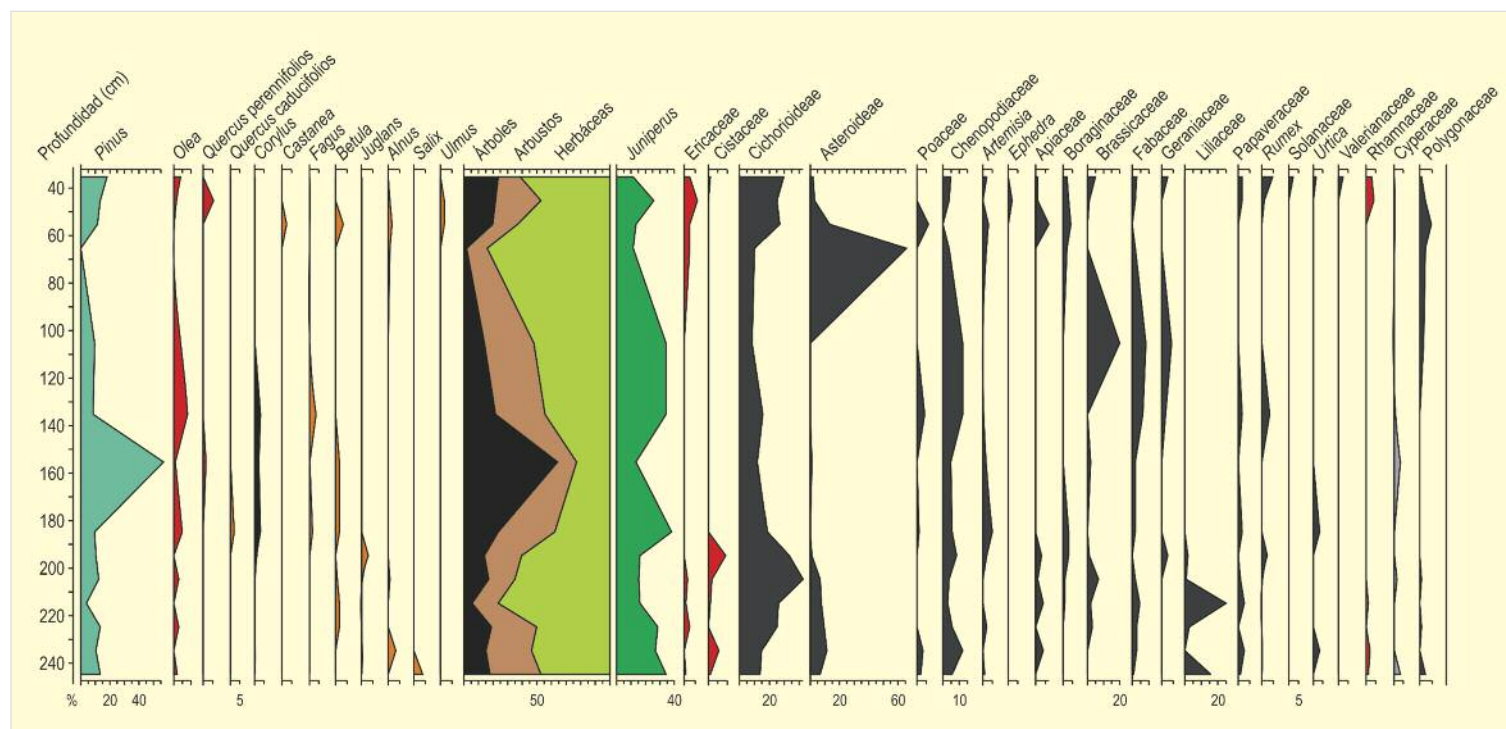


Figura 582. Diagrama polínico del Arenal de San Gregorio. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2000)

VERDELPINO

Río Valdecabras, Cuenca

Tardiglacial-Holoceno (12.930-4630 años BP)

El abrigo conquense de Verdelpino se localiza en la carretera que une Cuenca con Tragacete, sobre unas calizas mesozoicas a 980-1000 m s.n.m. (40° 09' N, 02° 05' O), al final de un estrecho y no muy largo cañón del río Valdecabras, desde donde se inicia una llanada que por la margen derecha interrumpe el río Júcar.

El análisis polínico de este yacimiento (Fig. 583) (López-García 1977) fue en su día un hito pionero por cuanto lleva implícito,

cuenta con distintos niveles de ocupación que recorren una secuencia cultural que se extiende desde el Magdaleniense hasta niveles avanzados del Neolítico.

Al nivel Va, magdaleniense, corresponden las cuatro muestras inferiores de la secuencia polínica. Está datado en 12.930 años BP, conociéndose otra datación de un nivel subyacente Vb de 14.000 años BP. La amplísima desviación estándar de ambas impide mayor precisión cronológica, aunque sus espectros polínicos evidencian un dominio porcentual de los pinos muy alto, bastante por encima del

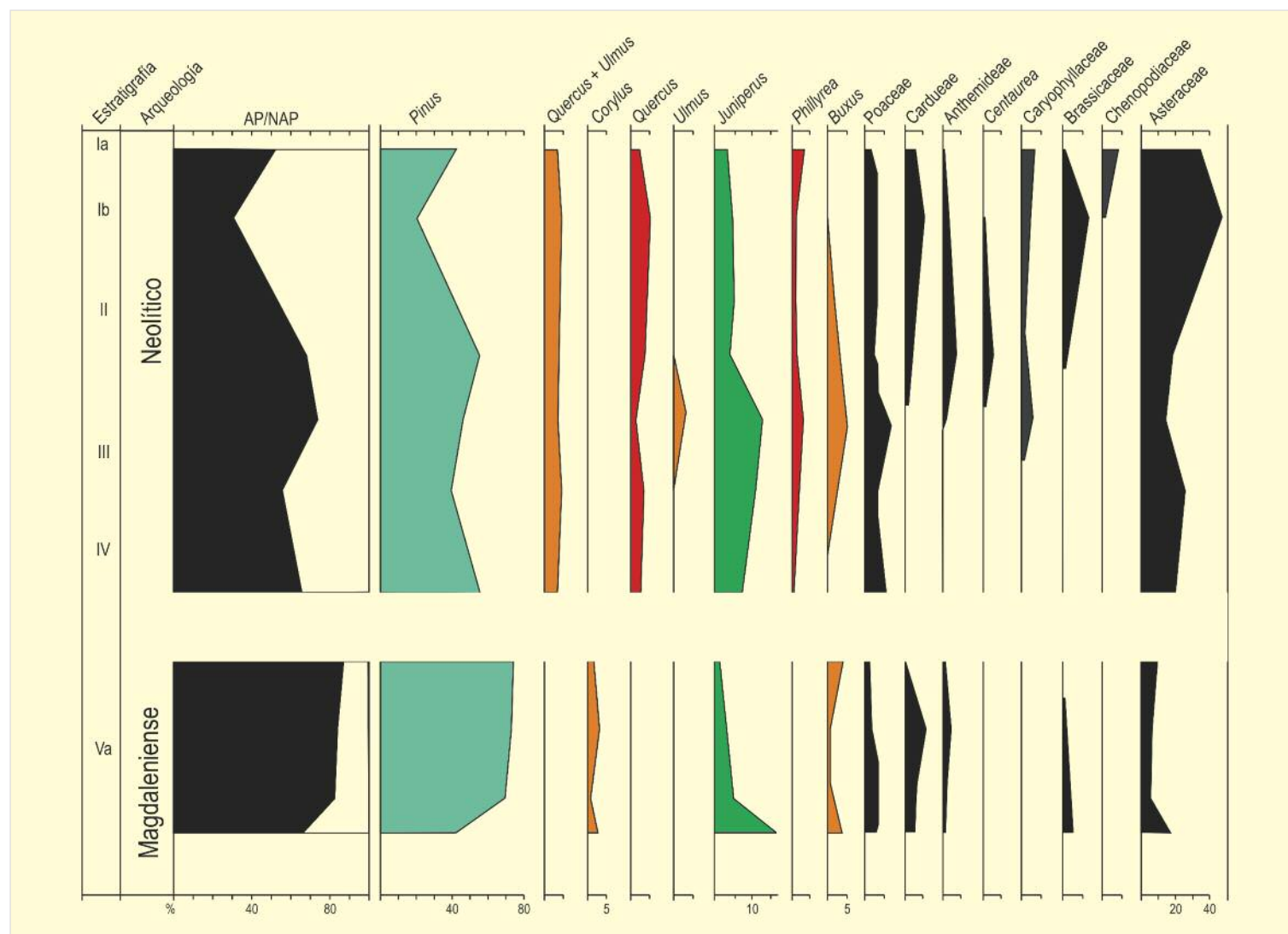


Figura 583. Diagrama polínico del abrigo de Verdelpino. Redibujado de López-García (1977)

avellano (*Corylus*), que se acompaña además de *Juniperus*. Es probable que estos datos estén haciendo referencia al paleopaisaje de la zona durante algún momento indeterminado del Tardiglacial, siendo muy evidente la recuperación progresiva del pinar.

El nivel IV, de claros rasgos epipaleolíticos, es sumamente problemático a nivel arqueológico. Encaja bien dentro del Epi-gravetiense microlaminar, ofreciendo una datación sorprendente de 7950 años BP, cuya particularidad es que asociados aparecieron fragmentos de cerámica lisa, por lo que dicha fecha sería la más antigua de la Península Ibérica para un nivel con cerámica.

Es fácil entender la crítica que, desde entonces, ha perseguido al devenir científico de este yacimiento, fruto de la cual se ha tendido a descartar tal asociación, por cuanto supondría aceptar que el Magdaleniense se habría perpetuado hasta finales del VI milenio cal. BC sin evolución tecnológica, o que la tecnología cerámica habría sido un logro autónomo de las poblaciones neolíticas de la zona, o incluso que existiría un horizonte de cerámicas lisas anterior al cardial. Algunos autores han postulado, de hecho, que el volumen de cerámicas encontradas es poco significativo como para poder admitir un horizonte liso antecardial en territorio peninsular, suponiendo que dichas cerámicas tuvieron que ser arrastradas desde los niveles superiores neolíticos. Otros, en cambio, insisten en la imposibilidad de ese arrastre y, por tanto, abogan por la fiabilidad de presencia de cerámica lisa en el nivel IV, de rasgos epipaleolíticos de tradición epigravetiense, consolidando la idea de su clasificación como "epipaleolítico cerámico". Desafortunadamente, de este interesantísimo nivel sólo se estudió una muestra de polen, y ésta procede del corte 3 que no del 2, de

donde se conoce la datación antes comentada. Su espectro polínico sigue demostrando la preponderancia del pinar y el enebro/sabinar y cierto desarrollo testimonial del bosque de quercíneas y olmos, produciéndose un mayor aporte de zoófilos como Cichorioideae.

El problema en este yacimiento se dogmatiza toda vez que se conocieron nuevas dataciones para el nivel III (Neolítico evolucionado), del cual se conocen dos fechas de 5170 años BP y 5120 años BP, que marcarían un lapsus de casi tres milenios entre los niveles III y IV. Del nivel III se estudiaron dos muestras polínicas, siendo sus espectros muy semejantes a los del nivel IV aunque con mayor presencia de *Buxus* y, sobre todo, más representatividad de taxones nitrófilos como *Cardueae*.

Una última fecha (4630 años BP) en el nivel II, también adscrito a un Neolítico evolucionado, vino a añadir más variación cronológica a la problemática. De éste nivel sólo se estudió una muestra polínica, apenas distinguible de las del nivel III con el dominio siempre del pino.

Dos muestras más proceden de los denominados niveles Ib y Ia, superficiales, arqueológicamente estériles, sin datación conocida para ellos y posiblemente correspondientes a niveles removilizados de difícil ubicación cronológica. En éstos el pino se va reduciendo y las especies antrópicas se hacen mucho más frecuentes, mientras que el bosque de quercíneas mantiene sus valores siempre bajos.

Más información

López-García (1977, 1978a, 1985, 1986)

DAIMIEL CC-17

Campo de Calatrava, Carrión de Calatrava, Ciudad Real
Holoceno (11.420-7060 años cal. BP)



J.L. Ruiz

Figura 584. Paraje en el que se sitúa la secuencia de Daimiel CC-17

La secuencia higroturbosa denominada CC-17 (39° 04' N, 03° 52' O; 615 m s.n.m.) se localiza en el límite meridional de la Submeseta sur ibérica, aguas abajo del Parque Nacional Tablas de Daimiel.

El depósito analizado posee 6,8 m de profundidad. La estratigrafía polínica se define por 8 zonas (Fig. 585). La zona A

(10.400-9700 años BP) está caracterizada por *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae* y *Cyperaceae* y podría significar el episodio del Dryas reciente en la zona de estudio.

La zona B (principios del Holoceno, a partir de 9700 años BP) implica una expansión arbórea, principalmente con *Quercus* caducifolios, *Quercus* perennifolios y *Olea*.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-79215	346-356	6150 ± 60	7060	convencional
Beta-79216	635-645	9890 ± 180	11.420	convencional

Tabla 143. Cronología por radiocarbono de la secuencia de CC-17 (Dorado-Valiño *et al.* 2002)

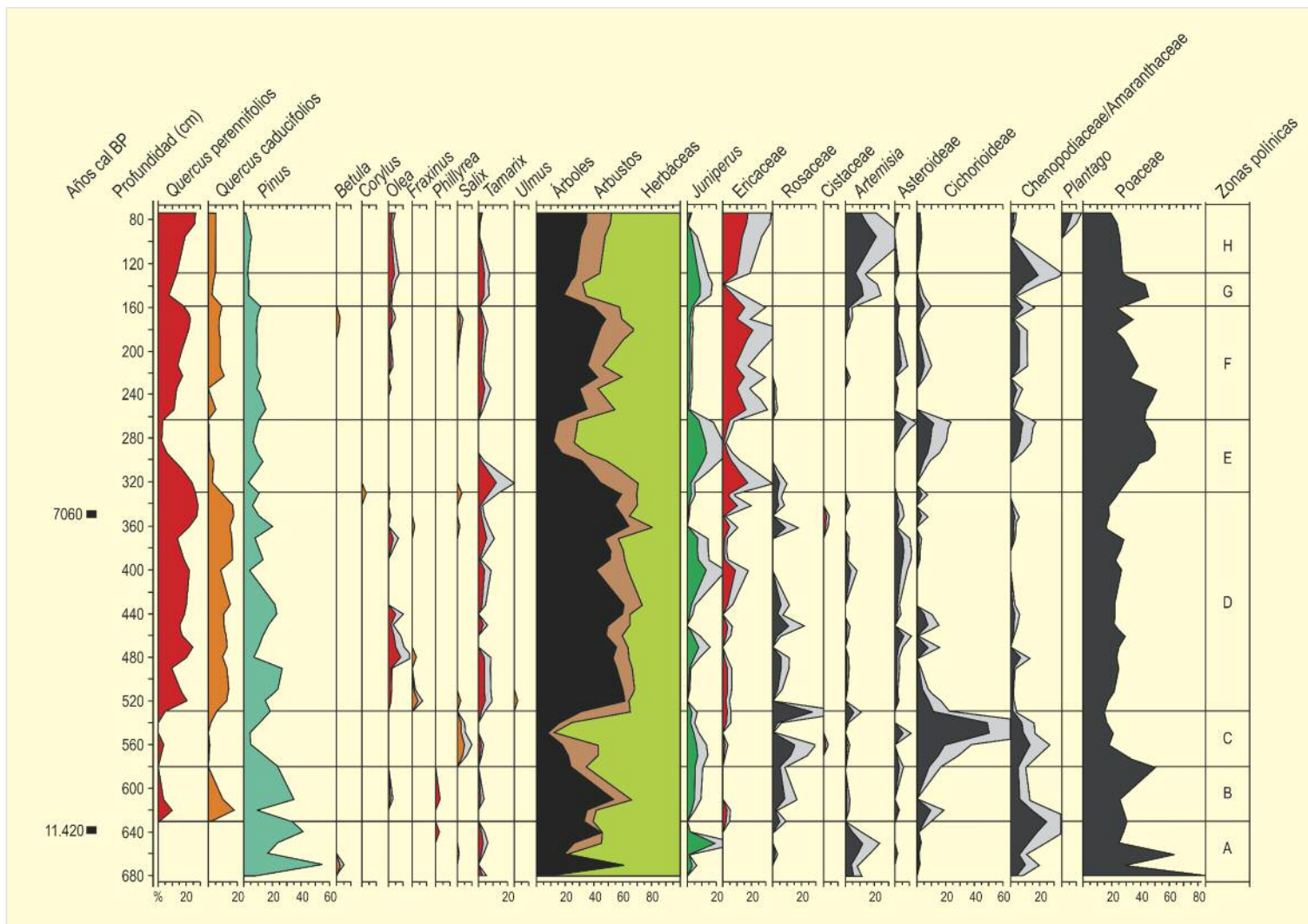


Figura 585. Diagrama polínico de la secuencia de CC-17 de Daimiel. Redibujado de Dorado-Valiño *et al.* (2002)

La zona C (9100-8500 años BP), observa una disminución de la vegetación arbórea y la expansión de *Artemisia*, *Asteraceae* y *Chenopodiaceae*, indicativas probablemente de una fase árida.

Durante la fase D (8500-5800 años BP) tiene lugar una importante recuperación de *Pinus*, acompañado de *Quercus caducifolios* y *perennifolios* así como de *Olea*. En la parte media de la zona D (7000 años BP), tiene lugar la sustitución de *Pinus* por quercíneas, así como un retroceso de las hidrófitas y un aumento sincrónico de las higrófitas, lo que sugiere un descenso eventual de la lámina de agua.

La zona E (5800-4500 años BP) se caracteriza por un importante retroceso de *Quercus* al tiempo que una expansión de *Cupressaceae*, *Asteraceae* y *Chenopodiaceae*, poniéndose de manifiesto la existencia

de una nueva fase árida. A partir de 4500 años BP (comienzo zona F), los espectros polínicos sugieren menor aridez, observándose de nuevo un aumento de *Quercus perennifolios* y más tarde de *caducifolios*.

En la zona G (2500-2000 años BP) se produce un drástico retroceso del estrato arbóreo, junto con el incremento de *Cupressaceae*, *Artemisia* y *Chenopodiaceae*. Por último en la zona H, a partir de 2000 años BP, se observa una ligera recuperación arbórea debido al incremento de *Quercus perennifolios* mientras que los *Quercus caducifolios* y *Pinus* no llegan a restablecerse.

Más información

Dorado-Valiño *et al.* (2002)

MESA DE OCAÑA

Ocaña, Toledo

Tardiglacial (~ 11.000 BP)

La secuencia palinológica de Mesa de Ocaña (Ocaña, Toledo) (39° 55' N, 03° 29' O; 700 m s.n.m.) ha sido datada al final del último episodio glacial en torno a 11.000 años BP y corresponde a una formación arenosa con estructura masiva y facies tipo *loess*, con una potencia de 2,7 m. El depósito no es totalmente polínifero, pero se han identificado un total de 25 taxones. La secuencia define dos fases: una inferior, donde *Pinus* es el componente principal junto a taxones mediterráneos (*Olea* y *Quercus perennifolia*), *Betula*, *Corylus*, *Alnus* y *Ulmus*. Posteriormente,

Juniperus es sustituido por un paisaje herbáceo dominado por *Chenopodiaceae* y *Asteraceae*, asociado a una pérdida importante de la diversidad arbórea; que evidencia la degradación del paisaje como respuesta a la instalación de las condiciones xéricas reinantes.

Más información

Ruiz-Zapata *et al.* (2000)

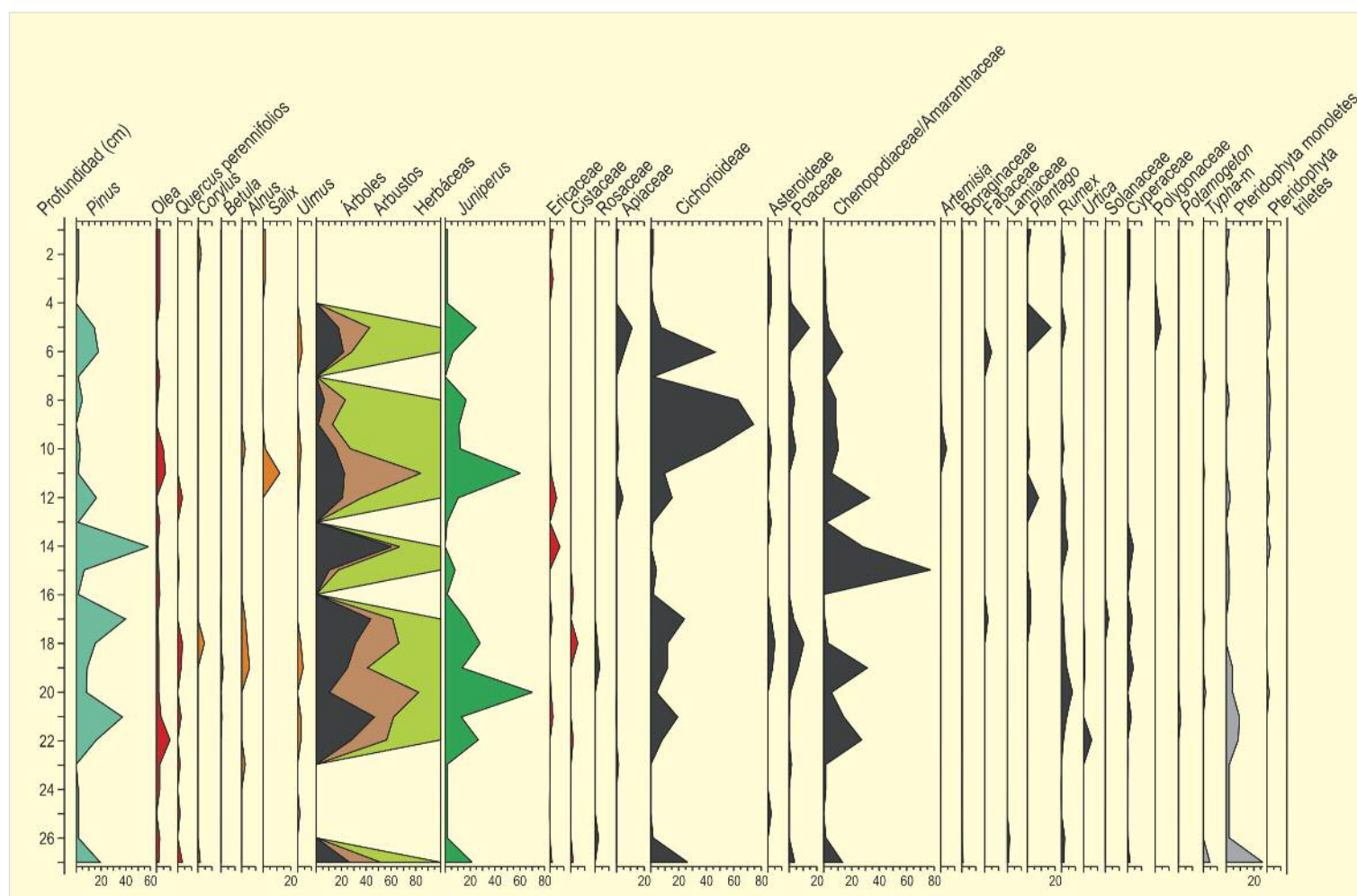


Figura 586. Diagrama polínico del Arenal de Mesa de Ocaña. Redibujado de Ruiz-Zapata *et al.* (2000)

OJOS DE VILLAVERDE

Campo de Montiel (Robledo), Albacete
Holoceno (9730-< 1160 años cal. BP)



Figura 587. Turbera de Ojos de Villaverde



Figura 588. Vista parcial de la laguna de Ojos de Villaverde

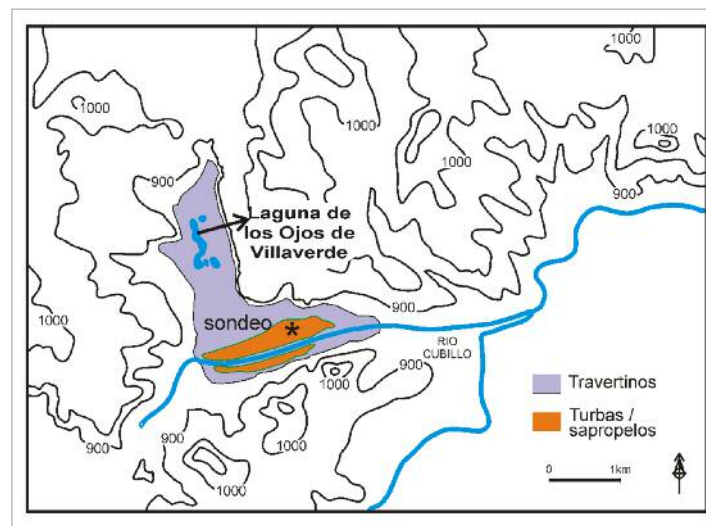


Figura 589. Localización de la laguna de Ojos de Villaverde

El estudio palinológico se llevó a cabo sobre un depósito orgánico (38° 48' N, 02° 22' O; 870 m s.n.m.) adyacente al Río Cubillo, situado 1 km al sur de la laguna permanente denominada Ojos de Villaverde, en el Campo de Montiel, dentro del humedal conocido como El Bonillo-Lezuza-El Balletero (término municipal de Robledo), a 57 km al oeste de Albacete. El valle del Cubillo tiene un carácter localmente semiendorreico, con un contexto sedimentario que incluye sapropelos y niveles turbosos suprayacentes a conglomerados cuaternarios; todo ello sobre una base impermeable de margas triásicas. La vegetación local está dominada por bosquetes de *Quercus rotundifolia*, con *Juniperus thurifera* y *Berberis hispanica* sobre los

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Rango calibración
Pta-7964	107-108	1230 ± 35	1160	1260-1065
Pta-7962	143-144	1680 ± 50	1600	1710-1490
Pta-7993	151-152	2260 ± 60	2240	2355-2125
Pta-7958	180-182	2650 ± 45	2790	2850-2730
Pta-7954	221-222	3240 ± 50	3470	3575-3360
Pta-7951	405-406	5140 ± 60	5860	5994-5732
Pta-7959	452-454	6670 ± 60	7525	7615-7435
Beta-125960	533-537	8720 ± 80	9730	9930-9530

Tabla 144. Cronología por radiocarbono de la secuencia polínica de Ojos de Villaverde (Carrión et al. 2001a)

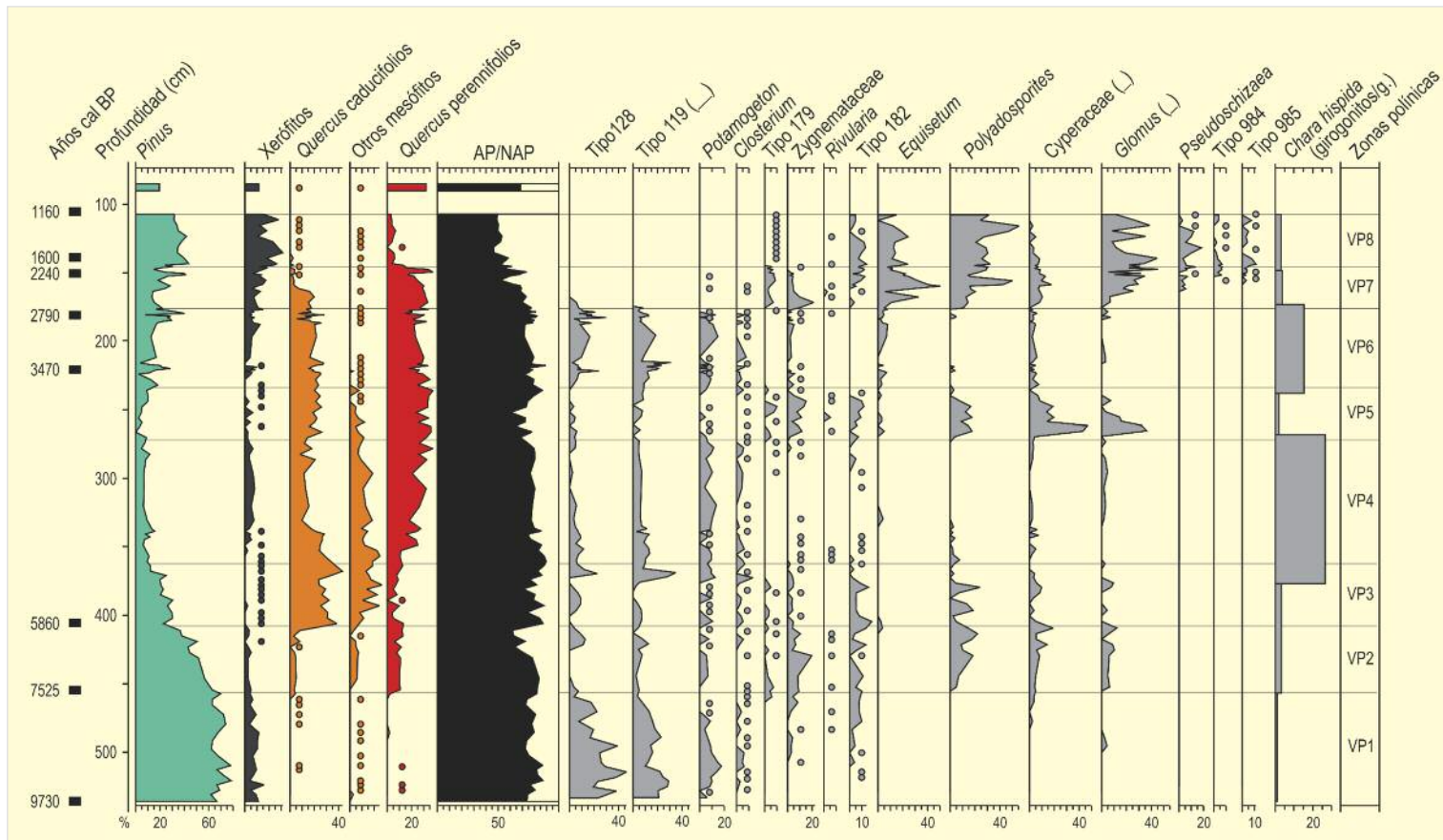


Figura 590. Diagrama polínico sintético de Ojos de Villaverde (redibujado de Carrión *et al.* 2001a)

suelos más superficiales. El clima es Mediterráneo continental. Las estaciones de Munera, El Bonillo, Lezuza, Casas de Lázaro y El Balles-tero dan temperaturas medias anuales de 13-14 °C y precipitaciones de 400-450 mm.

El testigo (profundidad total 550 cm) se extrajo con una sonda de pistón en la parte oriental de la depresión siguiendo las recomendaciones del propietario del terreno para evitar las áreas que habían sido objeto de prospección para la explotación de turba (Carrión *et al.* 2001a). La cronología se estableció sobre la base de 8 fechas radio-carbónicas calibradas (Tabla 144). El cuadro paleolimnológico viene definido por la alternancia en los niveles de agua, aunque el sistema fue un lago permanente durante la mayor parte del período de estudio. Durante los períodos de máximo nivel se produce la acumulación de sapropelos, mientras que los niveles de baja producen facies ricas en detritus de carófitos, siendo muy abundantes los girogonitos de *Chara hispida*, sobre todo en VL3 y VL5. Los niveles más margosos coinciden con la abundancia de valvas del ostrácodo *Ilyocypris bradyi*, de polen de *Potamogeton* y *Myriophyllum* y de los microfósiles 128, 119 y *Closterium*. La zona VL1 se caracteriza por la precipitación físico-química y biogénica de carbonatos. Las turbas de VL6 y VL7 se forman bajo condiciones más terrígenas y de ambiente somero, tal y como indica la correlación con *Equisetum*, *Pseudoschizaea* y los tipos 222, 984, 985, 988, además de numerosos palinomorfos fúngicos (*Glomus*, *Polyadosporites*, *Pluricellaesporites* y *Sordariaceae*).

Está claro que la iniciación de la secuencia lacustre debe coincidir con el bloqueo del drenaje, tal vez en asociación con un mayor aporte hídrico en forma de lluvias. El problema es que se trata de un sistema endokárstico y, por tanto, encontrar las causas geomorfológicas para las variaciones del nivel de agua es prácticamente imposible con la información disponible. De hecho, no hay correlación entre éstas y las zonas polínicas (VP). La secuencia no es, por lo tanto, un buen modelo para estudios *multiproxy* de objetivo paleoclimático.

La secuencia polínica describe los cambios de la vegetación local y regional entre 9700 y 1160 años cal. BP. Las muestras superficiales muestran el predominio de *Quercus perennifolios* (33%), así como una importante contribución de *Pinus* (18%) y *Juniperus* (5%). Durante la zona polínica VP1 (9700-7530 años cal. BP), los bosques de pino representan la vegetación dominante, con *Juniperus cf. thurifera* ocupando probablemente los suelos menos desarrollados o los relieves más expuestos. Hay una señal de vegetación semiárida (*Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Ephedra fragilis*). Durante VP2 (7530-5940 años cal. BP), pero sigue dominando *Pinus* (media de 50%), produciéndose un reemplazamiento parcial de éste por *Quercus perennifolios* y, en menor medida, *Quercus caducifolios*, *Fraxinus* y *Betula*. *Pistacia* se incrementa por encima del 2%, mientras que *Juniperus* y *Artemisia* disminuyen.

La zona VP3 (5860-5290 años cal. BP) marca la instalación de los bosques de robles, con importantes contribuciones polínicas de

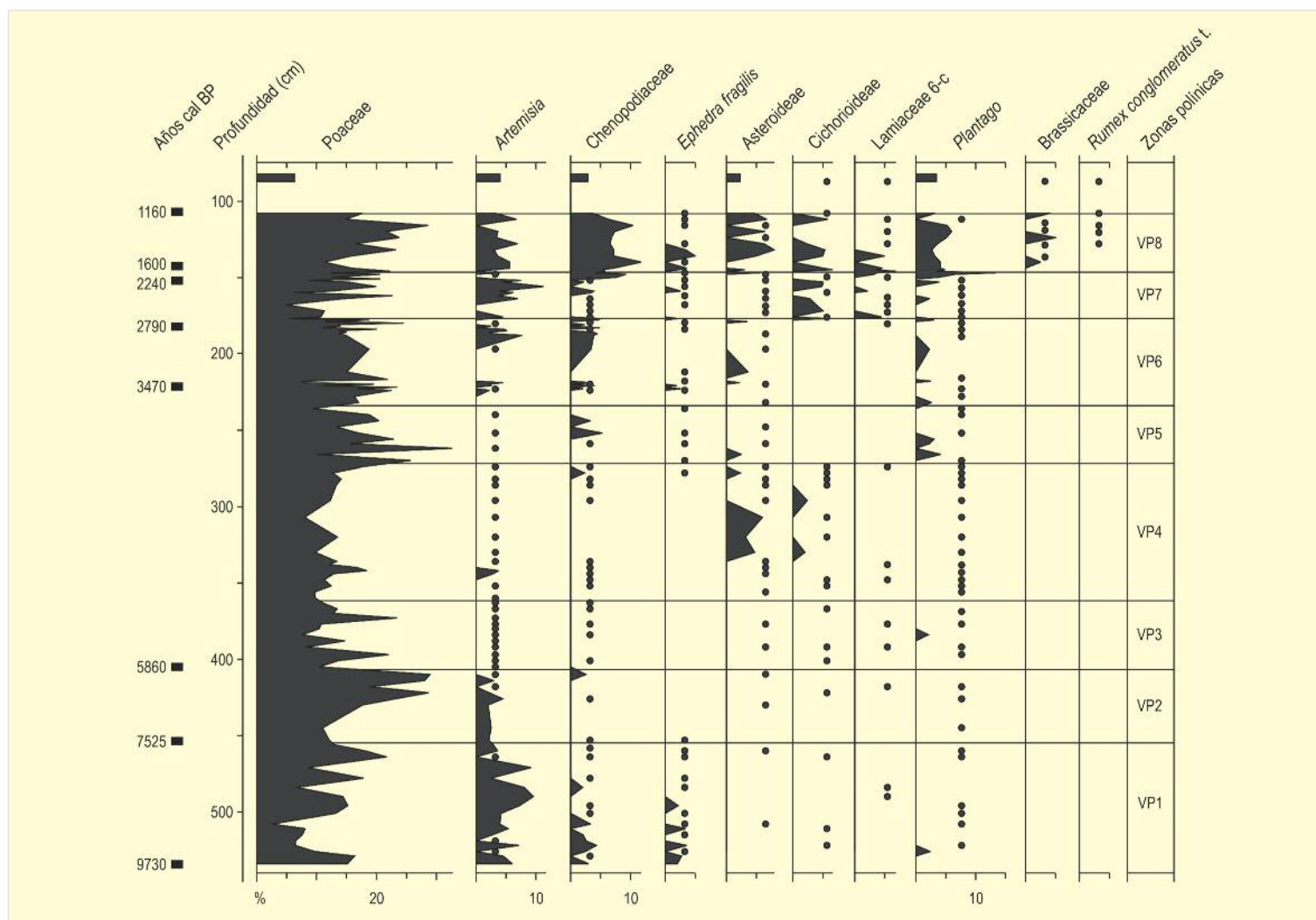


Figura 591. Diagrama polínico de elementos no arbóreos de Ojos de Villaverde (redibujado de Carrión *et al.* 2001a)

Corylus, *Betula*, *Fraxinus*, *Alnus* y *Salix*, así como la presencia de *Ulmus*, *Acer* y *Sorbus*. Durante VP4 (5290-4120 años cal. BP), hay un reemplazamiento por especies perennes de *Quercus*. El componente mediterráneo (*Pistacia*, *Phillyrea*, *Erica arborea*, *Cistus*, *Rhamnus*, *Myrtus*, *Buxus*) alcanza su máxima extensión. Durante VP5 (4120-3630 años cal. BP), los *Quercus* esclerófilos alcanzan su máximo desarrollo. La zona VP6 (3630-2740 años cal. BP) muestra varias oscilaciones de *Pinus* fechadas en torno a 3470 y 2790 años cal. BP. De forma conspicua durante VP7 (2790-1920 años cal. BP), los robles descienden y *Pinus* vuelve a mostrar oscilaciones breves, con un máximo en 2240 años cal. BP. En la base de VP8 (1920-1160 años cal. BP), hay un cambio crucial en el grupo dominante. Después de un nuevo pico de *Pinus* en torno a 1600 años cal. BP, los *Quercus* perennifolios descienden bruscamente hasta valores inferiores al 10%, y *Pinus* alcanza la dominancia.

La expansión de *Pinus* a 1600 años cal. BP aparece como una respuesta umbral a algún tipo de presión ambiental que comienza en 3500 cal. BP, desde la cual hay seis picos de *Pinus* (3500, 2800, 2250

años cal. BP). La invasión se produce mediada por competencia. La pauta de microcarbones y las correlaciones observadas entre *Pinus*, *Quercus* y esta variable sugieren que el fuego es el principal agente de perturbación (Carrión *et al.* 2001a).

El impacto humano es insignificante durante el Neolítico y probablemente durante las edades del Bronce y el Hierro. El registro muestra indicadores antropogénicos sólo a partir de la ocupación romana. *Plantago* no muestra una curva continua antes de 1900 años cal. BP. La deforestación local y la expansión de la agricultura y la ganadería se manifiestan a partir de 1600 años cal. BP. La inferencia se sostiene en la variación de *Plantago*, *Rumex*, Brassicaceae, Solanaceae, *Centaurea*, *Euphorbia*, *Sanguisorba*, Fabaceae, *Juglans*, *Prunus*, *Vitis*, *Olea*, *Tilletia*, *Puccinia*, Tipos 984, 985 y 988, *Berberis hispanica*, *Genista* y NAP.

Más información

Carrión *et al.* (2001a)

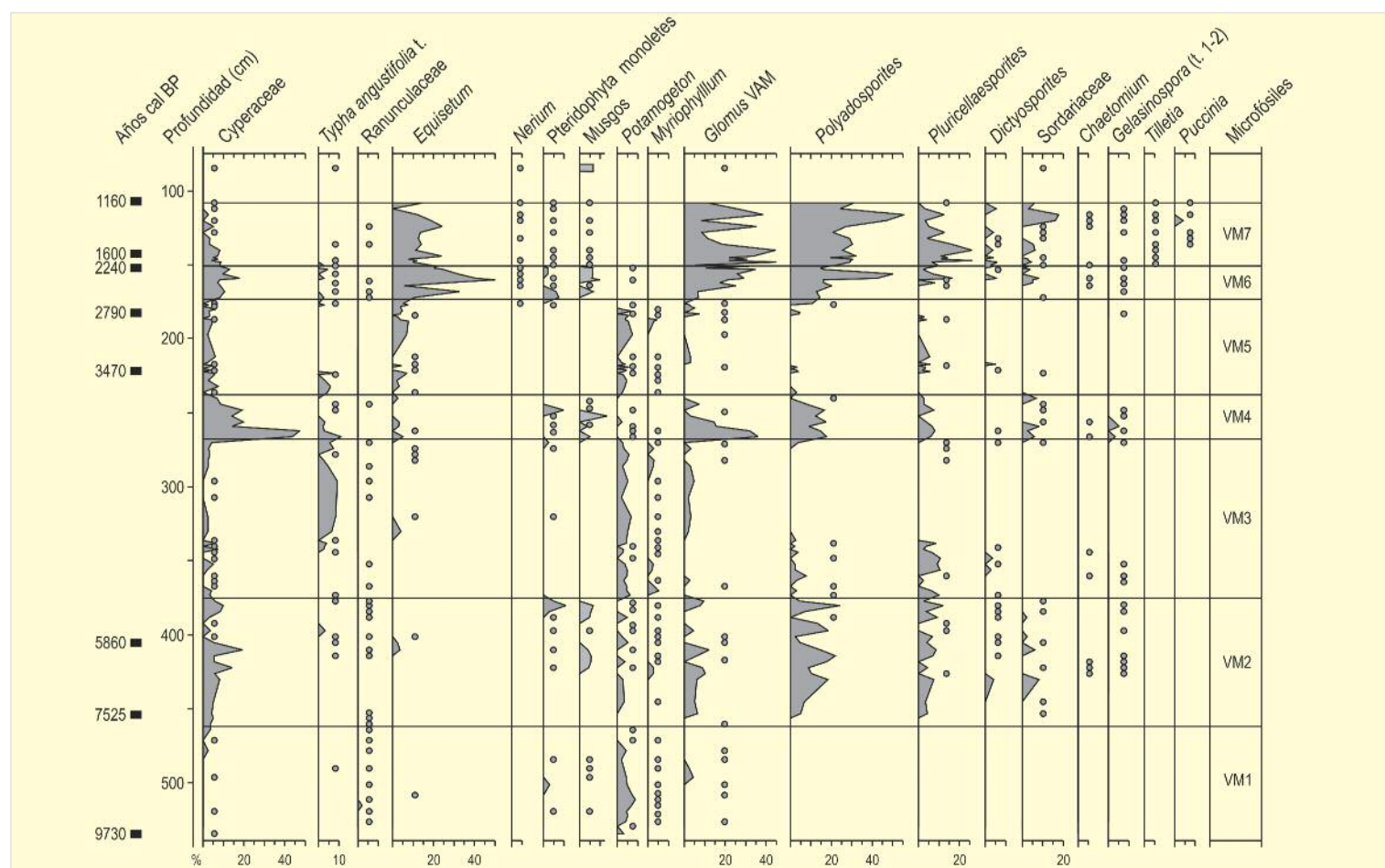


Figura 592. Diagrama polínico de palinomorfos de la cuenca, así como helechos y hongos (redibujado de Carrión *et al.* 2001a)

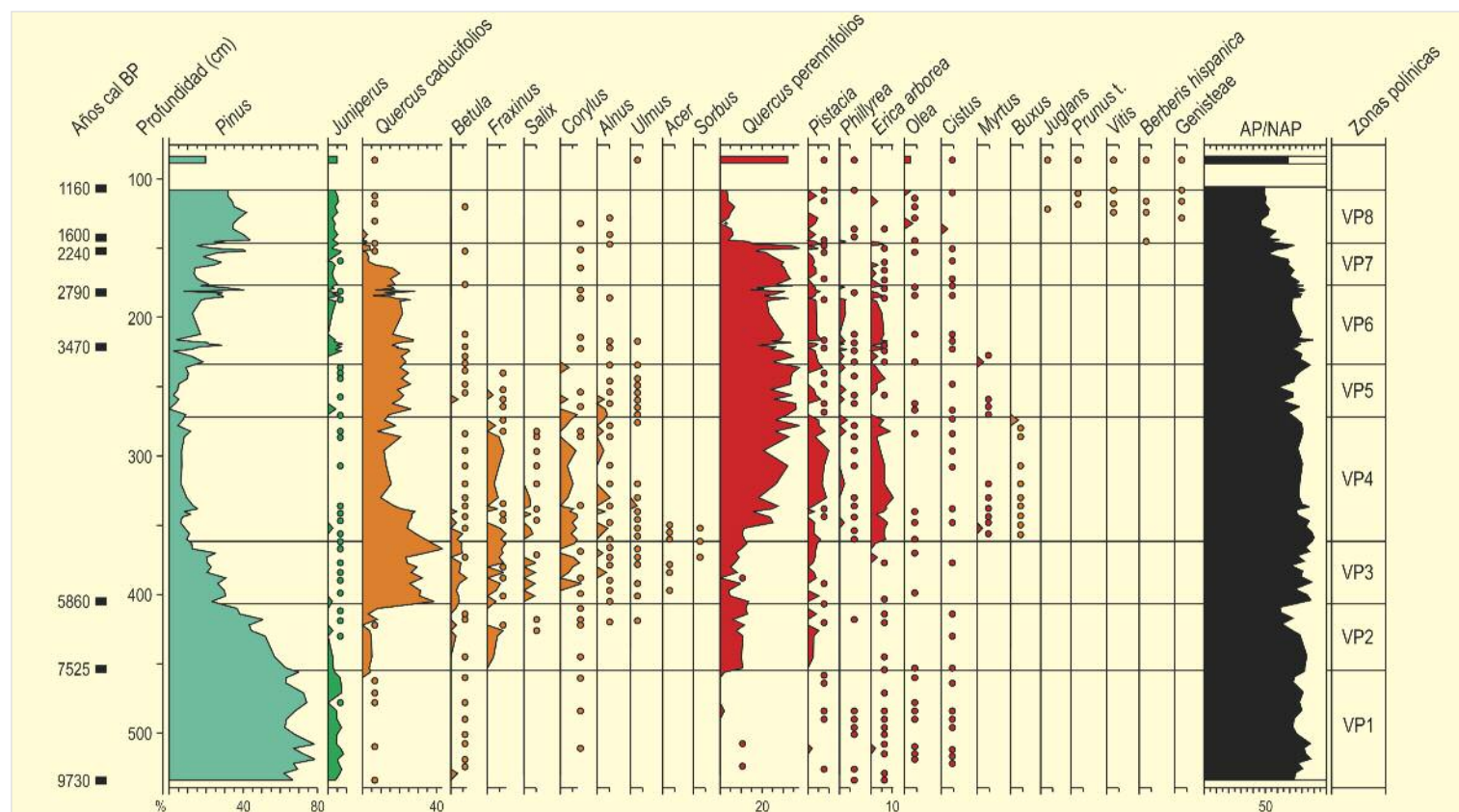


Figura 593. Diagrama de taxones arbóreos de Ojos de Villaverde (redibujado de Carrión *et al.* 2001a)

AZUTÁN

Cuenca interior del Tajo, Azután, Toledo
Holoceno (6560-5270 años cal. BP)



Figura 594. Dolmen de Azután (Toledo)

El dolmen de Azután se ubica en la cuenca interior del Tajo, muy próximo a dicho río, en la zona más occidental de la provincia de Toledo, a caballo entre las estribaciones montañosas de Gredos al norte, y los Montes de Toledo occidentales y Guadalupe, al sur. Ocupa una posición estratégica, relativamente elevada (39° 46' 50" N, 05° 08' 55" O; 345 m s.n.m.), no lejos de las localidades de Puente del Arzobispo y Azután, en un territorio con abundancia de acuíferos y gran potencialidad agrícola. Se trata de un túmulo con arquitectura megalítica dolménica, construido en el Neolítico, aunque tiene la particularidad de que en su seno se ha podido constatar la presencia de restos de habitación asociados a varias cabañas (CT₄ y GTS), situadas debajo del túmulo, que fueron construidas antes que el propio dolmen.

El análisis paleopalinológico (Fig. 595) se ha realizado sobre un total de 13 muestras, apoyándose en 5 dataciones radiocarbónicas (Tabla 145). En el entorno del dolmen durante el Neolítico antiguo (c. 4200-4100 años cal. BC), el paleopaisaje correspondería a un encinar con enebro relativamente aclarado, con un nivel de antropización medio-bajo sin detectarse aún el cultivo del cereal. Quizá el hecho más significativo de estos momentos sería la amplia representación de polen de *Olea*, que reflejaría la existencia de una densa maquia xerotermófila. Siglos más tarde, el encinar empieza

a degradarse progresivamente, ya en los instantes finales del V milenio cal. BC. La deforestación se produce mediante fuegos antrópicos dirigidos, tanto sobre el bosque de encinas como sobre el acebuchar, pues a partir de estos momentos aumenta la concentración de partículas microcarbonosas y la cobertura arbóreo-arbustiva se reduce notablemente. Con todo ello, la presión antrópica se incrementa y comienzan a ser mucho más abundantes los pastizales nitrófilos. La continuidad de este proceso acaba por hacer desaparecer todo vestigio del acebuche, posiblemente hacia el 4000 años cal. BC. En los primeros momentos del

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Arqueología
Ly-4500	4590 ± 90	5270	Cámara	Neolítico
Beta-145277	4620 ± 40	5380	Cámara	Neolítico
UGRA-288	5060 ± 90	5800	Cámara	Neolítico
Beta-157731	5250 ± 40	6040	Cabaña CT ₄	Neolítico
Ly-4578	5750 ± 130	6560	Cámara	Neolítico

Tabla 145. Dataciones radiocarbónicas para el dolmen de Azután

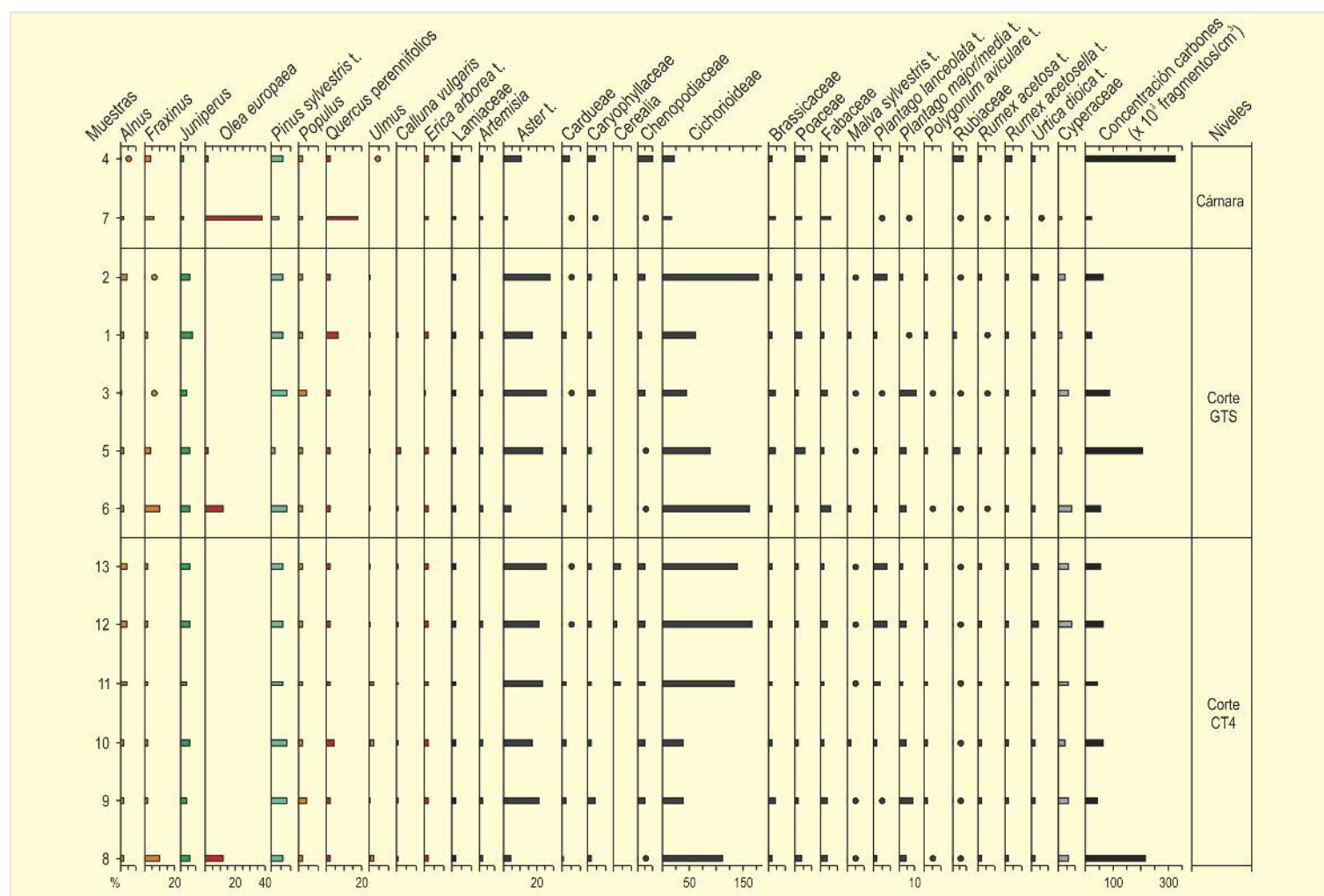


Figura 595. Diagrama polínico del dolmen de Azután. Redibujado de López-Sáez & López-García (2005)

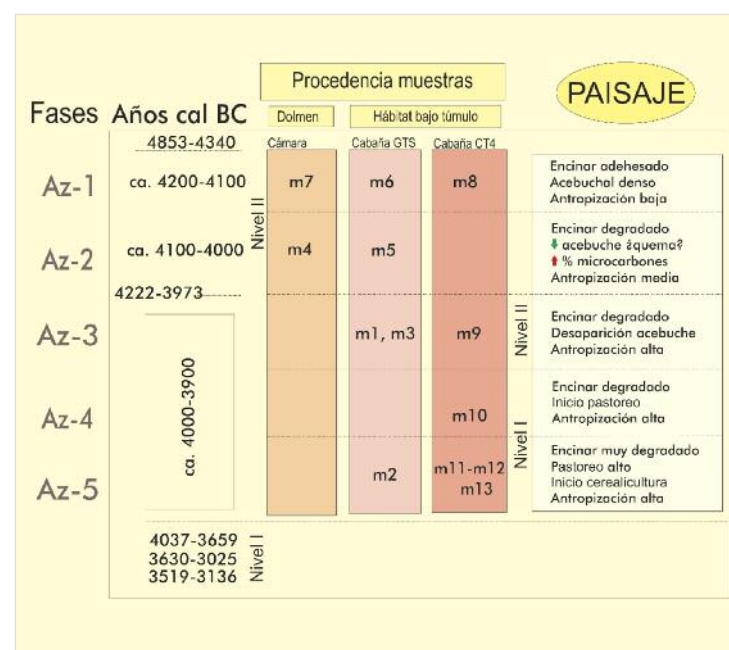


Figura 596. Principales eventos paleoambientales y paleoeconómicos acaecidos en el entorno del dolmen de Azután durante el Neolítico

IV milenio cal. BC, la antropización del paisaje es muy elevada y los espectros polínicos detectan el inicio, en el entorno inmediato del yacimiento, de una presión pastoral local, que queda reflejada por la preponderancia que toman elementos antropozoógenos así como los hongos coprófilos (*Sordaria*). Más tarde (c. 4000-3900 años cal. BC) la presión pastoral se eleva todavía más, coincidiendo con las primeras evidencias polínicas de cerealicultura.

Los hechos más sobresalientes del análisis polínico del dolmen de Azután son: (i) se demuestra la existencia de una densa maquia termófila de acebuches en el interior del Tajo a mediados del Holoceno, la cual iría progresivamente desapareciendo a causa de la antropización del paisaje; (ii) las primeras evidencias de agricultura de la Meseta sur proceden precisamente de este yacimiento, y quedarían datadas en los primeros siglos del IV milenio cal. BC.

Más información

López-García & López-Sáez (2000), Bueno *et al.* (2002, 2005), López-Sáez & López-García (2005)

VALLE DE HUECAS

Río Tajo, Huecas, Toledo

Holoceno medio (6530-4220 años cal. BP)



Figura 597. Túmulo en el Valle de Huecas

El Valle de Huecas se localiza en la cuenca interior del río Tajo en Toledo, junto a la localidad del mismo nombre (39° 59' N, 04° 12' O; 520 m s.n.m.). Se trata de un paisaje dominado por pequeños cerros aplanados que bordean una zona más baja de humedal o vega, sobre la cual, en su momento, se asentó una laguna. En el entorno de ésta se ha podido documentar una ocupación prehistórica que se extiende al menos desde el Neolítico antiguo hasta bien avanzada la Edad de Hierro.

Las primeras noticias que tenemos sobre el paleopaisaje del Valle de Huecas proceden del análisis polínico del túmulo sin estructura megalítica de El Castillejo (Bueno *et al.* 2002, 2005), donde se recogieron muestras para este tipo de análisis en los denominados cortes 1 y 2 de la excavación arqueológica. Los datos de tales análisis permiten reconstruir el paisaje más antiguo de la comarca durante el IV milenio BC. En dicho marco temporal, el paisaje del Valle de Huecas ya ofrece síntomas de deforesta-



Figura 598. Vistas del Valle de Huecas

ción, pues el bosque original, el encinar de *Quercus perennifolia*, aparece transformado en una dehesa relativamente abierta donde la cobertura arbórea de encina es escasa y se va degradando progresivamente, proliferando elementos florísticos típicos de ambientes antropizados. De hecho, otros elementos arbóreos, como el enebro (*Juniperus oxycedrus*), ni siquiera están presentes en los espectros polínicos; mientras que los árboles representativos de los bosques de ribera, como el aliso (*Alnus*), el chopo (*Populus*), o el fresno (*Fraxinus*), apenas muestran una presencia meramente testimonial. La antropización del paisaje se manifiesta también en la cobertura arbustiva, pues el acebuche (*Olea europaea*), arbusto que caracterizaría las facies más termófilas de estos encinares manchegos, es apenas testimonial; mientras que otros arbustos, como las jaras pringosas (*Cistus ladanifer*), los brezos (*Erica* tipo *arborea*), e incluso los matorrales de labiadas (Lamiaceae), se ven favorecidos por el impacto humano y se hacen más abundantes en los claros de la dehesa de encinas.

Resulta muy interesante señalar aquí la documentación en los espectros polínicos de las muestras neolíticas de El Castillejo (Fig. 599), tanto de polen de robles (*Quercus* tipo *pyrenaica*), como de pino resinero (*Pinus pinaster*). Los primeros tienen un carácter regional y seguramente estarían reflejando su procedencia desde aquellas zonas, relativamente alejadas, donde estuvieran estos bosques, caso de los Montes de Toledo o el sur de Gredos. Por su parte, el pino resinero llega a ser realmente abundante en una de las muestras.

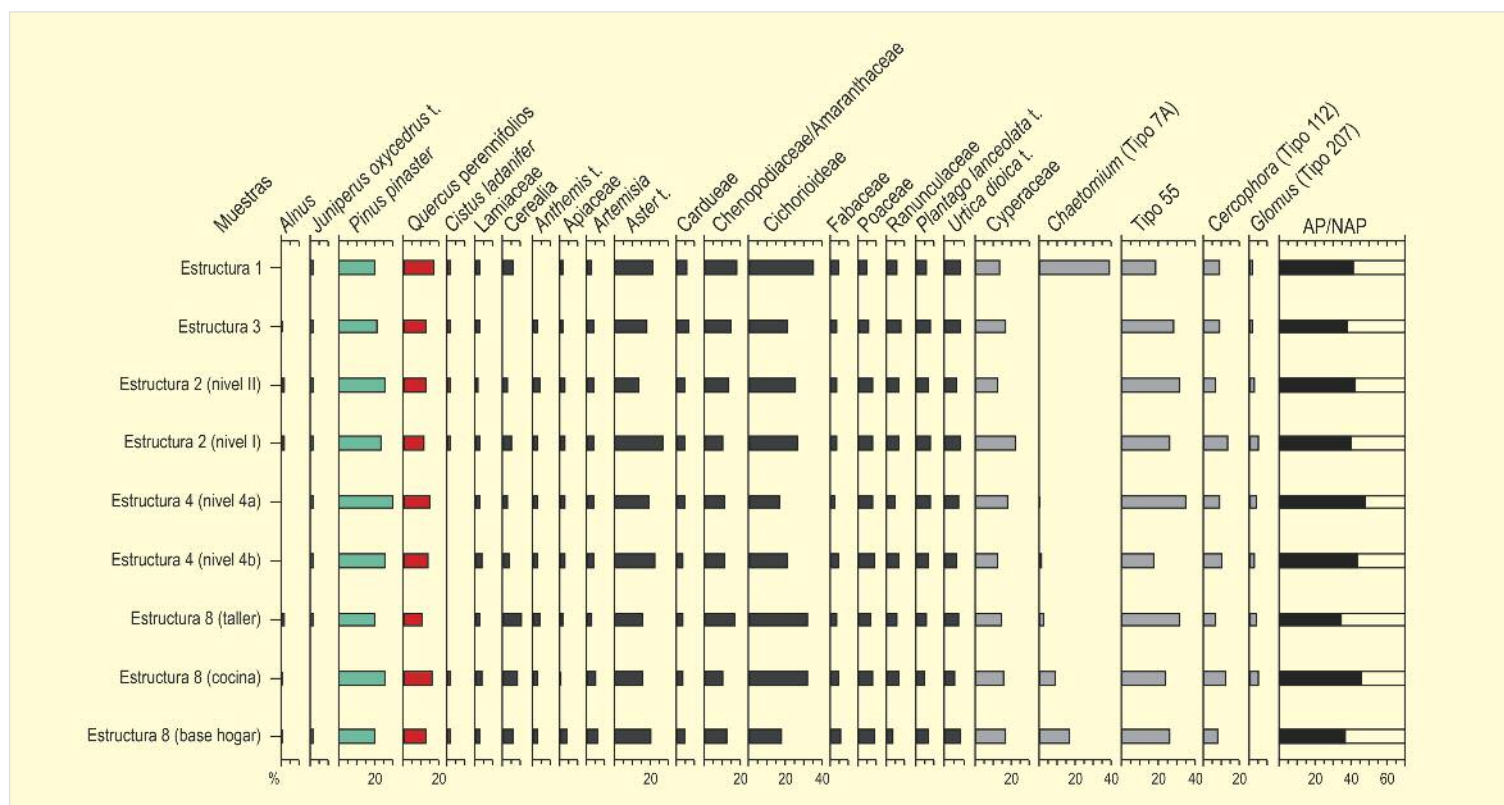


Figura 599. Diagrama polínico del yacimiento de Los Picos-Fontarrón. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2009)

Las comunidades que habitaron en Huescas a lo largo del IV milenio BC eran ya agricultoras y ganaderas. En todas las muestras polínicas estudiadas, para este marco cronológico han podido documentarse pólenes de cereal (*Cerealia*), en porcentajes suficientes para admitir su cultivo local. Es más que probable que a la vez que se cultivaban cereales se hiciera también lo mismo con ciertas leguminosas, pues al menos en una de las muestras se ha documentado polen de haba (*Vicia* tipo *faba*). El desarrollo de actividades agrícolas se llevó a cabo siguiendo un procedimiento de quema y roza del encinar y el acebuchal, con el objetivo de obtener en el seno del bosque zonas aclaradas en las que plantar cereales y leguminosas, favoreciendo a su vez el trasiego de ganado. Este tipo de proceso ha permitido que, en los análisis polínicos de El Castillejo (Fig. 4), se hayan documentado esporas de hongos que hacen mención tanto a procesos de incendio, los denominados carbonícolos (*Chaetomium*), como a eventos erosivos relacionados con

éstos (*Glomus*). De hecho, el mejor reflejo de que esto ocurrió así es que algunos elementos favorecidos por el fuego, como jaras y brezos, son muy frecuentes en el IV milenio BC en la comarca de Huescas. La presión pastoral neolítica queda confirmada por un amplio repertorio de indicadores polínicos y no polínicos de este tipo de actividad (*Urtica dioica*, *Plantago lanceolata*, *Chenopodiaceae*, *Sordaria* y *Cercophora*).

Del III milenio BC la información paleoambiental disponible en el Valle de Huescas es más abundante, pues de hecho varios han sido los contextos calcolíticos que han podido estudiarse. En primer lugar, contamos con los análisis polínicos emprendidos en el poblado calcolítico de Los Picos-Fontarrón, cuyo repertorio de dataciones radiocarbónicas nos permitirían encuadrar, cronológicamente hablando, las muestras polínicas estudiadas a lo largo de la primera mitad del III milenio BC, es decir entre el 3000 y el 2500

Ref. Lab.	Yacimiento	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-145274	Los Castillejos (nivel IV)	3810 ± 70	4220	Calcolítico
Beta-169222	Los Picos	4040 ± 40	4520	Calcolítico
Beta-169223	Los Picos	4050 ± 50	4570	Calcolítico
Beta-169224	Los Picos	4080 ± 40	4640	Calcolítico
Beta-132915	Los Castillejos (nivel I)	4930 ± 40	5660	Neolítico
Beta-132917	Los Castillejos (cabaña 1)	5710 ± 150	6530	Neolítico

Tabla 146. Dataciones radiocarbónicas de los yacimientos del Valle de Huescas

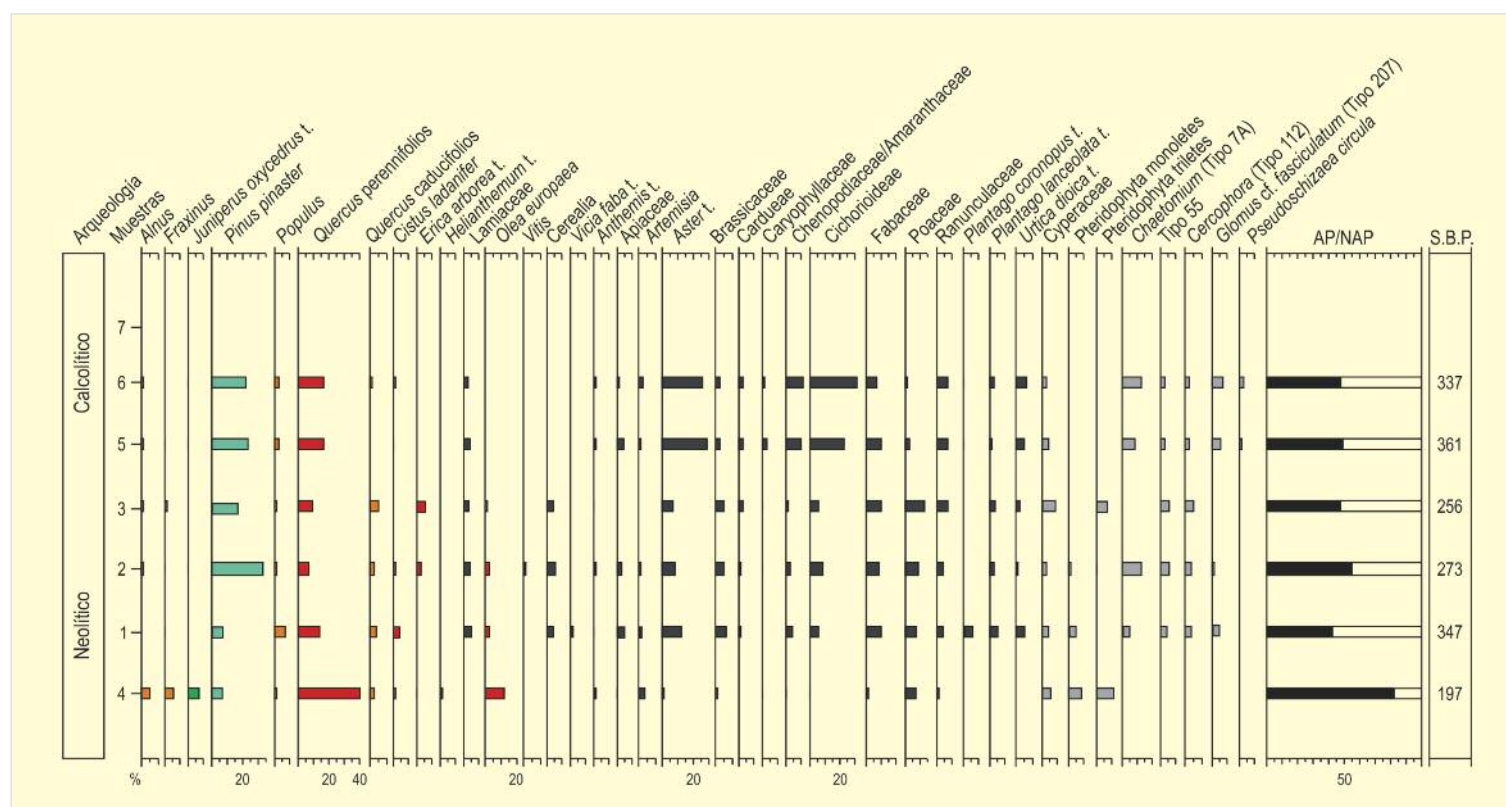


Figura 600. Diagrama polínico del yacimiento de El Castillejo. Redibujado de López-Sáez et al. (2009)

años BC. El paisaje inferido a partir del estudio polínico de este yacimiento demostraría que durante los cinco primeros siglos del III milenio BC el encinar adhesionado (*Quercus perennifolia*), que caracterizó el entorno de Huecas con los primeros agricultores, se habría deforestado aún más. El pino resinero (*Pinus pinaster*), como entonces, sigue estando presente de manera constante y de nuevo con valores importantes. El bosque ripario, apenas está representado por una presencia mínima de aliso (*Alnus*), mientras que otros elementos como el fresno o el chopo habrían desaparecido. La flora arbustiva sigue estando dominada por elementos como jaras pringosas (*Cistus ladanifer*) y labiadas (Lamiaceae), haciendo mención a una dinámica antrópica continuada en la que el paisaje estaría dominado por elementos arbustivos pirófilos o por aquéllos que representan, precisamente, las etapas seriales degradativas del encinar: los jarales, básicamente. Estas comunidades calcolíticas, que poblaron Huecas en la primera mitad del III milenio BC, eran igualmente agricultoras, pues en la mayoría de las muestras estudiadas en Los Picos se ha identificado polen de cereal. En algunas de éstas, como en las que se estudiaron en las zonas de taller y cocina de la cabaña, el porcentaje de cereal fue incluso demasiado alto, lo que podría obedecer a la incorporación indirecta de polen de cereal junto a otras estructuras anexas como espigas, paja, etc. Entre el resto de la flora herbácea cabe destacar la preponderancia de elementos propios de ámbitos nitrófilos, cuya presencia en el diagrama polínico se interpretaría como consecuencia de la antropización manifiesta del entorno. Éste sería el caso de *Aster*, *Carduaceae* y *Cichorioideae*.

En la misma comarca, en Huecas, la datación de los niveles calcolíticos del túmulo de El Castillejo permite reconstruir la historia de la vegetación de la comarca justo *a posteriori* de los datos aportados por Los Picos, es decir, durante la segunda mitad del III milenio BC (2500-2000 años BC). Esta segunda fecha marcaría una continuidad en el poblamiento calcolítico de la comarca, que podríamos poner en relación con una distinta ubicación de las zonas de hábitat, que en los momentos finales de este milenio podrían haberse situado a cotas ligeramente más altas, cuando la zona húmeda que circunda el área se hubiera extendido. En El Castillejo, en la segunda mitad del III milenio cal. BC, no hay indicios de agricultura, aunque sí de ganadería a través de hongos coprófilos. El análisis de polen de los niveles de enterramiento calcolíticos del túmulo muestra como el paisaje no cambió sustancialmente respecto a lo apuntado durante la primera mitad del mismo milenio. Seguimos encontrando un paisaje de encinar adhesionado degradado, desapareciendo de los espectros polínicos tanto el fresno como el enebro, mientras que la maquia de jaras y brezos se reduce y permanecen más o menos estables el roble melojo y el aliso. El pino resinero es aún abundante. El acebuche desaparece por completo del territorio en este periodo. La flora herbácea nitrófila es copiosa, dando cuenta del desarrollo de pastos nitrófilos en las zonas de mayor antropización del medio.

Más información

Bueno et al. (2002, 2005), López-Sáez et al. (2009)

CASTILLO DE CALATRAVA

Carrión de Calatrava, Ciudad Real
Holoceno (7110-1670 años cal. BP)



Figura 601. Castillo de Calatrava y zona higróturbosa inundada, imagen de 2005



Figura 602. Zona higróturbosa sondeada para análisis polínico, imagen de 1985

Al pie del Castillo de Calatrava la Vieja, en el término municipal de Carrión de Calatrava (39° 04' 21" N, 03° 51' 18" O; 600 m s.n.m.), se localiza una zona higróturbosa que fue sondeada para su estudio polínico. Se ubica en la depresión del río Guadiana, territorio colmatado por depósitos miocenos arenosos procedentes de las áreas montañosas paleozoicas próximas (como son los Montes de Toledo) y en el que hay amplias zonas turbosas cuaternarias, cuya formación está relacionada con la horizontalidad del terreno por el que discurre de forma diágnica el río Guadiana y sus afluentes, así como con el afloramiento del gran acuífero manchego.

La región se encuadra dentro del piso climático mesomediterráneo. La temperatura media anual oscila entre 13 y 17 °C,

siendo la media de las mínimas del mes más frío entre 5 y -1 °C. Las precipitaciones están próximas a los 400 mm anuales. El paisaje vegetal actual está muy antropizado, con amplias superficies cultivadas de vides y cereales, motivo por el cual los enclaves forestales bien conservados son muy escasos. En el entorno más inmediato aún se mantienen formaciones de bosques de galería con fresnos, olmos, chopos, sauces o tarays. En los terrenos que no han sido desecados crecen carrizales y espadañales de *Phragmites australis*, *Typha* o *Scirpus*. A partir de los años setenta estas zonas húmedas se redujeron notablemente debido a los planes de drenaje y desecación, dejando amplios territorios no encharcados que se dedicaron a cultivos cerealísticos. En los alrededores del Castillo de Calatrava los sedimentos orgánicos que quedaron desecados han sufrido durante más de una decena de

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
-	230-250	1730 ± 80	1670	sedimento orgánico
-	380-400	6240 ± 190	7110	sedimento orgánico

Tabla 147. Cronología por radiocarbono de la secuencia polínica Castillo de Calatrava. Dataciones obtenidas en el Laboratoire d'Hidrologie et Geochimie isotopique, Paris Sud. García-Antón et al. (1986)

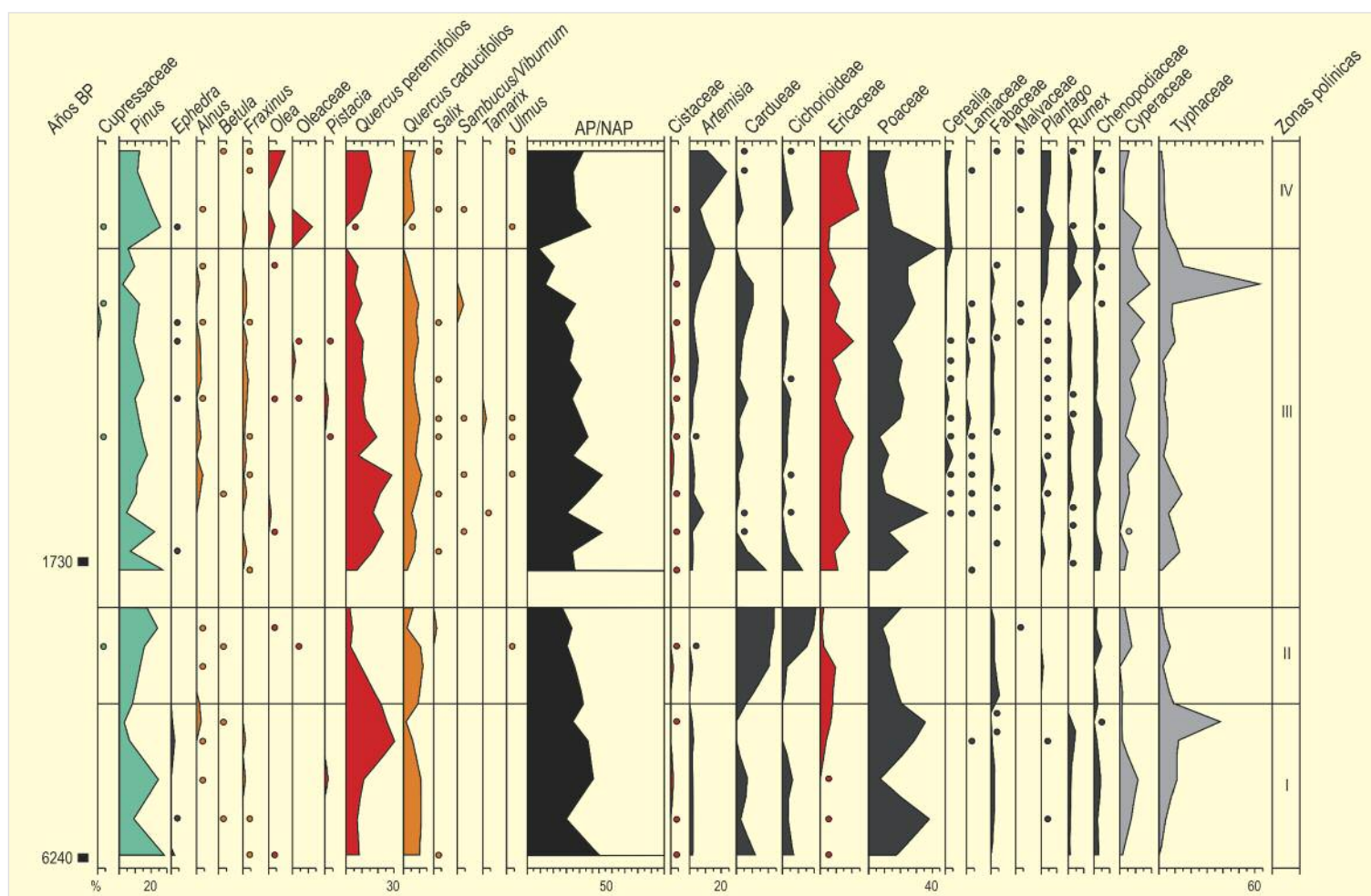


Figura 603. Diagrama polínico de la secuencia de Castillo de Calatrava. García Antón *et al.* (1986)

años un proceso de combustión interna. Fuera de los puntos de combustión se ha realizado un sondeo de 4 m de profundidad que registra aproximadamente los últimos 6000 años. El perfil sedimentológico muestra una turba uniforme que está sellada a techo por un nivel detrítico de unos 30 cm de espesor, con gran abundancia de gasterópodos.

La secuencia polínica (Fig. 603) refleja una típica vegetación mediterránea. Los taxones arbóreos dominantes son *Quercus* y *Pinus*, generalmente en codominancia, salvo en la base del diagrama, donde sus porcentajes oscilan alternativamente. Durante los últimos 6000 años no parecen haber existido bosques densos (el polen arbóreo no supera el 50%), si no más bien bosques aclarados con amplios espacios abiertos de matorrales y herbáceas. Asimismo, destaca una notable representación de plantas heliófitas en toda la secuencia que informa sobre la presencia continuada de estos humedales manchegos en el periodo estudiado.

En los últimos 6000 años no parecen detectarse grandes cambios climáticos aunque de las cuatro zonas polínicas diferenciadas,

en la base de la secuencia (zona I) se evidencian condiciones climáticas algo más templado-húmedas (con porcentajes más altos de taxones arbóreos, higrófitas y gramíneas) que en las siguientes zonas. Los cambios posteriores observados pueden deberse a modificaciones de las características hidrológicas locales y, especialmente, a las actuaciones que el hombre ha realizado a lo largo del tiempo.

Toda la secuencia denota síntomas claros de antropización, comenzando con un proceso de deforestación que afecta principalmente a los *Quercus perennifolia* (zona II), aunque es a partir de la zona III cuando aumentan las especies ruderales y especialmente los pólenes de *Cerealia* y plantas arvenses.

Finalmente, la zona IV refleja la acción humana con mayor intensidad, con mayor abundancia de *Olea* probablemente asociados a cultivos.

Más información:

García-Antón *et al.* (1986)

PELAGALLINAS

Sierra del Alto Rey, Condemios de Arriba, Guadalajara
Holoceno (4000 años BP-actualidad)



Figura 604. Turbera de Pelagallinas

La turbera de Pelagallinas (41° 11' 34" N, 03° 04' 40" O; 1340 m s.n.m.) se encuentra en la umbría de la Sierra del Alto Rey (provincia de Guadalajara), en las estribaciones orientales del Sistema Central (Fig. 604). El depósito estudiado palinológicamente se localiza en el fondo del valle del río Pelagallinas, extendiéndose sobre aproximadamente 1000 m² en una ligera pendiente. Se extrajo un testigo de 150 cm de profundidad constituido por turba uniforme y homogénea. Las dataciones obtenidas muestran tasas de sedimentación que oscilan entre 0,05 y 0,06 cm·año⁻¹, teniéndose unos intervalos de separación entre muestras de 80 a 120 años.

El clima actual en esta área es de carácter submediterráneo con matices centroeuropeos, siendo la precipitación media anual de unos 900-1000 mm y presentándose la sequía estival bastante atenuada por las tormentas estivales. La vegetación actual en el entorno de la turbera consiste en un pinar de *Pinus sylvestris* con algunos individuos de *Quercus pyrenaica* salpicados en su interior. Los claros y las zonas más elevadas se encuentran cubiertas por

brezales (*Calluna vulgaris*, *Erica arborea* y *E. australis*) con jaras (*Cistus laurifolius*).

En el registro polínico (Fig. 605), la zona I muestra un dominio claro de *Pinus* y *Betula*, una buena representación de Ericaceae y la presencia puntual de *Fagus* desde el inicio de la secuencia. La zona II refleja una caída importante en los porcentajes de polen de pino, mientras los taxones herbáceos—especialmente las gramíneas—experimentan un aumento muy notable. Los cereales y algunos taxones ruderales y arvenses (*Rumex*, *Plantago* y Brassicaceae) incrementan su representación. Al inicio de esta fase los abedules y sauces dominan, para ceder el protagonismo posteriormente a los *Quercus* y las ericáceas. Por último, la zona III muestra los valores máximos de *Pinus* y descensos notables de *Betula* y Ericaceae. El registro de microcarbónes muestra una mayor incidencia regional del fuego al inicio de la secuencia (principalmente al final de la zona I) que pudo desencadenar el importante cambio vegetal que se observa entre las zonas I y II, mientras que en la parte final de la secuencia los incendios se encuentran prácticamente ausentes.

Lo más destacable de esta secuencia es la gran importancia que han tenido los pinos a lo largo de la misma. Entre 4000 y 2400 años BP, el paisaje próximo a la turbera se encontró dominado por pinos, mientras el abedul contaría con cierta presencia local en la propia turbera. Entre 2400 y 1750 años BP se asiste a la casi total desaparición del pinar debido al uso antrópico del fuego (alta tasa de sedimentación de carbones), mientras aumenta la importancia de abedules, sauces y brezales en el paisaje. Estas actuaciones humanas probablemente tuvieron finalidades agrícolas y ganaderas (aumento en la representación de plantas arvenses y ruderales). En torno a 1750 años BP se pasa a una fase donde esa recurrencia de incendios hace que tomen un gran protagonismo las comunidades de plantas rebrotadoras (ericáceas, melojos y encinas). Los últimos 900 años BP muestran una recuperación de los pinares en el área, propiciada por la menor virulencia de los incendios, asociada muy probablemente al despoblamiento humano de esta zona tras la Reconquista.

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-146010	74-76	2400 ± 40	2520	convencional
Beta-67511	146-150	3980 ± 90	4480	convencional

Tabla 148. Dataciones radiocarbónicas de la turbera de Pelagallinas (Guadalajara). Las edades calibradas se han obtenido con el programa CALIB (Stuiver & Reimer 1993), en su versión 5.0.2, usando la curva de calibración IntCal04 (Reimer *et al.* 2004). La edad calibrada se ha tomado como el punto medio del intervalo de probabilidad 95,4% (2σ). Franco-Múgica *et al.* (2001)

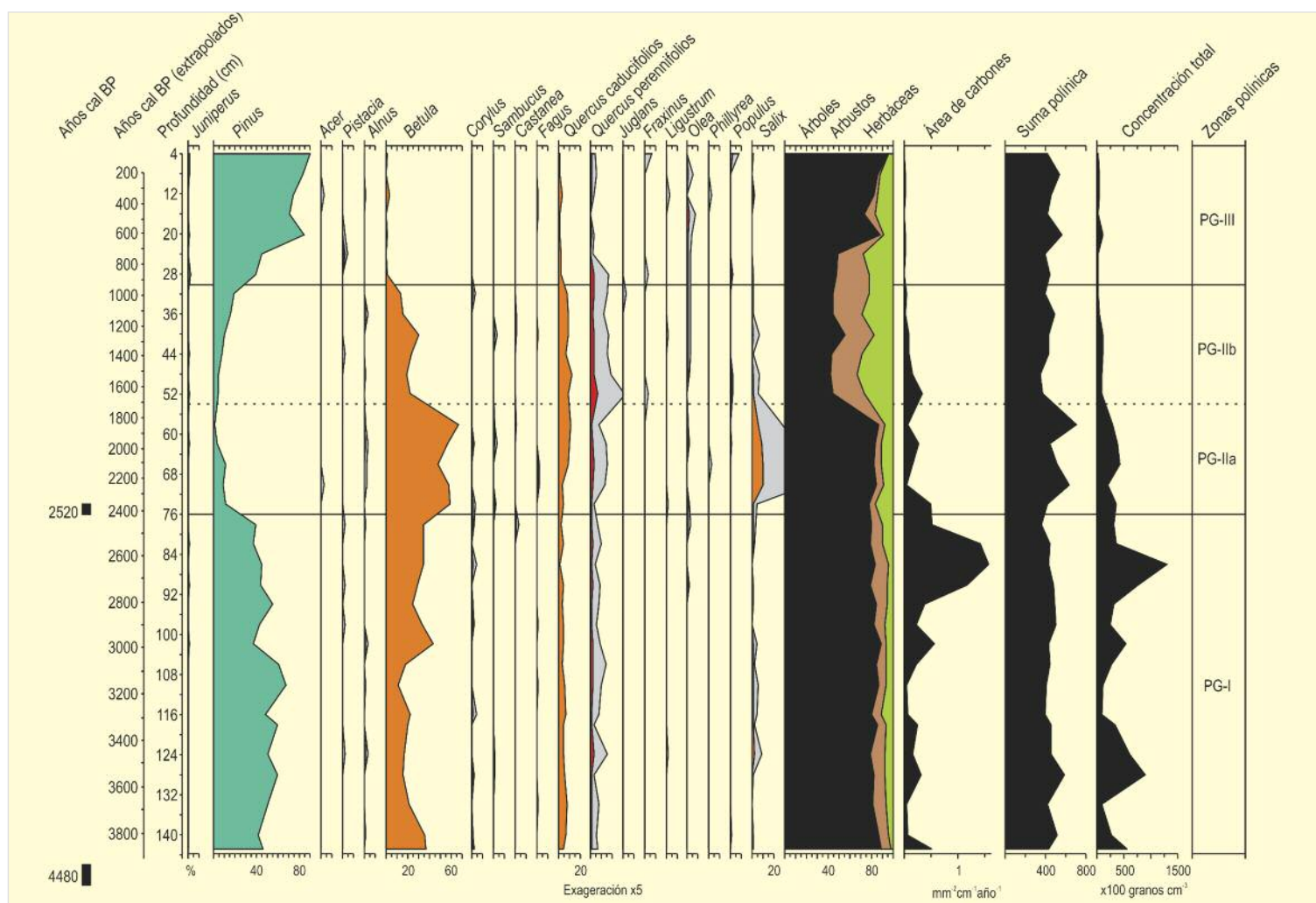


Figura 605. Diagrama polínico de la turbera de Pelagallinas. Redibujado de Franco-Múgica *et al.* (2001)

En la actualidad el abedul se encuentra ausente en la zona de estudio, a pesar de haber gozado de una buena representación hasta hace unos 900 años BP. Los abedulares pudieron estar ligados a la presencia de turberas donde se mantendrían de forma local. La progresiva colmatación de estos enclaves (en las sierras de Guadarrama y Ayllón) puede haber traído consigo una disminución en la importancia de estas formaciones, hasta llegar incluso a desaparecer, y este hecho haber redundado en una mayor representación de los pinares. Esto nos muestra cómo el abedul aparece ligado localmente a medios riparios o higrófilos en un marco climático submediterráneo continentalizado como el de la Sierra de Ayllón, que no le es excesivamente favorable.

Por último, cabe destacar la presencia constante del haya en la secuencia de Pelagallinas desde hace unos 3700 años. Esta situación puede relacionarse con los bosques del Parque Natural del Hayedo de Tejera Negra, situado a unos 25 km de la zona de muestreo. Los hayedos de la Sierra de Ayllón serían, por tanto, reflejo de un área refugio para el haya en el extremo oriental del Sistema Central o de una migración temprana de este taxón desde áreas basales próximas, no de la migración desde poblaciones septentrionales.

Más información

Franco-Múgica *et al.* (2001)

TABLAS DE DAIMIEL

Daimiel, Ciudad Real

Holoceno reciente (151 años BC- 1535 años AD)



Figura 606. Panorámica de las Tablas de Daimiel

Las Tablas de Daimiel constituyen un humedal de carácter muy estacional, regulado hidrológicamente por la precipitación, así como por las aguas sulfatadas del río Cigüela. En un año promedio, el humedal permanece inundado alrededor de siete meses, permaneciendo seco el resto del tiempo. El clima de la zona es mediterráneo de tipo templado, con largos e intensos estiajes e inviernos templados. Las formaciones vegetales dominantes son encinares mesosupramediterráneos (*Quercus rotundifolia*) con un sotobosque formado por *Arbutus unedo*,

Phillyrea angustifolia, *Rhamnus alaternus*, y *Pistacia terebinthus*. Estos encinares se encuentran aclarados y como dehesas para ganaderas de ovino o, mejoradas con riego, para bovino. Asimismo son frecuentes las repoblaciones con pino resinero y, más raramente, con pino piñonero (Peinado-Lorca & Rivas-Martínez 1987).

El depósito analizado palinológicamente (39° 09' 20" N, 03° 42' 10" O; 604 m s.n.m.) es rico en materia orgánica, con una laminación paralela muy grosera, alterada por procesos edáficos y con

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Muestra
GdA-308	56	521 ± 37	533	4-2-79
GdA-309	73	1098 ± 39	1001	4-2-101
GdA-306	99	2699 ± 53	2816	4-2-132

Tabla 149. Datos de radiocarbono de las tablas de Daimiel. Calibración realizada con CALIB V.4.4.2 (Stuiver & Reimer 1993, Stuiver *et al.* 2003). A partir de Gil-García *et al.* (2007)

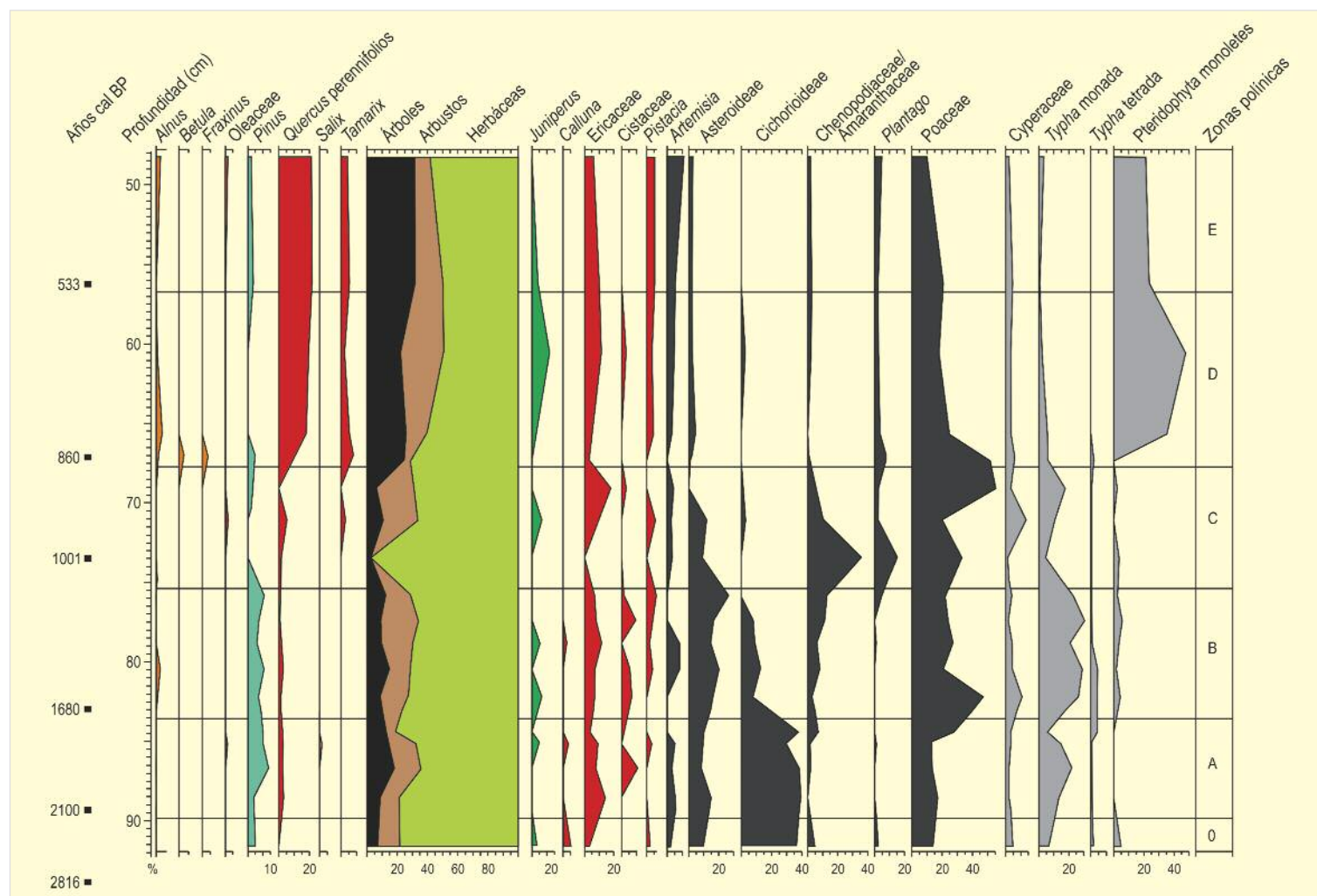


Figura 607. Diagrama polínico de la secuencia de Daimiel. Redibujado de Gil-García *et al.* (2007)

incremento de la materia orgánica hacia la superficie; también se intercalan algunos niveles de turba laminada. El control cronológico viene definido por tres dataciones AMS ^{14}C (Tabla 149) que representan entre 2800 y 550 años cal. BP (c. 850 años BC y 1500 años AD). La secuencia analizada (Fig. 607), sin embargo, presenta el cambio vegetal entre los 50 y 100 cm del registro, es decir, entre 151 años BC y 1535 años AD.

En la zona polínica 0 (2800-2100 años cal. BP ó 150 años BC) dominan herbáceas de la familia Asteraceae y Poaceae que son sucedidas de *Artemisia*, Brassicaceae y Chenopodiaceae-Amaranthaceae, con escasos árboles (*Pinus*) y arbustos (*Calluna*). Estos datos junto con los bajos contenidos de carbono y nitrógeno, se interpretan como unas condiciones áridas y frías, típicas del período frío de la Edad del Hierro). En la zona A (2100-1680 años cal. BP, 150 años BC-270 años AD) hay una recuperación arbórea, y la mayor diversidad en los taxones acuáticos y la disminución de *Calluna* junto con el aumento de carbono orgánico, sugieren unas condiciones más húmedas y una subida estacional de la lámina de agua en el humedal. El incremento experimentado por *Quercus perenne* simultáneo al retroceso de *Pinus* y *Artemisia* revela unas temperaturas levemente

más altas. Esta fase se corresponde con el "Episodio Cálido Romano". Durante la zona B (1680-1000 años cal. BP, 270-950 años AD) tiene lugar un incremento del nivel de agua en el humedal que permitió la expansión tanto de Caryophyllaceae, como de Poaceae, Cyperaceae, *Typha*, Ranunculaceae, *Polygonum* y *Potamogeton*. Sin embargo, el aumento de Chenopodiaceae (que implica la existencia de suelos salinos en los alrededores), junto con un retroceso de los taxones arbóreos, especialmente *Quercus perenne* y el ligero incremento de *Artemisia*, revelan un deterioro climático que podría estar relacionado con temperaturas levemente más bajas coincidiendo con cambios en la actividad solar (*Dark Ages*, Desprat *et al.* 2003).

La zona C (1000-860 años cal. BP, 950-1090 años AD) se define porque los taxones arbóreos y arbustivos tienden a desaparecer, para luego recuperarse más adelante y caer nuevamente hacia el final de la secuencia. En términos de influencia antrópica, el área estaba dominada por los musulmanes alrededor del siglo VIII y fue reconquistada por los cristianos en el siglo XI. Los musulmanes introdujeron los molinos de agua y explotaron los pastos, que podría ser una posible explicación para los valores tan bajos de polen arbóreo y arbustivo. Sin embargo, durante este periodo tienen lugar un importante incremento



S. CASADO

Figura 608. Detalle de una de las lagunas de Daimiel

de la diversidad de los taxones acuáticos, reflejo de un importante aumento de la profundidad del agua. El aumento de los taxones riparios (Poaceae, Cyperaceae y *Tamarix*) indicaría una subida del nivel del agua y junto con la presencia de *Betula* y *Fraxinus* y la disminución de Asteraceae y Chenopodiaceae, indican un cambio gradual hacia condiciones más húmedas, aunque quizá sólo localmente.

Durante la zona D (860-530 años cal. BP, 1090-1400 años AD), el notable incremento de *Quercus* perenne, junto con el incremento de taxones indicativos de pasto y nitrófilos, ponen de manifiesto la existencia de unos paisajes muy semejantes a las "dehesas". También se observan cambios en el ambiente acuático, como el incremento de la vegetación emergente (Cyperaceae, *Typha* y Poaceae), el aumento brusco de algunas esporas, la baja diversidad de los taxones acuáticos, todo ello consistente con la existencia de frecuentes periodos de eutrofización. Se identifica este periodo con el "Periodo Cálido Medieval". En la siguiente zona, E, (con posterioridad a 1400 años AD) tiene lugar un incremento de *Pinus* y *Artemisia*, indicativos de unas temperaturas bajas que, junto a lo periodos frecuentes de eutrofización indicados por la abundancia

de esporas monoletas y las fluctuaciones que se observan en la curva del C orgánico, indican la alternancia de periodos frío y cálidos que se interpretan como la Pequeña Edad del Hielo.

Los registros vegetal y geoquímico coinciden en indicar la alternancia de fases áridas y frías con cálidas y húmedas que se corresponden en términos generales con las fases climáticas-culturales del Holoceno tardío identificadas en la mitad norte de la Península Ibérica. Así, el Episodio Cálido Romano, la fase Cálida Medieval y la Pequeña Edad del Hielo habrían sido registradas por la vegetación en Daimiel. El registro polínico podría estar representando condiciones de cambio local, condicionado por el régimen hídrico del humedal. Los autores destacan el papel antrópico, sobre todo, en los últimos mil años. Sin embargo, es importante destacar que la dinámica de respuesta vegetal observada en Daimiel encuentra correspondencias con otras secuencias ibéricas.

Más información

Gil-García *et al.* (2007)

LAGUNA DE TARAVILLA

Cuenca Alta del Tajo, Taravilla, Guadalajara
Holoceno (<2000 años BP)



P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ

Figura 609. Panorámica general de la laguna de Taravilla

La laguna de Taravilla ($40^{\circ} 39' 03''$ N, $01^{\circ} 58' 29''$ O; 1100 m s.n.m., Cuenca Alta del Tajo, Guadalajara) es una laguna de pequeñas dimensiones (2,11 ha) formada tras represarse un valle lateral del río Tajo por el crecimiento de una barrera de tobas (Valero-Garcés *et al.* 2008). La alimentación de la laguna es subterránea, con una fuente en el margen oriental y un arroyo efi-

mero que drena una cuenca de 5,5 km² y desemboca en el lago. La laguna presenta márgenes abruptos y verticales y un fondo plano, con una profundidad media de 11 m (Fig. 609).

El clima de la región es Mediterráneo continental, con inviernos fríos, veranos cortos y relativamente templados y una pre-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Unidad	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Muestra	Material
AA48628	88	1	199 ± 50	147	Core A ₄ , cm 70	madera
AA48629	141	1	296 ± 41	381	Core B, cm 120	madera
Poz-9892	216	1	375 ± 30	466	TAR04-1A-2,40	macrorresto org.
Poz-18378	469	3	480 ± 30	519	TAR04-1A-4, 5	sedimento total
Poz-17195	479	4	940 ± 30	858	TAR04-1A-4, 15	sedimento total
Poz-12366	599	4	1695 ± 30	1585	TAR04-1A-4, 135	sedimento total

Tabla 150. Dataciones AMS obtenidas en la secuencia de la laguna de Taravilla

precipitación anual de unos 700 mm, aunque con una gran variabilidad interanual. Casi el 75% de la cuenca está cubierta de bosque (mayoritariamente pinares de *Pinus nigra*, *P. sylvestris* y *P. pinaster*), localidades bien conservadas de *Juniperus thurifera* y parches de *Quercus ilex rotundifolia*, *Q. faginea* y/o *Q. pyrenaica*, dependiendo de la altitud y orientación. Pastos y zonas cultivadas cubren una proporción importante del área de *Quercus*. Algunos caducifolios aislados (*Corylus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Betula* y *Alnus*) están restringidos a laderas de umbría y barrancos húmedos. Un denso anillo de *Phragmites*, juncáceas y ciperáceas conforma la amplia zona palustre que rodea actualmente la laguna de Taravilla.

Durante la primavera de 2004, el equipo de "Limnogeología y Cambio Global" del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), llevó

a cabo una serie de sondeos en la laguna (Fig. 611). Los testigos de sedimento se extrajeron en continuo mediante un sondeador de pistón Kullenberg. El sondeo más largo y completo (TAR04-1A-1K) se utilizó para el muestreo de diferentes indicadores: análisis mineralógicos, sedimentológicos, geoquímicos, biológicos (polen) y cronológicos (Moreno *et al.* 2008).

El estudio de la laguna de Taravilla, ha permitido obtener una secuencia temporal de las capas de paleoavenidas que ocurrieron durante los últimos 2000 años. Estas capas marcan periodos de intensas lluvias que erosionan material de la cuenca en grandes cantidades y lo transportan hasta el lago. La datación de dichas capas y la comparación con otros registros similares en España (Benito *et al.* 2003) indica que fueron mucho más abundantes durante la Pe-

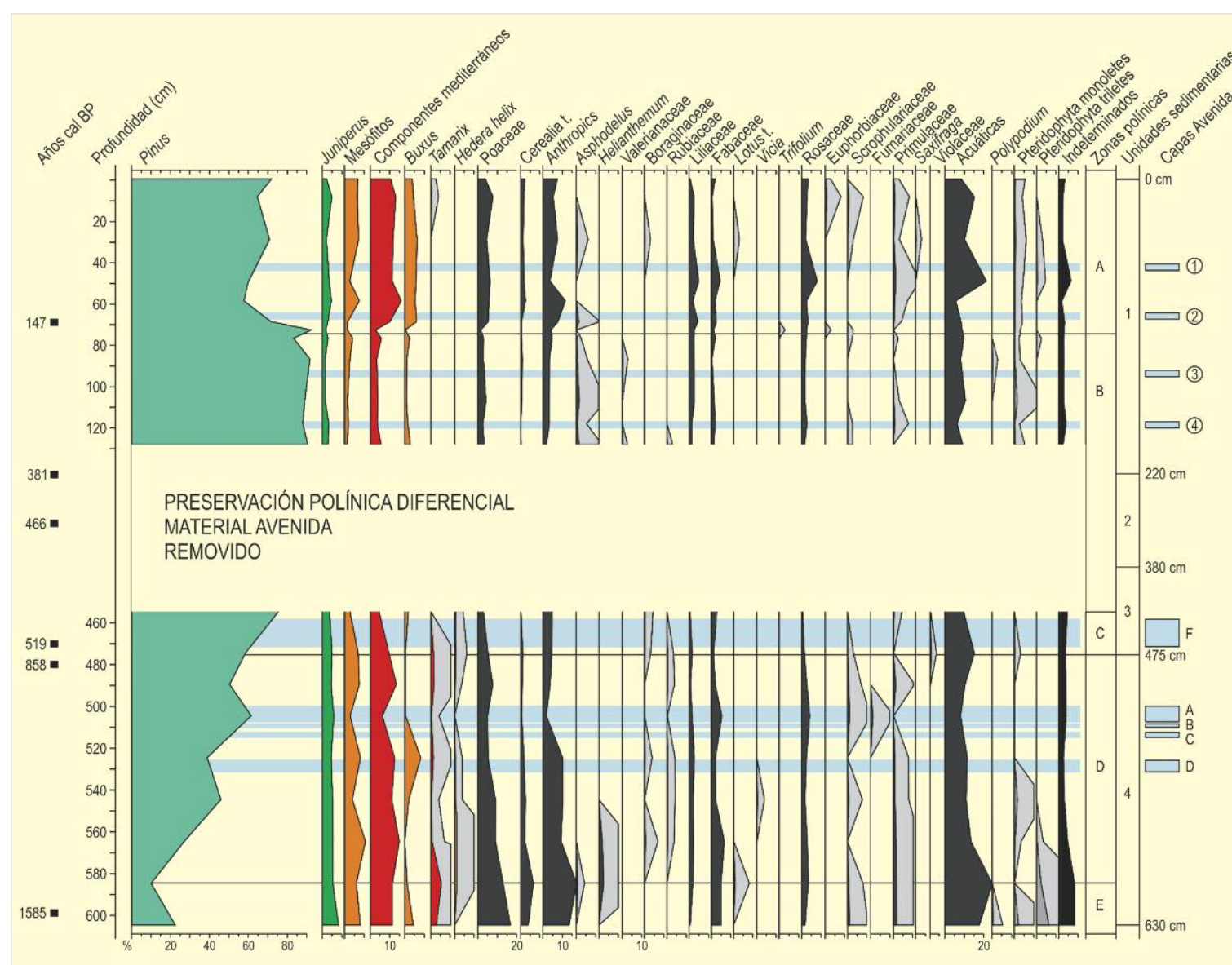


Figura 610. Diagrama polínico de la secuencia de la laguna de Taravilla. La curva de mesófitos está formada por *Quercus faginea-pubescens*, *Corylus*, *Betula*, *Salix*, *Ulmus*, *Tilia*, *Populus* y *Juglans*; la de componente Mediterráneo por *Quercus ilex-coccifera*, Oleaceae, *Viburnum*, *Lamiaceae*, *Ephedra fragilis*, Genisteae, Ericaceae, *Cistus*, *Rhamnus*, *Myrtus* y *Thymelaea*; y el grupo de Herbáceas antrópicas por Cichorioideae, Cardueae, Asteroideae, *Centaurea*, *Artemisia*, Caryophyllaceae, *Plantago*, *Rumex*, Brassicaceae, Urticaceae, Geraniaceae y Malvaceae. Redibujado de Valero-Garcés *et al.* (2008)



Figura 611. Plataforma de sondeos con pistón Kulleberg del LRC en la laguna de Taravilla

queña Edad del Hielo (PEH) que en el periodo anterior, la Anomalia Climática Medieval (ACM), sugiriendo que la PEH fue un periodo con mayor frecuencia de avenidas.

El análisis polínico (Fig. 610), contrariamente a lo esperado, sugiere un descenso de las actividades antropogénicas en el entorno de la laguna de Taravilla durante esta época, tras observarse durante el período romano (base de la secuencia) y la ACM, una vegetación mediterránea con elementos termófilos, cultivos y herbáceas indicadoras de actividad humana en la cuenca.

Durante la PEH, la preservación polínica no es buena, pero se observa en el espectro un dominio absoluto del polen de pino (tipo *Pinus nigra-sylvestris*) diferente del registrado durante la ACM, que era mayoritariamente de tipo Mediterráneo.

En el diagrama polínico no se ha representado este dominio de *Pinus* tipo *nigra-sylvestris* en los momentos de máximo número de paleoavenidas porque estas muestras, no resultan estadísticamente válidas en términos de variedad taxonómica y se trata de material removido. No obstante, el descenso progresivo de cereales e indicadores antropogénicos en la secuencia, paralelo al incremento de paleoavenidas y la llegada de la PEH, confirman que la causa de la mayor frecuencia e intensidad de las avenidas no fue una deforestación masiva del bosque durante los siglos XV-XIX, sino un aumento de las precipitaciones capaces de generar avenidas en la cuenca. Con la finalización de la PEH y el reestablecimiento de condiciones más templadas, la vegetación recupera su carácter termófilo de formación mediterránea continental y los elementos antropogénicos reaparecen en el espectro polínico.

Observando la correlación existente entre los periodos de paleoavenidas en la secuencia de Taravilla y los periodos de máxima radiación solar a nivel global (mayor número de manchas solares), se deduce que en esta región peninsular, hay una relación entre la producción de eventos extremos de precipitaciones, asociada a índices negativos de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y a la intensidad solar.

Más información

Moreno *et al.* (2008), Valero-Garcés *et al.* (2008)

PUENTE DEL ARZOBISPO

Terraza fluvial del río Tajo, Azután, Toledo
cf. Holoceno



Figura 612. Puente del Arzobispo, situado junto a las terrazas fluviales del río Tajo

Esta localidad corresponde a un depósito sedimentario tomado de la terraza fluvial del río Tajo (39°48' N, 05° 10' O, 320 m s.n.m.). El área de estudio se encuentra sobre el basamento hercínico con una cobertura neógena. Por tanto, el sustrato está formado por una combinación de de rocas ígneo-metamórficas y sedimentarias. Se trata de una serie arenosa con laminaciones y arenas en canal que se corresponden con una sucesión de eventos relacionados con avenidas del río. Para la investigación palinológica se analizaron los niveles de arenas más finas, que representan los momentos de menor energía.

La secuencia polínica carece de control cronológico. Martín-Arroyo *et al.* (1996) destacan la relativa constancia de la vegetación para el periodo abarcado, considerando que hay una fase de

esterilidad entre dos niveles –175-300 cm de profundidad– (Fig. 613). Dentro de esta constancia cabe destacar la representación del estrato arbóreo dominado por *Olea*, *Pinus* y *Quercus* de tipo perennifolio. El estrato arbustivo permanece dominado por *Juniperus*, *Ericaceae* y *Cistaceae*, mientras que entre las herbáceas las dominantes serían las asteráceas de diferente tipo. Además aparecen siempre taxones relacionados con el medio fluvial como ciperáceas y juncáceas.

En un análisis diacrónico de la secuencia encontramos que, la zona I se halla dominada por valores arbóreos de hasta el 60%, representando la vegetación menos antropizada de la secuencia, así como de una recuperación de la vegetación tras una avenida como representa la recolonización de *Olea*, con la posterior



Figura 613. Diagrama polínico de Puente del Arzobispo. Redibujado de Martín-Arroyo et al. (1996)

sucesión de *Juniperus* y *Quercus*. Los espectros polínicos de la zona II muestran una caída de elementos arbóreos favoreciendo la expansión de los herbáceos, lo cual podría indicar deforestación. Destaca la presencia de partículas de carbón a partir de este momento, así como la desaparición casi total de la encina.

La zona III corresponde a una fase estéril, mientras que en la zona IV, se vuelven a encontrar los mismos elementos florísticos que en niveles inferiores pero con distintas distribuciones. Así, dominan las formas arbustivas que podrían estar relacionadas con la mitigación del carboneo de la fase previa que estabiliza el matorral en distinto grado de degradación con algún árbol disperso.

Se trata de una secuencia sin control cronológico, lo que dificulta enormemente la interpretación. Aún así, los autores des-

tañan el control humano detectado a lo largo de la secuencia mediante el carboneo. Así, la transición de un área arbolada a una abierta y un posterior establecimiento del matorral se observa desde la perspectiva antropogénica, siendo este un paisaje más bien cultural y poco dominado por potenciales avenidas del río. Existe otra secuencia cercana en la Sierra de las Villueras (Gil-Romera et al. 2008) que recoge los últimos tres mil años de cambio ambiental, y muestra una intensificación de las actividades humanas, incluido el fuego desde ca. 2 Kyr BP. Es difícil, en cualquier caso relacionar esta secuencia con cualquier otra al carecer de una cronología absoluta robusta.

Más información

Martín-Arroyo et al. (1996)

LA CRUZ

Lagunas de Cañada del Hoyo, Cuenca
Holoceno (1700 AD-actualidad)



Figura 614. Laguna de la Cruz con su vegetación circundante

La Laguna de La Cruz ocupa una dolina que se formó en las dolomías del Cenomaniense ibérico (Fig. 614). Debido a su morfología, la laguna no recibe cursos de agua, manteniéndose su nivel gracias a fuentes subacuáticas que la alimentan. Es una de las lagunas más estudiadas en conexión con el fenómeno de *blanqueo* (precipitación de carbonato magnésico y cálcico) que se produce cada año en ella y que, desde el año 1700 AD, proporciona sedimentos varvados. De un conjunto de seis lagunas más (Lagunas de Cañada del Hoyo, Cuenca), se encuentra ubicada a 1022 m s.n.m. (39° 59' 16" N; 01° 52' 25" O).

El clima de la zona es de tipo mediterráneo continental, siendo la media anual de temperatura de 11,7 °C y las precipitaciones de 565 mm anuales. La vegetación actual se encuadra en el piso bioclimático supramediterráneo continental seco, caracterizada por *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *Juniperus thurifera*. Este estrato arbóreo coexiste con formas arbustivas de *Juniperus communis*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea*, que en zonas abiertas son reemplazados por arbustos (*Erinacea anthyllis*, *Salvia lavandulifolia*, *Genista scorpius*, *Lavandula latifolia*, *Thymus vulgaris* y *Rosmarinus officinalis*), así como especies de *Artemisia*, *Astragalus*, *Stipa* y *Pilosella*. Esta vegetación es reemplazada en las umbrías por especies caducifolias a base de *Quercus faginea*, *Acer monspessulanum*, *Crataegus monogyna* y algún ejemplar aislado de *Taxus baccata*.

Los 173 cm de sedimentos analizados fueron extraídos del fondo del lago mediante una sonda Wright emplazada sobre una plataforma flotante (Burjachs, 1996; Julià *et al.*, 1998). Los resultados polínicos muestran la evolución de la vegetación en los últimos 1400 años aproximadamente.

La parte inferior del diagrama (Fig. 615) explica la fase previa a la dominación musulmana (zona 1A), así como este dominio musulmán (zonas 1B y 1C) hasta la conquista cristiana. Durante toda esta época, el paisaje vegetal está conformado por bosques semiabiertos de *Pinus*, *Quercus* perennifolios, *Juniperus* y matorrales de *Erica*. La explotación del territorio se reparte entre la agricultura (*Secale*, Cerealia-tipo, *Vitis* y Cannabaceae) y la ganadería (*Plantago*). Por otra parte, la laguna presentaba unas condiciones idóneas para el crecimiento de Cyperaceae y *Myriophyllum* en su ribera.

El final de esta fase (zona 2), marcada por el período de guerras entre cristianos y musulmanes, se refleja en un descenso de la densidad arbórea (AP) y por un pico de Thymelaeaceae. Luego, a

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años AD	Material	Método
-	23,8	-	-	1703	varvas	conteo
CAMS-18713	77-78	640 ± 60	607	1350	inflorescencia <i>Alnus</i>	¹⁴ C AMS

Tabla 151. Dataciones obtenidas en la secuencia de La Cruz

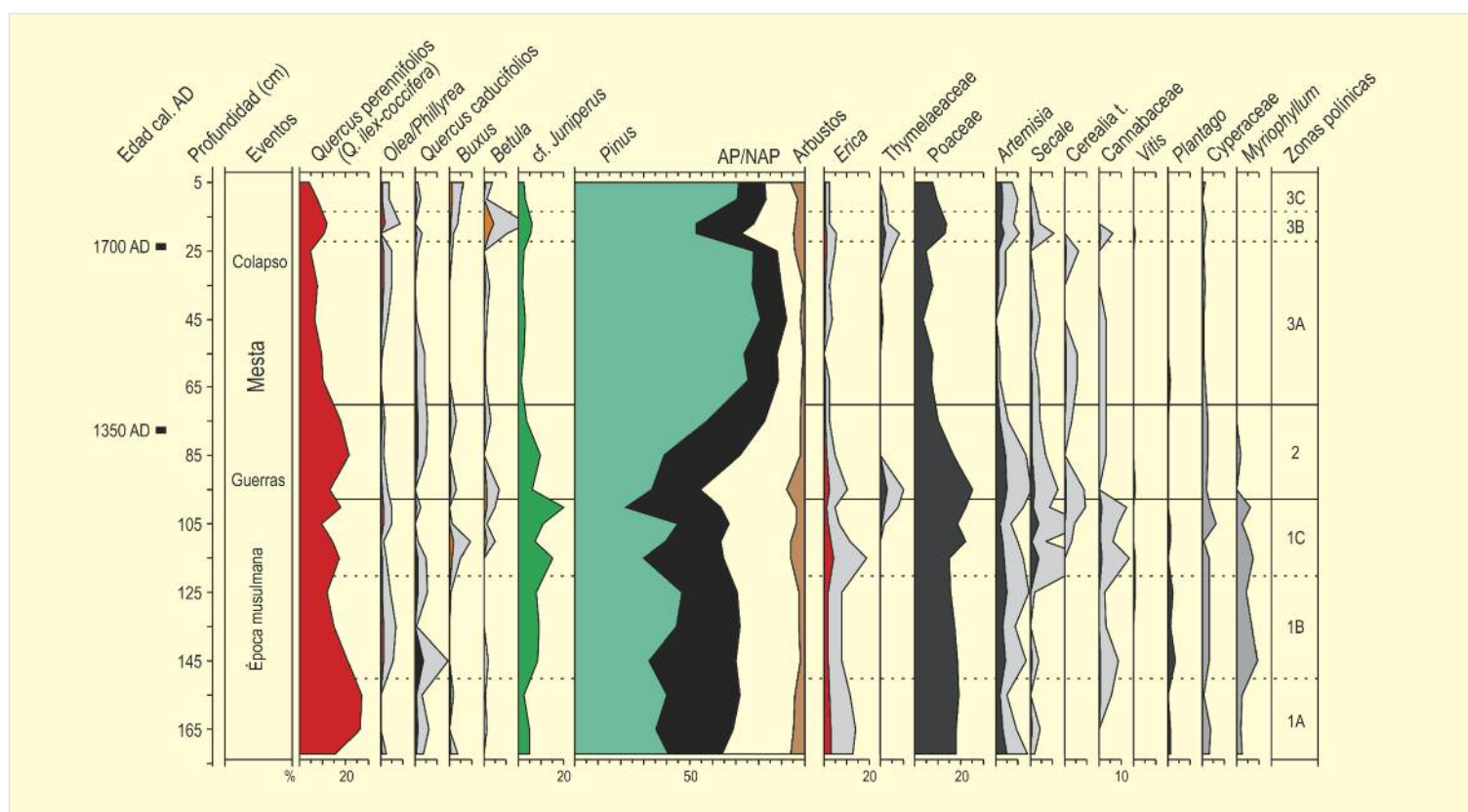


Figura 615. Diagrama polínico de la Laguna de La Cruz. Redibujado de Burjachs (1996)

partir de la conquista cristiana se establece una práctica casi exclusiva de la ganadería de la oveja merina, ganaderos trashumantes arropados bajo los privilegios del Honrado Concejo de la Mesta.

El paisaje resultante de esta ganadería extensiva se refleja en el descenso de *Quercus* y *Juniperus*, junto a un aumento excepcional de *Pinus* (zona 3A). Sin embargo, pensamos que los porcentajes de pino están sobrerrepresentados por el descenso de Poaceae y otras hierbas, como consecuencia del sobrepastoreo. Es decir, los pastos serían tan utilizados que se inhibiría la floración. Cabe pensar, pues, en un paisaje bastante abierto, donde los pinos estarían diseminados por el territorio como las encinas en una dehesa.

El colapso de la Mesta a inicios del siglo XIX facilitó la distribución del territorio entre agricultores y ganaderos, hecho que se ve reflejado en la zona 3B. El paisaje anterior a la Mesta parece recuperarse, pues aumentan *Quercus*, *Juniperus* y Poaceae, junto a taxones cultivados. En el mismo sentido, los prados altimontanos serían colonizados por *Betula*. Finalmente, el reavance de *Pinus* de la zona 3C parece deberse a la intensificación de la silvicultura.

Más información

Burjachs (1996), Julià *et al.* (1998)

COMUNIDAD VALENCIANA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Salines
2. Laguna de Villena
3. Cova Beneito
4. Turbera de la Canal de Navarrés
5. Cova de les Cendres
6. Cueva de les Malladetes
7. Cova d'En Pardo
8. Calaveres
9. Ratlla del Bubo
10. Santa Maira
11. Tossal de la Roca
12. Túnel dels Sumidors
13. Cova Fosca
14. Elx
15. San Benito
16. Cova de l'Or
17. Abric de la Falguera
18. Mas d'Is
19. Tossal de les Basses
20. Casablanca-Almenara
21. Torre la Sal
22. Les Jovades y Niuet
23. Avenc dels Dos Forats
24. La Lloma de Betxí
25. L'Alt de Benimaquía
26. El Castellet de Bernabé
27. Valentia

SALINES

Alto Vinalopó, Salines, Alicante

Pleistoceno superior-Holoceno (~ 115.000-2960 años cal. BP)

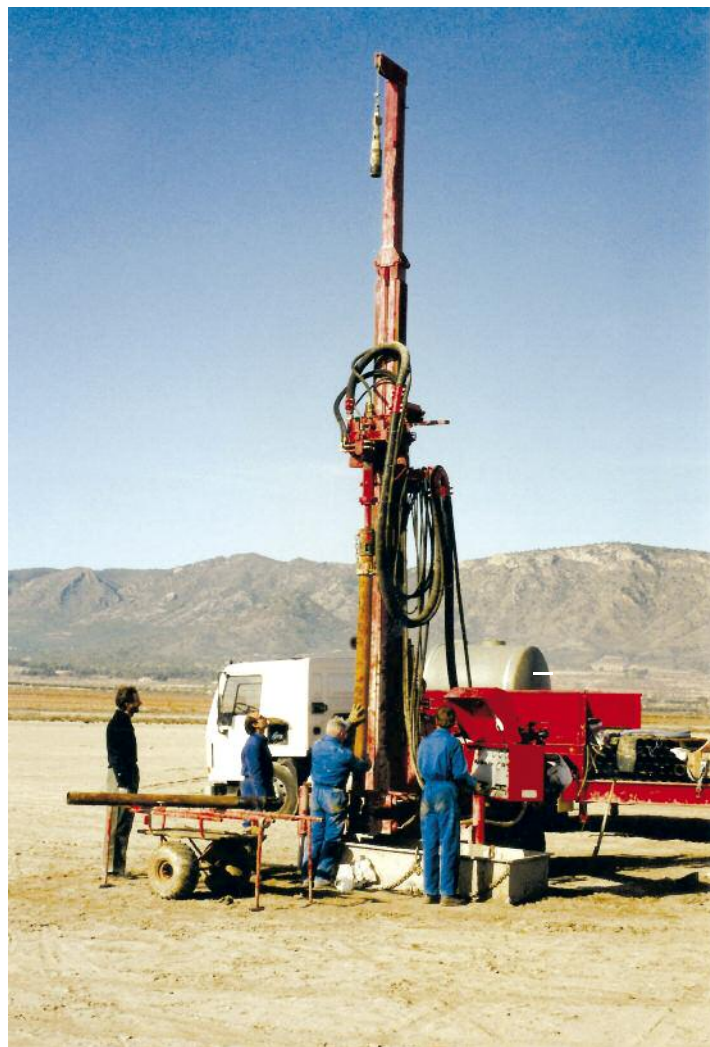


Figura 616. Sondeo de Salines (Alicante) en 1993

La salina y efímera Laguna de Salines (Alicante) se encuentra situada en el término municipal del mismo nombre (38° 30' 02" N, 00° 53' 18" O; 475 m s.n.m.). Se trata de una laguna endorreica que a lo largo de la historia ha sufrido remodelaciones, a fin de que no se inundara la población ubicada en su ribera. Canales de drenaje y pozos para la extracción de agua son los causantes de que actualmente esté prácticamente desecada.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo xérico, siendo la temperatura media anual de 14 °C, con abruptas fluctuaciones diarias y estacionales. Las precipitaciones son de unos 350 mm



Figura 617. Panorámica del entorno de la Laguna de Salines (Alicante) en 1993

anuales, mientras que en la laguna la evapotranspiración se sitúa alrededor de 1500 mm anuales. La vegetación actual de la zona está muy degradada por la presión antrópica. Sin embargo, según los bioclimas dominantes actualmente, tampoco sería posible la formación de verdaderos bosques.

Los resultados que presentamos a continuación se basan en sedimentos analizados de tres sondeos distintos, los cuales fueron correlacionados litológicamente, ya que la recuperación de los testigos no pudo ser continua en los tres sondeos. Según las dataciones de radiocarbono y paleomagnetismo (Tabla 152), la secuencia cubre más de 130.000 años. A lo largo de todo este tiempo la vegetación ha evolucionado al ritmo de las oscilaciones climáticas del último ciclo interglacial-glacial.

Durante el estadal frío OIS-6, la vegetación predominante estaba compuesta por coníferas (*Pinus*, Cupressaceae), aunque acompañadas por algunas especies leñosas de angiospermas (*Quercus perennifolios*, *Olea-Phillyrea*, *Pistacia*, *Coriaria*). A nivel local, dominaban las condiciones de salinidad (*Chenopodiaceae*, *Artemisia* y *Ruppia*).

La siguiente zona se asocia con la primera fase (OIS-5e) del último interglacial, durante la cual las angiospermas forestales son más abundantes que las coníferas, aunque no llegan a alcanzar valores importantes (30% de AP, excluidas coníferas). Por otro lado, hay síntomas de mayor nivel de precipitaciones (árboles mesófilos, y aumento de Poaceae e higrohidrófitas) que en la fase anterior, tanto a nivel local como en las montañas (valores signi-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Años cal Pal BP	Material	Sondeo	Método
Beta-72194	88	2830 ± 60	2960 ± 82	-	polen	SAL-1	AMS
Beta-67373	165	7400 ± 60	8242 ± 68	-	polen	SAL-2	AMS
Beta-70900	175	7660 ± 50	8469 ± 49	-	carbón	SAL-2	AMS
Beta-62417	271	8570 ± 70	9567 ± 59	-	madera	SAL-3	AMS
Beta-67374	344	8800 ± 60	9883 ± 159	-	polen	SAL-1	AMS
Beta-70899	430	10.120 ± 60	11.722 ± 205	-	carbón	SAL-1	AMS
Beta-90850	510	11.500 ± 110	13.398 ± 145	-	polen	SAL-2	AMS
ICTJA	800	Mono Lake	-	~ 35.000	sedimento	SAL-1	paleomagnetismo
AA-21055	870	24.590 ± 250	29.440 ± 547	-	polen	SAL-1	AMS
ICTJA	1100	Laschamp	-	~ 41.000	sedimento	SAL-1	paleomagnetismo
Beta-72195	1212	>52.800	-	-	madera	SAL-2	AMS
ICTJA	1500	Blake	-	~ 115.000	sedimento	SAL-1	paleomagnetismo
Beta-62416	1713	>50.500	-	-	madera	SAL-1	AMS

Tabla 152. Dataciones obtenidas en los sondeos de la Laguna de Salines. Burjachs et al. (2007)

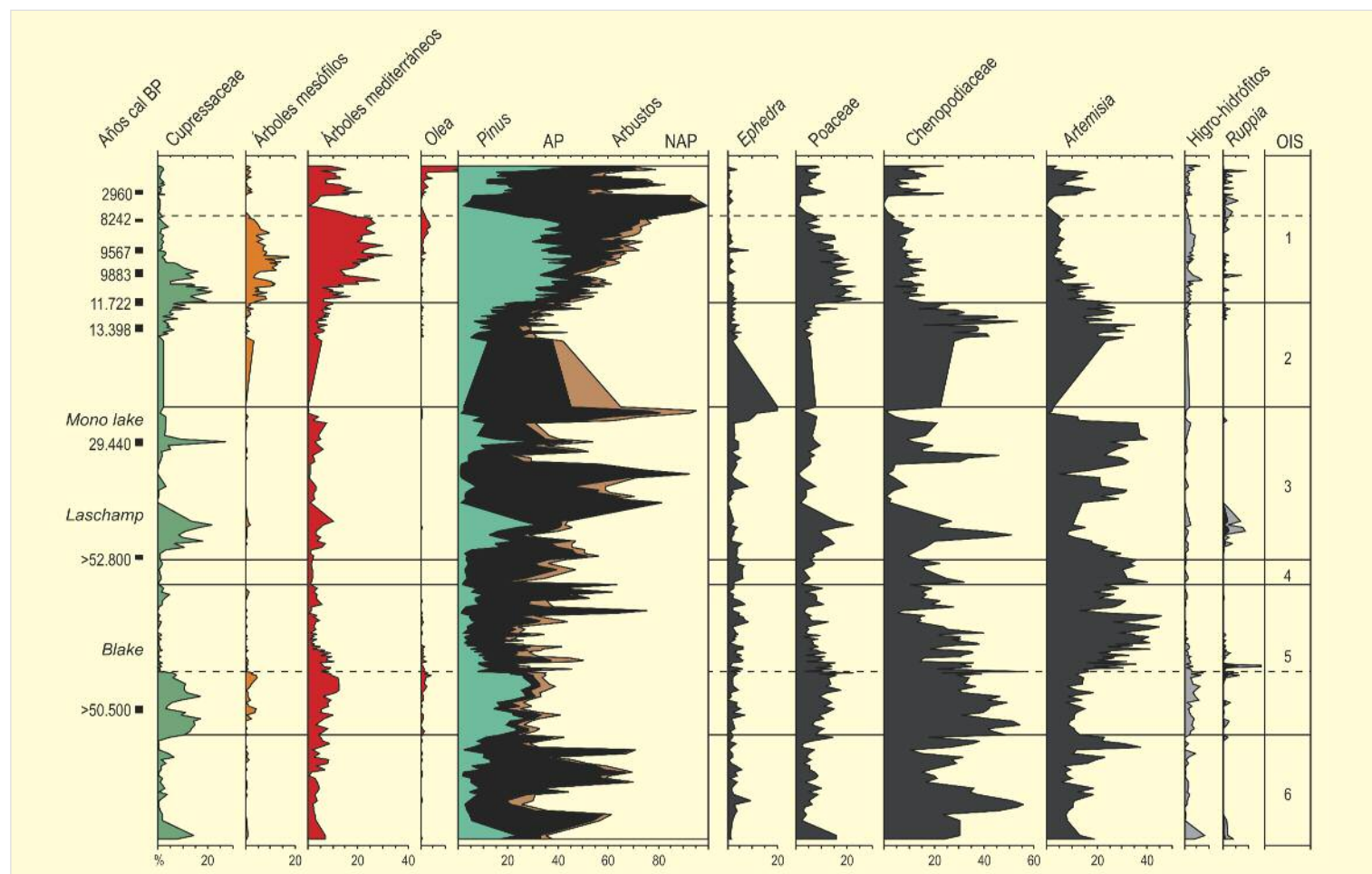


Figura 618. Diagrama polínico de taxones seleccionados de la Laguna de Salines, Alicante. Redibujado de Burjachs et al. (2007), Burjachs (2009)

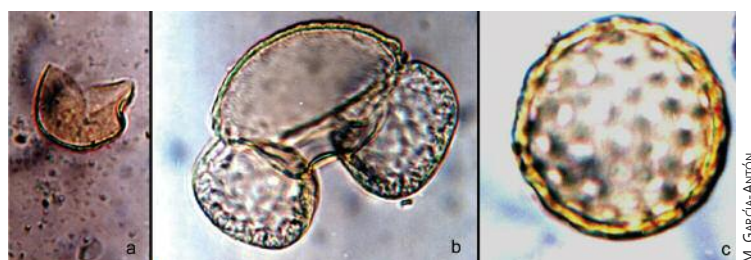


Figura 619. Palinomorfos a MO (45x) de Cupressaceae (a), Pinaceae (b) y Chenopodiaceae (c)

ficativos de *Betula*). Localmente, las quenopodiáceas son dominantes. En las siguientes fases del complejo OIS-5 se reducen las quercíneas y aumentan los pinos, dominando ahora *Artemisia* y Chenopodiaceae. La falta de resolución cronoestratigráfica impediría alcanzar información detallada sobre los episodios 5d, 5c, 5b y 5a.

A continuación, durante el estadal OIS-4 siguen dominando *Pinus* y *Artemisia*, manteniéndose la presencia de árboles y arbustos, característicamente *Cistus*.

El siguiente período correspondería al interestadial OIS-3, siendo baja la resolución de la secuencia en este tramo. Se manifiestan tres fases posiblemente interestadiales entre las dataciones de *Laschamp* y *Mono Lake*, caracterizadas por suaves aumentos de AP y taxones mesotermófilos (*Quercus* y *Olea-Phillyrea*), aunque quienes dominan el paisaje son las coníferas (*Pinus* y Cupressaceae).

A continuación, la principal característica del Máximo Glacial o OIS-2 es la esterilidad polínica, ya que no hay datos hasta el final

de este período, a partir de 13.400 años. Así, durante la última fase del Tardiglacial, se observan las típicas curvas en aumento de Cupressaceae, *Pinus* y *Quercus*, coetáneas con el descenso de *Artemisia* y Chenopodiaceae. Cabe destacar la presencia de *Abies* y *Acer* así como de *Cedrus*. Esta última presencia polínica podría estar asociada con un transporte lejano desde el norte de África.

La resolución estratigráfica vuelve a ser importante para el Holoceno (OIS-1) antiguo, entre 11.700 y 8000 años BP. Desde los inicios del actual interglacial el bosque de *Quercus* perennifolio, con *Olea-Phillyrea*, *Pistacia* y *Cistus*, aumenta su extensión, parcialmente junto a *Pinus*. Cabe destacar los porcentajes de *Quercus* caducifolios, *Corylus*, *Betula* y *Tilia*, así como la aparición en el diagrama de *Chamaerops*.

Finalmente, después de un hiato polínico de unos cinco mil años, el registro polínico se reinicia hace unos 3000 años BP. Durante estos últimos tres milenios han dominado los pinares, pasando *Erica* a prevalecer en el estrato arbustivo.

En definitiva, se trata de una de las escasas secuencias largas con que contamos para analizar la evolución de la flora en la Península Ibérica durante el último ciclo interglacial-glacial. No obstante, hay que señalar los hiatos polínicos que contempla la secuencia, los cuales parecen coincidir con períodos áridos del suroeste peninsular.

Más información

Julià *et al.* (1994), Girat *et al.* (1999), Burjachs *et al.* (2007), Burjachs (2009)

LAGUNA DE VILLENA

Cuenca alta del río Vinalopó, Villena, Alicante

Pleistoceno superior-Holoceno (> 47.450 BP-7211 años cal. BP)

El depósito analizado (38° 36' 49" N, 00° 55' 20" O; 487 m s.n.m.) corresponde al actual borde meridional del espacio denominado "laguna de Villena", cerca de la Casa de la Torreblanca, actualmente un marjal desecado en la cuenca alta del Río Vinalopó. Dicha cuenca destaca por la abundancia de espacios endorreicos situados entre los glacis que orlan sierras y cerros y los abanicos aluviales generados por cauces que se pierden entre sus propios aluviones antes de confluir en el río principal. El Alto Vinalopó se considera climáticamente como una comarca de transición entre la Meseta y el sureste semiárido, con muestras de continentalización. En las estaciones meteorológicas de Villena y Villena-La Encina, la precipitación media anual es algo menor de 400 mm, mientras que la temperatura media anual no llega a 15 °C. Desde los años cincuenta, todo la laguna se destina al cultivo de regadío, hortalizas y frutales. Algunos puntos fueron objeto de explotación de turba.

El estudio palinológico corresponde a un sondeo de 31 metros de profundidad, de los cuales sólo los 14 superiores conservan polen, en coincidencia con la mayor riqueza orgánica del depósito. A partir de los 16 m sólo quedan rastros de materia orgánica, para desaparecer completamente a partir de los 24 m, coincidiendo con un fuerte incremento del contenido en carbonatos. A partir de los 16 m destacan también abundantes óxidos de hierro, lo que apunta hacia una posible destrucción del polen por oxidación. De esos 14 metros superiores se obtuvieron 4 fechas radiocarbónicas (Tabla 153).

La secuencia polínica (Fig. 620, Yll *et al.* 2003) puede ser compartimentada en las siguientes fases:

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
120	6260 ± 40	7211	AMS
275	9680 ± 50	11.141	AMS
280	10.960 ± 60	12.932	AMS
500	11.210 ± 40	13.105	AMS
776	>47.450	-	convencional

Tabla 153. Tabla de dataciones de la Laguna de Villena. Yll *et al.* (2003)

Zona A: Fase típicamente glacial, caracterizada por altos porcentajes de *Artemisia* (a menudo entre el 40-50%) y valores relativamente altos de *Ephedra*. Durante la subzona A2, Poaceae y *Juniperus* aumentan a expensas de *Artemisia*. La datación a techo de esta palinozona (> 47.450 años BP) sugiere que la sedimentación (turbas y arcillas) tuvo lugar durante el Pleniglacial Inferior wurmiense.

Zona B: Representa un hiato palinoestratigráfico cuya amplitud temporal no ha sido determinada, pero parece claro, por las fechas limítrofes, que cubriría buena parte del Pleniglacial Superior hasta el comienzo del Tardiglacial. Esta zona coincide con materiales arcillosos blancos y muy carbonatados.

Zona C: Los porcentajes de *Artemisia* continúan siendo elevados, pero en tendencia descendente, al tiempo que *Pinus* aumenta progresivamente. Los valores de Poaceae han descendido de manera importante respecto a los que caracterizaban la subzona A2.

Zona D: Representa el intervalo Tardiglacial-Holoceno, implicando porcentajes globalmente más altos de *Pinus*, presencia continua de *Quercus* y *Plantago* y algunas oscilaciones de *Ephedra* y *Artemisia*. Las variaciones de quenopodiáceas, asteráceas y *Pseudoschizaea* observadas en la zona D2 podrían responder a modificaciones del régimen hídrico a nivel local en el ámbito exclusivo de la zona sondeada.

Aparte de los cambios descritos, este registro polínico permite hacer algunas apreciaciones de carácter general. Se confirma la importancia del pino en la dinámica vegetal de las secuencias glaciales del Levante peninsular. La presencia de taxones mesotermófilos, incluyendo caducifolios (*Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Ulmus*, *Acer* y *Tilia*) y esclerófilos (*Quercus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Buxus*, *Pistacia*, *Cistus* y *Rhamnus*) durante el intervalo glacial, sugiere la existencia de refugios adyacentes para la flora templada y mediterránea.

Más información

Yll *et al.* (2003)

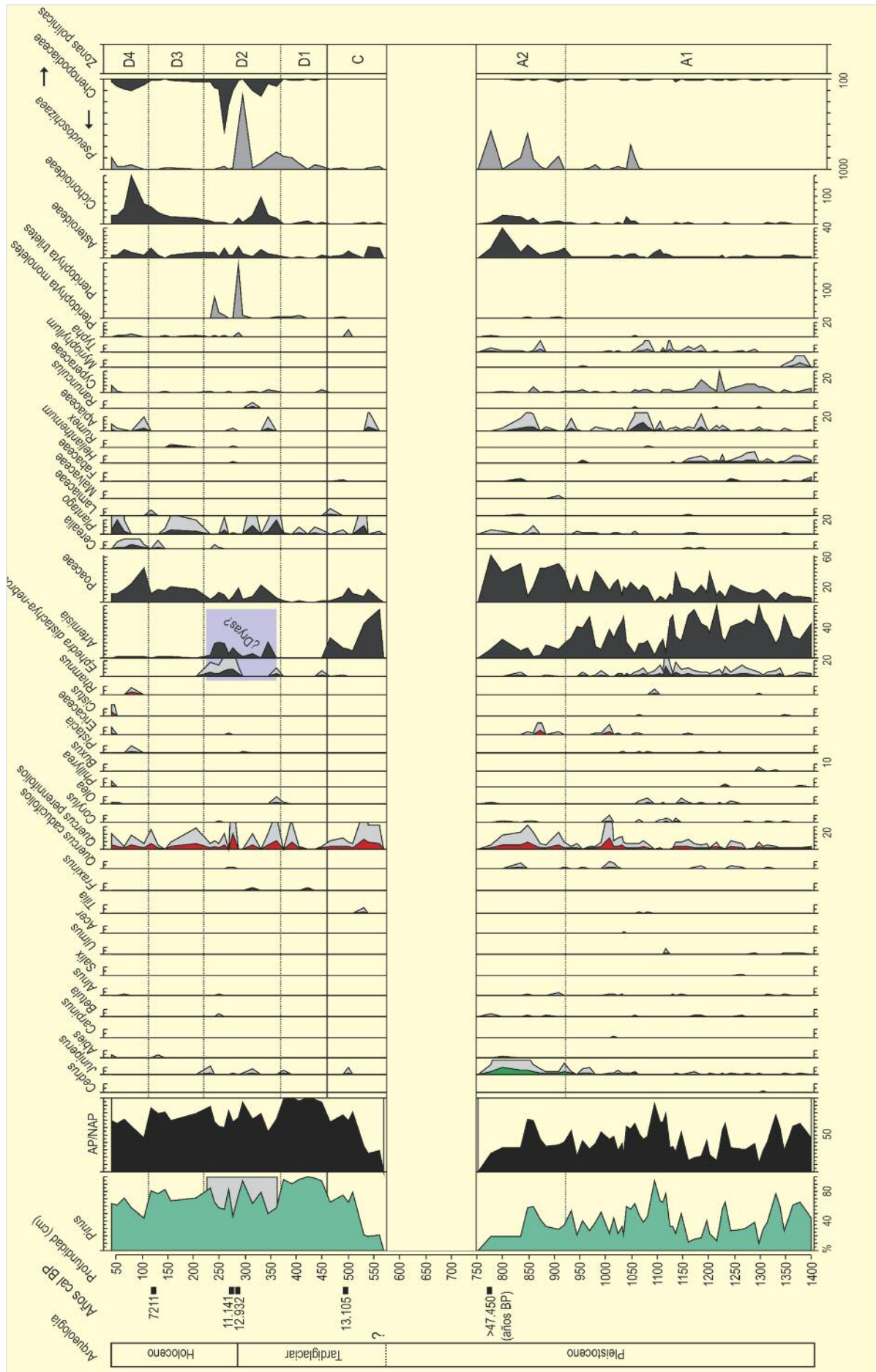


Figura 620. Diagrama polínico de la Laguna de Villena. Redibujado de Yll et al. (2003)

COVA BENEITO

Sierra del Benicadell, Muro de Alcoy, Alicante

Pleistoceno superior (> 43.030 años BP-< 19.770 años cal. BP)



J.S. CARRIÓN

Figura 621. Entrada de Cova Beneito

La Cova Beneito es un abrigo kárstico semi-rectangular de 8x6 m situado en la cara sur de la Sierra del Benicadell (Muro, Alicante) a 38° 48' N, 00° 28' O y 650 m s.n.m. El entorno bioclimático es termomediterráneo y la vegetación de las zonas mejor preservadas corresponde a un bosque de *Quercus rotundifolia* localmente degradado, siendo dominantes las especies arbustivas como *Pistacia lentiscus*, *Chamaerops humilis*, *Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus*, *R. lycioides*, *Juniperus oxycedrus* y *J. phoenicea*.

Los primeros resultados palinológicos aparecieron en Carrión (1991) y desde entonces se han sucedido diversas publicaciones comenzando con el registro musterriense y auriñaciense correspondientes a la sección 5D-3D (Carrión 1992b, Carrión & Dupré 1994). En principio, los niveles post-auriñacienses fueron estériles,

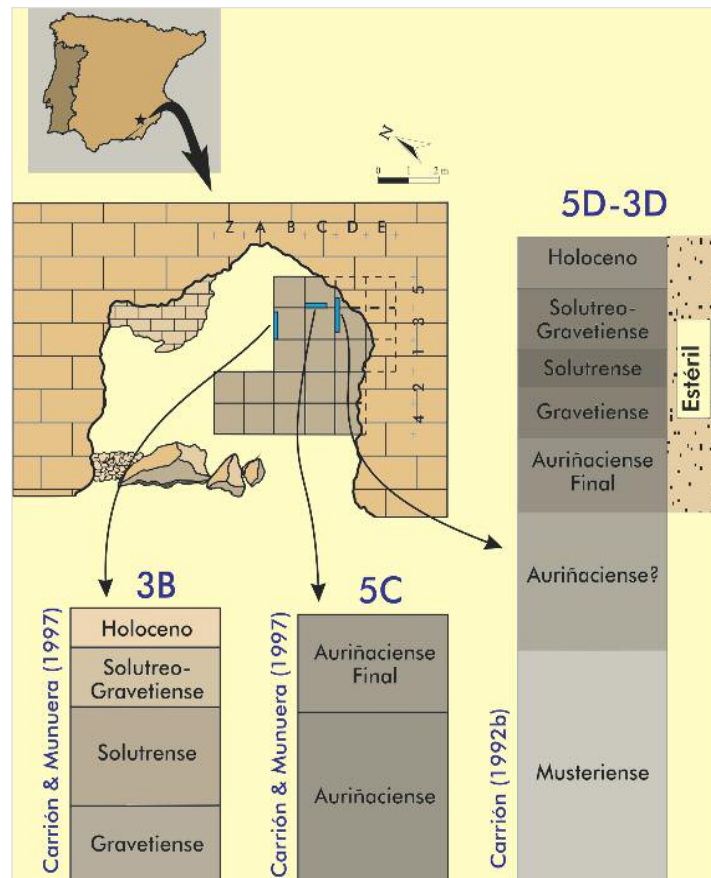


Figura 622. Planta arqueológica y situación de los perfiles estudiados palinológicamente en Cova Beneito. Carrión & Munuera (1997)

pero nuevas muestras, extraídas en los cortes 5C y 3B, arrojaron unas concentraciones y una preservación polínicas más que aceptables para un nuevo estudio (Carrión & Munuera 1997).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Nivel	Arqueología
Ly-3593	101	16.500 ± 400	19.770	II	Solutreo-gravetiense
GIF-7650	333	26.040 ± 890	30.810	VII-IX	Estéril
AA-1388	333	33.900 ± 1100	38.660	VII-IX	Estéril
TAN-89283	376	30.160 ± 680	34.370	IX-X	Musteriense
AA-1387	376	38.800 ± 1900	43.030	IX-X	Musteriense

Tabla 154. Dataciones radiocarbónicas efectuadas en Cova Beneito. Carrión & Munuera (1997)

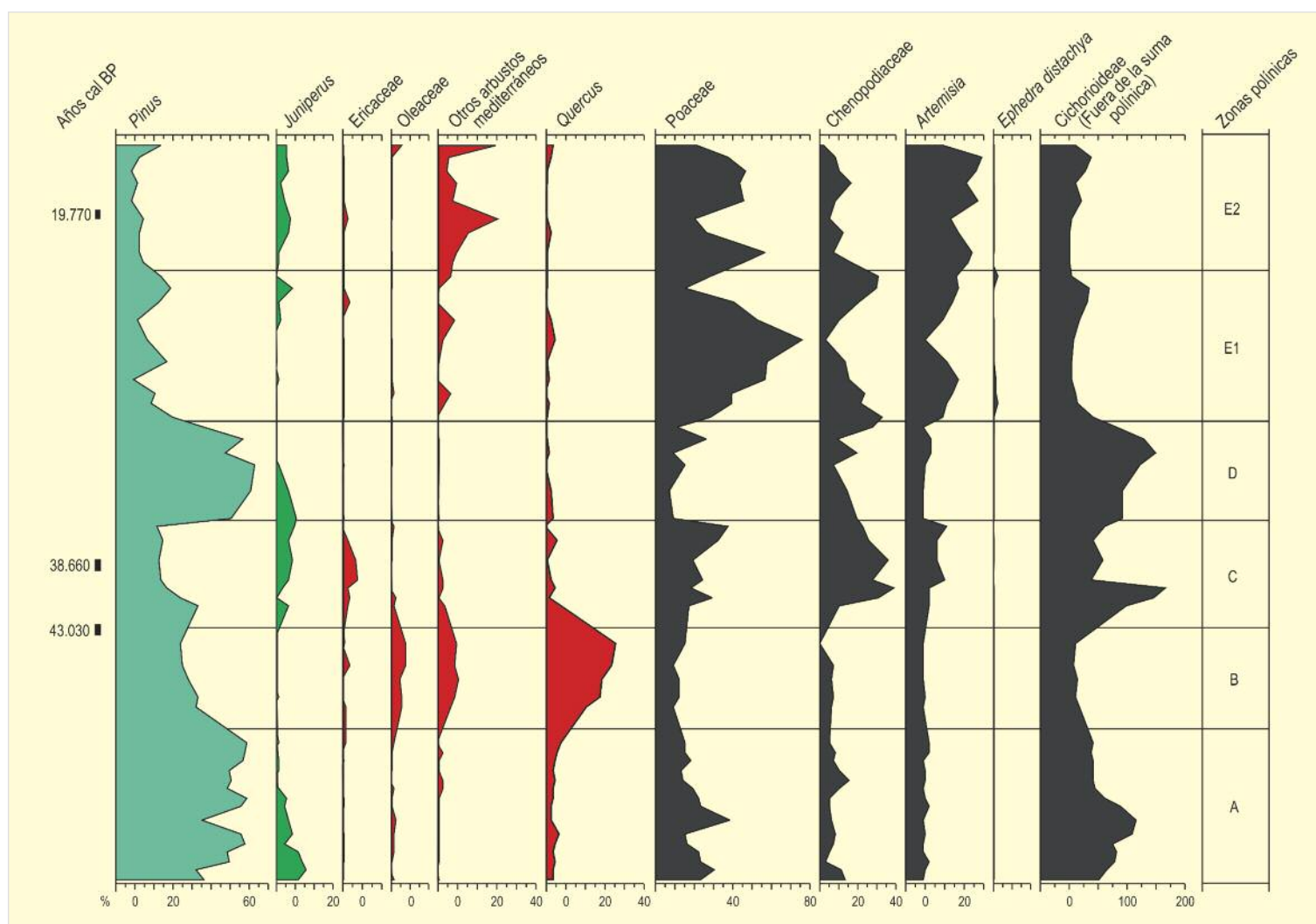


Figura 623. Diagrama polínico sintético de Cova Beneito (Carrión & Munuera 1997)

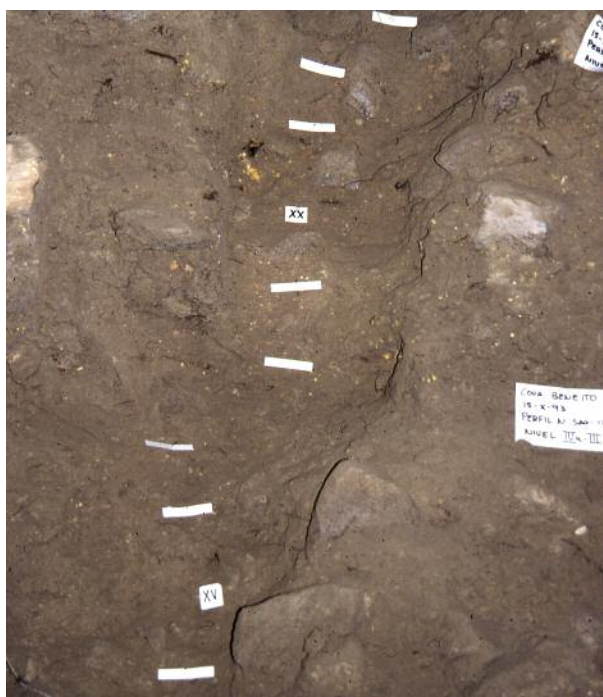


Figura 624. Aspecto de una parte del perfil 5D-3D de Cova Beneito

En la secuencia polínica completa, cabe destacar cómo las curvas de *Quercus* y *Oleaceae* son continuas en la zona A y muestran su máximo en la zona B, declinando progresivamente hacia C-E2. Esto permitiría situar el óptimo climático de la secuencia en la zona B, la cual corresponde a un Musteriense final. La expansión de otros arbustos mediterráneos es similar a lo largo de la zona B. La secuencia en su globalidad refuerza la hipótesis de que, durante el interpleniglacial wurmiense (OIS₃), fueron comunes las expansiones de una vegetación mesotermófila que experimentaría posteriormente una importante retracción durante el Pleniglacial superior y podría estar ligada a la existencia de refugios glaciales en el área. Es también notoria la abundancia del pino y la variación de *Juniperus*, cuyos máximos aparecen justo antes y después de los de *Quercus* y *Oleaceae*.

Más información

Carrión (1991, 1992b, 1994), Fumanal & Carrión (1992), Iturbe *et al.* (1993), Carrión *et al.* (1993, 1999), Carrión & Dupré (1994), Carrión & Munuera (1997)

TURBERA DE LA CANAL DE NAVARRÉS

Navarrés, Valencia

Pleistoceno superior-Holoceno (35.575-3378 años cal. BP)

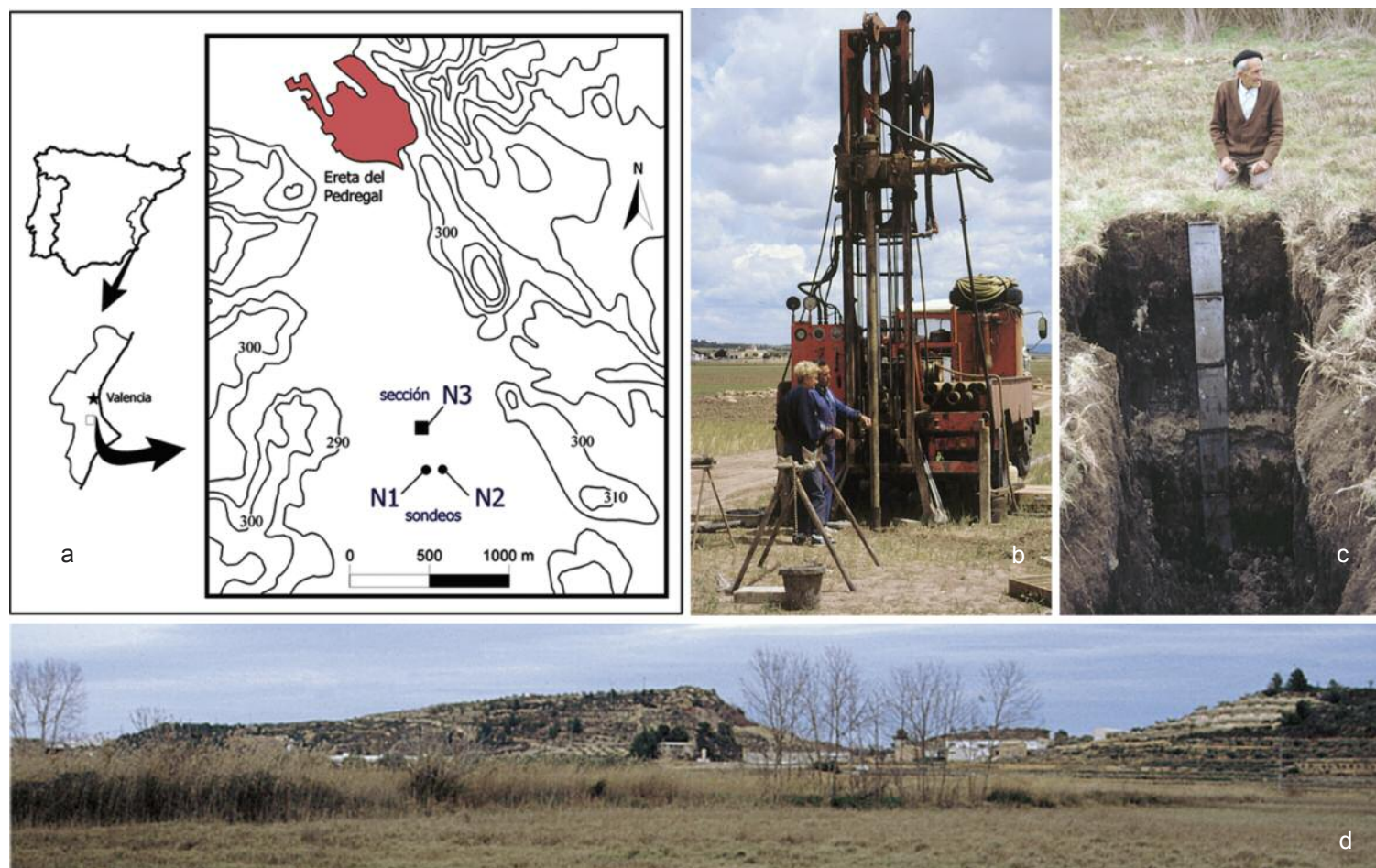


Figura 625. a) Situación geográfica de la turbera de la Canal de Navarrés. b) Sondeo realizado por Dupré en el año 1993. c) Toma de muestras a través de un perfil (N3) abierto en la Canal de Navarrés por Carrión en el año 1995. d) Vista general de la Turbera de Navarrés

La Canal de Navarrés ($39^{\circ} 04' N$, $00^{\circ} 41' O$) es un valle tectónico de 1-2 km de ancho situado a 225 m s.n.m. con orientación NO-SE, en los límites meridionales del sistema ibérico, en la provincia de Valencia. El valle incluye formaciones travertínicas y depósitos turbosos en las cercanías de la Ereta del Pedregal, un asentamiento de origen neolítico. El Cuaternario fue sondeado hasta los 25 m (Dupré *et al.* 1998), describiéndose 10 unidades litoestra-tigráficas, de las cuales sólo la superior (0-250 cm) fue polinífera. Esta unidad se formó bajo condiciones lacustres someras. El resto, datado desde 178.000 años BP, está dominado por facies fluviales. El clima actual se caracteriza por temperaturas anuales medias de 15-16 °C y precipitaciones en torno a 550 mm. La vegetación del valle es una garriga dominada por *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus*, con cultivos en las zonas más endorreicas.

Después de algunos análisis preliminares (Dupré 1988), se realizaron dos sondeos (N1 y N2) que fueron analizados y comparados lateralmente (Carrión & Dupré 1996), constatándose la permanencia de *Pinus* durante el Holoceno inicial y medio, así como una posible señal palinológica para el Dryas reciente. Un análisis más detallado se realizó posteriormente sobre material recolectado con cajas metálicas en la zona donde la turba alcanzaba mayor potencia. (Navarrés 3, Fig. 625.c). Este estudio (N3) incluye el recuento de granos de polen, esporas, carbones y macrorrestos (Carrión & van Geel 1999) y contempla cuatro zonas polínicas (Figs. 626 y 627). N3PA sugiere el desarrollo de vegetaciones mediterráneas durante el final del OIS 3. La zona N3PB muestra altos porcentajes de *Artemisia* (sobrepasando el 50% en algunas muestras), un incremento notable de *Chenopodiaceae* y la presencia constante de *Ephedra distachya-nebrodensis*. Sin embargo, *Pinus* continua siendo abundante. La secuencia se interrumpe durante

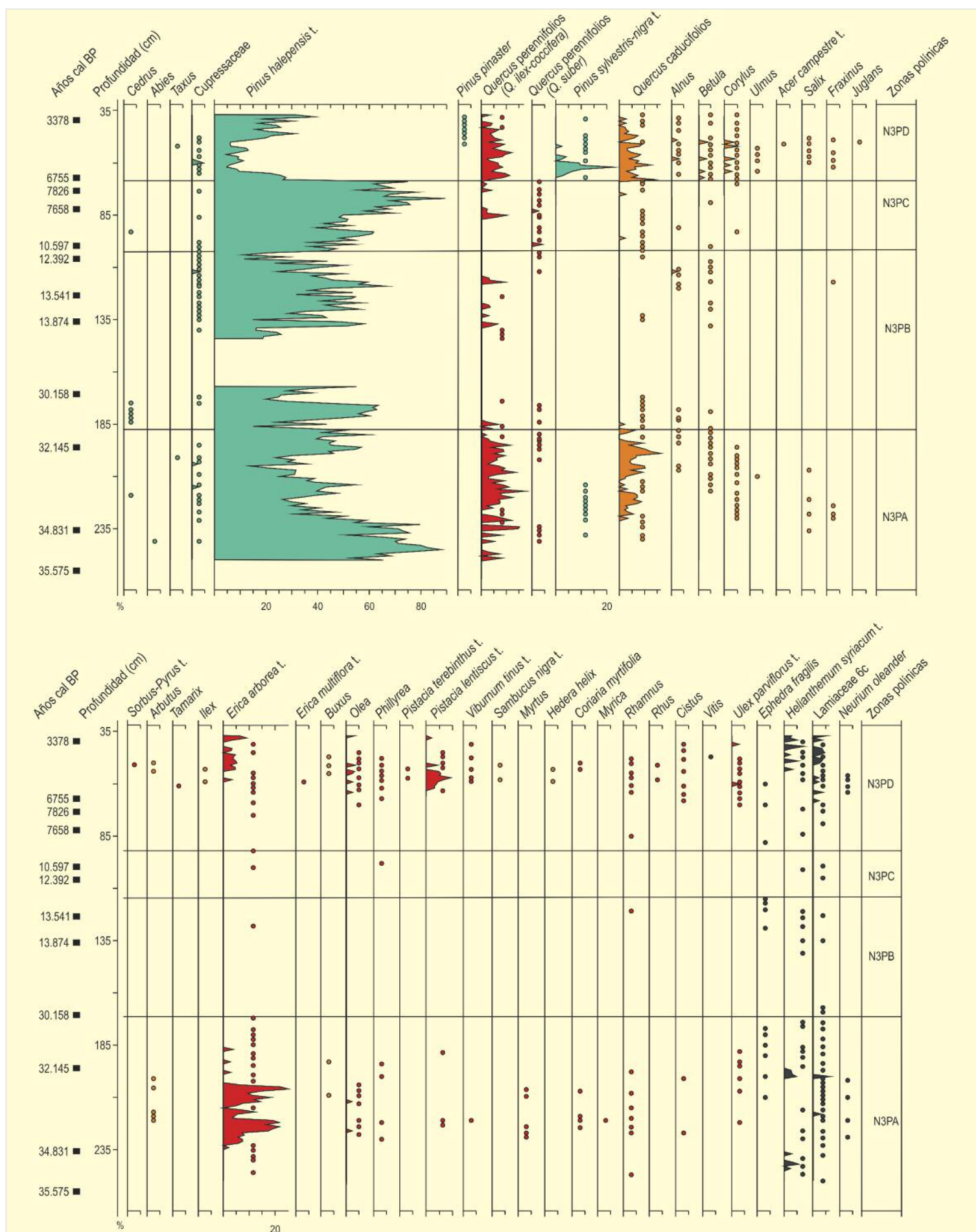


Figura 626. Diagramas polínicos del sondeo N3 de la Turbera de Navarrés. Redibujado de Carrión & van Geel (1999)

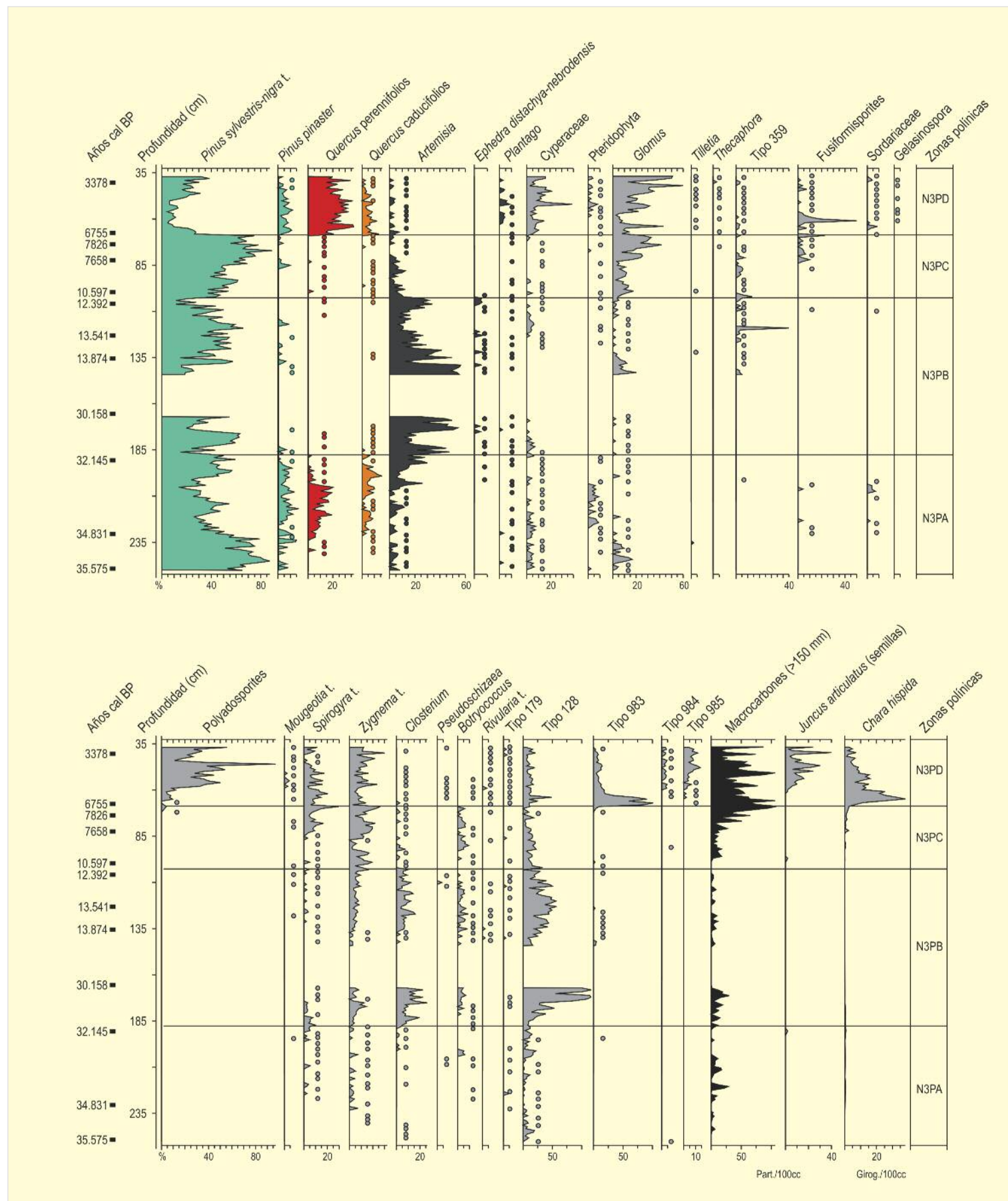


Figura 627. Diagrama polínico sintético y otros microfósiles del sondeo N3 de la Turbera de Navarrés. Redibujado de Carrión & van Geel (1999)

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-102170	40	3160 ± 100	3378	convencional
Beta-105203	61	6290 ± 90	7208	convencional
Beta-102171	68	5930 ± 80	6755	convencional
Pta-7438	69	6310 ± 70	7286	convencional
Pta-7204	82	6820 ± 45	7658	convencional
Beta-1052021	103	9360 ± 50	10.597	AMS
Beta-102172	106	10.340 ± 50	12.187	AMS
GrA-9008	123	11.680 ± 60	13.541	AMS
Beta-105205	135	12.010 ± 40	13.874	AMS
Pta-7442	166	25.500 ± 630	30.158	convencional
Beta-102173	193	27.890 ± 250	32.145	convencional
Pta-7205	197	26.600 ± 350	31.029	convencional
Beta-102174	230	30.210 ± 180	34831	AMS
Pta-7207	249	30.900 ± 530	35.575	convencional

Tabla 155. Determinaciones radiocarbónicas para Navarrés 3 (N3) (Carrión & van Geel 1999)

el Último Máximo Glacial, durante el cual las condiciones de sedimentación no son favorables a la preservación biótica en la cuenca. El sedimento es arenoso y sugiere un incremento de la erosión y denudación de los alrededores. El Dryas reciente vendría acomodado a las altas frecuencias de *Artemisia* que se dan entre 143 y 130 cm, aunque hay varios picos de este taxón durante el Tardiglacial (Fig. 627).

La zona N3PC (primera mitad del Holoceno) tiene una contrapartida en las secuencias N1 y N2 (Carrión & Dupré 1996), con dominancia del pino. También como en estas secuencias, al comienzo de N3PD hay un cambio abrupto en los espectros polínicos. *Quercus* llega a ser el taxón predominante, *P. pinaster* aparece de forma continua, muchos caducifolios aparecen con regularidad (*Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus*, *Acer*, *Salix*, *Fraxinus* y *Juglans*) y lo mismo sucede con *Erica arborea*, *Arbutus*, *Phillyrea*, *Olea* y *Viburnum tinus*. Durante esta fase, la cuenca sedimentaria sufre también un cambio crucial. Los indicadores de ambiente lacustre regresan. Es el caso de *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Callitriche*, *Hydrocharis*, *Lemna*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum* e *Isoetes* (algunos se han identificado en forma de semilla, como *Potamogeton coloratus* y *Myriophyllum verticillatum*). Por otra parte, aumentan aquellos que sugieren la colonización marginal, como Cyperaceae, *Typha*, *Apium*, *Lythrum salicaria*, *Equisetum*, helechos, semillas de *Cyperus*, *Scirpus*, *Schoenus*, *Carex*, *Juncus*, *Mentha*, *Verbena*, etc.), y la descomposición de la turba (*Gelasinospora*, *Chaetomium* y *Fusififormisporites*) (Carrión & van Geel 1999). La influencia humana viene sugerida por *Plantago*, *Vitis* y *Juglans* y, en cierto modo, por la abundancia de Boraginaceae, As-

teraceae, Lamiaceae, Cistaceae y Fabaceae. Como parásitos de gramíneas, *Puccinia* y, en menor medida, *Thecaphora*, podrían estar relacionadas con prácticas agrícolas. La sucesión algal desde el Tardiglacial incluye las siguientes fases: (N3PB) Tipos 128-*Closterium-Botryococcus*, (N3PC) *Zygnema-Spirogyra-Botryococcus*, (N3PD) *Zygnema-Spirogyra-Mougeotia-Rivularia-Gloeotrichia-Chara*. Esta sucesión puede estar relacionada con un cambio trófico hacia una mayor alcalinización y concentración de compuestos orgánicos oxidables bajo aguas relativamente cálidas.

La transición *Pinus-Quercus* del Holoceno medio fue relativamente rápida porque, acontece en todos los casos, en un tramo sedimentario de 1 cm, lo cual implicaría un período de tiempo de entre 39 y 153 años. Una de las conclusiones alcanzadas en Carrión & van Geel (1999) es la de que el reemplazamiento de *Pinus* por *Quercus* en Navarrés tiene lugar como consecuencia de varios eventos de incendios en la Canal durante las centurias precedentes al cambio, aunque los datos no permiten deducir cuál fue la extensión espacial ni la tasa de reiteración de los mismos.

El fuego aparece en toda la secuencia pero el primer pico importante, carbón macroscópico, se produce 1 cm por debajo del primer incremento de *Quercus*. A continuación, los fuegos parecen seguir siendo intensos, incrementándose desde los 51 cm hacia arriba, con un máximo a 40 cm, a partir de cuya profundidad, *Pinus* aumenta levemente de nuevo. Parece como si *Quercus* se viera favorecido después de varios episodios intermitentes de fuego y después permaneciera dominante. Los fuegos fueron locales, porque hay evidencias de macrocarbones, encontrándose partículas mayores de 0,06 mm, las cuales no se transportan a larga distancia. Aparte de los carbones, hay sugerencias palinológicas de la existencia del fuego durante el final de N3PC y durante la zona N3PD. Estas incluirían la curva polínica de *Erica arborea*, los incrementos en el tipo *Ulex parviflorus*, *Pistacia lentiscus* y *Phillyrea*, así como la presencia de *Anagallis arvensis*, *Cistus salvifolius* y *Pteridium aquilinum*.

La ignición de los bosques de pino en Navarrés puede haber tenido lugar por diversos factores naturales y también por las actividades humanas. Se trata de una cuestión sin respuesta categórica. En principio, el escenario parece antropogénico porque la introducción de las prácticas agrícolas en la región se ha datado en torno a 7000 años cal. BP en coincidencia con las primeras evidencias de domesticación animal. Localmente cabe mencionar que en torno a 5500 años cal. BP ya existía un importante poblado neolítico en la Ereta del Pedregal. Lo cierto es que la curva de *Plantago* no favorece totalmente la hipótesis antropogénica porque la de *Quercus* precede a la de *Plantago*. No se puede descartar, por tanto, una influencia climática de fondo.

Más información

Menéndez-Amor & Florschütz (1961), Carrión & Dupré (1996), Dupré et al. (1998), Carrión & van Geel (1999)

COVA DE LES CENDRES

Teulada, Alicante

Pleistoceno superior-Holoceno (30.663-4153 años cal. BP)



E. BADAL



M. DUPRE

Figura 628. Acantilados próximos a la Cova de les Cendres

La Cova de les Cendres (Teulada, Alicante) es una cavidad consistente en una sala de unos 30x20 m que comunica con el exterior a través de una amplia abertura de orientación sureste. Está localizada en la Punta de Moraira (38° 41' 10" N, 00° 09' 09" E) a unos 45 m de altitud sobre un cantil de calizas cretácicas que se eleva casi verticalmente sobre la cercana línea de costa (Fig. 628). El entorno inmediato de la cueva se corresponde bioclimáticamente con el termomediterráneo seco y su vegetación consiste básicamente en un matorral degradado que crece sobre suelos muy pobres y donde domina *Rosmarinus officinalis*, acompañado de *Erica multiflora*, *Cistus albidus*, *Coronilla juncea*, *Anthyllis cytisoides*, *Thymus vulgaris* y *Ulex parviflorus*, junto a los que aparecen elementos peculiares como *Lavandula dentata* y *Ephedra distachya*. Salpican el paisaje especies de la maquia como *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera* y *Chamaerops humilis*. La Cova de les Cendres ha sido lugar de asentamiento humano a lo largo del Paleolítico superior. El registro pleistoceno presenta un hiato durante el Epipaleolítico-Mesolítico y la cueva vuelve a estar ocupada desde el Neolítico antiguo hasta la Edad del Bronce (Tabla 156) cuando se abandona definitivamente.

La flora leñosa utilizada por los grupos prehistóricos queda reflejada en los depósitos sedimentarios en forma de carbón. Con su identificación botánica se muestran los cambios de paisaje acaecidos en el tiempo y en el espacio (Figs. 630 y 632). Las condiciones climáticas y paisajísticas fueron cambiando con el transcurso del

tiempo, siendo radicalmente diferentes entre los primeros ocupantes de la cueva, gravetienses (hace unos 30.000 años) y los últimos habitantes de la Edad del Bronce (hace unos 3500 años). Si durante el Paleolítico son los cambios climáticos los agentes de cambio, a partir del Neolítico los grupos humanos serán factores activos en la modelización de los paisajes (Badal 2009, Badal *et al.* 1989, 1994).

ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO

Gravetiense (Fin del OIS3)

El Gravetiense cubre los últimos milenios del Pleniglacial medio, que dentro de la secuencia marina corresponde al final del Estadio isotópico 3 (OIS3). Las fases antracológicas CC.1E y CC.1D (Fig. 629), entre c. 29.000 y c. 24.000 años cal. BP, muestran un predominio absoluto de *Pinus* tipo *nigra* acompañados de enebros y fabáceas leñosas (Figs. 629 y 630), labiadas, etc. Las plantas más termófilas como pino carrasco (*Pinus halepensis*) o *Quercus* tanto caducifolios como perennifolios, tienen muy pocos restos. La vegetación de ribera solamente está representada por el sauce. Una flora similar se ha documentado en un nivel auriñaciense de Cova Foradada (Xàbia, Alicante) y en Cova de les Malladetes (Gandía, Valencia) un carbón de *Pinus* tipo *nigra* se dató en 29.740-30.328 años cal. BP, lo que viene a corroborar la extensión de los pinares de ecología fría desde el nivel del mar hasta los 700 metros de altitud durante el OIS3 (Badal & Carrión-Marco 2001). Por ser estéril, no se dispone de datos polínicos para la secuencia pleistocena de Cendres, pero los datos regionales también indican el dominio de *Pinus* durante este inter-

Ref. Lab	Años BP	Años cal. BP	Especie	Nivel	Arqueología	Método
Beta-189078	25.850±260	30663	<i>Pinus nigra</i>	B.7/c-85	Gravetiense	AMS
Beta-142283	24.240±220	29002	<i>Pinus nigra</i>	XVI	Gravetiense	AMS
Beta-155606	24.080±150	28909	<i>Pinus nigra</i>	XVI	Gravetiense	AMS
Beta-142282	21.230±180	25434	<i>Pinus nigra</i>	XIV	Solutrense	AMS
Beta-118026	18.920 ±180	22735	<i>Pinus nigra</i>	XIII	Solutrense	AMS
Beta-118027	18.750±130	22627	<i>Pinus nigra</i>	XIII	Solutrense	AMS
Beta-118024	17.230±130	20626	<i>Pinus nigra</i>	XIIB	Solutrense	AMS
Beta-118023	14.850±100	18137	<i>Pinus nigra</i>	XIIA	Magdalenense	AMS
Beta-118022	13.690±120	16800	<i>Pinus nigra</i>	XIC	Magdalenense	AMS
Beta-142284	12.470±100	14603	<i>Pinus nigra</i>	X	Magdalenense	AMS
Beta-142288	6340±70	7228	<i>Hordeum vulgare</i>	E.VII	Neolítico I.A	AMS
Beta-75218	6260±80	7182	carbón de varios géneros	H.17	Neolítico I.A	convencional
Beta-75217	6150±80	7028	carbón de varios géneros	H.15a	Neolítico I.B	convencional
GifA-101358	5980±100	6862	<i>Triticum aestivum durum</i>	H.15a	Neolítico I.C	AMS
GifA-101356	5930±90	6745	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	V.c	Neolítico I.C	AMS
Beta-75214	5790 ±70	6579	carbón de varios géneros	V.c	Neolítico I.C	convencional
GifA-101354	5860±80	6684	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	V.a	Neolítico II.A	AMS
Beta-75213	5640±80	6462	carbón de varios géneros	V.a	Neolítico II.A	convencional
GifA-101352	4690±70	5445	<i>Triticum aestivum durum</i>	IIIa-IIIb	Neolítico II.A-II.B	AMS
GifA-101350	4790±80	5489	<i>Triticum aestivum durum</i>	III	Neolítico II.B	AMS
GifA-101348	4180±90	4693	<i>Rosmarinus officinalis</i>	II	Campaniforme	AMS
GifA-101346	3750±80	4153	<i>Rosmarinus officinalis</i>	I	Bronce	AMS

Tabla 156. Dataciones radiocarbónicas sobre carbones de la Cova de les Cendres. Las fechas calibradas corresponden al punto medio del intervalo de probabilidad (94,5%, 2 sigma) obtenido con CALIB 6.0, Stuiver et al. (2010)

valo cronológico (Carrión & Dupré 1996, Carrión & Munuera 1997, Dupré 1988).

Basándonos en la distribución actual de *Pinus nigra* y sus características ecológicas se pueden inferir las condiciones ambientales. En la figura 630 se puede observar su distribución en el Mediterráneo, en función de la latitud, la altitud y la situación de los yacimientos del Paleolítico superior en los que aparecen sus restos en el País Valenciano. Los mejores bosques de pino salgareño se encuentran bajo condiciones climáticas de tipo supramediterráneo con precipitaciones medias anuales de tipo seco (400-600 mm) o subhúmedo (600-1.000 mm) (Costa Tenorio *et al.* 2001), con una temperatura media anual comprendida entre 8 y 13 °C. Si tenemos en cuenta la altitud y la latitud donde se sitúan los yacimientos levantinos, podemos postular que *Pinus nigra* estaría en el límite inferior de su área de distribución, por tanto, la temperatura media anual podría estar comprendida, en el mejor de los casos, entre los 14 y los 12 °C y las

precipitaciones serían del orden de 400-600 mm, vista la ausencia de plantas hidrófilas. Además, los pinos mediterráneos están perfectamente adaptados a la sequía estival.

Solutrense (Último Máximo Glacial)

Durante los milenios en los que se desarrolla la cultura material del Solutrense (c. 23.000-19.000 años cal. BP) se documenta una flora similar al Gravetiense pero las proporciones de los taxones cambian. En las fases antracológicas CC.1C y CC.1B (Fig. 629), los carbones indican un paisaje abierto dominado por enebros y fabáceas leñosas, aunque los pinos salgareños siguen siendo los árboles dominantes. El Solutrense coincide con el LGM, pero las condiciones climáticas parecen similares a las descritas para el Gravetiense. Si bien es cierto que la reducción del pinar puede indicar un descenso de las precipitaciones, se puede decir lo contrario por la curva continua de *Quercus perennifolia*, así que es difícil pronunciarse vista la amplitud de tolerancia que tiene esta flora y lo bien adaptada que está a la sequía estival.

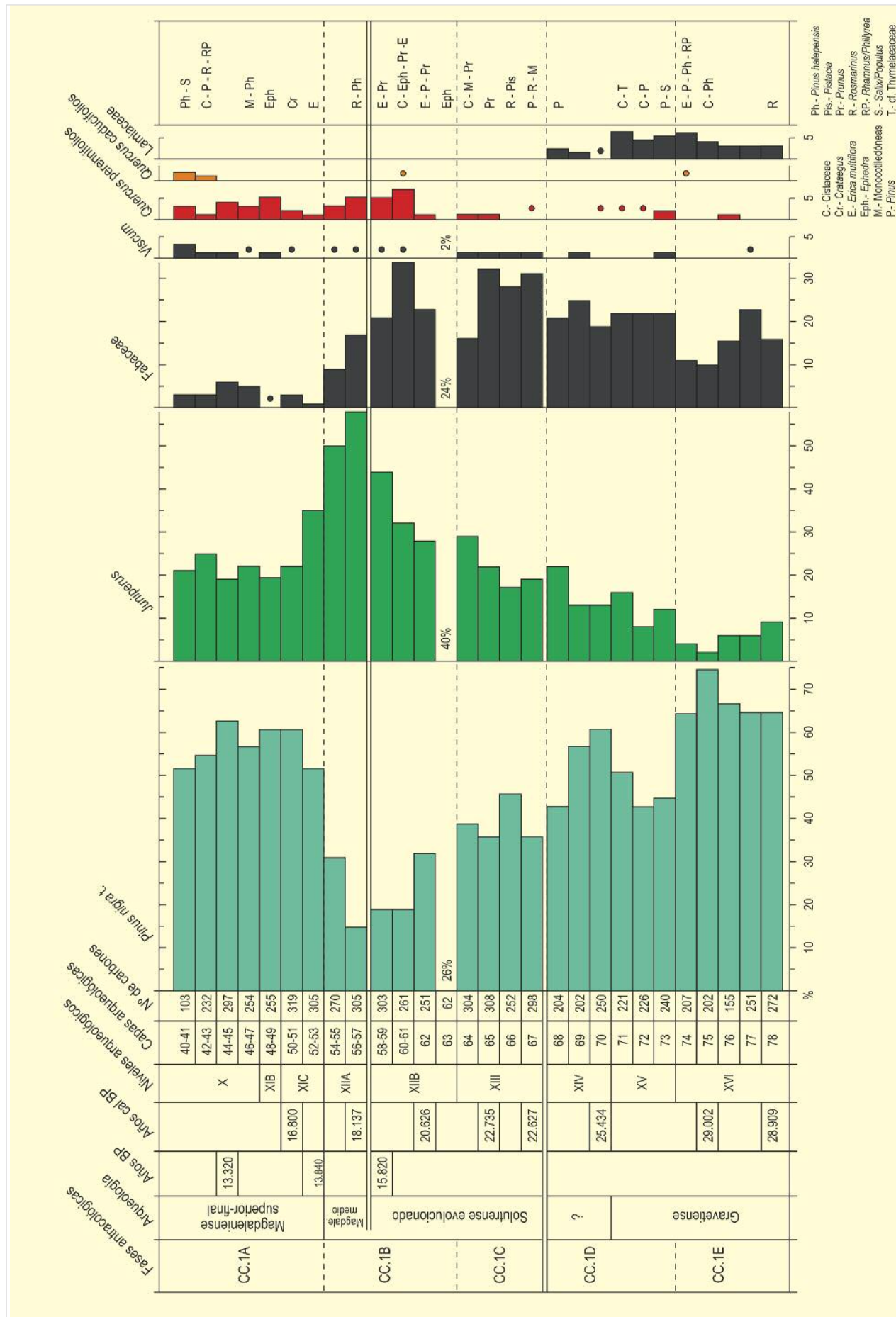


Figura 629. Diagrama antracológico de los niveles pleistocenos de la Cova de les Cendres. Redibujado de Badal & Carrión-Marco (2001)

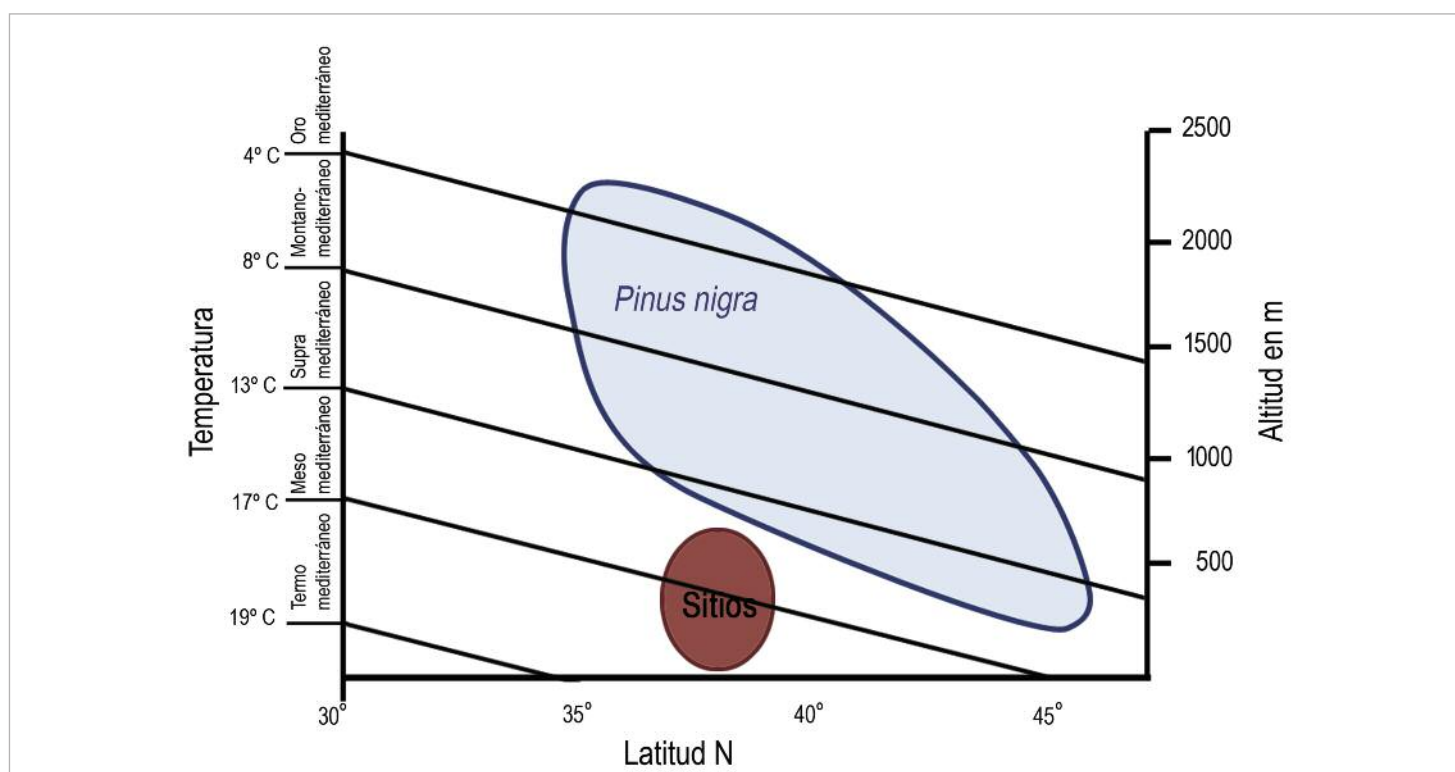


Figura 630. Distribución actual del pino salgareño en función de altitud-latitud y situación biogeográfica de los yacimientos paleolíticos del País Valenciano donde se encuentra su carbón (Sitios). Redibujado de Villaverde *et al.* (2010)

Magdalenense (Tardiglacial)

La vegetación utilizada por los grupos magdalenenses sigue siendo el bosque de pino salgareño que, durante el tardiglacial, parece que se recupera en detrimento del enebro y los matorrales de fabáceas (Fase antracológica CC.1a, Fig. 629). Cabe destacar la curva continua de *Quercus perennifolia*, la presencia de algún *Quercus caducifolia* y, esporádicamente, algún pino carrasco (*Pinus halepensis*) (Badal & Carrión-Marco 2001). Este grupo de plantas podría ser el preludio de la paulatina mejoría climática del Tardiglacial.

Neolítico antiguo (Holoceno)

La primera ocupación de la cueva por grupos de agricultores y ganaderos se produce en torno a 7500 años cal. BP. La Fase antracológica CC.2 (Fig. 631) corresponde a las formaciones vegetales que fueron utilizadas para leña durante el Neolítico I.A, que se sitúa entre c. 7500 y c. 7050 años cal. BP, es decir, unos 500 años en cronología calibrada de economía productora en el territorio de la cueva. Los primeros pobladores neolíticos se encontrarían con un entorno forestal denso, diverso y rico; el mar todavía se encontraría alejado del pie de la cueva, por tanto, una ladera suave bajaría hasta el litoral (Fumanal & Badal 2009). El área de captación de leña debe coincidir con el territorio de producción y en esta fase es el bosque mediterráneo el más utilizado, seguramente también el más transformado para implantar los campos de cultivo y los pastos. Los pinos, o bien tenían poca importancia en el territorio, o bien no interesaba su uso como leña.

El bosque mediterráneo estaría dominado por *Quercus perennifolia* (Fig. 632.4) y caducifolios, con un cortejo de madroño (*Arbutus*

unedo), cornicabra (*Pistacia terebinthus*), enebros (*Juniperus*), labiérnago (*Rhamnus*, *Phillyrea*, *Rhamnus* y *Phillyrea*), madreselva (*Lonicera*), mostajo y/o serbal (*Sorbus*), bayón (*Osyris*) y frutales del género *Prunus*. Las formaciones heliófilas y termófilas están presentes con acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) (Fig. 632.5), lentisco (*Pistacia lentiscus*) (Fig. 632.6), pino carrasco (*Pinus halepensis*) (Fig. 632.7), higuera (*Ficus carica*) (Fig. 632.8), belcho (*Ephedra*), jaras (*Cistus*), brezos (*Erica multiflora*), leguminosas leñosas (Fig. 632.3) y torvisco (*Daphne gnidium*). La vegetación de ribera está representada por el fresno (*Fraxinus*), el sauce (*Salix*), el laurel (*Laurus nobilis*), el majuelo (*Crataegus*), el taray (*Tamarix*) y la vid silvestre (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) (Fig. 632.9). Así, el carrascal, en algunas zonas acompañado de quejigos y, en otras, tal vez de coscojas y acebuche, ocuparía valles y vaguadas con suelos profundos, dejando los cantiles pobres en suelos y ricos en sol para las especies heliófilas. La flora de la fase CC.2 (Fig. 631) traduce unas condiciones ambientales de tipo termomediterráneo con una temperatura media anual entre 17-19°C, aunque algunas especies también pueden vivir en zonas mesomediterráneas. En cuanto a las precipitaciones, serían de tipo subhúmedo (600-1000 mm), aunque también se daría la estación seca de verano. La vegetación de ribera puede indicar que los barrancos mantendrían un régimen bastante regular.

La fase antracológica CC.3 (Fig. 6321) refleja el final del Neolítico I.A y todo el Neolítico I.B, entre c. 7200 y c.a 7000 años cal. BP, es decir unos 200 años. En esta etapa se observa el primer cambio en los restos carbonizados. Las quercíneas perennifolias y caducifolias descienden considerablemente y las especies heliófilas son las más utilizadas, como demuestran los porcentajes de acebuche, lentisco y



Figura 631. Diagrama antracológico de los niveles holocenos de la Cova de les Cendres. Redibujado de Badal (2009b, c)

brezo. Además, la presencia de romero (*Rosmarinus officinalis*) y lavanda (*Lavandula*) pueden indicar la existencia de zonas abiertas del bosque. En esta fase no se documentan ni el sauce, ni la vid silvestre. La interpretación paleoambiental es similar a la fase anterior. Así que ese cambio porcentual de la flora puede haberse producido por un cambio en los criterios de abastecimiento de leña o por un cambio en el entorno vegetal de la cueva; ese cambio puede ser debido a causas naturales, humanas o la conjunción de ambas, pero en todo caso ha potenciado el desarrollo de las formaciones presididas por *Olea*, lo que favorece su masiva explotación para leña.

Neolítico final (intensificación de la actividad humana)

La fase antracológica CC.4 (Fig. 631) cubre desde la base del Neolítico I.C (c. 7000 años cal. BP) hasta el final del Neolítico II.B (c. 5000 años cal. BP). Es la fase más larga de toda la secuencia (unos 2000 años) aunque puede haber ciertos hiatos en su interior. En esta fase

todo el protagonismo del registro recae en pinos carrascos y acebuches, con similar proporción de carbón, seguidos de las distintas plantas de matorral. Las curvas de *Quercus* muestran una reducción progresiva y constante. Las plantas de la ribera descienden completamente en esta fase. Se trata de una flora termomediterránea; la fuerte representación del pino carrasco en todos los espectros puede expresar la expansión de los pinares en el territorio de captación de leña. Las formaciones presididas por *Olea* se mantienen sin alteraciones, mientras que las especies más exigentes en humedad disminuyen, todo lo cual, probablemente, indique una reducción de la pluviometría media anual, junto a una pérdida paulatina de los suelos que facilitarían la progresión de los pinos. Las actividades humanas en el territorio deben jugar un papel importante en este cambio de paisaje vegetal. Durante esta fase los niveles de corral se intensifican en la estratigrafía de la cueva, lo que demuestra una actividad ganadera importante en el territorio y con tendencia a la especialización.

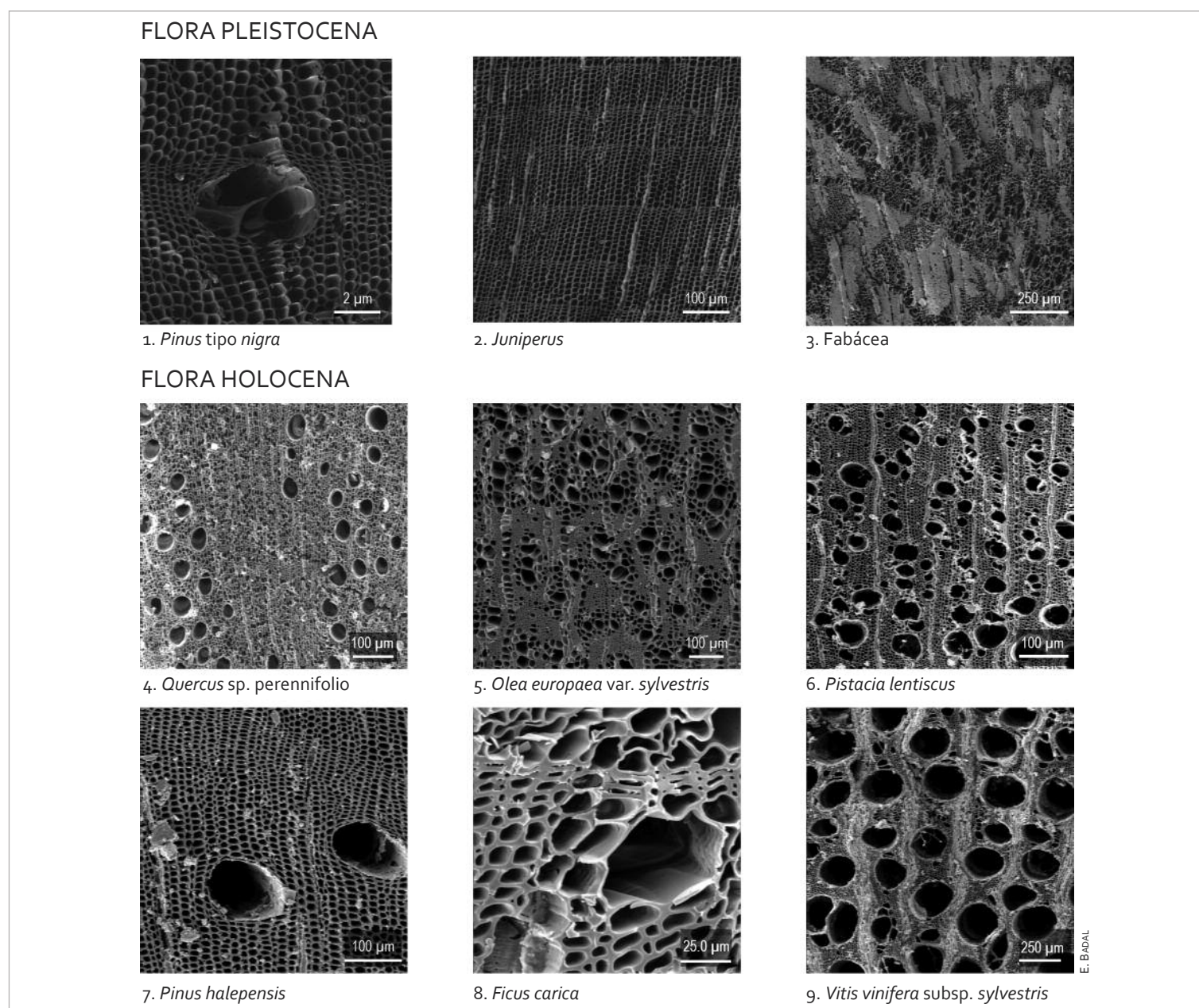


Figura 632. Imágenes al MEB de carbones de la Cova de les Cendres

Edad de los Metales

La fase CC5 (Fig. 631) incluye el Horizonte Campaniforme de transición (c. 4700 años cal. BP) y la Edad del Bronce (c. 4150 años cal. BP). Se destaca el desarrollo de las especies de matorral bajo, que superan el 40% de los restos: leguminosas leñosas, romero, brezo, jaras, cantueso, bufalaga marina, etc. Las especies arbóreas alcanzan los porcentajes más reducidos de toda la secuencia. Lo mismo ocurre con las especies de borde de agua. El pino carrasco sigue siendo el árbol más representado. En definitiva, la fase CC.5 traduce un paisaje abierto. Los pinares probablemente serían menos extensos que en fases anteriores, mientras que los carrascales o coscojares quedarían fuera del área de captación de leña de los ocupantes de Cova de les Cendres durante la Edad del Bronce. La ausencia de especies de ribera puede traducir un régimen mucho más esporádico de los barrancos o un régimen pluviométrico anual tendente al ombroclima seco (entre los 350-600 mm de precipitación media anual).

ANÁLISIS CARPOLÓGICO (Neolítico)

Los restos carpológicos recuperados durante las excavaciones de los niveles neolíticos de la Cova de les Cendres constituyen la principal secuencia establecida hasta el momento en el País Valenciano, especialmente en lo que se refiere a los niveles antiguos (I.A, I.B y I.C), ya que en las fases más recientes (II.A y II.B) el volumen de material es muy escaso, por lo que no es factible realizar valoraciones detalladas sobre el mismo.

Su estudio, realizado por R. Buxó (1997) documenta desde la fase más antigua la presencia de 6 cereales (Tabla 157): trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*), cebada desnuda (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), cebada vestida (*Hordeum vulgare*), escanda menor (*Triticum dicoccum*) y escaña (*Triticum monococum*). A nivel cuantitativo, el trigo desnudo es la especie preponderante en la fase I.A (c. 7500-7050 años cal. BP), con una presencia igualmente

Cova de les Cendres						
Plantas cultivadas	IA	IB	IC	IIA	IIB	TOTAL
<i>Hordeum vulgare</i>	23	21	12		3	59
<i>Hordeum vulgare</i> (lema)					1	1
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	25	78	33		1	137
<i>Triticum aestivum-durum</i>	136	40	15	1	4	196
<i>Triticum aestivum-durum</i> tipo <i>compactum</i>	2	4				6
<i>Triticum dicoccum</i>	139	9	5			153
<i>Triticum monococcum</i>	11		2			13
<i>Lathyrus cicera/sativus</i>	1					1
<i>Lens culinaris</i>	6	1				7
<i>Pisum sativum</i>	8					8
<i>Vicia ervilia</i>			1			1
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>	3					3
Plantas silvestres	IA	IB	IC	IIA	IIB	TOTAL
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i>	2					2
<i>Pistacia lentiscus</i>		14	6		2	22
<i>Quercus</i>	2	1				3
<i>Rubus</i>			2			2
<i>Vicia/Pisum</i>	2					2
<i>Vicia</i>	2	1				3
Total	362	169	76	1	11	619

Tabla 157. Datos arqueobotánicos en las distintas fases del Neolítico de la Cova de les Cendres. Buxó (1997)

destacada de la escanda menor, mientras que las cebadas y la escaña juegan un papel menos importante. En la fase siguiente, fase I.B (c. 7050-7000 años cal. BP) es la cebada desnuda la que predomina, aunque el trigo desnudo mantiene una frecuencia destacada y la cebada vestida y la escanda menor ocupan una posición secundaria. Finalmente, en la fase I.C (c. 7000-6500 años cal. BP) se mantiene el predominio de la cebada desnuda, secundada en este caso por la cebada vestida y el trigo desnudo, mientras que la escanda menor y la escaña son las menos representadas. Estos datos nos muestran el desarrollo a lo largo del Neolítico antiguo de una cerealicultura diversificada, sin que ninguna de las especies predominantes (trigo desnudo, cebada o escanda menor) juegue un papel especialmente destacado. Esta tendencia se interpreta como una estrategia conservadora tendente a minimizar los riesgos de malas cosechas.

Los cereales van acompañados desde el inicio por el cultivo de diferentes leguminosas: almortas (*Lathyrus cicera/sativus*), lentejas (*Lens culinaris*), guisantes (*Pisum sativum*), yeros (*Vicia ervilia*) y habas (*Vicia faba*). Su presencia desde los inicios del Neolítico confirma la introducción temprana de esos cultivos junto al de los cereales, aunque hay que señalar que su presencia es mucho menos abundante y su distribución a lo largo de la secuencia más desigual.

Entre las especies silvestres destaca un conjunto de taxones que pueden interpretarse como plantas recolectadas para complementar la alimentación vegetal. Se trata de especies como las bellotas (*Quercus*), las aceitunas (*Olea europaea* var. *oleaster*) y las moras (*Rubus*),

que crecerían en el entorno del yacimiento como parte de la vegetación mediterránea que caracteriza el paisaje de la zona.

ANÁLISIS POLÍNICO

El registro polínico de Cova de les Cendres (Fig. 633) permite diferenciar cuatro zonas y se caracteriza por la alta diversidad de herbáceas (hasta 46 tipos) y por una escasez de árboles entre los que destaca el pino y, en menor medida, *Quercus*, acompañados de otros elementos típicos de la vegetación mediterránea (*Pistacia*, *Olea*, *Phillyrea*, *Vitis* y *Juniperus*) y con la aparición puntual de fresno (*Fraxinus*) y especies riparias (*Corylus* y *Alnus*), probablemente de procedencia lejana. Los porcentajes de *Pinus* indican un aporte lejano o una baja frecuencia de estos árboles entre los elementos vegetales del entorno de la cueva lo que coincide con los restos carbonizados a principios de la secuencia.

La primera zona (A) se inicia en torno a los 7500 años cal. BP y comprende muestras que se encuentran entre 3,50 y 2,60 m de profundidad (Fig. 633). Esta zona podría corresponderse, en consonancia con la sedimentología, con la fase más seca o de estacionalidad más marcada de toda la secuencia y presenta bajos porcentajes de pólenes arbóreos (los menores de la toda la secuencia) que pertenecen casi exclusivamente al género *Pinus*. Esto contrasta con la notable presencia de taxones mesófilos que muestra el estudio antracológico, sugiriendo un ambiente que se encuentra en el momento final del óptimo de vegetación en el que es notable la existencia de vegetación de ribera.

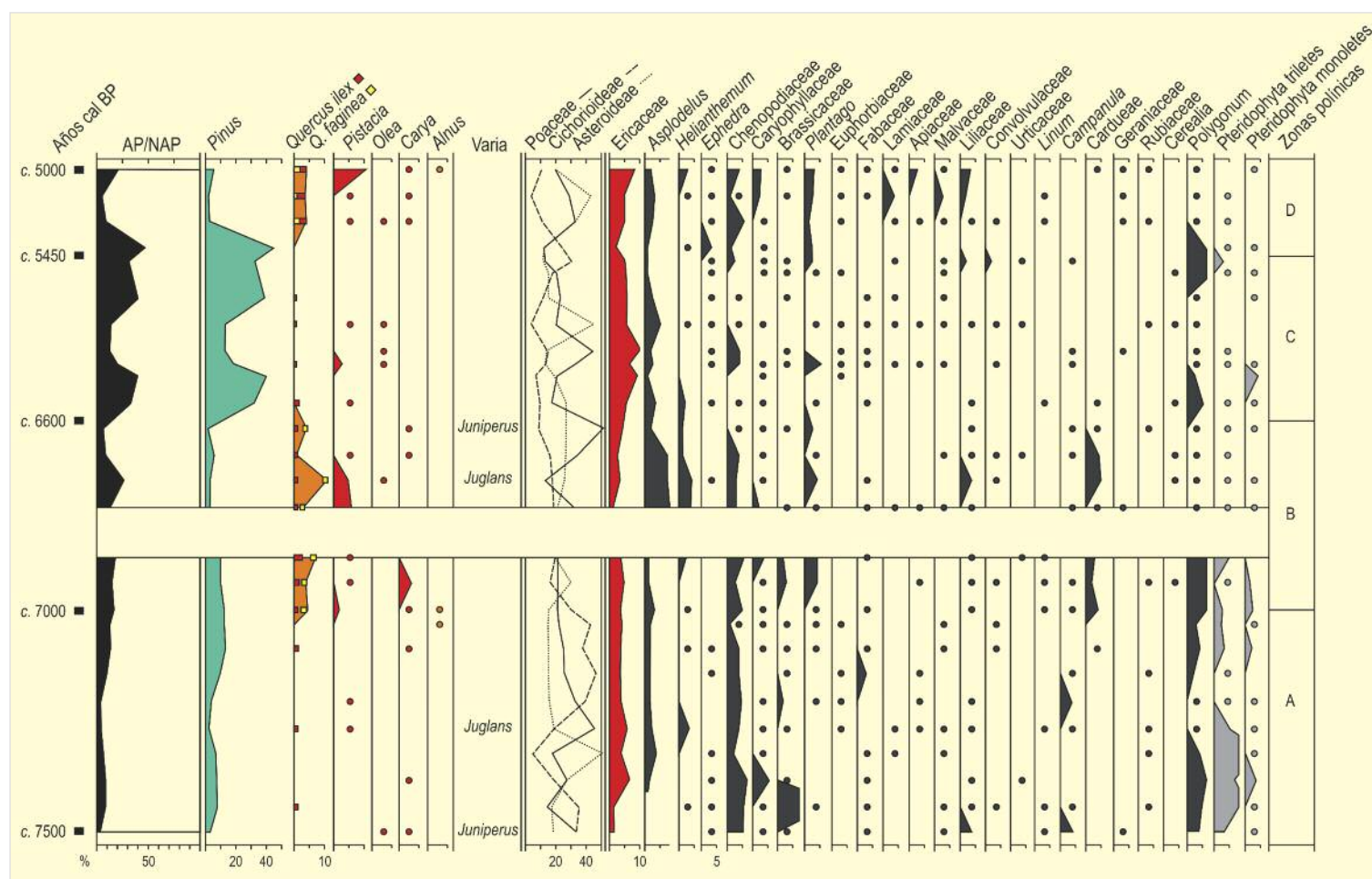


Figura 633. Diagrama polínico de los niveles holocenos de la Cova de les Cendres. Redibujado de Dupré (1995)

Entre los 2,60 y los 1,85 m de profundidad se describe la zona B, en la que, pese a la esterilidad de una de las muestras, destaca el desarrollo de *Quercus* (<10%), entre los que la presencia del tipo *faginea* (caducifolios) indica que se trata del momento más húmedo de la secuencia. Llama la atención que el mencionado incremento de los porcentajes de polen de *Quercus* coincida con un notable descenso de sus carbones y el inicio de una fase ascendente para los carbones de *Pinus halepensis*.

La zona C (entre 1,85 y 1,15 m de profundidad, y aproximadamente entre 6600 y 5450 años cal. BP) muestra la sustitución de *Quercus* por *Pinus*, probablemente como consecuencia de un descenso de la humedad y, sobre todo, de la influencia humana.

La zona D, que va desde los 1,15 m hasta los 0,85 m de profundidad, se caracteriza por un descenso muy importante de *Pinus* (los niveles más bajos de la secuencia) en un paisaje que se hace progresivamente más abierto, probablemente como consecuencia de la actividad humana. Este fenómeno va en paralelo a una recuperación de *Quercus* que no parece tener origen climático. El sedimento menos profundo (entre 0,85 m y la superficie) es polínicamente estéril.

Más información

Badal *et al.* (1991, 1994), Dupré (1995), Carrión *et al.* (1999), Badal & Carrión-Marco (2001), Badal (2009b, c)

CUEVA DE LES MALLADETES

Barx, Simat de Valldigna, Valencia

Pleistoceno superior (> 29.690-< 16.300 años BP)



T. CASTELLS

Figura 634. Vista panorámica desde el macizo kárstico del Mondúver, a la derecha se aprecia la costa mediterránea (Cullera)

La cueva les Malladates se abre en el macizo kárstico del Mondúver (Valencia) erigiéndose sobre el cerro más alto localizado en las proximidades del pueblo de Barx a 631 m s.n.m. y 39° 01' 15" N, 00° 17' 57" O. Presenta una orientación OSO y una profundidad de 32 metros. Los materiales que dominan este sistema se corresponden con calizas del Cretácico superior. Dada su localización geográfica, el contexto climático es puramente mediterráneo si bien presenta ciertos matices locales marcados por su proximidad al mar (a unos 10 Km de distancia) y por el componente altitudinal, lo que le hace experimentar una humedad algo mayor y un rango de temperaturas ligeramente inferior.

En la actualidad, la vegetación presente en las zonas próximas al yacimiento se corresponde, principalmente, con formaciones arbóreas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y en menor proporción con formaciones de *Quercus ilex* que han quedado relegadas a pequeños núcleos aislados. En las llanuras y en las zonas con suelos pobres y muy erosionados domina el monte bajo compuesto fundamentalmente por brezos (*Erica multiflora*), coscojares (*Quercus coccifera*), lentiscales (*Pistacia lentiscus*), lavandas (*Lavandula stoechas* y *Lavandula dentata*), romeros (*Rosmarinus*

officinalis), tomillos (*Thymus vulgaris*), aladiernos (*Rhamnus alaternus*) y palmitos (*Chamaerops humilis*).

La secuencia polínica obtenida (Dupré 1980, 1988) se encuadra en el Pleistoceno superior, contemplando industrias del Paleolítico superior (de Auriñaciense a Solutrense) y nos permite diferenciar 3 períodos principales (Fig. 635). El más antiguo, estaría caracterizado por fuertes oscilaciones en la concentración de *Pinus*, taxón dominante en toda la estratigrafía. Junto a él, encontramos abundantes oleáceas (*Phillyrea*) y pequeñas proporciones de *Alnus*, *Quercus* caducifolios, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Pinus pinaster*, *Carpinus*, *Ilex*, cupresáceas y ericáceas. Esta fase se corresponde con una datación de 26.690 años BP e industria auriñaciense y gravetiense. El depósito es abundante en cantos crioclásticos.

En el período intermedio disminuye marcadamente la presencia de oleáceas en favor de *Quercus*. Durante esta fase, se observa, además, una fuerte reducción tanto en la proporción de árboles como en la diversidad de los taxones registrados. En el estrato herbáceo, destacan los pólenes de asteráceas. Esta fase es

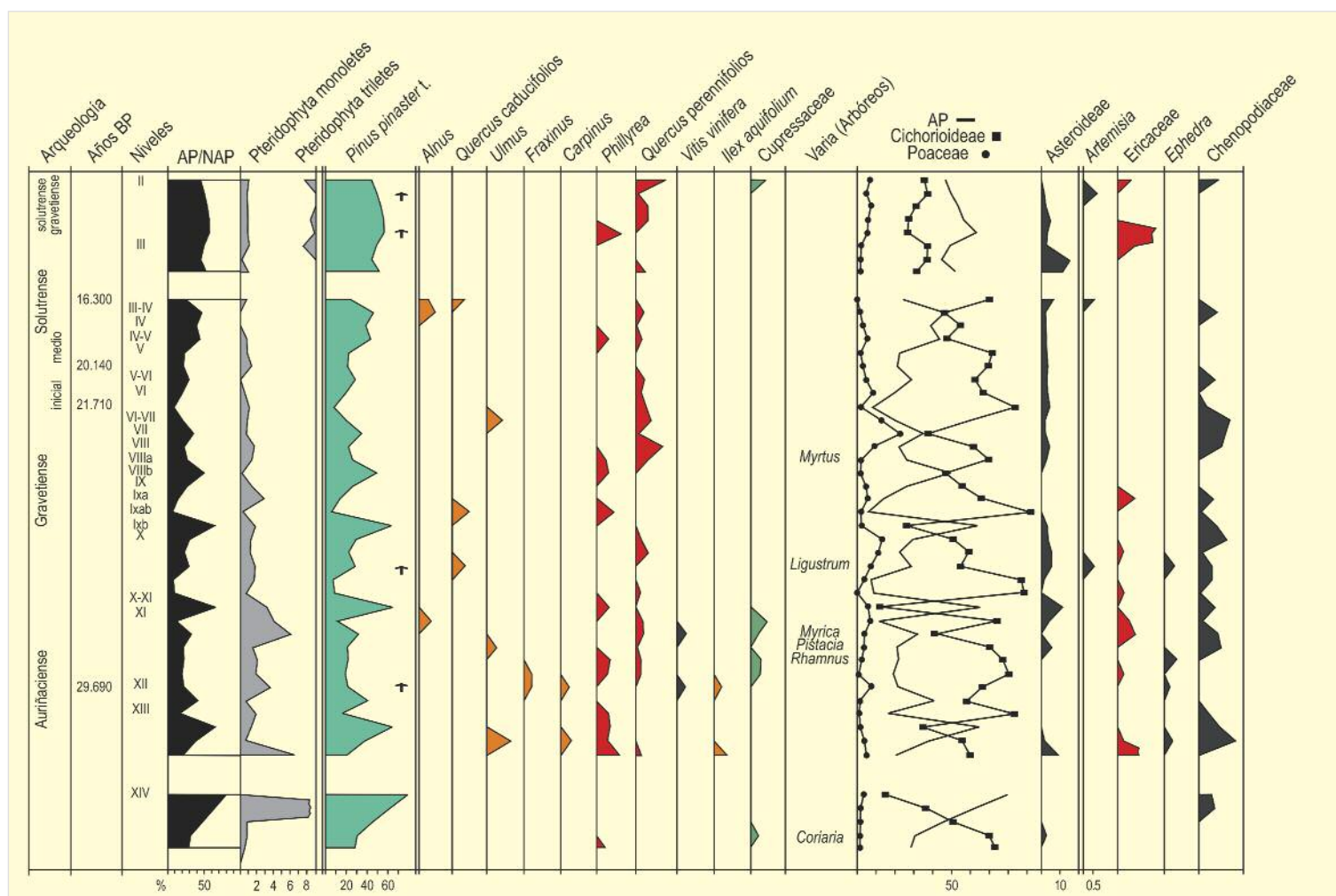


Figura 635. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico Cueva de les Malladetes. Redibujado de Dupré (1980)

coetánea de la aparición del Solutrense y está fechada entre 16 y 21.000 años BP aproximadamente.

En una tercera fase observamos como la presencia de polen arbóreo supera siempre el 50% del total, aumenta la diversidad en los taxones registrados y aparecen los primeros registros de *Abies*. La arqueología es solutrogravetiense y, como en los estratos precedentes, los crioclastos son abundantes, aunque hay evidencias de deposición masiva de arcillas en algunos subniveles. La secuencia, en general muestra importantes oscilaciones en la cobertura arbórea, incluso dentro de cada una de las tres etapas señaladas por Dupré (1988).

Los pólenes de compuestas (como en muchas cuevas y abrigos) son muy abundantes, mientras que las gramíneas experimentan picos eventualmente. La presencia, aunque discontinua, de taxones leñosos mesotermófilos sugiere que la zona levantina fue un área importante de refugio de poblaciones arbóreas y matorral mediterráneo durante el último máximo glacial y finales del OIS3.

Más información

Dupré (1980, 1988)

COVA D'EN PARDO

Sierra de la Albureca, Planes, Alicante

Pleistoceno superior-Holoceno (25.720-3057 años cal. BP)



P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ

Figura 636. Vistas de la Sierra de Albureca desde la Cueva



P. GONZÁLEZ-SAMPÉRIZ

Figura 637. Entrada Cueva d'En Pardo

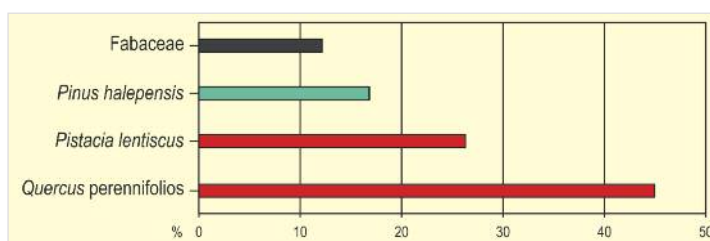


Figura 638. Taxones antracológicos mayoritarios de La Cova d'En Pardo. Redibujado de Soler *et al.* (1999)

La Cova d'En Pardo ($38^{\circ} 48' 57''$ N, $00^{\circ} 17' 53''$ O) se localiza en la Comarca del Comtat, concretamente en la localidad de Planes (Alicante). Se encuentra situada en la vertiente meridional de la Sierra de l'Albureca, a unos 650 m s.n.m. La cavidad se abre hacia el margen derecho de un barranco, cabecera del Barranc de l'Encantada y presenta una gran nave dividida en dos por una estalactita.

El clima de esta zona es de carácter mediterráneo, con inviernos suaves y sequía estival. El volumen de precipitación media

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP (1 σ)	Años cal. BP (2 σ)	Material	Método
Beta 124123	II	2920 \pm 70	3057	3057	hueso	convencional
Beta 95394	II	4270 \pm 50	4825 4727 4660	4717	hueso	AMS
Beta 203493	III	4490 \pm 40	5165	5135	hueso	AMS
Beta 152955	III	4960 \pm 40	5685	5845 5675	carbón	AMS
Beta 156661	III	4980 \pm 50	5690	5845 5685	carbón	AMS
Beta 89289	IV	5400 \pm 60	6235	6160	carbón	AMS
Beta 79492	IV	5510 \pm 50	6300	6302	carbón	AMS
Beta 202432	IV	3080 \pm 40	3300	3345	hueso	AMS
Beta 166164	V	5710 \pm 50	6485	6520	carbón	AMS
Beta 186170	VI	6030 \pm 40	6845	6865	sedimento orgánico	AMS
Beta 79493	VII	4790 \pm 50	5580	5532	carbón	AMS
Beta 89285	VII	5480 \pm 50	6295	6297	carbón	AMS
Beta 208464	VII	5740 \pm 40	6600 6520	6540	hueso	AMS
Beta 186171	VII	6790 \pm 40	7635	7630	sedimento orgánico	AMS
Beta 89286	VIII	6060 \pm 50	7137	7035	carbón	AMS
Beta 89287	XII	11.880 \pm 70	13.945	13.860	carbón	AMS
Beta 89288	XIII	10.940 \pm 70	13.015	13.015	carbón	AMS
Beta 79494	XIV	20.360 \pm 120	-	-	carbón	AMS
Beta 124122	XVIII	25.720 \pm 120	-	-	sedimento orgánico	AMS

Tabla 158. Dataciones de la Cova d'En Pardo (Soler *et al.* 2008)

anual se sitúa entre 400 y 700 mm, con una evapotranspiración elevada, de hasta 900 mm anuales. El entorno actual de la cueva se encuentra muy modificado por la presencia de terrenos de cultivo y de coníferas de repoblación. En las laderas orientadas al sur, la vegetación apenas presenta desarrollo del estrato arbóreo, mientras que en la umbría pueden observarse encinas, pinos carrascos y algarrobos.

El relleno de la cueva se produjo de manera intensa desde el Pleistoceno superior final, con flujos hídricos que produjeron importantes hiatos sedimentarios, mientras que los sedimentos holocenos se depositaron mediante procesos de decantación. La secuencia polínica fue obtenida a partir del muestreo del Perfil B para los niveles de ocupación más antiguos, del XVIII al X y a partir del Perfil A, que recoge los niveles arqueológicos del X al I (González-Sampériz 1998). El momento de transición entre el Pleistoceno superior y el Holoceno se documenta en el contacto erosivo que se da entre los niveles X y IX.

Por lo que respecta al Perfil B (Fig. 639, niveles XVIII-IX), la secuencia palinológica exhibe la transición desde formaciones de pinar hacia la dominancia del carrascal. De acuerdo con la estratigrafía arqueológica, el nivel de base (XVIII) presenta una predominancia del polen de pino, junto con valores destacables de esporas de helechos, que sugieren la existencia en el entorno de un pinar asociado a un ambiente fresco y húmedo.

En los niveles XVIIb y XVIIa *Pinus* sigue siendo dominante, aunque *Quercus* comienza a presentarse con valores en torno al 18%, lo cual sugiere que en las zonas más atemperadas pudieron desarrollarse bosquetes de *Quercus*, mientras que las elevaciones estarían cubiertas por pinares.

En los niveles XVI y XV la fluctuación positiva de *Quercus* se consolida, aunque *Pinus* sigue siendo mayoritario. Su retracción comienza a registrarse en el nivel arqueológico XIV, hasta presentar valores prácticamente nulos en el nivel Xb. El nivel X presenta hasta

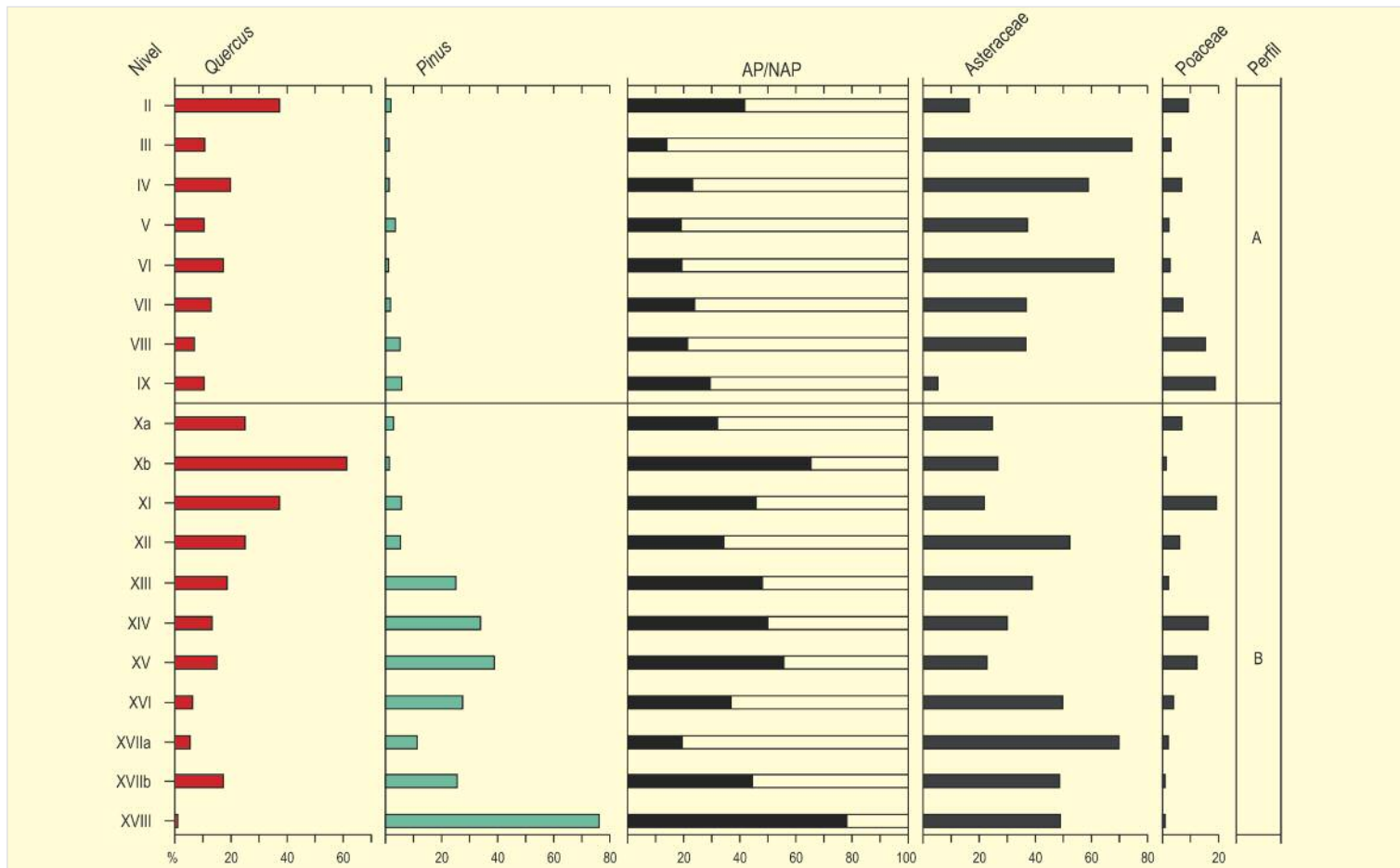


Figura 639. Diagrama polínico sintético de la Cova d'En Pardo. Redibujado de Soler et al. (2008)



Figura 640. Perfil Cueva d'En Pardo con las etiquetas de la toma de muestras

un 61% de *Quercus*, mientras que en los niveles IX y VIII de este perfil se detecta un equilibrio porcentual entre *Pinus* y *Quercus*, lo cual sugiere, dada la mayor dispersión polínica del pino, la dominancia de las formaciones de quercíneas, junto con *Juniperus* y gramíneas, que también presentan valores destacables.

En lo que concierne al Perfil A (González-Sampérez 1998), la estratigrafía polínica aparece dividida en tres zonas diferenciadas:

Zona polínica I (desde la base del perfil hasta la muestra 37, nivel arqueológico X): en ella destaca sobre todo la presencia de *Abies*, junto con uno de los mayores porcentajes de *Pinus*, *Apiaceae* y *Centaurea* de toda la secuencia, además de la presencia excepcional de *Ephedra t. dystachia*. El polen arbóreo se documenta en porcentajes bajos y está representado fundamentalmente por *Quercus*, junto con *Olea* y *Myrtus*. Los taxones herbáceos, dominados por *Poaceae*, indican el carácter mediterráneo de las formaciones forestales del entorno, destacando elementos como *Lamiaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae*, *Liliaceae* y *Brassicaceae*. No obstante también se detectan indicadores de cierta aridez como *Centaurea* y *Artemisia*, que podrían haber permanecido desde el Tardiglacial.

Zona polínica II (desde la muestra 36 hasta la 31, niveles arqueológicos IX e inicios del VIII): al comienzo de la fase se detecta un posible

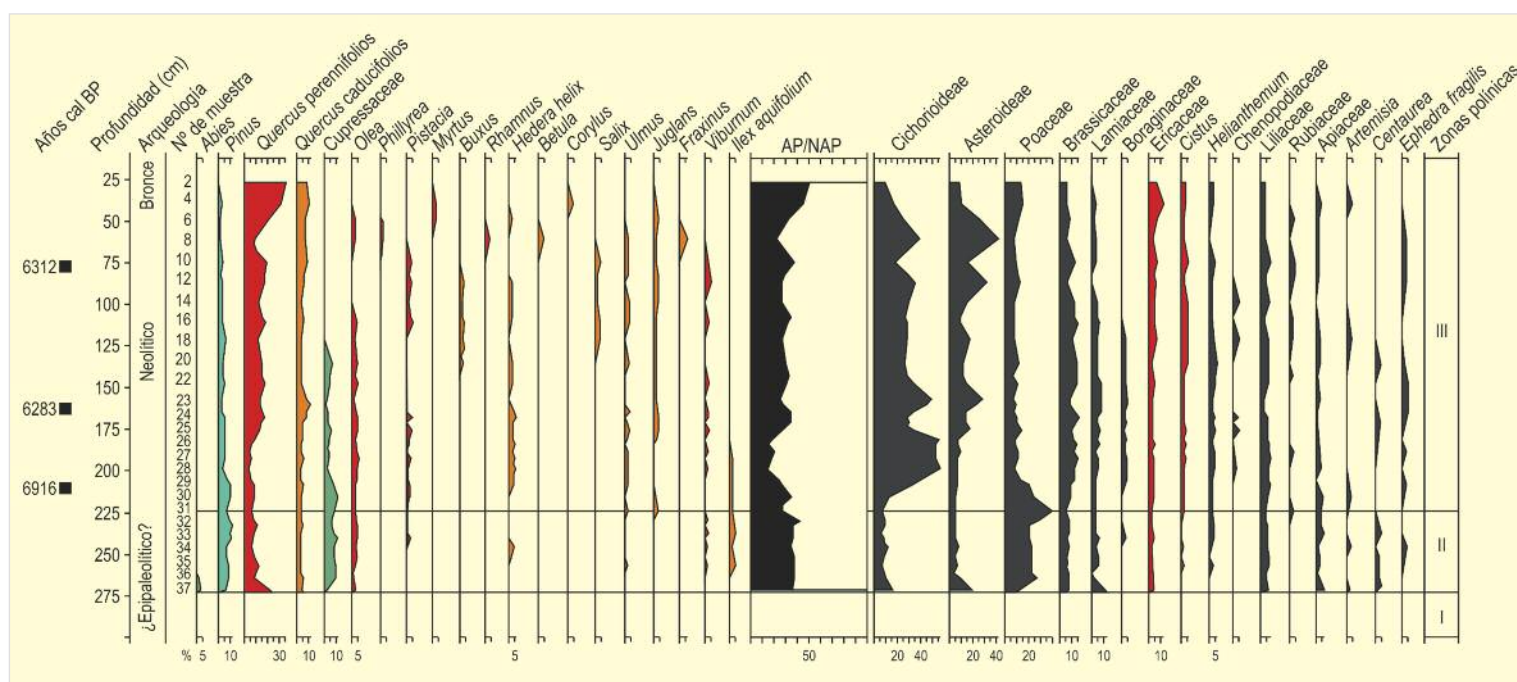


Figura 641. Diagrama polínico de la Cova d'En Pardo. Redibujado de González-Sampérez (1998)

incremento de la aridez ambiental, ante el desarrollo que experimentan en la secuencia taxones como *Juniperus* y *Poaceae*, que domina el estrato herbáceo, junto a la presencia de otros como *Centaurea*, *Artemisia*, *Cistus*, *Helianthemum* y *Ephedra fragilis*, frente al descenso de *Apiaceae*. En lo que concierne a las temperaturas, taxones como *Pistacia* u *Olea* serían indicadores de cierta termicidad, aunque, no obstante, se constata la presencia de elementos con otras apetencias ecológicas como *Betula* o *Juniperus*. El estrato arbóreo presenta elementos como *Viburnum*, *Hedera helix*, *Ilex aquifolium*, *Juglans* y *Quercus*, si bien éste último no es todavía dominante en la secuencia.

Zona polínica III (desde la muestra 30 hasta el final del perfil, niveles arqueológicos VIII-I): al comienzo de la zona polínica destaca el gran descenso de los valores de *Poaceae*, frente al aumento de *Cichorioideae* y la aparición de nuevos taxones como *Thalictrum*, *Urticaceae*, *Caryophyllaceae*, *Ericaceae* o *Lamiaceae*. La formación dominante sería una maquia compuesta por diversos elementos arbustivos (brezos, jaras, labiadas, crucíferas, liliáceas y efedra), con escasez de elementos arbóreos (*Juniperus*, *Buxus*, *Pistacia*, *Pinus*, *Quercus* y *Oleaceae*). Entre las muestras 29 y 23, las gramíneas se reducen frente al incremento de las crucíferas, lo cual podría indicar el incremento de plantas ruderales en asociación con el Neolítico.

Durante la Edad del Bronce, cuando la cueva es únicamente utilizada como lugar de enterramiento, se experimenta una cierta recuperación de la cobertura arbórea y un nuevo incremento de *Poaceae*. A partir de la muestra 22, *Quercus* va aumentando hasta el final de la secuencia, acompañado de numerosos elementos mediterráneos, y de *Myrtus* como principal indicador de termicidad. En este momento se detecta también un incremento del polen arbóreo, de ciertos mesófitos y de la vegetación riparia, que se desarrollarían en los fondos de barrancos próximos a la cavidad y en las laderas de umbría.

El estudio antracológico llevado a cabo por E. Grau sobre el nivel III de la Cova d'En Pardo (Soler *et al.* 1999) constata la presencia mayoritaria (45%) de *Quercus ilex-coccifera* en el entorno inmediato de la cavidad, junto con elementos termófilos como *Pistacia lentiscus* (30%), frente a un desarrollo algo menor de *Pinus halepensis*, cuyos porcentajes no llegan al 20% del total del carbón estudiado (Fig. 638).

Más información

González-Sampérez (1998), Soler *et al.* (1999, 2008)

CALAVERES

Costa levantina, Benidoleig, Alicante
Pleistoceno superior (~ 20.665 años BP)

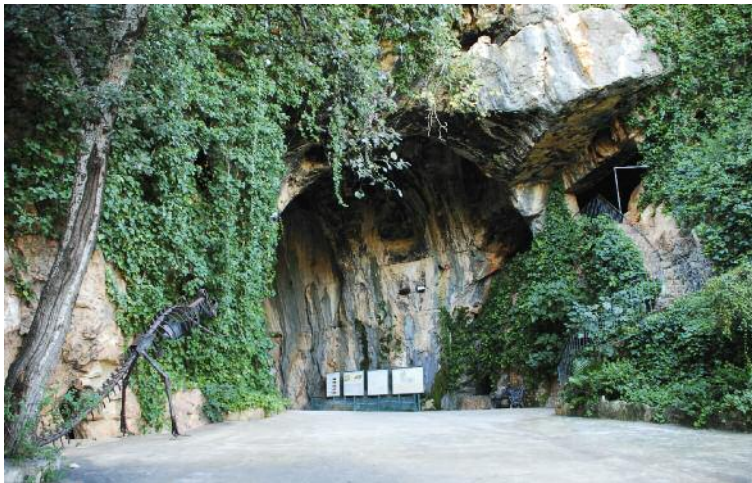


Figura 642. Cova de Les Calaveres. Entrada a la cueva



K. GLOUKHOVA



K. GLOUKHOVA

Figura 643. Aspecto interior de la cova de les Calaveres

La Cova de Les Calaveres (Benidoleig, Alicante) es una cavidad de grandes dimensiones localizada en la comarca costera más septentrional de la provincia de Alicante a 70 m s.n.m. y $38^{\circ} 47' 40''$ N, $00^{\circ} 00' 59''$ O. Se abre hacia el noreste sobre materiales del Cretácico inferior de naturaleza kárstica entre los que se interponen otros de naturaleza margosa. El contexto climático es mediterráneo con algunas características de clima semiárido típico del sureste peninsular como son oscilaciones amplias en el rango de temperaturas y precipitaciones irregulares. Estas últimas superan, por lo general, los 700 mm. Los valles próximos al yacimiento están

ocupados por plantaciones de cítricos y otros frutales, almendros, viñas, olivos y algarrobos. Sobre las colinas de los alrededores crecen ejemplares dispersos de *Pinus halepensis* y un matorral bajo mediterráneo compuesto principalmente por romero, jaras, lentisco, palmito, coscoja, aulaga y aladierno.

La serie estratigráfica que se repite de manera secuencial a lo largo de toda la cavidad se compone de siete niveles. De abajo arriba, el nivel VII presenta un elevado porcentaje de fracción gruesa con cantos calizos en una matriz arcillosa rojiza. Los estratos VI y V incorporan esencialmente elementos finos de textura arcilloarenosa. El nivel IV incluye abundante fracción gruesa muy concrecionada. El estrato III, muy encostrado, carece de fracción gruesa y los niveles II y I se caracterizan por la presencia de grandes cantos calizos de color grisáceo, cementados por carbonato cálcico en una estructura brechoide. Existe un nivel superior adicional, NI, que sólo se ha encontrado en uno de los cortes estratigráficos, habiendo desaparecido en el resto de la sedimentación. Este nivel, incluye elementos pertenecientes a la fracción granulométrica media con concrecionamiento secundario cuya sedimentación se atribuye a un momento postmesolítico.

Del total de muestras extraídas, el análisis palinológico (Dupré 1982) se limitó a las correspondientes a los niveles objeto de estudio sedimentológico (Fig. 644), ante la dificultad para establecer una cronología veraz debido a la ausencia de suficiente material arqueológico y a la presencia de importantes hiatos estratigráficos. Sólo

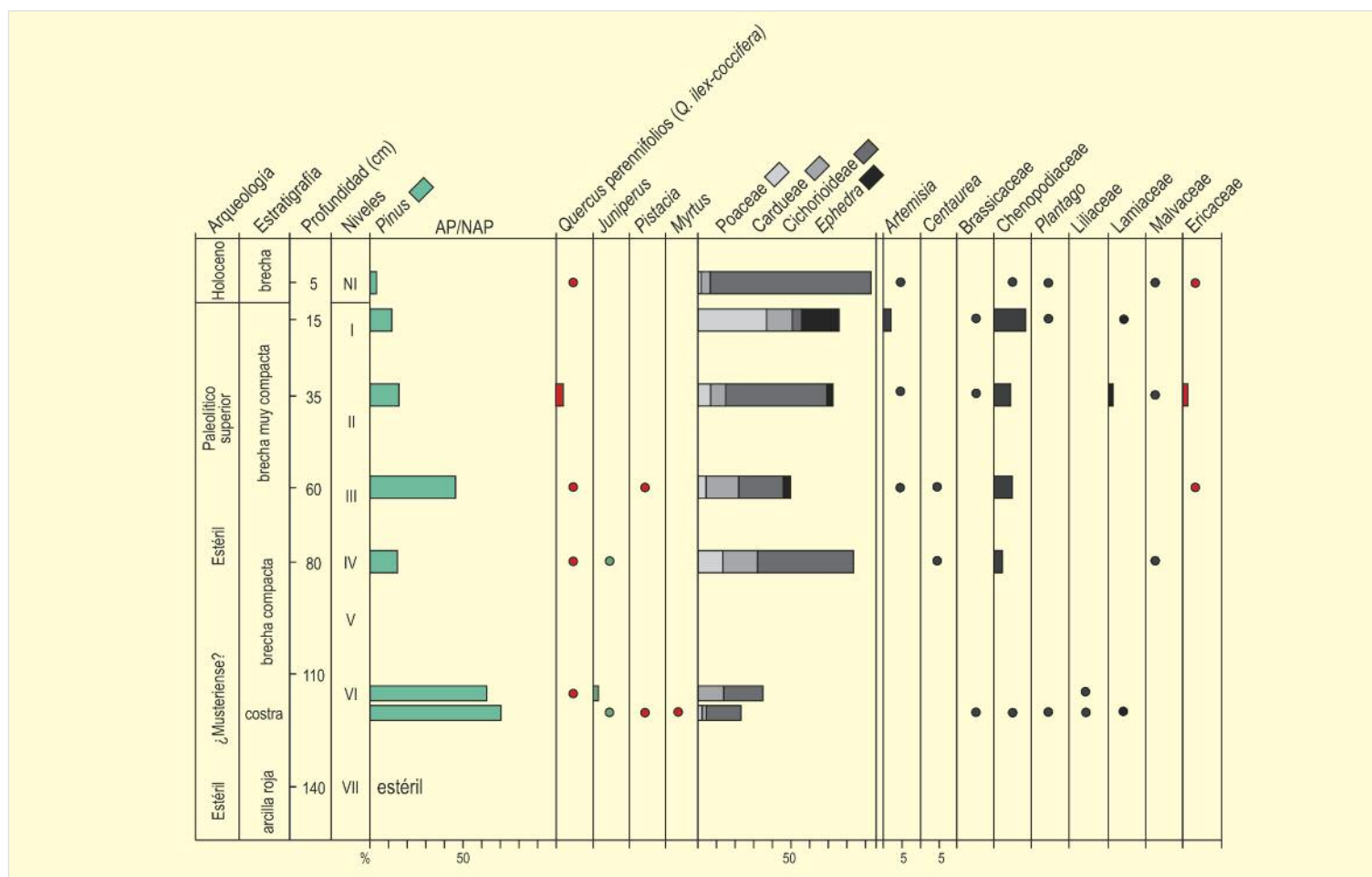


Figura 644. Diagrama polínico de La Cova de Les Calaveres. Redibujado de Dupré (1988)

se dispone de una datación de radiocarbono para la parte superior del nivel I, estableciéndose una fecha de 20.665 años BP. Salvo el nivel inferior, muy oxidado, todos albergaron suficiente material polínico.

Los estratos VI y V se caracterizan por una alta proporción de polen arbóreo donde el pino, árbol dominante en todo el registro, es el principal contribuyente. Ocasionalmente, aparece acompañado por *Juniperus*, *Quercus perennifolios* y otros taxones, también de carácter termófilo, como *Pistacia* o *Myrtus*. En cuanto a las herbáceas, predominan las asteráceas. Este período se relaciona con una industria probablemente musteriense.

Le sucede una fase (nivel IV) donde el porcentaje arbóreo aparece notablemente reducido frente a un mayor protagonismo de las asteráceas. Las gramíneas y quenopodiáceas adquieren también mayor relevancia apareciendo por primera vez en porcentajes superiores al 1%.

En el nivel III, el porcentaje de polen arbóreo se recupera alcanzando un valor próximo al 50%. Junto al pino, se detecta la

presencia de *Quercus* y *Pistacia* y hacen su primera aparición las ericáceas, *Artemisia* y *Ephedra*.

Durante el Paleolítico superior (niveles II y I) se observa un descenso en la proporción de polen arbóreo, constituido, además de *Pinus*, por *Quercus perennifolios*. En relación al tapiz herbáceo las gramíneas junto a *Ephedra* adquieren progresivamente valores más altos mientras las asteráceas experimentan cierta recesión. Las quenopodiáceas y *Artemisia* muestran, aunque con porcentajes más bajos, la misma tendencia observada en Poaceae.

En otras cuevas levantinas como Malladetes (Barx, Valencia) o la Cova del Porcs (Real de Gandía, Valencia) se observa también un predominio de gramíneas junto a *Ephedra* y quenopodiáceas en fechas próximas a 20.665 años BP.

Más información

Dupré (1982, 1988, 1995), Fumal (1982), Fumal & Dupré (1982)

RATLLA DEL BUBO

Sierra de Crevillente, Crevillent, Alicante
Pleistoceno superior-Holoceno (~ 17.360 años BP)



Figura 645. Abrigo de la Ratlla del Bubo (Crevillente, Alicante)

El abrigo de la Ratlla del Bubo ($38^{\circ} 16' 45''$ N y $00^{\circ} 50' 07''$ O) se encuentra en la vertiente sureste de la Sierra de Crevillente (Alicante) a unos 400 m de altitud (Fig. 645). Esta sierra es una estructura anticlinal que en su flanco sur presenta calizas margosas en contacto mecánico con el Triásico y Prebético. Al pie del yacimiento, que es un abrigo de reducidas dimensiones, se encaja el barranco de la rambla entre las margas y las dolomías del Triásico. El yacimiento se encuentra en contexto bioclimático termomediterráneo superior con ombroclima semirálido. La vegetación actual forma un matorral claro con *Rhamnus lycioides*, *Pistacia lentiscus*, *Withania frutescens*, algún pino carrasco, *Lygeum spartum* y *Stipa tenacissima*.

Las excavaciones dirigidas por V. Villaverde durante la década de los 80 del siglo XX sacaron a la luz una columna estratigráfica de unos 180 cm de potencia, dividido en cuatro niveles que han proporcionado una industria homogénea del Solutrense evolucionado de facies ibérica que en el nivel II se dató, por un conjunto de carbones de *Juniperus*, en torno a 17.360 años BP. No obstante, en el nivel I se han documentado alteraciones tafonómicas ya que se

dató un carbón de *Olea* por AMS y resultó una fecha histórica, lo que nos incita a pensar que los carbones de especies más termófilas (*Olea* y *Pistacia*) pueden ser de aporte histórico por agentes biológicos (madrigueras). Aunque se presentan en la figura 646, no se consideran claramente elementos de la flora pleistocena de la región hasta que no tengamos fechas AMS que lo confirmen, pues como ya se ha demostrado en la secuencia de la Cova de les Cendres, *Olea* es del Holoceno (Carrión-Marco *et al.* 2010). Si fueron publicadas en anteriores trabajos (Badal 1995, Badal & Carrión-Marco 2001) como flora pleistocena es porque no se disponía de dataciones AMS sobre la especie termófila (*Olea*) y está previsto realizar dataciones sobre *Pistacia* para confirmar la intrusión. En el conjunto de la secuencia se analizaron 1545 fragmentos cuyos resultados antracológicos quedan reflejados en la figura 646, donde también se ha incluido la flora intrusiva para evaluar la proporción de las alteraciones tafonómicas que podría ser del 20% en el nivel I y del 1-2% en los niveles más profundos.

De base a techo, *Juniperus* domina todos los espectros antracológicos, seguido de *Pinus* tipo *nigra* (sin llegar al 5%) y después

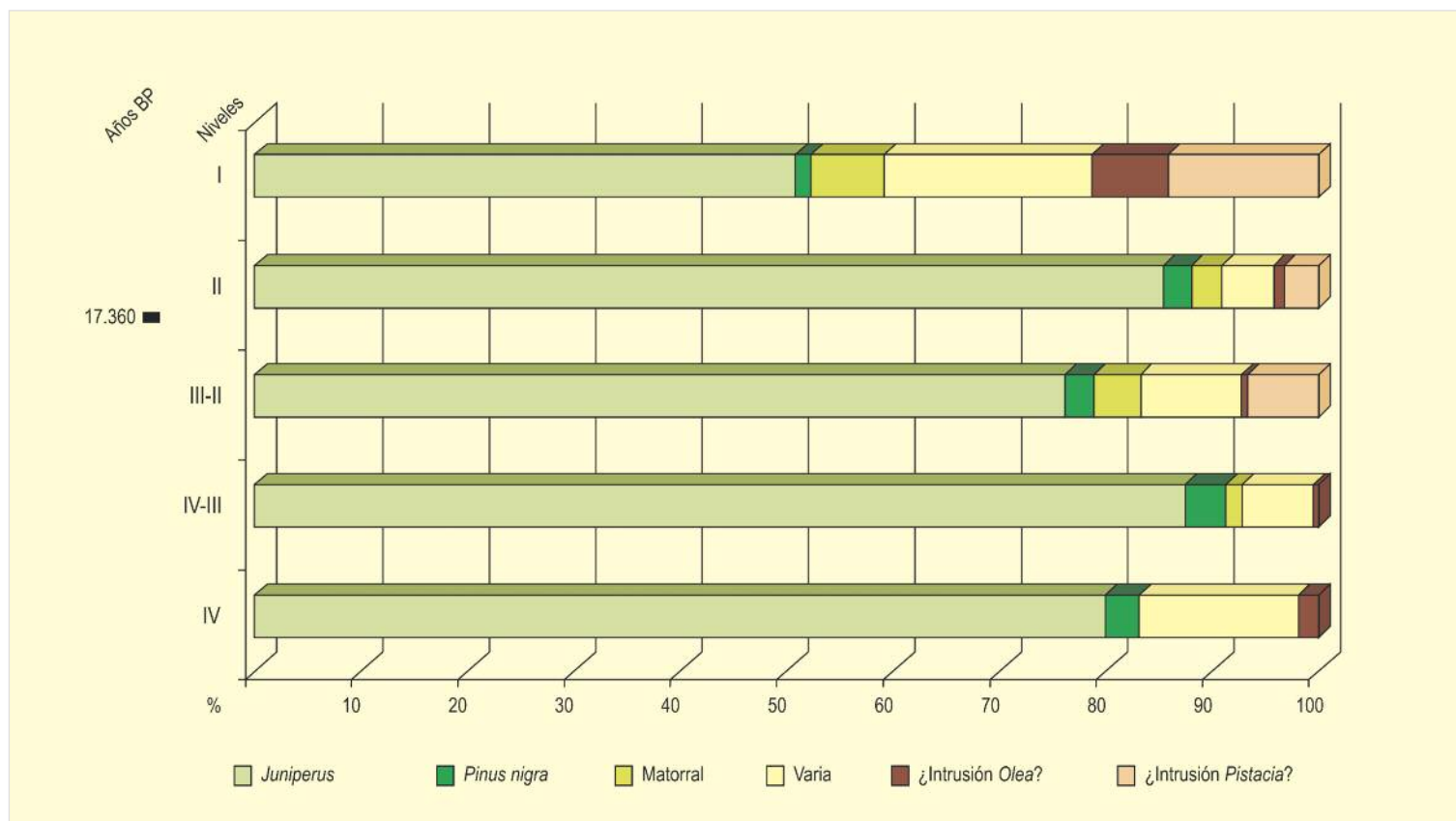


Figura 646. Resultados antracológicos de la Ratlla del Bubo (Crevillente, Alicante). Redibujado de Badal (1995)



V. VILLAVERDE

Figura 647. Hogar datado en 17.360 ± 180 años BP

cabe destacar *Ephedra*, leguminosas, *Ficus carica* y *Rhamnus*. En el nivel II del abrigo se documentó una estructura de combustión, era un hogar plano con la base de tierra apelmazada y cubierto de cenizas, algún carbón, restos de fauna y tierra (Fig. 647). Todos los carbonos

recuperados en este hogar también eran de *Juniperus*, lo que nos confirma una recolección sistemática de leña de enebros.

El conjunto de la flora pleistocena de la Ratlla del Bubo es heliófila, de espacios abiertos y secos o semiáridos, donde es probable que convivan diferentes especies de *Juniperus* con algún pino salgareño disperso y matorrales claros de poca altura. *Ephedra* y la monocotiledónea, que podría ser esparto, son claros indicadores de aridez. A la poca frecuencia de los pinos de montaña se une la ausencia total de *Quercus* lo que viene a incidir más sobre la aridez de la zona durante el Pleniglacial.

Esta flora recuerda a la documentada en la Cova de les Cendres en niveles de la misma cronología pero aquí la absoluta dominancia de *Juniperus* puede indicar mayor aridez y unas condiciones térmicas similares a las descritas para Cendres que podrían ser de tipo supra-mediterráneo o incluso mesomediterráneo.

Más información

Soler *et al.* (1990), Badal (1995), Badal & Carrión-Marco (2001), Villaverde (2001)

SANTA MAIRA

Cabecera río Gorgos, Castell de Castells, Alicante
Tardiglacial-Holoceno (17.470-450 años cal. BP)



Figura 648. Cova de Santa Maira. Vista de la entrada actual a la cavidad Oeste

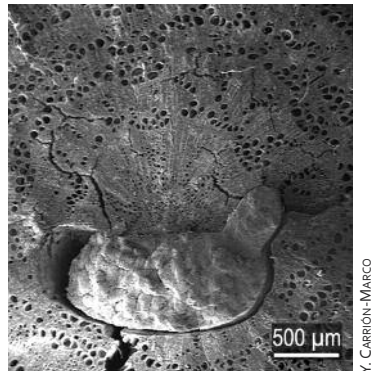


Figura 649. Imagen a M.E.B. del corte transversal de una ramita de *Quercus caducifolia* con la médula atacada por un xilófago

La Cova de Santa Maira se abre en la solana de la sierra de Alfaro, a 650 m s.n.m. y a 14 m sobre el barranco de Famorca, en la cabecera del río Gorgos (38° 43' 52" N, 00° 12' 52" O). Al norte y suroeste de la cueva se alinean las sierras de Alfaro y Serrella, de 1166

y 1351 m de altitud respectivamente, mientras que al sudeste, los relieves no sobrepasan los 1000 m y se escalonan hasta la cuenca baja del Gorgos. Actualmente se localiza en el piso mesomediterráneo inferior y la vegetación del fondo del barranco está dominada por un denso matorral de *Quercus coccifera* y *Pistacia lentiscus*, mientras las abruptas paredes que lo enmarcan se encuentran prácticamente despobladas de vegetación, puesto que su escaso desarrollo edáfico apenas permite el asentamiento más que de algunos enebros. Abundan los elementos termófilos como *Chamaerops humilis*.

Los sucesivos trabajos realizados en este conjunto se han centrado en la excavación de dos de las cavidades: la Boca Oeste y la Boca Este, también conocida como Corral del Gordo. La secuencia cubre, con algunos hiatos, desde el final del Pleistoceno hasta el Holoceno medio, con ocupaciones del Solutrense, el Magdaleniense, el Epipaleolítico, el Mesolítico y el Neolítico. La serie de dataciones radiocarbónicas (Tabla 1) avala la secuencia, al tiempo que evidencia algunos problemas tafonómicos causados mayoritariamente por bioturbaciones y por el fuerte buzamiento de los estratos en la cueva.

Ref. Lab.	Nivel	Contexto	Material	Años BP	Años cal BC/AD	Años cal. BP	Método
Corral del gordo							
Beta-75224	I-B	Neolítico	varios carbones	5640 ± 140	4800-4200 cal BC	6460	convencional
Beta-75225	II-A	Magdaleniense	varios carbones	11.020 ± 140	11.180-10.780 cal BC	12.940	convencional
Beta-75226	II-C	Magdaleniense	varios carbones	14.310 ± 190	16.020-15.300 cal BC	17.470	convencional
Boca Oeste							
Beta-149947	3-1	Mesolítico	<i>Capra pyrenaica</i>	80 ± 40*	1600-2000 cal AD	150	AMS
Beta-131578	4A-4	Epipaleolítico	varios carbones	9760 ± 40	9320-9120 cal BC	11.200	convencional
Beta-156022	4A-5	Epipaleolítico	<i>Cervus elaphus</i>	9220 ± 40	8610-8250 cal BC	10.390	AMS
Beta-156021	4A-5	Epipaleolítico	restos carpológicos	9370 ± 40	8800-8480 cal BC	10.600	AMS
Beta-158013	4A-12	Epipaleolítico	carbón <i>Olea</i>	420 ± 40*	1350-1670 cal AD	450	AMS
Beta-158014	4A-12	Epipaleolítico	<i>Quercus</i>	9820 ± 40	9350-9190 cal BC	11.240	AMS
Beta-156023	4B-14	Magdaleniense	<i>Capra pyrenaica</i>	11.920 ± 40	11.890-11.570 cal BC	13.820	AMS
Beta-131579	4B-15	Magdaleniense	varios carbones	11.620 ± 150	11.770-11.130 cal BC	13.510	convencional
Beta-149948	4B/5	Magdaleniense	<i>Capra pyrenaica</i>	11.590 ± 70	11.520-11.240 cal BC	13.470	AMS

Tabla 159. Dataciones radiocarbónicas de Santa Maira. (*) Fechas incoherentes con el contexto arqueológico en el que aparecen (Aura et al. 2005)

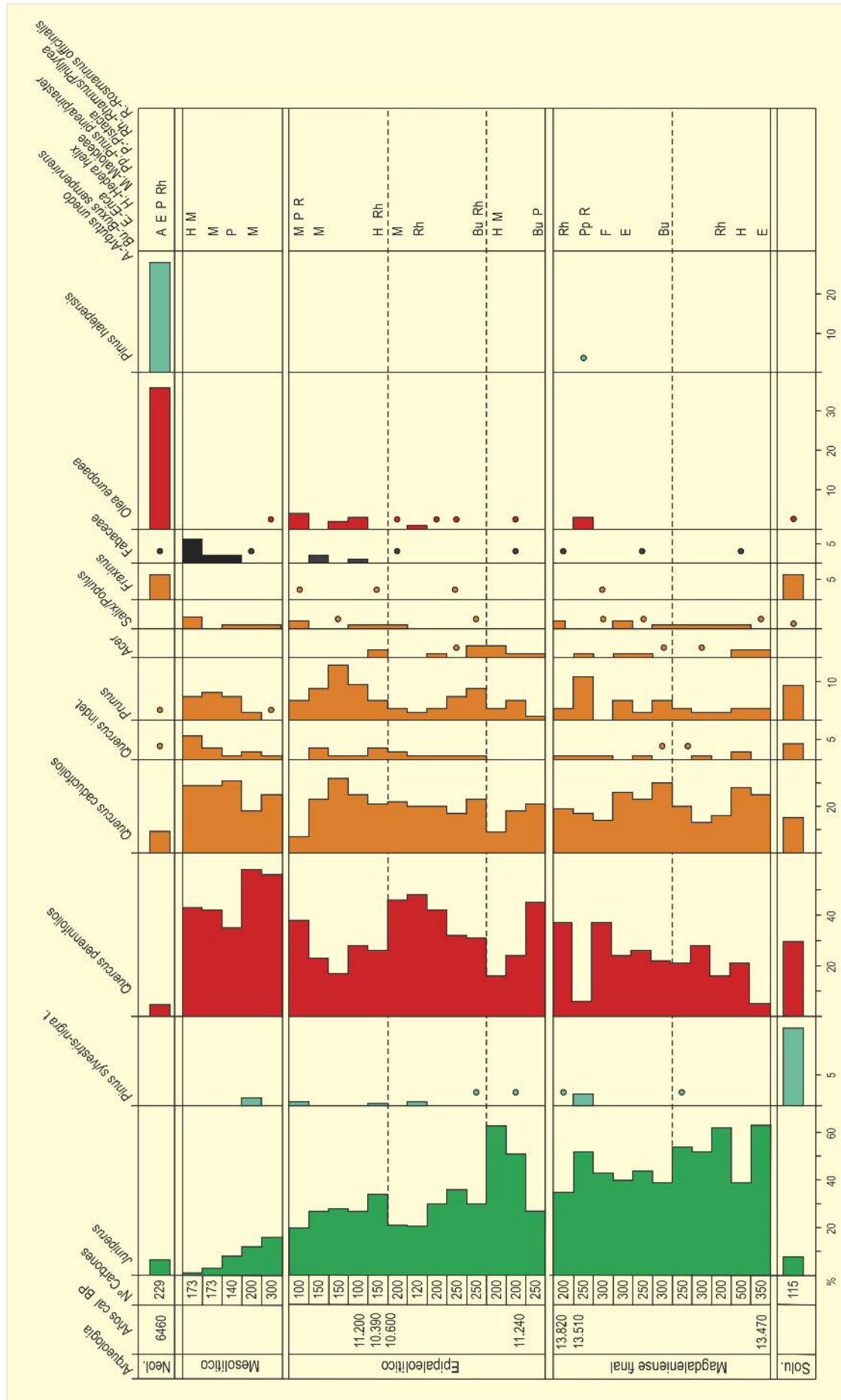


Figura 650. Diagrama antracológico de Santa Maira. Redibujado de Carrión-Marco (2003)

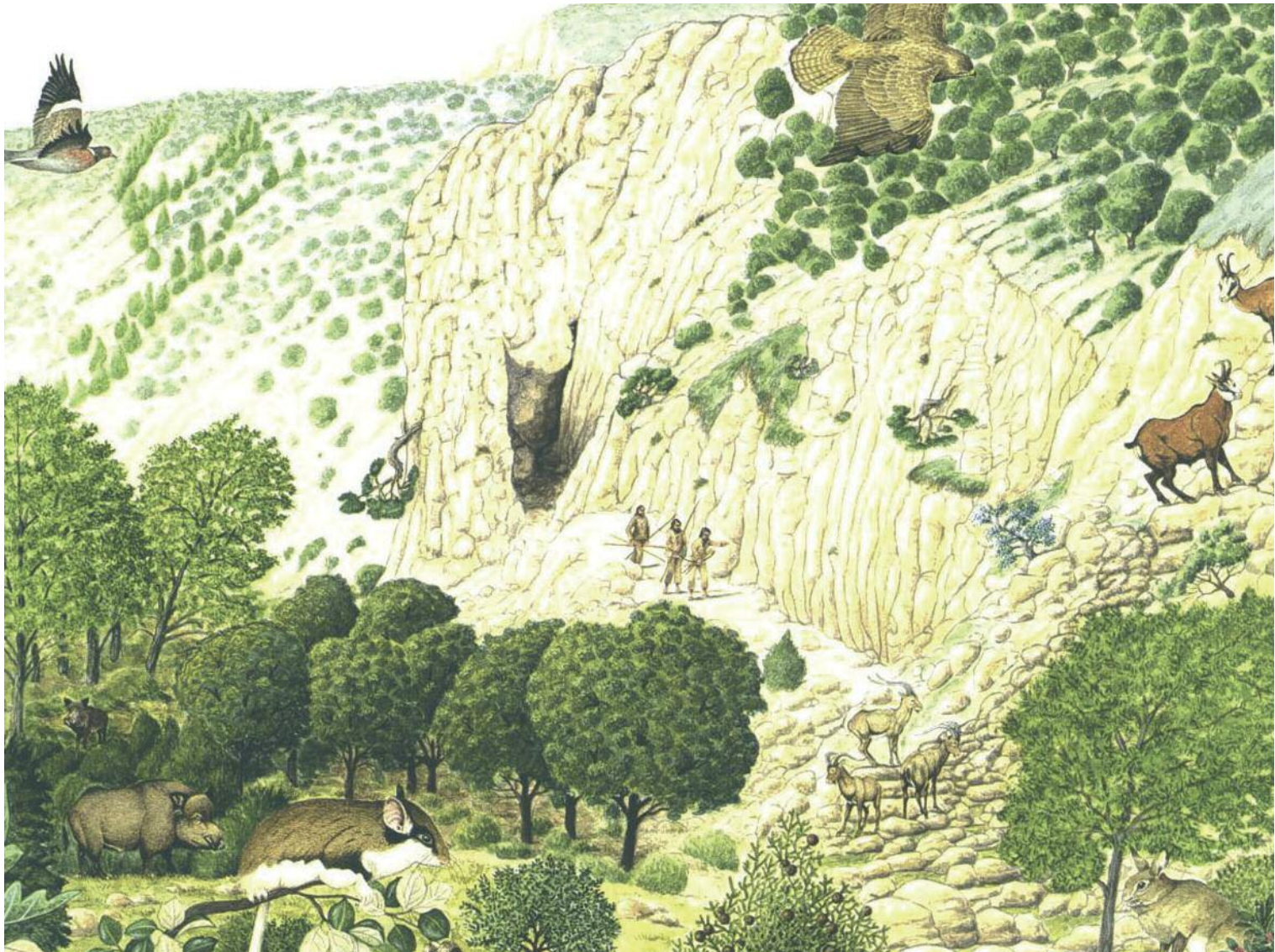


Figura 651. Reconstrucción de la vegetación y la fauna del entorno de Santa Maira a inicios del Holoceno. Acuarela de C. Puche (Villaverde 2001)

La secuencia antracológica completa muestra un dominio del binomio *Juniperus-Quercus* (perennifolio y caducifolio), con constantes fluctuaciones en sus porcentajes (Fig. 650). Los resultados preliminares del nivel adscrito al Solutrense (aún en fase de estudio) muestran la presencia mayoritaria de pinos y de *Quercus*, aunque también están presentes *Juniperus*, *Prunus* y *Fraxinus*. El conjunto de taxones documentados para este momento remite a una formación mixta, con espacios abiertos ocupados por coníferas y una reducida diversidad florística, que podrían explicarse tanto por tratarse de una ocupación puntual como por la escasez de la muestra hasta el momento.

Durante la mayor parte del Tardiglacial, los espectros están claramente dominados por *Juniperus*, que parece indicar la existencia de formaciones abiertas colonizando los suelos empobrecidos. Sin embargo, la presencia destacable de *Quercus*, tanto caducifolio como perennifolio, parece indicar que la vegetación de frondosas tenía ya cierta entidad. Con el inicio del Holoceno, los taxones dominantes

siguen siendo *Juniperus*, *Quercus perennifolios*, *Quercus caducifolios* y, en menor medida, *Prunus*. Los dos primeros presentan diversas fluctuaciones marcando tendencias opuestas, lo que evidencia la competencia espacial entre ellas. La hipótesis del alto porcentaje de enebros en Santa Maira ya en cronología holocena es que éstos han pervivido como vegetación bien adaptada a las zonas más escarpadas de los barrancos, mientras que las frondosas ocupan los fondos del valle, marcando así una cobertura vegetal diferencial entre estos dos ámbitos.

Coincidiendo con la secuencia del Mesolítico se marca claramente la inflexión en la caída de los porcentajes de *Juniperus* a favor de *Quercus*. Los taxones acompañantes son *Prunus*, Fabaceae y *Salix-Populus*. Otros elementos termófilos como *Olea europaea*, aparecen discretamente a lo largo de la secuencia, pero no cobran relevancia hasta la fase neolítica. En ésta, la vegetación sufre un profundo cambio con respecto a las fases anteriores y aparece dominada mayoritariamente por el acebuche y el pino carrasco.

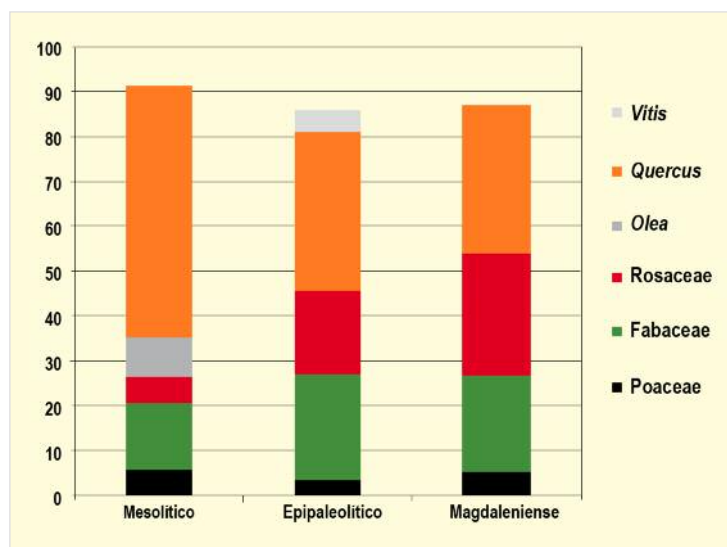


Figura 652. Distribución de frecuencias de los diferentes grupos y especies. Redibujado de Aura et al. (2005, 2006)

	MESOLÍTICO	EPIPALEOLÍTICO	MAGADALENIENSE
<i>Avena</i>	1		4
Poaceae	1	4	
Fabaceae	5	26	17
<i>Olea europaea</i>	3		1
<i>Pistacia</i>	1	3	2
<i>Quercus</i>	19	36	25
<i>Rosa</i>	1	7	3
<i>Sorbus</i>	1	2	3
Pomo Rosaceae		10	14
cf <i>Cotoneaster</i>		1	1
<i>Prunus spinosa</i>		1	1
<i>Rapistrum</i>	1		
<i>Juniperus oxycedrus</i>	2	1	
<i>Vitis vinifera</i>		4	
<i>Galium</i>			2
Indet.	1	15	6
Total	34	111	80

Tabla 160. Datos arqueobotánicos (frutos y semillas) del yacimiento de Sta. Maira (Aura et al. 2005, 2006)

Los restos carpológicos (Tabla 160) recuperados corresponden a los niveles magdalenienses, epipaleolíticos y mesolíticos. Se trata de forma mayoritaria de leñosas (*Quercus*, *Sorbus aria/aucuparia*, *Prunus spinosa*, *Rosa* y *Cotoneaster*) y de leguminosas (*Vicia/Lathyrus*, *Vicia/Lens*, *Medicago/Melilotus*), aunque siempre están presentes un pequeño conjunto de gramíneas (*Avena* y *Lolium temulentum*) (Fig. 653). En la fase Magdaleniense se observa un cierto equilibrio entre las bellotas, las rosáceas y las leguminosas que se mantiene, en líneas generales, durante el Epipaleolítico, aunque ya se empieza a observar

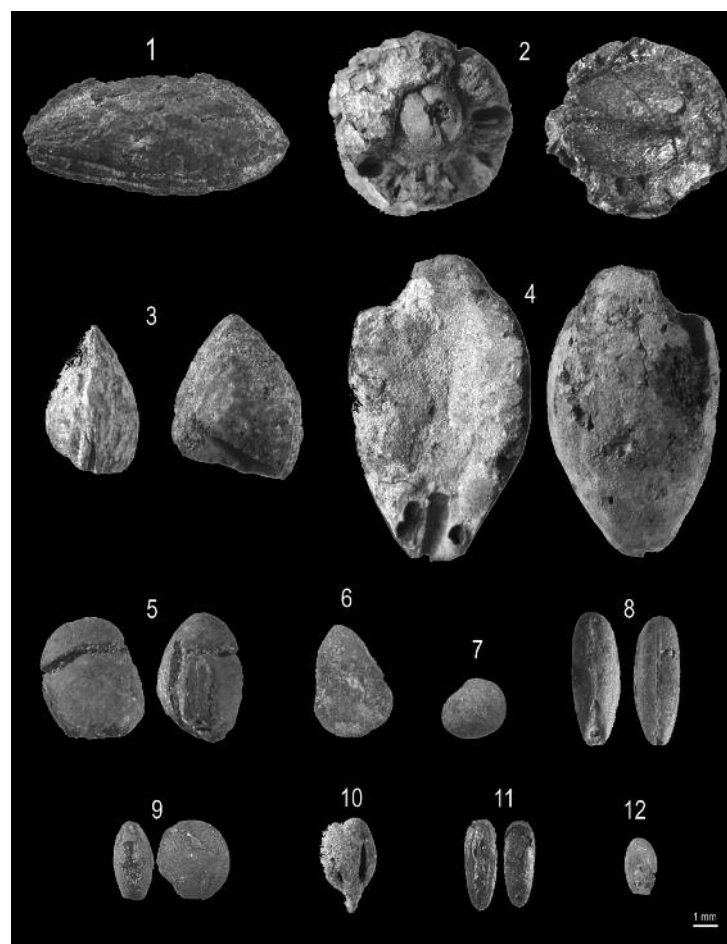


Figura 653. Restos de semillas y frutos de Santa Maira. 1 *Olea europaea*, 2 *Sorbus*, 3 *Prunus spinosa*, 4. *Quercus*, 5 *Vicia/Lathyrus*, 6 *Rosa*, 7 *Pistacia*, 8 *Avena*, 9 *Vicia/Lens*, 10 *Vitis vinifera*, 11 *Lolium cf. temulentum*, 12 *Medicago/Melilotus* (Aura et al. 2005, 2006)

un incremento del porcentaje de bellotas y una reducción de las rosáceas. Esta evolución se consolida en la fase mesolítica en la que ya dominan con claridad las bellotas. Entre las rosáceas desaparecen taxones como *Prunus spinosa* y aparecen con cierta frecuencia las aceitunas (Fig. 652).

Más información

Badal (1990, 1999), Carrión-Marco (2002, 2005), Aura et al. (2005, 2006)

TOSSAL DE LA ROCA

Costa mediterránea, Vall d'Alcalà, Alicante
Tardiglacial-Holoceno (15.000-7500 años BP)



Figura 654. Abrigo del Tossal de la Roca en el Barranco del Pelegrí

El abrigo del Tossal de la Roca ($38^{\circ} 47' 26''$ N, $00^{\circ} 16' 51''$ O), se abre a 691 m s.n.m. sobre los afloramientos dolomíticos del Barranco del Pelegrí, término municipal de la Vall d'Alcalá (Alicante) a unos 20 km de la costa mediterránea. Toda esta zona pertenece desde un punto de vista geomorfológico, al dominio prebético externo, con una serie de alineaciones montañosas abruptas que presentan una orientación O-SO/E-NE. Este área se

encuentra en el límite de los pisos bioclimáticos termo y meso-mediterráneo, pero la situación del abrigo en un valle encajado que no se abre directamente al mar, origina un microclima mucho más húmedo respecto al de otras zonas circundantes.

La vegetación actual característica es un pinar de *Pinus halepensis* muy degradado a causa de los incendios. En las inmedia-

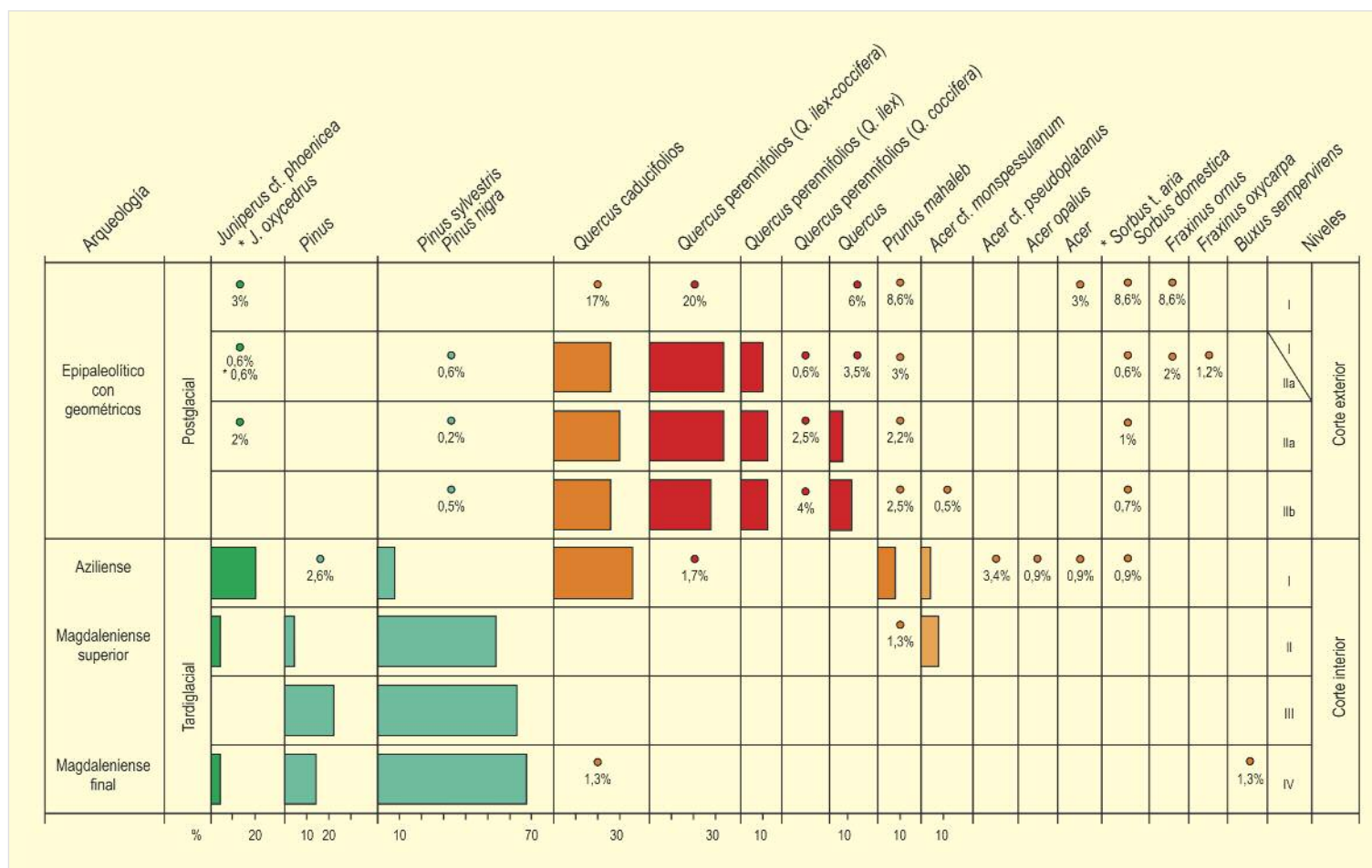


Figura 655. Diagrama antracológico de Tossal de la Roca. Redibujado a partir de Uzquiano (1988), Uzquiano & Arnanz (1997)

ciones del yacimiento han proliferado tomillares y romerales y, en las colinas con lapiaz, aparecen de manera discontinua *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus*, *Quercus ilex* y algunos ejemplares de *Quercus coccifera*. En las colinas sin lapiaz el tapiz vegetal es más continuo. *Pinus halepensis* domina el estrato arbóreo en las umbrías mientras que en las solanas esta formación es más dispersa. La acción antrópica queda reflejada por el acondicionamiento del valle para los cultivos de olivo y almendro.

Este yacimiento ha producido una larga secuencia antracológica (Fig. 655) (Uzquiano 1988, Uzquiano & Arnanz 1997) desde el Tardiglacial a la primera mitad del Holoceno (15.000-7500 años BP). La estratigrafía se encuentra comprendida en dos cortes. El corte interior, dividido en cuatro niveles, IV (15.300 años BP); III (sin datación) y II (12.400-12.300 años BP), pertenecen al Magdaleniense superior-final.

El nivel I corresponde a la transición al Epipaleolítico, denominado Aziliense de tipo Perigordienense. El corte exterior pertenece culturalmente al Epipaleolítico con geométricos y presenta de base a techo la siguiente estratigrafía: nivel IIB (9100-8500 BP), nivel IIA (8300-8000 años BP), zona de contacto IIA/nivel I y nivel I (7600-7500 años BP).

Los resultados antracológicos obtenidos en el corte interior (Fig. 655) (Uzquiano 1988) muestran el dominio absoluto del pino (*Pinus sylvestris* y *P. nigra*) en los tres niveles magdalenienses, junto a valores discretos de *Juniperus phoenicea*, *Quercus faginea* y *Acer monspessulanum*. El nivel I registra una drástica disminución de *Pinus* en favor de *Juniperus phoenicea* y *Quercus faginea* que son codominantes. Asimismo aparecen *Prunus mahaleb*, *Acer monspessulanum*, *A. pseudoplatanus*, *A. opalus*, *Sorbus aria* y, por primera vez, un fragmento de *Quercus ilex-coccifera*.

En el corte exterior, nos encontramos, además, restos carpológicos correspondientes a cotiledones de bellota (Uzquiano & Arnanz 1997). El conjunto antracológico de estos momentos del Holoceno presenta características muy diferentes respecto a la flora obtenida en el corte interior:

Pinus y *Juniperus* aparecen de manera esporádica con unos valores inferiores al 1%. *Quercus ilex-coccifera* domina el conjunto (28-34%) seguido de *Quercus faginea* con valores algo inferiores (26-30%). *Acer monspessulanum*, *Prunus mahaleb*, *Sorbus domestica* y los fresnos *Fraxinus ornus*, *F. oxycarpa* que aparecen hacia 7500 años BP, completan el espectro antracológico del Holoceno (Uzquiano 1988).

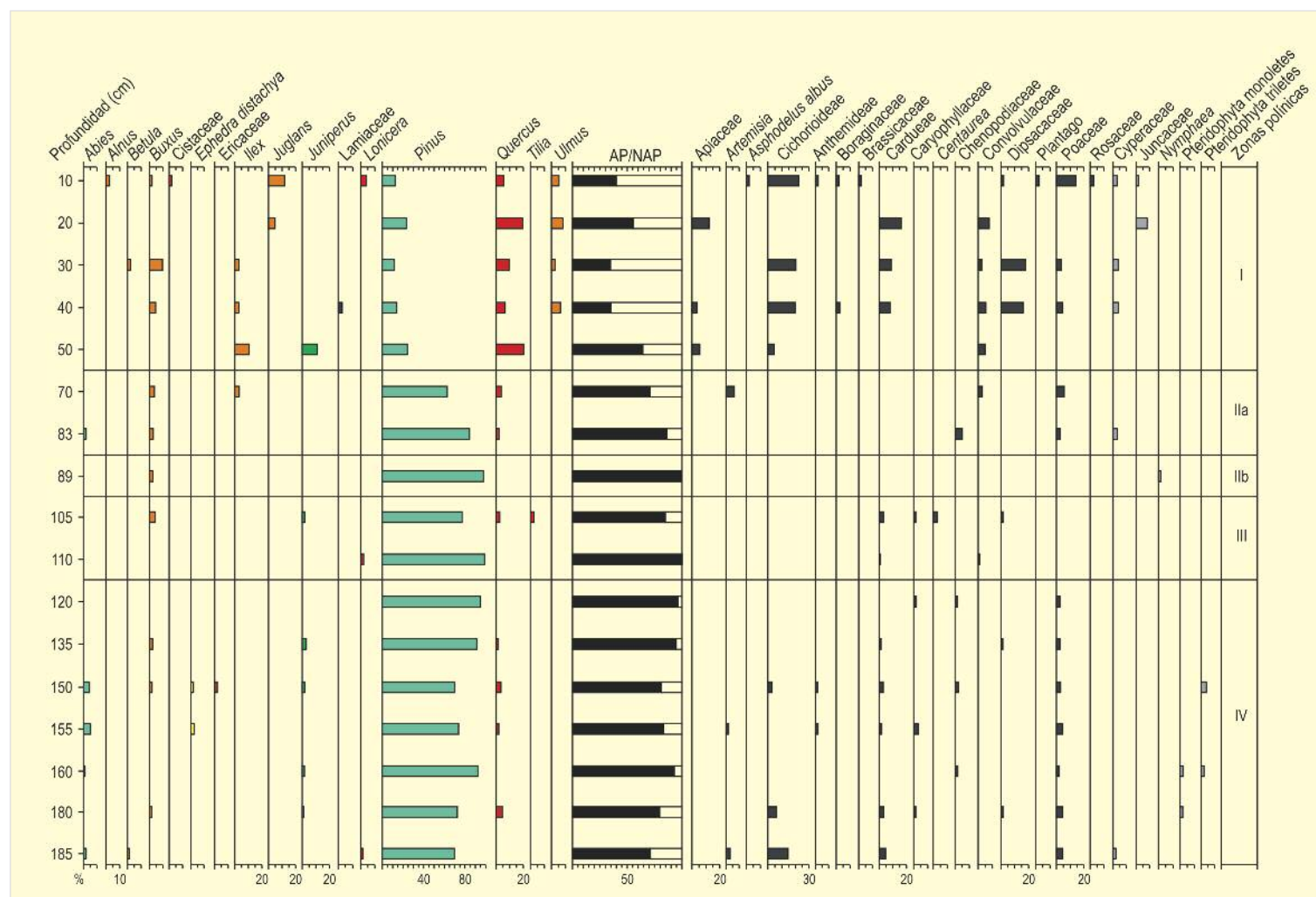


Figura 656. Diagrama polínico del corte interior de Tossal de la Roca. Redibujado a partir de Cacho *et al.* (1995)

Las formaciones de pino debieron caracterizar el entorno de este abrigo durante el Magdaleniense superior-final, constituyendo el combustible esencial de estos grupos humanos del final del Paleolítico. En el tránsito al Holoceno, la reducción tan drástica del pino deja al descubierto otras formaciones que son gestionadas de manera alternativa por los grupos portadores de la nueva cultura aziliense. Los niveles culturales adscritos al Epipaleolítico, presentan una alternancia *Quercus* perennifolios-*Quercus* caducifolios ligeramente favorable al primero.

El yacimiento también ha proporcionado un registro palinológico (Figs. 656 y 657) (Cacho *et al.* 1995) basado en el estudio de 38 muestras, 27 de ellas procedentes del corte estratigráfico interior. El nivel IV del corte interior muestra valores de pino muy elevados, en coincidencia con el estudio de carbones. Junto a éste, es reseñable la presencia de *Abies* y *Ephedra distachya*, que serían los principales elementos arbóreo-arbustivos. La representación del bosque mesófilo es prácticamente nula. Entre las herbáceas destacan elementos de marcado carácter estépico como *Artemisia* y *Chenopodiaceae*.

Los niveles del Magdaleniense final (III y IIb) muestran como la cobertura del pino sigue siendo muy elevada, pero ahora aparecen mesófitos (*Tilia*, *Quercus*, *Lonicera* y *Buxus*). El subnivel IIa supone cierto retroceso del bosque de pinos, aumentando *Artemisia*, *Poaceae* y *Chenopodiaceae*. El tramo final del Interestadio Tardiglacial (Allerød) podría ser en el Tossal coetáneo del nivel epipaleolítico (nivel I del corte interior).

En sus espectros polínicos, los abetos desaparecen del todo, al igual que las artemisas y las quenopodiáceas; mientras que en el resto de la flora arbórea se confirma un descenso prolongado de los porcentajes de pinos y un aumento en paralelo de *Quercus* y otros elementos mesófilos como el aliso, el abedul, el boj, la madreselva y el olmo, además de la primera aparición del nogal. Estos datos apuntarían hacia condiciones mucho más benignas, templado-húmedas.

Los inicios del Holoceno están recogidos en el subnivel IIb del corte exterior, correspondiente al Epipaleolítico con geométricos. El pino sigue siendo el elemento arbóreo preponderante, con por-

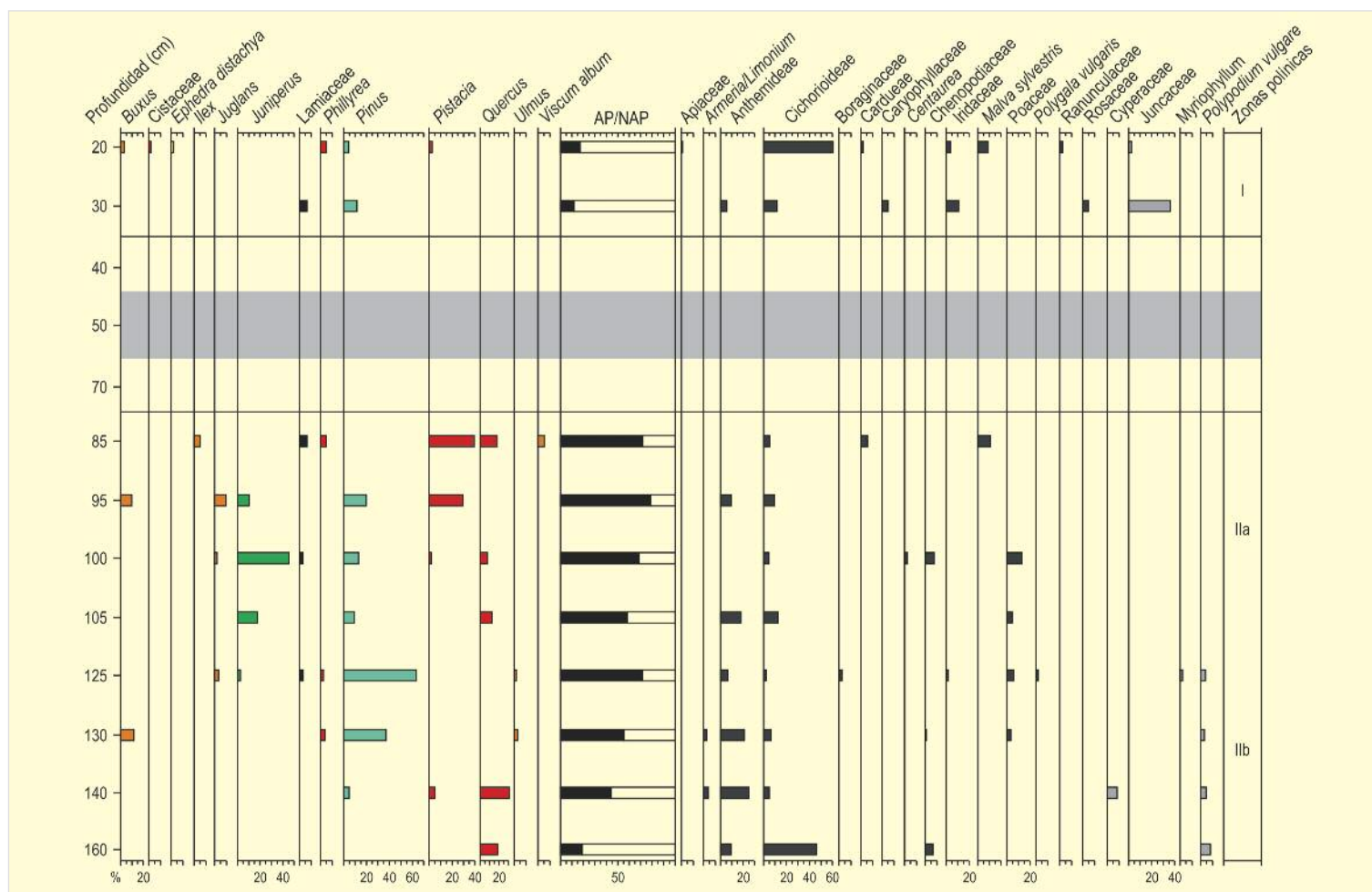


Figura 657. Diagrama polínico del corte exterior de Tossal de la Roca. Redibujado de Cacho *et al.* (1995)

centajes crecientes, aunque *Quercus* es igualmente abundante junto a otros elementos menores como *Buxus*, *Juglans* y *Ulmus*. Empiezan ya a aparecer ciertos arbustos más termófilos como *Pistacia* y *Phillyrea*. El subnivel Ila de dicho corte exterior, con la misma asignación cultural, muestra un paisaje comparable al descrito para el nivel subyacente, aunque el pino va teniendo cada vez menos importancia y los elementos termófilos aumentan. Finalmente, el nivel I del corte exterior (Epipaleolítico con geométricos), situado a mediados del Holoceno, supone una reducción considerable del

pinar, mientras que el bosque de quercíneas parece desaparecer del todo, lo mismo que el enebro y el nogal. En cambio, ciertos elementos arbustivos (boj, efedra, labiadas, jaras y labiérnago) son ahora más importantes.

Más información

Uzquiano 1988, Cacho *et al.* (1995, 1998a), Uzquiano & Arnanz (1997), López-Sáez & López-García (1999)

TÚNEL DELS SUMIDORS

Vallada, Valencia

Pleistoceno final-Holoceno (13.140-6060 años cal. BP)

El Túnel dels Sumidors (Vallada, Valencia) constituye una cavidad kárstica desarrollada en el afloramiento yesífero de Vallada, a través de la que discurre un río subterráneo perenne con un recorrido de 1,3 km y un desnivel de 205 m. La principal boca de acceso a este túnel se encuentra en la zona de cabecera del barranco del Penyó, a 530 m s.n.m. y 38° 52' 50" N, 00° 41' 19" O. El yacimiento se encuadra dentro del piso bioclimático mesomediterráneo con un ombroclima seco y cierto grado de continentalización dada la altitud en la que se localiza. La vegetación presente en los alrededores del acceso al túnel está constituida principalmente por *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* y restos de plantaciones de frutales acompañados de matorral bajo, matorjar o pastizal.

Los datos palinológicos (Fig. 658, Dupré 1988a,b) proceden de tres niveles de terrazas fluviales subterráneas, dos de las cuales han podido ser datadas con radiocarbono. En la terraza inferior, datada en 13.140 años cal. BP, encontramos los porcentajes más bajos de polen arbóreo (29%). El pino es el elemento principal, seguido de *Quercus*. Puntualmente, con porcentajes polínicos por debajo del 1%, encontramos también otros elementos arbóreos como *Corylus*, *Alnus* y *Pistacia*. En cuanto a las herbáceas, existe un claro predominio de las compuestas ligulifloras.

Posteriormente, durante el nivel intermedio, se aprecia un claro aumento de polen arbóreo. *Pinus* continúa siendo el elemento dominante seguido de los *Quercus* perennifolios que experimentan un mayor desarrollo con respecto al nivel anterior en detrimento de los *Quercus* caducifolios. *Juniperus*, *Corylus*, *Pistacia*, *Castanea*, *Hedera* y *Alnus* muestran una representación escasa. En relación al tapiz herbáceo, las compuestas pasan a presentar porcentajes por debajo del 10% equiparándose a los valores de Poaceae.

En torno a 6060 años cal. BP, *Pinus* disminuye a favor de los *Quercus* perennifolios, que se constituyen ahora como grupo dominante. Sin embargo, los *Quercus* caducifolios muestran porcentajes polínicos aún más bajos que durante la fase anterior. Cabe destacar durante este período la primera aparición de *Vitis* aunque con una representación baja. El resto de taxones arbóreos (*Corylus*, *Castanea* y *Pistacia*) continúa con porcentajes polínicos por debajo del 1%.

Más información

Dupré (1988a,b)

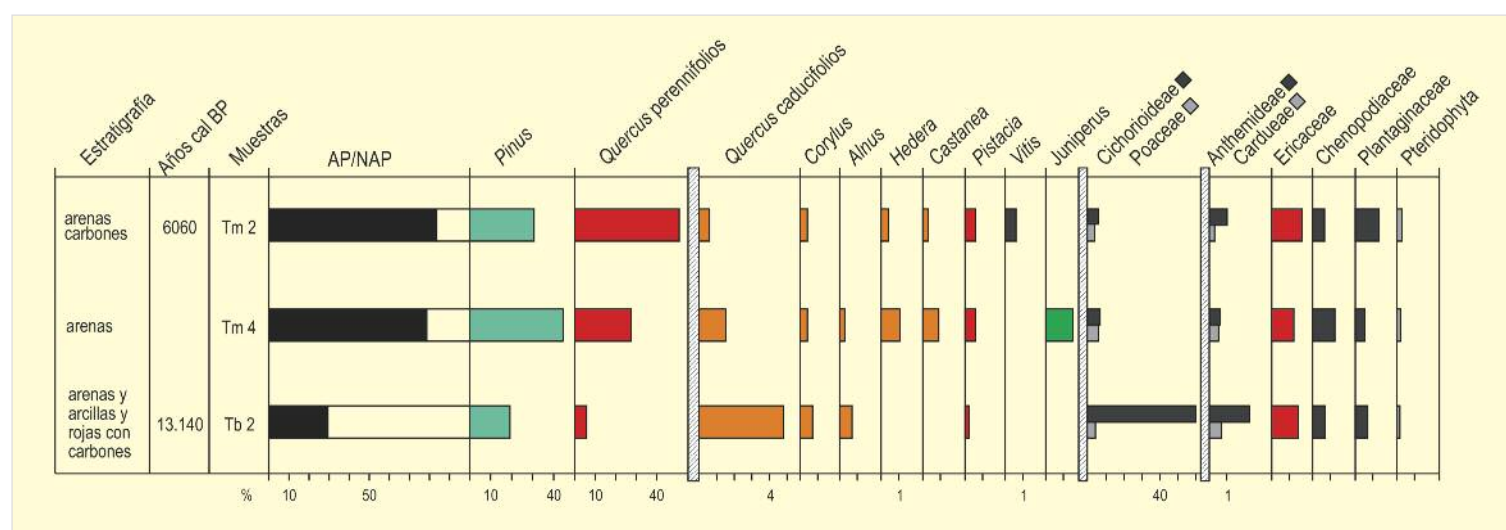


Figura 658. Histograma polínico de tres muestras de sedimento en el Túnel dels Sumidors. Redibujado de Dupré (1988b)

COVA FOSCA

Alto Maestrazgo, Ares del Maestrat, Castellón
Holoceno (10.800-6500 años cal. BP)



Figura 659. Vista general de la entrada de Cova Fosca

El yacimiento arqueológico de Cova Fosca (40° 25' 05" N, 00° 06' 12" O; 950 m s.n.m.) se sitúa sobre materiales calcáreos cretácicos, dentro del término municipal de Ares del Maestre (Castellón) y comprende una cronología cultural entre el Mesolítico final y el Neolítico antiguo.

El clima de la región es frío, con unas temperaturas medias estivales inferiores a los 21° y una pluviosidad de 600 mm anuales. La vegetación actual presenta básicamente bosques de pinos (*Pinus nigra* y *P. halepensis*) con encina y coscoja, mientras que en las zonas más elevadas encontramos robles (*Quercus faginea*) y *Pinus sylvestris*.

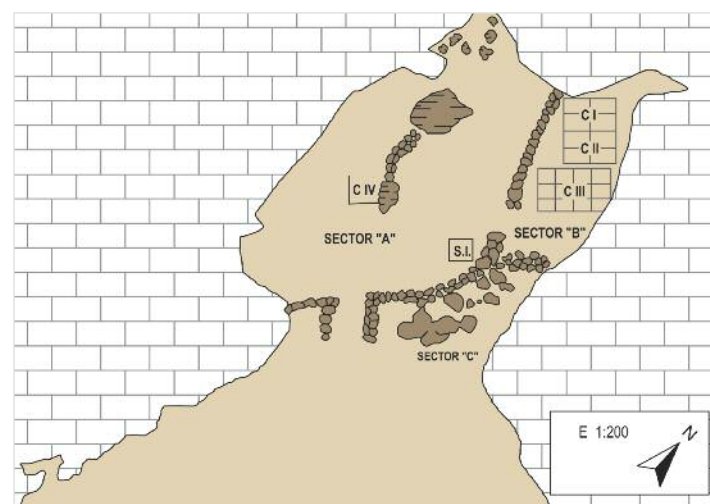


Figura 660. Planta de la cueva con delimitación de los sectores arqueológicos. Las muestras polínicas fueron tomadas del sector B, unidad C-III. Redibujado de Olaria

En el interior de la cueva, que presenta unas dimensiones de 26x10x6 m, se realizaron análisis polínicos sobre dos muestreos en perfil y un coprolito. Sólo el segundo de los muestreos permitió realizar un diagrama (Olaria *et al.* 1981, Yll 1988). Las seis muestras extraídas corresponden al sector B, unidad C-III y comprenden la parte inferior (hasta 190 cm, 8415 años cal. BP) del paquete estratigráfico en el que se han realizado seis dataciones radiocarbónicas.

Las muestras analizadas presentan una composición palinológica muy similar (Fig. 661), dominando el grupo de taxones arbóreos la suma de *Pinus*, cupresáceas y *Quercus*, especialmente los de tipo caducifolio. Existe un importante componente de caducifolios entre

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Tele I-9367	160	superf.	5715 ± 180	6577	carbón	convencional
CSIC-356	180	IA	7100 ± 70	7898	carbón	convencional
CSIC-357	182	IA	7210 ± 70	8055	carbón	convencional
CSIC-353	184	IB	7640 ± 110	8415	carbón	convencional
Tele I-9868	270	IIB	8880 ± 200	10.475	carbón	convencional
Tele I-11313	278	III	9460 ± 160	10.778	carbón	convencional

Tabla 161. Dataciones radiocarbónicas de los diferentes niveles arqueológicos de Cova Fosca. La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Olaria *et al.* (1982)

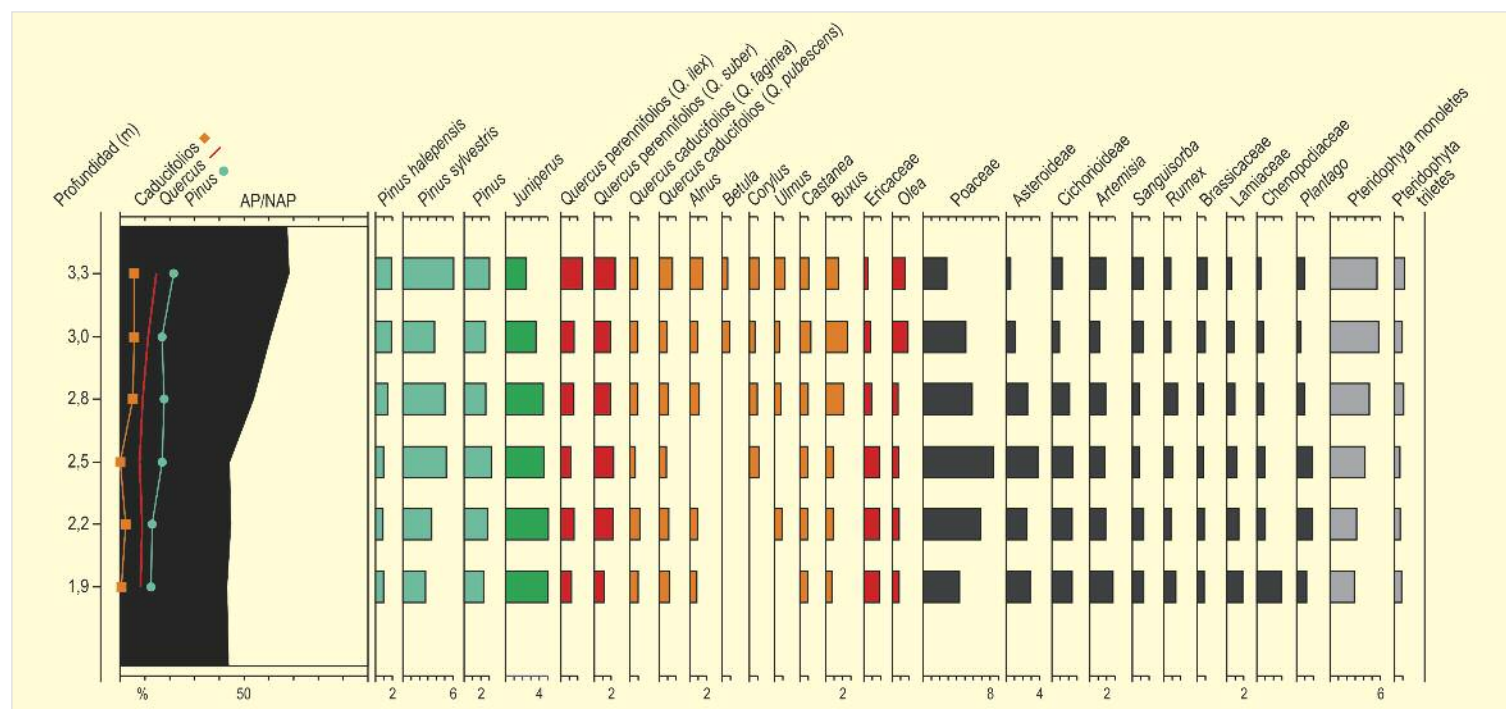


Figura 661. Diagrama polínico de Cova Fosca. Redibujado de Olaria *et al.* (1982)

los que destacan *Alnus* y *Buxus*, acompañados por *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Castanea*. Se observa la presencia de *Olea* en toda la secuencia, siempre con unos valores muy moderados, mientras que los taxones arbustivos de mayor o menor porte (ericáceas y labiadas) no superan el 8% en conjunto. Entre los valores de NAP domina el conjunto de las compuestas, seguidas por las gramíneas y otras herbáceas poco representadas (*Sanguisorba*, *Rumex*, crucíferas, *Plantago*...).

En las tres muestras inferiores, anteriores las tres a 10.778 años cal. BP, dominan los taxones arbóreos, especialmente *Pinus*, con un importante porcentaje de *Quercus* caducifolios y de cupresáceas que llegan a valores del 10%. Los árboles van paulatinamente disminuyendo mientras que los espacios liberados son ocupados especialmente por las gramíneas y las compuestas. A partir de esa fecha, y hasta 8415 años cal. BP aproximadamente, son las herbáceas las que dominan el conjunto polínico, mientras que los árboles registran un descenso generalizado, especialmente los caducifolios, algunos de los cuales

(*Betula*, *Corylus* y *Ulmus*) desaparecen, mientras que las cupresáceas muestran los valores más elevados de la columna polínica.

La secuencia muestra una tendencia ya observada en otros estudios polínicos del Levante peninsular y de las Islas Baleares, con una presencia importante de *Quercus* y otros taxones caducifolios y mesófilos durante el Tardiglacial, que en este caso es más importante incluso que la registrada durante los dos primeros milenios del Holoceno. Curiosamente la presencia de *Olea* es más importante también en los niveles tardiglaciales, aunque el resto de los taxones muestra una tendencia general hacia un clima más templado y con una disponibilidad hídrica algo menor.

Más información

Olaria *et al.* (1982), Estévez *et al.* (1987), Cebrià *et al.* (1988), Yll (1988)

ELX

Albufera de Elche, Elx, Alicante
Holoceno (9582-4007 años cal. BP)



Figura 662. Vista general de El Hondo (Elx – Crevillent)



Figura 663. Sondeo de Elx (Alicante) en 1993

La secuencia palinológica denominada Elx corresponde al sondeo efectuado en enero de 1993 en el paraje de las marismas de *El Hondo*, antigua albufera de Elche (Baix Vinalopó, Alicante), hoy en día catalogado como Parque Natural (38° 10' 28" N; 00° 45' 10" O; 1 m s.n.m.). Este paraje está formado por humedales y varias lagunas, algunas de ellas artificiales, que se alimentan del río Segura.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo semiárido, con temperaturas medias que oscilan entre los 9 °C de enero y los 26 °C de julio, alcanzándose todos los veranos máximas que superan los 35 °C. Las lluvias son escasas, alrededor de 250 mm al año, frecuentemente torrenciales en otoño. La vegetación actual de esta zona está muy empobrecida por las bajas precipitaciones, campos de cultivo y pastoreo, de manera que los bosques propiamente dichos no existen, siendo su máxima representación agrupaciones abiertas de *Pinus halepensis*. Por otra parte, sólo quedan retazos de las supuestas maquias potenciales (*Quercus-Lentiscetum asparagetosum stipularis*, *Rhamno-Quercetum cocciferae rhamnetosum gnidii* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis*), siendo las formaciones más comunes romerales y tomillares (*Fumano-Stipetum tenacissimae*, *Fumano-Hypericetum ericoidis*, *Stipo-Sideritetum leucanthae*, *Anthyllido-Cistetum clusii sideritetosum tragoriagani*, etc.). Relacionado con los cursos fluviales y charcas no hay una vegetación arbórea de ribera asociada, aunque en estos ambientes abunda *Nerium oleander*, *Myrtus communis* y *Tamarix*. Además, como introducción antrópica, abundan las palmeras y eucaliptos.

Propiamente en el punto de sondeo predomina una vegetación halófila, cuyas principales especies son *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Arthrocnemum perenne*, *A. fruticosum*, *Cistanche phelypaea*, *Halocnemum strobilaceum*, *Frankenia corymbosa*, *Ruppia maritima* y *Limonium caesium*, aunque también hay representantes dulcícolas (*Phragmites communis*, *Scirpus holoschoenus*, *Apium nodiflorum*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum verticillatum* y *Potamogeton*).

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-74943	421	3670 ± 60	4007 ± 82	carbón	AMS
Beta-72193	640	3980 ± 60	4438 ± 85	carbón	AMS
Beta-74944	1180	5090 ± 60	5830 ± 70	concha	AMS
Beta-74945	1810	8590 ± 60	9582 ± 52	concha	AMS

Tabla 162. Dataciones de radiocarbono de Elx (Burjachs et al. 1997)

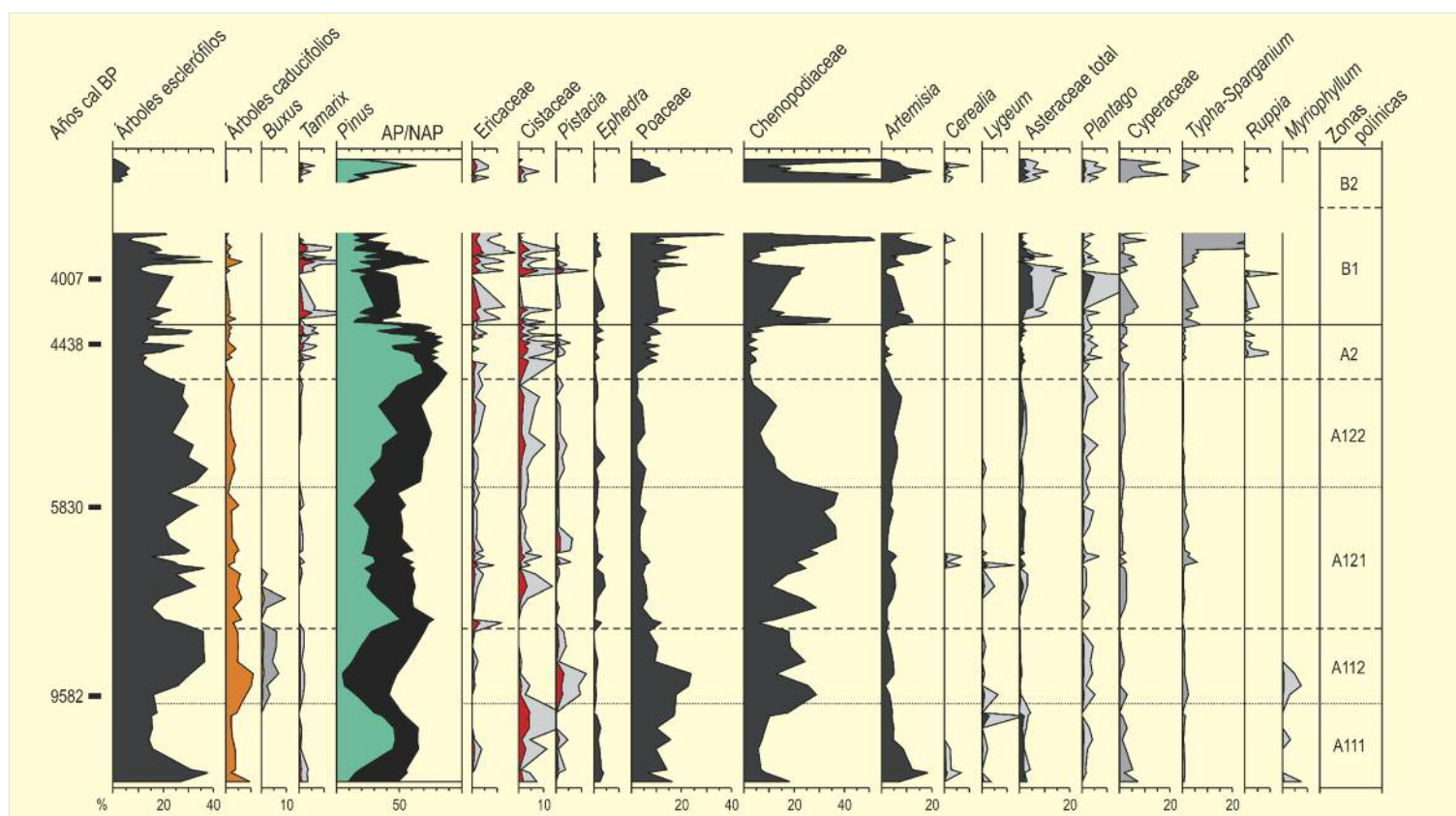


Figura 664. Diagrama polínico del depósito de Elx. Redibujado de Burjachs *et al.* (1997)

En general los cambios de vegetación en esta región se caracterizan por el dominio de taxones xerófitos (*Quercus perennifolios*, *Olea-Phillyrea* y *Pinus*) por encima de los mésicos, así como una cobertura boscosa parcial del territorio. Cabe remarcar que esto sucede desde hace más de 9500 años cal. BP, incluso durante el óptimo climático de nuestro actual interglacial u Holoceno. Por otra parte, a lo largo de la secuencia se observa una tendencia a la aridez mediterránea cada vez más acusada.

La base del diagrama (Fig. 664), correlativa del período climático Boreal (zonas A11), muestra los índices de mayor humedad, momento en que los taxones mésicos presentan valores más elevados (destacamos *Quercus caducifolios* con presencia de *Corylus* y *Tilia*). En este período incluso los robledales llegaron a tener cierta relevancia, con acompañamiento de *Buxus*. Sin embargo, los bosques no llegaron a desarrollarse del todo, ya que la presencia de *Cistaceae*, *Erica*, *Ephedra*, *Pistacia*, etc. nos está indicando un papel preponderante de maquias y matorrales. Por otra parte, a nivel local de la albufera, en este momento cerrada al mar, el medio parece que estaba diversificado en zonas dulcícolas (*Myriophyllum*, *Typha*, *Cyperaceae* y *Poaceae*) y salobres (*Chenopodiaceae*/*Amaranthaceae* y *Artemisia*).

La siguiente zona (A121), supuestamente correlativa del período Atlántico u óptimo climático, no se muestra a estas latitudes muy húmedo, ya que los taxones mésicos están en descenso. Sin embargo, tenemos a su favor valores medio-altos de AP, la presencia

de *Alnus*, *Fraxinus* y *Vitis*, así como maquias bien desarrolladas (taxones arbustivos). Por otra parte, es en este momento que la laguna se abre al mar (predominio de ostrácodos marinos), hecho que explica el predominio de halófitos locales (*Chenopodiaceae*) por encima de *Poaceae* y la desaparición en el diagrama de la acuática dulcícola *Myriophyllum*.

Este descenso de taxones mésicos continúa en la siguiente zona A122, a inicios del período Subboreal. Es durante este período cuando empieza el descenso del bosque de *Quercus perennifolios* a favor de los pinares y maquias (*Olea-Phillyrea* y arbustos), momento en que a nivel local hay poca agua dulce, pues todos los taxones locales se mantienen en valores bajos. Por otro lado, durante la siguiente zona A2, ahora hace unos 4400 años cal. BP, se instala en el punto del sondeo un cordón dunar que cierra la albufera y la vuelve a convertir en dulcícola. Es en este momento cuando se alcanza la máxima extensión de *Pinus* y aparecen en el diagrama *Ruppia*, *Rhamnus* y *Thymelaea*, aumentando los valores de *Tamarix*.

A partir de aquí el diagrama presenta bastantes hiatos polínicos (zona B), sin embargo, el espectro es representativo de condiciones y vegetación parecidas a la actualidad, con bajos porcentajes de cobertura arbórea, dominio de *Pinus* y aumento de *Erica*.

Más información

Burjachs & Riera (1996), Burjachs *et al.* (1997)

SAN BENITO

Ayora, Valencia

Holoceno (6857-1486 años cal. BP)



Figura 665. Toma de muestras en Laguna de San Benito, Valencia

La Laguna de San Benito ($38^{\circ} 56' N$, $01^{\circ} 06' O$; 667 m s.n.m.) se sitúa al norte de las estribaciones prebéticas y está conectada hacia el sur con la depresión de Almansa y bordeada por los macizos cretácicos del Mugerón y del Caroig. Desde que se inicia su colmatación, a mediados del Mioceno, los sedimentos provienen de los cercanos depósitos aluviales. El clima actual es de tipo continental árido, con una temperatura media anual de $14^{\circ} C$ y unas precipitaciones medias de 350 mm. La vegetación actual corresponde a la típica del piso mesomediterráneo con algunas características del supramediterráneo, aunque el paisaje ha sido

muy degradado por la actividad humana y la vegetación natural de la llanura ha desaparecido completamente.

El sondeo para el estudio palinológico tuvo un total de 24 metros de potencia, y se realizó en el lugar conocido como Charco de la Cizaña, arrancando desde un nivel de arcillas que continúa hasta los 16 m a partir de donde se intercalan niveles de arcillas y arenas hasta los cuatro metros superiores en los que dominan completamente las arcillas. Sólo los 480 cm superiores, al margen de seis muestras aisladas repartidas a lo largo de la columna, aportan

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-68236	70	1410 ± 80	1487	convencional
Beta-68237	95	1480 ± 60	1486	convencional
Beta-68238	347	3730 ± 120	4123	convencional
Beta-68239	475	5990 ± 170	6857	convencional
Wa-293	790	41.000 ± 6000	-	termoluminescencia
Wa-393	2350	110.000 ± 17.000	-	termoluminescencia

Tabla 163. Dataciones radiocarbónicas y de termoluminescencia de la secuencia de San Benito (Valencia). La edad calibrada para las radiocarbónicas (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Todas las dataciones radiocarbónicas se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico. Dupré *et al.* (1996)

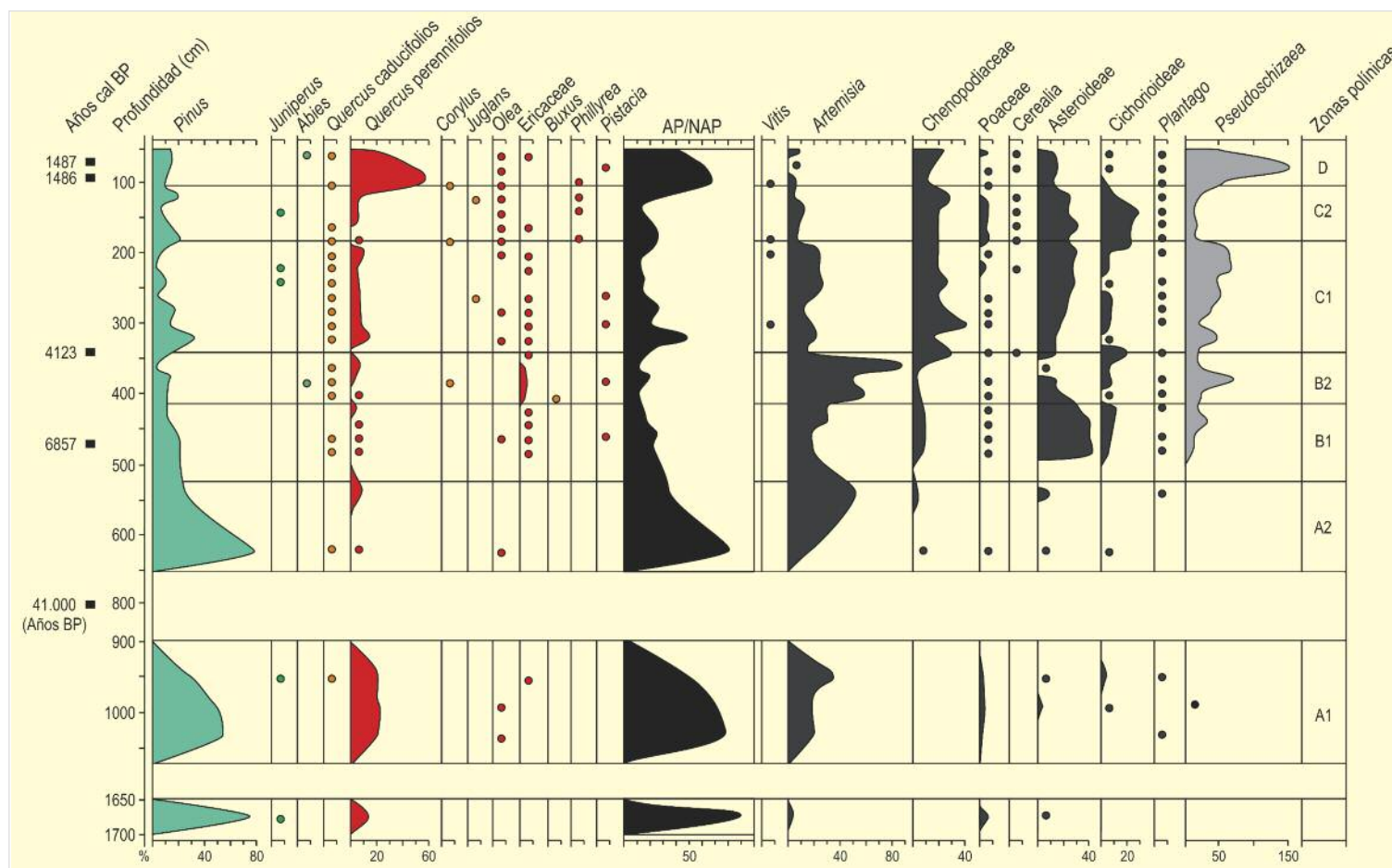


Figura 666. Diagrama polínico de San Benito. Redibujado de Dupré *et al.* (1996)

información polínica. A partir de las dataciones efectuadas, cuatro radiocarbónicas y dos más de termoluminescencia, se ha podido situar el inicio de esta curva en 6857 años cal. BP (Tabla 163).

El diagrama polínico (Dupré *et al.* 1996) muestra cuatro zonas bien definidas (Fig. 666). La inferior, o zona A, recoge de hecho las muestras aisladas por debajo de la datación mencionada y representa un ambiente glacial, con un paisaje dominado por *Pinus* y *Quercus perennifolia* y un estrato herbáceo dominado totalmente por *Artemisia*. La zona B, hasta 3,7 m (4123 años cal. BP), muestra dos subzonas en las que se observa el dominio de las compuestas (*Artemisia* y otras asteráceas) y el inicio de las quenopodiáceas. Sin duda, algunas compuestas actualmente presentes en la zona, como *Inula crithmoides*, *Senecio linifolius* o *Asteriscus sp.* tienen relación con las representadas en esta curva de asteráceas. En cuanto al estrato arbóreo y arbustivo, los únicos valores destacables son los de *Pinus*, que no sobrepasan el 20%. El inicio de esta zona se corresponde prácticamente con el de la unidad sedimentológica superior que comprende los cuatro metros finales datados en el Holoceno superior, en el que se desarrollan moderados procesos erosivos, cambios en los niveles de inundación de la laguna y un aumento considerable de la presión de los diferentes grupos humanos.

La zona C, que se extiende hasta el metro superior y también se subdivide en dos zonas, corresponde al momento en que las condiciones continentales de sedimentación son reemplazadas por una sedimentación de tipo lacustre. La subzona inferior refleja el aumento de las condiciones de humedad, con el incremento de los porcentajes de las plantas acuáticas y el ligero aumento también de los taxones arbóreos, especialmente de los *Quercus perennifolia*. El paisaje mantiene, al igual que a lo largo de toda la secuencia, unas características muy abiertas, con muy pocos árboles y arbustos y aunque en este momento la disponibilidad hídrica es mayor, el aumento de la influencia antrópica debe haber frenado, sin duda, su extensión. Por fin, la zona D, representada por el metro superior de sedimentación y con dataciones en torno a 1486 años cal. BP, es la que manifiesta unas características más diferenciadas respecto al resto de las zonas. *Quercus* alcanza valores del 50% y por primera vez supera los de *Pinus*. Históricamente éste es un momento en que ya se han abandonado las grandes extensiones de cultivo propias de la dominación romana hasta que en la muestra superior vuelven a detectarse indicios de presión antrópica y de retroceso de los árboles.

Más información

Dupré *et al.* (1996)

COVA DE L'OR

Sierra de Benicadell, Beniarrés, Alicante
Holoceno (~ 6720-4500/5980 años BP)



Figura 667. Valle del Serpis con la sierra del Benicadell al fondo donde se sitúa la Cova de l'Or

La Cova de l'Or se encuentra en las estribaciones orientales de la sierra del Benicadell (Fig. 667) a 650 m de altitud (38° 50' 40" N, 00° 21' 50" O). Esta sierra separa el valle de Albaida, al norte, de los valles de Alcoi, al sur, mostrando una disimetría tanto térmica como pluviométrica entre ambas laderas, siendo más cálida y seca la meridional aunque ambas tienen unas condiciones de tipo mesomediterráneo. La flora más húmeda se encuentra en la zona norte (*Quercus faginea*, *Q. rotundifolia*, *Fraxinus ornus* y *Viburnum tinus*) mientras que la más xérica está en la ladera sur (*Q. coccifera*, *Pinus halepensis*, *Rosmarinus officinalis* y *Erica multiflora*).

La cueva se abre al sur, dominando el valle del río Serpis, consta de dos salas, una grande en la entrada y otra a la derecha de la anterior con un agujero cenital que la ilumina y le confiere una habitabilidad excepcional.

Los resultados del análisis polínico (Dupré 1988a,b), revelan una baja representación de polen arbóreo con un valor medio del 6% (Fig. 668). Un poco más de la mitad de este valor se corresponde con polen de pino, dato que lo sitúa como componente principal de la cobertura arbórea. El resto de taxones que componen el sustrato arbóreo presentan porcentajes polínicos medios por debajo del 1%. Entre ellos, destacamos *Pistacia* y *Quercus*, como los que alcanzan una mayor representación. Aunque con frecuencias mucho más bajas, se detecta también la presencia de oleáceas, *Juniperus*, *Rhamnus*, *Fraxinus*, *Buxus* y *Juglans*. La diversidad aumenta entre las herbáceas si bien son las compuestas ligulifloras el grupo dominante a lo largo de toda la secuencia, exceptuando algunos espectros inferiores donde las crucíferas alcanzan valores superiores al 50%. Es interesante destacar el aumento, observado en la parte superior del diagrama polínico, de plantagináceas, malváceas y urticáceas, todas ellas familias entre las que encontramos un gran número de especies nitrófilas. Con respecto a las comunidades arbustivas son los brezales las formaciones dominantes, los cuáles también experimentan una mayor representación durante las fases más recientes.

Existe una interesante secuencia neolítica que ha proporcionado abundantes carbones (Fig. 669); éstos proceden de las

Ref. Lab.	Cuadro/Capa	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
GANOP-C11	J4 y J5/ C-7	5980 ± 260	6840	carbón	convencional
Oxa-10191	J4 y J5/C-14	6275 ± 70	7180	semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	AMS
Oxa-10192	J4 y J5/ C-17	6310 ± 70	7240	semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	AMS
GANOP-C13	J4 y J5/ C-23	6720 ± 380	7570	carbón	convencional

Tabla 164. Dataciones por radiocarbono de materiales antracológicos de la Cova de l'Or

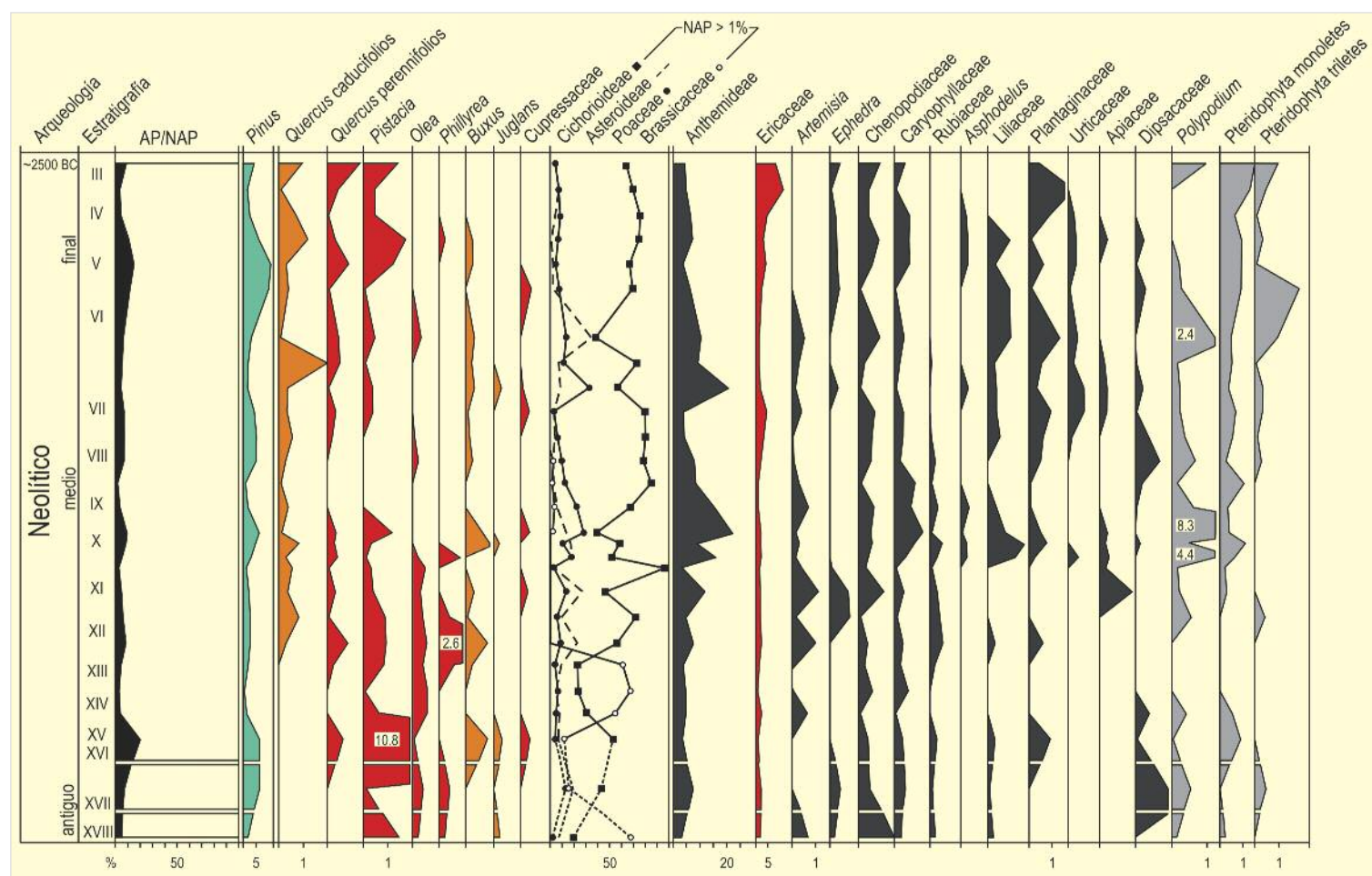


Figura 668. Diagrama polínico de la Cova de l'Or. Redibujado de Dupré (1988)

excavaciones dirigidas por B. Martí en el sector J (Martí 1977, 1980). El registro antracológico cubre el Neolítico antiguo cardial, que supone la primera ocupación del valle del Serpis por parte de sociedades agrícolas y ganaderas; por tanto, con el carbón de los primeros niveles de ocupación obtenemos la imagen del bosque preantropico. El carbón del estrato II procede de un nivel más reciente del Neolítico.

La fase Or-1 (Fig. 669) representa el nivel VI y V de la secuencia arqueológica, con la base datada en torno a 7570 años cal. BP y el final datado en la base del nivel IV, donde una datación por AMS sobre *Triticum* dio 7180 años cal. BP (Tabla 164). Por tanto, cubre los primeros 400-500 años de prácticas agrícolas en el territorio. Los carbonos indican un alto porcentaje de *Quercus* tanto perennifolios (del orden del 50% de los restos carbonizados) como caducifolios (10-15%); le siguen los fresnos (10-15%) y una pequeña proporción de vegetación de ribera. La flora más termófila viene representada por *Olea europaea* (10-15%) y con una proporción del orden del 1-2% se encuentran *Arbutus unedo*, *Erica multiflora*, Fabaceae y *Juniperus*. Llama la atención la escasez de *Pinus halepensis* durante estos dos niveles arqueológicos.

Esta fase antracológica corresponde a una imagen del máximo esplendor del bosque mediterráneo en la zona (Fig. 669) que debe

responder a unas condiciones biogeográficas similares a las actuales, es decir, mesomediterráneas o incluso con una tonalidad termomediterránea en la vertiente sur del Benicadell, como pueden significar los restos de *Olea*. Es probable que la temperatura media anual fuera entre 13-17 °C y una repartición de las precipitaciones condicionada por la orografía del Benicadell. La abundante presencia de caducifolios indica unas lluvias medias del tipo seco a subhúmedo. La documentación arqueológica ha evidenciado un desarrollo de la agricultura de cereales y una ganadería de ovejas, cabras, cerdos, vacas, además de caza y recolección, por tanto, una economía de plena producción agrícola que los resultados antracológicos (Fig. 669) sugieren como una gestión equilibrada del territorio, por la buena representación de los bosques de quercíneas. No obstante, esta interpretación puede ser matizada por el análisis polínico de la cavidad, que muestra un predominio de polen no arbóreo desde el inicio de la ocupación neolítica.

La fase Or-2 se documenta en el nivel arqueológico IV que iría de 7180 a 6840 años cal. BP, lo que supone unos 300 años de calendario real. Los espectros antracológicos muestran un claro giro al observarse una reducción de los restos de *Quercus* paralela a un aumento progresivo de *Pinus halepensis* (Fig. 669). Las demás especies se mantienen con los mismos porcentajes que en la fase anterior. Por tanto, se puede interpretar una continuidad de las condiciones

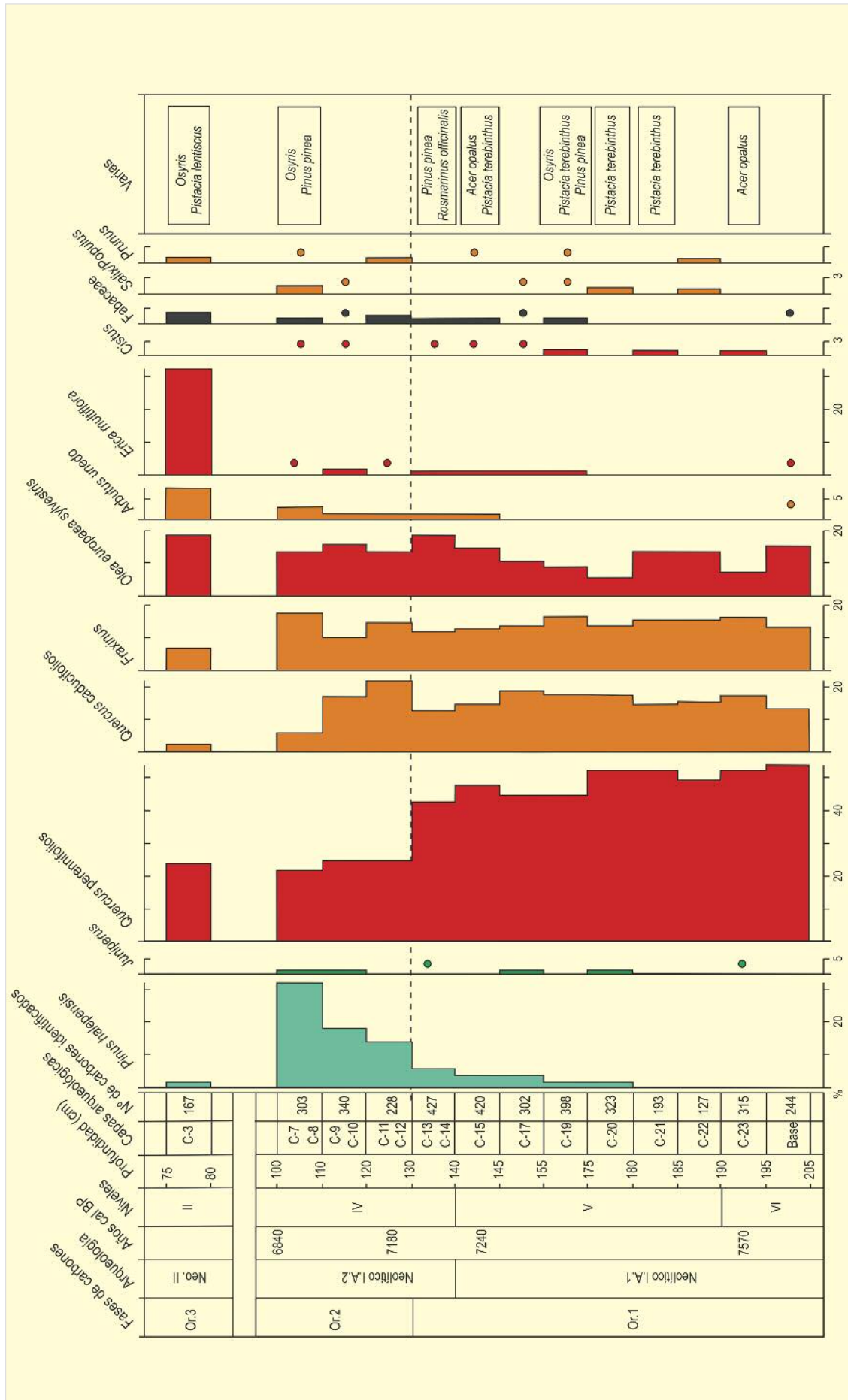
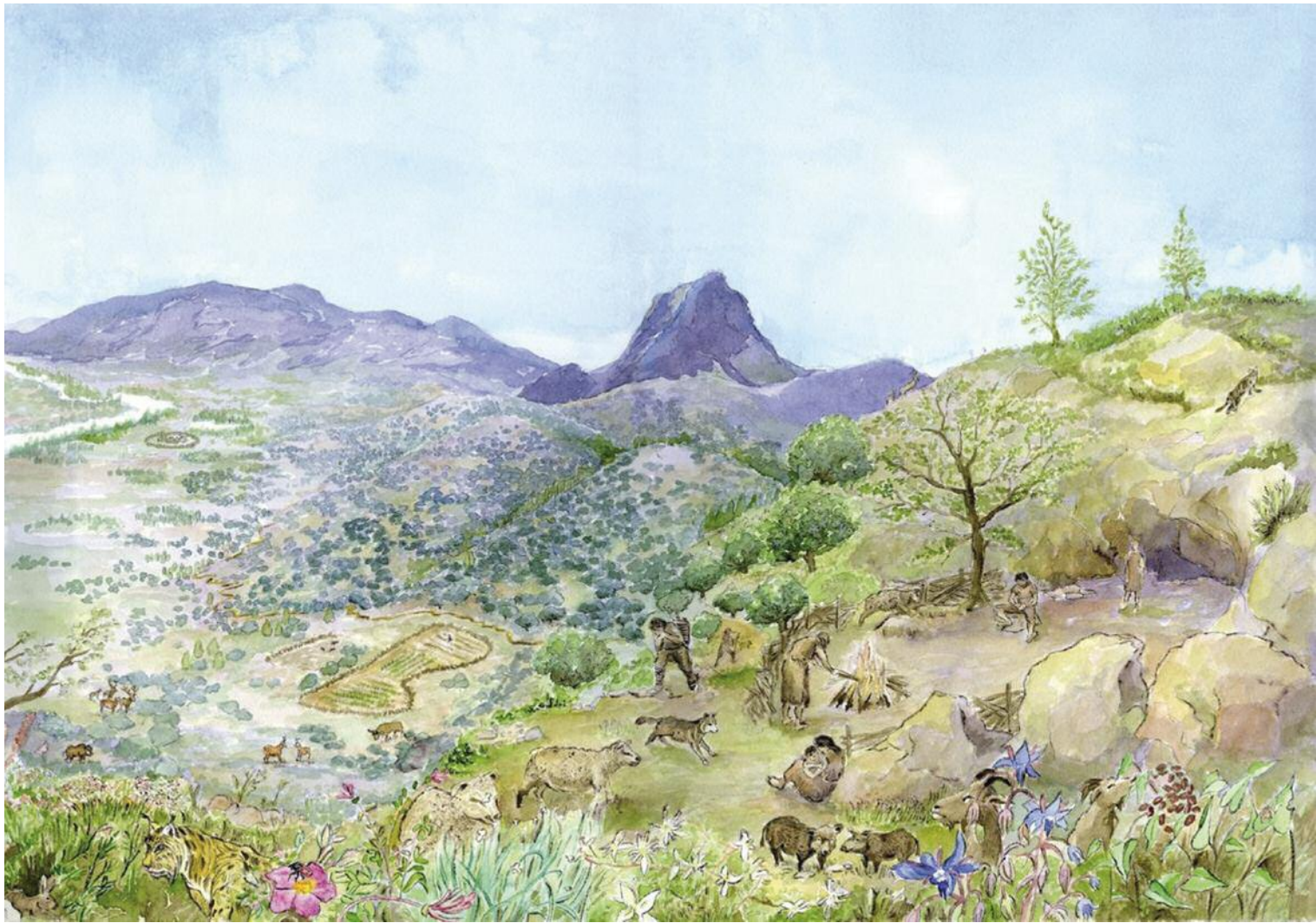


Figura 669. Diagrama antracológico de la Cova de l'Or. Redibujado de Badal et al. (1994)



DIBUJO DE F. GINER, 2007, CENTRE D'INTERPRETACIÓ DE LA COVA DE L'OR DE BENVARRES I MARÇ

Figura 670. Reconstrucción del paleoambiente a partir de la investigación paleoecológica en la Cova de l'Or en los inicios del Neolítico, hace unos 7500 años

ecológicas. En ese contexto ecológico las actividades de las sociedades neolíticas producen cambios en el paisaje natural. El bosque se reducirá para implantar pastos y campos de cultivo, pero también se abrirán vías de comunicación a través de caminos y veredas (Fig. 670). Después de siglos de permanencia de los grupos neolíticos en la Cova de l'Or, los análisis muestran cambios en la vegetación, y las formaciones secundarias de pino carrasco comienzan una competencia notable con el bosque de quercíneas.

La fase Or-3 solamente se documenta en una capa del estrato II donde lo más destacado son los elevados porcentajes de *Erica multiflora* que puede ser el reflejo indirecto de la intensificación ganadera en la zona, ya que se documentan potentes niveles de corral en la propia Cova de l'Or (Martí 2007). Esta actividad puede

ser la causante de la primera alteración del bosque previo, la progresión del pino carrasco en la fase Or-2 que, tal vez, esté en relación con la quema controlada de parcelas forestales para generar espacios abiertos; en agrícolas y en la fase Or-3 serán los matorrales bajos la consecuencia de esa gestión forestal. Así comienza la dialéctica entre el paisaje natural (Neolítico antiguo) y el paisaje humanizado (Neolítico reciente) ya que a mayor intensificación agrícola, mayor alteración forestal como también se ha demostrado en el análisis polínico y en el sedimentológico con la pérdida del suelo (Martí & Juan-Cavanilles 1987).

Más información

Martí (1977, 1980), Dupré (1988a,b), Badal *et al.* (1994), Badal (1995)

ABRIC DE LA FALGUERA

Barranc de Les Coves, Alcoi, Alicante
Holoceno (8240-4660 años cal. BP)



Figura 671. Vista del Barranc de les Coves desde su entrada



Figura 672. Entorno del abrigo desde la cabecera del Barranc de les Coves

El Abric de la Falguera es una cavidad de 16 x 6 m que se abre sobre una pared en la margen derecha del Barranc de les Coves, tributario del río Polop y localizado en una de las estribaciones más septentrionales del Parque Natural del Carrascal de la Font Roja (Alcoi, Alicante) a 38° 40' 22" N, 00° 33' 59" O y 860 m s.n.m. Actualmente, el barranco permanece inactivo durante la mayor parte del año, pero constituye un enclave húmedo y umbroso colonizado por una densa vegetación meso-mediterránea entre la que destacan *Quercus rotundifolia* y *Pinus halepensis* y más esporádicamente, *Fraxinus ornus*, *Quercus*

Reg. Lab.	Fase	Años BP	Años cal. BP	Contexto	Muestra	Método
AA-2295	VIII	7410 ± 70	8240	Mesolítico	semilla <i>Olea europaea</i>	AMS
AA-59519	VIII	7526 ± 44	8340	Mesolítico	bráctea piña	AMS
Beta-171910	VII (hogar)	7280 ± 40	8100	Mesolítico	carbón pino	AMS
Beta-142289	VI	6510 ± 80	7420	Neolítico antiguo	<i>Triticum monococcum</i>	AMS
AA-60625	VI	5833 ± 65	6640	Neolítico antiguo	<i>Capra pyrenaica</i>	AMS
AA-60627	VI	5655 ± 54	6440	Neolítico antiguo	hueso <i>Ovis/Aries</i>	AMS
AA-60626	V	4388 ± 53	4980	Neolítico final	hueso <i>Ovis/Capra</i>	AMS
AA-59518	V	4140 ± 120	4660	Neolítico final	<i>Triticum monococcum</i>	AMS

Tabla 165. Dataciones radiocarbónicas del Abric de la Falguera (García & Aura 2006)



Figura 673. Diagrama antracológico de los sectores 2 y 3 del Abric de la Falguera. Redibujado de Carrión-Marco (2002)

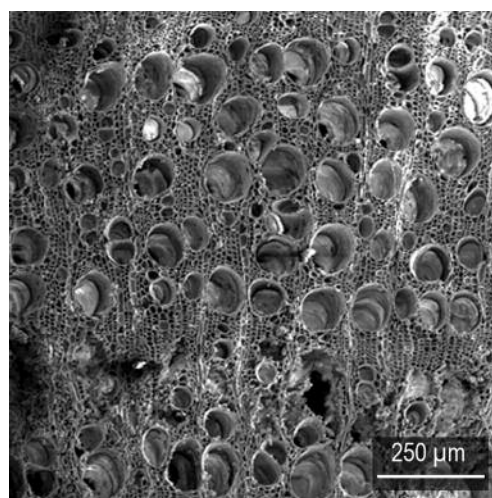


Figura 674. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de fresno

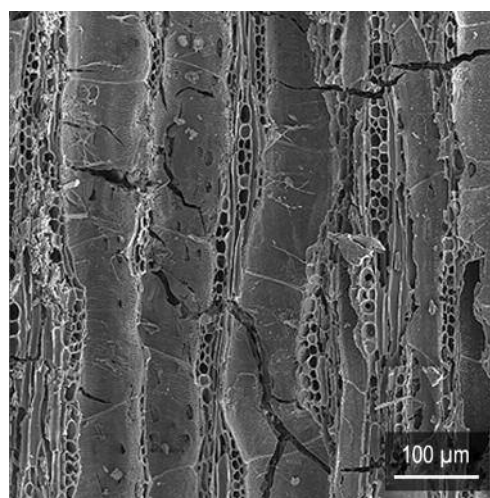


Figura 675. Imagen al M.E.B. del corte tangencial de un carbón de fresno

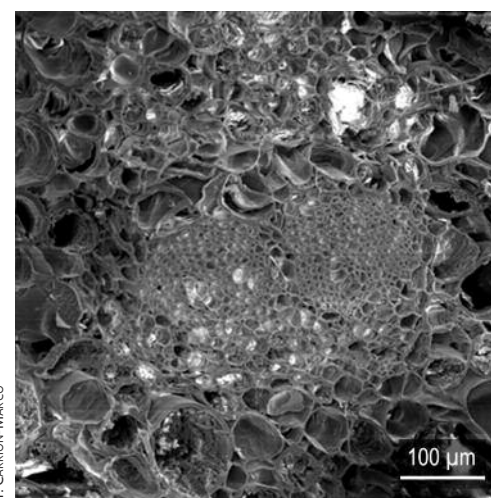


Figura 676. Imagen al M.E.B. del corte transversal de una escama de piña de *Pinus halepensis*

faginea, *Prunus avium* y *Ficus carica*. El cortejo arbustivo actual está formado fundamentalmente por *Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus* y *Cistus albidus*, además de algunas lianas y trepadoras, como *Hedera helix* y *Rubia peregrina*. La vegetación arbórea se localiza exclusivamente en el fondo del barranco y contrasta con las vertientes más expuestas a la insolación, cubiertas por un matorral bajo, algunas de ellas abancaladas y ocupadas por cultivos.

Los primeros trabajos de excavación en el abrigo se llevaron a cabo en 1981 por el Museu Arqueològic Municipal "Camil Visedo i Moltó", pero fue entre 1998 y 2001 cuando se realizó la excavación sistemática en la que se recuperaron los restos paleobotánicos y que ha permitido establecer de forma sólida la secuencia arqueológica. El Abric de la Falguera estuvo ocupado esporádicamente desde el Mesolítico hasta la Edad del Bronce, aunque los niveles más potentes del yacimiento corresponden a cronologías del Mesolítico-Neolítico.

Los resultados antracológicos (Fig. 673) han dado lugar a varias publicaciones (Carrión-Marco 1999, 2002, 2005, 2006; García & Aura 2006). El registro comienza en un momento de dominio de *Juniperus* y *Quercus* perennifolios, acompañados por *Quercus* caducifolios (Fase Antracológica 7, datada en 7526 años BP). La presencia de *Juniperus* puede corresponder a cierta reminiscencia de las formaciones de coníferas preholocenas, ya enmascarada por la clara progresión de taxones mesófilos. La presencia de *Prunus*, *Rhamnus-Phillyrea*, *Hedera helix*, *Pistacia terebinthus*, *Salix-Populus* y *Sambucus*, así como los ya altos porcentajes de *Quercus* denotan la existencia de una formación forestal bien desarrollada. La ausencia de los taxones arbustivos que luego estarán presentes en fases posteriores parece indicar que los

espacios más abiertos estarían ocupados preferentemente por coníferas.

La Fase Antracológica 6, datada en 7280 años BP, constituye el dominio de *Quercus* perennifolios, mientras que los caducifolios se mantienen con porcentajes más modestos. *Juniperus* y el resto de coníferas continúan teniendo una importante presencia. Al final de esta fase irrumpe la curva de *Fraxinus*, que había estado totalmente ausente hasta el momento, lo que probablemente revela el efecto del aumento de la temperatura y la humedad que se produce con el denominado periodo Atlántico. La etapa óptima de la vegetación se da entre las fases antracológicas 5 y 3, cuyo inicio está datado en 6510 años BP, momento en el que se aprecia un aumento notable de los caducifolios, representados en el binomio *Quercus-Fraxinus*, mientras que las curvas de *Quercus* perennifolios y de *Juniperus* experimentan una visible reducción.

En la Fase Antracológica 2, se inicia la progresión de *Quercus* perennifolios y, en menor medida, *Acer*, *Arbutus unedo*, Cistaceae, *Rosmarinus officinalis* y Fabaceae, mientras que los *Quercus* caducifolios inician un descenso continuo. Esta tendencia se acentúa en la Fase Antracológica 1, con el dominio definitivo de *Quercus* perennifolios y de los arbustos característicos del bosque mediterráneo actual, lo que puede ser un efecto de la pérdida de humedad edáfica y/o ambiental, con escasa circulación de agua por el barranco, a la que se debe de añadir el impacto de la actividad humana en la zona, con evidente orientación ganadera.

Más información

Carrión-Marco (1999, 2002, 2005, 2006), García & Aura (2006)

MAS D'IS

Penàguila, Alicante

Holoceno (6600-1260 años BP)



GOOGLE EARTH

Figura 677. Foto aérea de localización del yacimiento en Les Puntetes



Y. CARRIÓN-MARCO

Figura 678. Vegetación actual del entorno del Mas d'Is

El yacimiento al aire libre del Mas d'Is (Penàguila, Alicante), ocupa una terraza de la cabecera del río Penàguila, donde se desarrolla una antigua plataforma fluvial cortada hoy en día por barrancos profundamente encajados en el substrato margoso, dando lugar al paraje conocido como Les Puntetes. El yacimiento se localiza a 38° 41' 18" N, 00° 23' 45" O y 610 m.s.n.m. Actualmente, la zona se encuentra ocupada por cultivos de secano, con algunos

enclaves con *Quercus rotundifolia* y *Pinus halepensis* acompañados por un matorral arbustivo alto con *Crataegus monogyna*, *Quercus coccifera* y *Rosa*. El matorral más bajo, que se desarrolla en las vertientes escarpadas de los barrancos y como vegetación pionera en áreas recientemente recolonizadas, está compuesto, entre otros, por *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Ulex parviflorus*, *Daphne gnidium*, *Euphorbia*, *Rubus*, *Thymus*, etc.

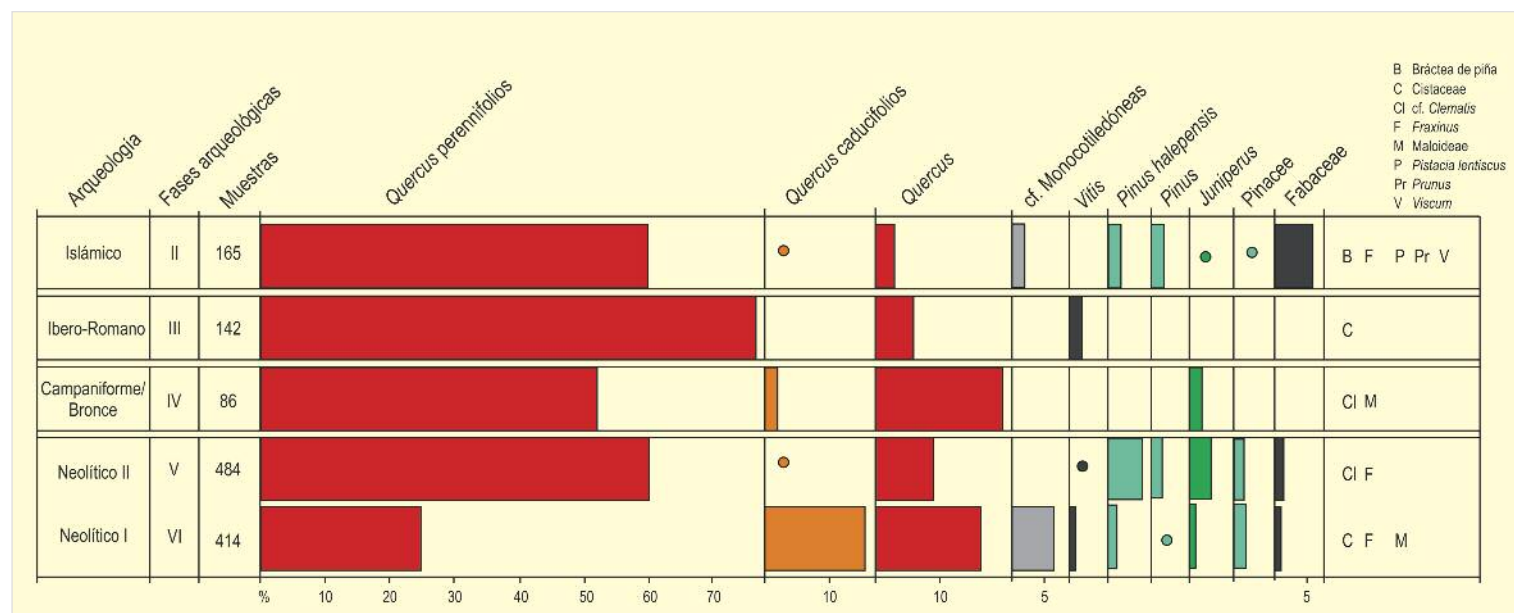


Figura 679. Diagrama antracológico del Mas d'Is. Redibujado de Carrión-Marco (2005)

Ref. Lab.	Fase	Muestra	Años BP	Años cal. BP	Años cal BC/AD
Beta-155611	II	semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	1260 ± 40	1210	670-880 AD
Beta-162091	II	semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	1300 ± 40	1240	660-790 AD
Beta-155612	III	carbón <i>Quercus perennifolio</i>	1990 ± 70	1960	170 BC-140 AD
Beta-166729	IV	carbón <i>Quercus perennifolio</i>	2620 ± 40	2750	830-780 BC
Beta-171907	V	semilla <i>Hordeum</i>	5550 ± 40	6350	4460-4340 BC
Beta-166727	VI	semilla <i>Hordeum vulgare</i>	6600 ± 50	7500	5630-5480 BC
Beta-166728	VI	carbón <i>Quercus perennifolio</i>	6400 ± 40	7350	5470-5310 BC
Beta-162092	VI	semilla <i>Hordeum</i>	6600 ± 50	7500	5630-5480 BC
Beta-162093	VI	carbón <i>Quercus perennifolio</i>	6160 ± 40	7070	5240-4960 BC
Beta-171906	VI	carbón <i>Quercus caducifolio</i>	6400 ± 40	7350	5470-5310 BC
Beta-171908	VI	semilla <i>Triticum aestivum-durum</i>	5590 ± 40	6370	4490-4350 BC

Tabla 166. Dataciones radiocarbónicas AMS del Mas d'Is (Bernabeu *et al.* 2003)

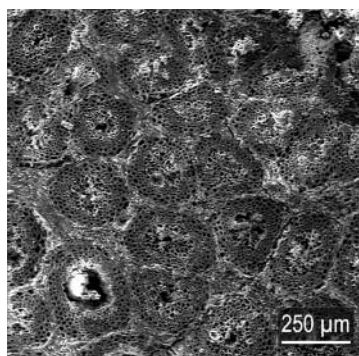


Figura 680. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de Monocotiledónea

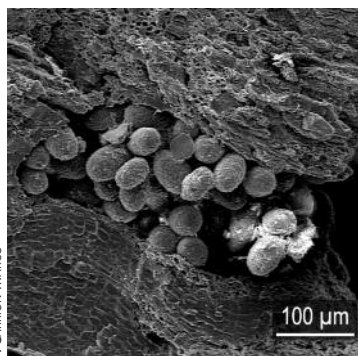


Figura 681. Imagen al M.E.B. de un canal de xilófago sobre un carbón de Indeterminada

Las intervenciones llevadas a cabo en el yacimiento desde 1998 hasta la actualidad han puesto de manifiesto diversas fases de ocupación discontinua, desde el Neolítico antiguo hasta época islámica. La secuencia antracológica preliminar (Fig. 679) (Carrión-Marco 2005) se ha completado recientemente con los materiales recuperados en las últimas campañas de excavación.

La mayor parte del carbón de este yacimiento procede del relleno de estructuras de diversa naturaleza, de manera que nos permite aproximarnos a la vegetación existente en el entorno a partir únicamente de la presencia de las especies, y sólo a grandes rasgos se puede valorar la evolución de la vegetación. Sólo las fases correspondientes al Neolítico (Fases VI-V) permitirían inferir la evolución de la vegetación entre el Neolítico I y II, ya que contamos con mayor volumen de material de diversos contextos;

sin embargo, las fases posteriores corresponden a ocupaciones puntuales y discontinuas, por lo que sólo se tendrán en cuenta la presencia y la tendencia general de las especies.

La secuencia completa del Mas d'Is muestra una clara dominancia de *Quercus perennifolio* en todas las fases. Este taxón se encuentra sin duda sobrerrepresentado por haber sido utilizado de forma masiva en las estructuras de combustión (los resultados de las cuales no han sido contabilizados por esta razón en la secuencia que aquí presentamos).

La Fase VI muestra un bosque mixto de *Quercus* en el que también están presentes en porcentajes muy discretos algunas coníferas, monocotiledóneas y Maloideae. A partir de este momento, *Quercus perennifolio* pasa a dominar claramente todos los espectros en fases posteriores. Lo único que podemos argumentar con certeza es la desaparición casi definitiva de *Quercus caducifolio* del registro, hecho que viene a coincidir con la fase en la que se evidencia el impacto de la instalación de los primeros agricultores, que se da en los yacimientos entre 500-1000 años tras su primer establecimiento. Se puede apreciar también cierta progresión de las coníferas en la Fase V, aunque este grupo no adquiere valores muy altos en toda la secuencia.

En cronologías más recientes se mantiene la importancia de *Quercus perennifolios* y se intuye, al menos en la última fase documentada, un cierto aumento de las leguminosas.

Más información

Bernabeu *et al.* (2003), Carrión-Marco (2005)

TOSSAL DE LES BASSES

La Albufereta, Alicante

Holoceno (~ 6000-1000 años BP)

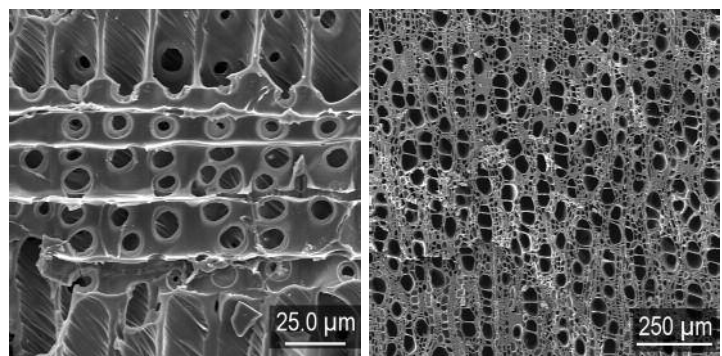


Figura 682. Imagen al M.E.B. del corte radial de un carbón de pino de *P. pinea-pinaster*

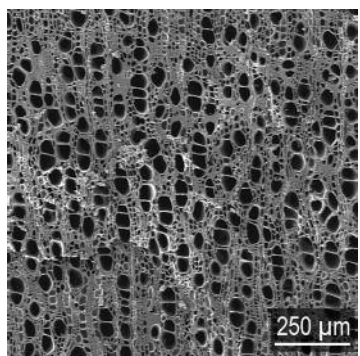


Figura 683. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de *Olea europaea*

Y. CARRIÓN-MARCO

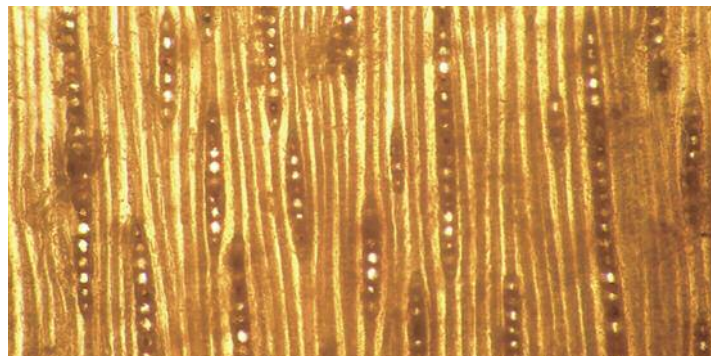


Figura 684. Corte tangencial de una pieza de carpintería realizada en madera de ciprés, procedente de un pozo de cronología ibérica del Tossal de les Basses

Y. CARRIÓN-MARCO

Fase	Ibérica-romana	
Taxones	Combustible	Objetos de madera
<i>Buxus</i>		
<i>Cistus</i>		
<i>Corylus avellana</i>		
<i>Cupressus sempervirens</i>		
<i>Erica</i>		
<i>Ficus carica</i>		
<i>Fraxinus</i>		
<i>Juniperus</i>		
Monocotiledónea		
<i>Olea europaea</i>		
Oleácea <i>Ligustrum</i>		
<i>Pinus halepensis</i>		
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>		
<i>Pinus pinea</i>		
<i>Pinus</i>		
<i>Pistacia lentiscus</i>		
<i>Pistacia</i>		
<i>Quercus caducifolio</i>		
<i>Quercus perennifolio</i>		
<i>Quercus suber</i>		
<i>Quercus</i>		
<i>Rhamnus-Phillyrea</i>		
<i>Rosmarinus officinalis</i>		
<i>Salix-Populus</i>		
<i>Tamarix</i>		
<i>Vitis</i>		
Indeterminada		

Tabla 167. Taxones identificados en el carbón y en los objetos de madera de cronología ibérica y romana del Tossal de les Basses. En gris oscuro para uso como combustible, en marrón claro para la realización de objetos

El Tossal de les Basses es un yacimiento al aire libre situado a 38° 22' 00" N, 00° 26' 47" O y a unos 35 m s.n.m., en la zona conocida como La Albufereta, una antigua ría actualmente colmatada, al norte de la ciudad de Alicante. Las excavaciones en la zona comenzaron en los años 30 del siglo XX, cuando se intervino en la necrópolis ibérica de La Albufereta. Posteriormente, los sondeos realizados entre 1987-1990 y las recientes intervenciones arqueológicas desde 2003 hasta la actualidad, por parte del COPHIAM (Unidad de Conservación del Patrimonio Histórico-Artístico Municipal), han corroborado la existencia de una compleja secuencia de gran relevancia tanto por la abundancia como por la diversidad de las manifestaciones arqueológicas, que abarcan una dilatada cronología desde el Neolítico hasta época medieval-moderna.

El análisis antracológico ha dado como resultado una secuencia discontinua, pero que ofrece una imagen de la vegetación explotada en cada una de las fases de ocupación (Tabla 167, Fig. 685). El conjunto de taxones identificados en el Tossal de les Basses corresponde a un matorral esclerófilo termomediterráneo, que debía de ocupar una parte importante de la llanura prelitoral. Entre otras especies, se han identificado el lentisco, el acebuche, el romero y otras labiadas, la coscoja, las leguminosas, las jaras, los brezos y los enebros-sabinas, además de taxones coherentes con la existencia de saladares costeros o sublitorales, como *Artemisia*.

Entre las especies arbóreas, se han identificado al menos dos especies de pino, *Pinus halepensis* y *Pinus pinea* (Fig. 682). Ambas son las más termófilas del género en la Península Ibérica y debían de salpicar las formaciones de matorral casi como único elemento

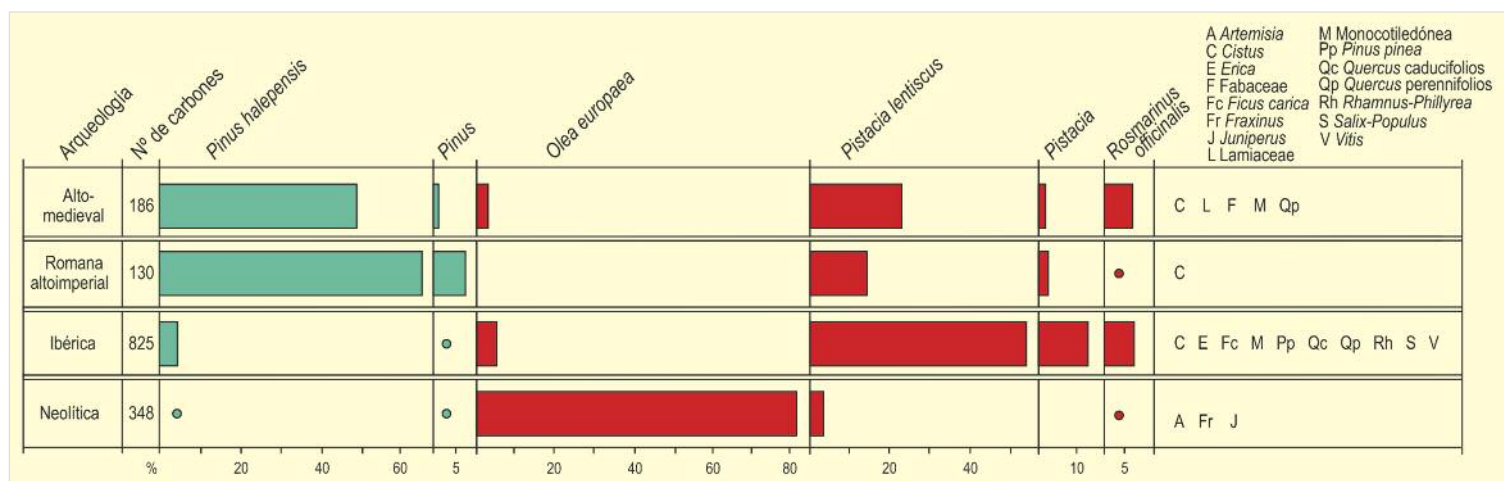


Figura 685. Diagrama antracológico del Tossal de les Basses



Figura 686. Tapa tallada en madera de boj procedente de un pozo de cronología romana del Tossal de les Basses

F. MOUINA

arbóreo. La presencia de caducifolios es escasa, estando presentes únicamente algunos ejemplos de *Quercus*, *Salix-Populus* y *Fraxinus*.

La flora identificada en el Tossal de les Basses no cambia sustancialmente de base a techo de la secuencia, salvando las diferencias causadas por la desigual cantidad de carbón recuperada en cada fase y probablemente, por un uso diferente de los recursos vegeta-

les en cada época. Durante el Neolítico, destaca el uso intensivo del acebuche como un principal combustible. Aunque se encuentre posiblemente sobrerrepresentado por su uso especializado, sin duda debió de constituir un elemento clave en los paisajes litorales y sublitorales del momento. En época ibérica, el taxón mejor representado es el lentisco, mientras que la presencia de *Olea europaea* (Fig. 683) es residual. Probablemente no podemos hablar de una desaparición del acebuche, sino más bien de un cambio en las estrategias de aprovisionamiento de leña, ya que ambas especies conviven en nichos ecológicos similares y se constituyen como componentes del matorral esclerófilo termomediterráneo. En esta fase se observa un amplio abanico de especies que conformarían probablemente la vegetación del entorno del yacimiento. En las fases más recientes adquieren de nuevo importancia *Olea europaea* (aunque es probable que en esta cronología se trate ya de la variedad cultivada) y los pinos (Fig. 685).

Los análisis polínicos realizados en el yacimiento por Martín-Cantarino (2003) para los niveles de época ibérica muestran una abundancia de quenopodiáceas y compuestas, lo que coincidiría con la presencia de saladares y zonas húmedas salobres, así como algunas especies ruderales y abundantes gramíneas, que indicarían la cercanía de campos de cereales. El taxón arbóreo mejor representado en el polen es de nuevo *Pinus*. El hallazgo en el yacimiento de un amplio conjunto de objetos de madera conservados bajo el nivel freático en unos pozos de cronología ibérica y romana ha permitido documentar además el uso de especies alóctonas, lo que implica su transporte desde zonas de montaña y evidencia incluso la práctica de un comercio a larga distancia; entre ellas, se han identificado, por ejemplo, el boj (Fig. 686), el avellano y el ciprés.

Más información

Martín-Cantarino (2003)

CASABLANCA-ALMENARA

Litoral de Castellón, Castellón

Holoceno (6000 años BP-actualidad)

El sondeo polínico localizado en el sector denominado "Casablanca" de las turberas litorales de Almenara, provincia de Castellón, (39° 45' N, 00° 11' O; 8 m s.n.m.), presenta una sedimentación polínica que muestra la historia de la estructura de la vegetación local y regional desde mediados del Holoceno, es decir los últimos 6000 años, (Parra 1983, Planchais & Parra 1984). La posición del sondeo en una zona de clima mediterráneo litoral, muy influenciada por la agricultura moderna, sobre todo de cítricos, y la explotación de la turbera, nos ayuda a entender las variaciones en la estructura regional que aparecen en este diagrama polínico. Un factor a tener en cuenta es que la zona litoral en cuestión corresponde al mayor acercamiento hacia el mar de la Sierra de Espadán. Al mismo tiempo, la historia geológica del sector ha puesto en contacto las arcillas rojas de la Sierra de Espadán con substratos típicamente calcáreos, con lo cual se producen mosaicos de vegetación forestal mediterránea característicos que se reflejan en la historia paleobotánica del sector. Es precisamente en la zona del sondeo de Casablanca-Almenara donde el sector montañoso castellonense estrecha la Plana de Castellón y marca una barrera con el sector de la llanura litoral de Sagunto.

Las dataciones absolutas radiométricas nos permiten identificar con precisión la parte media del Holoceno, entre 5000 a 4000 años BP, periodo en el que alcanza una gran extensión el bosque de encinas y alcornoques. Precisamente, la zonación del diagrama polínico (Fig. 687) se ha realizado en función de las variaciones de los distintos tipos polínicos de *Quercus*. Destaca la presencia del quejigo (*Quercus faginea*), así como un reflejo muy lejano de los hayedos que probablemente se encontrasen en la zona montañosa más oriental de la provincia de Castellón. La importancia de los alcornoques (*Quercus suber*) muestra que durante el Holoceno medio, y hasta bien avanzada la época moderna, este árbol se extendía por toda la Sierra de Espadán, donde actualmente aún se le encuentra en buenas condiciones de vegetación.

La acción del hombre es visible, en el diagrama polínico, a través de los cultivos de cereales que aparecen, por periodos de

tiempo discontinuos, probablemente localizados en las zonas de contacto de la llanura litoral y las estribaciones montañosas, no lejos de la actual población de Almenara, durante el periodo Eneolítico y Edad del Bronce. El impacto que afecta netamente la estructura arbórea de este sector litoral castellonense parece corresponder al periodo íbero-romano, pues se presenta en el diagrama polínico de forma simultánea la triada de cultivos clásicos del mundo mediterráneo: vid, cereales y olivos y, además, el cultivo de castaños. Aunque este conjunto de plantas está asociado a la denominada "línea- *Juglans*" o del castaño (Parra 1983), al carecer de dataciones radiométricas para este momento preciso, sólo podemos proponer como hipótesis de trabajo que esta *línea del castaño* corresponde a un periodo romano y tardo-imperial. La acción del hombre se incrementa de tal forma que desorganiza la estructura arbórea hasta llegar a unas condiciones similares a la actual en la parte superior del diagrama. Sin embargo, al comparar el periodo correspondiente a 5000 años BP y la estructura, ciertamente antropizada, de la parte superior del mismo, aparece una rica estructura forestal que probablemente esté controlada por un régimen de precipitaciones diferente al actual, con mayores lluvias, o bien periodos estivales secos de menor duración que el régimen actual de sequía estival.

La significativa presencia de *Pistacia*, así como otras plantas propias de las zonas marginales del encinar litoral, puede explicarse precisamente por la cercanía de la línea de costa, donde los pistachos, así como algunos olivos salvajes y los pinos, que crecen sobre suelos pobres arenosos, ocupan el espacio que limita la zona continental del área propiamente marina. En conjunto, esta secuencia muestra, desde la consolidación de la línea litoral actual, hace unos 6000 años BP, la dinámica de una vegetación mediterránea forestal próxima al litoral, en la que hay algunos elementos mesófilos, procedentes de las zonas montañosas aledañas, y más probablemente del sector oriental de la provincia de Castellón.

Más información

Parra (1983), Planchais & Parra (1984)

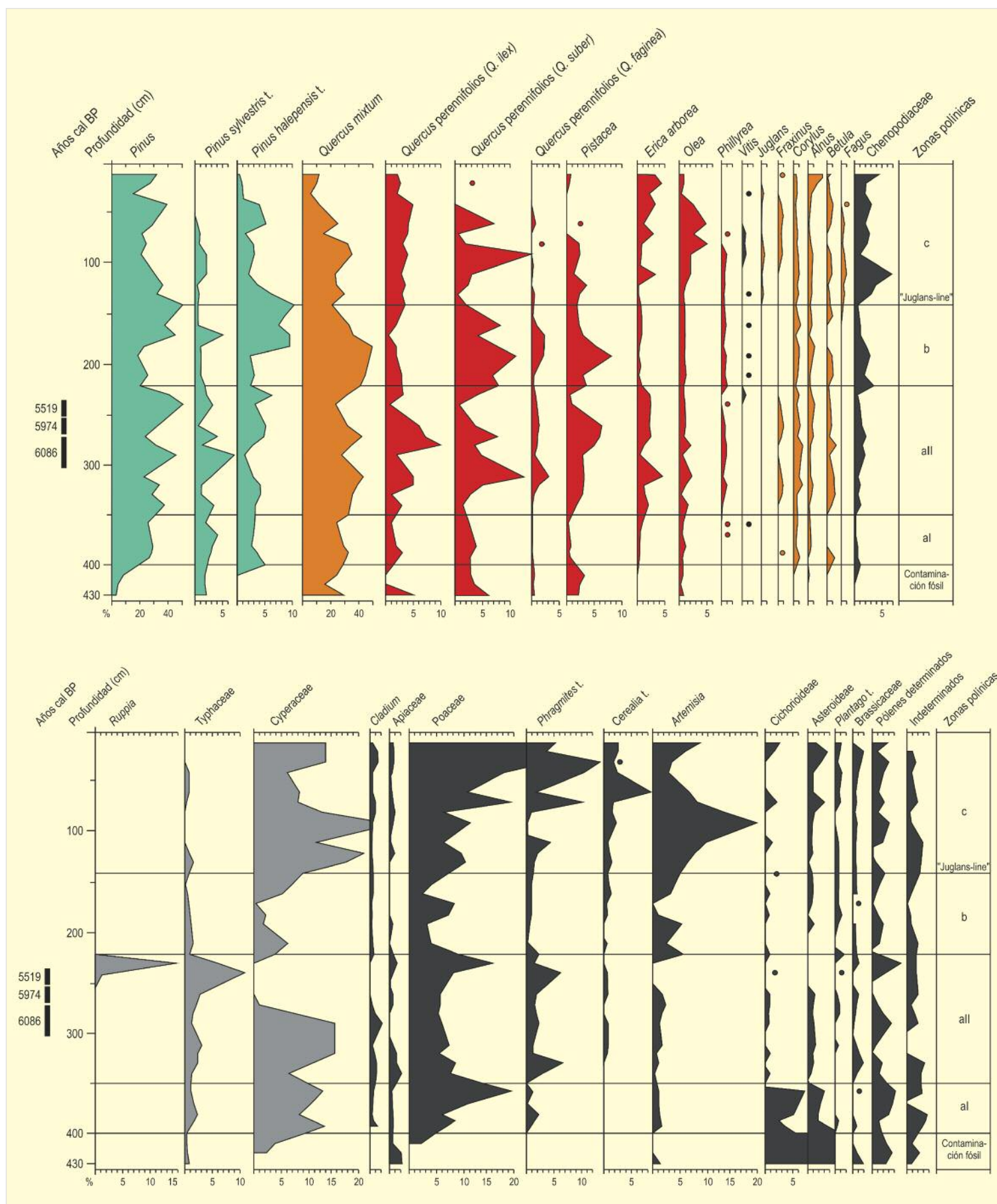


Figura 687. Diagrama polínico de Casablanca Almenara, Castellón. Redibujado de Parra (1983)

TORRE LA SAL

Ribera de Cabanes, Cabanés, Castellón
Holoceno (Neolítico-época islámica)



Y. CARRIÓN-MARCO

Figura 688. Vegetación actual de los humedales costeros cercanos al yacimiento

El yacimiento de Torre la Sal se sitúa en la línea de costa, entre las localidades de Torreblanca y Oropesa (Castellón), a $40^{\circ} 07' 51''$ N, $00^{\circ} 09' 47''$ E; enmarcado entre el Desert de les Palmes y el Prat de Cabanes. El Parque Natural del Prat de Cabanes-Torreblanca constituye una zona húmeda, litoral y fuertemente salina, en la que crecen numerosas especies halófilas (Fig. 688). Por otro lado, el Desert de les Palmes alberga hasta 600 es-

pecies típicas de la flora mediterránea, entre las que se encuentran pequeños bosquetes de carrascas y alcornoques, actualmente en regresión.

La intervención se llevó a cabo sobre una extensa superficie del yacimiento en el marco del P.A.I. de Torre la Sal, y puso de manifiesto la existencia de un gran número de estructuras excavadas en cuyo interior se documentó la presencia constante de restos de madera carbonizada. Este material es probablemente producto de vertidos sucesivos de combustible y otros desechos durante los periodos de ocupación, que cubren una secuencia cronológica discontinua desde el Neolítico hasta época islámica; en ella se registran los principales taxones vegetales explotados en cada una de las fases de ocupación del lugar.

En general, destaca la presencia de *Pinus* y *Juniperus* (Fig. 689), así como de un amplio abanico de especies de matorral que conformarían un paisaje abierto característico de las zonas prelitorales, mientras que las montañas circundantes podrían albergar la presencia de caducifolios y pinos.

A lo largo de toda la secuencia se aprecia esta dualidad de explotación de leña en el llano y en la montaña, ya que se documentan taxones característicos de ambos ámbitos. En este sentido, es interesante resaltar que se han identificado al menos tres

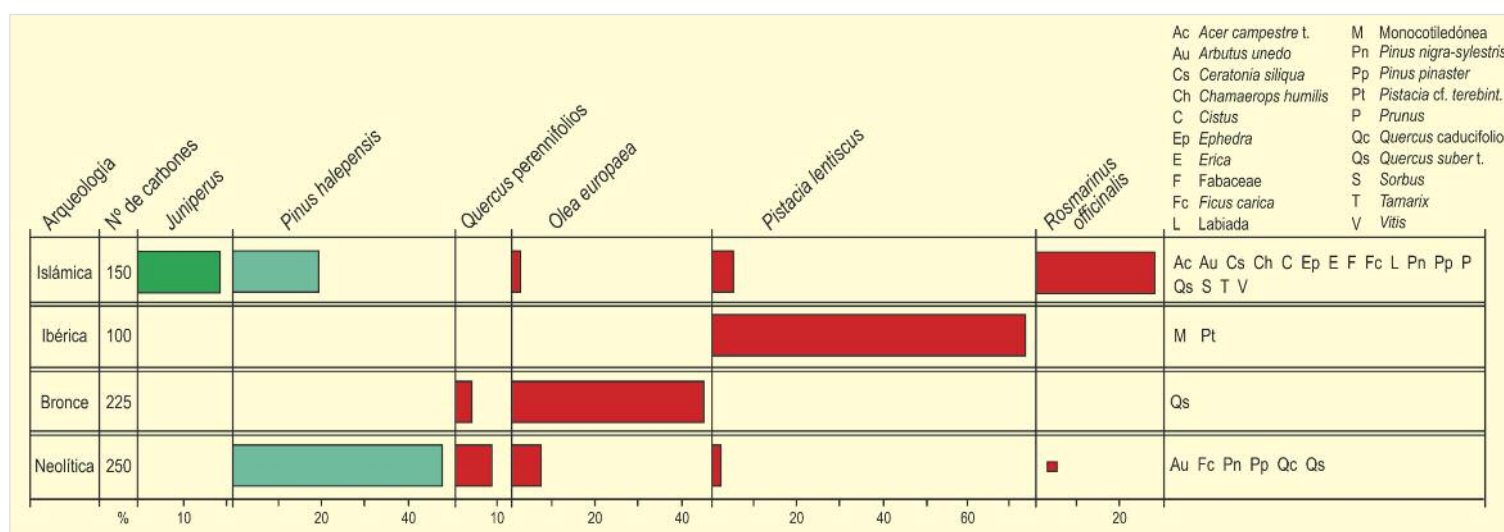


Figura 689. Diagrama antracológico del yacimiento de Torre la Sal. Redibujado de Carrión-Marco (2009)

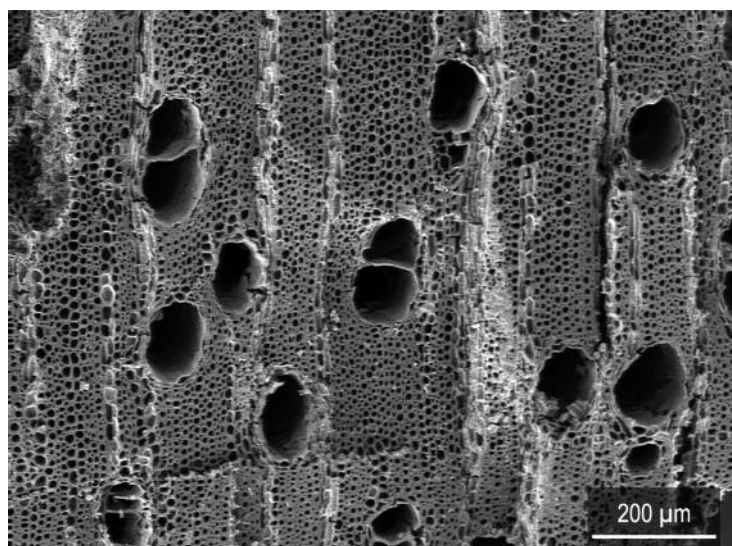


Figura 690. Corte transversal de un carbón de *Ficus carica* a M.E.B.

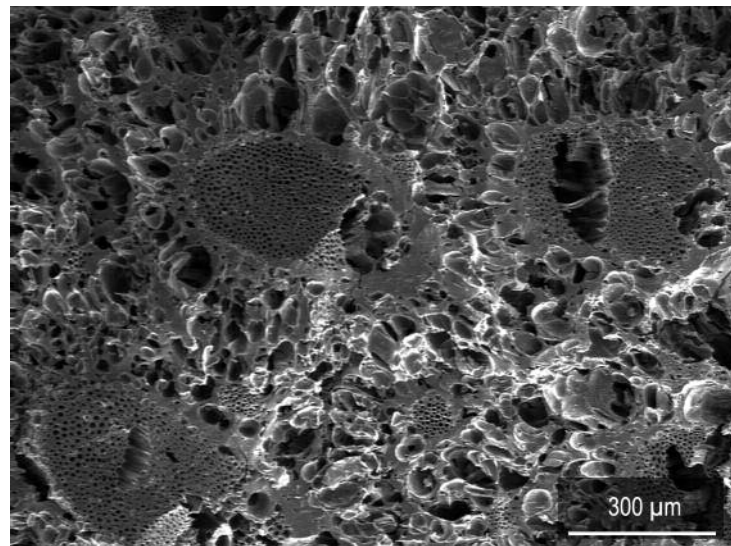


Figura 691. Corte transversal de un carbón de *Chamaerops humilis* a M.E.B.

especies de pino: los pinos de montaña (*Pinus nigra/sylvestris*), el más termófilo de la serie (*P. halepensis*) y otros con preferencias edáficas marcadas hacia los suelos ácidos (*P. pinaster*). La concurrencia de estos pinos en el carbón es probablemente el resultado de un amplio radio de recolección de madera que cubriría estos ecosistemas, aunque también debe de influir el hecho de que se trate de una zona de rápida transición entre varios pisos bioclimáticos, con la existencia de montañas cercanas a la costa.

Existen diferencias significativas en cuanto a la frecuencia de los taxones identificados en las diferentes fases (Fig. 68g), que deben de responder tanto a la desigual cantidad de carbón recuperado en cada una, como a su procedencia variada. Así, durante la fase neolítica se observa una utilización mayoritaria de madera de pino carrasco, de carrasca o coscoja y de acebuche. Para la Edad del Bronce, es *Olea europaea* el taxón mejor representado.

Para época ibérica contamos con un registro muy limitado, ya que todo el carbón disponible procedía de una única estructura de combustión; en todo caso, los resultados permiten documentar la presencia de lentisco y acebuche.

Finalmente, en época islámica dominan los pinos, los enebros y el romero, aunque destaca la riqueza de taxones documentados; éstos proceden de diferentes ambientes ecológicos, estando representados la flora de montaña (*Pinus nigra-sylvestris*), el matorral termomediterráneo (*Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Chamaerops humilis*), plantas halófilas de medios costeros (*Ephedra* y *Tamarix*) y posibles cultivos (*Olea europaea*, *Vitis*, *Prunus* y *Ceratonia siliqua*).

Más información

Carrión-Marco (2009)

LES JOVADES Y NIUET

Valle del río Alcoi, Alicante

Holoceno (5540-4970 años cal. BP)



Figura 692. Situación de los poblados de Les Jovades y Niuet vistos desde la Cova de l'Or en el valle del río Serpis (Alicante)

A lo largo del III milenio antes de nuestra era, el valle del río Alcoi o Serpis estaba ocupado por sociedades campesinas cuyas aldeas se encuentran distribuidas por su ribera así como en la de sus tributarios, controlando zonas aptas para el cultivo y el pasto. Los proyectos de prospección y excavación dirigidos por J. Bernabeu dieron luz a varios de estos yacimientos donde se han podido documentar los testimonios de estas comunidades, además de interesantes ecofactos que constituyen parte del patrimonio cultural y biológico de aquella época (Bernabeu *et al.* 1993, 1994). Los poblados neolíticos de Les Jovades (38° 45' 20" N, 00° 25' 51" O; 400-430 m s.n.m.) y Niuet (38° 46' 33" N, 00° 25' 25" O; 350 m s.n.m.) están bastante próximos en el tiempo y en el espacio (Fig. 692). Efectivamente, están a unos tres kilómetros de

distancia a vuelo de pájaro y las dataciones radiocarbono muestran una ocupación simultánea o con pocas diferencias cronológicas que a *grosso modo* quedan insertadas en el III milenio BC (Tabla. 168). También comparten un mismo tipo de asentamiento con arquitectura perecedera, fosos de diferentes tamaños y gran número de silos de almacenamiento distribuidos por toda el área de ocupación, demostrando la capacidad productiva de estas gentes.

El valle cruza varios pisos bioclimáticos, pero a su paso por estos yacimientos las condiciones medioambientales son de tipo mesomediterráneo con una temperatura media anual de 16°C, mientras que las precipitaciones son de tipo seco con una media anual en Cocentaina de 590 mm. El valle está completamente

Ref. Lab.	Nivel	Yacimiento	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-43235	129-N I	Jovades-87	4660 ± 90	5390	carbones	convencional
Beta-43236	129-N II	Jovades-87	4810 ± 60	5540	carbones	convencional
Beta-57293	165-N I	Jovades-91	4370 ± 60	4970	carbones	convencional
Beta-75223	Sector A-N I	Niuet	4460 ± 60	5110	<i>Quercus</i>	convencional
Beta-75222	Sector A-N II	Niuet	4490 ± 60	5150	<i>Quercus</i>	convencional

Tabla 168. Fechas radiocarbono de Les Jovades y Niuet (Bernabeu *et al.* 1993, 1994)

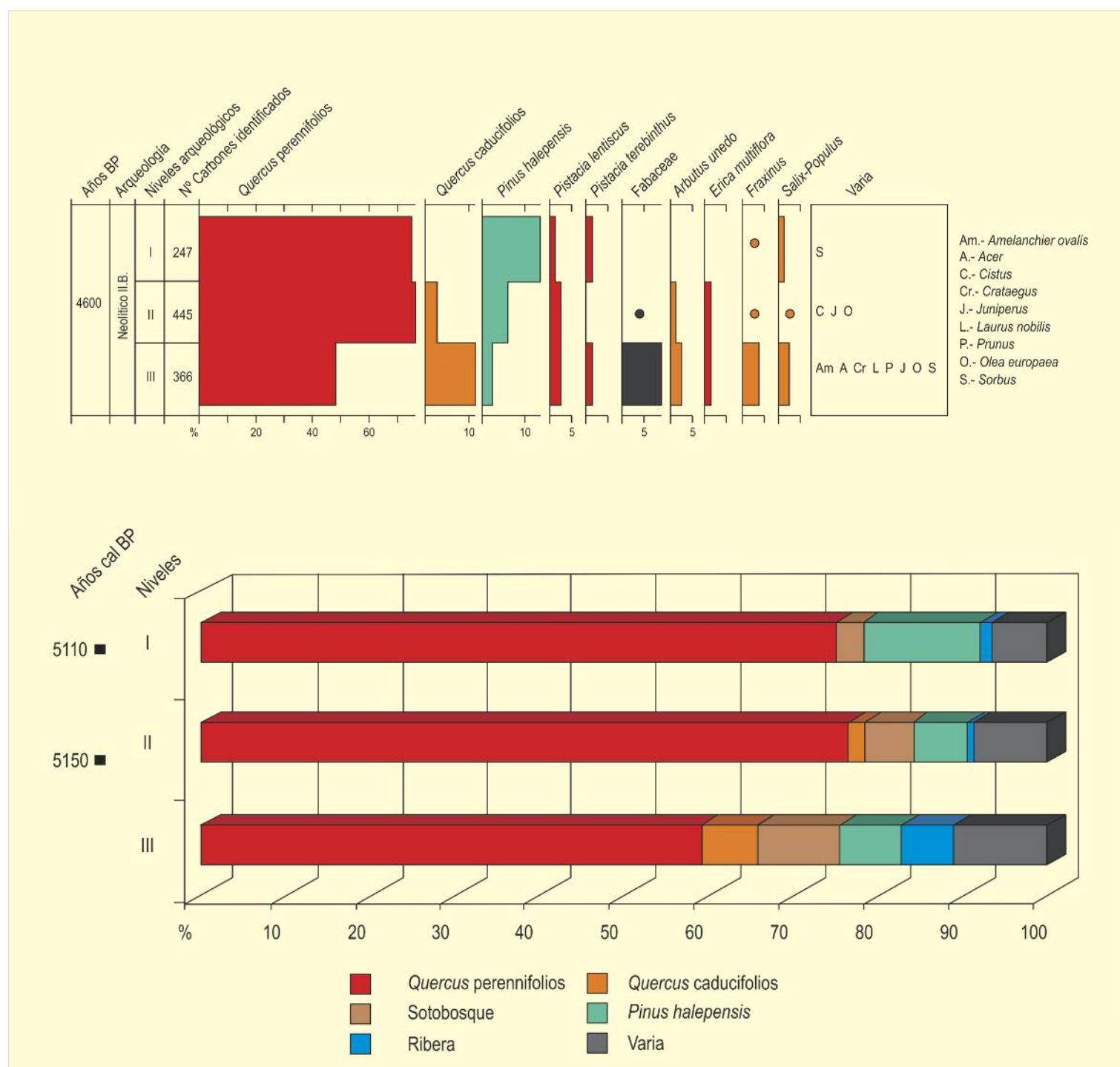


Figura 693. Diagrama antracológico de Niuet. Redibujado de Badal et al. (1994)

cultivado de tal modo que la vegetación natural se limita a la ribera y pequeños rodales de matorral con pinos carrascos. No obstante, un buen ejemplo de los bosques de la zona se conserva en la Font Roja de Alcoi, con magníficos ejemplares de carrascas y quejigos. En las montañas circundantes la vegetación natural ha sufrido reiterados incendios así que, actualmente, tiene un aspecto de matorral con *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, *Rhamnus*, etc. En las solanas puede haber *Olea europaea* var. *sylvestris* y en las umbrías se mantienen *Quercus rotundifolia* y *Fraxinus ornus*, entre otros.

El carbón de estos yacimientos tiene dos procedencias, en el caso de Niuet se ha construido el diagrama con el carbón hallado disperso por los tres niveles estratigráficos que tenía el poblado y por el contenido en dos silos amortizados (Figs. 693 y 694). En Les Jovades, (Figs. 695 y 696) todo el carbón se recuperó en los silos, cuyo último uso fue como basureros. Los resultados antracológicos son similares en todos los casos y son pocas las diferencias. La dominancia de *Quercus perennifolios* es constante y supera el 50% de los restos carbonizados en todos los contextos. Por la anatomía de la madera no se ha podido distinguir entre carrasca y coscoja y es

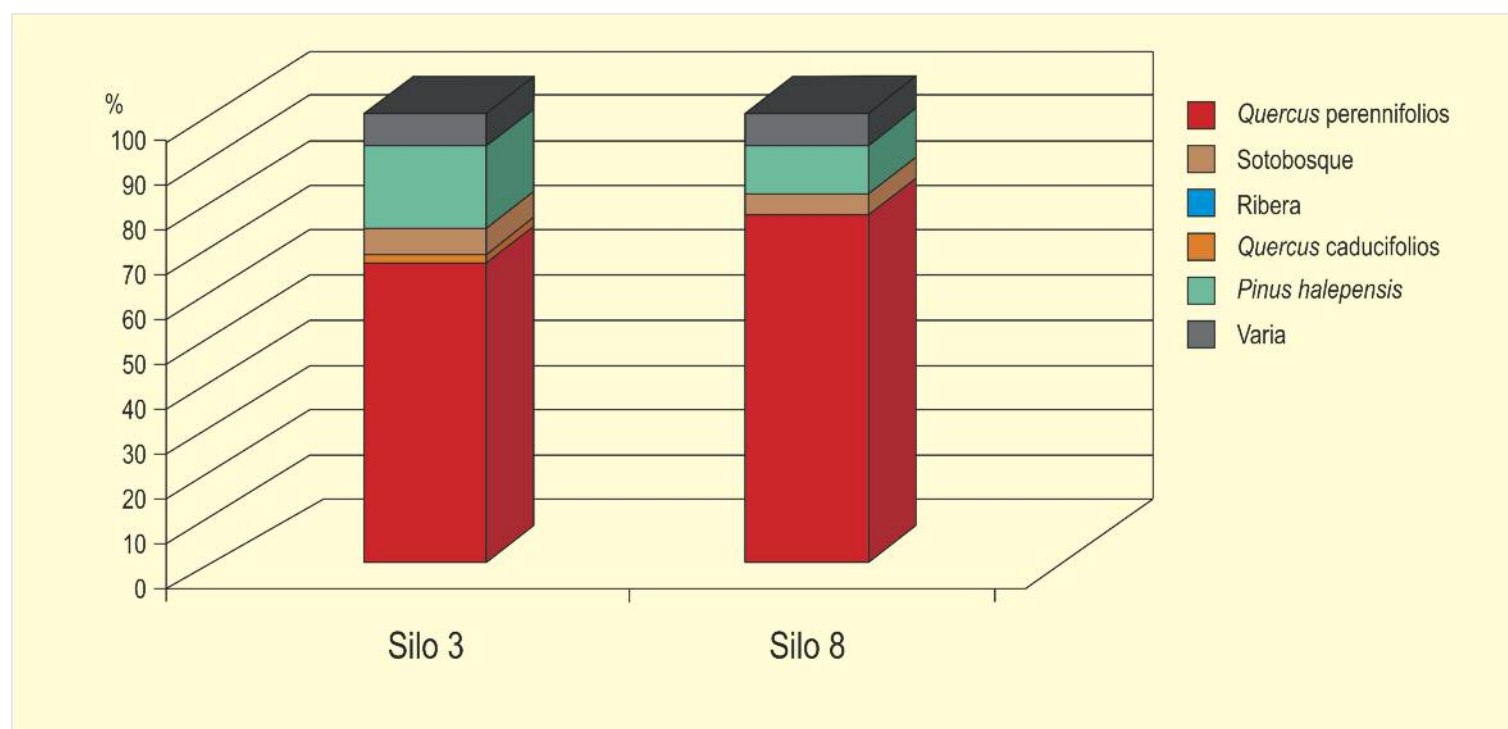


Figura 694. Histogramas de los taxones identificados en dos silos de Niuet

probable que se encuentren las dos en el conjunto de los carbones, pero no tenemos pruebas contundentes que lo confirmen. *Quercus caducifolia* está presente pero con pocos carbones, solamente en un silo de Les Jovades el 35% de los restos eran de este grupo.

Dentro de la categoría de "sotobosque" hemos incluido los restos carbonizados de *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Arbutus*

unedo, *Acer*, fabáceas leñosas, *Erica multiflora*, *Rhamnus* y/o *Phillyrea*, *Cistus*, *Juniperus*, *Sorbus*, *Crataegus*, etc. Este conjunto representa del orden del 5-10% de los restos carbonizados y constituyen una lista de flora que puede vivir en los bosques de *Quercus* tanto perennifolios como caducifolios (como puede verse en la flora de la Font Roja de Alcoi). No obstante, también pueden llegar a formar bosquetes de cierta altura y de marcado carácter mediterráneo. A

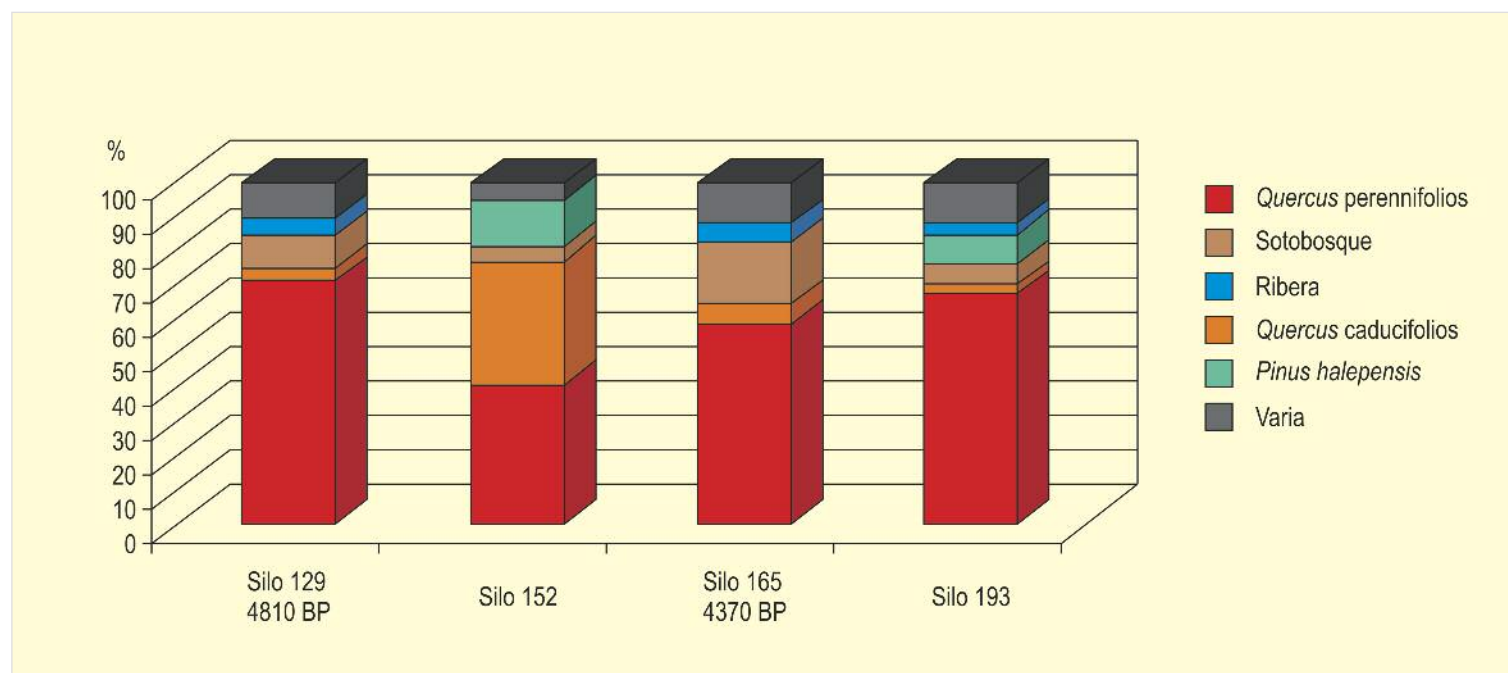


Figura 695. Histogramas de los taxones identificados en varios silos de Jovades y Niuet

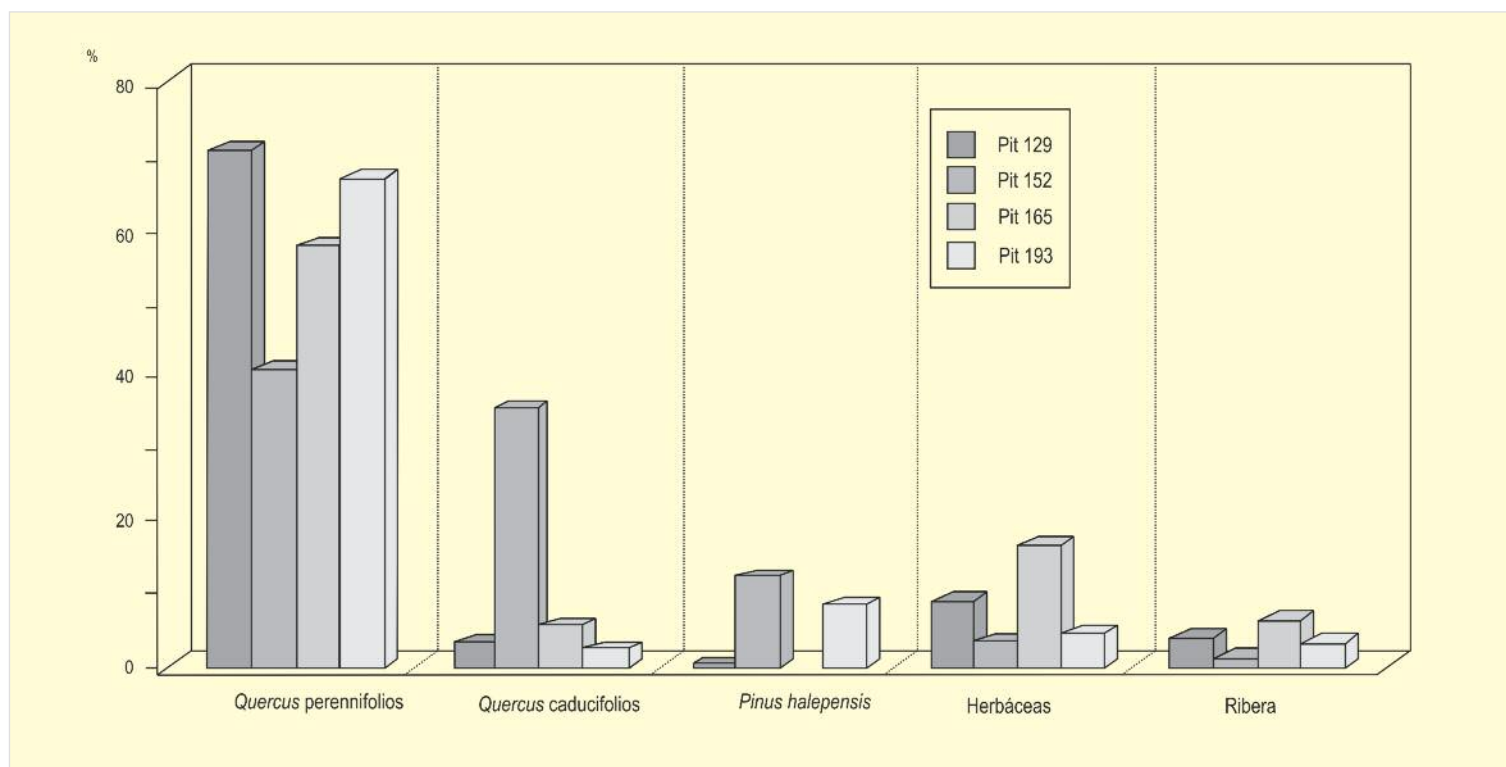


Figura 696. Resultados antracológicos de Les Jovades. Redibujado de Badal *et al.* (1994)

pesar de la diversidad floral son pocos los restos de este conjunto, lo que nos conduce a interpretarlo como sotobosque de las formaciones de quercíneas, y que fue poco utilizado como leña para los fuegos de los poblados. La débil frecuencia de *Olea europaea* var. *sylvestris* en estos poblados es un indicador térmico y viene a demostrar que el fondo del valle del río Serpis es más frío que la ladera sur de la Sierra del Benicadell donde se sitúa la Cova de l'Or y los restos de *Olea* son mucho más abundantes.

Los pocos restos carbonizados de *Pinus halepensis* pueden indicar que, durante el tercer milenio BC, estos pinares formarían pequeños bosquetes en el valle del Serpis como también lo demuestran los datos de Cova de l'Or, Mas d'Is, etc. (Badal *et al.* 1994, Carrión-Marco 2005). Por tanto, las condiciones de temperatura, humedad y densidad demográfica todavía permitían sobrevivir a las quercíneas aunque, como vemos, están siendo seleccionadas para leña masivamente y puede que para otras actividades como abrir claros en el bosque para los campos de cultivo, las sendas y las veredas, las zonas de almacenamiento y el hábitat, etc. En definitiva, vemos que el bosque de quercíneas es el más utilizado,

aunque no vemos fases de cambio o retroceso en los resultados antracológicos, ésto puede ser debido al periodo de ocupación de estos poblados que es relativamente corto (300-400 años) y al propio método antracológico que necesita secuencias muy largas de ocupación para ver los cambios en el paisaje vegetal.

Los poblados de Les Jovades y de Niuet están situados a orillas del río Serpis, sin embargo, la vegetación de la ribera no es muy utilizada como leña para el fuego. Se ha identificado *Fraxinus*, *Laurus nobilis*, *Salix* y/o *Populus* en pequeñas cantidades; quizás esta flora fuera más utilizada para otras actividades que no dejan rastro arqueológico, como forraje y pasto para el ganado. Las choperas y las fresnedas son lugares muy aptos para el ganado vacuno, lanar y cabrío y a veces sí queda constancia de esta actividad en las cuevas (Badal 2002, Carrión-Marco *et al.* 2006).

Más información

Bernabeu & Badal (1990), Bernabeu & Badal (1992), Badal *et al.* (1994)

AVENC DELS DOS FORATS

Carcaixent, Valencia
Holoceno

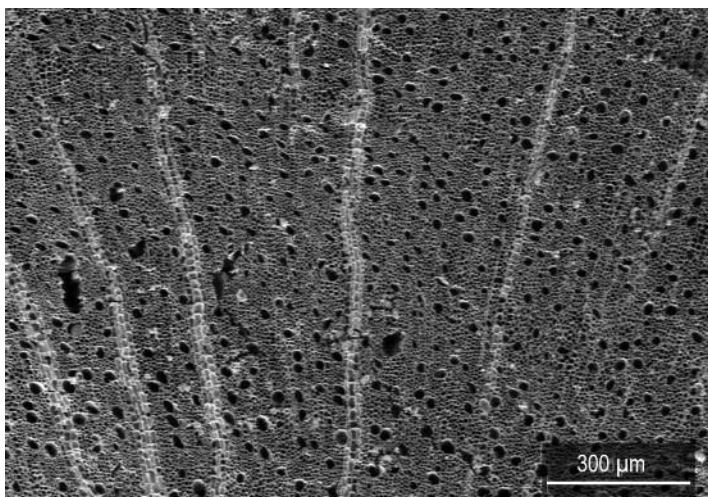
El Avenc dels Dos Forats, también conocido como Cova del Monedero, es una sima que se abre en una pequeña meseta situada en la Serra del Realeng, a 186 metros de altitud

sobre el Barranc de Pau, perteneciente a la red tributaria del río Júcar. Sus coordenadas son 39° 06' 26" N y 00° 24' 58" O. El clima actual es de tipo temomediterráneo, con una media de precipita-



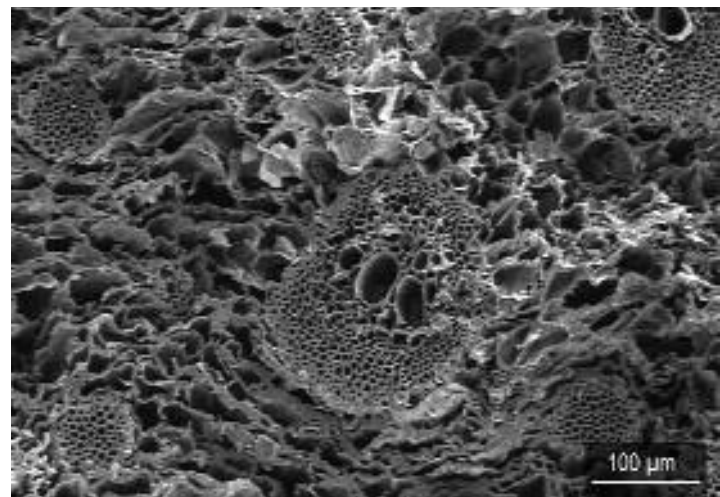
A. JUZQUEZARTES

Figura 697. Paraje de Carcaixent en las proximidades a la cueva



Y. CARRIÓN-MARCO

Figura 698. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de *Erica*



Y. CARRIÓN-MARCO

Figura 699. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de monocotiledónea

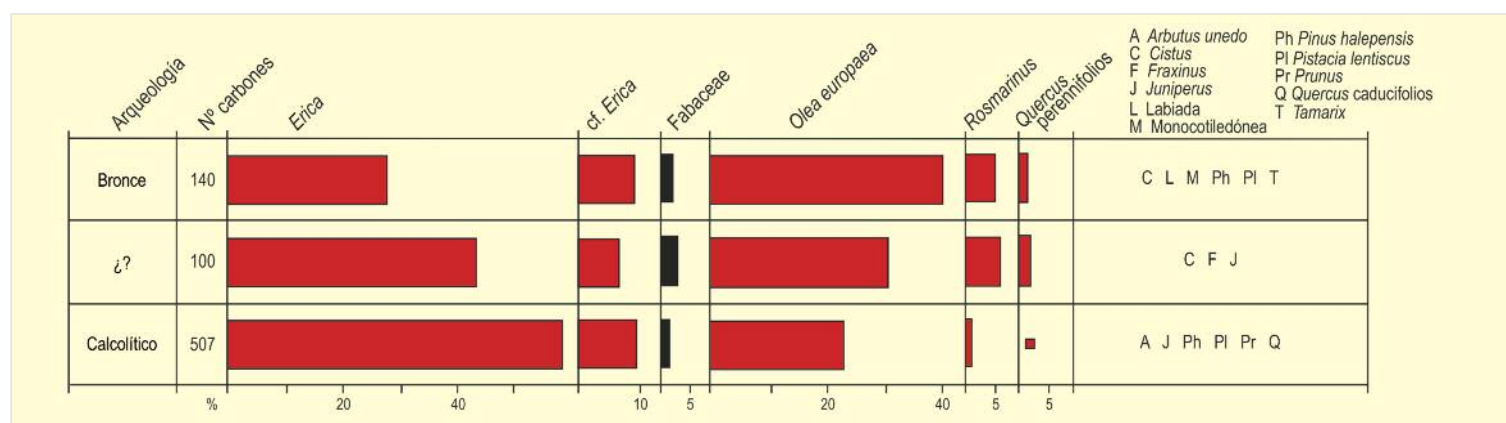


Figura 700. Diagrama antracológico del Avenc dels Dos Forats. Redibujado de García-Puchol et al. (2010)

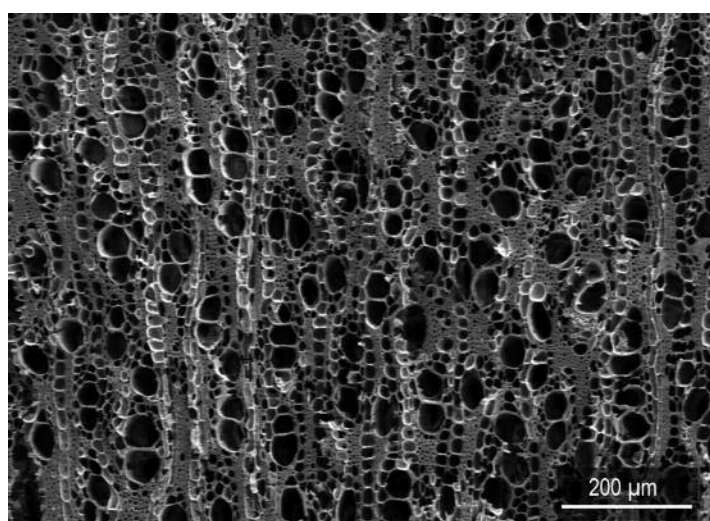


Figura 701. Imagen al M.E.B. del corte transversal de un carbón de Olea europaea

ciones de 600-800 mm anuales. Actualmente, la Serra del Realeng en el entorno del yacimiento se encuentra muy antropizada: la gran calidad del suelo en la llanura de inundación del Júcar favoreció una intensa ocupación humana y agrícola, con la subsiguiente deforestación temprana de esta zona.

El carbón recuperado en el Avenc dels Dos Forats se encontraba disperso por los niveles arqueológicos de tres sondeos realizados en diversas cavidades de la sima. Tras su correlación, se aprecia como los niveles cubren una secuencia discontinua desde el Calcolítico hasta época islámica, documentándose un nivel de enterramiento de cronología calcolítica en la base de los tres sondeos. El análisis antracológico (Fig. 700) se ha realizado en los niveles adscritos al Calcolítico y a la Edad del Bronce, siendo el límite entre ellos aún impreciso.

En los carbones analizados se evidencia cierta riqueza taxonómica, aunque, porcentualmente, se da un dominio de unos

pocos taxones, sobre todo Erica, Olea europaea y Rosmarinus officinalis. Existe, pues, un claro predominio de taxones arbustivos, siendo numerosos los que pertenecen a series de sustitución, caso de los brezos; aunque no se pueden identificar las especies de este género en base a la anatomía de su madera, la observación de al menos dos tipos diferentes nos lleva a pensar que debían de coexistir varias especies en el lugar. También están presentes, entre otros, las fabáceas, el pino carrasco, las jaras y el lentisco, completando así algunos de los taxones más característicos del matorral termomediterráneo. Quercus caducifolios, Fraxinus y Prunus constituyen los únicos taxones caducifolios que se han identificado, aunque de forma muy puntual. Éstos podrían localizarse en enclaves húmedos o formando parte de la vegetación de ribera.

El conjunto de taxones identificados en la secuencia prehistórica del Avenc permite inferir la presencia de formaciones de matorral esclerófilo termomediterráneo con pocos elementos arbóreos en las inmediaciones del yacimiento.

La dominancia de brezos y acebuche puede indicar una intensa deforestación, o bien que el territorio explotado por los ocupantes de la cueva estuviera restringido a los roquedos y zonas de solana en las inmediaciones de la entrada a la misma donde podrían abundar estas especies.

La imagen de la vegetación ofrecida por el carbón del Avenc es coherente con un momento de deforestación generalizada que se observa en la franja termomediterránea, tras los primeros 500-1000 años de instalación de la agricultura en la zona y que se acentúa hacia el 4500 años BP, con la expansión de matorrales con brezos, leguminosas y romero, entre otros.

Más información

García-Puchol et al. (2010)

LA LLOMA DE BETXÍ

Río Turia, Paterna, Valencia
Holoceno (4080-3710 años BP)



G. PÉREZ-JORDÁ

Figura 702. Vista aérea del yacimiento de La Lloma de Betxí, Valencia

La Lloma de Betxí es un poblado de la Edad del Bronce situado en una pequeña elevación cercana al río Turia (39° 31' 36" N, 00° 30' 35" O; 99 m s.n.m.). La parte superior, está ocupada por

dos grandes habitaciones comunicadas por un vano, además de un corredor estrecho adosado al lado oeste. A ella se adosan igualmente una tercera habitación en el extremo norte y una cisterna en

Muestra	Años BP	Años cal. BP	Años cal BC	Método
<i>Pinus halepensis</i>	3565 ± 55	3860	1992-1846	convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3725 ± 60	4080	2229-2045	convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3645 ± 65	3980	2143-1925	convencional
Cereal	3440 ± 70	3710	1870-1660	convencional
Cereal	3460 ± 80	3730	1885-1670	convencional
Cereal	3640 ± 70	3980	2120-1900	convencional
<i>Pinus halepensis</i>	3500 ± 60	3780	1900-1740	convencional

Tabla 169. Dataciones radicarbónicas del yacimiento de La Lloma de Betxí (Pérez-Jordá 1998)

Nivel	Frecuencia	
	I	II
Plantas cultivadas		
<i>Triticum monococcum</i>	2	1
<i>Triticum aestivum-durum</i>	19	1
<i>Hordeum vulgare</i>	19	2
<i>H. vulgare var. nudum</i>	5	1
<i>Lens</i>	1	
<i>Pisum</i>	4	
<i>Vicia faba</i>	1	
<i>Vicia</i>	1	
<i>Rubus fruticosus</i>	1	
<i>Vitis vinifera</i>		1
Plantas silvestres		
<i>Aegilops</i>	1	
<i>Ajuga</i>	1	1
<i>Avena</i>	2	
<i>Bromus cf. sterilis</i>	6	
<i>Bromus</i>	1	1
<i>Carex</i>	2	
<i>Centaurea</i>	2	
<i>Chenopodium</i>		1
Cruciferae	1	1
<i>Malva</i>	3	
<i>Medicago</i>	2	
<i>Lolium</i>	4	1
<i>Oxalis</i>	1	
<i>Phalaris</i>	5	
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	

Tabla 170. Frecuencias de aparición de especies en el yacimiento (Pérez-Jordá 1998)



Figura 703. Cariópside de *Triticum aestivum-durum*

el sur (Fig. 702). Se trata de una construcción de mampostería que presenta en la cara interior y en la exterior un revoco de tierra y que ha sido interpretada como un pequeño caserío habitado por un reducido número de personas dedicado a la explotación agrícola y ganadera del entorno (De Pedro 1998). Para el yacimiento se cuenta con varias dataciones radiocarbónicas (Tabla 169).

El entorno bioclimático es termomediterráneo, con una vegetación bastante degradada y caracterizada por una pinada de *Pinus halepensis*, con presencia puntual de *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex* y *Chamaerops humilis*, con una vegetación de ribera totalmente alterada por los cultivos actuales.

Los datos paleocarpológicos fueron publicados junto a la memoria de la excavación (De Pedro 1998) y corresponden a los dos niveles de ocupación detectados en este asentamiento (Tabla 170). Los materiales recuperados en las dos fases de ocupación son mayoritariamente diferentes concentraciones de cereal que en algunos casos han aparecido en el interior de vasos cerámicos o asociadas a ellos. Se trata de conjuntos monoespecíficos de trigo desnudo (*Triticum aestivum-durum*) (Fig. 703) y, en menor medida, de cebada (*Hordeum vulgare*).

La presencia de otras especies de cereal como la escanda (*Triticum dicoccum*), la escaña (*Triticum monococcum*) o la cebada desnuda (*Hordeum vulgare var. nudum*) es prácticamente marginal. Se documenta, además, la presencia de otras especies cultivadas mezcladas en estos conjuntos: lentejas (*Lens culinaris*) y guisantes (*Pisum sativum*).

Las escasas malas hierbas aparecen representadas por *Aegilops*, *Avena*, *Bromus cf. sterilis*, *Carex*, *Centaurea*, *Malva*, *Medicago*, *Lolium* y *Phalaris*. Igualmente, se han recuperado algunos frutos silvestres recolectados como uva (*Vitis*), zarzamora (*Rubus fruticosus*) y bellotas (*Quercus*), siendo estas últimas las únicas que aparecen en pequeñas concentraciones que demuestran su importancia como recurso alimenticio.

Más información

Pérez-Jordà (1998)

L'ALT DE BENIMAQUIA

Denia, Alicante
Holoceno

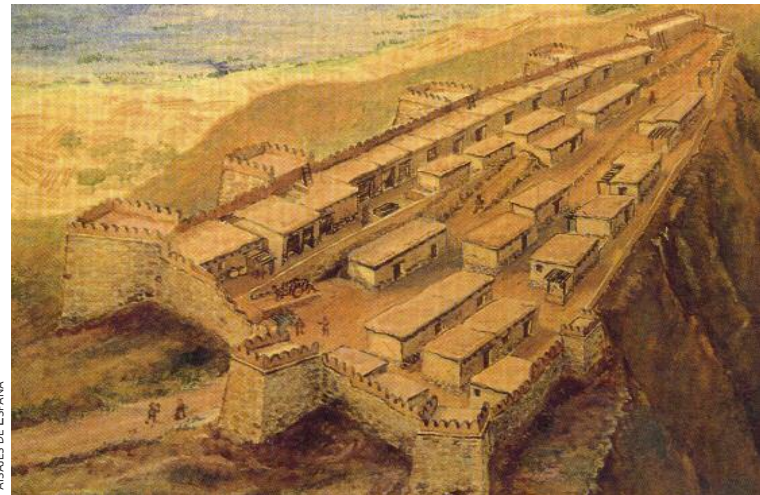


Figura 704. Foto aérea del yacimiento ibérico fortificado de L'Alt de Benimaquia (izquierda) y reconstrucción del mismo (derecha)

L'Alt de Benimaquia	
Plantas cultivadas	
<i>T.monococcum/dicocum</i> (horquilla)	1
<i>Triticum aestivum-durum</i>	381
<i>Triticum</i>	2
<i>Hordeum vulgare</i>	7391
<i>Hordeum</i>	1223
<i>H. vulgare</i> (raquis)	11
Fabaceae	1
<i>Vicia sativa</i>	1
<i>Pisum/Vicia</i> tipo	2
<i>Olea europaea</i>	1
<i>Vitis vinifera</i>	6879
Fruto indet.	1
Plantas silvestres	
<i>Avena</i>	6
Brassicaceae	3
<i>Galium</i>	2
<i>Lolium</i>	1
<i>Lolium temulentum</i>	6
<i>Pistacia lentiscus</i>	1
<i>Polygonum convulvulus</i>	1
<i>Polygonum</i>	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1
Indet.	13

Tabla 171. Datos carpológicos del poblado ibérico L'Alt de Benimaquia

Este yacimiento se encuentra situado en Denia, dentro de la provincia de Alicante, muy cerca de la costa, en un cerro que forma parte de la estribación sur-occidental del macizo del Montgó (38° 49' 02" N, 00° 04' 26" E; 225 m s.n.m.). La vegetación actual en el área se encuadra en el piso termomediterráneo aunque éste aparece muy alterado debido a los incendios y la intensidad del cultivo en bancales actualmente abandonados. Sólo se conservan algunos restos de carrascal (*Quercus ilex*), siendo el coscojar (*Quercus coccifera*) y las repoblaciones de pino carrasco (*Pinus halepensis*) las masas dominantes.

El yacimiento es un poblado ibérico fortificado, rodeado por una muralla a la que se adosan 6 torres (Fig. 704). La parte excavada se limita al ángulo nordeste en el que se delimitaron una serie de habitaciones y un conjunto de lagares para la producción de vino. La ocupación se extiende entre finales del siglo VII y la primera mitad del siglo VI BC, lo que lo convierte en la instalación de producción vinícola más antiguo de la Península Ibérica.

El estudio carpológico de L'Alt de Benimaquia ha sido realizado por Gómez-Bellard *et al.* (1993) y Pérez-Jordà *et al.* (2007). Las especies identificadas a partir de las semillas y frutos recuperados corresponden tanto a especies cultivadas como a silvestres (Tabla 171). Entre las primeras se documenta el cultivo de cereales, frutales y leguminosas, siendo los cereales el grupo más abun-



Figura 705. Vistas de las tierras de Denia desde el macizo del Montgó en las proximidades al yacimiento

dante, aunque se observa una destacada presencia de frutales, mientras que las leguminosas poseen una muy reducida representación.

Los dos únicos cultivos de cereales constatados son los de la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) y los trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*), con un claro predominio de la cebada, hecho que quizá pueda relacionarse con la escasa calidad de los suelos del entorno. Entre los frutales se documentan la vid y el olivo, destacando especialmente el primero. La gran cantidad de restos de *Vitis vinifera*, junto a la presencia de lagares, pone de manifiesto la importancia de la producción de vino en este asentamiento.

El yacimiento l'Alt de Benimaquia, es uno de los ejemplos de la rápida introducción de la arboricultura en la agricultura indí-

gena, al menos desde el siglo VII BC (Gómez-Bellard *et al.* 1993, Pérez-Jordà *et al.* 2007).

La documentación de leguminosas es muy escasa y sólo podemos constatar el cultivo de las leguminosas como la veza (*Vicia sativa*) y posiblemente el guisante (*Pisum sativum*). La vegetación silvestre corresponde mayoritariamente a plantas ruderales y adventicias (*Lolium*, *Phalaris*, *Galium*, *Polygonum*, etc.), junto a otras, cuya presencia hay que explicar a partir de su uso como material de construcción o como combustible (*Pistacia lentiscus* y *Rosmarinus officinalis*).

Más información

Gómez-Bellard *et al.* (1993), Pérez-Jordà *et al.* (2007)

EL CASTELLET DE BERNABÉ

Sistema Ibérico, Llíria, Valencia
Holoceno (periodo Ibérico)



Figura 706. Vista aérea del Castellat de Bernabé

El Castellat de Bernabé es un caserío ibérico de unos 1000 m² (39° 44' 28" N, 00° 41' 06" O; 440 m s.n.m.) que se encuentra sobre una pequeña elevación que domina el llano circundante en las estribaciones de la Sierra Calderona, en la comarca del Camp de Túria (Llíria, Valencia) (Fig. 706). Se encuentra justo en el límite entre el piso termomediterráneo y el mesomediterráneo y la vegetación actual, muy degradada, además de los campos de cultivos de olivos y almendros, sólo conserva matorrales de lentisco (*Pistacia lentiscus*) y de coscoja (*Quercus ilex coccifera*).

Este asentamiento rural estuvo dedicado a la explotación agraria y ganadera de su entorno, dentro del territorio articulado alrededor de la ciudad de Edeta, del cual forman parte además de la ciudad, una serie de fortines con funciones de control y diferentes aldeas y caseríos. Este poblado se crea a finales del siglo V BC y será destruido por un incendio a finales del siglo III o inicios del siglo II BC dentro del contexto de la II Guerra Púnica.

Los materiales carpológicos (Tabla 172) corresponden fundamentalmente a la fase final, que presenta un buen grado de

conservación gracias al incendio. Igualmente, se han recuperado unos escasos materiales de la fase inicial aunque de momento carecemos de elementos para valorar diferencias entre ambas.

Los restos de semillas y frutos (Tabla 172) corresponden tanto a especies cultivadas como a silvestres. Entre las primeras, se documentan tres grandes tipos de cultivos, los cereales, los frutales y las leguminosas. Los dos primeros presentan unas frecuencias similares y destacan con claridad sobre el tercero.

Los cereales documentados son la cebada vestida (*Hordeum vulgare*), los trigos desnudos (*Triticum aestivum-durum*), la escanda (*Triticum dicoccum*), el mijo (*Panicum miliaceum*), el panizo (*Setaria italica*) y la escaña (*Triticum monococcum*). Es cierto que sólo los tres primeros alcanzan frecuencias destacadas, mientras que la presencia de los últimos es muy puntual.

Hay una amplia diversidad de frutales cultivados, la vid (*Vitis vinifera*), el olivo (*Olea europaea*), la higuera (*Ficus carica*), el almendro (*Prunus dulcis*) y posiblemente el manzano o peral (*Malus/Pyrus*). Finalmente, entre las leguminosas se documentan

El Castellet de Bernabé		
Plantas silvestres	s. V aC	s. III-II aC
<i>Ajuga</i>		4
<i>Avena</i>		5
<i>Bifora testiculata</i>		6
<i>Calepina irregularis</i>		2
<i>Carex</i>		5
<i>Centaurea</i>		4
<i>Coronilla</i>		4
<i>Chenopodium</i>		129
<i>Euphorbia cf. helioscopia</i>		1
<i>Galium</i>		168
<i>Glaucium cf. corniculatum</i>		1
<i>Lithospermum arvense</i>		37
<i>Lolium</i>		1611
<i>Malva</i>		44
<i>Medicago</i>		13
<i>Melilotus</i>		1
<i>Neslia paniculata</i>		5
<i>Papaver</i>		53
<i>Phalaris</i>		9
<i>Plantago</i>		10
<i>Pistacia lentiscus</i>		131
<i>Polygonum</i>		13
<i>Quercus</i>		5
<i>Reseda phyteuma</i>		3
<i>Rosmarinus officinalis</i>		58
<i>Rosmarinus</i> (hojas)		497
<i>Sambucus nigra</i>		1
<i>Silene</i>		74
<i>Stipa tenacissima</i>		0
<i>Vaccaria pyramidata cf.</i>		1
<i>Verbena officinalis</i>		2
<i>Viola</i>		1

Tabla 172. Lista de especies identificadas en el yacimiento El Castellet de Bernabé

Plantas cultivadas	s. V aC	s. III-II aC
<i>Triticum monococcum</i>		3
<i>T. monococcum/dicocum</i> (glumas)		166
<i>T. dicocum</i>		18
<i>Triticum aestivum-durum</i>	1	55
<i>T. aestivum-durum</i> (raquis)		2
<i>Hordeum vulgare</i>	1	974
<i>Hordeum</i>		2
<i>Hordeum</i> (raquis)		610
<i>Panicum miliaceum</i>		16
<i>Setaria italica</i>		1
<i>Lathyrus cicera</i>		1
<i>Lathyrus sativus</i>		1
<i>Lathyrus</i>		2
<i>Lens culinaris</i>		1
<i>Pisum sativum</i>		3
<i>Vicia ervilia</i>		3
<i>Vicia faba</i> var. <i>minor</i>		3
<i>Vicia</i>		1
<i>Ficus carica</i>	5	9072
<i>Olea europaea</i>		129
<i>Prunus dulcis</i>		2
<i>Prunus</i>		2
Rosaceae		41
<i>Vitis vinifera</i>	1	982



Figura 707. Cariósides de cebada (*Hordeum vulgare*)

las guijas (*Lathyrus sativus* y *Lathyrus cicera*), la lenteja (*Lens culinaris*), el guisante (*Pisum sativum*), el yero (*Vicia ervilia*) y el haba (*Vicia faba*).

Entre las especies silvestres encontramos algunas que pueden haber sido recolectadas para el consumo humano como las bellotas (*Quercus*) y el saúco (*Sambucus nigra*), pero la gran mayoría son especies ruderales y adventicias (*Lolium perenne/rigidum*, *Malva*, *Papaver*, *Avena*, *Euphorbia helioscopia*, etc.), junto con otras cuya presencia se relaciona con la construcción del poblado, y que se conservaron gracias al incendio, como es el caso del romero (*Rosmarinus officinalis*).

Más información

Pérez-Jordà (2003)

G. PÉREZ-JORDÀ

VALENTIA

Ciudad de Valencia
Holoceno (~2000 años BP)

Valencia fue fundada, por los romanos en el año 138 BC, como una ciudad de llanura litoral mediterránea, a orillas del río Turia (39° 28' 34" N, 00° 22' 27" O), a escasos kilómetros de una costa deltaica salpicada de lagunas, barras arenosas y dunas. Para poder reconstruir como era el paisaje de *Valentia* contamos con algunos análisis antracológicos (Grau 1990a,b, 2002) de muestras procedentes de las excavaciones de niveles de época romana de Valencia, que se pueden completar con datos palinológicos (Dupré 1988) de yacimientos arqueológicos cercanos y de algunas turberas con niveles holocenos del País Valenciano.

Durante el período romano republicano, en los alrededores de *Valentia* existiría un cierto dominio del carrascal que iría descendiendo al tiempo que se produce un aumento de las formaciones donde los pinos carrascos son las especies dominantes. Las curvas de *Quercus perennifolia* y de *Pinus halepensis* son inversamente proporcionales según el diagrama antracológico de este yacimiento (Fig. 709). El momento de inflexión hacia una disminución de los bosques con encinas en favor de un aumento del pino carrasco con un



Figura 708. Excavaciones en Almoína (Valencia), año 2003

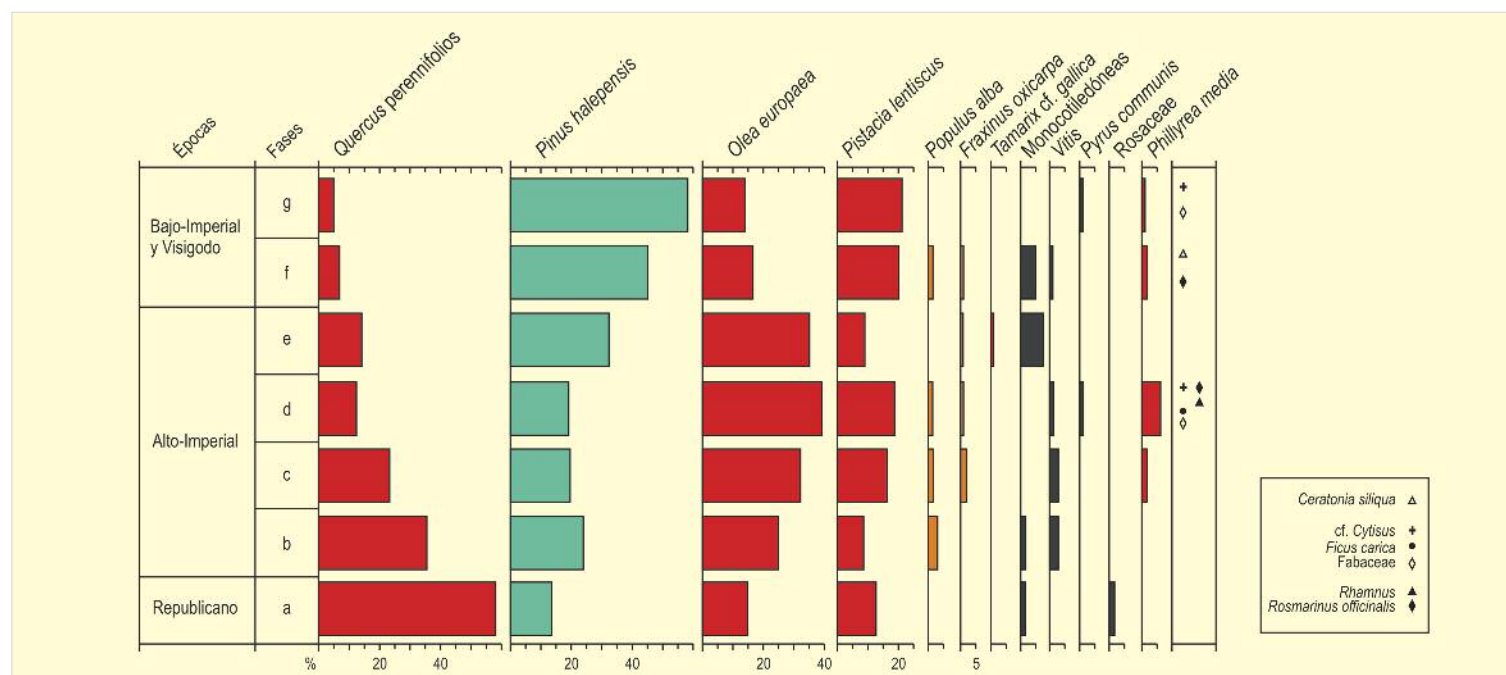


Figura 709. Diagrama antracológico de los Baños del Almirante de Valencia. Redibujado de Grau (1990b)



Figura 710. Reconstrucción de Valencia en época republicana

sotobosque con acebuches, lentiscos y otras especies de garriga, se produjo en el siglo I AD. Estas formaciones fueron en aumento durante toda la época del alto imperio y del bajo imperio. Al mismo tiempo que se reduce la extensión del carrascal y aumentan las pina-das y formaciones de garriga, se registra un incremento de los restos procedentes de especies cultivadas tales como el olivo, la vid y otros frutales (perales, higueras,...).

La frecuencia relativa de los restos de *Olea europaea* se incrementa durante el período altoimperial, muy probablemente en relación con el aumento de los olivares en el territorio cercano y con los restos de poda de estos olivos que se utilizarían como leña en la ciudad. Con la decadencia del imperio, el olivo declina en la zona.

También se puede señalar la existencia de una vegetación de ribera bastante estable que no muestra apenas cambios a lo largo de toda la secuencia antracológica (Fig. 709). La ciudad se construyó junto al río Turia y de sus orillas se obtenía leña de un bosque galería compuesto por diversos géneros como *Populus*, *Fraxinus* y *Tamarix*. También encontramos restos de monocotiledóneas que posiblemente fuesen carrizos. *Tamarix* y *Phragmites* pueden proceder también de las zonas de marjal que existían en los alrededores de la ciudad, mucho más extensas que en la actualidad o también de los barrancos y ramblas próximas.

Más información

Grau (1990a,b, 2002)

ISLAS BALEARES



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE LAS ISLAS BALEARES

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Algendar
2. Cala'n Porter
3. Cala Galdana
4. Ibiza
5. Es Grau
6. Albufera de Alcúdia
7. Santa Ponça
8. Cova des Càrritx

ALGENDAR

Ciudadella de Menorca, Menorca
Holoceno (9534 años cal. BP-actualidad)



M. Ruiz Díaz

Figura 711. Barranco de Algendar, Menorca

Algendar (39° 56' 58" N, 03° 58' 05" E; 21 m s.n.m.) es un pequeño curso fluvial del sur de la isla de Menorca. La zona final de este riachuelo se encajona entre abruptos relieves rocosos miocénicos propios de esta parte de la isla. El lugar de sondeo polínico se localiza en una zona elevada cercana a la desembocadura. En estas zonas litorales, en la llegada de los barrancos al mar, es frecuente encontrar zonas de agua dulce procedente de los propios riachuelos o de las abundantes cuevas naturales que allí se abren. Esta zona de la isla presenta un clima templado con temperaturas que registran ligeras variaciones a lo largo del año y en el que el elemento más característico es el viento. El régimen de precipitaciones se sitúa entre los 500 y los 600 mm anuales aunque las nieblas húmedas, muy propias de esta zona, contribuyen a un aumento poco desdeñable de la disponibilidad hídrica.

Hoy día las formaciones forestales más importantes son los pinares de *Pinus halepensis* y el encinar balearico, junto con matorrales de romero, brezales y lotos, instaurados en las zonas más húmedas de la isla. En áreas más degradadas se desarrollan

praderas de cardo blanco (*Galactites tomentosa*). La vegetación riparia autóctona está constituida principalmente por el sauce gatillo (*Vitex agnus-castus*) y la hierba doncella (*Vinca major*), especies que son sustituidas por tarayales halófilos a medida que nos acercamos a la costa. A nivel local se dan formaciones herbáceas higrófilas con lentejas de agua (*Lemna minor*) y berraza (*Apium nudiflorum*).

En la secuencia polínica (Fig. 712), con un total de 28,80 m, constituidos en su mayor parte por arcillas orgánicas, se observan dos momentos claramente diferenciados (Yll *et al.* 1994, 1997). La parte inferior (zona A) comprende aproximadamente la primera mitad del Holoceno (se dispone de una datación de 9534 años cal. BP a los 23,45 m de profundidad) y acaba a los 9,35 m en un momento datado en 5844 años cal. BP (Tabla 173). Esta zona se caracteriza fundamentalmente por el dominio de *Buxus* y *Corylus* (géneros prácticamente inexistentes en la actualidad en la isla) con importantes presencias de *Juniperus*, de *Quercus* (de tipo tanto perenne como caduco) y de *Ephedra fragilis*. Es también la que registra los valores más elevados de polen arbóreo y mayor frecuencia polínica absoluta.

Posteriormente, entre 5844 y 4785 años cal. BP, la zona B define los síntomas del brusco cambio que registra el paisaje de la isla y que se manifiesta por el arranque de la curva de *Olea* y de las ericáceas, que definirán el paisaje de la isla en esta segunda mitad del Holoceno (Yll *et al.* 1996). Simultáneamente, se detecta una progresiva disminución de *Buxus* y *Corylus*, aunque los valores de *Juniperus* todavía se mantienen muy elevados. La sustitución de *Buxus* y *Corylus* por *Olea* es un fenómeno exclusivo de las Islas Baleares (Burjachs *et al.* 1994, Yll *et al.* 1994) y la historia de estos taxones representa un ejemplo único de la complejidad del cambio de la vegetación durante el Holoceno (Pérez-Obiol *et al.* 1996, 2003, Pérez-Obiol & Yll 2002). En Algendar se observa una tendencia

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-80371	670	4090 ± 60	4622	AMS
Beta-80372	935	4940 ± 50	5844	AMS
Beta-80373	1560	6170 ± 70	7074	AMS
Beta-80374	2345	8550 ± 50	9534	AMS

Tabla 173. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Algendar (Menorca). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Yll *et al.* (1997)

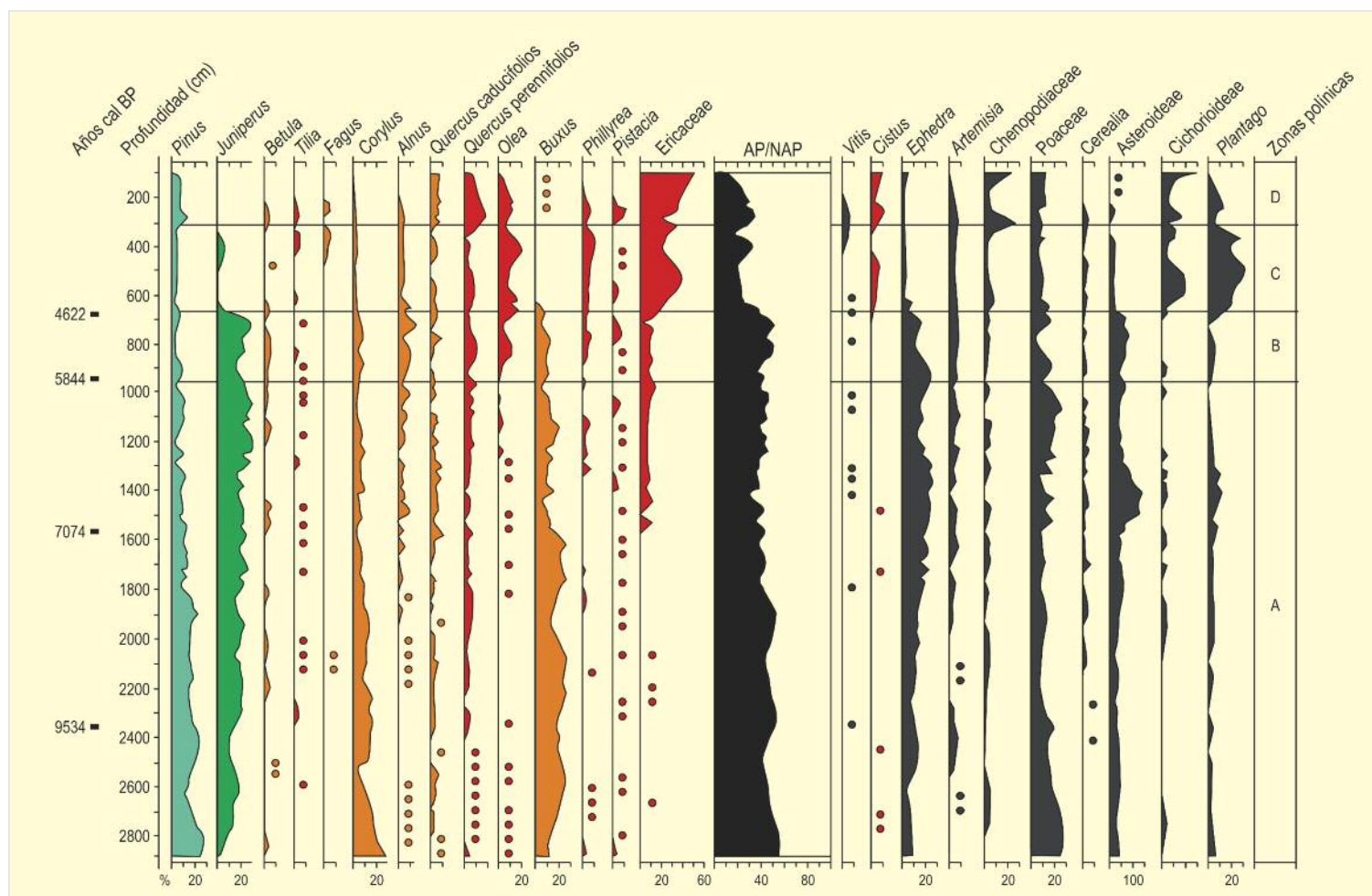


Figura 712. Diagrama polínico sintético de Algendar. Redibujado de Yll *et al.* (1994, 1997)

general a la baja en las concentraciones polínicas a partir del momento de incremento de la curva de ericáceas. Esta reducción de la productividad polínica se relaciona con una disminución de la biomasa vegetal, la caída de las curvas debería interpretarse como el reflejo del establecimiento de zonas abiertas a causa de un cambio en las condiciones ambientales o debido a la influencia humana.

Las dos zonas superiores (C y D) del diagrama, reflejan el nuevo paisaje instalado durante los cinco últimos milenios en la isla. Hacia la mitad del Holoceno es claramente visible la sustitución de las formaciones mesófilas y caducifolias por otras de carácter más termófilo. En Algendar, un valle cerrado, *Quercus perennifolia* se convierte en un elemento importante en la recuperación forestal tras la práctica desaparición de los elementos dominantes durante la primera mitad del Holoceno. Un hecho común a todas las secuencias del sur de la isla es el incremento, en el segmento superior de la secuencia, de los valores de quenopodiáceas, probablemente relacionado con el desarrollo de las zonas marismáticas litorales a causa de los cambios eustáticos. Son destacables los bajos porcentajes de *Pinus* durante toda la secuencia, lo que, teniendo en cuenta la gran capacidad de dispersión de sus granos de polen, implicaría que son el resultado del transporte a larga

distancia desde los pinares continentales, o su deposición local a partir de una presencia muy escasa y dispersa de pinos en la isla.

Los mecanismos que controlan los cambios vegetales en Algendar parecen de naturaleza climática, aunque no se excluyen las posibles influencias antrópicas provocadas por el inicio de la colonización de la isla durante el Neolítico (Pantaleón-Cano *et al.* 1995, 2001, Pérez-Obiol *et al.* 2000, 2001, Yll *et al.* 1995, 1999, 2001). Durante los últimos 2000 años la acción antrópica marca su influencia en el paisaje menorquín. Esta influencia, no siempre bien representada en los diagramas polínicos, se intuye especialmente por la extensión de los marcadores antrópicos indirectos y un aumento generalizado de las condiciones edáficas, representadas por un máximo de Asteraceae y *Pseudoschizaea*. En cualquier caso la progresiva instalación del clima mediterráneo se acentúa todavía más por la colonización romana y especialmente por la musulmana y cristiana, fenómenos que configuran definitivamente el paisaje balear tal como lo conocemos en la actualidad.

Más información:

Yll & Pérez-Obiol (1992), Yll *et al.* (1994, 1995, 1997, 2001)

CALA'N PORTER

Alaior, Menorca

Holoceno (8792-5221 años cal. BP)



P.J. VILA FERNÁNDEZ

Figura 713. Cala'n Porter en la isla de Menorca

Cala'n Porter (39° 52' 27" N, 04° 43' 14" E; 24 m s.n.m.) es una amplia y profunda cala del litoral sur de Menorca. En su margen occidental desemboca un pequeño torrente que puede experimentar importantes crecidas con las lluvias del fin del verano y que antes de llegar a la playa forma un pequeño y

alargado humedal de donde procede la secuencia estudiada. La zona presenta un bioclima mediterráneo xérico marítimo, con temperaturas que registran una media anual de 16,8° C y precipitaciones de entre 500 y 600 mm anuales aunque con fuertes nieblas que aumentan de manera importante el aporte hídrico.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-95128	860	4450 ± 50	5221	convencional
Beta-95129	1020	5120 ± 60	5859	convencional
Beta-95131	2080	7720 ± 60	8502	convencional
Beta-67283	2400	7920 ± 60	8792	convencional

Tabla 174. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Cala'n Porter (Menorca). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

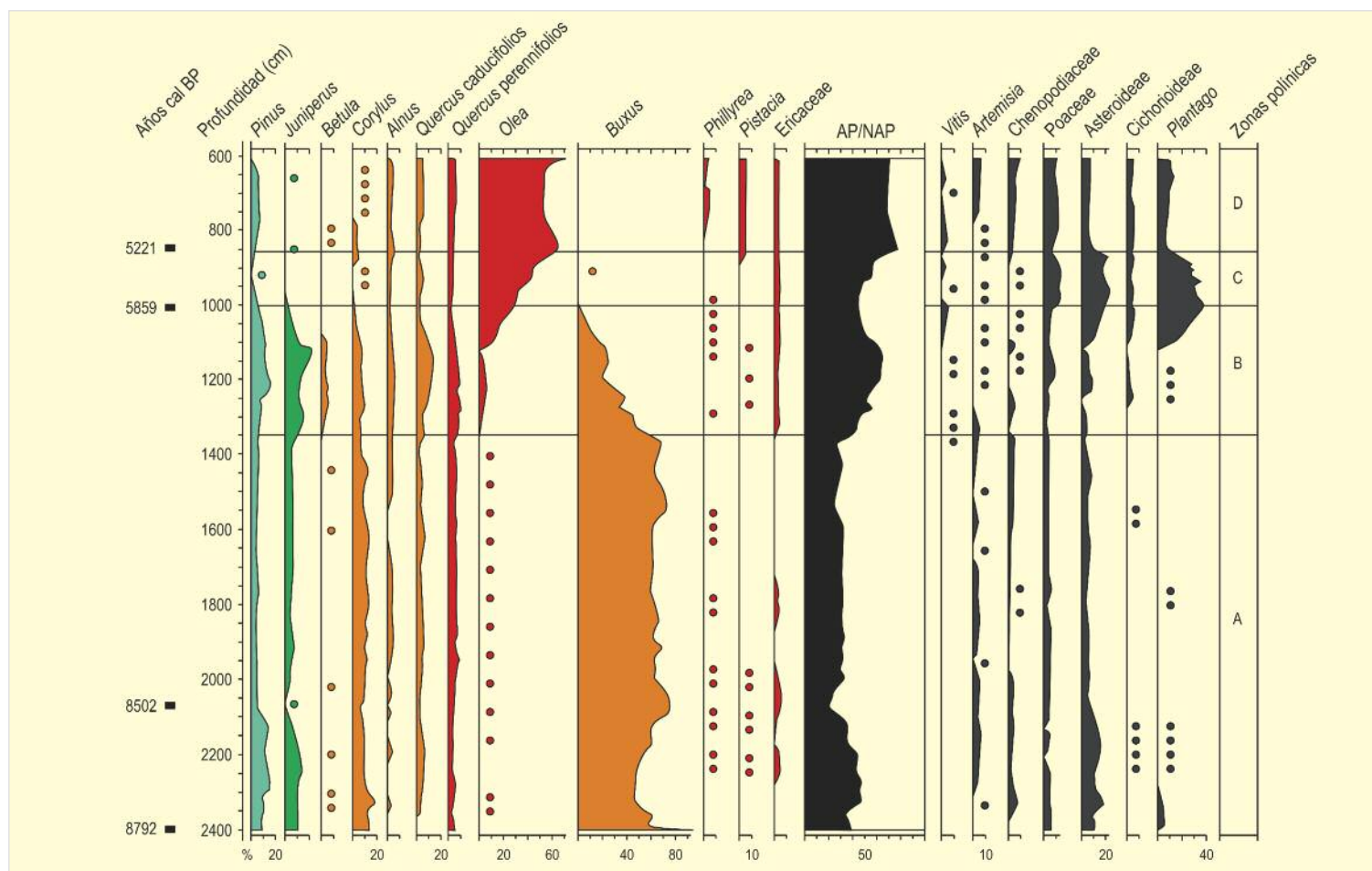


Figura 714. Diagrama polínico sintético de Cala'n Porter (Menorca). Redibujado de Yll et al. (1997)



Figura 715. Trabajos con equipo portátil durante una de las campañas de sondeo en las Islas Baleares

En la zona interior y meridional de la isla, se extienden formaciones forestales de *Quercus ilex* y pinares de *Pinus halepensis*. La degradación de estos encinares lleva a la instalación de brezales o matorrales bajos y abiertos e importantes extensiones de cardo blanco (*Galactites tomentosa*). En los humedales donde se realizó el sondeo se dan formaciones herbáceas higrófilas con lentejas de agua (*Lemna minor*) y berraza (*Apium nudiflorum*), de gran importancia en los análisis palinológicos, mientras que en las proximidades, pero fuera de la influencia de estos humedales, existen territorios con un medio más árido, en los que la vegetación potencial se limita a formaciones arbustivas dominadas por *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Prasium majus*, *Euphorbia dendroides* y *Phillyrea rodriguezii*.

Tal como sucede en los otros registros de Menorca, el diagrama polínico (Fig. 714) se divide en dos zonas bien diferenciadas (Pantaleón-Cano et al. 1996a, Yll et al. 1994, 1997). La zona inferior (Zona A) que se extiende desde la base, datada en 8792 años cal. BP hasta los 13,50 m, muestra un dominio absoluto de *Buxus*, seguido por *Corylus*, *Juniperus* y *Quercus* tanto caduco como perenne. La mayor extensión de *Buxus balearica* favorecida por unas condiciones climáticas muy distintas a las actuales permitiría, a la vez, una importante presencia de *Corylus* en las escarpadas y profundas hondonadas cerca de la costa (Pérez-Obiol et al. 1996, 2003, Pérez-Obiol & Yll 2002). En general, podemos hablar de un paisaje confor-



Figura 716. Aspecto de los encinares degradados en los alrededores de Cala'n Porter

mado por una primera línea litoral y prelitoral con *Juniperus* y *Ephedra*. Rodeando las marismas y siguiendo los cursos de agua dulce encontraríamos bosques de ribera formados por *Corylus* y *Alnus*. Todas las secuencias litorales muestran unos elevados porcentajes de *Typha* y *Apiaceae*, indicadores de una extensión de las zonas marismáticas superior a la actual.

A continuación, se registra una fase intermedia (Zona B) hasta los 10 m de profundidad, donde se registra una datación de 5859 años cal. BP, que supone un periodo de transición definido por un proceso de sustitución entre el tipo de vegetación ya descrito y uno muy diferente, de tipo más xérico, dominado por *Olea*, junto a *Juniperus*, *Ericaceae* y *Quercus*. Por encima de los 10 metros (Zonas

C y D) se consuma el cambio que queda consolidado hacia 5221 años cal. BP, cuando las especies mesófilas y caducifolias son substituidas definitivamente. Al mismo tiempo, el estrato herbáceo cobra mayor importancia, fundamentalmente a partir del aumento de los taxones estépicos.

Dependiendo de las secuencias, los humedales litorales registran una expansión o contracción, en función de su ubicación geográfica o de las características orográficas locales. *Olea* comienza a constituirse desde mitad del Holoceno como el elemento característico de la vegetación balearica, subrayando el creciente carácter xérico del clima. Las ericáceas, formando parte de las extensas maquias que colonizan el paisaje, aumentan notablemente su representación. Paralelamente, se registra el incremento de *Pseudoschizaea*, un palinomorfo de procedencia presumiblemente algal, interpretado generalmente como resultante de la instauración de condiciones erosivas en el medio sedimentario (Pantaleón-Cano *et al.* 1996b).

El inicio de esta zona supone también la aparición de curvas relevantes de *Plantago*, de gramíneas de tipo cereal y de *Asphodelus*, género ligado comúnmente al ramoneo de animales, por lo que, aunque todo indica que el factor condicionante original haya sido el cambio natural del clima, hay que considerar la posibilidad del inicio de cierta influencia de las actividades humanas en el paisaje.

El cambio radical del paisaje concretado durante el quinto milenio BP implicó, a medio plazo, la desaparición de especies vegetales y animales en la isla de Menorca. Entre éstas últimas, son conocidas las extinciones de *Hypnomys morpheus*, *Nesiotites hidalgo* y, especialmente, de *Myotragus balearicus*, un antilope muy extendido en las islas en ese momento. La coincidencia de fechas abre un debate en torno a la relación entre estas extinciones y su interpretación a partir de causas climáticas o antrópicas. (Pantaleón-Cano *et al.* 2001, Pérez-Obiol *et al.* 2000, 2001, Yll *et al.* 1995, 1999, 2001).

A partir de los 4000 años BP aproximadamente, se acentúa el carácter mediterráneo de la vegetación y en Menorca el cambio es aún más brusco que en la vecina Mallorca, registrándose una apertura notable de la vegetación, donde *Olea*, junto a algunos *Quercus* representa casi la totalidad de la vegetación arbórea.

Más información:

Yll & Pérez-Obiol (1992), Yll *et al.* (1994, 1995, 1997, 2001)

CALA GALDANA

Ferreires, Menorca

Holoceno (8271 años cal. BP-actualidad)



Figura 717. Vista aérea de Cala Galdana en Menorca

Cala Galdana (39° 56' 13" N, 03° 57' 54" E; 3 m s.n.m.) se localiza en la desembocadura del río Algendar, al sur de Menorca, en un terreno dominado por substratos miocénicos, propios de esta parte de la isla. El lugar de sondeo se localiza en una zona de playa con una pequeña marisma en la misma desembocadura, de limitada extensión, dependiente de la época del año y la pluviosidad. Los depósitos cuaternarios no son abundantes y casi todos tienen origen eólico, por lo que los pocos lugares propicios para el estudio de

secuencias polínicas se han de buscar en las desembocaduras de los pocos riachuelos existentes en la parte sur de la isla.

El clima actual de la zona es templado y ventoso, fuertemente estacional en cuanto a la humedad y menos en cuanto a las temperaturas, con precipitaciones de entre 500 y 600 mm anuales pero con nieblas húmedas muy importantes que elevan la disponibilidad hídrica de manera notable.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Ua-2729	935	6290 ± 80	7389	<i>Cerastoderma</i>	AMS
Ua-2730	1445	7655 ± 85	8624	<i>Ostrea</i>	AMS
Ua-2731	1610	7505 ± 105	8534	Sedimento	AMS
Ua-2810	2010	7685 ± 75	8486	Madera	AMS
Ua-2811	2040	7430 ± 75	8271	<i>Ostrea</i>	AMS

Tabla 175. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Cala Galdana (Menorca). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver et al. 1998, Stuiver et al. 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma)

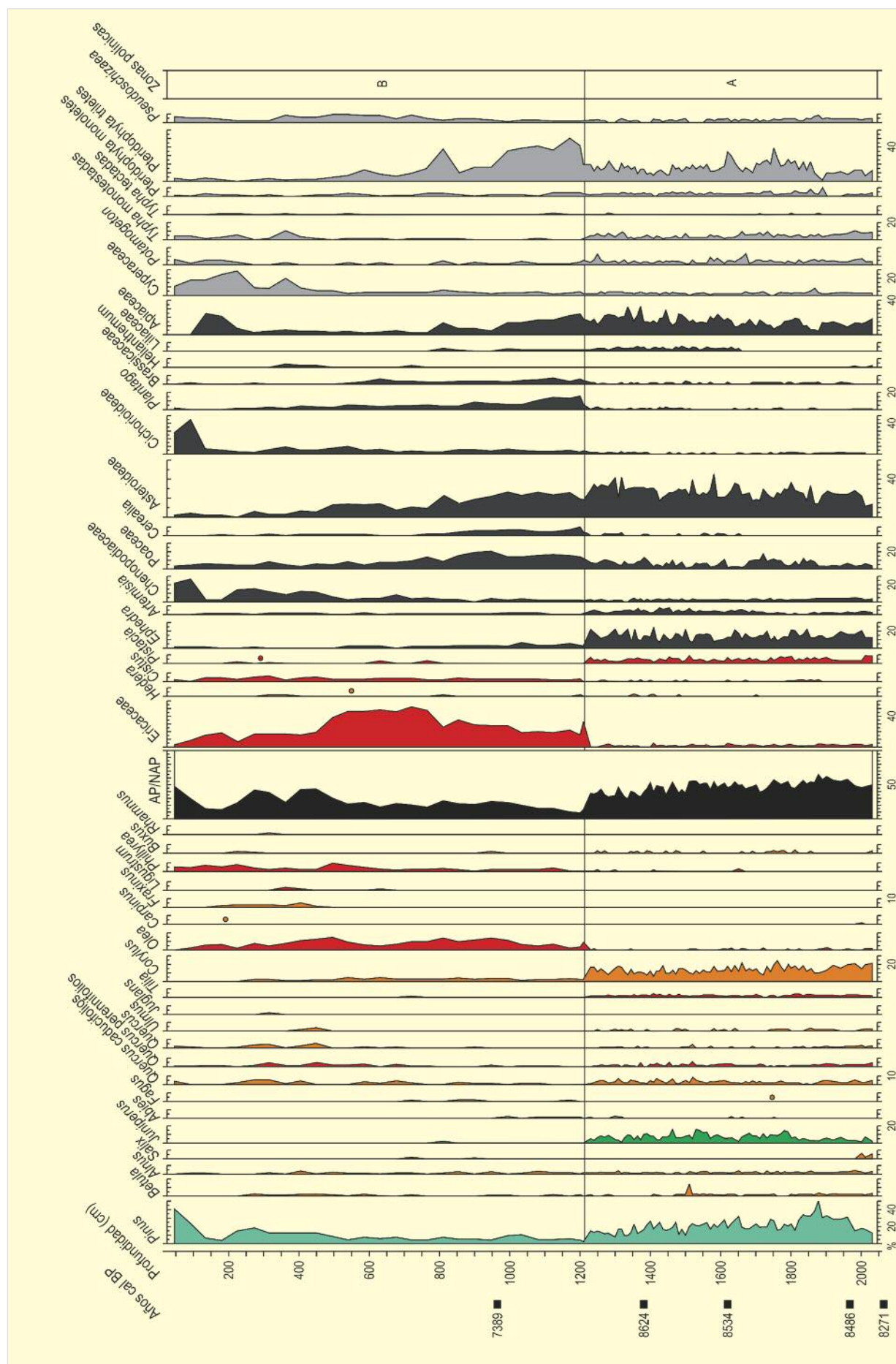


Figura 718. Diagrama polínico de Cala Galdana. Recibujado de Yll et al. (1994)



Figura 719. Panorámica estival de Cala Galdana

La zona central y sur de la isla, coincidiendo con el área más húmeda, está dominada por el encinar baleárico (*Cyclamini-Quercetum ilicis*) y los pinares de *Pinus halepensis* son las formaciones forestales más importantes, con matorrales de romero y brezos (*Erica multiflora*). La degradación de encinares y acebuchares puede haber llevado a la instalación de brezales o matorrales bajos y abiertos, pero no de garrigas, inexistentes en la Gimnésicas. El único bosque de ribera autóctono es el representado por *Vitex agnus-castus* y *Vinca major* que hacia la costa cambia hasta formaciones halófilas con *Tamarix*.

La mayor parte del sondeo, de veinte metros de profundidad, consiste en arcillas con materia orgánica y restos de gasterópodos, especialmente abundantes entre los 18 y los 20 m. La secuencia se sustenta sobre una lumaquela de *Ostrea* que descansa sobre el basamento de travertino.

En el diagrama polínico de Cala Galdana (Fig. 718) se observan dos fases claramente diferenciadas: la zona inferior (zona A) desde la base hasta 12,20 m, definida por la presencia importante de caducifolios, y la zona superior, desde esta potencia hasta la superficie, caracterizada por los bajos porcentajes de los taxones mesófilos y la abundancia de *Olea* y ericáceas.

En la zona A la mitad de los pólenes arbóreos corresponden a los taxones mesófilos (especialmente *Corylus*) y *Juniperus*, y la otra mitad

a *Pinus*, con una importante presencia de *Ephedra* y especies higrófilas representantes de las condiciones locales (*Apiaceae*, *Potamogeton* y *Typha*).

La transición entre la zona A y la B es muy brusca y viene definida por la sustitución radical de los mesófilos dominantes durante la primera mitad del Holoceno por taxones xéricos y arbustivos. Estas condiciones, que se instalan hasta los 8,5 m del testigo, registran a partir de este momento un predominio absoluto de las ericáceas, que paulatinamente van contrayéndose hasta el establecimiento de las condiciones actuales, hacia los 2,20 m, con dominio de los pinares y los espacios abiertos y la desaparición de *Quercus* y de los taxones arbóreos en general, a excepción de *Olea* y *Pinus*.

El diagrama polínico y la sucesión de especies establecidas en su momento resultaban sorprendentes, más teniendo en cuenta que los análisis polínicos de Cala Galdana (Yll *et al.* 1994) realizados en la isla de Menorca, junto a los de la Albufera de Alcúdia (Burjachs *et al.* 1994) realizados en Mallorca eran los primeros, de los que se disponía en cuanto a secuencias naturales para las Islas Baleares. Desde el punto de vista botánico, resulta interesante destacar la baja representación de *Pinus* y *Quercus*, a diferencia de otros registros mediterráneos de la misma época. El lugar de sondeo, en el fondo del valle, y la proximidad de la vegetación costera podrían condicionar este hecho, aunque encontramos unos resultados similares en todos los registros polínicos elaborados en el sur de la isla (Yll *et al.* 1997).

La existencia de taxones como *Fagus*, *Abies*, *Juglans* y *Carpinus* debería explicarse por la llegada de lluvia polínica procedente de la vecina isla de Mallorca e incluso desde el continente; y los elevados porcentajes, teniendo en cuenta su escasa dispersión, de polen de tipo Cerealia, podrían entenderse teniendo en cuenta la extensión local de carrizales. La actividad antrópica, considerada en un principio como detonante de estos cambios y fundamentada en la existencia de los porcentajes de cereal, de *Plantago* y la aparición de *Olea*, parece poco clara como causa de los cambios observados. La naturaleza y el origen de éstos es en la actualidad un elemento esencial en la problemática botánica e histórica de las Islas Baleares.

El momento de transición entre las dos zonas y la manera secuencial en que se produce no son idénticos para todos los registros de Menorca, lo que podría explicarse por la existencia de condiciones locales diversas, pero también por ciertos problemas de datación existentes para la primera parte del Holoceno en muchas secuencias costeras mediterráneas, especialmente en los niveles más antiguos.

Más información:

Yll *et al.* (1994, 1997), Pérez-Obiol *et al.* (2001)

IBIZA

Ibiza

Holoceno (8000 años cal. BP-actualidad)



Figura 720. Localización de los sondeos realizados en Ibiza: Prat de Vila (TP1) en la Bahía de Ibiza y Prat de Ses Monges (PSM1) en la playa de Talamanca



Figura 721. Sondeando en una de las zonas de Ses Feixes



Figura 722. *Plantago crassifolia*, polen localizado en la secuencia de PSM1



Figura 723. Microfotografía de foraminífero localizado en PSM1

Presentamos aquí los resultados de dos sondeos palinológicos en la zona húmeda de Ses Feixes en las proximidades de la ciudad de Ibiza. El sondeo de Prat de Ses Monges (PSM1) se realizó en la playa de Talamanca (38° 55' 01" N, 01° 27' 08" E).

El sondeo de Prat de Vila (TP1), se realizó en las proximidades de la zona portuaria de la bahía de la ciudad de Ibiza (38° 54' 57" N, 01° 26' 06" E).

El clima actual de la isla es típicamente mediterráneo, con una temperatura media de 19,9 °C y un régimen de precipitaciones muy estacional que se mueve entre los 400-600 mm anuales. Ses Feixes constituye la segunda zona húmeda en importancia de Ibiza, después de Ses Salines. Se trata de una amplia marisma dividida en las zonas de Prat de Vila y Prat de Ses Monges, con aguas dulces y semisalobres que, junto a zonas de cultivo, de pastoreo, comunidades de salicornia y cañas, proporciona una gran diversidad de fauna y flora.

El sondeo de Prat de Ses Monges (Fig. 724), de 6,85 m de profundidad, descansa sobre una base de arcillas rojas compactadas. El resto del testigo está formado fundamentalmente por limos y arcillas muy orgánicos, con algún nivel negro turboso y abundancia de fauna malacológica. El conjunto polínico del testigo

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Poz-25019	116	790 ± 30	757	AMS
Poz-25021	678	6220 ± 40	7196	AMS

Tabla 176. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Prat de ses Monges (Ibiza). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Todas las dataciones se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico

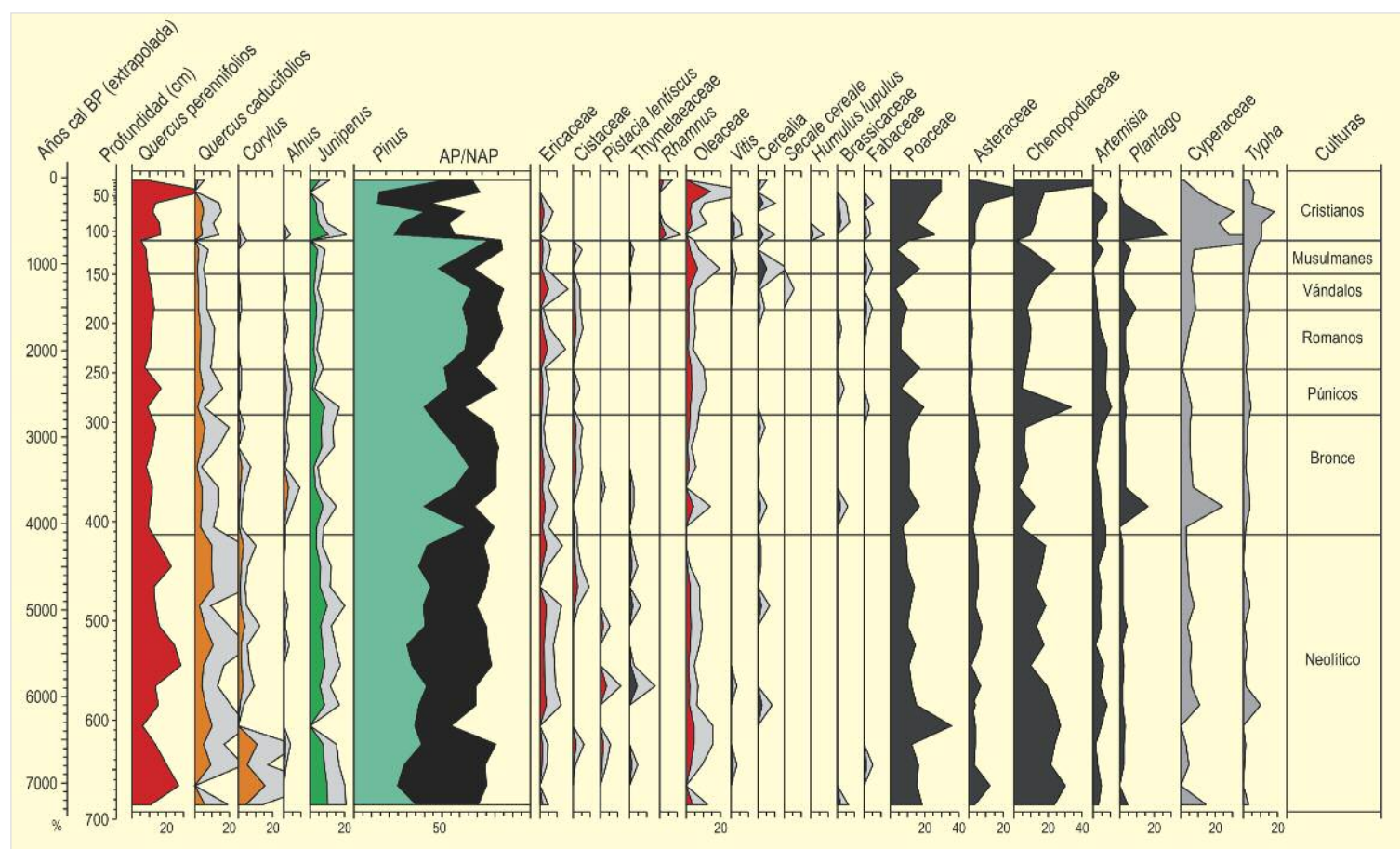


Figura 724. Diagrama polínico de Prat de Ses Monges. Redibujado de Yll *et al.* (2009)

(Yll *et al.* 2009), que arranca hacia los 7300 años cal. BP, se caracteriza por la importancia de *Pinus* durante toda la secuencia, pero especialmente a partir de la zona intermedia, donde llega a valores del 60%. El resto de árboles y arbustos (*Quercus*, *Juniperus* y *Corylus*), que hasta 4200 años cal. BP aproximadamente tienen gran importancia, se retiran poco a poco del paisaje a partir de este momento dejando paso a los pinares. De cualquier manera, la zona de Prat de Ses Monges tiene unas características algo más húmedas que la zona occidental, de manera que, mientras aquí se observa una disminución de los taxones mesófilos como *Corylus* y el aumento de los pinares, en Prat de Vila se detecta desde momentos algo anteriores un aumento de los prados secos, la colonización de las halófilas y el descenso del nivel de inundación de la marisma.

Hasta momentos medievales (700 años cal. BP) la vegetación se mantiene relativamente estable y a partir de este momento la presión

antrópica provocada por la ocupación cristiana reduce drásticamente las extensiones forestales y de arbustos que son reemplazadas por prados de gramíneas y compuestas, hasta entonces con valores muy estables durante toda la secuencia. En la parte inferior del diagrama (Fig. 724) las especies salinas dominan claramente los valores herbáceos, mientras que en la mitad superior son substituidas por dulceacuícolas, especialmente ciperáceas, plantagináceas y espadañas.

La secuencia de Prat de Vila (Fig. 725) presenta una potencia de 7 m y sobre ella se han realizado tres dataciones (Tabla 177) en su parte superior, a partir de las cuales se ha podido extrapolar una edad que cubre gran parte del Holoceno (Yll *et al.* 2009). El testigo muestra una detallada secuencia con cuatro ciclos sedimentarios principales que comprenden un gran abanico de texturas y facies: niveles de arenas aluviales, coluviones, niveles de turba, niveles ricos en materia orgánica, niveles palustres, de laguna litoral y transgresivos con gravas.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Poz-23489	102	2210 ± 30	2238	AMS
Poz-23372	263	3415 ± 35	3808	AMS
Poz-23490	269	3445 ± 35	3731	AMS

Tabla 177. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Prat de Vila (Ibiza)

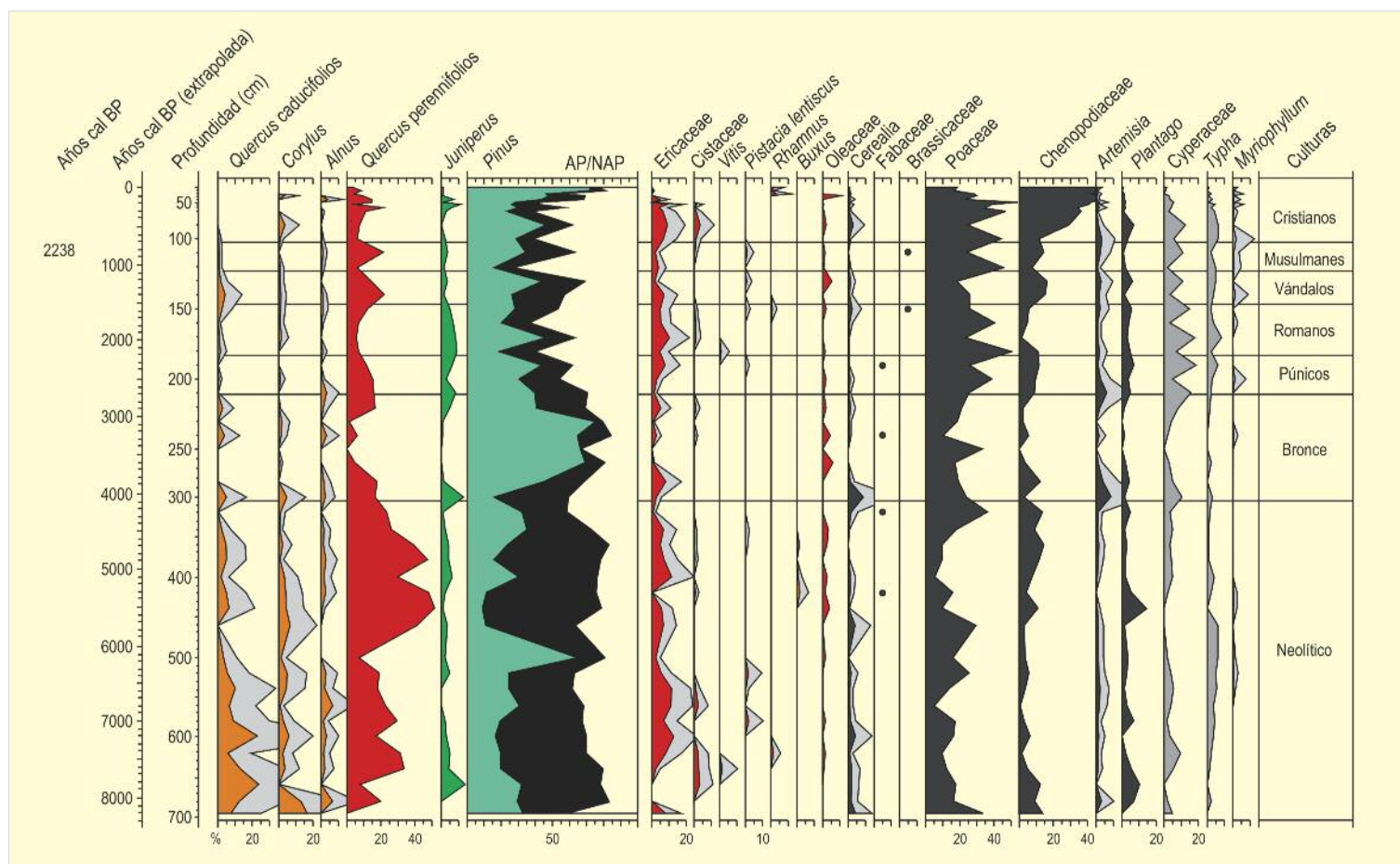


Figura 725. Diagrama polínico de Prat de Vila. Redibujado de Yll *et al.* (2009)

Las zonas principales se han definido básicamente en función del comportamiento diferencial de los árboles. Hasta los 6200 años cal. BP aproximadamente, *Pinus* y *Quercus*, con importantes valores de caducifolios, dominan el diagrama (Fig. 725). En la zona siguiente, (3500 años cal. BP aproximadamente) el porcentaje de los taxones arbóreos continúa siendo importante, descendiendo paulatinamente los *Quercus perennifolios*.

En la mitad superior del diagrama hay valores discretos de *Quercus perennifolios* y algunos taxones de ribera (*Ulmus*, *Tamarix*, *Salix*). En el momento final desaparecen las curvas de *Quercus caducifolios* y *Corylus*, y las señales de *Fagus* y *Betula*.

Los pinos tienen un comportamiento discreto a lo largo de toda la secuencia excepto en la zona intermedia del diagrama, cuando parece que toman un cierto protagonismo en la vegetación de la isla. A partir de este punto se detecta una progresiva sustitución de los taxones mesófilos y caducifolios por los esclerófilos y más xéricos. La dinámica de los taxones arbustivos acompaña a la de los arbóreos y registra también su descenso más pronunciado al final de esta fase. Los taxones herbáceos presentan una diversidad notable y a partir de esta zona central experimentan un fuerte ascenso, gracias especialmente a las gramíneas, dominando toda la parte superior del diagrama hasta momentos subactuales.

En cuanto a las condiciones locales, durante la fase más antigua, entre la base y 6200 años cal. BP aproximadamente, el medio era muy salobre con una vegetación alrededor de la bahía formada especialmente por especies templadas y húmedas, donde los pinares eran la formación más extendida, pero también con importantes encinares mixtos y reductos importantes de vegetación más húmeda como *Corylus*. La siguiente fase, entre 6200 y 4000 años cal. BP aproximadamente, continúa con un ambiente salobre pero con menos dinoflagelados y quenopodiáceas y cierto aumento de algas de agua dulce (*Gloeotrichia*) y hepáticas (*Riccia*). Es en este momento cuando se observa la mayor extensión de árboles caducifolios. A continuación, hasta los 1600 años cal. BP, las condiciones ambientales muestran una progresiva xericidad, lo que provoca la disminución de árboles y arbustos, una mayor presencia de pinos a nivel general y una reducción de las áreas inundadas. Entre 1600 y 700 años cal. BP y a pesar de coincidir con los momentos de dominio vándalo, bizantino y musulmán y hasta el inicio de la presencia cristiana, la zona no muestra un impacto antrópico destacable y se observa un aumento de los prados secos y las comunidades halófilas, reduciéndose el nivel de inundación de la zona.

En la zona marismática de Prat de Vila, la dinámica establecida ha ido siempre ligada a las oscilaciones climáticas y fundamen-

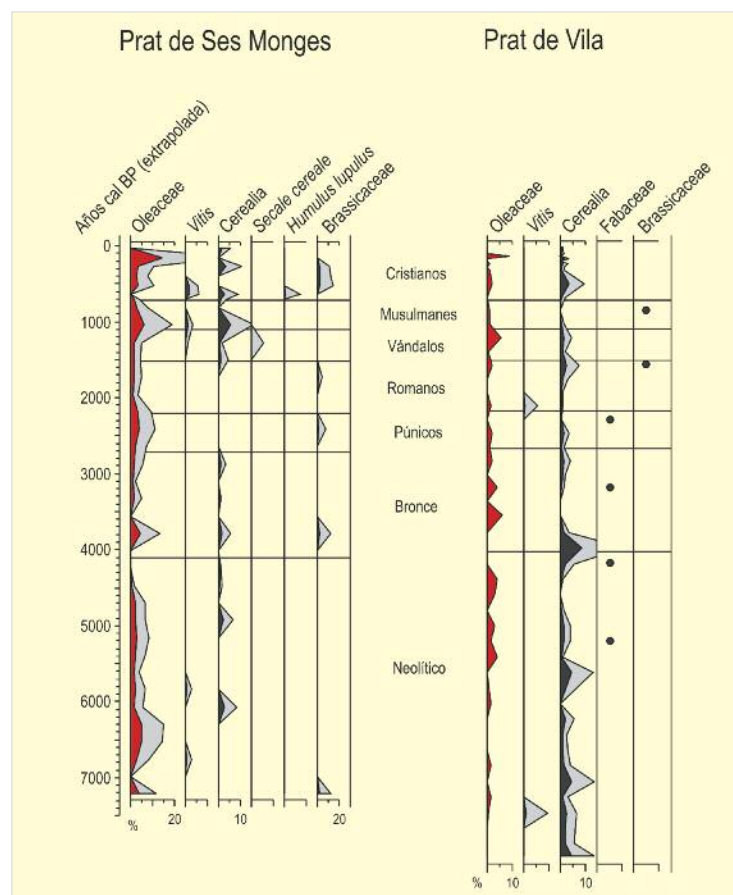


Figura 726. Comparación diacrónica de taxones potencialmente cultivados en Prat de Ses Monges y Prat de Vila. Redibujado de Yll *et al.* (2009)

mente a la aportación de agua de los riachuelos y fuentes cercanos. La irregularidad de estas aportaciones hídricas es también lo que provoca las avenidas, sequías e inundaciones que quedan registradas a lo largo de toda la secuencia y que convierten Ses Feixes en una zona de gran inestabilidad.

A inicios de la última fase, documentada en el siglo XVII, es cuando se conforma el paisaje actual de Ses Feixes. Los análisis del registro sedimentario detectan un aumento de las esporas de hongos, influencia creciente de la acción antrópica y reducción drástica de la superficie húmeda. Probablemente a partir de este momento una gran parte de Prat de Vila queda relegada a zona de pastoreo, mientras que la zona agrícola se desarrollaría preferentemente en Prat de Ses

Monges. En ese momento los únicos árboles que conforman el paisaje están representados por *Pinus* y *Quercus* perennifolios y sólo los primeros, junto a los olivos, llegan hasta nuestros días.

Mientras que en Prat de Vila y debido a diversos factores biogeográficos, las consecuencias de la antropización no se detectan más que hasta hace unos siglos, en Prat de Ses Monges, desde 2000 años cal. BP aproximadamente y coincidiendo con el inicio de la colonización púnica, se constata la presencia de curvas continuas de taxones, muy probablemente ligados a cultivos (leguminosas...) y la extensión de prados dedicados al pastoreo en un momento de máxima disponibilidad hídrica en la zona (valores máximos de ciperáceas, espadañas y berros) (Fig. 726). La máxima presencia y diversidad de cultivos se da en Prat de Ses Monges cuando Ses Feixes están ya plenamente configuradas y estructuradas. Este hecho comienza en época musulmana, pero es con la dominación cristiana de la isla, que comienza en el año 1235, cuando llega a su máximo esplendor.

Las secuencias de Prat de Ses Monges (PSM₁) y Prat de Vila (TP₁) significan la constatación definitiva de la existencia en la isla de Ibiza de comunidades con *Quercus*, tanto perennifolios como caducifolios, ya desde el Holoceno antiguo y acaba, por tanto, con el debate sobre el carácter autóctono o no de estas especies. En general, y tal como encontramos en Mallorca y Menorca, pero en un ambiente más xérico y de manera más paulatina, se constata la sustitución durante el V milenio BC de las especies arbóreas y arbustivas de carácter mesófilo por otras con menor requerimiento hídrico y, a nivel local, se produce el paso de condiciones salinas hacia aguas dulces, mientras aumenta la antropización del medio. El carácter más meridional de las Pitiusas y el conjunto de sus características biogeográficas hicieron que desde principio del Holoceno, se instaurase una vegetación más adaptada a las lluvias escasas e irregulares, haciendo que las consecuencias de ese cambio climático, muy evidente en muchas zonas mediterráneas, fuera aquí menos apreciable.

La palinología de estas secuencias permite también observar la extinción insular de los robles, alisos y avellanos.

Más información:

Yll *et al.* (2009)

ES GRAU

Mahón, Menorca

Holoceno (7932 años cal. BP-actualidad)



Figura 727. Albufera d'Es Grau

Es Grau es un depósito de albufera situado en las proximidades de la ciudad de Mahón (Menorca, Islas Baleares). El testigo de sedimentos analizados fue sondeado del fondo de la laguna actual (39° 56' 53" N, 04° 15' 31" E) desde una plataforma flotante.

El clima de Menorca es típicamente mediterráneo, con temperaturas medias anuales de 16,7 °C. Las precipitaciones anuales medias son de 600 mm, concentradas principalmente en el otoño y con un marcado carácter torrencial. Además, hay una importante variación interanual con largos periodos de sequía repartidos irregularmente a lo largo de los años. En cuanto a los vientos cabe destacar el fuerte y predominante viento de tramontana, que llega cargado de sal marina y que condiciona la vegetación de esta pequeña isla.

Según los datos fitosociológicos, la vegetación potencial de la zona corresponde al acebuchal menorquín (*Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia* subsp. *media* var. *rodriguezii*, *Prasium majus*, *Euphorbia dendroides*, *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius*), aunque también, de forma más reducida, al encinar (*Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*, *Erica multiflora*, *Cistus monspeliensis*, *Rosmarinus officinalis*), existiendo aún algunos rodales de *Quercus suber*. El encinar aparece en las zonas donde la

profundidad del suelo y la orientación permiten que haya una mayor humedad. Otra formación típica es la maquia litoral, donde predominan *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicia*, *Dracunculus muscivorus*, *Daphne rodriguezii* y *Crithmum maritimum*. En las playas, la vegetación dunar está muy bien desarrollada.

A través de este depósito podemos conocer la evolución de la vegetación en la isla de Menorca desde hace unos 8000 años (Fig. 728). Esta evolución consta de dos fases bien definidas. La primera coincide con el óptimo interglacial del Holoceno, hasta hace unos 5200 años cal. BP, momento en que el hombre coloniza la isla. Incluso en estos momentos de óptimo y sin presencia humana sobre el territorio, la vegetación arbórea sólo llegaba a cubrir un 60% del suelo como máximo; sin embargo, la diversidad arbórea era superior a la actual. Cabe destacar para esta época el predominio de gimnospermas (sabinas y pinares con *Ephedra*) frente al encinar mixto de *Quercus* y *Buxus*, contrastando con la abundancia de mesotermófilos (*Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*).

Luego, después de un cambio bastante drástico empezaría la segunda fase, cuando se instala la vegetación actual. Sabinas y bosquecillos mixtos con mesotermófilos retroceden dejando paso

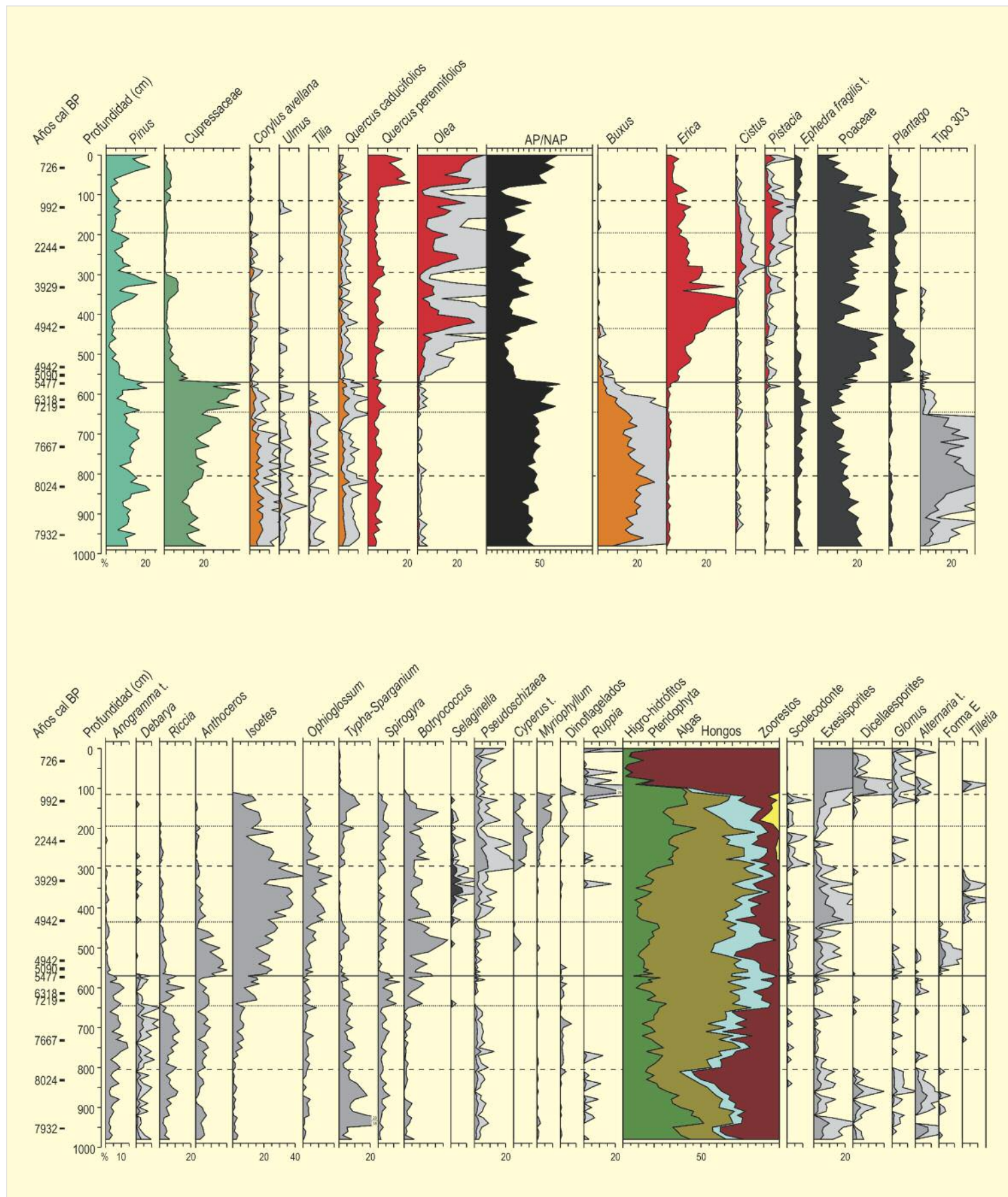


Figura 728. Diagramas polínicos sintéticos del depósito de la albufera de Es Grau (Menorca). Redibujado de Burjachs (2006)



F. BURJACHS

Figura 729. Vista aérea de la albufera actual de Es Grau



N. MERTENS

Figura 730. Vista de la albufera de Es Grau, sacudida por el fuerte viento de tramontana

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Sondeo	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-99035	3	1A	moderno	-	sedimento	AMS
Beta-99036	32	1A	790 ± 50	726	sedimento	AMS
Beta-99037	132	1A	1060 ± 50	992	sedimento	AMS
Beta-99038	232	2A	2230 ± 50	2244	sedimento	AMS
Beta-99039	332	2A	3610 ± 50	3929	sedimento	AMS
Beta-99040	432	4B	4350 ± 50	4942	sedimento	AMS
Beta-99041	532	4B	4350 ± 50	4942	sedimento	AMS
Beta-88394	567	4B	4440 ± 70	5090	polen	AMS
Beta-88395	573	4B	4770 ± 60	5477	polen	AMS
Beta-88396	614	5A	5510 ± 60	6318	coral	AMS
Beta-99042	632	5A	6290 ± 60	7219	sedimento	AMS
Beta-99043	732	6A	6820 ± 60	7667	sedimento	AMS
Beta-99044	830	7A	7180 ± 60	8024	sedimento	AMS
Beta-88397	950	8A	7060 ± 60	7890	madera	AMS
Beta-99045	952	9A	7110 ± 60	7932	sedimento	AMS

Tabla 178. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Es Grau (Menorca). Calibraciones según Cal Pal on line (<http://www.calpal-online.de/>). Burjachs (2006)

al acebuchal, donde pervivirán encinas y pinos. Quizás la más afectada por este cambio fue *Buxus balearica*, especie endémica hoy en día extinguida de la isla de Menorca. En su lugar y en un territorio ahora más abierto van a proliferar *Erica*, *Pistacia* y *Cistus*. Este drástico cambio a mediados del Holoceno también se observa en la vegetación local higrohidrófila (Fig. 728). Así, en la primera fase predominarían *Typha-Sparganium* y *Anogramma*. Después, en la segunda fase y hasta hace unos 2700 años pasan a dominar *Isoetes*, *Ophioglossum* y *Selaginella*; *Anthoceros* y *Botryococcus*. A partir de 2700 años cal. BP y coincidiendo con una mayor entrada de sedimentos en la albufera (*Pseudoschizaea*), los helechos tienden a disminuir, predominando ahora las ciperáceas, *Typha-Sparganium* y *Myriophyllum*. Finalmente, durante los últimos 1000 años y coincidiendo con la conquista cristiana de la isla, la vegetación local queda muy deteriorada.

Destacamos el gran cambio de la vegetación a mediados del Holoceno, que es una constante para los depósitos gimnésicos y que conlleva la instalación del acebuchal y monte bajo en detrimento de una vegetación más diversificada, en donde predominaban *Buxus* y *Juniperus*. Pensamos que este cambio fue inducido por la entrada del hombre a la isla en un contexto de cambio climático hacia una mayor aridez. Por otro lado, estos análisis demuestran la extinción insular de robles, boj, avellano, tilo y olmo; quedando por resolver si también tuvieron presencia física abedul, aliso, abeto, haya, carpe y arces, dados los escasos valores encontrados en el análisis, que pueden ser el resultado del transporte de pólenes a larga distancia a través del viento.

Más información:

Burjachs (2006)

ALBUFERA DE ALCÚDIA

Mallorca

Holoceno-(7876 años cal. BP-subactual)



F. BURJACHS (ORIGEN WIKI)

Figura 731. Perspectiva aérea de la albufera de Alcúdia

Se trata de un depósito natural de marjal situado al noreste de la isla de Mallorca (39° 47' 48" N, 03° 06' 24" E; 1 m s.n.m.). El testigo se obtuvo mediante máquina de sondear a rotación, con recuperación continua de los sedimentos. El clima actual de la zona es seco-subhúmedo y mesotérmico, típicamente mediterráneo, con una temperatura media anual de unos 17°C y precipitaciones del orden de 653 mm anuales. Su vegetación pertenece al piso termomediterráneo, con formaciones de carrasca (*Crematidi*

cirrhosae-Querceto rotundifoliae) y de algarrobo (*Cneoro tricocci – Ceratonieta siliquae*). A media altitud (piso mesomediterráneo) prosperan los encinares (*Cyclamini balearici-Querceto ilicis*) y series del arce y el quejigo (*Aceri-Quercu fagineae*).

Este depósito es uno de los primeros que se analizaron en las Islas Baleares y denota un cambio abrupto en la paleovegetación de la isla, hace ahora unos 6000-7000 años (Fig. 732). En su parte

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-69333	315	107,7 ± 0,7	-	sedimento	AMS
Beta-69334	395	2440 ± 60	2535 ± 128	sedimento	AMS
Beta-69335	555	6270 ± 70	7169 ± 94	sedimento	AMS
Ua-2732	785	7060 ± 110	7876 ± 105	sedimento	AMS

Tabla 179. Dataciones radiocarbónicas del sondeo de la albufera de Alcúdia (Mallorca). Burjachs et al. (1994, 1997)

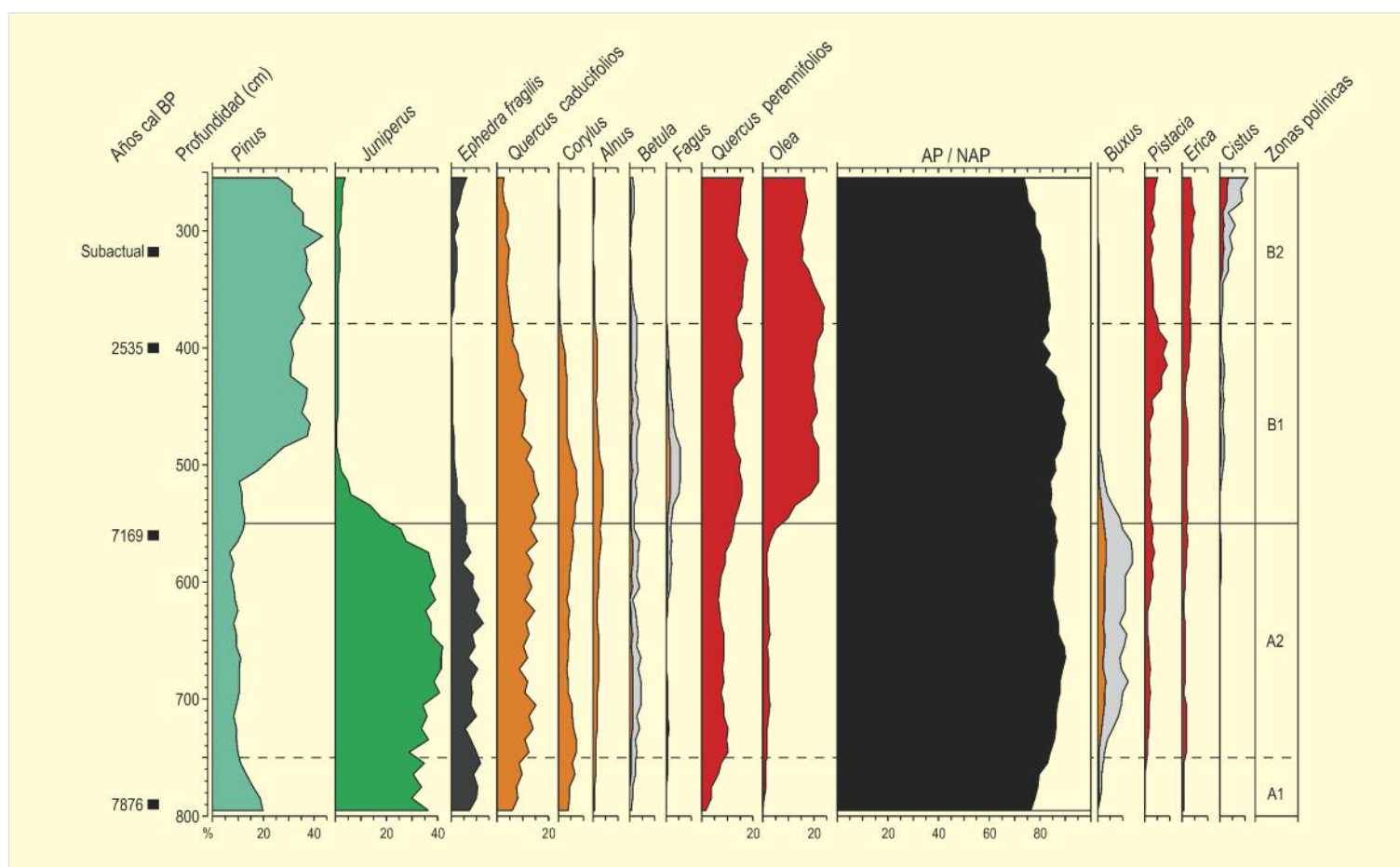


Figura 732. Diagrama polínico del sondeo de Alcúdia. Redibujado de Burjachs *et al.* (1994, 1997)

más antigua (zona A) aparecía en el litoral y alrededor de la laguna una vegetación dominada por *Juniperus*, *Ephedra*, *Corylus* y *Alnus*, mientras que más al interior existían formaciones abiertas y mixtas de *Quercus caducifolios*, *Quercus perennifolios*, *Pinus* y *Buxus*. Más adelante, sin conocer las causas exactas del cambio, aunque probablemente relacionado con la llegada del hombre a la isla, se produce un cambio bastante radical en la vegetación, pues en sus primitivas formaciones arbóreo-arbustivas ahora pasan a dominar *Quercus perennifolios*, *Olea* y *Pinus*, con formaciones arbustivas de *Pistacia* (zona B1) y *Erica-Cistus* (zona B2).

Todo parece indicar, aparte del impacto que pudo provocar el hombre, una tendencia a la aridez acusada por el descenso de taxones mesófilos actualmente extinguidos tales como *Corylus*, *Alnus*, *Betula*,

Tilia, *Fagus* y *Quercus caducifolios*, existiendo la posibilidad de la presencia insular de *Carpinus* y *Abies*.

La importancia biogeográfica de este depósito radica en que se pone de manifiesto el hecho de que en la isla de Mallorca habían existido especies arbóreas que actualmente están extinguidas. Además, revela cuán importante es efectuar análisis paleopalino-lógicos en las islas, pues éstas, al presentar una superficie limitada, suponen un buen medio para detectar pequeños cambios ambientales, difíciles de identificar en dominio continental.

Más información:

Burjachs *et al.* (1994, 1997)

SANTA PONÇA

Mallorca

Holoceno (> 6992 años BP)

La secuencia de Santa Ponça 1 (SP1) se obtuvo gracias a un sondeo realizado por Santiago Riera en la parte occidental de la isla de Mallorca durante el año 1989, en el municipio de Santa Ponça (39° 25' N, 02° 38' E; 15 metros de profundidad), el cual cubre un intervalo de 5 metros, datado por carbono 14 hacia 7000 años BP a 14 metros de profundidad (Parra 1994).

La característica principal de este sondeo es la fértil secuencia polínica localizada entre 10 y 15,5 m de profundidad. Tal como puede observarse en la figura 733, esta secuencia de la base del Holoceno mallorquín presenta 6 zonas polínicas con un hiato sedimentario entre las zonas 4 y 5. Se puede observar en la zona 1, un máximo de los porcentajes de *Corylus*. También podemos observar, hacia 7000 años BP y en la mayor parte del registro polínico, una rica estructura arbórea en la que abunda *Quercus* junto con otros árboles como *Tilia*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, *Ilex* y *Hedera*. Este conjunto nos muestra la presencia de un bosque mixto probablemente asociado a un clima subhúmedo.

Otro rasgo notorio del sondeo SP1 se manifiesta en la transición hacia condiciones edáficas propias de un área litoral mediterránea, que comienzan a aparecer de forma clara a partir de 14,5 m de profundidad. Hablamos de un aumento de taxones relacionados con cursos de agua, al mismo tiempo *Olea*, *Thymelaeaceae*, *Ericaceae*, aumentan sus porcentajes, al igual que *Cupressaceae* y *Alnus*. Estos cambios se han interpretado como la aproximación al lugar de sondeo de estructuras sedimentarias propias de áreas litorales, es decir lagunas retrodunares.

La presencia próxima de dunas litorales las deducimos por el conjunto de taxones anteriormente mencionados, tales como *Thymelaea*, *Olea*, *Cupressaceae* y de forma notable, *Pistacia*. Todos estos elementos nos informan de un fenómeno mayor que termina entre 8000 a 5000 años BP en la cuenca mediterránea: la parte final de la variación positiva del nivel del mar a causa de la

fusión de los hielos del Hemisferio Norte y la apertura del Mar Negro y su conexión con el mar Mediterráneo a causa del aumento del nivel eustático global. En el archipiélago de las Baleares este fenómeno termina de configurar fisiográficamente el archipiélago, pues es durante este intervalo de tiempo en el que se produce la separación física de las islas de Menorca y Mallorca.

Muy probablemente, el sondeo de Santa Ponça 1 muestra a partir de la zona polínica 2 variaciones de estructura y densidad de la parte arbórea local asociables a cambios sedimentarios producidos por la progresiva salinización y empobrecimiento del sistema sedimentario próximo a la zona estudiada. Esta hipótesis puede explicar este fenómeno al igual que el cambio climático eventualmente asociado a la apertura de una primitiva estructura forestal del Holoceno temprano, que deriva a un encinar y pinar con especies típicas mediterráneas.

Nos parece probable que el cambio del nivel eustático mediterráneo genere dos fenómenos que pueden observarse en el diagrama polínico de Santa Ponça: la proximidad de un cordón de dunas y el empobrecimiento progresivo del suelo, que conlleva la ocupación del espacio por parte de pinedas litorales asociadas típicamente con olivos silvestres, *Pistacia*, y diversas plantas leñosas y herbáceas.

La discontinuidad del registro polínico en Santa Ponça, impide proponer una observación completa del Holoceno mallorquín de ese área. Probablemente la presencia de una laguna litoral de aguas salobres explique los niveles estériles que este sondeo presenta desde 10 m hasta el nivel moderno del sistema lagunar de este territorio.

Más información:

Parra (1994)

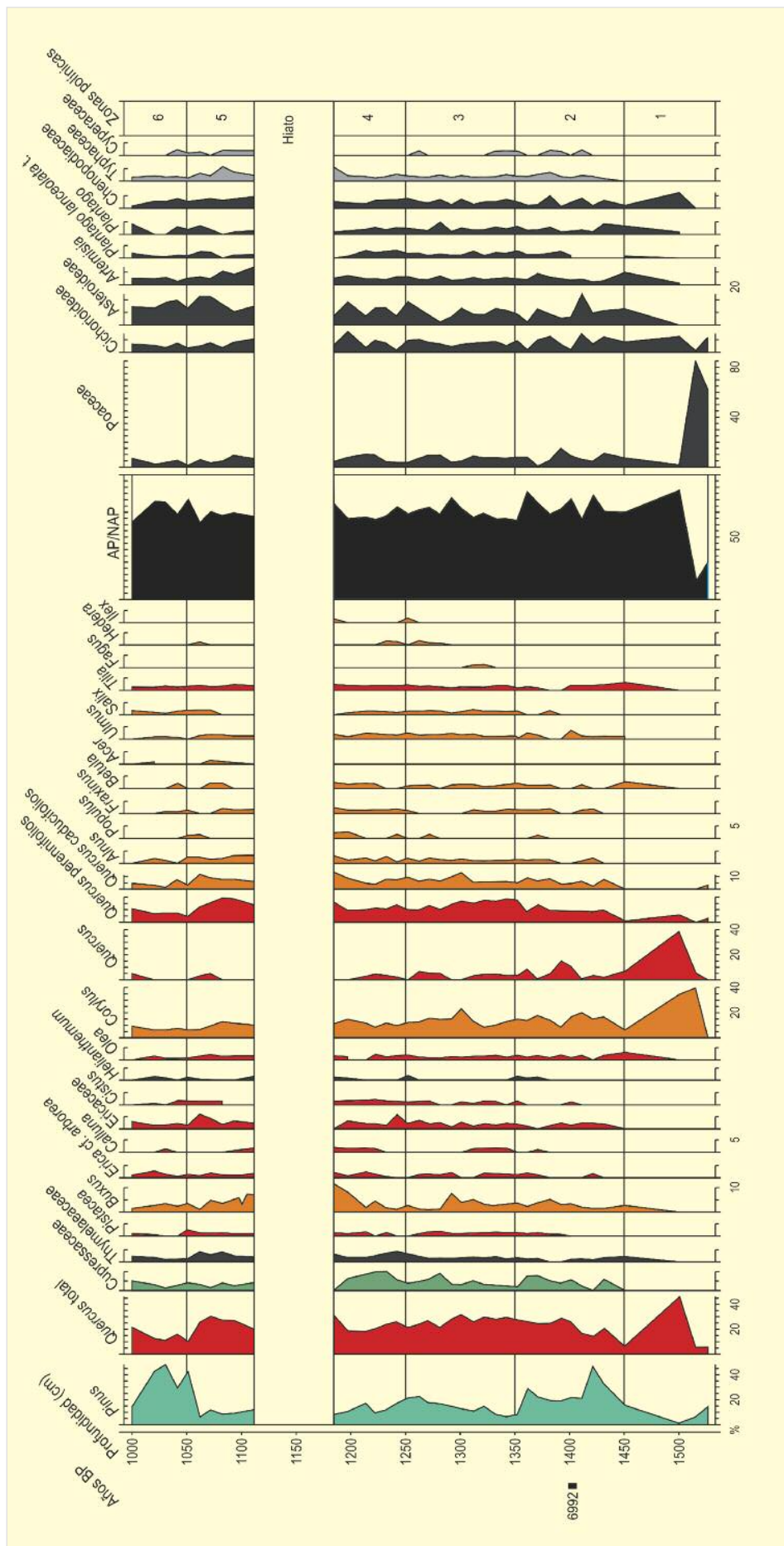


Figura 733. Diagrama polínico de Santa Ponça. Redibujado de Parra (1994)

COVA DES CÀRRITX

Ciutadella, Menorca

Holoceno (< 3600 años BP)



M. RUIZ DIAZ

Figura 734. Barranco de Algendar, donde se localiza la Cova des Càrritx, Menorca

La Cova des Càrritx se sitúa en el término municipal de Ciutadella, en el sector noroccidental de la isla de Menorca (39° 58' 4" N, 03° 57' 59" E; 70 m s.n.m.). Se trata de una zona con un clima típicamente mediterráneo, con medias anuales entre 16-17°C y un volumen de precipitaciones que oscila según la zona entre los 450-650 mm. La vegetación forestal actual se desarrolla sobre todo en puntos interiores, apareciendo encinares, pinares de pino carrasco y formaciones de acebuche. Los encinares (*Quercus ilex*) son minoritarios en la isla, aunque pueden presentarse en zonas sombrías y suelen ir acompañados de *Arbutus unedo*, *Rhamnus alaternus* o *Phillyrea latifolia*. En el noroeste de Menorca, no obstante, los pinares de *Pinus halepensis* constituyen la formación dominante. En suelos secos y poco profundos se desarrollan formaciones de acebuches ("ullastrars"), acompañados de un denso sotobosque, que suelen estar intercaladas con los campos de cultivo de la isla. Por otro lado, en el litoral aparece vegetación asociada a los sistemas de dunas, compuesta fundamentalmente por especies como *Pancratium maritimum*, *Eryngium maritimum* y *Euphorbia paralias* en la zona dunar externa

y arbustos como *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus* o *Phillyrea latifolia* en la interna.

La entrada de la Cova des Càrritx se localiza en la pared occidental del Barranc d'Algendar. De los 230 m de longitud de la cueva, sólo los primeros 170 tienen interés arqueológico. La cueva fue descubierta por dos espeleólogos en 1995 y los trabajos de excavación y estudio han sido coordinados por un equipo de la Universidad Autónoma de Barcelona (Lull *et al.* 1999). La mayor parte de los hallazgos se concentra en la sala 1 comunicada con el exterior y, en el pasado, separada de la zona externa por medio de un muro de cierre con zócalo ciclópeo, que creó un espacio de 32 m² utilizado como lugar de enterramiento.

La cronología de esta cueva discurre en el periodo comprendido entre 1600 y 1450/1400 años cal. BC (UtC-758, 1375 años BP) momento en el que se documentan las primeras habitaciones de planta naviforme, así como los enterramientos en cuevas artificiales subterráneas de planta alargada (Lull *et al.* 1999). Por lo tanto, de acuerdo

LA COVA DES CÀRRITX		
Plantas cultivadas	Conservación	Nº restos
<i>Hordeum vulgare</i>	C	1
<i>Hordeum vulgare</i> (raquis)	C	4
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccum</i>	C	1
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccum</i> (horquilla espiguilla)	C	4
<i>Triticum</i> cf. <i>dicoccum</i> (base de gluma)	C	7
<i>Triticum monococcum/dicoccum</i> (base de gluma)	C	1
<i>Triticum</i>	C	1
<i>Triticum</i> (base de gluma)	C	1
<i>Castanea sativa</i>	C	1
<i>Ficus carica</i>	C	24
<i>Ficus carica</i>	SC	558
<i>Ficus carica</i>	SC	2
<i>Olea europaea</i>	SC	122
<i>Olea europaea</i> (mitades)	SC	141
<i>Olea europaea</i> (mitades)	C	2
<i>Phoenix dactylifera</i>	SC	1
<i>Rubus</i>	SC	4
<i>Rubus fruticosus</i> sl.	SC	99
<i>Rubus fruticosus</i> sl.	C	4
<i>Rubus</i> cf. <i>idaeus</i>	SC	1
<i>Vitis vinifera sylvestris</i>	C	1
<i>Vitis vinifera sylvestris</i>	SC	2
Plantas silvestres	Conservación	Nº restos
<i>Aegilops</i>	SC	2
<i>Ajuga</i>	SC	1
<i>Amaranthus</i>	C	1
<i>Arthrocnemum</i>	C	1
<i>Avena</i>	C	2
<i>Beta</i>	SC	12
<i>Bromus</i>	C	2
<i>Capparis spinosa</i>	SC	304
<i>Celtis australis</i>	SC	2
<i>Chenopodium</i>	C	1
<i>Chenopodium murale</i>	C	2
<i>Cistus</i>	C	1
<i>Cupressus sempervivens</i>	SC	1
<i>Euphorbiaceae</i> indet.	SC	2
<i>Euphorbia</i> cf. <i>helioscopia</i>	SC	3
<i>Euphorbia</i> cf. <i>peplus</i>	SC	1
<i>Fabaceae</i> indet.	C	8
<i>Fabaceae</i> indet.	SC	11
<i>Fabaceae</i> tipo <i>Genista</i>	C	1
cf. <i>Ferula</i>	SC	6
<i>Fumaria</i> (no <i>officinalis</i>)	SC	2
<i>Galium</i>	C	1
<i>Heliotropium europaeum</i>	SC	2
<i>Juniperus phoenicea</i>	SC	1
<i>Juniperus</i>	SC	2
<i>Lamiaceae</i> indet.	C	1
<i>Lamiaceae</i> tipo <i>Galeopsis</i>	SC	1
<i>Lamiaceae</i> tipo <i>Salvia</i>	SC	7
<i>Lithospermum</i> cf. <i>arvense</i>	SC	1
<i>Lolium</i> cf. <i>remotum</i>	C	1
<i>Malva</i>	C	2
<i>Medicago</i>	C	2

Tabla 180. Lista de especies recuperadas arqueobotánicamente en la Cova des Càrritx (C, carbonizados; SC, sin carbonizar). Stika (1999)

Plantas silvestres	Conservación	Nº restos
<i>Medicago</i> (fragmento de vaina)	SC	2
cf. <i>Medicago lupulina</i>	C	1
<i>Mercurialis</i> cf. <i>annua</i>	SC	19
Monocotiledónea indet.	C	1
<i>Pinus</i>	SC	3
<i>Pistacia lentiscus</i>	C	6
<i>Pistacia lentiscus</i>	SC	79
<i>Pistacia lentiscus</i> (fragmento de hoja)	C	2
<i>Pistacia lentiscus</i> (fragmento de hoja)	SC	2
Poaceae indet. (vestida de fruto grande)	SC	11
Poaceae indet. (fruto pequeño)	C	1
Poaceae indet. (fragmento de paja)	C	1
Poaceae/Cyperaceae	C	1
<i>Polygonum aviculare</i>	C	1
<i>Psoralea bituminosa</i>	SC	1
<i>Rosmarinus officinalis</i>	C	3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	SC	3
<i>Rosmarinus officinalis</i> t.	C	121
<i>Rosmarinus officinalis</i> t.	SC	7613
<i>Rubia peregrina</i>	SC	9
<i>Rumex</i>	C	1
<i>Setaria</i>	C	1
<i>Silene</i> cf. <i>gallica</i>	C	1
<i>Solanum nigrum/S. luteum</i>	SC	19

Tabla 180. Continuación

con la información disponible, la Cueva des Càrritx presenta novedades importantes en lo que se refiere a patrones de asentamiento.

El excelente grado de conservación del yacimiento ha permitido la preservación de la materia orgánica. Durante la excavación se recuperaron 286 muestras extraídas de la sala 1, 2, 3 y 5 en algunas de las cuales los restos aparecían mineralizados. El estudio arqueobotánico realizado por Stika (1999) se centró en dos tipos de muestras: a) las carbonizadas, atribuibles al momento de utilización de la cueva como lugar de enterramiento (entre c. 1450/1400 y 800 años cal. BC); b) las no carbonizadas, datables en momentos posteriores que se extenderían hasta la Edad Media.

Del conjunto de muestras recuperado, 128 no produjeron restos, de 127 sólo se estudiaron las fracciones mayores y sólo 31 fueron estudiadas en su totalidad. Se identificaron un total de 50 taxones diferentes que incluyen 27 especies y diferentes géneros (Tabla 180) que proceden en su mayoría de las salas 1 y 2. Entre las especies conservadas por carbonización destacan los cereales como la cebada (*Hordeum vulgare*) y la escanda (*Triticum* cf. *dicoccum*), así como aceitunas (*Olea*), higos (*Ficus carica*), zarzamora (*Rubus fruticosus* agg.) y uvas (*Vitis vinifera*). Junto a estas especies se documenta la presencia de lentisco (*Pistacia lentiscus*), jara (*Cistus*) y romero (*Rosmarinus officinalis*) que pudieron estar en relación con los ajueres funerarios. Además, se han identificado cuatro taxones más, a saber, cañaferla (*Ferula*), ciprés (*Cupressus sempervirens*), sabin (*Juniperus phoenicea*) y pino (*Pinus*) que, a pesar de no estar carbonizados, pudieron estar en relación con los enterramientos ya que no constituyen parte de la dieta de aves y roedores y, por lo tanto,

se descarta la posibilidad de que fueran transportadas por agentes animales. Por otra parte, debido a su contenido en resinas y aceites esenciales pudieron ser utilizados en los rituales.

Las plantas silvestres están representadas por numerosos taxones, algunos de las cuales se han interpretado como posibles malas hierbas de cultivos cerealistas: *Aegilops*, *Ajuga*, *Medicago*, *Rumex*, *Setaria*, etc. Otras como *Malva* y *Silene gallica* pudieron haberse depositado como parte de ofrendas florales.

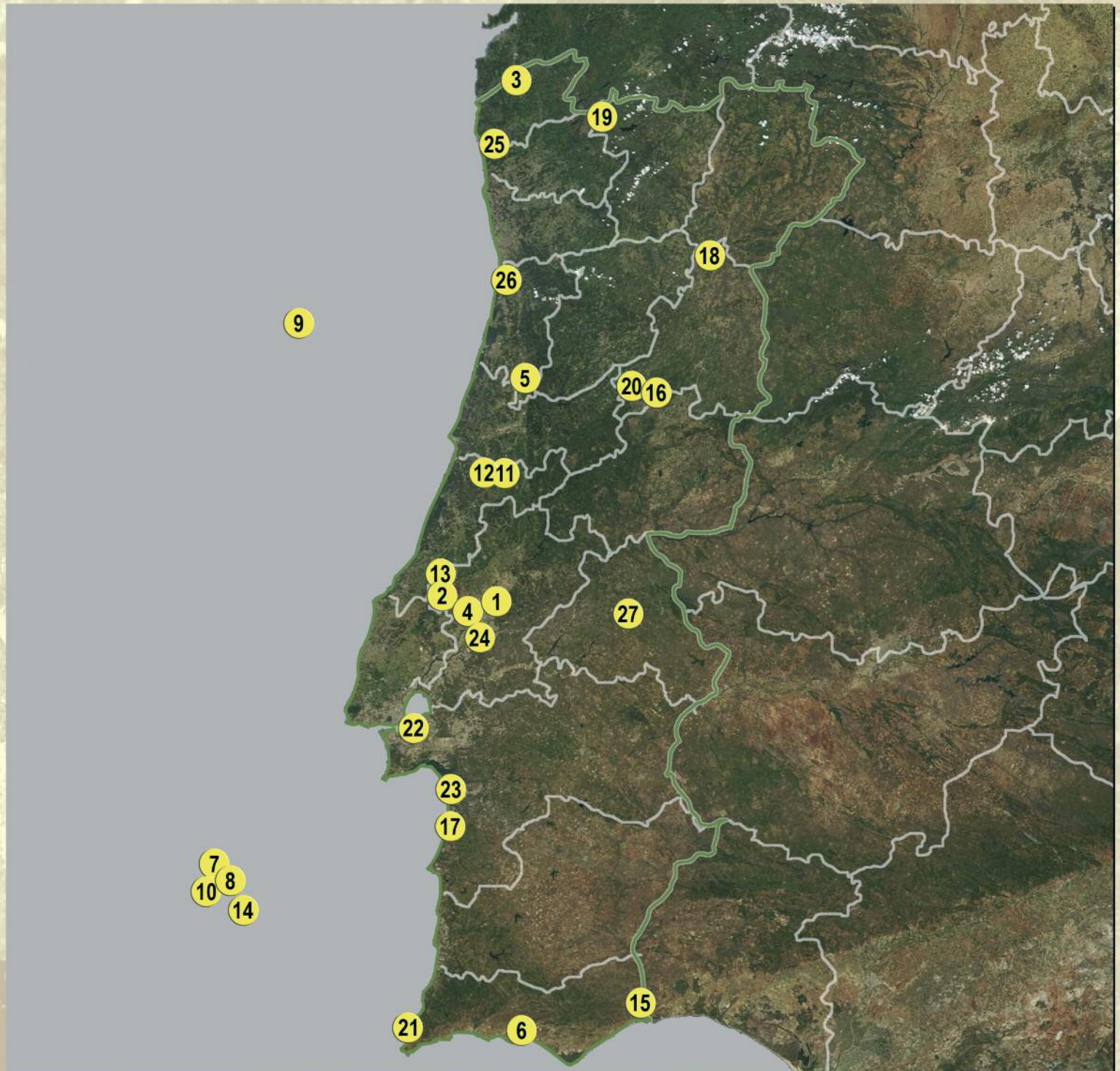
Entre las semillas no carbonizadas destacan los huesos de aceituna (*Olea*), dátiles (*Phoenix dactylifera*), castaña (*Castanea sativa*) y frambuesa (*Rubus* cf. *idaeus*), algunos de los cuales como los huesos de aceituna presentan mordeduras de roedores y representan aportaciones posteriores a la utilización del espacio como osario. Este también sería el caso de las semillas de alcaparra (*Capparis spinosa*), habitualmente acumuladas por roedores.

El análisis arqueobotánico de la Cova des Càrritx supone una aportación de gran interés para el conocimiento de la utilización de los recursos vegetales en Menorca debido a la falta de este tipo de estudios en la isla. Ha permitido explorar aspectos relacionados con los rituales de enterramiento (ofrendas), además de dar a conocer algunas de las especies cultivadas y de las posibles especies recolectadas.

Más información:

Stika (1999)

PORTUGAL



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE PORTUGAL
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Alpiarça
2. Rio Maior
3. São Pedro da Torre
4. Vale de Santarém
5. Monsarros
6. Morgadinho
7. MD01-2443
8. MD95-2042
9. MD95-2039
10. SU81-18
11. Buraca Escura
12. Buraca Grande
13. Cabeço de Porto Marinho
14. 8057-B
15. CM5 Beliche
16. Charco da Candieira
17. Laguna de Santo André
18. Prazo
19. Lagoa do Marinho
20. Lagoa Comprida
21. Castelejo
22. Barreiro
23. Lagoa Travessa
24. Valle de Muge
25. Esposende
26. Ovar
27. Coudelaria de Alter do Chão

ALPIARÇA

Santarém, Portugal

Mioceno superior-Plioceno



B.A. FERREIRA SANTARÉM

Figura 735. Río Tajo a su paso por las proximidades de Alpiarça, Portugal

La región de Alpiarça, que se encuentra situada en la Cuenca Baja del Tajo, presenta depósitos cenozoicos que se atribuyen al Mioceno superior/Plioceno. Teixeira (1952) describió en Vale de Carros unos niveles de arcillas blancas con fósiles vegetales bien conservados (39° 14' N, 08° 35' O; 20 m s.n.m.), fundamentalmente impresiones foliares y fragmentos de tallos. Algunos niveles poseen una gran riqueza en restos foliares, que llegan a presentarse acumulados unos sobre otros. Desafortunadamente, presentan una muy baja diversidad, habiéndose podido únicamente determinar tres especies: *Populus tagana*, *Acer trilobatum* y *Salix scalabitana*.

En la zona de Alpiarça se efectuaron estudios palinológicos en las terrazas pleistocenas del río Tajo. En los años 80, van Leeuwen & Janssen (1985) analizaron dos sondeos de forma preliminar (Figs. 736 y 737). Los sedimentos muestreados fueron arcillas, turbas arcillosas y turbas con fragmentos de maderas. En ambos sondeos se verifica la dominancia de plantas de ambientes húmedos. Además, de base a techo se observa una disminución de los valores de *Pinus* y *Quercus* y, de forma contraria, un incremento de los porcentajes de granos de polen de plantas herbáceas. El espectro polínico evidencia la transformación de un ambiente forestal abierto con robles a uno estepario.

En la base del sondeo II (Fig. 737), se han encontrado valores elevados de taxones no arbóreos, mientras que en la parte media se muestran bajos porcentajes de *Pinus*, lo que parece evidenciar que en las proximidades del depósito estos árboles no debieron desarrollarse y su polen fue transportado desde grandes distancias. A techo del sondeo se observan valores máximos de taxones no arbóreos, de *Vitis* y una disminución de los de *Quercus*, apareciendo por primera vez *Olea*. Los taxones propios de zonas palustres muestran bajos porcentajes y se encuentran fundamentalmente representados por *Alnus*, *Myrica* y *Lythrum*. En el sondeo I (Fig. 736) también se ha verificado la presencia de *Isoetes* y *Cyperaceae*, lo que podría estar relacionado con las variaciones del nivel de agua del curso del Tajo. Los autores que realizaron el trabajo palinológico preliminar de esta zona relacionaron los valores elevados de *Vitis* con el resultado de actividades humanas en las proximidades. La carencia de marcadores estratigráficos no ha permitido extraer más conclusiones sobre la vegetación de esta zona. Es necesario realizar nuevos sondeos así como dataciones radiométricas para poder obtener conclusiones más relevantes sobre la evolución de la vegetación cuaternaria en la Cuenca Baja del Tajo.

Más información:

Teixeira (1952), van Leeuwen & Janssen (1985)

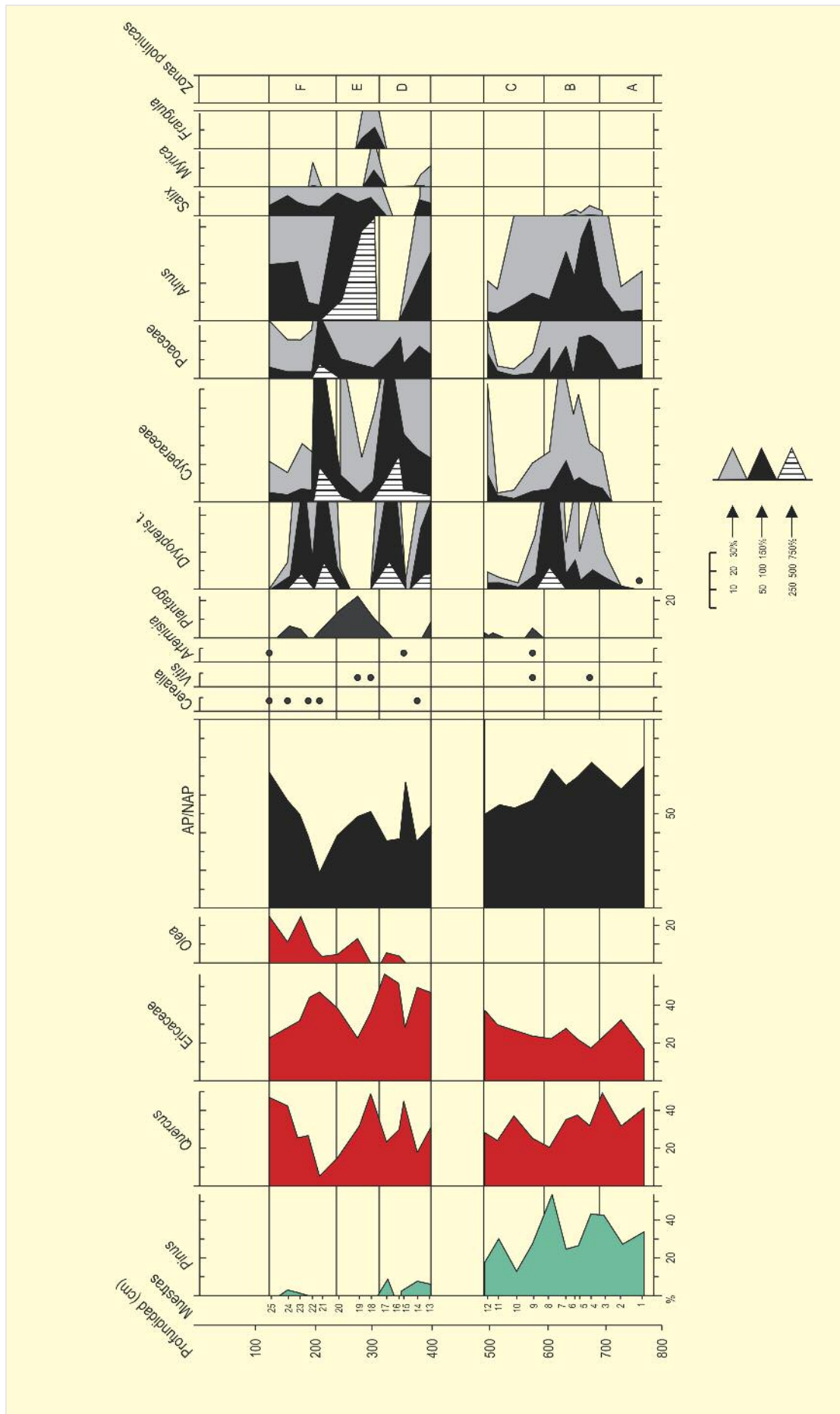


Figura 736. Diagrama polínico sintético de Alpiarça I. Redibujado de van Leeuwaarden & Janssen (1985)

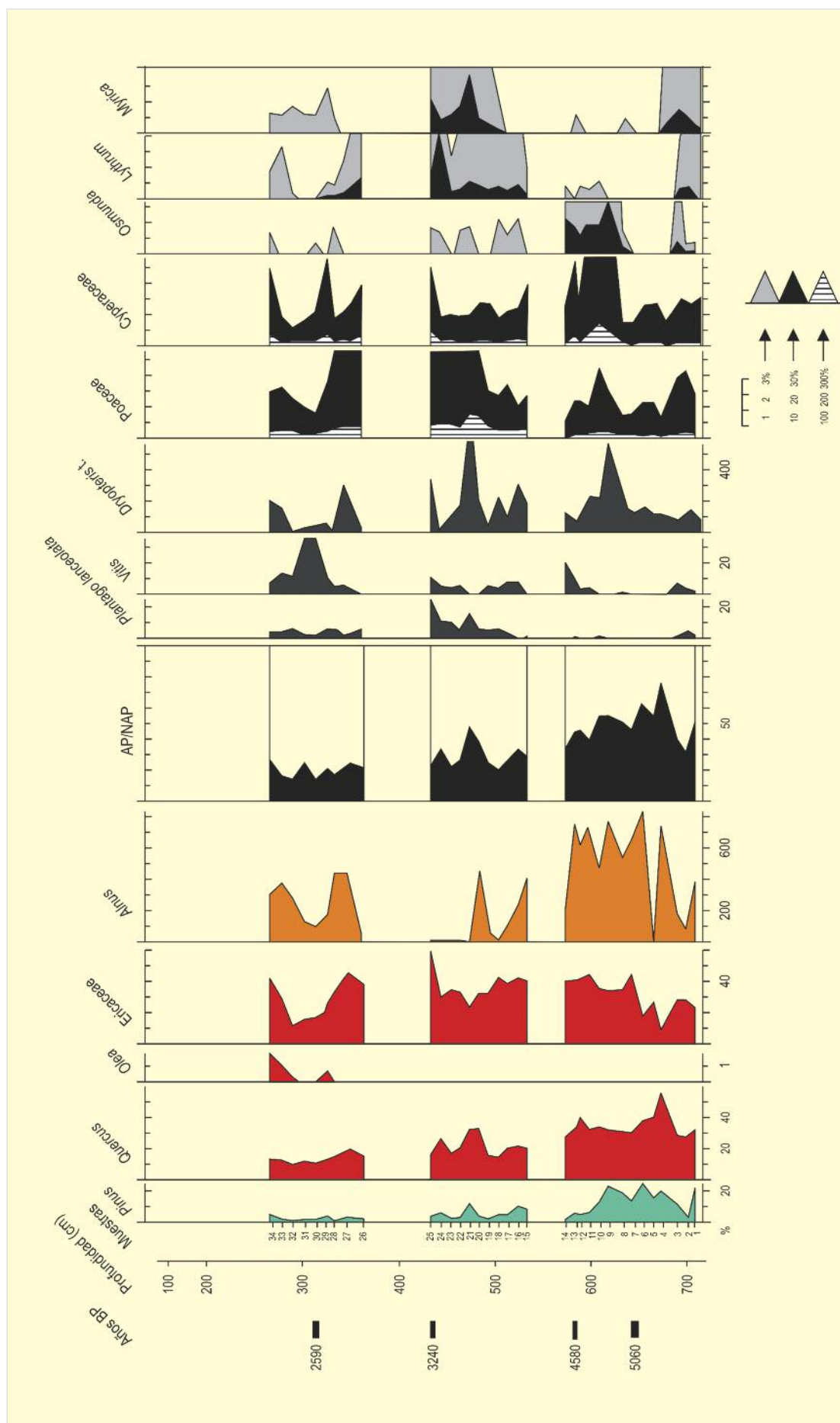


Figura 737. Diagrama polínico sintético de Alpiarça II. Redibujado de van Leeuwen & Janssen (1985)

RIO MAIOR

Santarém, Portugal
Plioceno

La región de Rio Maior (39° 20' N, 08° 56' O) con unos 7,5 km de largo y 2 km de ancho, constituye una subcuenca situada en la orla noroccidental de la Cuenca del Bajo Tajo. Está limitada al norte por una falla de orientación noroeste-sureste que establece contacto con el macizo calizo mesozoico de la Estremadura portuguesa. El relleno sedimentario de la cuenca, que está discordante sobre materiales del Jurásico, Cretácico, Paleógeno y Neógeno, comprende de base a techo arenas caoliníticas finas, niveles de lignitos y diatomitas y depósitos areno-arcillosos (Zbyszewski 1967). Trabajos sedimentológicos y estratigráficos más recientes

(Pena dos Reis *et al.* 1992, Cunha 1992, Cunha *et al.* 1993, Ramos & Cunha 2004) indican que durante el Zancayense superior y el Placenziense inferior (3,5-3,6 Ma) se produjo una transgresión marina en la costa atlántica entre Aveiro y la Península de Setúbal. Los sedimentos transgresivos afloran en Vale do Freixo (Leiria) y han sido datados a partir de isótopos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de conchas de pectínidos como Zancayense superior-Placenziense inferior (Silva 2001). A partir de estudios magnetoestratigráficos Diniz & Mörner (1995) realizaron la datación del techo de estos depósitos como correspondiente a la transición Placenziense-Gelasiense. De acuerdo con estos estudios, los sedimentos de Rio Maior son en su mayor parte de edad placenziense, restringiéndose su techo al Gelasiense (Vieira 2009).

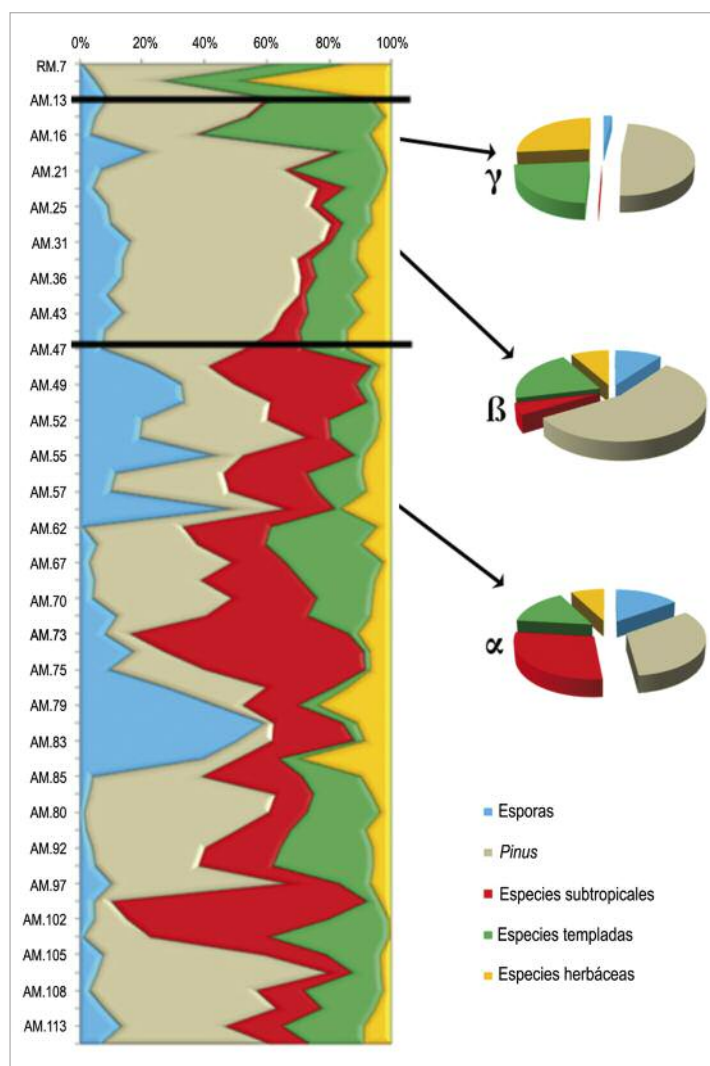


Figura 738. Subdivisión del espectro polínico de Rio Maior considerando los porcentajes de esporas, polen de *Pinus*, polen de taxones arbóreos subtropicales, polen de taxones arbóreos de clima templado y NAP. Redibujado de Vieira (2009)

El primer trabajo palinológico llevado a cabo en la zona (Diniz 1984) se ocupó del estudio de dos sondeos (F58 y F16) procedentes de la zona media de la subcuenca. La citada autora describió nueve asociaciones, nominadas de base a techo de la A a la I, que estaban compuestas por polen de elementos mediterráneos, atlánticos y "macaronésicos". (Figs. 739 y 740). Las asociaciones palinológicas fueron particularmente ricas. La A presentó una gran abundancia de granos de *Quercus*, *Engelhardia*, *Magnolia* y *Cathaya* que estaban asociados a *Castanea* y *Acer*, así como una buena representación de polen de gimnospermas. Por su parte, en la Asociación B se observó una reducción de las angiospermas citadas y una elevada representación de elementos palustres, lo que pudo estar relacionado con un aumento de temperatura y humedad. De forma general, el estudio de las siguientes asociaciones parece señalar incrementos y descensos de los valores de estos dos parámetros. Así, en la Asociación C se puede verificar un descenso de temperatura y humedad, las cuales vuelven a aumentar en la Asociación D, que es muy similar a la B. La asociación E señaló de nuevo una caída de estos parámetros, verificándose un nuevo aumento en la base de la Asociación F en donde se encontraron porcentajes reseñables de *Engelhardia*, incrementos de *Myrica* y *Clethraceae-Cyrrillaceae* y presencias de *Nyssa* y *Symplocos*. De forma diferente, la Asociación G reflejó unas condiciones menos calientes y húmedas y la existencia de bosques aclarados. La mayoría de los taxones termófilos desaparecieron o se rarificaron. Además, se produjo un aumento de las *Cupressaceae*, de los elementos de tipo mediterráneo y de *Alnus*. Asimismo los taxones herbáceos se hicieron más comunes. Un paisaje forestal caracterizado por *Quercus* se pudo inferir a partir del estudio de los niveles de la Asociación H. Finalmente, la Asociación I se pudo relacionar con condiciones climáticas más frías y secas que produjeron la reducción de los bosques y el

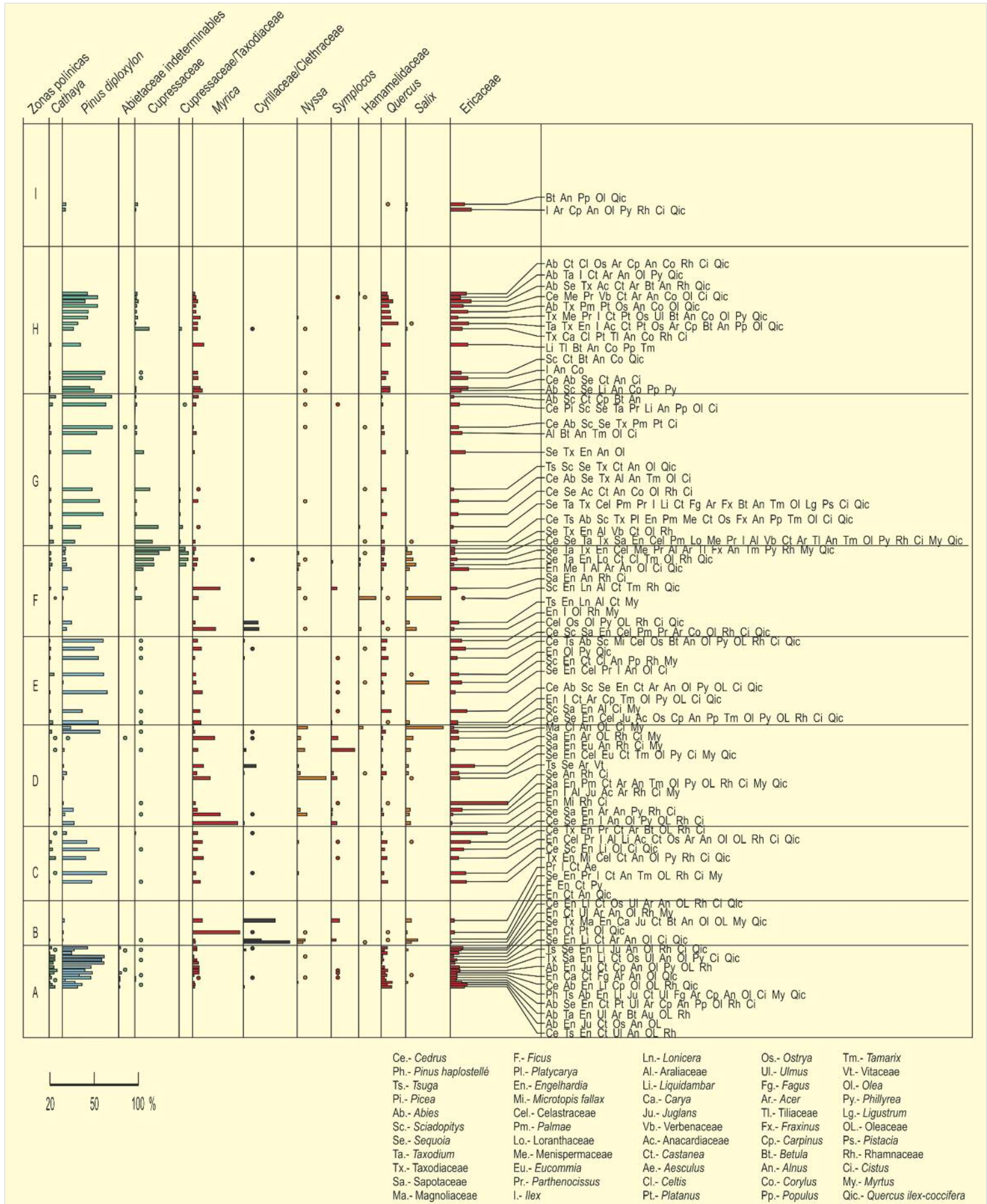


Figura 739. Diagrama polínico de Rio Maior F 58. Redibujado de Diniz (1984)



Figura 740. Diagrama polínico de Rio Maior F 16. Redibujado de Diniz (1984)

desarrollo de plantas herbáceas. Durante este período *Alnus* fue el único representante de los árboles ribereños.

A partir de correlaciones climatostratigráficas con diagramas polínicos sintéticos del Norte de Europa (Zagwin 1960) y de la zona mediterránea (Suc 1984), Diniz & Mörner (1995), Diniz (1984, 2001) atribuyó los depósitos de la subcuenca de Rio Maior una edad pliocena que comprendía desde el Zanclyense al Gelasiense. Vieira (2009) amplió este estudio al sondeo F98 (Fig. 738), que combinó la microscopía óptica tradicional con microscopía electrónica de barrido. El sondeo 98 de Rio Maior presenta así 125 m y su estudio palinológico permitió identificar 130 taxones. Los elementos arbóreos dominan sobre los herbáceos en todas las muestras estudiadas. Se han identificado 9 géneros de gimnospermas (*Cathaya*, *Keteleeria*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, Cupressaceae, Taxodiaceae, *Sequoia*, *Ephedra*), más de 30 especies de angiospermas arbóreas (*Acer*, *Ilex*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Fagus*, *Quercus*, *Trigonobalanopsis*, *Carya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Cercidiphyllum*, *Sambucus*, *Liquidambar*, *Craigia*, *Mortoniendron*, *Tilia*, *Nyssa*, *Diplopanax*, *Manilkara*, *Sideroxylon*, *Symplocos*, *Salix*, Oleaceae, *Ulmus*, Palmae), algunas plantas arbustivas y trepadoras (*Myrica*, *Buxus*, *Zanthoxylum*, *Lonicera*, *Leitneria*, *Hedera*, *Arbutus*, *Phillyrea*, Rosaceae), un elevado número de taxones herbáceos de hábitat terrestre y acuático (Apiaceae), diferentes especies de Asteraceae, Campanulaceae, *Myriophyllum*, Cistaceae, Primulaceae, Euphorbiaceae, *Linum*, Fabaceae, Polygalaceae, *Geranium*, *Centaureum*, *Galium*, *Lythrum*, Myrtaceae, *Plantago*, *Borago*, Amaranthaceae, Poaceae, *Rumex*, *Chelidonium*, Liliaceae, Cyperaceae, *Typha*, *Nuphar*, *Ranunculus*, *Utricularia* y cerca de 13 tipos de esporas de criptógamas (*Riccia*, *Anthoceros*, *Phaeoceros*, *Sphagnum*, *Lycopodium*, *Selaginella*, Cyateaceae, Gleicheniaceae, *Osmunda*, *Adiantum*, *Pteris*, *Polypodium*).

A partir de los datos cuantitativos, el sondeo 98 se pudo subdividir en tres zonas polínicas. La zona α (muestras AM.116-AM.46; profundidad 62,5-125,7 m) se caracteriza por un predominio de los taxones arbóreos de tipo subtropical (29%) sobre los de tipo templado (15%). Esta zona también presenta una alta proporción de esporas que llega hasta casi un 60% en alguna de las muestras estudiadas y es indicativa de una alta humedad en el medio. Los valores de *Pinus* se hacen casi inapreciables en los niveles en los que dominan los elementos subtropicales o las esporas. Las asociaciones obtenidas parecen señalar la existencia de bosques mixtos similares a los que en la actualidad se desarrollan en el sudeste asiático y en la Península de Florida, que tienen elevados requerimientos de humedad y temperatura. Éstos debieron caracterizarse por plantas típicas de pantanos como Taxodiaceae, Osmundaceae, *Liquidambar*, *Craigia*, *Nyssa* y *Myrica* y elementos subtropicales como *Trigonobalanus*, Sapotaceae, *Engelhardia*, *Zanthoxylum* y *Symplocos* que se mezclaban con taxones de tipo templado como *Quercus*, Ericaceae, *Betula*, *Carpinus*, *Carya*, *Cercidiphyllum* y *Juglans*. Estos bosques presentaron un rico sotobosque poblado de helechos entre los que debieron destacar las Pteridaceae. Las zonas encharcadas estuvieron pobladas por diferentes tipos de plantas acuáticas,

como *Nuphar*, *Ranunculus*, *Lythrum* y *Myriophyllum*, anfibias, como *Typha*, y plantas parásitas (*Arceuthobium*, *Viscum* y *Loranthus*).

Durante la zona β (muestras AM.43-AM.13; profundidad 25-56 m) se observa una drástica disminución de los taxones subtropicales (Taxodiaceae, *Nyssa*, Sapotaceae, *Engelhardia*, *Carya*, Rutaceae, Palmae, *Cathaya*, *Craigia*, *Diplopanax*), que tienden a desaparecer en los niveles más apicales de la zona, y un incremento de los taxones de tipo templado y de *Pinus*, el cual llega a ser dominante en las asociaciones estudiadas. Particularmente, aumentan *Quercus*, Ericaceae y *Myrica*. Asimismo, los granos de polen de Cupressaceae, Asteraceae y *Alnus* tienden a aparecer más frecuentemente. No se observan diferencias porcentuales apreciables de esporas y NAP en esta zona respecto a la anterior. La disminución de los porcentajes de elementos subtropicales respecto al aumento de los de tipo templado y *Pinus*, parecen señalar un cambio en las condiciones ambientales de la zona. Es posible que éste se encontrara relacionado con una caída de las temperaturas y precipitaciones.

En la zona γ (muestras AM.7-AM.8; profundidad: 8,5-9 m), las asociaciones muestran una menor diversidad de palinomorfos, posiblemente porque los sedimentos areno-arcillosos son poco favorables para su conservación. Particularmente, se constata la desaparición de los taxones subtropicales, exceptuando la escasa presencia de *Myrica*, así como un aumento de los porcentajes de las plantas herbáceas que llegan hasta un 26% del total de los palinomorfos estudiados. *Pinus* con un 49% de presencia, domina las asociaciones. Los taxones de tipo templado están representados por *Alnus*, Ericaceae, Cistaceae y *Castanea*, contabilizándose como un 23% del total. Los porcentajes de esporas disminuyen hasta casi un 2%. La vegetación parece que estuvo constituida por pinares abiertos en donde crecían herbáceas de las familias Asteraceae, Poaceae, Cistaceae, Plantaginaceae, Campanulaceae y Euphorbiaceae. Los bosques ripícolas y de pantano estuvieron caracterizados por *Alnus*, *Myrica* y Osmundaceae. Parece que la reducción en especies con respecto a las dos zonas inferiores se encuentra en consonancia con una bajada de las temperaturas en la región.

La comparación de los resultados obtenidos por Diniz (1984) y Vieira (2009) verifican la atribución de los depósitos diatomíticos de Rio Maior al Placenziense, siendo gelasienses los niveles que se encuentran a techo de la sucesión. A diferencia de lo expresado por Diniz (1984), el Zanclyense no se encuentra representado en los tres sondeos estudiados. En general, atendiendo a las asociaciones palinoflorísticas descritas por Vieira (2009), las condiciones climáticas cálidas y húmedas perduraron en esta zona a lo largo de la mayor parte del Placenziense, a diferencia de lo que ocurrió en otras regiones del Sur de Europa. Este hecho se debió a la fuerte influencia atlántica que tuvo la zona, de forma semejante a lo que ocurre hoy en día en el litoral occidental de Portugal.

Más información:

Diniz (1984, 2001), Diniz & Mörner (1995), Vieira (2009)

SÃO PEDRO DA TORRE

Viana do Castelo, Portugal
Plioceno inferior

São Pedro da Torre es una localidad que se encuentra al norte de Portugal, próxima a la frontera con Galicia 41° 58' 56" N, 08° 39' 02" O; 30 m s.n.m. En esta zona afloran depósitos pliocenos sobre los cuales se depositaron terrazas pleistocenas resultantes de la actividad sedimentaria del río Miño. Los depósitos pliocenos están esencialmente integrados por arcillas con intercalaciones conglomeráticas y arenas (Pereira 1991). Durante la construcción de la autopista A3, se descubrió un nivel de arcillas

negras muy ricas en restos vegetales que estaba depositada en un paleocanal (Fig. 741).

Del estudio del contenido fósil del afloramiento se destaca la abundancia de impresiones foliares de *Taxodium hantkey* y *Liquidambar europaea*. También se han recogido frutos y semillas de cf. *Salvinia*, *Taxodium hantkey*, *Symplocos*, *Eurya*, *Tilia*, *Cephalanthus* y *Umbelliferopsis* (Pais 1989).

Familia	Género	Familia	Género
Anthocerotaceae	<i>Anthoceros</i>	Mastixiaceae	
	<i>Phaeoceros</i>	Myricaceae	<i>Myrica</i>
Ricciaceae	<i>Riccia</i>	Cornaceae	<i>Nyssa</i>
Sphagnaceae	<i>Sphagnum</i>	Oleaceae	
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i>	Rutaceae	
Cyatheaceae			<i>Citrus</i>
Gleicheniaceae		Salicaceae	<i>Salix</i>
Osmundaceae	<i>Osmunda</i>	Sapotaceae	
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i>	Symplocaceae	<i>Symplocos</i>
Pteridaceae		Malvaceae	<i>Tilia</i>
	<i>Pteris</i>	Ulmaceae	<i>Ulmus</i>
Pinaceae	<i>Cathaya</i>	Amaranthaceae	
	<i>Picea</i>	Apiaceae	
	<i>Pinus</i>	Araliaceae	
	<i>Tsuga</i>		<i>Hedera</i>
Cupressaceae		Asteraceae	
	<i>Juniperus</i>	Campanulaceae	<i>Campanula</i>
Taxodiaceae	<i>Taxodium</i> tipo	Caryophyllaceae	
Sapindaceae	<i>Acer</i>	Cistaceae	
	<i>Acer negundo</i>	Cistus	
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	Convulvulaceae	
Betulaceae	<i>Alnus</i>	Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i>
	<i>Betula</i>	Ericaceae	
Fagaceae		Euphorbiaceae	
	<i>Castanea</i>	Fabaceae	
	<i>Quercus</i>	Haloragaceae	<i>Myriophyllum</i>
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i>	Santalaceae	<i>Viscum</i>
Juglandaceae	<i>Carya</i>	Onagraceae	
	<i>Engelhardia</i>	Plantaginaceae	<i>Plantago</i>
	<i>Juglans</i>	Poaceae	
	<i>Pterocarya</i>	Polygalaceae	
	<i>Platycarya</i>	Typhaceae	<i>Typha</i>
Adoxaceae	<i>Sambucus</i>	Vitaceae	<i>Parthenocissus</i>
Cercidiphyllaceae	<i>Cercidiphyllum</i>		

Tabla 181. Listado de taxones polínicos encontrados en el nivel de arcillas negras pliocenas de São Pedro da Torre (Vieira 2009)



Figura 741. Nivel de arcillas negras pliocenas descubiertas en el talud de la autopista portuguesa A3 a la altura de São Pedro da Torre

El análisis palinológico del afloramiento permitió estudiar tres niveles ricos en miosporas que revelaron la existencia de una flora rica y diversa. Se identificaron unos 70 taxones entre esporas de briófitos, licófitos y pteridófitos, así como granos de polen de coníferas y angiospermas. Se identificaron igualmente 11 formas distintas de esporas, siendo las de la familia Pteridaceae las más abundantes. *Polypodium* también mostró una destacable presencia. Los granos de polen más característicos fueron los de *Pinus* y *Liquidambar*. En segundo lugar, destacaron por su abundancia *Cathaya*, Taxodiaceae, *Castanea*, *Quercus*, *Engelhardia*, *Juglans* y *Symplocos*. Las plantas herbáceas se encontraron escasamente representadas en este afloramiento (Vieira 2009).

Las asociaciones palinológicas y la de macrorrestos sugieren la existencia de bosques en un ambiente subtropical húmedo que caracterizó una región cercana al Océano Atlántico en donde se desarrollaron sistemas fluviales y pantanos. En éstos creció una vegetación acuática representada por *Typha*, *Myriophyllum* y *Nuphar*;

y una arbórea ripícola, dominada por *Liquidambar*, a la que *Alnus*, *Myrica*, *Nyssa*, *Pterocarya*, *Salix* y *Taxodium hantkey* estuvieron asociados. En las zonas que no estaban inundadas se desarrollaron pinares y bosques mixtos mesofíticos con *Quercus*, *Castanea*, *Juglans*, *Cercidiphyllum*, *Tilia*, *Pathenocissus*, pinares y *Acer*.

Estos bosques todavía se encontraban poblados por taxones de tipo paleotropical como *Engelhardia*, Mastixiaceae, *Platycarya* y *Symplocos*, que desaparecieron a finales del Plioceno y el Pleistoceno. La abundancia de estos elementos subtropicales relaciona el afloramiento de São Pedro da Torre con las asociaciones de la parte inferior del sondeo F98 de Rio Maior (Vieira 2009). Esto parece indicar que la edad de este afloramiento correspondería al Placenziense, o, quizás, a la parte superior del Plioceno inferior.

Más información:

Vieira (2009)

VALE DE SANTARÉM

Santarém, Portugal
Plioceno

Vale de Santarém (39° 11' N, 08° 43' o) es una pequeña población ribatejana del concejo de Santarém. Se localiza en el margen derecho del río Tajo. Las "arenas del Vale de

Santarém" son una pequeña banda estrecha asentada en las Calizas de Santarém-Almoster y las areniscas de Ulme. Concretamente su afloramiento tiene de 7 a 8 km de longitud y de 1 a 2 km de anchura máxima, encontrándose al noroeste de la citada población.

El origen tectónico de esta pequeña cuenca es el mismo que el de la cuenca de Rio Maior, de ahí que las arenas blancas, silíceas de esta área sean semejantes a las de Rio Maior, Pombal-Leiria, etc., y hayan sido objeto de explotación para fines industriales.

El Serviço de Fomento Mineiro Português llevó a cabo en esta zona un proyecto de investigación que determinó la realización de sondeos. Los testigos de estos sondeos muestran, en términos generales, arenas silíceas blancas con intercalaciones finas de lutitas ricas en materia orgánica, lignitos, plantas fósiles y diatomitas (Zbyszewski 1968).

Teixeira (1952) asignó una edad pliocena a estos materiales, afirmando que los vegetales de Vale de Santarém eran similares a los de Rio Maior y Óbidos, así como las arcillas de Barracão. El mismo autor reconoció varios tipos de macrorrestos vegetales como *Osmunda stozii*, *Glyptostrobus europaeus*, *Tamus communis*, *Salix lavateri*, *Populus balsamoides*, *Carpinus grandis*, *Fagus*, *Quercus hispanica*, *Castanea cf. sativa*, *Comptonia oeningensis*, *Laurus nobilis*, *Sassafras ferretianum*, *Acer tricuspidatum* y *Nerium oleander*.

En 1993, fueron reexaminados los testigos de los sondeos y los niveles con materia orgánica muestreados con el objetivo de realizar un análisis palinológico que permitiera mejorar el conocimiento paleontológico, paleoambiental, paleoclimático y cronoestratigráfico de los materiales de la región. Pais *et al.* (1999) estudiaron 49 muestras procedentes de 10 sondeos. Fueron identificados esporas de *Sphagnum*, *Anthoceros*, *Phaeoceros*, *Riccia*, *Selaginella*, *Osmunda*, *Pteris* y *Polypodiaceae*. Los granos de polen arbóreo estuvieron representados por *Pinaceae*, *Tsuga*, *Myrica*, *Corylus*, *Quercus*, *Castanea*, *Ericaceae*, *Myrtaceae* y *Engelhardia*; y los herbáceos por *Amaranthaceae/Chenopodiaceae*, *Plumbaginaceae*, *Malvaceae*, *Cistaceae*, *Helianthemum*, *Rosaceae*, *Apiaceae*, *Scabiosa*, *Knautia* y *Asteraceae*.

Tras interpretar los diagramas palinológicos fue posible reconocer cuatro asociaciones florísticas (Fig. 742):

Asociación A – Caracterizada por la abundancia de granos de polen de árboles, fundamentalmente *Pinaceae*. Además,

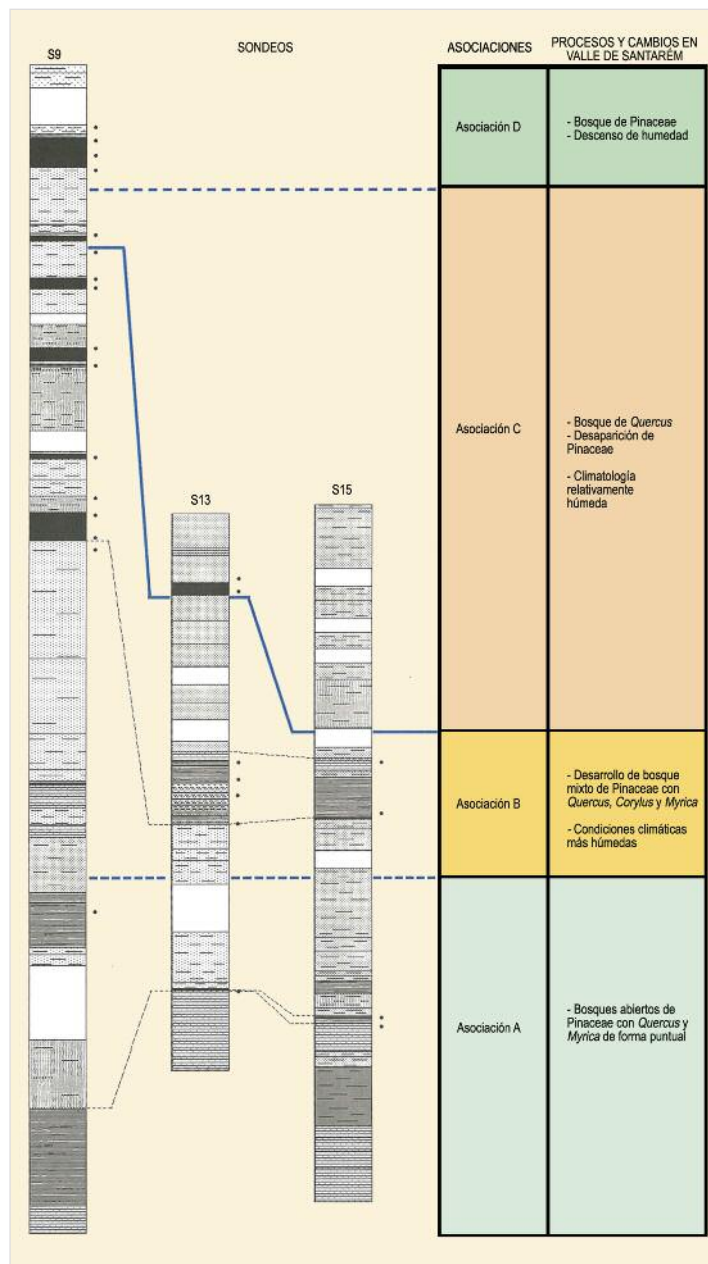


Figura 742. Correlaciones litológicas de los sondeos S9, S13 y S15 del Vale de Santarém y asociaciones florísticas reconocidas en los registros palinológicos. Modificado de Pais *et al.* (1999)

destacan *Quercus* y *Myrica*. Las ericáceas son abundantes en los sondeos S9 y S13. El estrato arbustivo estuvo dominado por Cistaceae. En el sondeo S9 aparecen numerosos granos de Malvaceae. Hepáticas (*Anthoceros*, *Phaeoceros*, *Riccia*), selaginellas y distintos helechos (*Pteris*, Polypodiaceae, *Osmunda*) son comunes en esta asociación.

El conjunto polínico sugiere un bosque relativamente abierto de Pinaceae con un sotobosque de Ericaceae. En las zonas sombrías y húmedas se desarrollaban hepáticas y algunos helechos. De forma local aparecía el género *Quercus*.

Asociación B – Está caracterizada por la abundancia de elementos arbóreos que incluyen, además de Pinaceae, a *Quercus*, *Corylus* y *Myrica*. Las Ericaceae son comunes. El género *Engelhardia* se encuentra escasamente representado. El estrato herbáceo estuvo dominado por las Cistaceae. Asimismo, son abundantes las esporas de *Anthoceros*, aunque las Osmundaceae se encuentran en raras ocasiones.

Esta asociación parece corresponder al inicio del desarrollo del bosque en condiciones climáticas algo más favorables y húmedas que las reflejadas en la primera asociación.

Asociación C – Se encuentra marcada por la desaparición de Pinaceae. El estrato arbóreo estuvo dominado por *Quercus*, *Castanea*, *Myrica* y Ericaceae. Se han encontrado granos de polen de Apiaceae, los de Asteraceae se encuentran de forma puntual. Las esporas de *Anthoceros* aparecen abundantemente.

Esta asociación está relacionada con el desarrollo de bosques de *Quercus* bajo una climatología relativamente húmeda.

Asociación D – En ésta vuelven a aparecer las Pinaceae acompañadas por una disminución de *Castanea* y *Myrica*. *Engelhardia* se encuentra otra vez representada. Los granos de polen de Ericaceae continúan siendo abundantes. El estrato arbóreo aumenta nítidamente, aunque las cistáceas aparecen de forma puntual. Entre las esporas únicamente aparece *Selaginella*.

Esta asociación podría corresponder a un deterioro de las condiciones climáticas caracterizado por un descenso de humedad.

Desde un punto de vista climático, los conjuntos vegetales reconocidos incluyen elementos característicos de la vegetación mediterránea como Cistaceae, lo que presupone un clima con veranos calientes y secos y una estación húmeda que coincide con el período más frío.

A lo largo de los sondeos de Vale de Santarém se observan oscilaciones climáticas que se traducen como una caída de temperaturas y/o de humedad. La aparición de *Glyptostrobus* entre los macrorrestos de los niveles superiores de la cuenca de Vale de Santarém puede corresponder al retorno de un ambiente forestal que se desarrolló a partir de un clima más cálido y húmedo.

Más información:

Teixeira (1952), Zbyszewski (1968), Pais *et al.* (1999)

MONSARROS

Aveiro, Portugal
Plio-Pleistoceno

En la zona de Anadia (Aveiro, Portugal) existe una cuenca sedimentaria que presenta más de 70 m de depósitos fluviales plio-pleistocenos (40° 26' N, 08° 26' O). La evolución del ambiente fluvial en esta zona estuvo controlada por el clima, la tectónica de la cuenca lusitánica y las variaciones del nivel del mar. Los estudios de los sedimentos por Diniz (2004), establecieron: Arenas de Mala (U₃), Arenas del Valle de Grou/Arenas y conglomerados de Carqueijo (U_{2A}), Arcillas y conglomerados de Anadia+Arcillas de Boialvo (U_{2B}) y Cantos de Sangalhos (U₁). El estudio palinológico corresponde con la unidad U_{2A} y está dominado por clastos cuarcíticos angulosos, areniscas y metasedimentos.

Los sedimentos de turba-lignito definen niveles lenticulares que se alternan con lutitas (cuarzo y arcillas) y restos vegetales. Estas características texturales y estructurales sugieren transporte en suspensión y deposición en ambientes con baja energía hidrodinámica. Se estudiaron 20 muestras que permitieron contabilizar 14.355 palinomorfos, con 62 taxones: 12 tipos de esporas y 50 tipos de granos de polen (Fig. 743).

El espectro polínico (Fig. 744) evidencia la dominancia de Pinaceae y Ericaceae y una considerable presencia de esporas de Pteridophyta y Bryophyta. También es relevante la presencia de taxones mesófilos como *Quercus*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Acer* y *Juglans*; árboles y arbustos de tipo subtropical entre los que destacan Taxodiaceae,

Myrica, *Engelhardia*, *Symplocos* y *Nyssa*, así como las coníferas *Cathaya* y *Keteleeria*; y las herbáceas destacan Asteraceae, Poaceae y Cistaceae.

Los elevados porcentajes de esporas, la presencia de *Liquidambar* y *Alnus*, relevante en la base del perfil, así como la presencia de palinomorfos no polínicos como *Spirogyra*, *Botryococcus* y *Ovoidites*, indican ambientes pantanosos/lacustres con hidroperíodos largos que estuvieron rodeados de bosques caracterizados por Pinaceae y Ericaceae (Vieira 2009). Un análisis cuantitativo y cualitativo de las muestras analizadas del perfil de Monsarros ha permitido reconocer cuatro asociaciones palinológicas, probablemente asociadas a variaciones ambientales y/o climáticas (Fig. 744).

La asociación I (muestras MON.1-MON.5) está caracterizada por Osmundaceae, Ericaceae y *Pinus*. También presenta porcentajes apreciables de Taxodiaceae, *Nyssa*, *Symplocos*, *Liquidambar*, *Quercus* y *Alnus*. Parece corresponder con una fase de elevado desarrollo de zonas húmedas y pantanosas. La asociación II (muestras MON.6-MON.11) se destaca por la dominancia de *Pinus* y Ericaceae. Se observa una reducción de los valores de Osmundaceae, la casi desaparición de *Liquidambar*, *Nyssa*, *Alnus*, *Acer* y un ligero aumento de Gleicheniaceae, Cistaceae y Asteraceae. Esto parece indicativo de la formación de espacios abiertos con menor grado de humedad, aunque en la zona se desarrollaron pinares con sotobosques de Ericaceae y *Symplocos*. También se observa una disminución de *Quercus*, incrementándose ligeramente la presencia de *Engelhardia* y *Juglans*. En la asociación III (muestras MON.12-MON.16) vuelven las condiciones húmedas a la zona como indican los altos porcentajes de *Sphagnum* y, posiblemente, los de Poaceae y Ericaceae. En la zona se formarían turberas acidófilas que se irían colmatando poco a poco, produciéndose la sustitución de los esfagnos por gramíneas. Posteriormente, se instalaría en la zona un brezal. En las zonas no inundadas se desarrollaron pinares. Finalmente, la asociación IV (muestras MON.17-MON.20) vuelve a estar caracterizada por *Pinus* y Ericaceae, observándose un ligero incremento de *Ilex* y *Quercus*. Si comparamos con la asociación II, la escasez de esporas parece indicar unas condiciones ambientales algo más secas. La presencia de elementos subtropicales como *Symplocos* indica condiciones cálidas y húmedas. La zona volvió a estar caracterizada por pinares con sotobosque de Ericaceae y Symplocaceae.

Más información:

Vieira (2009)

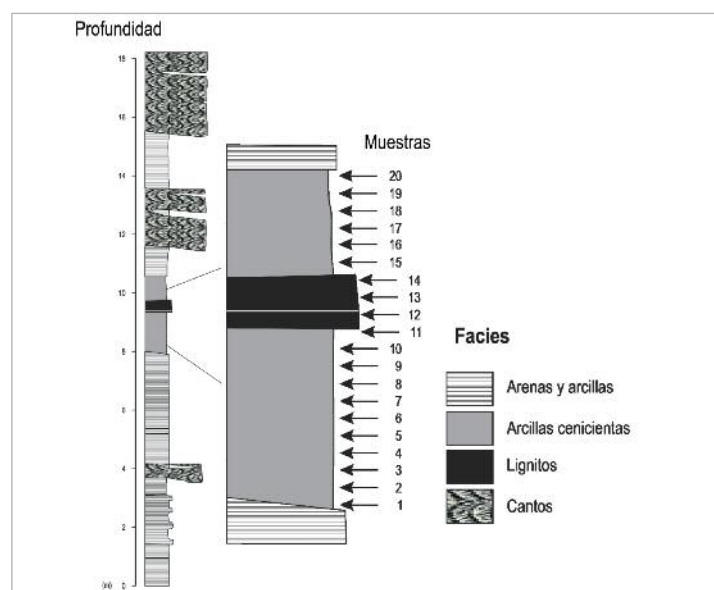


Figura 743. Perfil del afloramiento de Monsarros. Redibujado de Vieira (2009)

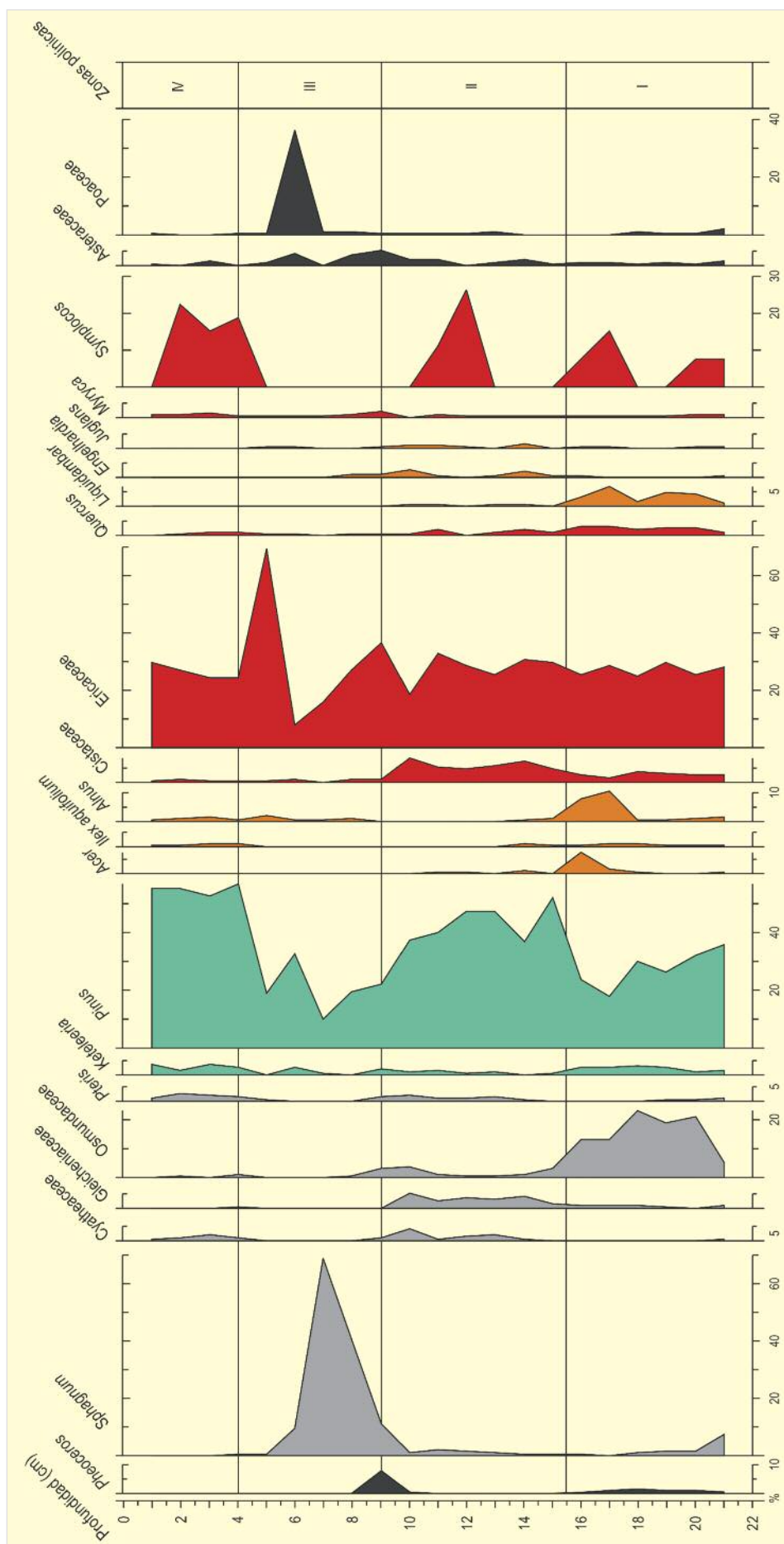


Figura 744. Diagrama polínico simplificado del perfil de Monsarros. Redibujado de Vieira (2009)

MORGADINHO

Faro, Portugal

Pleistoceno inferior-medio



P. GUERREIRO

Figura 745. Vista panorámica del Algarve en Portugal

El afloramiento fosilífero de Morgadinho (37° 05' 52" N, 08° 13' 59" O; 33 m s.n.m.) fue descubierto en 1981 por M. Oliveira. Inicialmente, sus sedimentos fueron atribuidos al Mioceno, pero la identificación de micromamíferos permitió asignarlos a las zonas MN17-MN18 (Pleistoceno inferior-Pleistoceno medio). Además de micromamíferos fueron identificados fósiles de anfibios, peces, gasterópodos y ostrácodos de agua dulce. El análisis palinológico de sus sedimentos reveló la presencia de esporas de briófitos como *Anthoceros* y *Riccia*, así como de polipodiáceas. Las gimnospermas están representadas por *Cathaya*, *Keteleeria*, *Picea*, *Pinus* y Cupressaceae. Entre las angiospermas destacan *Quercus*, Ericaceae, Mimosaceae, *Salix*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Cistaceae (*Cistus*) y *Erodium* (Geraniaceae) (Tabla 182).

La presencia de *Cathaya* y *Keteleeria* es especialmente relevante por tratarse de taxones extinguidos en la Península Ibérica actualmente. Hasta el descubrimiento de este afloramiento estos dos géneros habían sido encontrados en los depósitos burdigalienses y serravalienses de Lisboa y en el Plioceno de Rio

Morgadinho

<i>Cordosphaeridium</i>
<i>Lichnothamnus</i> af. <i>duplicarínatus</i>
<i>Anthoceros</i>
Polypodiaceae indet.
<i>Keteleeria</i>
<i>Picea</i>
<i>Pinus</i>
Cupressaceae indet.
Ericaceae indet.

Tabla 182. Taxones observados en la secuencia de Morgadinho (Antunes *et al.* 1986)

Maior. Los bosques existentes en esta área debieron ser de tipo mixto mesofítico y el clima fue húmedo y relativamente cálido.

Más información:

Antunes *et al.* (1986)

MD01-2443

Océano Atlántico, Portugal
Pleistoceno medio/superior (340-180 Ka)

El testigo marino MD01-2443 fue recuperado en 2001 con la sonda de émbolo CALYPSO del buque francés Marion Dufresne. El lugar de sondeo (37° 53' N, 10° 11' O; profundidad de agua de 2925 m) está situado 100 km al suroeste de Lisboa, cerca del punto de recuperación del testigo marino MD95-2042. El testigo mide 29,5 m y consiste, principalmente, en arcillas hemipelágicas. La zona de sondeo recibe sedimentos terrestres de las cuencas hidro-

gráficas de los ríos Tajo y Sado, de tal manera que el contenido polínico del testigo proporciona, en principio, una señal integrada de la vegetación regional del sector suroeste de la Península Ibérica.

El registro obtenido a partir del análisis de isótopos estables de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$ bentónico) indica que la acumulación de sedimentos fue continua durante los últimos 420.000 años (de Abreu *et al.* 2005).

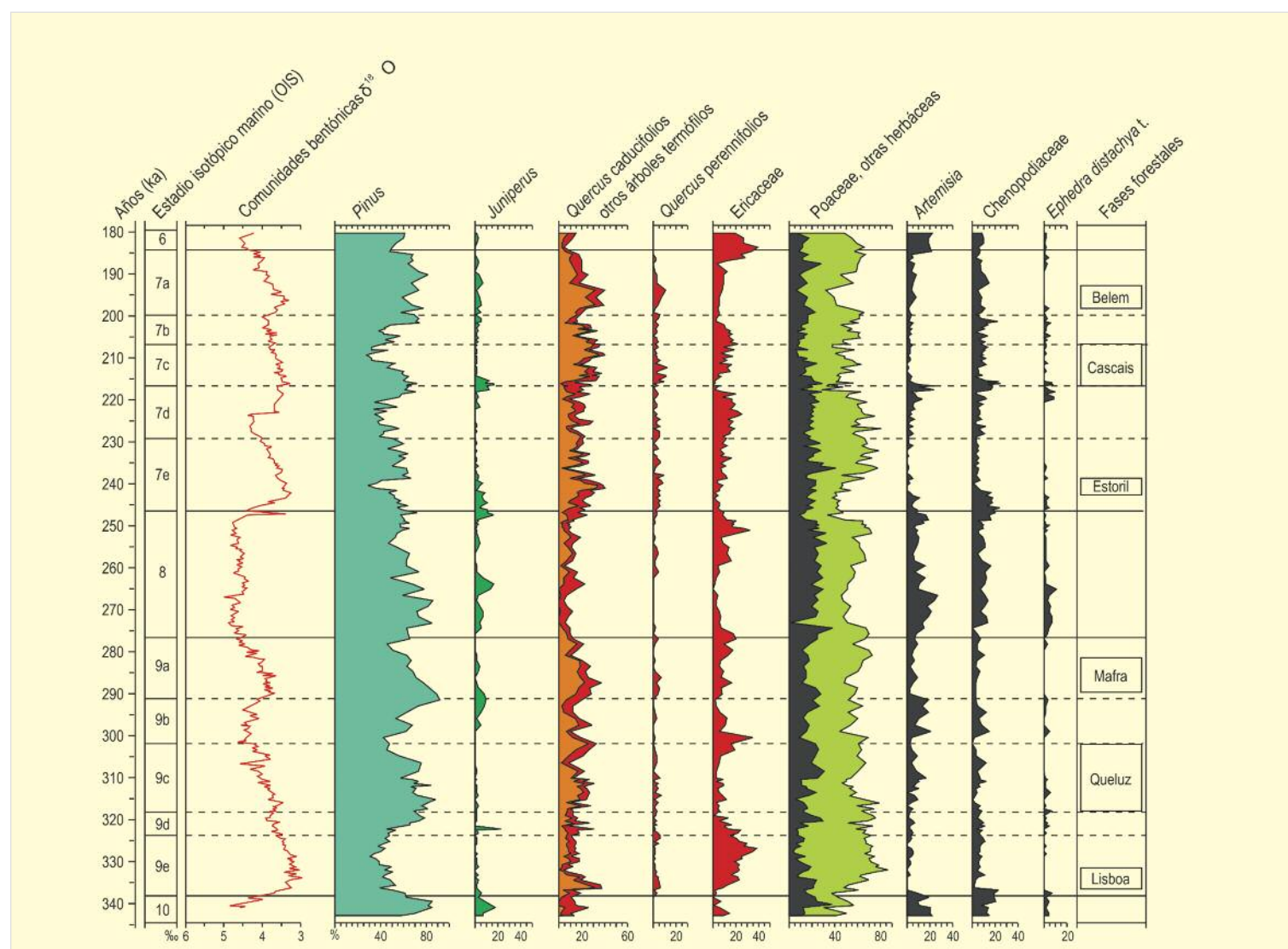


Figura 746. Diagrama polínico de MD01-2443. Redibujado de Roucoux *et al.* (2006)



Figura 747. Situación geográfica del sondeo de MD01-2443 en la costa atlántica portuguesa

La cronología del MD01-2443 está basada en la correlación del registro de $\delta^{18}\text{O}$ bentónico con el registro de deuterio de Vostok (Antártida), con 12 puntos de correlación para transiciones frío/cálido entre 340 y 180.000 años BP (Roucoux *et al.* 2006).

Investigaciones *multiproxy* (polen, foraminíferos, isótopos planctónicos y bentónicos) de la secuencia MD01-2443 indican tendencias paralelas entre condiciones de aguas superficiales marinas y la extensión de bosques termófilos a las escalas orbitales y milenarias.

Se observa una expansión de bosques con *Quercus* en respuesta a condiciones cálidas y húmedas durante los intervalos de bajo volumen global de hielo (estadios isotópicos marinos (OIS) 9e, 9c, 9a, 7e, 7c y 7a) (Fig. 746).

Inversamente, durante los intervalos de aumento de volumen global de hielo (OIS 9d, 9b, 8, 7d, 7b, 6), con condiciones frías y secas, se registra una reducción de los bosques termófilos con *Quercus* y una expansión de vegetación estépica con plantas herbáceas y xerofíticas (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra* tipo *distachya*).

Durante OIS 9e, 7e y 7a, la duración de las fases forestales (Lisboa, Estoril y Belem) fue relativamente corta, y se observa el colapso de los bosques antes de registrarse cambios significativos en las masas de agua oceánicas de la margen Ibérica (Fig. 746). Aunque la explicación precisa de estos desfases es aún desconocida, se observan paralelismos entre el comportamiento de los bosques y las concentraciones atmosféricas de metano (Tzedakis *et al.* 2004), lo que sugiere cambios globales atmosféricos durante los periodos interglaciales.

En la secuencia MD01-2443 también se han detectado ciclos relacionados con la precesión de los equinoccios (21-23 ka) tanto en la vegetación como en los indicadores marinos, con una sucesión parecida en cada ciclo de: (1) vegetación pionera con *Juniperus*, (2) árboles termófilos con *Quercus* caducifolios, (3) brezales con *Ericaceae*, y (4) vegetación esteparia.

Más información:

Tzedakis *et al.* (2004), de Abreu *et al.* (2005), Roucoux *et al.* (2006)

MD95-2042

Océano Atlántico, Portugal
Pleistoceno medio/superior (140-18 Ka)



Figura 748. Situación geográfica del sondeo MD95-2042 en la costa atlántica portuguesa

El testigo marino MD95-2042 se recuperó en la llanura abisal del río Tajo (37° 48' N, 10° 10' O; profundidad de agua de 3146 m), aproximadamente a 150 km de Lisboa y del estuario del Tajo. El sondeo fue realizado por el buque francés Marion Dufresne, equipado con una sonda de émbolo CALYPSO, durante la campaña oceanográfica de 1995 de IMAGES (*International Marine Global Change Study*), destinada al estudio del margen ibérico.

La zona de sondeo recibe sedimentos terrestres de las cuencas hidrográficas de los ríos Tajo y Sado, de tal manera que el contenido polínico del testigo debe proporcionar una señal integrada de la vegetación regional del sector suroeste de la Península Ibérica. El testigo, de 37 m de longitud, consiste en arcillas hemipelágicas que corresponden al último ciclo glacial-interglacial, y ha proporcionado material para una serie extensiva de investigaciones sedimentarias, fósiles, geoquímicas y geocronológicas (Eynaud *et al.* 2000, Moreno *et al.* 2002, Sánchez-Goñi *et al.* 1999, 2000, 2008, 2009, Shackleton *et al.* 2000, 2002, 2004, Paillet & Bard 2002).

El estudio polínico, en alta resolución, se ha centrado en el intervalo comprendido entre 140.000 y 18.000 años BP. El estudio de otros testigos en la misma zona, aporta información complementaria para los intervalos anterior (MD01-2443, 340.000-180.000 años BP) y posterior (SU81-18, 0-26.000 años BP). La investigación palinológica evidencia cambios dinámicos en la



Figura 749. Buque francés Marion Dufresne

vegetación del suroeste de la Península Ibérica durante el último ciclo glacial-interglacial, así como un notable paralelismo temporal entre los cambios terrestres y marinos (Fig. 750).

En la base de la secuencia, porcentajes elevados de Cupresaceae y plantas xerofíticas (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Ephedra*) indican condiciones terrestres frías y secas a finales del penúltimo periodo glacial (OIS 6). El aumento de *Betula*, *Quercus* caducifolios y Ericaceae sugiere un incremento de las temperaturas y humedad durante la transición al último interglacial (Eemense). Este proceso fue interrumpido por un corto evento de condiciones más secas y frías que se ha considerado análogo al periodo conocido como Dryas reciente de la última terminación glacial.

El Eemense se caracteriza, en la secuencia MD95-2042, por el desarrollo de bosques mediterráneos, con *Quercus* perennifolio y *Carpinus betulus*. La correlación directa con indicadores marinos en el mismo testigo, indica que el Eemense (fase forestal terrestre), no se corresponde exactamente con el estadio isotópico marino (OIS 5e).

Después del Eemense, el registro polínico indica la disminución a largo plazo de los bosques regionales termófilos durante el OIS 5d-a, indicando una fuerte variabilidad milenaria. Durante

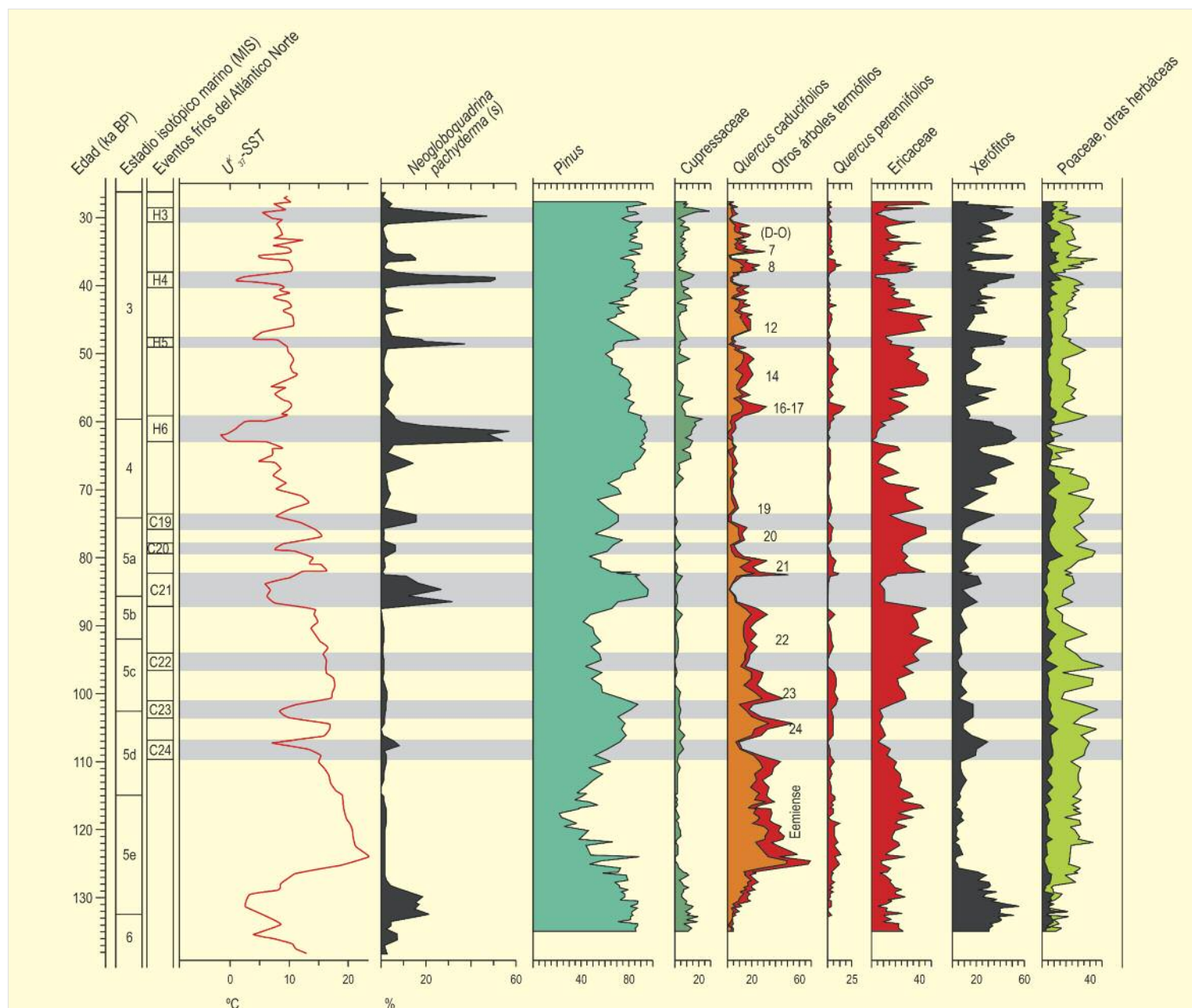


Figura 750. Diagrama *multiproxy* de MD95-2042 (adaptado de Sánchez-Goñi *et al.* 2008). Las barras grises indican los eventos abruptos fríos del Atlántico Norte, y los números (D-O) indican expansiones mayores de bosque que corresponden a eventos cálidos de Dansgaard-Oeschger en Groenlandia

los OIS 5d-a, 4 y 3, se registran diversos cambios abruptos en la vegetación que se corresponden con la identificación de una gran variabilidad en las condiciones marinas (temperatura de las aguas superficiales). De este modo, se registra una expansión de bosques con *Quercus* durante los intervalos cálidos y húmedos que se relacionan con los interestadios de Groenlandia, mientras que la vegetación xerofítica se expande durante los intervalos fríos y secos de

los estadios de Groenlandia, eventos de Heinrich 1-6 y enfriamientos nor-atlánticos C19-24.

Más información:

Sánchez-Goñi *et al.* (1999, 2000, 2008, 2009), Shackleton *et al.* (2000, 2002, 2003)

MD95-2039

Océano Atlántico, Portugal
Plesitoceno superior-Holoceno (65-10 Ka)



Figura 751. Situación geográfica del sondeo de MD95-2039 en la costa atlántica portuguesa

El testigo marino MD95-2039 se localiza a 180 km de la costa Atlántica de Portugal, a 40° 34' N y 10° 20' O, y a una profundidad de agua de 3381 m. El testigo fue recuperado con la sonda de émbolo CALYPSO del buque francés Marion Dufresne, en el contexto de la campaña oceanográfica de 1995 del programa internacional IMAGES (*International Marine Global Change Study*). El lugar de sondeo está situado a una latitud intermedia entre secuencias polínicas septentrionales como la MD95-2042 y la MD95-2043, así como la secuencia meridional MD99-2331.

La cronología de los quince metros superiores del testigo se basa en la correlación de 17 cambios abruptos registrados en la evolución del isótopo estable de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) en el foraminífero planctónico *Globuligerina bulloides* con el registro de $\delta^{18}\text{O}$ del testigo de hielo de Groenlandia GRIP (Roucoux *et al.* 2005). Un método alternativo, basado en 19 dataciones radiocarbónicas AMS y la correlación de niveles sedimentarios de Heinrich con otras secuencias del Atlántico Norte proporciona una cronología muy parecida (Schönfeld *et al.* 2003). La secuencia de esta parte superior corresponde a los últimos 65.000 años, mientras que la estratigrafía isotópica sugiere que el testigo entero de 35 m de largo corresponde a los últimos 340.000 años.



Figura 752. Sonda de émbolo Calypso

La investigación palinológica de la secuencia MD95-2039 (Fig. 753) se ha focalizado en el intervalo 65.000-10.000 años BP (Roucoux *et al.* 2001, 2005) y la respuesta de la vegetación del oeste de la Península Ibérica a la variabilidad climática milenaria durante el último periodo glacial. Los espectros se caracterizan por una abundancia de polen de *Pinus*, Ericaceae y plantas herbáceas principalmente. El intervalo 65-59.000 años BP, que se sitúa hacia el final del estadio isotópico marino (OIS) 4, tiene porcentajes elevados de *Juniperus* y plantas xerófilas y escaso polen de árboles termófilos o Ericaceae, lo que sugiere un clima frío y seco.

Los espectros del intervalo 59.000-27.000 años BP (OIS 3) exhiben fluctuaciones de gran amplitud a escala milenaria, muy evidentes en la curva de *Quercus* (tipo caducifolio). Estas fluctuaciones

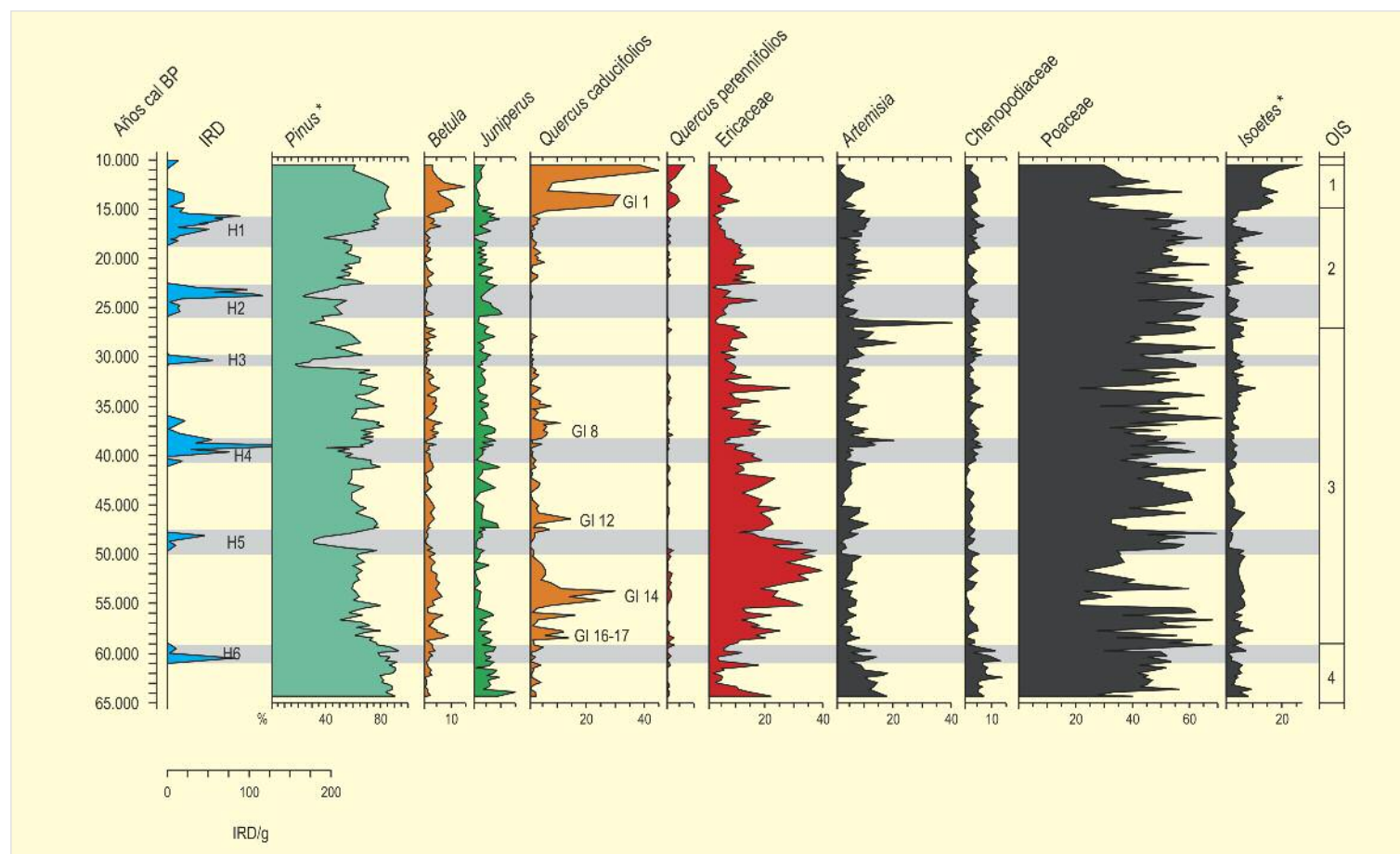


Figura 753. Diagrama polínico de MD95-2039 (basado en Roucoux *et al.* 2001, 2005). Las barras grises indican los eventos de Heinrich (H1-H6) detectados en los indicadores marinos. * *Pinus* e *Isoetes* excluidos de la suma polínica

se corresponden también con cambios significativos en los indicadores marinos del mismo testigo, y se relacionan con la variabilidad milenaria de los ciclos de Dansgaard-Oeschger y con los eventos de Heinrich. Se registran expansiones breves de *Quercus* durante episodios relativamente cálidos que se corresponden con interstadios detectados en Groenlandia. El intervalo 27.000-15.000 años BP (OIS 2) se caracteriza por el dominio de Poaceae y otras herbáceas.

Durante el periodo glacial (OIS 4-2), es evidente una tendencia a largo plazo (escala orbital) de disminución de Ericaceae y *Quercus*

a favor de Poaceae, sugiriendo una tendencia climática hacia temperaturas más bajas paralela a la expansión de hielos continentales.

La parte superior de la secuencia proporciona evidencias del desarrollo de bosques regionales de *Quercus* entre 15.000 y 10.000 años BP (OIS 1).

Más información:

Roucoux *et al.* (2001, 2005), Schönfeld *et al.* (2003)

SU81-18

Océano Atlántico, Portugal
Pleistoceno superior-Holoceno (28-1 Ka)

El testigo marino SU81-18 se localiza en la margen atlántica de Portugal a 37° 46' N y 10° 11' O, a una profundidad de agua de 3135 m, y consiste en una secuencia de siete metros de arcillas hemipelágicas y homogéneas, aparte de una escasa fracción mineral de tamaño >150 µm que representa un aporte sedimentario de icebergs atlánticos (IRD).

La cronología de la secuencia está construida a partir de la estratigrafía isotópica planctónica basada en el análisis del forami-

nífero *Globigerina bulloides* (Bard *et al.* 1987, 1989) y en 25 dataciones radiocarbónicas AMS (Bard *et al.* 2000). La secuencia corresponde a los últimos 27.000 años, e incluye el denominado Último Máximo Glacial (LGM), los eventos de Heinrich 2 y 1, la última deglaciación y el Holoceno.

El sondeo SU81-18 fue realizado aproximadamente en el mismo lugar que el sondeo 8057 B (Hooghiemstra *et al.* 1992), por lo que los resultados son muy semejantes, aunque con una reso-

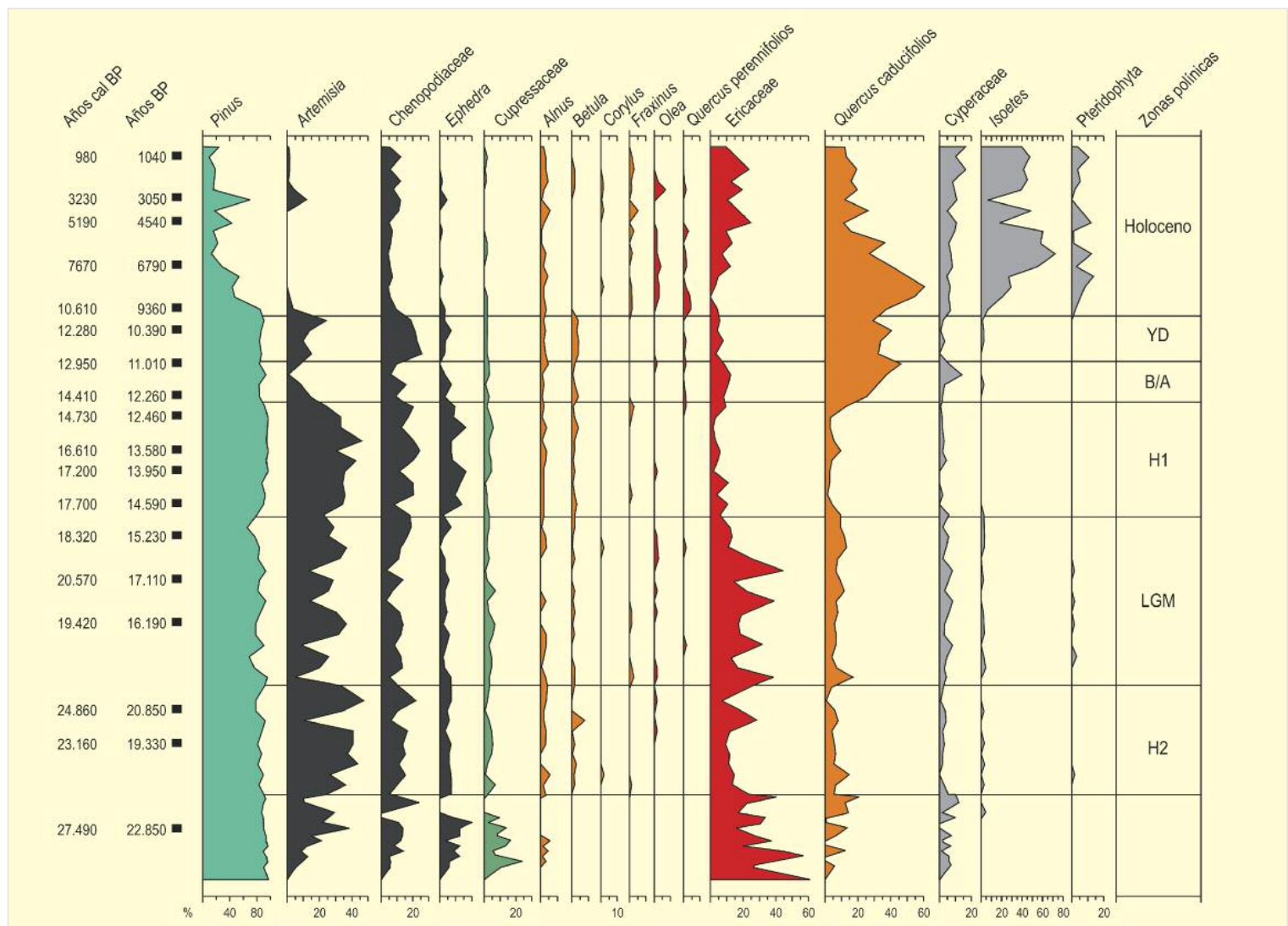


Figura 754. Diagrama polínico del testigo SU81-18. Redibujado de Lézine & Denèfle (1997) y Turon *et al.* (2003)



Figura 755. Situación geográfica del sondeo de SU81-18 en la costa atlántica peninsular

lución de muestreo más elevada, un mayor número de dataciones y complementado por el estudio marino multiparamétrico. Además, se sitúa próximo al testigo MD95-2042, que ha proporcionado un registro polínico para el intervalo anterior de 140-27 ka (Sánchez-Goñi *et al.* 2008).

La secuencia polínica SU81-18 (Fig.754) proporciona evidencias sobre la respuesta de la vegetación del suroeste de la Península Ibérica a los cambios climáticos de origen atlántico. El intervalo 27.000-

14.500 años BP, que corresponde al estadio isotópico OIS 2, se caracteriza por el dominio de vegetación xerofítica y herbácea, correspondiendo a un clima seco y frío. No obstante, el Último Máximo Glacial se distingue por una leve expansión de Ericaceae acompañada por un aumento en la abundancia de Cyperaceae, lo que indica condiciones más húmedas comparado con los eventos de Heinrich 2 y 1.

Durante el Heinrich 1 se observan abundancias máximas de polen de plantas xerófilas, junto a cantidades elevadas de IRD, y porcentajes máximos del foraminífero polar *Neogloboquadrina pachyderma* y de especies de dinoflagelados, indicando las condiciones más frías de los últimos 27.000 años, tanto atmosféricas como oceánicas.

El intervalo del OIS 1 (14.500-0 años BP) se caracteriza por el aumento progresivo de *Quercus*, plantas mediterráneas (*Olea*, *Pistacia*), Ericaceae, Cyperaceae e *Isoetes* bajo condiciones cálidas y húmedas. Durante este intervalo se observa una expansión de xerófitas indicando condiciones secas durante el Dryas reciente. A lo largo de toda la secuencia se observa cómo los cambios polínicos se corresponden con cambios en el contenido de dinoflagelados, indicando la sincronía existente entre las condiciones continentales y oceánicas.

Mas información:

Bard *et al.* (1987, 1989, 2000), Lézine & Denèfle (1997), Turon *et al.* (2003)

BURACA ESCURA

Leiria, Portugal

Pleistoceno superior (31.270-26.160 años cal. BP)



Figura 756. Vista panorámica desde el macizo de Sicó, Portugal

La cueva de Buraca Escura se abre sobre la vertiente sur del cañón del Poio Novo, que se encaja en el macizo de Sicó, al límite septentrional de la Estremadura portuguesa, unos 80 metros sobre el barranco y a 270 m s.n.m. (39° 55' N, 08° 33' O). El bioclima de la región tiene un carácter mesomediterráneo de húmedo a subhúmedo. La vegetación actual de la zona, en las áreas mejor preservadas, está dominada por *Olea europaea*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus suber* y *Quercus faginea*. Actualmente, la zona se encuentra ocupada mayoritariamente por cultivos de olivo, vid y frutales, cuyos lindes están colonizados por *Daphne gnidium*, *Cistus* y *Quercus coccifera*. Sólo las vertientes del cañón albergan vegetación natural que se compone de varias especies de

Erica, *Cistus* y *Ulex*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo* en las zonas más bajas y algunos pies aislados de *Pinus pinaster* y *P. pinea*.

Los trabajos llevados a cabo en el yacimiento entre 1991 y 1995 se integran en un proyecto de intervención en varias cavidades sincrónicas de la zona, entre las que se encuentra la cueva de Buraca Grande, que han permitido documentar una potente secuencia de casi 3 metros, que se dividen en tres conjuntos con vestigios arqueológicos correspondientes a niveles de ocupación del Paleolítico superior y medio. El Conjunto 2, perteneciente al Paleolítico superior, ha ofrecido tres dataciones

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Contexto	Muestra
OxA-5524	C2a	21.820 ± 200	26.160	24.158 ± 526	Paleolítico superior	falange de équido
OxA-5523	C2e	22.700 ± 240	27.410	25.424 ± 439	Paleolítico superior	falange de <i>Capra ibex</i>
GifA-97258	C2f	26.560 ± 450	31.270	29.301 ± 461	Paleolítico superior	vértebra de <i>Capra ibex</i>

Tabla 183. Dataciones de radiocarbono de Buraca Escura

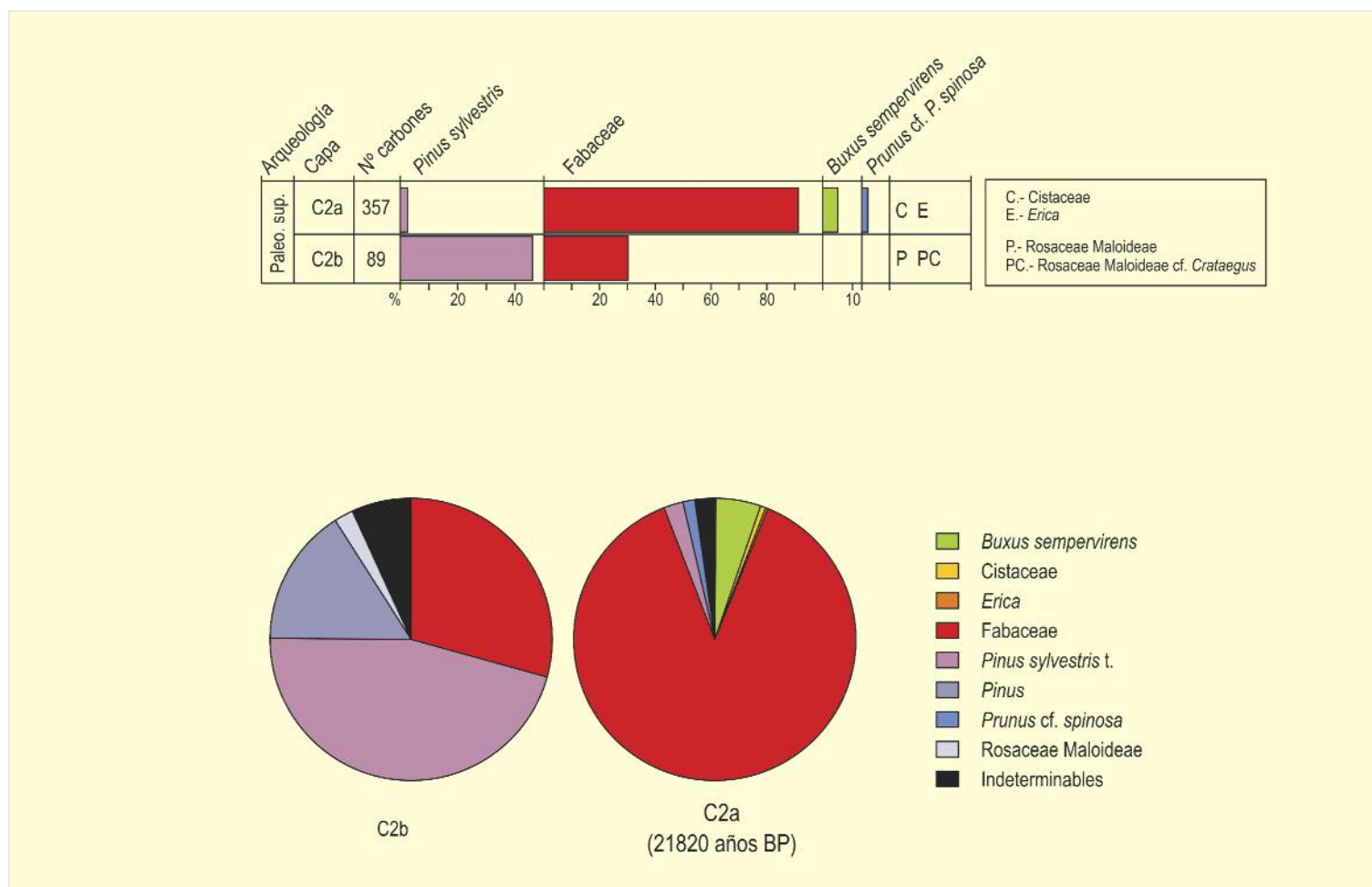


Figura 757. Resultados antracológicos del yacimiento de Buraca Escura, Portugal. Redibujado de Aubry *et al.* (2001)

de 21.820, 22.700 y 26.560 años BP (Tabla 183), que ponen en evidencia el efecto de fuertes procesos erosivos en estos niveles.

El análisis antracológico (Fig. 757) se ha realizado en los niveles del Conjunto 2 y los espectros ofrecen una pobreza taxonómica que se explica probablemente por la corta duración de la ocupación y por la recolección de leña limitada a las proximidades de la cueva.

La capa C2a muestra un espectro dominado por leguminosas y con presencia, en menor medida, de *Buxus sempervirens*, Cistaceae, *Erica*, *Prunus cf. spinosa* y *Pinus* tipo *sylvestris*. La capa C2b es más

escasa en carbón y destacan en porcentaje los pinos y las leguminosas, aunque también podrían estar presentes diversas especies de rosáceas del grupo Maloideae.

El conjunto florístico permite inferir la existencia de una vegetación abierta y clara, de tipo estepa, con presencia esporádica de pino silvestre.

Más información:

Aubry *et al.* (2001)

BURACA GRANDE

Leiria, Portugal

Pleistoceno superior-Holoceno (28.850-5190 años cal. BP)



A. VILELA

Figura 758. Vista panorámica desde la Sierra de Sicó en la Estremadura portuguesa

La cueva de Buraca Grande se encuentra en el límite occidental de la Sierra de Sicó (Fig. 758), en la Estremadura portuguesa, sobre la vertiente norte del valle del Poio Novo (39° 55' 9" N, 08° 36' 35" O; a 350 m s.n.m.).

El yacimiento se localiza en el piso mesomediterráneo inferior con un ombroclima de húmedo a subhúmedo. Actualmente

abundan en la zona los cultivos de olivo, vid y frutales, pero las vertientes del cañón albergan una vegetación natural compuesta principalmente por varias especies de *Erica*, *Cistus* y *Ulex*, por *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia* y *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo* en las zonas más bajas y algunos pies aislados de *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*. Los márgenes de los campos se encuentran colonizados por *Daphne gnidium*,

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Años cal. BC	Arqueología	Muestra
GifA-930348	9B	23.920 ± 300	28.850	26.855 ± 450	Paleolítico superior	carbón
T18816A	9B	7022 ± 41*	7870	5920 ± 51	Paleolítico superior	carbón <i>Olea europaea</i>
Gif-9502	9A	17.850 ± 200	21.380	19.471 ± 454	Paleolítico superior	carbón
Gif-9679	8C	8120 ± 70	9090	7145 ± 97	Epipaleolítico	carbón
Gif-9708	8C	8680 ± 40	9640	7679 ± 51	Epipaleolítico	carbón
Gif-9939	8C	8445 ± 20	9480	7533 ± 12	Epipaleolítico	carbón
Gif-9940	8A	7000 ± 60	7840	5889 ± 74	Epipaleolítico	carbón
Gif-9497	6-5	5670 ± 70	6470	4518 ± 86	Neolítico	carbón
Gif-9941	4	5030 ± 20	5810	3857 ± 60	Neolítico	carbón
Gif-9942	2	4530 ± 20	5190	3242 ± 98	Neolítico	carbón

Tabla 184. Dataciones de radiocarbono de la secuencia de Buraca Grande * datación incoherente con su contexto estratigráfico y cronocultural

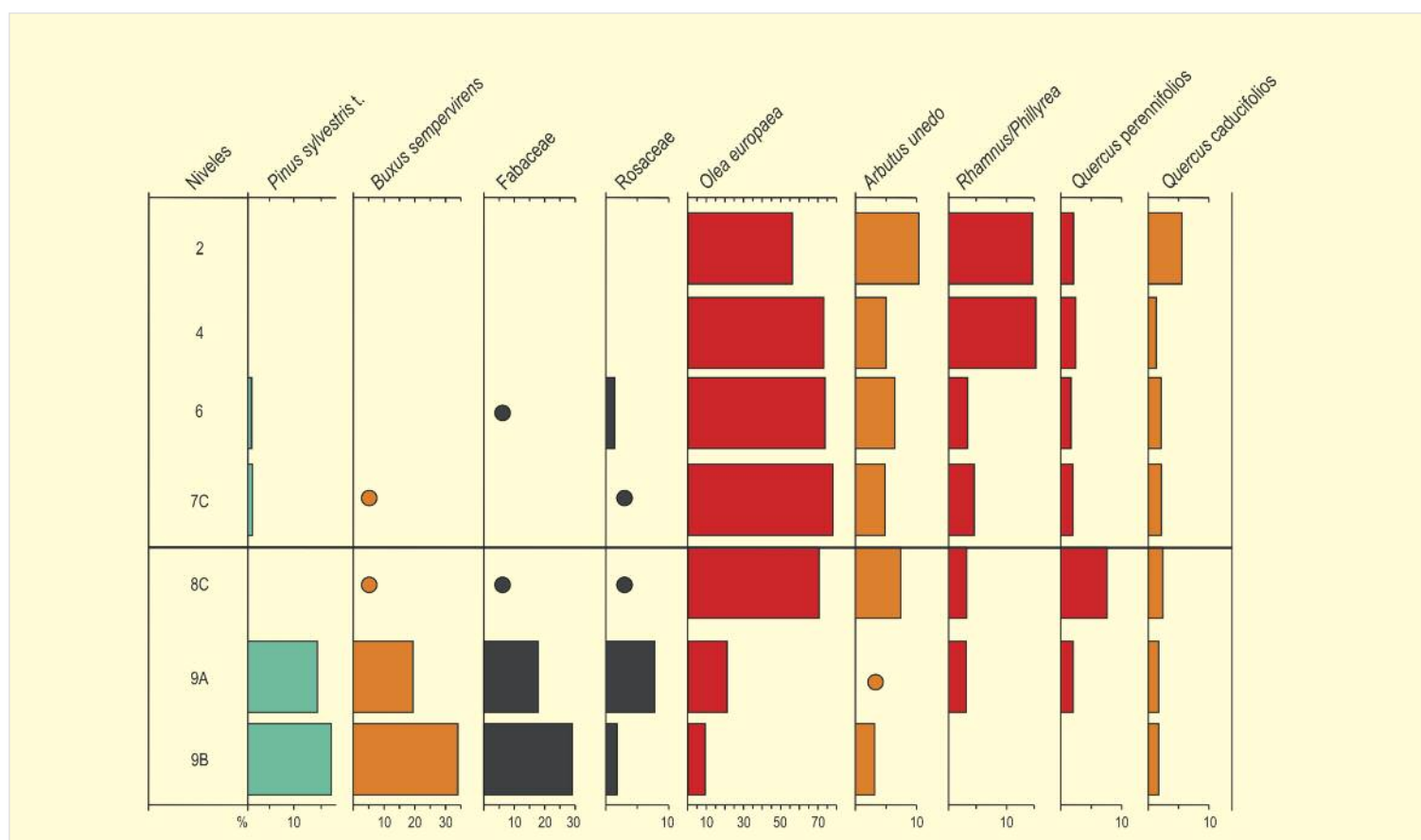


Figura 759. Diagrama antracológico de la secuencia de Buraca Grande. Redibujado de Figueiral & Terral (2002)

Cistus y *Quercus coccifera*. La secuencia del yacimiento cubre desde el Paleolítico superior hasta el Neolítico final, con una serie de dataciones entre 23.920 y 4530 años BP (Tabla 184). Los resultados del análisis antracológico fueron publicados por Figueiral & Terral (2002).

En la secuencia de Buraca Grande se distinguen dos fases antracológicas (Fig. 759). La fase más antigua, correspondiente a los niveles del Paleolítico superior, presenta una vegetación abierta de montaña, dominada por especies de ambientes más fríos, entre ellas *Pinus sylvestris*, *Buxus sempervirens*, Fabaceae y *Prunus spinosa*. Sin embargo, algunas especies termófilas de ambiente mediterráneo, como *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea*, están ya presentes. Es probable que la presencia de ésta última en los niveles pleistocenos esté sobrerrepresentada a causa de procesos tafonómicos difíciles de concretar, como demuestra la datación por AMS realizada sobre un fragmento de *Olea* del nivel 9B, que la sitúa en

cronología del Atlántico y evidencia así su situación descontextualizada en la estratigrafía, más aún cuando otros yacimientos paleolíticos cercanos no recogen la presencia de especies termófilas para estos momentos. En todo caso, la presencia de *Olea europaea* estaría restringida a enclaves muy localizados y a menor altitud, que ofrecieran condiciones más cálidas para su supervivencia durante los periodos más fríos.

En la segunda fase, ya correspondiente al Holoceno, se da claramente la transición a una vegetación de tipo termófilo, dominada por *Olea europaea*, con *Quercus perennifolios* o *Rhamnus-Phillyrea*, entre otros, lo que se traduce en unas condiciones climáticas y de precipitaciones similares a las actuales.

Más información:

Aubry *et al.* (1997), Figueiral & Terral (2002)

CABEÇO DE PORTO MARINHO

Santarém, Portugal

Pleistoceno superior-Holoceno (27.650-6530 años cal. BP)

El yacimiento al aire libre del Cabeço de Porto Marinho se localiza en la Estremadura portuguesa, sobre las arenas Plio-Pleistocenas del valle del Río Maior, a 100 m s.n.m. a los pies de la Serra dos Candeeiros (39° 22' N, 08° 56' O). El área del yacimiento se integra en el límite entre las zonas fitoclimáticas Atlántica y Submediterránea, con un clima termomediterráneo seco, de inviernos muy suaves y veranos cálidos. Este carácter se muestra en la presencia frecuente de especies termófilas como el acebuche, el alcornoque, el pino piñonero y el pino marítimo. Aunque el entorno del yacimiento se encuentra ocupado actualmente por cultivos de viña y diversos frutales, así como por plantaciones de eucalipto, abundan en las formaciones naturales los acebuches y pinos piñoneros.

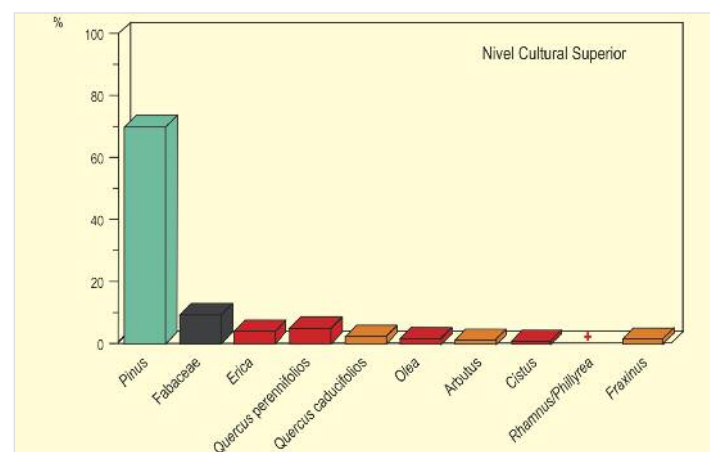


Figura 760. Histograma de frecuencias relativas de taxones (Nivel Cultural Superior). Redibujado de Figueiral (1993)

Ref. Lab.	Nivel/Sector	Años BP	Años cal. BC	Años cal. BP	Arqueología	Muestra
SMU-2477	III superior	5710 ± 155	4579 ± 165	6530	Neolítico antiguo	conjunto de carbones
SMU-2636	VI medio	10.160 ± 80	9839 ± 212	11.800	Magdalenense superior	conjunto de carbones
ICEN-690	IIIT superior	10.940 ± 210	10.951 ± 183	12.900	Magdalenense superior	carbones de hogar
SMU-2637	II superior	11.110 ± 130	11.071 ± 160	13.020	Magdalenense superior	conjunto de carbones
ICEN-545	III superior	11.160 ± 280	11.146 ± 269	13.090	Magdalenense superior	conjunto de carbones
SMU-2011	I superior	11.680 ± 60	11.617 ± 141	13.580	Magdalenense superior	conjunto de carbones
ICEN-689	IIIS medio	11.810 ± 110	11.773 ± 169	13.710	Magdalenense superior	carbones de hogar
ICEN-687	I superior	12.220 ± 110	12.359 ± 299	14.330	Magdalenense superior	conjunto de carbones
SMU-2668	IIIS inferior	14.050 ± 850	14.907 ± 1170	16.830	Magdalenense inferior	conjunto de carbones
WK-3127	IIIS inferior	15.040 ± 210	16.311 ± 275	18.230	Magdalenense inferior	conjunto de carbones
SMU-2476	II medio	15.410 ± 195	16.559 ± 355	18.410	Magdalenense inferior	carbones de hogar
SMU-2634	VI inferior	15.420 ± 180	16.566 ± 349	18.410	Magdalenense inferior	conjunto de carbones
ICEN-542	I inferior	15.820 ± 400	17.116 ± 417	19.080	Magdalenense inferior	carbones de hogar
WK-3126	IIISW	16.180 ± 290	17.457 ± 418	19.410	Magdalenense inferior	conjunto de carbones
SMU-2015	I inferior	16.340 ± 420	17.660 ± 551	19.610	Magdalenense inferior	conjunto de carbones
ICEN-541	III inferior	21.080 ± 850	23.393 ± 1155	25.350	Gravetiense	conjunto de carbones
SMU-2475	III inferior	22.710 ± 350	25.378 ± 518	27.370	Gravetiense	conjunto de carbones
ICEN-428	III inferior	23.050 ± 750	25.697 ± 1036	27.650	Gravetiense	conjunto de carbones

Tabla 185. Dataciones de Cabeço de Porto Marinho (Zilhão et al. 1995)

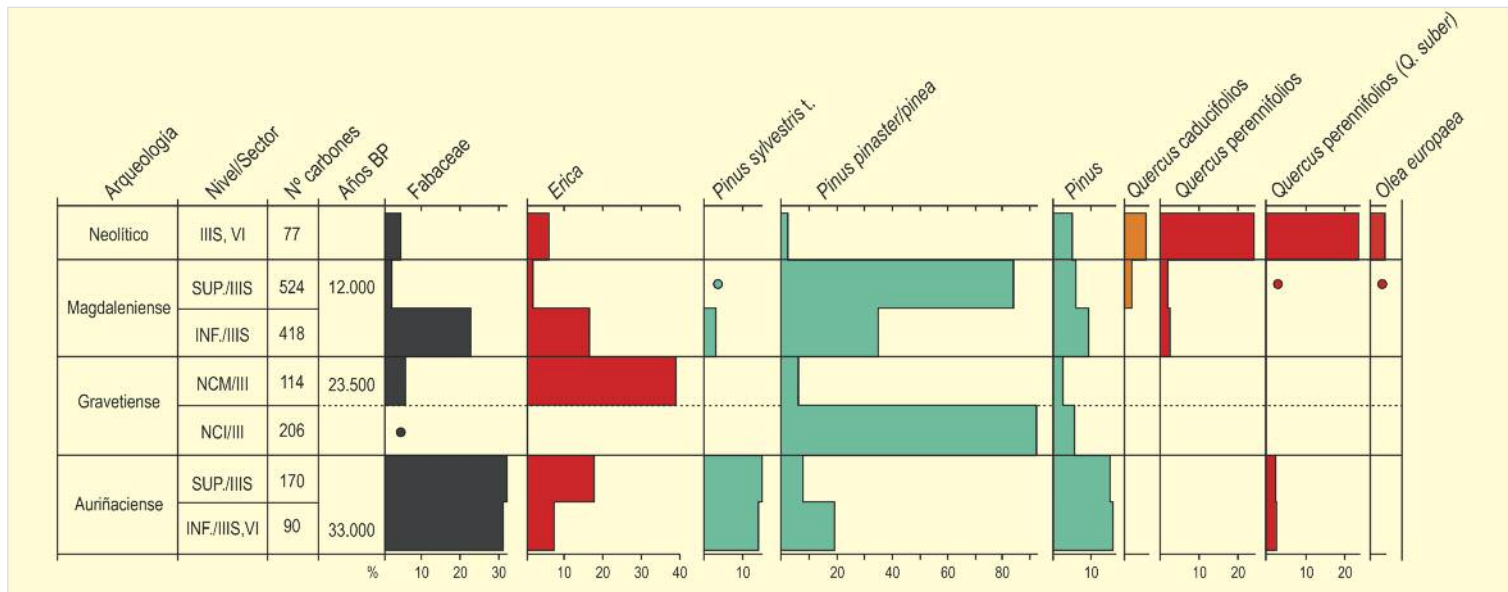


Figura 761. Diagrama antracológico de Cabeço de Porto Marinho. Elaborado a partir de Figueiral (1993)

La estratigrafía del Cabeço de Porto Marinho cubre, con algunos hiatos, gran parte de la secuencia del Paleolítico superior, del Neolítico antiguo y del Neolítico final. El nivel más antiguo se adscribe al Auriñaciense, datado en c. 33.000 años BP. Dos niveles (denominados Nivel Cultural Inferior y Nivel Cultural Medio) corresponden al Gravetiense, para el que existen fechas en torno a 23.500 años BP. El Nivel Cultural Superior pertenece al Magdaleniense (entre 17.000 y 11.000 años BP). Tras un gran hiato, los niveles del Neolítico antiguo se datan hacia el 5700 años BP.

Los resultados antracológicos preliminares de los niveles del Gravetiense y el Magdaleniense fueron publicados por Figueiral (1993). El diagrama completo incluye nuevos datos de los niveles del Auriñaciense y el Neolítico, que completan respectivamente la base y el techo de la secuencia (Fig. 761).

En los niveles gravetienses destaca la desaparición de *Pinus sylvestris* y una notable reducción de las leguminosas. Los altos porcentajes de *Pinus pinea/pinaster* en el Nivel Cultural Inferior son interpretados por la autora como una sobrerrepresentación causada por la presencia de un hogar cercano, por lo que su significación ecológica es muy limitada. El carbón disperso de los niveles gravetienses muestra la dominancia de los brezos hacia el 23.500 años BP, acompañados únicamente por pinos y leguminosas. Esta pobreza taxonómica se interpreta como resultado de ocupaciones breves del yacimiento. Por esta razón, los taxones documentados en los niveles gravetienses del Cabeço de Porto Marinho permiten inferir la existencia de las citadas especies en zonas cercanas al yacimiento,

pero cualquier aproximación a su abundancia real en el medio sería arriesgada. No obstante, la presencia de *Pinus pinea/pinaster* en estos momentos puede responder a un momento de mejora climática datado entre 23.750-22.000 años BP en algunas secuencias polínicas del sur de Europa.

Los niveles magdalenienses ofrecen una mayor fiabilidad ecológica y en ellos se observa una mayor riqueza taxonómica. La vegetación de estos niveles se caracteriza por la importante presencia de *Pinus pinea/pinaster*, cuyo porcentaje se dispara en cronologías cercanas a 12.000 años BP, acompañado de un matorral de leguminosas y brezos (éstos últimos reducen su importancia con respecto al Gravetiense). Parece que el taxón *Pinus pinea/pinaster* juega un rol fundamental en la vegetación abierta preholocena, evidenciando siempre el carácter cálido de la zona y posiblemente como vegetación edáfica sobre los suelos arenosos del lugar. En esta fase también hacen su aparición las quercíneas y, de forma discreta, otros taxones termófilos como *Olea europaea*.

Estos taxones cálidos se expanden definitivamente en el Neolítico, destacando la presencia de *Quercus perennifolios* y *Q. suber*. Los taxones de matorral presentan porcentajes muy bajos, del mismo modo que los pinos, que se han reducido a sus mínimos valores.

Más información:

Figueiral (1993), Zilhão et al. (1995), Figueiral & Carcaillet (2005)

8057-B

Océano Atlántico, Portugal

Pleistoceno superior-Holoceno (~19.000-2400 años cal. BP)

El testigo marino 8057-B está situado en el Atlántico, frente a la costa meridional de Portugal a 37° 41' de latitud N y 10° 05' de longitud O, extraído a una profundidad de agua de 2811 m (Fig. 763). El testigo analizado palinológicamente cubre unos 279 cm e incluye espectros polínicos para 28 muestras. Las dataciones radiocarbónicas sitúan esta secuencia entre c. 19.100 y 2900 años BP.

En el diagrama original (Fig. 762), los recuentos de *Pinus* han sido excluidos de la suma polínica total (Hooghiemstra *et al.*

1992), algo frecuente en palinología marina, donde se asume su sobrerrepresentación en los espectros polínicos.

Aparte del pino, abundante en todo el registro, el tramo pleistoceno muestra el dominio de *Artemisia*, Chenopodiaceae y *Ephedra*, junto con porcentajes menores de Ericaceae.

Justo después de 14.900 años BP tiene lugar un incremento considerable de las frecuencias de *Quercus* caducifolios y perennifolios, lo cual coincide con la tendencia general de colonización

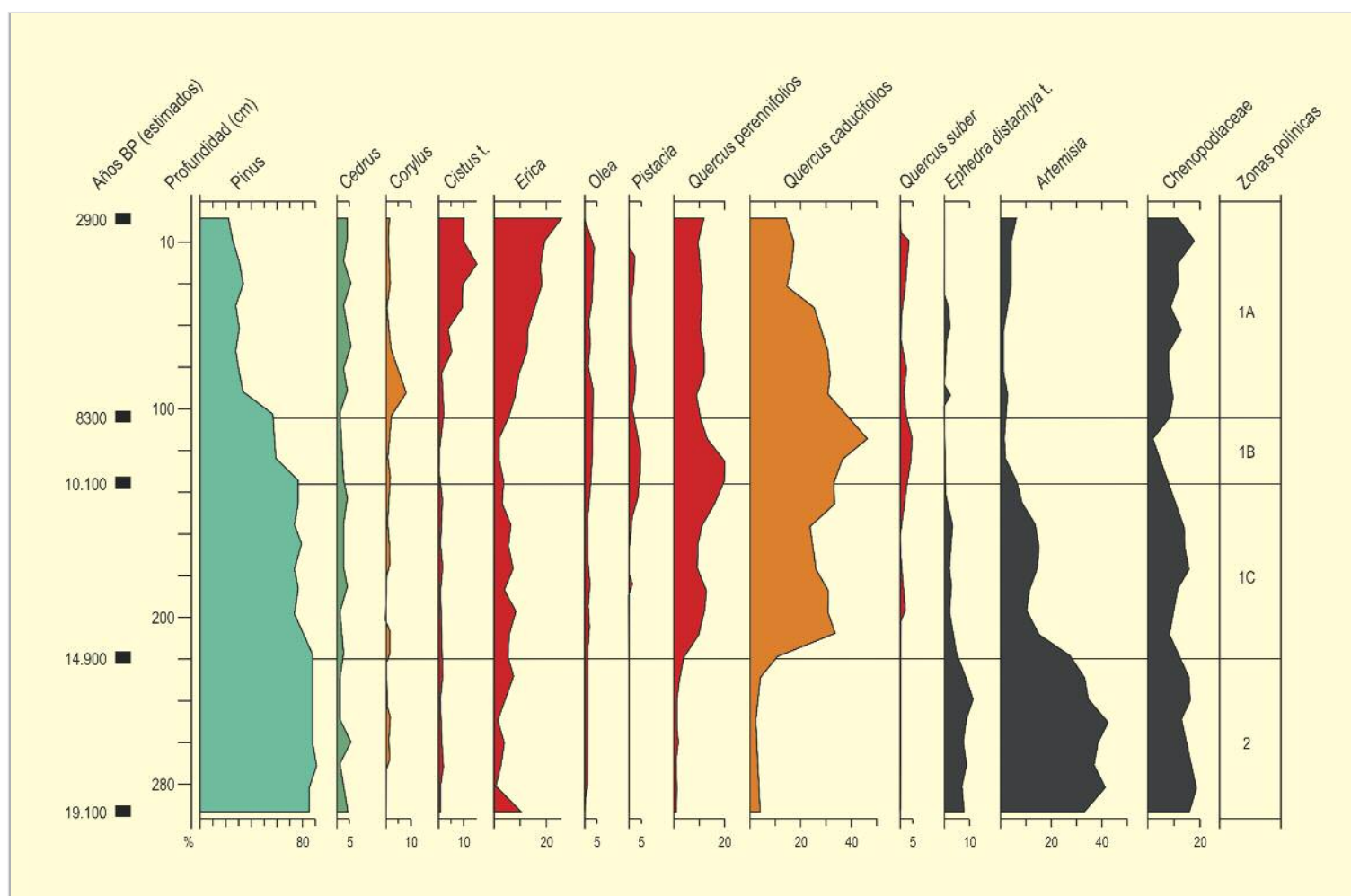


Figura 762. Diagrama polínico del sondeo 8057-B. Redibujado de Hooghiemstra *et al.* (1992)

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
1	2395 ± 420	2451
35	3515 ± 600	3860
58	4890 ± 370	5595
75	5490 ± 525	6279
106	7950 ± 1090	9007
128	10.650 ± 715	12.308
140	11.160 ± 855	13.009
210	13.630 ± ---	-
215	14.080 ± ---	-
280	18.685 ± ---	-

Tabla 186. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia 8057-B. Hooghiemstra *et al.* (1992)

tardiglacial observada en otras secuencias del sur de la Península Ibérica.

Quercus suber muestra también una curva continua desde el Tardiglacial. *Pistacia*, *Olea*, *Corylus* y *Cistus* son componentes habituales del contingente postglacial. La influencia norteafricana se hace patente en todo el diagrama por una curva polínica reducida,



Figura 763. Situación geográfica del sondeo 8057-B en la costa atlántica portuguesa

pero continua, de *Cedrus*, tanto durante el Pleistoceno como a lo largo del Holoceno.

Más información:

Hooghiemstra *et al.* (1992)

CM5 BELICHE

Faro, Portugal

Tardiglacial-Holoceno (12.8050-4857 años cal. BP)



Figura 764. La llanura de inundación del Beliche, mirando hacia el sureste y el río Guadiana, Portugal

El río Beliche está situado en la cuenca baja del Guadiana, en el interior de la provincia portuguesa del Algarve. El lugar del sondeo CM5 (37° 16' N, 07° 27' O; 25 m s.n.m.), está ubicado en la llanura de inundación del Beliche, muy próximo a su confluencia con el Guadiana (a unos 600 m del cauce principal) y aproximadamente a 10 km de la costa atlántica del Golfo de Cádiz.

La secuencia CM5 fue recuperada en un contexto de investigación sobre la historia postglacial del estuario del Guadiana (Boski *et al.* 2002, 2008) y consiste en una serie profunda de 48 metros de depósitos fluviales y estuarios predominantemente limosos. Los alrededores del lugar de sondeo CM5 presentan un mosaico de cultivos, pastos y formaciones antropizadas. Hacia el

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Material	$\delta^{13}\text{C}$ (‰, PDB)	Años BP	Años cal. BP	Promedio	Método
IGNS[NZA-21412]	333	concha	-2.9 ± 0.2	3375 ± 39	3618	3250	AMS
KIA 15211	579	concha	n/a	4295 ± 35	4857	4420	AMS
IGNS[NZA-21413]	890	concha	0.2 ± 0.2	6764 ± 45	7620	7300	AMS
KIA15212	1345	concha	n/a	7585 ± 35	8394	8040	AMS
KIA15210	1775	concha	n/a	7725 ± 45	8502	8200	AMS
IGNS[NZA-21414]	2095	madera	-25.3 ± 0.2	8256 ± 55	9239	9240	AMS
IGNS[NZA-21415]	4270	madera	-25.5 ± 0.2	10.273 ± 66	12.046	12.050	AMS
Beta-137110	4767	madera	-25.7	10.990 ± 40	12.850	12.920	AMS

Tabla 187. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia CM5 Beliche. Calibrado con CALIB 5.0, utilizando: M = Marine04 (Hughen *et al.* 2004), $\Delta R = 0$, T = IntCal04 (Reimer *et al.* 2004)

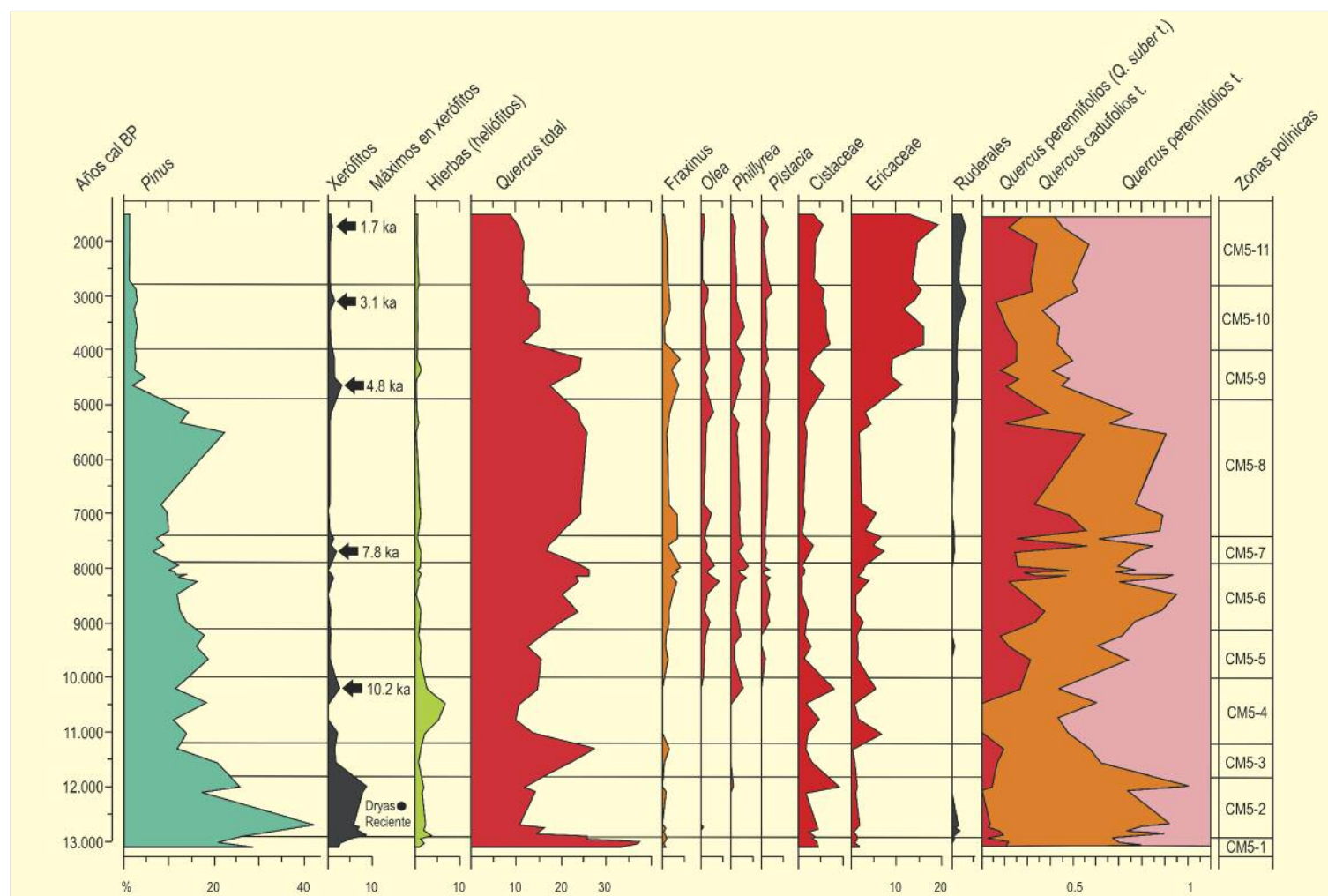


Figura 765. Diagrama polínico sintético de CM5 Beliche. Redibujado de Fletcher *et al.* (2007)

Guadiana, la vegetación de las marismas incluye *Spartina maritima*, *Arthrocnemum* y *Limoniastrum*, con juncales y *Suaeda vera* extendiéndose hacia los márgenes, donde también proliferan *Rumex* y *Plantago*. Cerca del cauce fluvial hay bosquetes con *Fraxinus angustifolia* y *Tamarix africana*. Las colinas al sur están ocupadas por plantaciones de *Ceratonia siliqua* y cereales de invierno, mientras que al norte se observa un matorral de *Cistus ladanifer* y *C. monspeliensis*, con *Phillyrea angustifolia*, genisteas y *Lavandula stoechas*.

El estudio polínico de la secuencia CM5 (Fig. 765) (Fletcher 2005, Fletcher *et al.* 2007) muestra una serie de cambios importantes en la vegetación regional entre el 13.000 años cal. BP y el 1600 años cal. BP. Las fases principales de la vegetación identificadas son cinco: (a) un bosque maduro de *Quercus* y *Pinus* durante el interestadio del Tardiglacial bajo un clima templado y húmedo pero con cierto carácter continental (zona CM5-1); (b) una disminución de *Quercus* durante el Dryas reciente, acompañado por una expansión de pinares y vegetación criofítica y xerófitica con *Juniperus*, *Artemisia*, *Ephedra* tipo *distachya* y

Centaurea tipo *scabiosa* (zona CM5-2); (c) un mosaico vegetal de bosques, matorrales y zonas abiertas durante el Holoceno inicial bajo un clima cálido, seco y relativamente continental (zonas CM5-3, 4, 5); (d) el máximo desarrollo de *Quercus* y vegetación perennifolia termomediterránea con *Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia* principalmente, bajo un clima cálido, húmedo y oceánico entre 9000 y 5000 años cal. BP (zonas CM5-6, 7, 8); y, por último, (e) una expansión progresiva de matorrales con Cistaceae y Ericaceae, indicando una tendencia climática hacia la aridificación y el aumento de actividades antrópicas prehistóricas desde 5000 años cal. BP. (zona CM5-9, 10 y 11). A partir de los cambios observados en la evolución de los taxones de carácter más xerófilo (*Juniperus*, *Artemisia* y *Ephedra* tipo *distachya*), se han identificado varios episodios abruptos de incremento de aridez en torno a 10.200, 7800, 4800, 3100 y 1700 años cal. BP (Fletcher *et al.* 2007).

Más información:

Boski *et al.* (2002, 2008), González-Vila *et al.* (2003), Fletcher *et al.* (2007)

CHARCO DA CANDIEIRA

Guarda, Portugal

Tardiglacial-Holoceno (13.890 BP-150 cal. años BP)



Figura 766. Pico de Las Torres en Serra da Estrela

Charco da Candieira es una pequeña laguna circular de unos 100 m de diámetro, situada entre el altiplano de la Serra da Estrela y el Valle del Zêzere (centro-este de Portugal; 40° 20' 37" N, 07° 34' 40" O; 1400 m s.n.m.) en la cubeta de sobreexcavación glacial de menor altitud de la sierra. Hoy la laguna se encuentra prácticamente colmatada, alcanzando una profundidad máxima en invierno de medio metro y permaneciendo completamente seca en verano. La zona presenta un clima mediterráneo oceánico con un régimen de precipitaciones próximo a los 3000 mm anuales y temperaturas medias a lo largo del año comprendidas entre los 2,4 y los 17 °C. La superficie de la laguna está densamente cubierta de helófitos como *Ranunculus* subgénero *batrachium*, *Juncus heterophyllus* y *Antinoria agrostidea* subsp. *natans*. En el área húmeda marginal son abundantes especies como *Carex nigra*, *Juncus effusus* y *Molinia coerulea*. En las inmediaciones de la laguna se desarrollan comunidades de pastizal abierto sobre suelos arenosos y pedregosos mientras que las laderas están cubiertas por brezales (*Erica arborea*, *E. australis*, *E. umbellata* y *Calluna*), retamas (*Genista* y *Cytisus*) y enebrales (*Juniperus communis*). Sólo en las laderas más inaccesibles y rocosas, orientadas al sur donde han permanecido protegidos del pastoreo y el fuego, se localizan unos pocos ejemplares dispersos de *Quercus pyrenaica*, *Ilex aquifolium* y *Taxus baccata*.

Los datos palinológicos (van der Knaap & van Leeuwen 1995, 1997) proceden de dos sondeos, situados a medio metro de dis-

tancia uno del otro, ambos llevados a cabo en agosto de 1985. En el trabajo de van der Knaap & van Leeuwen (1995) aparecieron los datos concernientes al registro holocénico (Fig. 769) y en el subsiguiente de van der Knaap & van Leeuwen (1997) se publicaron los incluidos en una secuencia temporal que abarcó desde el Tardiglacial hasta el Holoceno inicial. (Fig. 768) Esta secuencia muestra cambios palinológicos que denotan un parecido notable con las curvas $\delta^{18}\text{O}$ de testigos de hielo de Groenlandia, especialmente en el caso de *Quercus*, uno de los géneros dominantes en la estratigrafía polínica. Esta correlación ha sido validada por las dataciones radiocarbónicas disponibles. En la figura 767 se muestra la integración de la curva polínica de *Quercus* en la curva $\delta^{18}\text{O}$ del testigo de hielo GISP2 junto con las fechas calibradas de radiocarbono. Al comienzo del interestadio Allerød la curva de *Quercus* se recupera, tras sobrevenir el período frío conocido como Dryas II. Con la llegada del Dryas reciente, tiene lugar una disminución de los valores de *Quercus*, sincrónicamente con un descenso en la lámina de agua de las lagunas de la Serra da Estrela.

Durante el Holoceno (Fig. 769) las condiciones climáticas vuelven a cambiar y es entonces cuando los valores de *Quercus* aumentan de forma notable, alcanzando sus valores máximos en torno a 9630 años cal. BP. Este aumento se ha interpretado tanto como por una expansión arbórea mediada por ascenso altitudinal como un incremento en la producción de polen (van der Knaap & van

Leeuwen 1997). A partir de esta fecha y hasta la subzona polínica D6 (c. 1700 años BP) (Fig. 769), tiene lugar una progresiva disminución de *Quercus* y se observan frecuentes fluctuaciones en sus porcentajes de

amplitud moderada, sin embargo, no es hasta hace unos 950 años cuando se produce un drástico descenso en sus valores, coincidiendo con aumentos en las curvas de Cerealia y de oleáceas.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN-19388	10-15	115 ± 30	150
GrN-19465	25-30	950 ± 55	870
GrN-18343	35-40	1410 ± 35	1340
GrN-15785	54-61	1415 ± 50	1340
GrN-16758	85-95	1650 ± 30	1570
GrN-19390	105-110	2170 ± 50	2200
GrN-16759	120-130	2525 ± 20	2640
GrN-19466	142,5-147,5	2640 ± 50	2780
GrN-16760	175-185	3325 ± 20	3550
GrN-19463	245-250	3985 ± 60	4450
GrN-16761	285-295	4305 ± 40	4890
GrN-16762	345-355	4605 ± 40	5370
GrN-19393	380-390	5100 ± 45	5840
GrN-15786	425-435	5730 ± 100	6540
GrN-19392	455-465	6185 ± 35	7090
GrN-19391	530-540	6630 ± 45	7520
GrN-19389	561-570	7005 ± 45	7850
GrN-16763	620-630	7790 ± 50	8560
GrN-15787	675-685	6990 ± 320	7860
GrN-19464	685-695	8445 ± 65	9450
GrN-16764	725-734,5	8660 ± 50	9630
GrN-16770	790-795	9390 ± 50	10.620
GrN-16765	840-850	9450 ± 60	10.750
GrN-16766	940-950	10.190 ± 60	11.880

Tabla 188. Dataciones por radiocarbono para la secuencia postglacial Charco da Candieira (van der Knaap & van Leeuwen 1995)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
UtC-4049	1013-1017	10.040 ± 120	11.385	semillas + madera	AMS
GrN-16767	1040-1050	11.100 ± 70	13.015	sedimento	convencional
UtC-4050	1103-1107	11.370 ± 70	13.280	<i>Cytisus purgans</i> + ramitas de cf. <i>Betula alba</i>	AMS
UtC-4051	1138-1142	12.060 ± 100	14.070	ramitas de cf. <i>Betula alba</i>	AMS
GrN-16768	1154-1163	11.730 ± 110	13.675	sedimento	convencional
GrN-16769	1190-1201.5	11.910 ± 160	13.890	sedimento	convencional

Tabla 189. Dataciones por radiocarbono de la secuencia Charco da Candieira para el episodio tardiglacial (van der Knaap & van Leeuwen 1997). Las calibraciones se han realizado con el programa CALIB 3.0.3c (Stuiver & Reimer 1993)

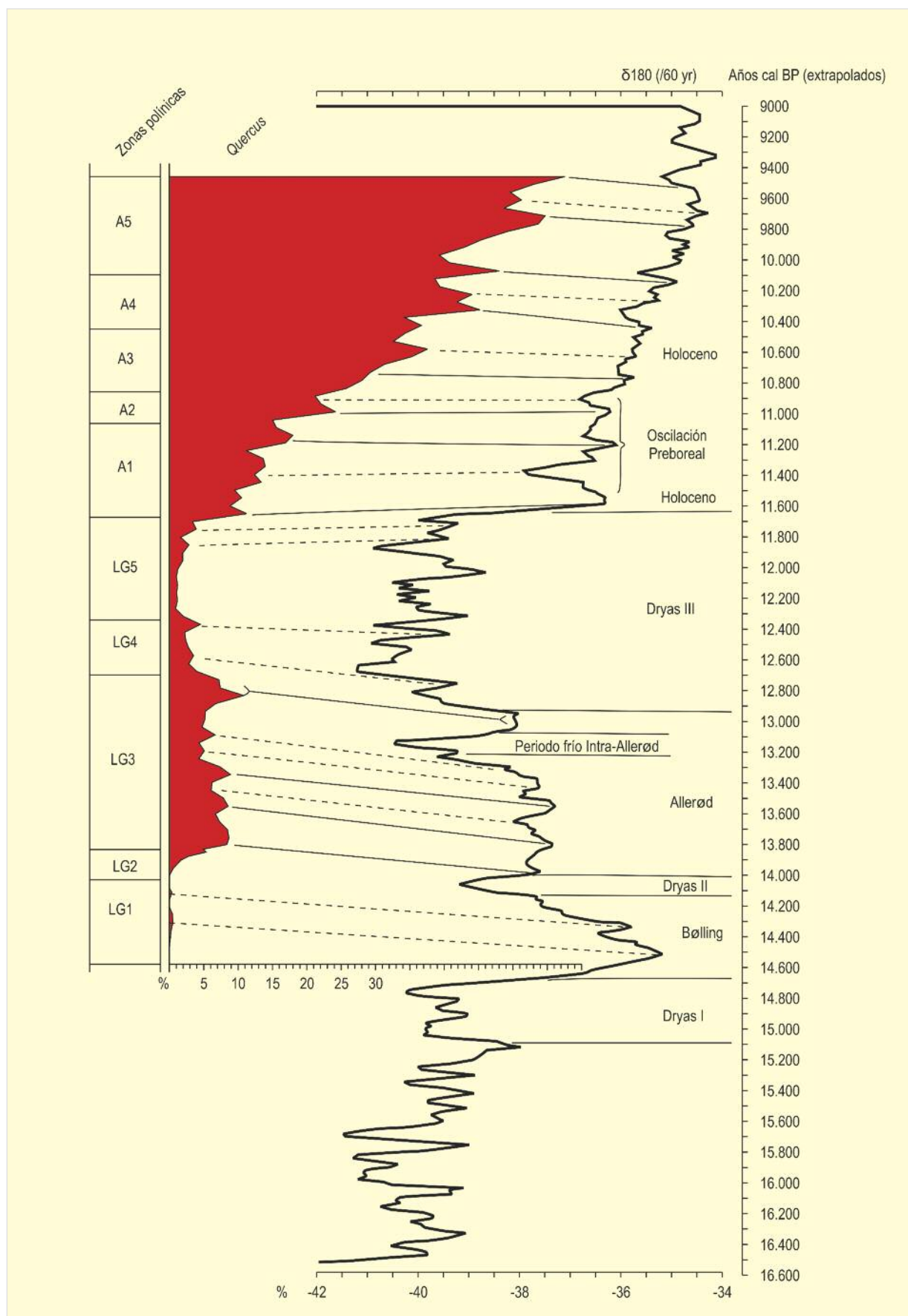


Figura 767. Correlación de la curva polínica de *Quercus* en Charco Da Candieira con la curva de $\delta^{18}O$ del testigo de hielo de Groenlandia GISP2 (Stuiver *et al.* 1995). Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen 1997. Las cronozonas Bølling, Allerød, Dryas III y Holoceno han sido delimitadas de acuerdo con Stuiver *et al.* 1995 mientras que para la oscilación Preboreal se ha seguido Ammann & Lotter 1989

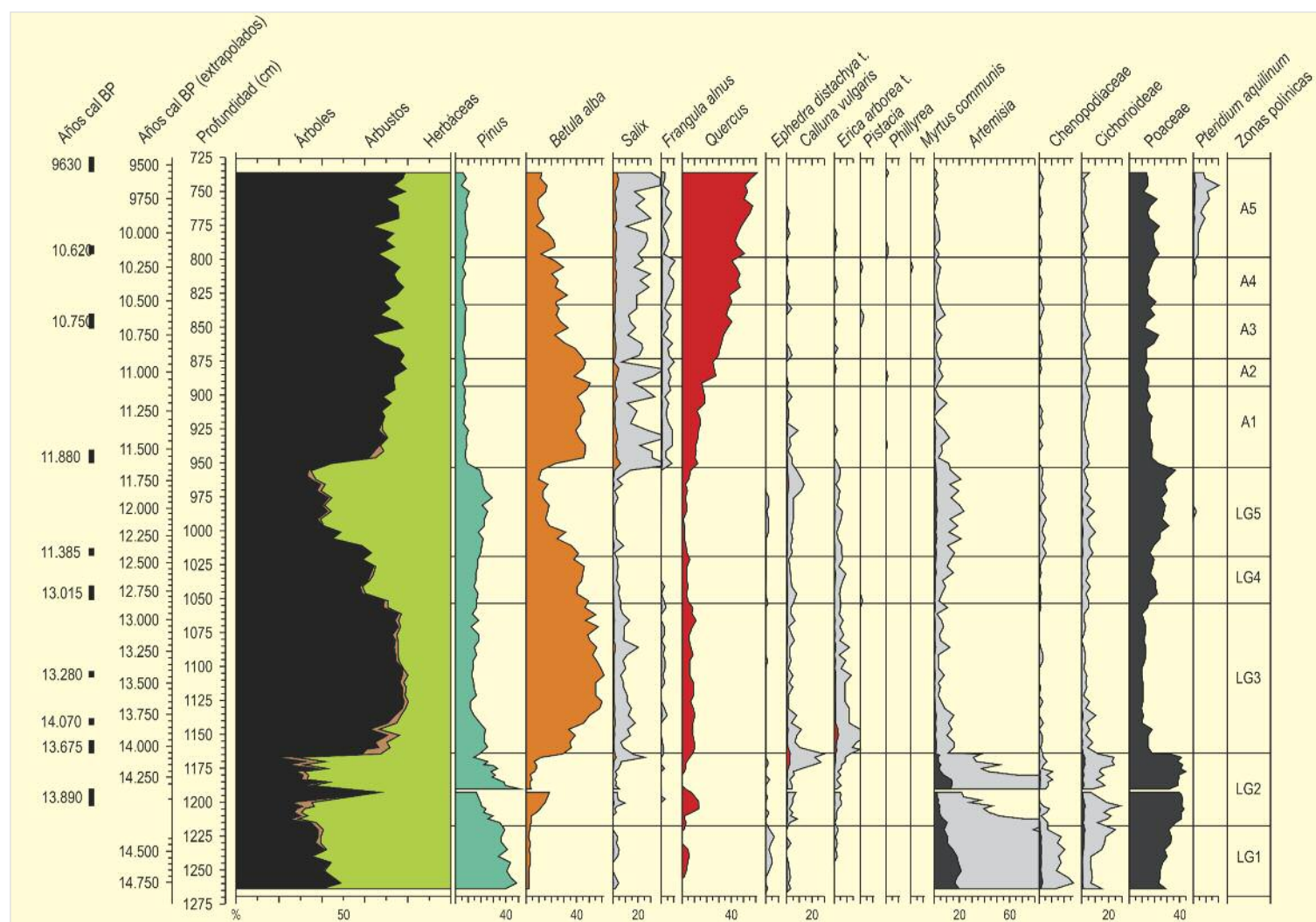


Figura 768. Diagrama polínico sintético de Charco da Candieira para la secuencia temporal Tardiglacial-Holoceno inicial. Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1997)

En Charco da Candieira, al igual que en otros de los depósitos lacustres estudiados en la Serra da Estrela, como Lagoa Comprida, Lagoa Clarezza, Lagoa das Salgadeiras, Charca dos Côes, Chafariz do Rei, Covao do Boieiro o Lagoa do Peixão, se observa como el pino, principal protagonista durante el Tardiglacial, reduce su área de extensión repentinamente durante el Holoceno, quedando eclipsado por las quercíneas. Sólo los altos porcentajes de *Pinus*, observados durante las últimas centurias en Charco da Candieira, escapan a esta tendencia general, pero no obedecen a mecanismos naturales sino que son resultado de recientes repoblaciones forestales (van der Knaap & van Leeuwen 1995).

La subida abrupta de los porcentajes polínicos de *Quercus* (probablemente *Quercus pyrenaica*) al comienzo del Holoceno, viene acompañada de un pronunciado aumento en los valores de *Betula alba*, *Salix*, *Frangula alnus* y *Sorbus aucuparia* (Fig. 768). En fecha posterior, en torno a 9520 años BP, se observa la segunda aparición de *Pteridium aquilinum*, cuya presencia ya fue detectada en torno a 12.000 años cal. BP, durante el Dryas reciente, pero con porcentajes mucho más reducidos (Figs. 768 y 769).

A lo largo de toda la secuencia, los valores de gramíneas son relativamente altos y superan con creces a los de las compuestas y se hacen especialmente elevados a partir de la zona polínica D1 (c. 3220 años BP), coincidiendo con un aumento de ericáceas (Fig. 769). Éstas últimas, sin embargo, no alcanzarán sus máximos hasta el último milenio, cuando la Serra da Estrela alcanza un alto grado de deforestación quedando cubierta, fundamentalmente, por un matorral de cistáceas y brezales. Es durante este último milenio cuando desaparece *Frangula alnus*, mientras que la presencia de *Corylus avellana* y *Salix* se hace discontinua. *Betula alba* reduce significativamente su presencia en los alrededores.

La influencia antrópica a través de la agricultura se hace notar ya desde el Holoceno medio, donde puede apreciarse una curva continua de Cerealia, aunque su primera aparición tiene lugar sobre 9000 años BP. Otro de los indicadores de agricultura que podemos encontrar en esta secuencia, además del olivo, es el castaño, a partir de 2370 años BP (Fig. 769).

Todas las secuencias mencionadas anteriormente y pertenecientes a la Serra da Estrela coinciden en rasgos generales con la se-

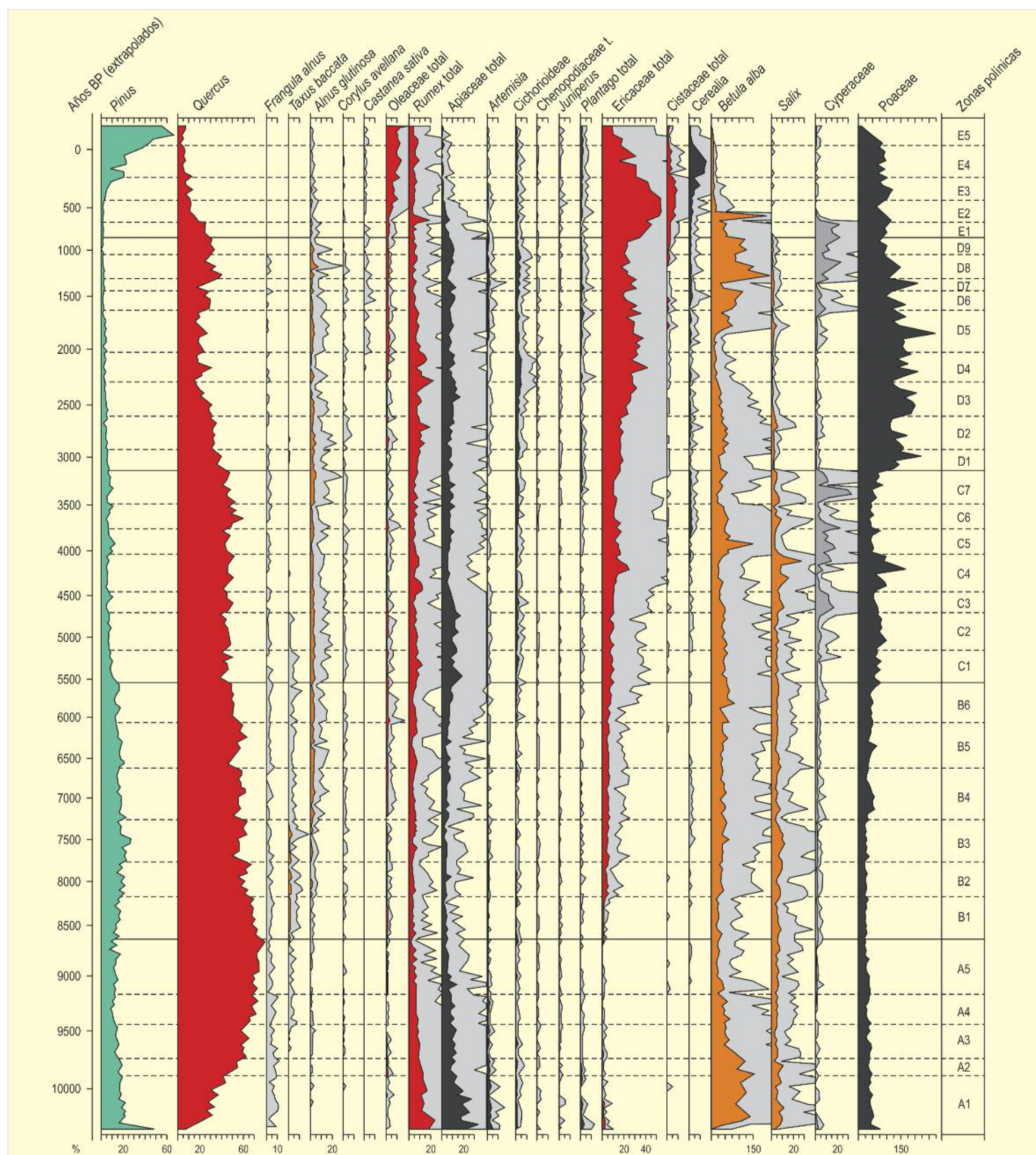


Figura 769. Diagrama polínico de taxones seleccionados de la secuencia holocena de Charco da Candieira (Serra da Estrela, Portugal). Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1995)

cuencia descrita, mostrando únicamente pequeñas diferencias debidas a la altitud y a ciertas particularidades locales, siendo Charco da Candieira la de mayor resolución y mejor control cronológico.

Más información:

Van der Knaap & van Leeuwen (1995, 1997)

LAGUNA DE SANTO ANDRÉ

Setúbal, Portugal

Pleistoceno superior-Holoceno (14.000 años BP)

La Laguna de Santo André (38° 05' N, 08° 47' O; 20 m s.n.m.) se encuentra en la región portuguesa del Alentejo litoral (Distrito de Setúbal). Tiene una superficie de 1,7-2,5 km² y está situada al sur de Sierra de Grândola de la que recibe sedimentos de tipo fluvial. Las dataciones de radiocarbono indican que estos sedimentos se acumularon durante los últimos 14.000 años (Freitas & Andrade 2003). En la actualidad, la vegetación de las proximidades de esta laguna está dominada por plantas herbáceas de las familias Poaceae, Asteraceae y Brassicaceae. Las llanuras adyacentes están colonizadas por una vegetación típi-

camente mediterránea caracterizada por *Quercus rotundifolia*, *Q. coccifera*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Pistacia lentiscus*, aunque también aparecen otras especies como *Quercus suber*, *Q. faginea*, *Pinus pinea* y *P. pinaster*.

Santos & Sánchez-Goñi (2003), a partir de un sondeo de 21 m realizado en el centro de la laguna, llevaron a cabo un estudio palinológico. El diagrama polínico obtenido (Fig. 770) posibilitó la identificación de 6 zonas polínicas. Durante la zona SA-1 (14.000-10.000 años BP) se constatan bajos porcentajes de taxones arbóreos deci-

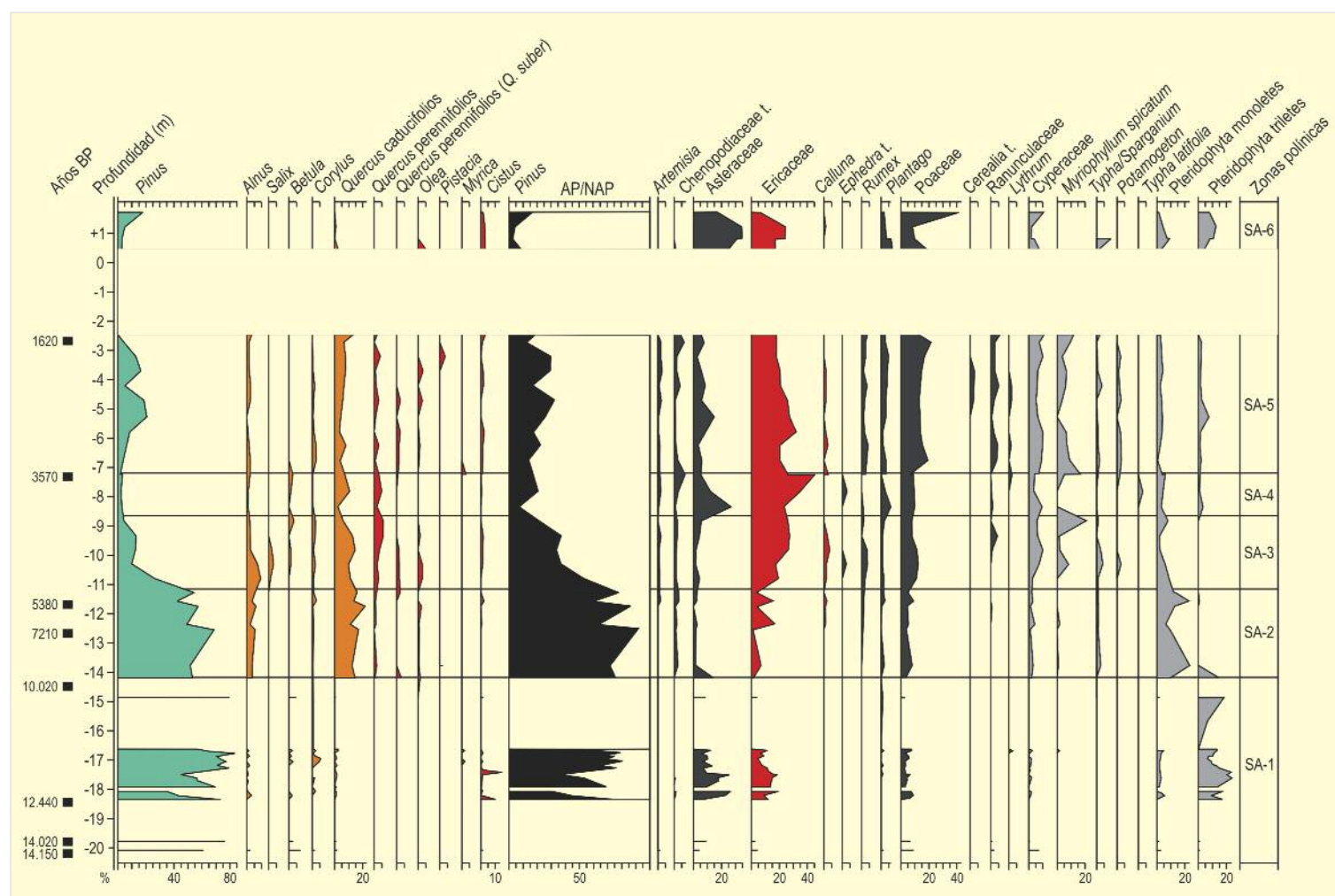


Figura 770. Diagrama polínico de la Laguna de Santo André. Redibujado de Santos & Sánchez-Goñi (2003)

duos y un dominio numérico de Asteraceae (30%), Ericaceae (20%) y *Pinus* (70%). Los valores de esporas triletas (pteridófitos) también son elevados. La zona SA-2 (10.000-5300 años BP) representa el principio del Holoceno, observándose una disminución de *Pinus*, Ericaceae y Asteraceae, aumentando los valores de *Quercus* tanto caducifolios como perennifolios hasta un 15-25% del total. También se observa un aumento de *Alnus* y de taxones mediterráneos como *Olea* y *Pistacia*. Las esporas triletas son sustituidas por esporas monoletas. Durante la zona SA-3 (5300-4000 años BP) tiene lugar una disminución abrupta de *Pinus* y la máxima presencia de *Alnus*, *Salix* y *Quercus* caducifolios. Las plantas acuáticas, entre las que se encuentran *Myriophyllum spicatum*, *M. alterniflorum*, *Typha-Sparganium*, *Potamogeton* y Cyperaceae, muestran también altos porcentajes.

La zona polínica SA-4 (4000-3570 años BP) muestra máximos valores de taxones herbáceos (Asteraceae, Ericaceae, Chenopodiaceae y *Plantago*) asociados a una disminución de *Alnus*, *Salix*, *Corylus* y plantas acuáticas. Asimismo, se constata un pequeño descenso de los porcentajes de *Quercus* y *Pinus*, y la virtual desaparición de taxones mediterráneos como *Olea* y *Pistacia*.

Durante SA-5 (3570-1620 años BP) se vuelven a presentar valores importantes de taxones acuáticos que se incrementan junto con los de los taxones mediterráneos *Quercus suber*, *Olea* y *Pistacia*. Paralelamente, *Pinus*, *Quercus* caducifolios, Chenopodiaceae y *Alnus* también incrementan su presencia, disminuyendo los porcentajes de *Q. ilex*. En esta zona se verifica la presencia de Cerealia.

La fase ulterior, SA-6 (<1620 años BP) está caracterizada por el incremento de los valores de las especies herbáceas y la disminución de las arbóreas a excepción de *Pinus* que aumenta ligeramente en relación a la zona anterior. Poaceae y Asteraceae domina el

espectro polínico y aumentan los porcentajes de Ericaceae. La presencia de Chenopodiaceae disminuye hasta desaparecer a techo del sondeo.

Este estudio evidencia que en un interstadial del Tardiglacial, en la zona costera de Santo André, se desarrollaron pinares, lo que contrasta con la expansión regional del bosque mediterráneo que se registra en otras zonas de la Península Ibérica durante el mismo período.

En el inicio del Holoceno (entre 5300 y 1020 años BP) un bosque de carácter mediterráneo asociado con *Pinus* colonizó la cuenca de Santo André. A partir de 5300 años BP, hubo un desarrollo local de *Alnus*, *Salix* y plantas acuáticas que señalan la aparición de pequeñas lagunas de agua dulce como consecuencia de la formación hace 5000 años BP de una barra costera. Hace 4000 años BP y a lo largo de unos 400 años, en la zona del Alentejo se desarrolló un período de menor humedad.

Los cambios de vegetación también sugieren que en los últimos 3500 años BP hubo una alternancia de períodos de sequía y de mayor humedad. De hecho, las alteraciones ambientales que se registran en el área de la Laguna de Santo André coinciden con los eventos climáticos holocenos del Atlántico Norte (Bond *et al.* 1997). Esto sugiere que los cambios de vegetación observados se deben atribuir a los cambios climáticos globales y no al impacto humano.

Más información:

Freitas & Andrade (2003), Santos *et al.* (2003), Santos & Sánchez-Goñi (2003)

PRAZO

Guarda, Portugal

Pleistoceno final-Holoceno medio

El yacimiento arqueológico de Prazo se localiza al nordeste de Portugal, en la parroquia de Freixo de Numão, municipio de Vila Nova de Foz Côa, distrito de Guarda, región de Alto Douro (41° 04' N, 07° 14' O; 550 m s.n.m.), en el seno del macizo granítico de Freixo de Numão dentro de la unidad geomorfológica de las denominadas "Penillanuras Centrales".

En el Sector I de este yacimiento se procedió al análisis polínico de seis muestras (Fig. 773) que cubren una cronología cultural que se extiende desde el Paleolítico superior al Neolítico antiguo. Únicamente la muestra del Paleolítico superior ha sido estéril. Durante el Mesolítico (9460-7580 años cal. BP), se observa un paisaje forestal bien desarrollado (40-50% de árboles), con *Quercus*



Figura 771. Yacimiento de Prazo visto desde el sur. La mancha sin vegetación, visible a la izquierda, corresponde al Sector I del yacimiento



Figura 772. Perfil estratigráfico del yacimiento de Prazo con localización de las muestras paleopolinológicas (U: unidad estratigráfica, A: muestra)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Arqueología
Ua-20495	9525 ± 70	10.880	Epipaleolítico-Mesolítico?
GrA-15861	9410 ± 70	10.650	"
Wk-16540	8435 ± 52	9460	Mesolítico
CSIC-1621	8397 ± 38	9420	"
GrN-26402	8380 ± 60	9390	"
GrA-15986	8370 ± 70	9380	"
Wk-16539	8259 ± 49	9250	"
CSIC-1620	7608 ± 35	8410	"
CSIC-1514	7353 ± 50	8170	"
GrN-26398	7240 ± 110	8080	"
CSIC-1622	7204 ± 35	8020	"
GrA-18866	6980 ± 70	7820	"
GrA-18787	6950 ± 50	7790	"
GrN-26400	6710 ± 50	7580	"
Ua-20496	6100 ± 50	7010	Neolítico antiguo
Ua-20494	6055 ± 50	6910	"
GrA-15984	5990 ± 50	6830	"
GrA-16131	5760 ± 40	6570	"
Ua-20492	5735 ± 50	6540	"
Ua-20493	5640 ± 50	6420	"
GrN-26404	5630 ± 25	6410	"
Ua-20491	5550 ± 50	6350	"

Tabla 190. Dataciones radiocarbónicas del yacimiento arqueológico de Prazo

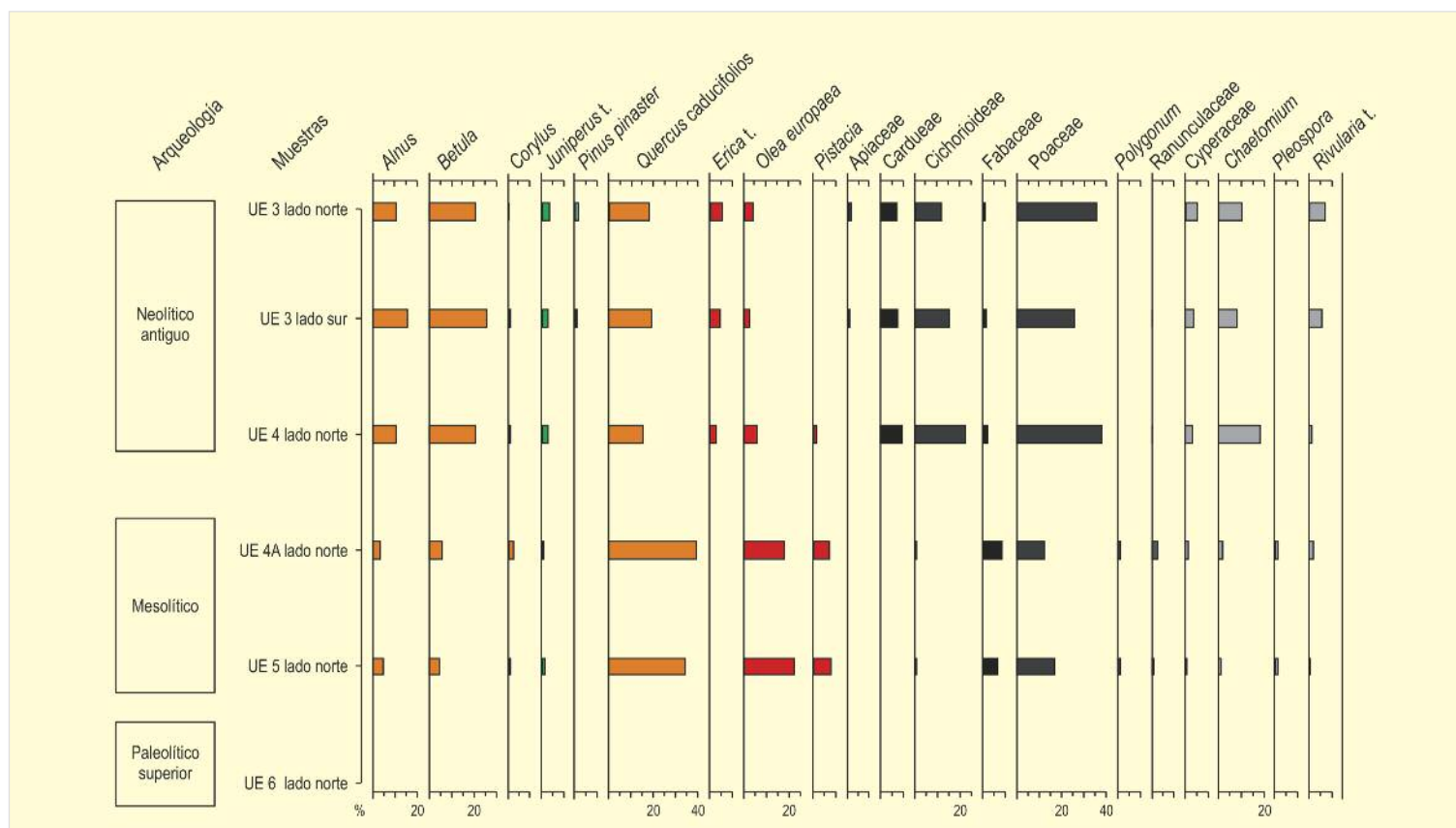


Figura 773. Diagrama polínico del yacimiento arqueológico de Prazo. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2008)

caducifolios. Otros elementos arbóreos menos importantes serían el aliso (*Alnus*), el avellano (*Corylus*) y el abedul (*Betula*), así como *Juniperus*. Singularmente, en este periodo abundan especies arbustivas del matorral xerotermófilo, caso de *Olea* y *Pistacia*, cuya presencia conjunta permitiría suponer la existencia de condiciones térmicas en el área de estudio. Entre las herbáceas, la mayor parte corresponde a Poaceae. No existen indicadores polínicos en estos momentos que nos hablen de antropización del paisaje.

A lo largo del Neolítico antiguo (7010-6350 años cal. BP) la cobertura forestal de carbballal se va reduciendo progresivamente, disminuyendo los porcentajes de *Quercus caducifolios* (<20%), mientras que, por contra, otras especies arbóreas como el aliso o el abedul se hacen preponderantes. De la misma manera, entre las formaciones arbustivas se confirma la disminución porcentual muy marcada del acebuche y *Pistacia*, y la primera aparición de etapas seriales degradativas del bosque, caso de los brezos (*Erica* tipo). Entre las herbáceas, se asiste ahora a un aumento espectacular de diversos

palinomorfos relacionados con la antropización del paisaje, caso de las asteráceas y las gramíneas. Sería esta antropización la que habría provocado la deforestación del carbballal, mientras que el aumento de abedul podría explicarse teniendo en cuenta el carácter heliófilo de este taxón y su facilidad para prosperar en zonas abiertas, especialmente en los claros del bosque de quercíneas.

Otro hecho singular de las muestras neolíticas es que en ninguna de ellas se documenta polen de cereal ni palinomorfos indicadores de presión pastoral. Con toda probabilidad, la antropización en Prazo podría obedecer a comunidades de pastores nómadas que utilizarían el fuego para abrir el bosque y crear zonas abiertas donde llevar su ganado. Sin embargo, no es menos cierto que no tenemos evidencia alguna de presión de pastoreo.

Más información:

López-Sáez *et al.* (2008), Monteiro-Rodrigues *et al.* (2008)

LAGOA DO MARINHO

Vila Real, Portugal

Holoceno (~ 10.900-7300 años BP)



R. DOMÍNGUEZ

Figura 774. Lagoa do Marinho en Serra do Gerês

Lagoa do Marinho es actualmente un depósito turboso localizado en la Serra do Gerês (norte de Portugal) concretamente en un valle glacial conocido como "Complejo del Couce" (41° 45' 38" N, 08° 02' 50" O; 1150 m.s.n.m.) rodeado de estribaciones montañosas, a saber, Maceiras y Outeiro do Pássaro en la zona norte, Chamiçais en el sector oriental y Borrageiros y Fojo de Alcantara en el occidental. El valle forma parte de la transición entre la Región Mediterránea (pisos mesomediterráneo y supramediterráneo) y la Eurosiberiana (pisos montano y subalpino).

Los primeros resultados palinológicos derivaron de un sondeo realizado por Coudé-Gausson & Deneffe (Coudé-Gausson & Deneffe, 1980; Coudé-Gausson, 1981) que alcanzó los 140 cm de potencia. Más tarde, Ramil Rego et al, (1995) llevaron a cabo otro estudio polínico a partir de un testigo de 290 cm de potencia. La secuencia polínica resultante (Fig. 775) permite establecer siete zonas polínicas. La más antigua tiene su base en torno a 10.900 años BP y en ella podemos observar un claro predominio del polen arbóreo constituido mayoritariamente por *Pinus*, *Quercus* caducifolios y *Betula*. Puntualmente también se registra polen de mesófitos como *Corylus*, *Alnus*, *Castanea*, *Fagus* y *Ulmus*. Con respecto al polen no arbóreo, dominan las ericáceas. En la fase siguiente se detecta un descenso del polen arbóreo, incrementándose simultáneamente Poaceae y

Artemisia. Este breve período podría corresponder con el Dryas reciente, pero no hay control cronológico que lo atestigüe. A continuación, ya en cronología holocénica (7300 años BP en adelante), tiene lugar una notoria expansión de los *Quercus* caducifolios acompañada de una progresiva subida en los porcentajes de *Corylus*, *Calluna* y *Erica*. En las fases subsiguientes se van produciendo oscilaciones en el porcentaje de *Quercus* caducifolios y un descenso de *Pinus*. En un período más reciente vuelve a detectarse una fase de declive en los porcentajes de *Quercus* caducifolios acompañado de una progresión ascendente de los porcentajes de *Erica*. Este declive de *Quercus* marcará el detrimento de la cobertura arbórea. Desaparece además la curva de *Pinus*, cuya presencia pasará a ser más puntual. Cabe resaltar también que es durante esta fase cuando el castaño obtiene su mayor representación. Por último, el final de la estratigrafía polínica está marcado por el dominio de las formaciones arbustivas, siendo *Erica* el taxón dominante. Durante esta última fase, aparece una curva continua de cistáceas y el porcentaje de polen arbóreo experimenta los valores más bajos de toda la secuencia.

Más información:

Ramil Rego et al. (1995)

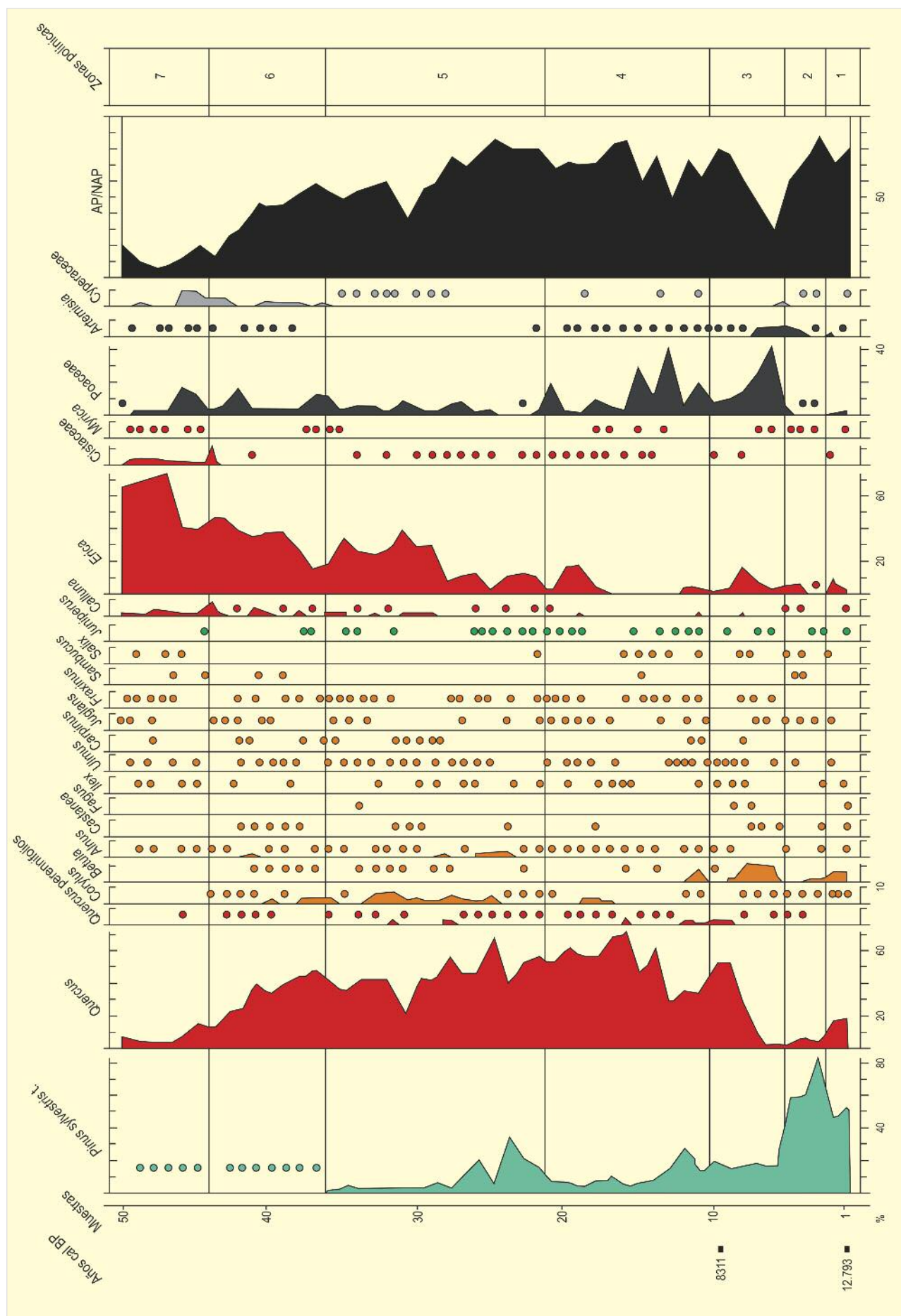


Figura 775. Diagrama polínico de Lagoa do Marinho. Redibujado de Ramil Rego et al. (1995)

LAGOA COMPRIDA

Guarda, Portugal

Tardiglacial-Holoceno (> 10.400-810 años cal. BP)



Figura 776. Lagoa Comprida en Serra da Estrela

Lagoa Comprida es una pequeña laguna localizada en la Serra da Estrela (centro-este de Portugal) a 1600 m s.n.m. y 40° 21' 48" N, 07° 38' 30" O. Dada su localización geográfica, presenta un clima mediterráneo continental con influencia de clima atlántico. La vegetación presente en el área circundante a la laguna carece de árboles y está compuesta principalmente por brezales y enebrales rastreros junto a un amplio y diverso tapiz herbáceo. Este paisaje se repite a altas latitudes a lo largo de toda la Serra da Estrela, donde *Quercus pyrenaica* se encuentra relegado a aquellas zonas que han permanecido inaccesibles al ganado.

Los primeros datos palinológicos (Lagoa Comprida 1, Tabla 191 y Fig. 777) aparecieron en Janssen & Woldringh (1981). Más tarde, en 1985, van den Brink & Janssen llevaron a cabo otro estudio polínico en una turbera localizada junto a otra pequeña laguna (Lagoa Comprida 2) ubicada a 600 m de distancia de la primera (40° 21' 46"

N, 07° 38' 10" O; 1645 m s.n.m.). En 1994, van der Knaap y van Leeuwen publicaron el diagrama polínico de van den Brink & Janssen (1985) para Lagoa Comprida 2, pero suplementado con niveles adicionales junto a una reinterpretación morfológica de los tipos polínicos originales. Finalmente, estos mismos autores incluyeron dos nuevos diagramas para las secuencias Lagoa Comprida 1 y Lagoa Comprida 2 (van der Knaap & van Leeuwen 1997).

Los datos de Janssen & Woldringh (1981) y van den Brink & Janssen (1985) se encuadran dentro del Holoceno, comprendiendo una secuencia cuya base se sitúa, según las dataciones de ¹⁴C disponibles, en una fecha anterior a 10.400 años cal. BP. En la parte inferior del diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 1 (Fig. 777), dentro de la zona LCP-1, se puede observar una amplia hegemonía de *Pinus*, con valores de porcentaje polínico comprendidos entre el 50 y el 75%, aproximadamente. El sustrato arbustivo está constituido fundamentalmente por brezales y los valores de NAP, dentro del cuál se ha excluido a la familia Ericaceae, no sobrepasan el 20%, siendo *Rumex*, *Artemisia*, *Plantago*, *Cyperaceae* y

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN 9913	56-60	1050 ± 60	990
GrN 9914	86-90	2680 ± 80	2810
GrN 9915	100-104	2680 ± 100	2800
GrN 9916	430-434	8310 ± 160	9260
GrN 9917	476-480	9080 ± 200	10.210
GrN 9918	501-505	9200 ± 270	10.400

Tabla 191. Dataciones por radiocarbono para la secuencia Lagoa Comprida 1 (Janssen & Woldringh 1981)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GrN-11056	47-57	850 ± 90	810
GrN-11057	116-120	3280 ± 70	3520
GrN-11058	185-190	4340 ± 90	4990
GrN-18342	330-337	8385 ± 50	9400

Tabla 192. Dataciones radiocarbónicas para la secuencia Lagoa Comprida 2 (van der Knaap & van Leeuwen 1994)

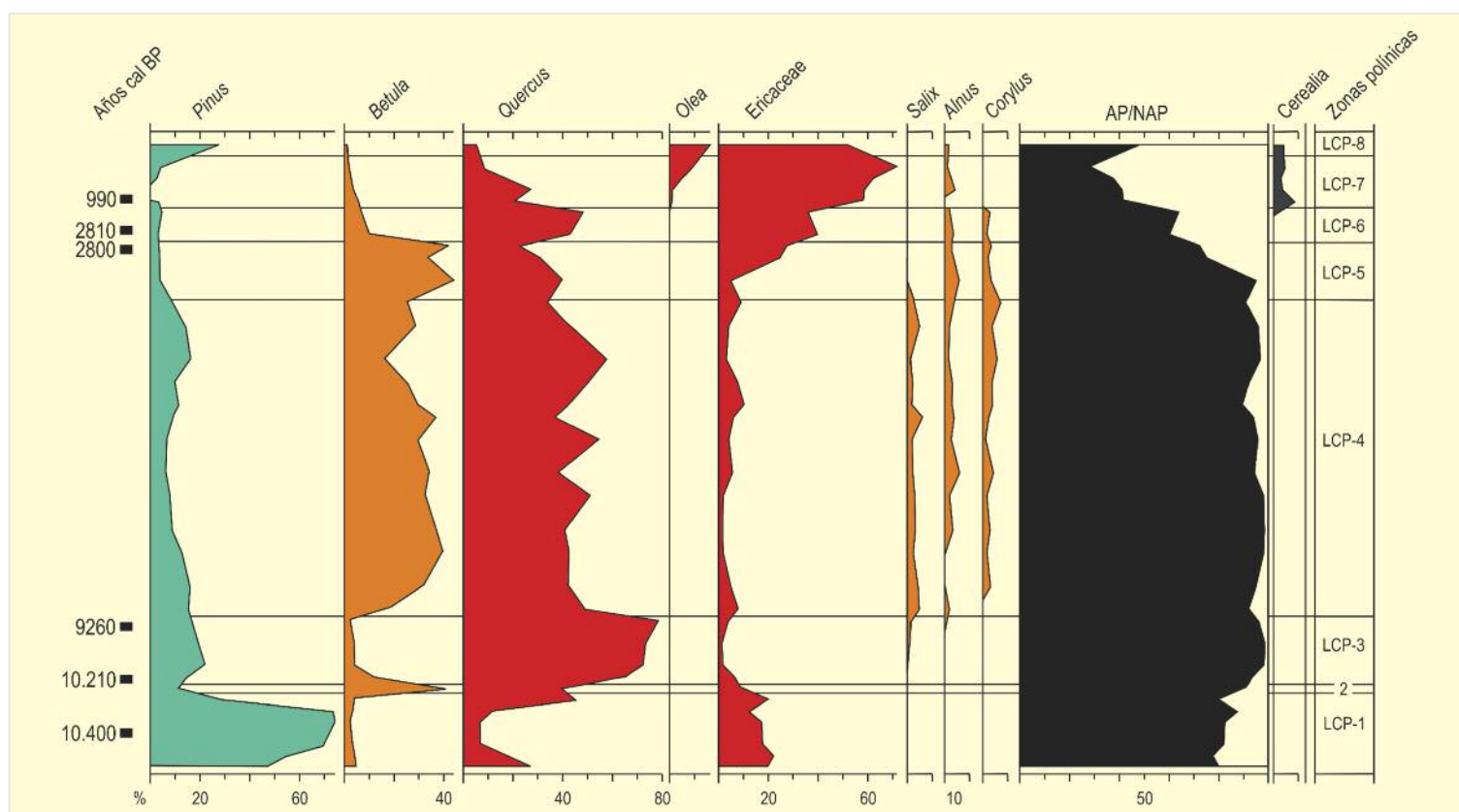


Figura 777. Diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 1. Redibujado de Janssen & Woldringh (1981) y van den Brink & Janssen (1985)

Asteraceae los principales componentes. Hacia el final de esta fase, los valores de pino comienzan a descender hasta tal punto que, ya no volverá a dominar en la estratigrafía polínica. Durante las tres fases siguientes será *Quercus* el elemento principal, llegando a alcanzar en LCP-3 un máximo cercano al 80%. Más tarde, *Quercus* cederá el testigo a *Betula* durante LCP-5, fase en la que el abedul alcanzará su valor máximo, superior al 40%. A partir de esta etapa, el paisaje cambiará drásticamente, pasando a dominar el sustrato arbustivo, que estará compuesto casi exclusivamente por *Ericaceae*.

Cabe destacar la mayor abundancia relativa de elementos mesófilos (*Betula*, *Salix*, *Alnus* y *Corylus*) en el período comprendido entre 9260 años BP y 2800 años cal. BP y la aparición, poco después de este intervalo de tiempo, de polen de cereal junto al de olivo, ambos indicadores de agricultura.

En relación a otras secuencias estudiadas en la Serra da Estrela (Charco da Candieira, Covao do Boieiro, Chafariz do Rei, Lagoa Clarezza, Lagoa das Salgadeiras o Charca do Cões), la fecha de 9200 años BP (Tabla 191) arrojada por datación del sedimento entre los 501 y los 505 cm con ^{14}C parece en torno a un milenio más joven. Esto podría deberse a contaminación con materiales más recientes durante el sondeo (van der Knaap & van Leeuwen 1997), de esta forma, la base de la secuencia se situaría a finales del Tardiglacial.

La secuencia polínica de Lagoa Comprida 2 (Fig. 778) comienza en el Tardiglacial y cubre todo el Holoceno. Muestra un gran parecido

con la secuencia anterior. Así, se observan en la base valores muy similares de *Pinus* (45-75 %). Poco después, en torno a los 440 cm, este taxón experimenta un continuo declive que se hará más acusado a partir de 4990 años cal. BP. Sólo los últimos espectros contradicen esta tendencia, observándose un nuevo incremento de *Pinus* durante los últimos siglos, probablemente como resultado de recientes repoblaciones (van der Knaap & van Leeuwen 1995). La curva de *Quercus* experimenta una tendencia opuesta a la de *Pinus*, manteniendo valores relativamente elevados durante toda la secuencia salvo para los momentos iniciales correspondientes al Tardiglacial y las últimas centurias, cuando el impacto del hombre es ya muy acusado en toda la Serra da Estrela.

Al igual que en Lagoa Comprida 1, en este registro se observa una mayor abundancia de mesófitos en el período comprendido entre 8300 y 2500 años BP, así como un acusado incremento de los valores de olivo en los momentos finales de la secuencia. Como en la mayor parte de las secuencias polínicas estudiadas en la Serra da Estrela, las gramíneas mantienen valores relativamente elevados, especialmente a partir de 3520 años cal. BP, coincidiendo con un aumento de los porcentajes de ericáceas. En comparación con estas secuencias, resulta tal vez llamativa la presencia de polen de cereal desde fecha muy antigua.

Más información:

Janssen & Woldringh (1981), van den Brink & Janssen (1985), van der Knaap & van Leeuwen (1994, 1997)

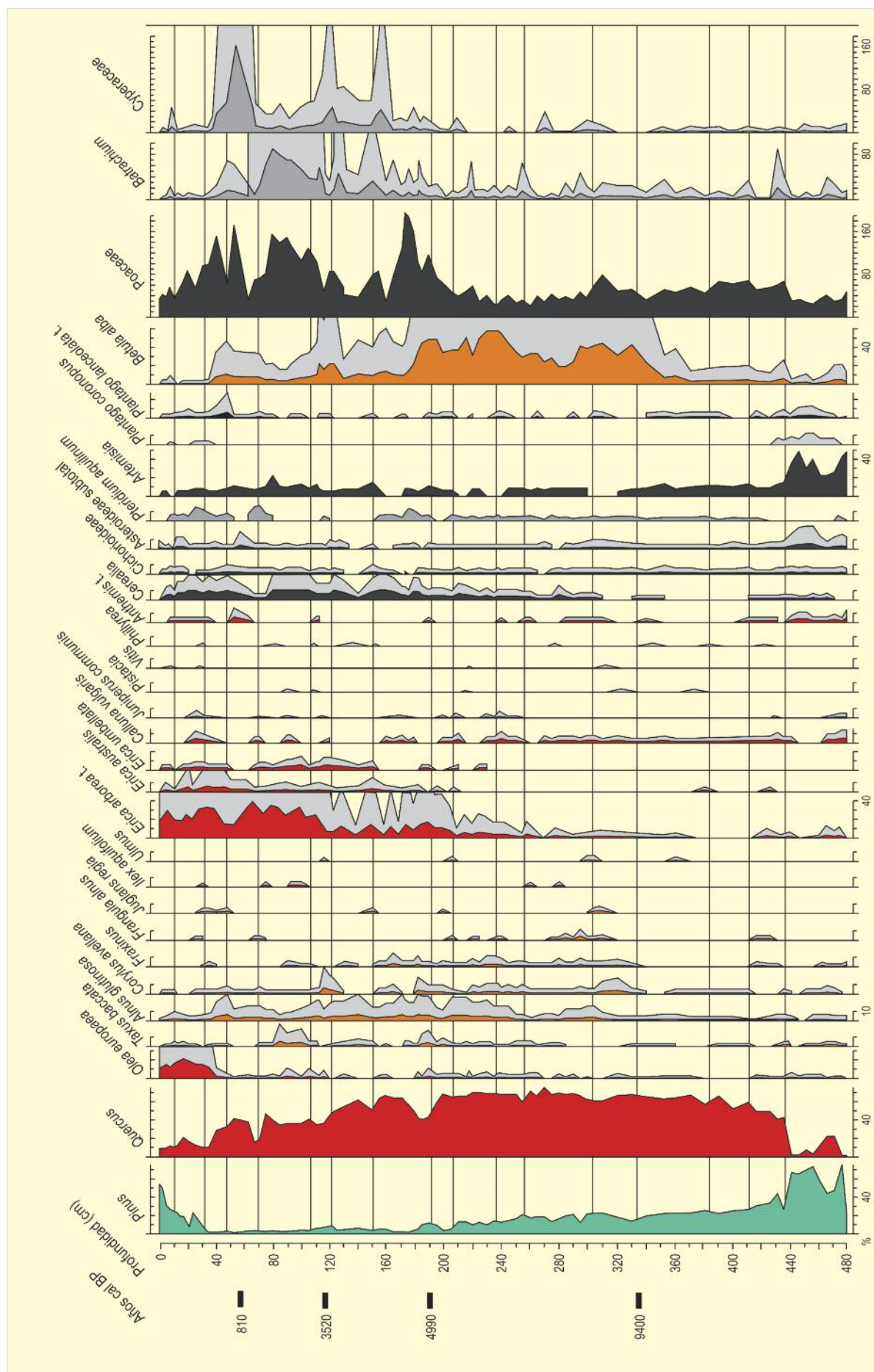


Figura 778. Diagrama polínico de la secuencia Lagoa Comprida 2. Redibujado de van der Knaap & van Leeuwen (1994)

CASTELEJO

Vila do Bispo, Portugal

Holoceno medio (9690-8700 años cal. BP)



Figura 779. Situación del yacimiento de Castelejo (Vila do Bispo, Portugal)

El yacimiento arqueológico de Castelejo se encuentra en el barranco A. de Marinho (37° 05' 58" N, 08° 56' 38" O) que forma un valle disimétrico de unos 3 km de recorrido y 100 m de desnivel, en dirección SE-NO, hasta llegar a su desembocadura en el océano Atlántico (Vila do Bispo, Algarve). En la zona de Castelejo, la playa, de cantos y gravas, es una franja estrecha porque está limitada al este por un acantilado de unos 50 m de altura y el yacimiento se encuentra a unos 25 m s.n.m. Estos acantilados protegen el valle que queda bastante cerrado a los vientos fuertes del oeste. Se trata de un hábitat al aire libre situado en una zona de depósitos eólicos de arena consolidada. Estos depósitos están carbonatados y tienen una disposición paralela al curso del barranco en su lado norte; en el otro margen, la vertiente está regularizada por los depósitos de la ladera. El suelo es ácido salvo en las arenas carbonatadas.

Las condiciones biogeográficas son de tipo termomediterráneo y las precipitaciones entran en el rango subhúmedo, es decir, la media anual está comprendida entre 500-1000 mm. La vegetación actual es un matorral bajo muy degradado, con pocas especies debido a los reiterados incendios y el pastoreo. Este matorral está dominado por varias especies de jaras (*Cistus ladanifer*, *C. salvifolius* y *C. monspeliensis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), sabina (*Juniperus phoenicea*), coscoja (*Quercus coccifera*) y labiérnago (*Phillyrea angustifolia*), entre otras.

Castelejo ofrece una secuencia estratigráfica interesante para conocer el Holoceno medio en la costa suroriental de Portugal. Las excavaciones arqueológicas, dirigidas por la Dra. J. Soares y el Dr. C. Tavares, han puesto al descubierto niveles epipaleolíticos, mesolíticos y del Neolítico antiguo. Se trata de un pequeño campamento estacional que sería frecuentado con el objetivo de explotar recursos marinos, especialmente moluscos y mariscos (Soares 1992). En dos ramas de *Rhamnus-Phillyrea* del nivel 9, se ha podido comprobar que fueron cortadas en primavera, por tanto Castelejo era ocupado en esa estación del año. En 1985 se obtuvo una secuencia arqueológica de 11 niveles, en el más profundo se dató carbón de *Olea* dando la fecha de 7970 años BP (Carrión-Marco et al. 2010) y el nivel 2 de 7550 años BP. Los dos niveles más superficiales tienen muy poco carbón por eso no están representados en el diagrama. Las fechas obtenidas sobre carbón se pueden ver en la tabla 193.

La flora identificada en los carbones representa las plantas leñosas que crecían en el territorio de captación de leña de los grupos que habitaron en el lugar. Del total de fragmentos de carbón, 1961 se encontraron dispersos por los sedimentos, mientras que el resto (236 carbones) procede del contenido de tres hogares. Todas las plantas identificadas son leñosas y perennifolias, salvo *Sorbus* y/o *Crataegus* y *Prunus* sp. La flora de Castelejo es la misma de base a techo de la

Ref. Lab.	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Material
Beta-165943	11	8720 ± 40	9690	carbón
ICEN-211	11	7970 ± 60	8830	carbón de <i>Olea</i>
ICEN-213	10	7900 ± 40	8760	carbón
ICEN-215	9	7880 ± 40	8700	carbón

Tabla 193. Fechas radiocarbónicas de los niveles inferiores de Castelejo (Vila do Bispo, Algarve). Según Soares & Tavares (2004)

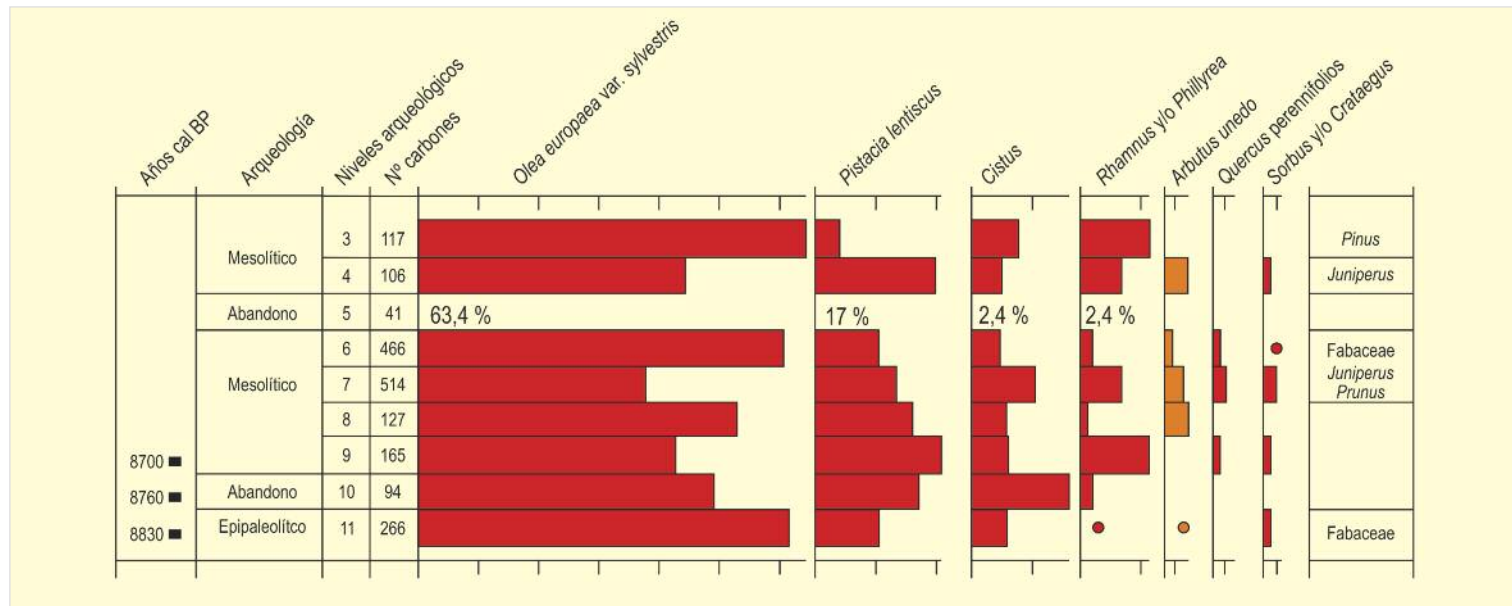


Figura 780. Diagrama antracológico sintético de Castelejo. Redibujado de Carrión-Marco *et al.* (2010)

secuencia y el diagrama antracológico es muy homogéneo (Fig. 780). La especie que domina todos los espectros del diagrama es *Olea europaea* var. *sylvestris* que, en todos los niveles alcanza porcentajes muy elevados, que incluso superan el 50%.

En el diagrama antracológico no se observan cambios significativos. Se trataría de una formación presidida por *Olea europaea* var. *sylvestris* y acompañada de todo un cortejo de arbustos como *Pistacia lentiscus*, *Cistus*, *Rhamnus* y/o *Phillyrea*, Fabaceae y *Juniperus*. Los bajos porcentajes de *Quercus* pueden indicar que eran marginales en la zona y no llegaron a formar bosques, la escasa representación de *Arbutus unedo* también se puede interpretar en el mismo sentido. La presencia de *Cistus* indica un paisaje abierto.

Todas las especies identificadas viven actualmente en condiciones bioclimáticas termomediterráneas y ombroclima seco o subhúmedo. Por tanto, se puede inferir un clima similar al actual durante el Boreal y en el Atlántico. Las formaciones de *Olea* podrían tener un aspecto de bosque esclerófilo, porque el acebuche, el lentisco, el madroño, etc., pueden alcanzar varios metros de altura si tienen buenas condiciones ambientales y poca presión humana sobre ellas, como en la Serra d'Arrabida que alcanzan los 5-10 metros de altura. En la zona de Castelejo, un factor limitante para alcanzar altura sería el viento marino. En las zonas litorales la vegetación adopta formas enanas para protegerse de los fuertes vientos y de la salinidad ambiental, pero la fisonomía de las formaciones vegetales no se detecta con los carbonos.

En la actualidad no hay acebuche en los alrededores de Castelejo, esto contrasta con los resultados prehistóricos. Las plantas identificadas en los carbonos de Castelejo, en general, tienen gran tolerancia al tipo

de suelo y algunas especies de *Cistus* y *Arbutus* prefieren los silíceos. Tal vez sea *Olea* la más exigente, al preferir los suelos mediterráneos básicos. En la zona de Castelejo, los suelos son silíceos y solamente en la zona de arenas eólicas consolidadas pueden ser más básicos a causa de la carbonatación de las arenas. Esta zona de arenas conglomeradas se encuentra desde el barranco hasta los 60-70 m de altitud, presentando una pendiente suave. Tal vez *Olea* ocupara esta zona al NE del asentamiento y los habitantes de Castelejo subieran a recolectar su leña y bajarán cargados con las provisiones de combustible.

La uniformidad de los resultados antracológicos puede estar en relación con una estabilidad climática en la zona durante el Boreal y el Atlántico, junto a una explotación equilibrada de la vegetación. El campamento de Castelejo es de reducidas dimensiones y la población no sería muy numerosa, esto limita las necesidades de leña y, por tanto, la vegetación se puede regenerar sin problemas. Según Soares (1992) la ocupación de Castelejo es estacional, entonces los recursos vegetales se utilizarían temporalmente y, tal vez, tendrían tiempo de renovarse. Los carbonos de los hogares indican una selección de la leña oportunista porque en uno había sólo carbón de *Olea*, y en otro sólo de *Pistacia*; en el tercero había más variedad. En las regiones litorales de Portugal, durante el Holoceno, debieron ser relativamente abundantes las formaciones termomediterráneas con *Olea* y *Pistacia* porque se encuentra también en otros yacimientos del sur (Vale Boi y Rochas das Gaviotas) y del centro del país (Vale Pincel I, Abrigo da Pena da l'Água y Buraca Grande) (Carrión-Marco 2005, Figueiral 1998, Figueiral & Carvalho 2006).

Más información:

Carrión-Marco *et al.* (2010)

BARREIRO

Setúbal, Portugal

Holoceno (7930-7430 años cal. BP)



Figura 781. Tocón en posición de vida en el yacimiento de Barreiro. Al fondo las fábricas que vierten sus aguas sobrantes al mismo yacimiento

El yacimiento de Barreiro está situado en el estuario del Tajo (38° 39' 06" N, 09° 04' 35" O; 0 m s.n.m.). En la zona dominan estratos arcillosos intercalados entre arenas cuaternarias, y sobre ellas las mareas bajas descubrieron 32 tocones en posición de vida (Fig. 781).

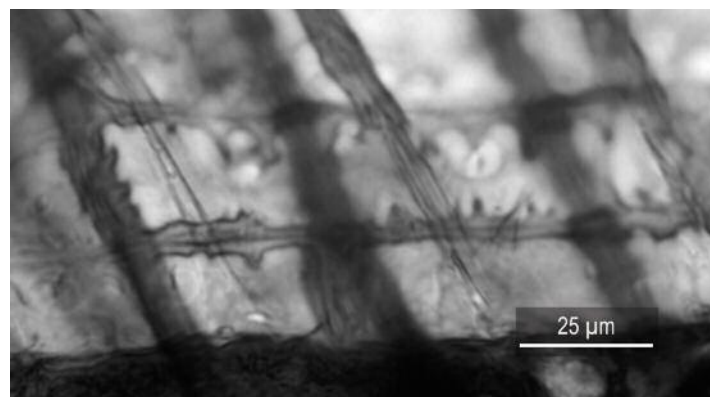


Figura 782. Detalle de los dientes de las traqueidas radiales en el plano radial, característicos de *Pinus pinaster*

La vegetación actual del entorno está totalmente destruida, habiéndose construido una zona industrial cuyas aguas sobrantes vierten al yacimiento (Fig. 781).

La datación de una de las muestras (García-Amorena 2007) en el laboratorio de Beta Analytic Inc., mostró una edad de 7930-7430 años cal. BP. Estos macrorrestos constituyen pues, uno de los últimos vestigios de los pinares que detectó Mateus (1989) en la cercana Lagoa Travesa, muy similar al diagrama de Santo André (Santos & Sánchez-Goñi 2003), y cuya decadencia coincide con la fecha de la madera datada.

La presencia de *Pinus* en sedimentos arqueológicos y abrigos humanos (Figueiral 1993, Ramil-Rego & Aira-Rodríguez 1994, Figueiral 1995, Turon *et al.* 2003, Figueiral & Carcaillet 2005), confirma la presencia natural de esta especie en las costas atlánticas de la Península Ibérica durante el Holoceno.

Más información:

García-Amorena (2007)

LAGOA TRAVESSA

Setúbal, Portugal

Holoceno (7580-6560 años BP)

El depósito analizado palinológicamente se corresponde con un depósito de naturaleza turbosa hallado en el suroeste de Portugal, concretamente en una laguna perteneciente al municipio de Grândola (Setúbal) conocida como Lagoa Travessa.

La posición de esta laguna (38° 18' 18" N, 08° 46' 27" O; 10 m s. n.m.) reviste un interés especial bajo el punto de vista geomorfológico ya que se encuentra situada entre el valle del río Carvalhal, dos sistemas dunares costeros y otra laguna, Lagoa

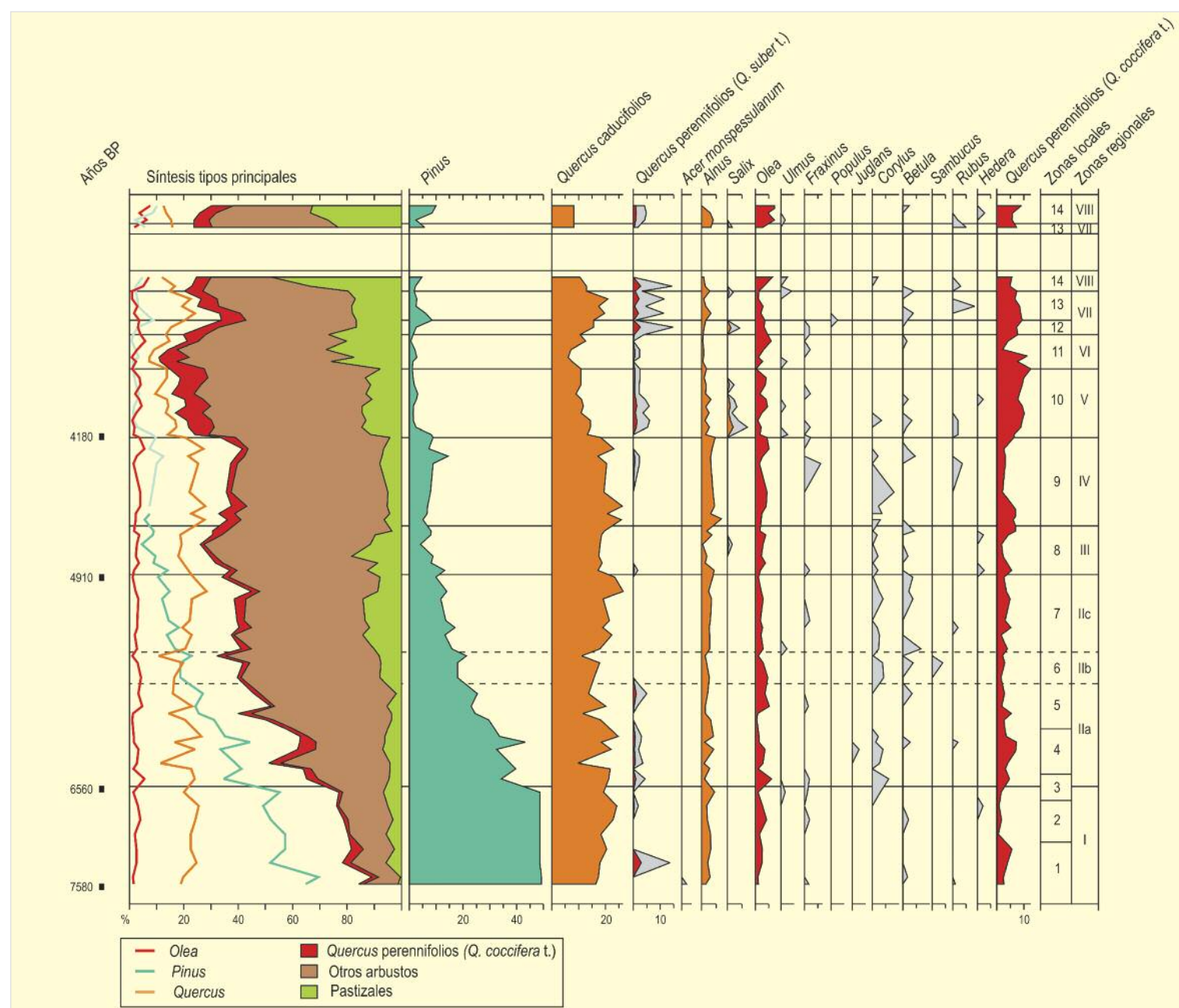


Figura 783. Diagrama polínico de Lagoa Travessa. Redibujado de Mateus (1985, 1989)

Formosa. Ésta última, junto a Lagoa Travessa, constituye en la actualidad un complejo lagunar cuyo origen parece ser el resultado del desarrollo local de la barrera costera.

La subregión lusa del Alentejo Litoral, a la que pertenece este sistema lacustre, presenta un clima mediterráneo con elevada influencia marítima dada su proximidad al océano Atlántico. La vegetación actual está compuesta de una amplia variedad de formaciones vegetales. En las zonas costeras aparecen comunidades herbáceas dominadas por *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria* y *Otanthus maritimus*, matorrales de pequeño tamaño constituidos por especies como *Artemisia crithmifolia*, *Helichrysum italicum*, *Scrophularia frutescens* y *Thymus carnosus*, entre otras y formaciones de especies halófitas sometidas al régimen mareal como la espartina, *Artemisia maritima* y *Limonium ovalifolium*.

En las zonas del interior existen parches residuales de *Quercus faginea*, una maquia esclerófila con especies como *Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Pistacia lentiscus* y *Quercus suber*, zonas de brezales, plantaciones de pino piñonero, pino negral, alcornoque, eucalipto y olivo, además de zonas de vegetación ruderal. Próximo a los cauces de Carvalhal, Carrasqueira y Apostiça crece un bosque de ribera dominado por *Salix atrocinerea* y *Populus nigra*. Con respecto a la vegetación que rodea los sistemas lagunares podemos encontrar *Scirpus holoschoenus*, *Ulex minor*, *Pteridium aquilinum* y *Rubus* sp.

El estudio palinológico (Fig. 783) (Mateus 1985, 1989) proporciona un registro holocénico cuya base se sitúa en 7580 años BP. Durante el período comprendido entre esta fecha y 6560 años BP se observan altos porcentajes de polen arbóreo. *Pinus* es el elemento dominante, seguido de *Quercus*. El olivo muestra una representación media similar a la de *Alnus* y, puntualmente, se detecta la presencia de otros taxones leñosos mesófilos como *Fraxinus*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus* y *Acer monspessulanum*. En relación a la vegetación no arbórea, los brezales constituyen las principales formaciones arbustivas.

En el Holoceno medio, entre 6560 y 4910 años BP se observa un progresivo descenso en los valores de *Pinus*. Las curvas de *Olea* y Ericales no muestran grandes cambios. *Alnus* fluctúa durante todo este

período, disminuyendo su presencia en determinados momentos pero, en términos generales, mantiene valores medios. Al comienzo de esta fase aparecen por primera vez y de forma aislada madroño y nogal. Chenopodiaceae aumenta su representación y se detecta la aparición de indicadores de agricultura (*Vitis* y Cerealia). *Quercus* experimenta un incremento notable hacia el final de esta fase, llegando a superar la incidencia del pino.

A lo largo de la etapa comprendida entre 4910-4180 años BP la curva de pino parece estabilizarse mientras, a partir de la segunda mitad de esta fase, se aprecian ligeros aumentos en *Quercus* y Ericales. El sauce aparece por primera vez en la secuencia polínica, en clara relación con el descenso observado en *Alnus*. Tras este breve episodio, *Alnus* se recupera alcanzando sus valores más altos. Es también en este período cuando el grupo de *Quercus* caducifolios alcanza los porcentajes más elevados. Se observan además, dos máximos puntuales de *Fraxinus* y *Corylus*. En cuanto a los componentes no arbóreos, las quenopodiáceas mantienen altos sus valores y los brezales continúan siendo las formaciones arbustivas mayoritarias.

A partir de 4180 años BP los pinares sufren una regresión, mientras *Quercus* experimenta oscilaciones importantes pero manteniendo porcentajes superiores al 10%. La curva de *Olea* mantiene sus valores habituales, pero al final de este período experimenta un incremento adquiriendo valores superiores al 10%. De forma puntual se detecta la presencia de *Populus*, sin embargo, la presencia de *Alnus* disminuye. Cabe destacar la reaparición de *Salix*, aunque de forma discontinua.

Con respecto al tapiz herbáceo, las quenopodiáceas disminuyen y aumentan las compuestas ligulifloras. En relación a la agricultura, el castaño aparece por primera vez en el diagrama y reaparece puntualmente la vid. En los espectros más recientes, se observa además, un aumento en los porcentajes de Cerealia y la primera aparición del arroz.

Más información:

Mateus (1985, 1989)

VALLE DE MUGE

Santarém, Portugal

Holoceno (6150-230 años cal. BP)

El registro denominado Muge Valley, se sitúa en el centro de Portugal, en el tramo bajo del río Muge, un afluente del río Tajo que discurre en dirección este-oeste y con el que confluye a 60 km aguas arriba de Lisboa. El valle del río Muge está excavado sobre los depósitos aluviales de terraza del Cuaternario y los de clastos poco consolidados del Terciario de la cuenca del río Tajo. El punto de confluencia de los dos ríos dista unos 28 km del límite actual de la influencia de las mareas.

El sondeo 20, utilizado para el análisis polínico, está localizado en el fondo de valle del río (39° 06' N, 08° 40' O; 16 m s.n.m.). Se trata de una llanura de inundación de agua dulce que se encuentra cultivada en la actualidad y se sitúa sobre 11 m de sedimentos de grano fino y turba que comprenden ambientes contemporáneos con la ocupación mesolítica, la cual tuvo lugar aproximadamente entre 6150 y 4815 años cal. BC. De hecho, el registro analizado se encuentra entre los depósitos de concheros mesolíticos denominados Moita do Sebastião y Cabeço da Amoreira, los cuales tienen un internacional dentro del contexto de la Prehistoria Europea.

El valle Muge se localiza en un territorio de clima mediterráneo húmedo con una temperatura media de 16,4 °C y una precipitación de 711,2 mm. Es una región singular en la que coexisten elementos florísticos subatlánticos, submediterráneos e incluso mediterráneos. El paisaje actual está prácticamente deforestado y está caracterizado por cultivos de cereal y plantas herbáceas como gramíneas, compuestas y crucíferas. Las laderas circundantes están colonizadas por una vegetación de tipo mediterráneo, en las que aparecen rodales o individuos aislados de encinas (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), coscojas (*Quercus coccifera*), alcornoques (*Quercus suber*), quejigos (*Quercus faginea*), pinos (*Pinus pinea* y *P. pinaster*), olivos (*Olea europea*) o lentiscos (*Pistacia lentiscus*) entre otros.

El registro analizado comenzó a depositarse hace 6150 años cal. BC (Fig. 784) y alcanza una profundidad de 9 m. En un principio, en la zona basal PZ1 dominan las herbáceas mientras que pinos y enebros presentan valores bajos, indicando un paisaje abierto. Sin embargo, *Pinus* y *Quercus* caducifolios aumentan rápidamente hasta alcanzar cantidades significativas dando idea de un ambiente forestal más o menos denso. Los pinos ocuparían probablemente los suelos arenosos drenados adyacentes al fondo de valle y los quejigos (*Quercus faginea*) podrían ocupar los márgenes de fondo de valle de agua dulce y los barrancos.

La presencia de polen de Chenopodiaceae, esporas de *Isoetes* así como caparazones de foraminíferos indicadores de aguas salobres, apunta a que el fondo de valle se encontraba en los márgenes de la influencia de las mareas. A su vez, se detectan en el registro indicadores de agua dulce como *Alnus*, *Salix*, *Cyperaceae* y *Equisetum*, que estarían formando valle arriba una aliseda y una marisma de agua dulce, sugiriendo que este límite de la intrusión de agua salada estaba próximo al lugar del sondeo.

El siguiente periodo, la zona PZ2, viene marcado por la transformación del fondo de valle en una extensa marisma influenciada por las mareas y el aporte de agua salada coincidiendo con la ocupación mesolítica local (6150-4815 años cal. BC). Incrementos considerables de polen de Chenopodiaceae, Cichorioideae y Cyperaceae, foraminíferos e *Isoetes*, coinciden en sugerir que los bordes del fondo de valle estaban constituidos por marismas. El paisaje regional también experimenta cambios, ya que disminuye progresivamente la presencia de pinares, aumentando la de Brassicaceae y Cichorioideae. Sin embargo, las formaciones de *Quercus* se mantienen estables.

En la parte inferior de la zona PZ3 (c. 5000 años cal. BC), los pinares llegan a sus mínimos de representación en el paisaje. Este fuerte retroceso de *Pinus* en la secuencia polínica junto con los altos y constantes porcentajes de las herbáceas sugiere que el tapiz vegetal sufrió una drástica deforestación. Este hecho parece coincidir con un declive regional de los pinares en otras partes del sur de la Península Ibérica. Parece que se mantendrían rodales de alisos aguas arriba del valle. Los porcentajes de Chenopodiaceae alcanzan sus valores máximos y aumentan los de asteráceas e *Isoetes* indicando la proximidad de marismas cerca del registro. Sin embargo, desaparecen algunos foraminíferos de aguas salobres y además, hacia el final de la zona, comienzan a detectarse pequeñas trazas de taxones típicos de aguas dulces como *Typha*, *Myriophyllum alterniflorum* o *Nymphaea*. Es justo en esta transición hacia agua dulce cuando se registra el abandono del valle Muge por parte de las culturas de concheros mesolíticos (c. 4800 años cal. BC).

La tendencia detectada hacia el final del periodo descrito anteriormente se hace aún más patente en la siguiente zona PZ4. El fondo de valle sufre un cambio significativo ya que desaparecen casi por completo todos los indicadores de ambientes salinos, como Chenopodiaceae e *Isoetes*, que son reemplazados por tipos

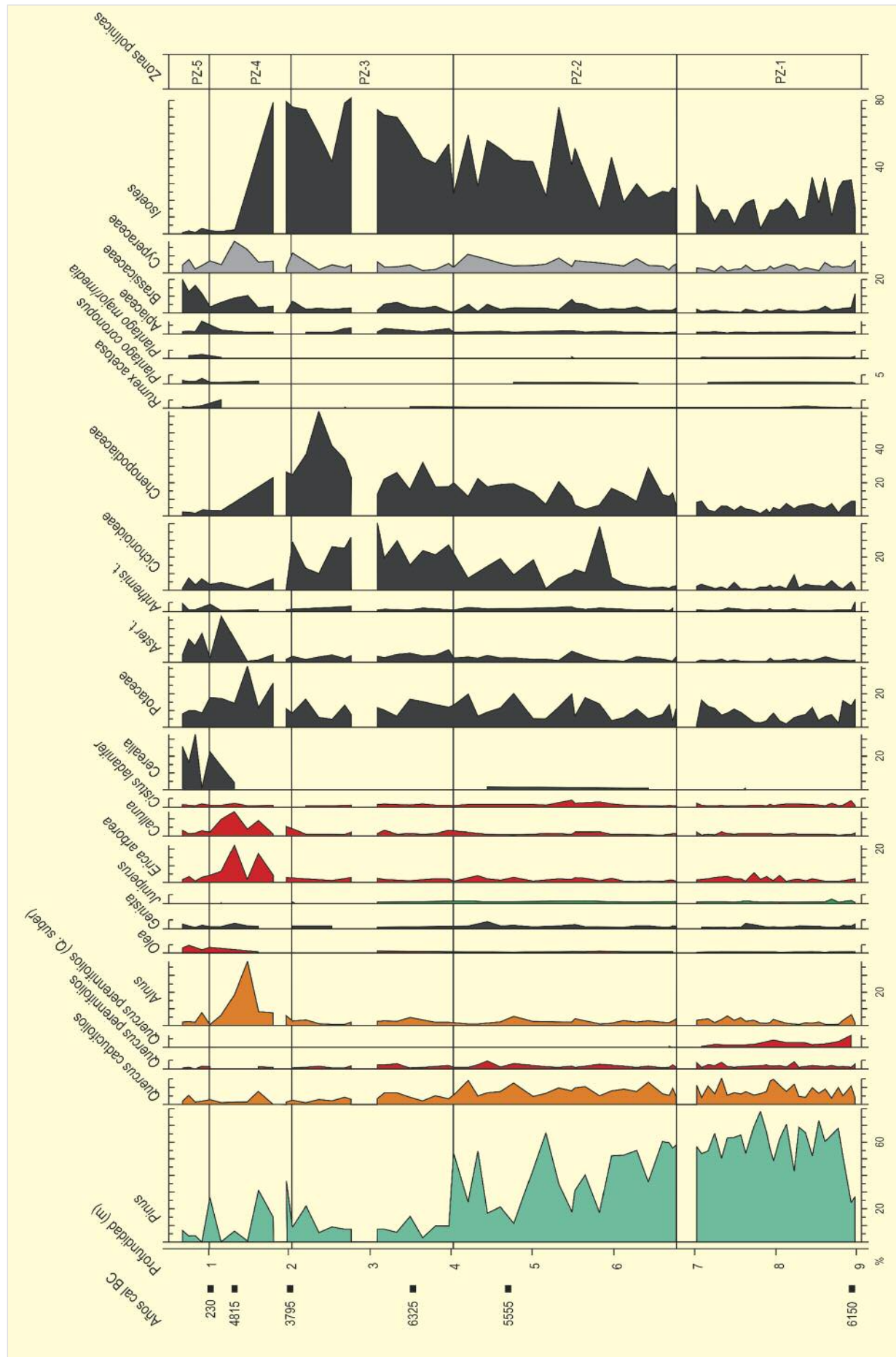


Figura 784. Diagrama polínico de Muge Valley. Redibujado de van der Schriek et al. (2008).

característicos de agua dulce como *Myriophyllum alterniflorum* o *Typha*. Estos últimos taxones sugieren la presencia de aguas abiertas, someras y tranquilas. Pero pronto estas comunidades son sustituidas por juncos y carrizos y sobre todo por alisedas. En esta misma zona se detecta un declive de *Alnus* y considerables aumentos de Cerealia y comunidades arbustivas y ruderales, marcando un intenso impacto antrópico en la vegetación del valle.

Por último, la zona PZ5 muestra como la vegetación del valle se transforma en campos cultivados de cereal (230 años cal. BC). Desaparecen las alisedas, disminuyen significativamente los arbustos y, por primera vez en la secuencia polínica, el polen arbóreo regional está dominado por *Olea*. El territorio queda virtualmente deforestado, favoreciendo el cultivo de olivares y cereales. Partes del fondo de valle continúan albergando lagunas someras y charcas, como atestigua la presencia de *Myriophyllum alterniflorum* y *Typha*.

Este registro polínico indica que el área del bajo Tajo estuvo influenciada desde hace unos 6200 años cal. BC por un clima de carácter seco. Alrededor de esta fecha se establecieron ambientes de estuario en el fondo de valle, coincidiendo con el inicio del asentamiento de culturas mesolíticas en los niveles de terrazas adyacentes.

En un principio, existió un paisaje forestal abierto dominado por pinos en los interfluvios y *Q. faginea*, que posiblemente ocupaba

los valles y barrancos. Este pinar no muy denso es progresivamente sustituido hace aproximadamente 5000 años cal. BC por un paisaje mucho más abierto con *Quercus*, reflejando una tendencia de sequía regional.

De manera simultánea a este cambio hacia un clima más seco y un paisaje más abierto, tiene lugar el abandono de los asentamientos mesolíticos en la zona, que acontece hace 4800 años cal. BC. Sin embargo, se constata que las condiciones de estuario siempre ligadas a las culturas mesolíticas, perduran 1000 años más, hasta 3800 años BC. Este hecho contrasta frontalmente con la asunción de que el abandono de los asentamientos mesolíticos está directamente relacionado con la desaparición de los ambientes de estuario y por consiguiente con la fuente de recursos.

Las perturbaciones de carácter humano sobre la vegetación de la cuenca del valle Muge se detectan por primera vez a partir de la fecha 3800 años cal. BC y con mucha mayor intensidad a partir de 230 años cal. BC. En ese momento es cuando los fondos de valle son deforestados y convertidos casi en su totalidad en campos de cultivo intensivo de cereal y olivo. Existen registros históricos que sugieren que el área del valle Muge fue un importante territorio productor de cereal hasta el siglo XIII.

Más información:

van der Schriek *et al.* (2007, 2008)

ESPOSENDE-OVAR

Braga, Portugal

Pleistoceno-Holoceno (~ 23.680-140 años cal. BP)



Figura 785. Perfil expuesto por la acción erosiva del oleaje en San Pedro de Maceda

El comportamiento geotectónico y movimientos eustáticos del litoral portugués son responsables de un proceso generalizado de retroceso de la línea de costa entre Aveiro y Viana do Castelo. En esta franja litoral, gracias a la acción erosiva del oleaje, afloran numerosas turberas y sedimentos de lagos, marismas o paleosuelos ricos en macrorrestos (Fig. 785). Climáticamente esta área se encuentra en la transición entre las zonas eurosiberiana y mediterránea. Las reducciones de las precipitaciones y la prolongación de la sequía estival a medida que nos desplazamos hacia el sur, son responsables de la sustitución de taxones planocaducifolios típicos de climas templados (*Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Alnus*

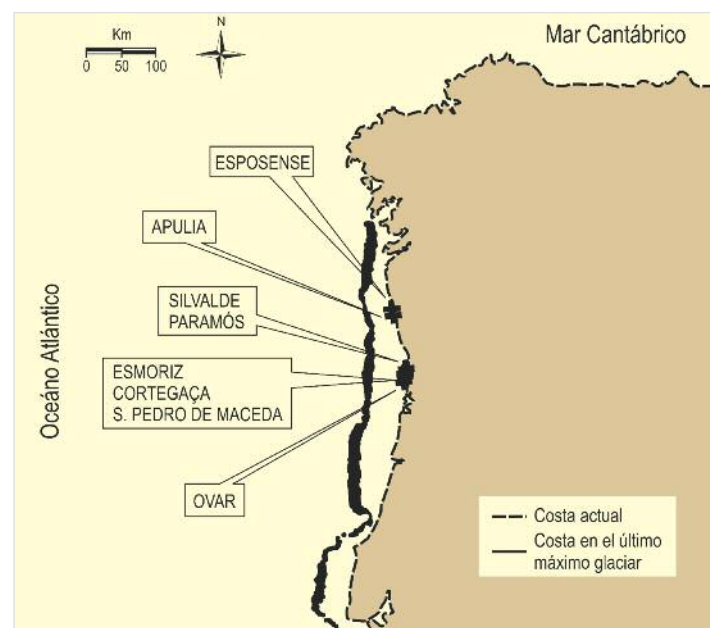


Figura 786. Yacimientos de macrorrestos de la costa portuguesa, entre Viana do Castelo y Aveiro (García-Amorena *et al.* 2007)

glutinosa,...) por taxones más xerófilos (*Q. suber*, *F. angustifolia*, *Populus*,...). *Pinus pinaster* actualmente ocupa gran extensión en las costas septentrionales de Portugal, siendo por tanto común en el entorno de todos los yacimientos paleobotánicos entre Esposende y Ovar.

En estos yacimientos (41° 36' N, 08° 48' O; 40° 54' N, 08° 40' O) (Fig. 786), G. Soares de Carvalho y H.M. Granja, del Dpto. Ciências da Terra de la Universidad do Minho (Braga, Portugal), recolectaron entre 1986 y 2005, muestras de 16 ramas y ramillas y 27 troncos fósiles. Siete de estos troncos fueron hallados en posición de vida (Fig. 787), lo que

Esposende		
Yacimiento	ID	Identificación
ESPOSENDE	ES-85 M	<i>Alnus glutinosa</i>
	ES-85 T	<i>Alnus glutinosa</i> [* +]
	ES-85 P	Turba
	ES-62R	<i>Pinus pinea</i>
	ESP-55-3	<i>Pinus pinaster</i> cf. <i>Pinea</i> [C]
APULIA	ES-77.T1	<i>Fraxinus</i>
	ES-77.T2.A	<i>Alnus</i> [C]
	ES-77.T2.B	<i>Quercus caducifolios</i>
	ES-77.T3	<i>Juniperus</i>
	ES-77.T4.1	<i>Fraxinus</i>
	ES-77.T4.2	<i>Quercus</i> gr. <i>robur-petraea</i>
	ES-77.3	No identificada
ESPINHO	ESP-40.3T	Sedimento
SILVALDE	ESP-4.6M	<i>Castanea</i>
	ESP-4.6T	<i>Castanea</i>
PARAMÓS	ESP-4.7R	<i>Erica</i> gr. <i>cinerea-vagans</i>
	ESP-9.4PP	<i>Alnus</i> [C]
	ESP-9.4PP1	<i>Sambucus</i>
ESMORIZ	ESP-7GM.1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7HM.1	<i>Castanea sativa</i> [+]
	ESP-7HM.2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i> [+]
	ESP-7GM.2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7RE	No identificada
	ESP-7R	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-37.1.M	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7AV.2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i> [+]
	ESP-7JM.2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7.J.M.1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i> [+]
	ESP-7AC	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7AV.1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7AV.3	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7FM	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7A-2M2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7A-2M1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i> [*]
	ESP-7AV.4	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7D	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-7A.5.1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
ESP-7T1	<i>Fraxinus</i> [C]	
CORTEGAÇA	ESP-1.10C	No identificada [C]
	ESP-1.31	<i>Erica</i> gr. <i>cinerea-vagans</i> [C]
	OV-18Tr.3	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	ESP-50C.1	<i>Acacia</i> t. <i>longifolia</i>
SAN PEDRO DE MACEDA	ESP-50C.2	<i>Pinus</i> gr. <i>pinaster-pinea</i>
SAN PEDRO DE MACEDA	ESP-17M	<i>Maloideae</i>
SAN PEDRO DE MACEDA	OV-18Tr.1	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	OV-18Tr.2	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	OV-18Tr.3	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i>
	OV-18	<i>Quercus</i> gr. <i>robur-petraea</i> [C]
OVAR	SPM.06.12.02	<i>Pinus</i> gr. <i>sylvestris-nigra</i> [*]
	OV-PT-06.2003	<i>Populus</i>

Tabla 194. Identificación de los macrorrestos leñosos de los yacimientos de Esposende-Ovar *: resto en posición de vida. +: diámetro superior a 10 cm. C: resto carbonizado. ID: nombre de la muestra. (García-Amorena 2007)

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Yacimiento	Unidad Estratigráfica
ES-85 M	4570 ± 80	5270 ± 300	Esposende	1-Turba
ES-85 T	5590 ± 80	6400 ± 190	Esposende	-
ESP-62R	140 ± 1	140 ± 130	Esposende	2-300 m NE farol
ESP-55-3	280 ± 40	370 ± 90	Esposende	3-Asentamiento (bajo duna)
ES-77.T4	2570 ± 41	2620 ± 130	Apulia	1-Capela Velha
ES-77.3	2830 ± 40	2960 ± 1130	Apulia	-
ESP-4.6T	1700 ± 30	2280 ± 75	Silvade	1-Armadilla romana
ESP-37.1.M	19.910 ± 260	23.680 ± 790	Esmoriz	1-N Cortegaça-1990
ESP-7GM.1	24.500 ± 260	*	Esmoriz	-
ESP-7GM.2	29.000 ± 510	*	Esmoriz	-
ESP-7RE	33.960 ± 800	*	Esmoriz	-
ESP-1.10C	2610 ± 80	2620 ± 250	Cortegaça	1-Sur espigón-2002
ESP-50C.2	150 ± 1	140 ± 130	Cortegaça	2-Sur espigón-1998
OV-18Tr.1	28.900 ± 240	*	San Pedro de Maceda	1-Cama baja mar
ESP-9.4PP	180 ± 25	140 ± 140	Paramós	1-Tijuca
----	----	-----	Ovar	1-Duna

Tabla 195. Dataciones radiométricas (^{14}C) de las muestras señaladas en el campo referencia (Beta Analytic INC.-Miami, U.S.A., y Quadru-Pretoria, Sudáfrica). Años cal. BP: edades reales (95.4% = 2σ). (García-Amorena 2007)



F. GÓMEZ MANZANEQUE

Figura 787. Tronco en posición de vida al descubierto en la playa de San Pedro de Maceda

indica el carácter local de la información paleobotánica obtenida. Este material fue cedido al Grupo de Investigación 'Historia y Dinámica del Paisaje Vegetal' de la Universidad Politécnica de Madrid para su estudio.

Las dataciones radiocarbónicas permitieron la asignación cronológica de todas las unidades estratigráficas (Tabla 195). La asincronía de los yacimientos aquí estudiados (Pleistoceno-Holoceno), se explica por los movimientos tectónicos asociados a la presencia de las numerosas fallas que caracterizan la costa norte de Portugal (Granja 1999).

La identificación de los macrorrestos pleistocenos (Esmoriz y San Pedro de Maceda) muestra, junto con la presencia de taxones planocaducifolios (*Fraxinus* y *Castanea*), taxones microtermos en la costa en el momento más frío del wurmiense. Este hallazgo, junto con otros que encuentran *Pinus nigra-sylvestris* en zonas cercanas a estos yacimientos (Figueiral & Carcaillet 2005, Figueiral & Terral 2002), apoya la idea de que las costas jugaron un papel importante como refugio en los momentos más fríos del Cuaternario (Costa Tenorio *et al.* 1990, Hewitt 1999). Por otro lado, se observa una gran variedad de taxones holocenos, entre los que destaca la presencia de elementos higrófilos (*Populus* y *Alnus*) y planocaducifolios acorde con numerosos yacimientos de la costa atlántica (García-Amorena 2007, García-Amorena *et al.* 2007).

Más información:

García-Amorena (2007), García-Amorena *et al.* (2007)

COUDELARIA DE ALTER DO CHÃO

Portalegre, Portugal
Holoceno



V. TEIXEIRA

Figura 788. Campos de Alentejo en las proximidades a Coudelaria

El enclave habitacional que se conoce como “Habitat prehistórico del Reguengo” se corresponde con una pequeña ocupación localizada en una discreta elevación del terreno que está dominada por afloramientos graníticos (39° 13' 28" N, 07° 40' 36" O; 250 m s.n.m.). Durante las intervenciones arqueológicas que se desarrollaron en la Coudelaria fue posible llevar a cabo análisis de carbones que se recogieron en el habitat prehistórico y en dos monumentos megalíticos. En el “Habitat prehistórico del Reguengo” se realizaron tres sondeos en diferentes zonas. Dos de ellos fueron sometidos a un muestreo de recuperación de sedimentos. En los niveles de la base se documentó un estrato inalterado con restos líticos y cerámicos que, de forma preliminar, se adscribe a un horizonte neolítico de ocupación. El dolmen o

“Anta da Horta” que está localizado a escasos 200 m al sur del hábitat neolítico, fue excavado en su totalidad. Por último, también se desarrollaron trabajos en el dolmen o “Anta da Soalheira” que está situado unos 500 m al este del anterior y permitieron recuperar muestras de sedimentos para su posterior estudio cronoestratigráfico.

Los resultados antracológicos de Coudelaria de Alter do Chão (Fig. 789) destacan por el escaso número de restos obtenidos, sumando un total de 478 fragmentos de carbón identificándose: *Arbutus unedo*, *Cistus*, *Daphne gnidium*, *Fraxinus angustifolia-excelsior*, *Leguminosae*, *Olea europaea*, *Plantago*, *Quercus ilex-coccifera*, *Quercus t. caducifolia*, *Quercus suber*, *Rosaceae t. maloidea* y *Rosaceae t. prunoidea*.

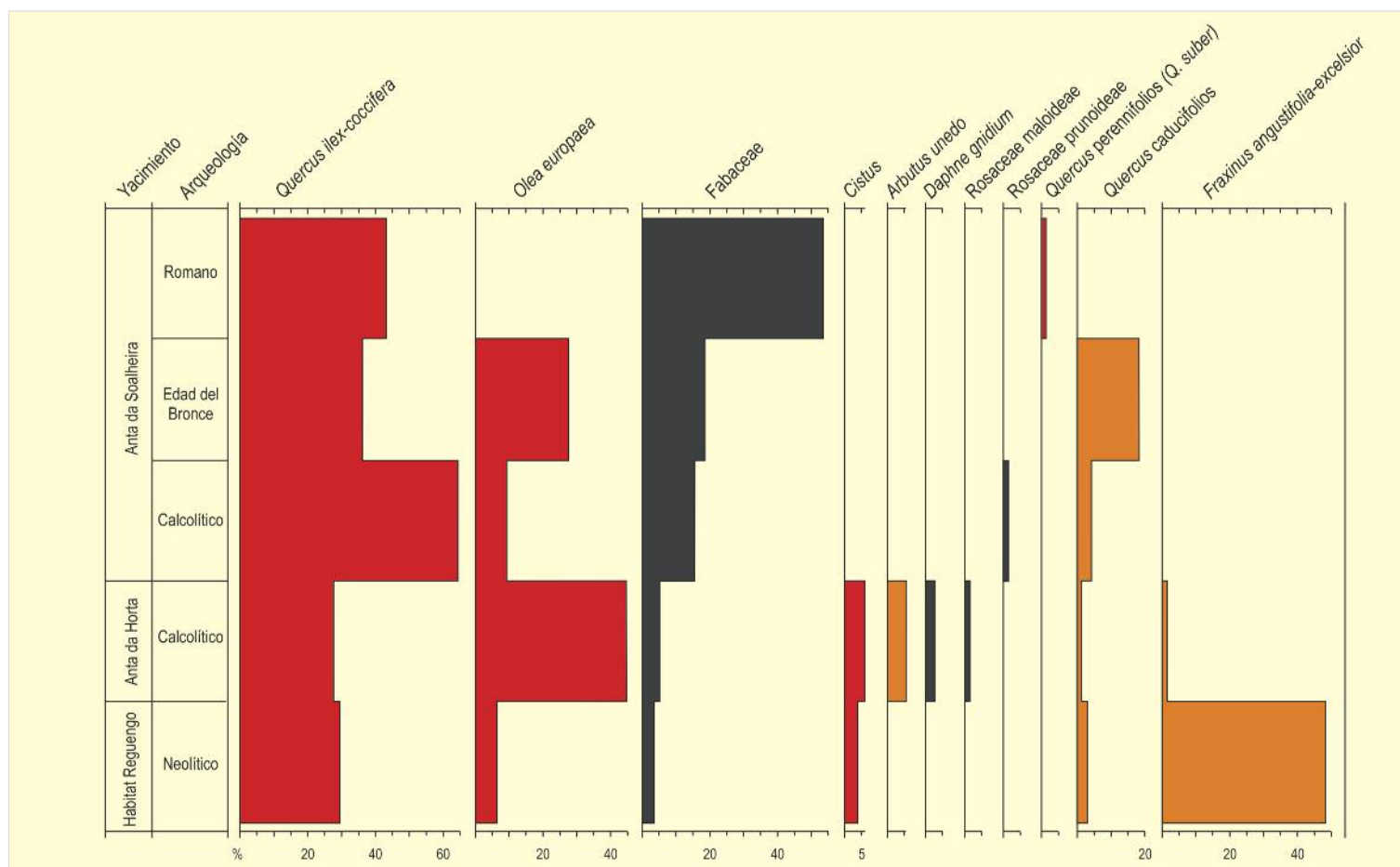


Figura 789. Diagrama antracológico de la Coudelaria de Alter do Chão. Redibujado de Duque Espino (2005)

El número de fragmentos obtenido y analizado por yacimiento es a todas luces insuficiente para poder realizar una estimación cuantitativa de la evolución del paisaje vegetal de los entornos de la Coudelaria. No obstante, la agrupación de las muestras por fases cronoculturales puede aportar alguna clave para la caracterización cualitativa de la evolución del medio vegetal de la zona (Fig. 789).

En el estudio del diagrama destaca el predominio de *Fraxinus angustifolia-excelsior*, especies indicadoras de ambientes templado-húmedos. En segundo lugar y con valores inferiores está *Quercus ilex-coccifera*. Ambos, además de la discreta representación de los *Quercus caducifolios*, parece que constituyeron los elementos vegetales que definieron el paisaje vegetal de la Coudelaria en periodos anteriores al III milenio BC. En este tiempo se debió desarrollar un estrato arbóreo de frondosas caducifolias y perennifolias propia de una fase atlántica del Holoceno.

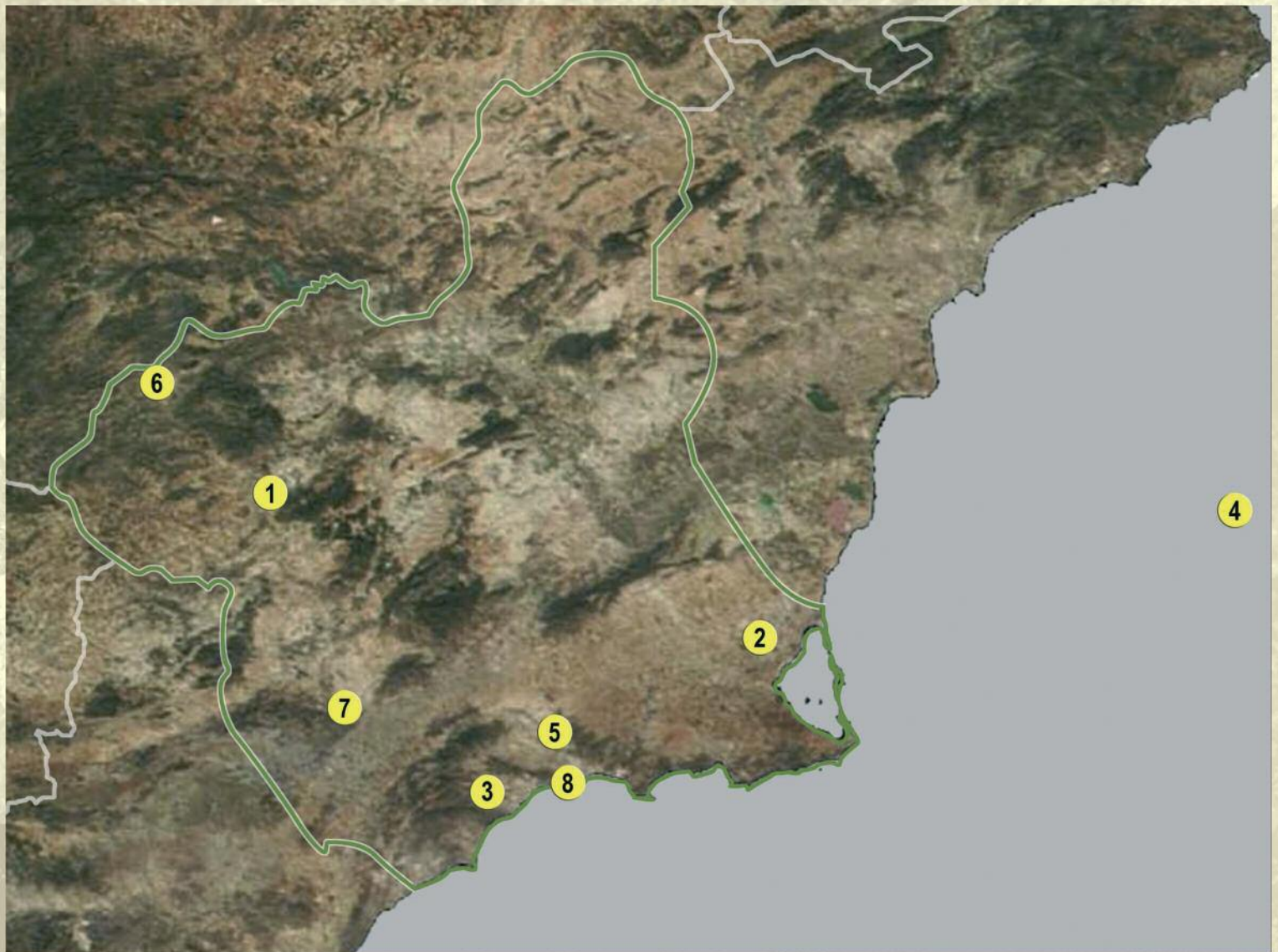
Hay que destacar que la ocupación prehistórica de la Coudelaria muestra pocos síntomas de incidencia humana sobre el medio vegetal, tal y como parece evidenciarse a partir de los escasos valores que presentan los arbustos y matorrales sustitutos de las formaciones vegetales como leguminosas, cistáceas y *Olea europaea*. Si se compara con espectros más recientes, los citados

taxones muestran escasa importancia. Este panorama parece sufrir una variación importante a partir de las muestras antracológicas del III milenio BC, donde la práctica desaparición de los fresnos y el aumento de *Olea europaea* y *Quercus perennifolios* podrían estar indicando el predominio del bosque esclerófilo-perennifolio mediterráneo en su variante termófila. Se produce un impacto ambiental en el que factores climáticos y antrópicos se solapan. Dicha intervención antrópica se deja notar a partir del III milenio BC en la proliferación y aumento de los taxones propios del matorral, cuya pauta en el caso concreto de la Coudelaria parece marcar la curva ascendente de *Leguminosae*. Junto a ésta, jaras, madroños, torviscos, rosáceas y hierbas ruderales como *Plantago* son el mejor testimonio de la intervención del hombre sobre su entorno inmediato en momentos en los que parecen estar plenamente adoptados los sistemas productivos agropecuarios. Tales impactos de los sistemas agropecuarios sobre el paisaje parecen incrementarse a medida que nos desplazamos en el tiempo hasta la romanización, cuando la curva de *Leguminosae* alcanza su punto culminante superando en sus frecuencias relativas a *Quercus perennifolios*.

Más información:

Duque Espino (2005)

REGIÓN DE MURCIA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE LA REGIÓN DE MURCIA

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Cueva Negra
2. Sima de las Palomas
3. Cueva Perneras
4. SU81-03
5. Cueva del Algarrobo
6. El Sabinar
7. Carril de Caldereros
8. Punta de los Gavilanes

CUEVA NEGRA

Estrecho del río Quípar, Caravaca de la Cruz, Murcia
Pleistoceno inferior/medio



Figura 790. Excavaciones en la Cueva Negra del Estrecho del río Quípar

La Cueva Negra del Estrecho del río Quípar (La Encarnación, Caravaca, Murcia) es un abrigo rocoso de 12 x 12 m y 4-5 m de altura, que contiene artefactos achelenses y musterienses, restos óseos asimilables a un tipo preandertal próximo a *Homo heidelbergensis* y abundantes restos faunísticos en los que la microfauna tiene afinidad cromeriense. En el caso de *Allophaiomys chalinei*, *Mimomys savini*, *Arvicola* cf. *deucalion* y *Pliomys episcopalis*, cabe resaltar que a mediados del Pleistoceno medio se habían extinguido del continente europeo (Walker *et al.* 2006). El abrigo se sitúa a 750 m s.n.m. en un escarpe del río Quípar a 38° 02' 05" N y 01° 53' 10" O.

A través de análisis polínico, se estudió una muestra de superficie, la cual difiere palpablemente en su composición de las muestras pleistocénicas. El predominio en superficie es de *Pinus*, *Pinus pinaster*, *Helianthemum*, Genisteeae y *Plantago*, mientras las muestras fósiles exhiben la dominancia de *Quercus*, Poaceae, *Artemisia* y Asteraceae.

Los espectros polínicos del Pleistoceno son relativamente homogéneos y aparecen codominados por dos grupos de *Quercus* (15-35%), probablemente *Quercus faginea* y *Quercus ilex/rotundifolia* o *Q. coccifera*. *Pinus*, *Juniperus* y *Olea* aparecen con frecuencias en torno al

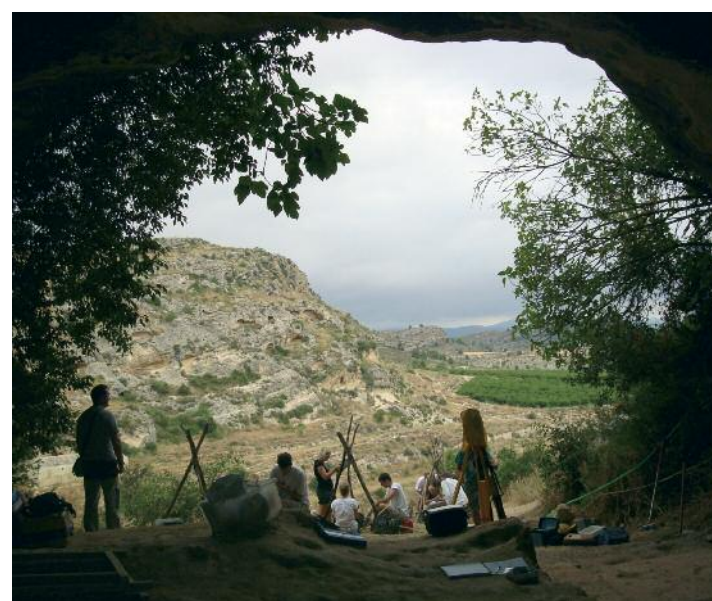


Figura 791. Perspectiva desde el interior hacia la entrada de la Cueva Negra

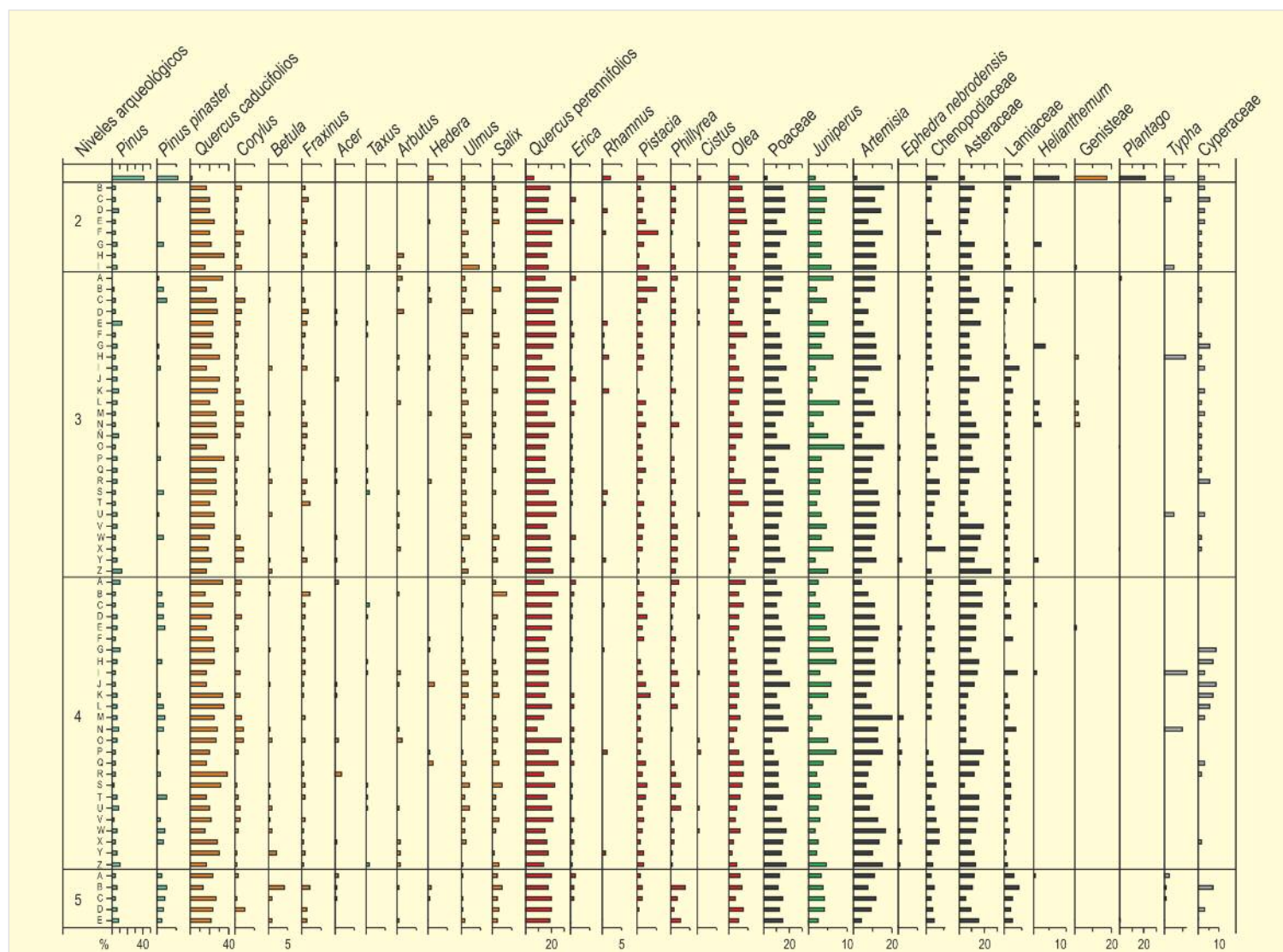


Figura 792. Diagrama de la secuencia polínica de Cueva Negra. Redibujado de Carrión *et al.* (2003b)

2-3%, mientras se constata la presencia continua de *Corylus*, *Betula*, *Pinus pinaster*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Salix*, *Pistacia* y *Phillyrea*. Esporádicamente, aparecen *Acer*, *Taxus*, *Arbutus*, *Hedera* y *Cistus*.

El componente herbáceo es abundante (*Artemisia*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae*). El paisaje inferido resulta en la coexistencia de vegetación esteparia y biotopos forestales, éstos probablemente de carácter local y asociados a la presencia del río.

Inicialmente (Carrión *et al.* 2003b), estos espectros polínicos fueron interpretados en el contexto de los refugios glaciales del Pleistoceno superior basándose en la atribución cronológica de Walker *et al.* (1998, 2004). Estudios paleontológicos posteriores

sugieren una cronología cromeriense (hace medio millón de años, aproximadamente) y, por tanto, los datos resultan más concordantes con los de una vegetación típicamente interglacial o interstadial (Walker *et al.* 2006). Una datación todavía más reciente sugiere que la ocupación humana del sitio se remontaría a 900.000 años antes del presente (Scott & Gibert 2009). En este contexto, los datos palinológicos deben ser tomados con la cautela necesaria en cuanto a su atribución cronoestratigráfica.

Más información

Walker *et al.* (1998, 2004, 2006), Carrión *et al.* (2003b, 2005), Yll & Carrión (2003), Scott & Gibert (2009)

SIMA DE LAS PALOMAS

Campo de Cartagena, Torre-Pacheco, Murcia
Pleistoceno medio y superior



Figura 793. Situación de la Sima de las Palomas (flecha) en el Cabezo Gordo, Torre Pacheco



Figura 794. Vistas del campo de Cartagena desde la entrada a la Sima



Figura 795. Interior de la Sima de las Palomas

La Sima de las Palomas se encuentra a 120 m s.n.m. en la cara sur del Cabezo Gordo, un agreste macizo aislado de calizas y dolomías triásicas pertenecientes al complejo Nevado-Filábride, con orientación E-O. El Cabezo Gordo se levanta hasta una altura de 312 metros en la llanura del campo de Cartagena, en el término municipal de Torre Pacheco (37° 47' 54" N, 00° 53' 53" O). Se trata de una sima natural con dos entradas y una tercera artificial hecha por mineros en el siglo pasado. Contiene una brecha fosilífera de 18 metros de profundidad, con una parte superior que ha sido datada por ^{14}C en unos 40.000-60.000 años y la parte inferior en 125.000 por análisis de torio-uranio (U/Th) (Walker *et al.* 1999, 2008). La composición de la brecha es la de un sedimento cementado (lutitas, arcillas y arenas) con bloques angulosos caídos por la abertura. Durante las sucesivas campañas de excavación se han encontrado multitud de restos humanos, pudiéndose distinguir entre restos propiamente neandertales y restos de preneandertales (cf. *H. heidelbergensis*). Además de utensilios líticos del Paleolítico medio (Musteriense) asociados a los restos de Neandertal, aparecen restos faunísticos propios del Pleistoceno superior inicial (Walker *et al.* 1999).

El muestreo palinológico (Fig. 796) fue realizado sobre un corte estratigráfico excavado cerca de la abertura de la cavidad. A efectos de comparación con la lluvia polínica actual en el interior de la cueva, se analizó también una muestra de sedimento resultante de la mezcla de cinco submuestras tomadas de diferentes puntos de la superficie. Los espectros polínicos superficiales reflejan la vegetación actual y son diferentes de los pleistocenos. El sedimento superficial contiene sobre todo polen de *Plantago*, genisteas, *Thymelaea*, *Olea*, *Pinus*, gramíneas, quenopodiáceas, labiadas y *Helianthemum*. Por el contrario, casi no hay polen de *Quercus* (ausente hoy en el área litoral), siendo éste muy abundante en las muestras pleistocenas. Otros pólenes minoritarios en los espectros fósiles como *Corylus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Arbutus*, *Ulmus*, *Salix*, *Erica* y *Ephedra distachya-nebrodensis*, están también ausentes del espectro superficial. En general, los taxones mediterráneos se mantienen estables, mientras que los mesófitos y los xerófitos invierten su importancia respecto a los niveles fósiles.

Los espectros fósiles están caracterizados, en primer lugar, por dos grupos de *Quercus*. El grupo caducifolio podría correspon-

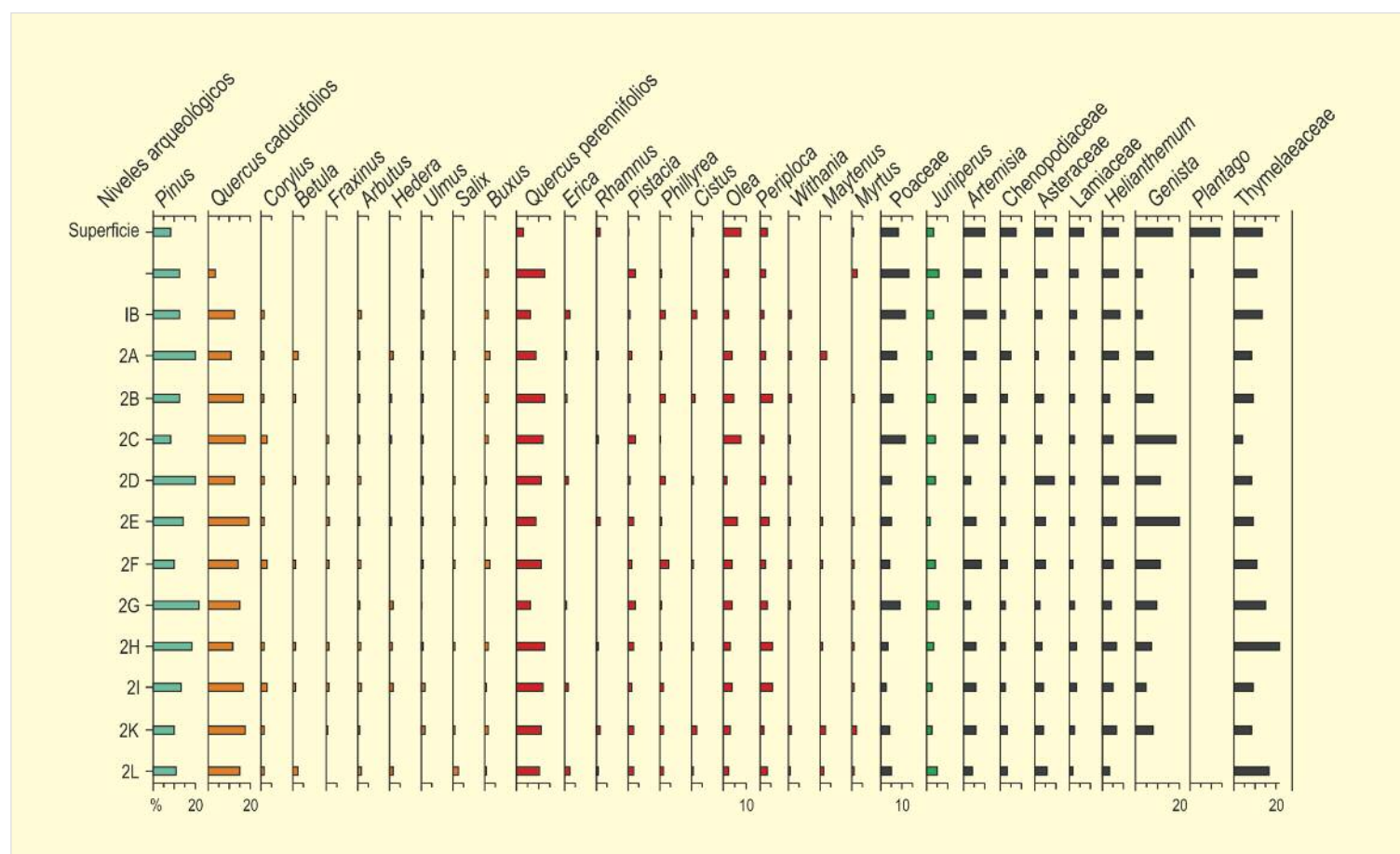


Figura 796. Diagrama polínico sintético de la Sima de las Palomas del Cabezo Gordo. Redibujado de Carrión *et al.* (2003b)

der a una o varias de las especies de robles del sur peninsular (por ej. *Q. faginea*, *Q. canariensis* y *Q. pyrenaica*). El tipo perennifolio podría conectarse con la encina (*Quercus ilex* y *Q. rotundifolia*) o la coscoja (*Q. coccifera*). La presencia del pino es también notoria. No tenemos datos antracológicos para dilucidar qué especie/s de pino estuvieron implicadas, aunque hay varias que resultan plausibles (*P. nigra*, *P. halepensis* y *P. pinea*).

Por la climatología actual de la costa meridional murciana, con enclaves que no sobrepasan los 200 mm de precipitación media anual, y altos valores de evapotranspiración, resulta llamativa la abundancia de robles y, especialmente, la presencia de especies que demandan condiciones templado-húmedas, como el avellano (*Corylus avellana*), el fresno (*Fraxinus*), el madroño (*Arbutus unedo*), el boj (*Buxus*) o el abedul (*Betula cf. celtiberica*). No es sencillo averiguar el área exacta de procedencia de estos pólenes, pero no hay duda de que los robles crecieron en las proximidades, pues sus porcentajes polínicos oscilan entre el 15-20% y, en contexto de cueva, éstos no pueden deberse a larga distancia (Prieto & Carrión 1999, Navarro *et al.* 2001, 2002).

Cabe concebir un paisaje local configurado por un mosaico mucho más diverso de formaciones vegetales que el que se observa en la actualidad. Éste incluiría pinares, bosques mixtos dominados por robles y encinas, con otros árboles caducifolios, sotobosques de

Juniperus oxycedrus, *Olea europaea*, *Phillyrea*, *Chamaerops humilis*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Erica arborea*, *Maytenus europaeus*, *Smilax aspera* y *Pistacia*; formaciones heliófilas con *Periploca angustifolia*, *Osyris quadripartita*, *Asphodelus*, labiadas, compuestas, cistáceas, *Thymelaea hirsuta*, *Calicotome intermedia* y otras genisteas, y finalmente marjales con quenopodiáceas, *Lycium* y *Whitania frutescens*.

Es probable que muchos árboles se comportaran como frea-tófitos, creciendo sobre bordes de río, ramblas y arroyos. Por tratarse de un período glacial, la diversidad y abundancia de termófitos se puede considerar relevante. Hay que observar que algunas especies como *Periploca angustifolia* apenas soportan las heladas (Sánchez-Gómez & Guerra 2003). Es obvio que el clima local no fue mucho más frío que en la actualidad durante el período de estudio. Por otro lado, *Periploca*, al igual que ocurre con *Withania*, *Pistacia*, *Phillyrea*, *Maytenus*, *Chamaerops*, *Calicotome* y *Osyris*, está claramente infra-representados en la lluvia polínica superficial (Carrión 2002b) y es previsible que su abundancia en la vegetación del entorno fuera mayor de lo que reflejan los espectros polínicos.

Más información

Yll & Carrión (2003), Carrión *et al.* (2003b, 2005), Carrión (2004), Walker *et al.* (2004, 2008)

CUEVA PERNERAS

Lorca, Murcia
Pleistoceno superior



Figura 797. Campaña de excavación de 1983 en Cueva Perneras, Lorca

Cueva Perneras es un abrigo orientado al SSO y situado en el término municipal de Lorca (Murcia), muy cerca de la divisoria con el de Mazarrón. Sus coordenadas geográficas son 37° 32' 13" N y 01° 26' 34" O y se localiza a unos 105 m s.n.m. y a unos 3,5 km de la costa mediterránea (Fig. 797). El clima es típicamente mediterráneo, con inviernos suaves, heladas prácticamente inexistentes y máximos pluviométricos en otoño y primavera. Se sitúa en una zona muy árida: las precipitaciones anuales registradas en Cabo Tiñoso son de 151 mm, en Puerto de Mazarrón de 213 mm y en Águilas de 171 mm. Utilizando como referencia las mismas estaciones meteorológicas, la temperatura media anual es de 18,7 °C, 17,8 °C y 19,1°C respectivamente. Bioclimáticamente estaríamos en presencia de un termomediterráneo semiárido. La vegetación actual incluye la presencia de numerosos endemismos iberonorteafricanos como *Tetraclinis articulata*, *Periploca angustifolia*, *Maytenus europaeus*, *Calicotome intermedia*, *Ziziphus lotus*, *Withania frutescens*, etc. A ello habría que sumar abundantes elementos propios de la provincia Murciano-Almeriense como *Salsola genistoides*, *Thymus hyemalis*, *Anabasis hispanica*, *Clematis cirrhosa*, etc.

De acuerdo con las excavaciones y estudios realizados en la cueva (Montes 1985, 1989; Martínez-Andreu 1989) la secuencia arqueológica incluye inicialmente una abundante industria musteriense basal cuya evolución interna parece difícil de precisar. Posteriormente se registra un Auriñaciense final coronado por

un Paleolítico superior de adscripción incierta, supuestamente Magdaleniense (Montes 1989). Por otro lado, parece constatar una importante remoción antrópica en algunos tramos sedimentarios del Paleolítico superior.

La zonación palinológica de la secuencia de Perneras es consecuencia fundamentalmente de las diferencias porcentuales que se establecen en *Pinus*, *Quercus*, *Artemisia*, *Helianthemum* y *Brassicaceae* (Fig. 798). Esta separación coincide con el límite entre las industrias musteriense y del Paleolítico superior y ello es importante porque marca una posible distinción en la tafonomía de los espectros polínicos, supuestamente afectados en el segundo caso por procesos locales de percolación, degradación diferencial y contaminación. Por lo general, la preservación fue mejor y más uniforme en los sedimentos musterienses. Las muestras de los niveles del Paleolítico superior contuvieron polen tanto bien como mal preservado, aunque con alguna diferencia de susceptibilidad a la tinción. Quizás los niveles del Paleolítico superior fueron afectados por una mayor aireación, mientras que el encostramiento presente en los niveles musterienses supuso una trampa donde el polen pudo permanecer estable e intacto. La abundancia de *Glomus*, podría ser debida a la actividad radical, tanto *in situ* como procedente de sedimentos alóctonos. Alternativamente, las esporas de *Glomus* podrían haber sido introducidas en los excrementos de algunos herbívoros o de la edafofauna fitófaga. En

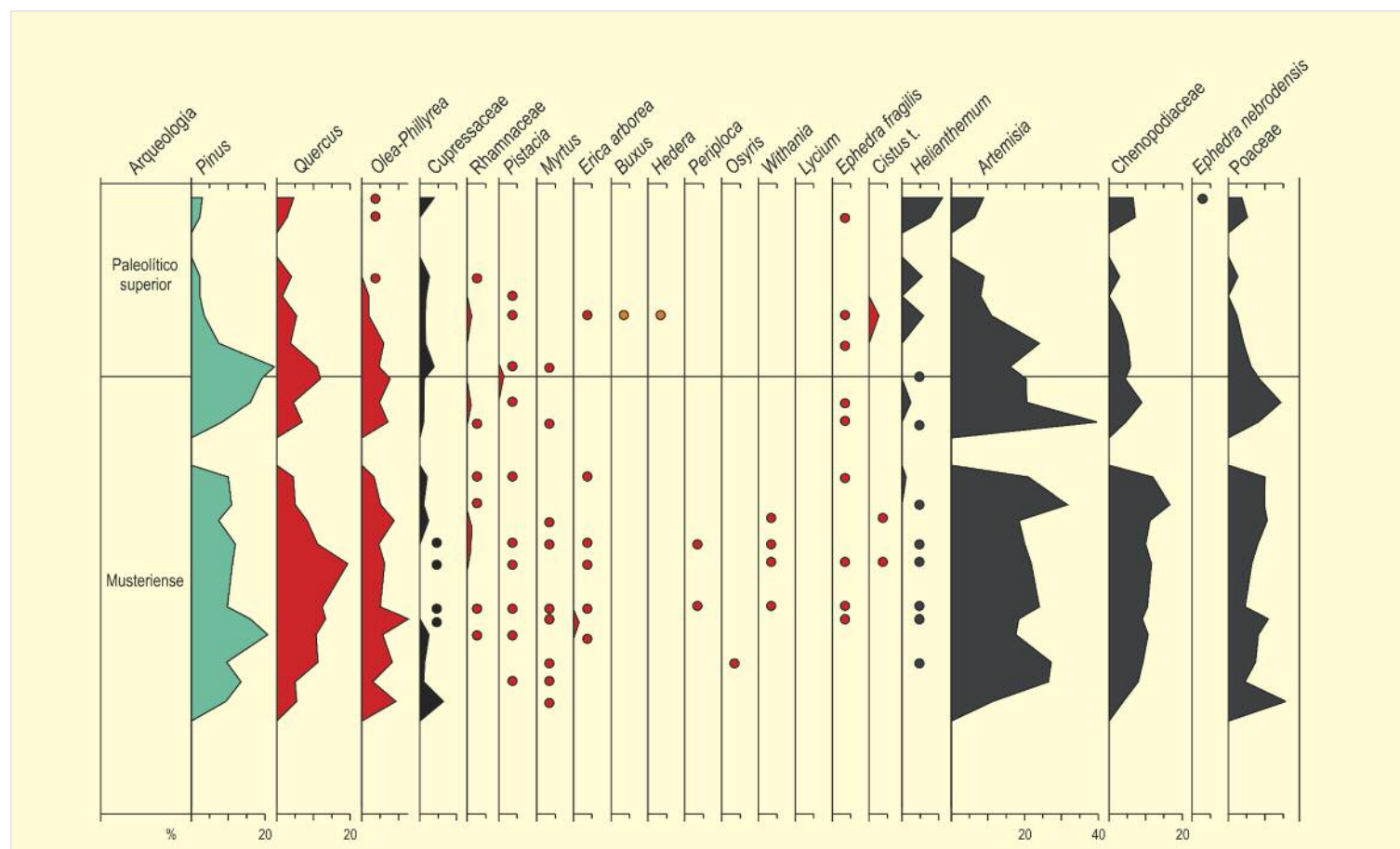


Figura 798. Diagrama polínico sintético de Cueva Perneras. Redibujado de Carrión *et al.* (1995)



Figura 799. Toma de muestras por la palinóloga Michèle Dupré en Cueva Perneras, año 1983

Cueva Perneras, *Glomus* coincide con las mayores frecuencias de Asteraceae y Brassicaceae, así como con bajos porcentajes de *Pinus* y Chenopodiaceae.

En el paisaje pleistoceno de Perneras hay una escasez general de elementos arbóreos, un componente xeroesclerófilo y mediterráneo importante y muchos taxones termófilos. Las únicas diferencias con el paisaje actual vendrían dadas por una mayor abundancia paleolítica de *Quercus* y por la aparición de árboles que no crecen hoy día en la zona. La constancia y proporción relativa de *Quercus* no puede ser explicada por un aporte lejano y hay que asumir que crecía en el área durante el período estudiado. Hay que resaltar también la presencia de numerosos taxones mediterráneos como *Olea*, *Phillyrea*, *Cupressaceae*, *Rhamnaceae*, *Pistacia*, *Periploca*, *Osyris*, *Myrtus*, *Ephedra fragilis*, *Helianthemum*, *Cistus*, *Lamiaceae*, *Thymelaeaceae*, *Withania*, etc. Sus frecuencias son a veces muy bajas, pero ello es coherente con una producción escasa y con la propia biología de su polinización. Como en la mayor parte de las zonas áridas, predomina la polinización zoógama. Los espectros polínicos de Cueva Perneras, en cualquier caso, atestiguan el papel de la zona suroriental como refugio de poblaciones de angiospermas leñosas xerotermófilas durante la última fase glacial.

Más información

Carrión & Dupré (1994), Carrión *et al.* (1995)

SU81-03

Costa murciano-alicantina

Pleistoceno superior-Holoceno (20.430-8850 años cal. BP)

El sondeo marino SU81-03 se localiza frente a las costas murciano-alicantina y argelina, a una profundidad de 1875 metros (37° 58' N, 00° 05' E). Su cronología ha sido establecida por M. Paterne y J. C. Duplessy en base a la estratigrafía isotópica del taxón *G. bulloides*. La última transición Glacial-Interglacial así como el inicio del Holoceno, entre 17 a 6 mil años antes del presente, están representados en este sondeo marino, para el cual aportamos datos palinológicos.

En la parte inferior de la secuencia polínica (Fig. 800) se observa un dominio de elementos que caracterizan los espacios abiertos, poco forestados del Último Máximo Glacial y del Tardiglacial. Abundan *Artemisia*, *Poaceae* y *Ephedra*, observándose un aumento del encinar mediterráneo a partir de los 12.000 años BP. Hacia 9000 años BP estos valores forestales alcanzan un máximo, que corresponde a una disminución significativa del grupo de especies propias de los espacios abiertos.

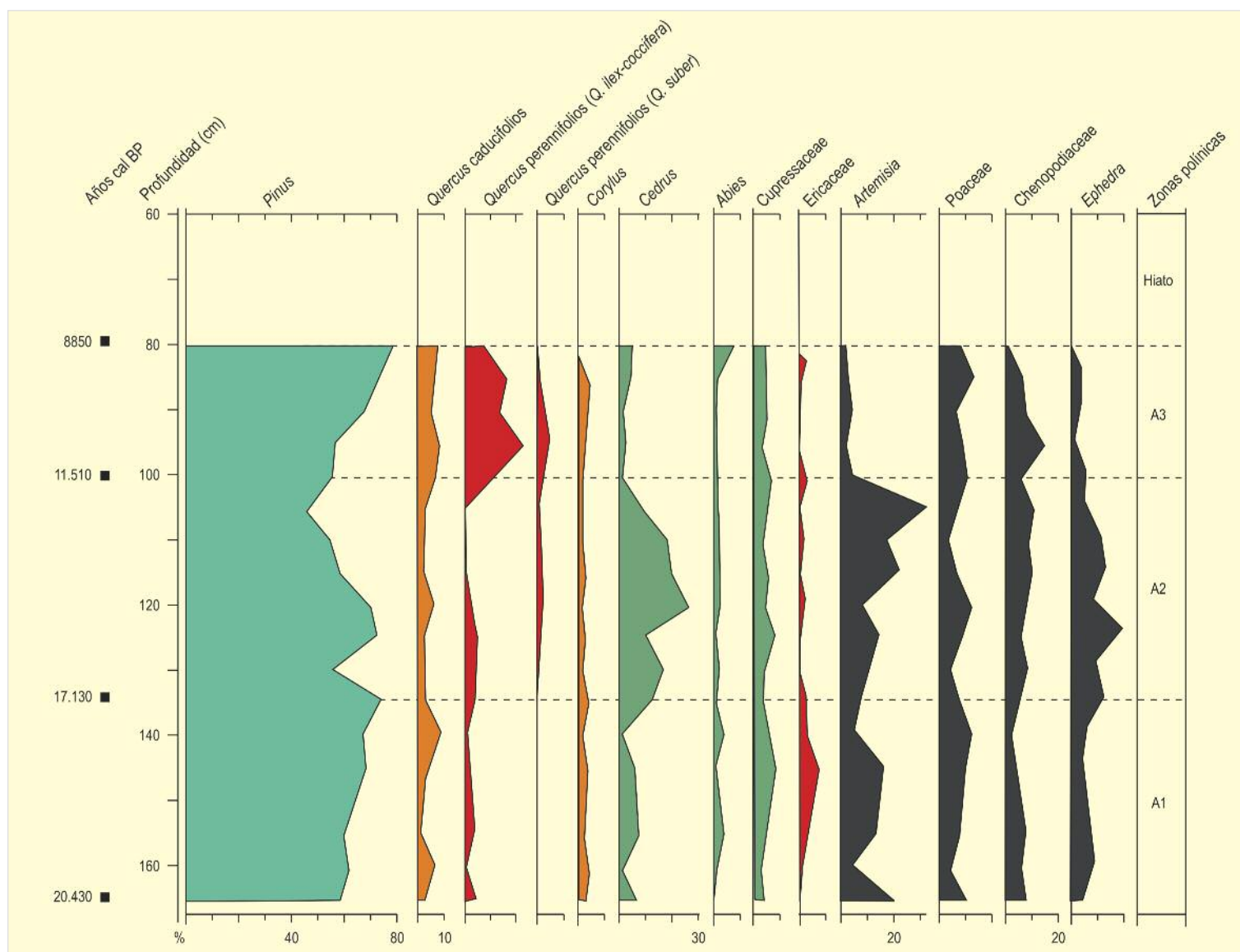


Figura 800. Diagrama polínico del sondeo marino SU81-03. Redibujado de Parra (1994)



Figura 801. Situación geográfica del sondeo SU81-03 en la costa mediterránea peninsular

Sin embargo, entre 11.000 y 10.000 años BP ocurre un fenómeno, probablemente climático, que detiene esta dinámica de recuperación arbórea: puntualmente vuelven a aumentar las especies de espacios abiertos, mientras disminuyen, también puntualmente los espacios arbolados situados frente al sondeo SU81-03, tanto en Europa como en África del norte. Este fenómeno, la disminución de los porcentajes arbóreos frente a las especies estépicas, se registra en otros dos momentos: a 15.000 años BP y también a 8000 años BP (Parra 1994).

Parece muy probable que parte de la vegetación representada en el sondeo SU81-03 también registre fenómenos de dinámica vegetal de la orilla argelina, pues a lo largo de esta secuencia polínica encontramos una representación significativa, que disminuye a medida que se termina el periodo Tardiglacial, de *Cedrus*, y también, en dos momentos durante el Dryas reciente (11.000-10.000

años BP), de varios granos del taxón típicamente tropical-saheliano Combretaceae, cuya presencia está situada latitudinalmente por debajo del desierto del Sahara, en el límite superior del bosque tropical y de la sabana africana, hacia la latitud 13-14° N. Esta presencia sólo puede explicarse a través de un sistema de vientos meridionales que arrastre a través del aire ese palinomorfo africano; un fenómeno similar es observado a lo largo de la orilla norte del mediterráneo en otros sitios, sobre todo continentales (Magri & Parra 2002).

La presencia de combretáceas en este sondeo marino coincide con un aumento de cedros y *Artemisia*, que son los elementos característicos del Dryas reciente en el sondeo SU81-03. Entre 9000 y 8000 años BP, los cedros y *Artemisia* vuelven a aumentar ligeramente, coincidiendo con una disminución de *Quercus* perennifolios. Ese es el último momento en el que se registra un aporte africano, principalmente de cedros, al sector de sedimentación de este sondeo marino.

El estudio de los diagramas polínicos de cedros de la orilla argelina (Salamani 1993), que corresponden a sistemas montañosos próximos al litoral, muestra una coincidencia cronoestratigráfica con el registro del sondeo SU81-03 y señalan el carácter casi lacustre del Mar Mediterráneo occidental a la hora de integrar, al menos durante ciertos intervalos de tiempo, la imagen polínica, quizás parcial, de ambas orillas.

Esta secuencia sedimentaria marina, fértil en polen, acaba bruscamente hacia 6000 años BP. Un cambio en las condiciones de ventilación de la sedimentación marina reciente puede explicar el deterioro y destrucción que de forma continua se observa en la parte superior del Holoceno de esta secuencia.

Más información

Parra (1994), Carrión *et al.* (2000), Magri & Parra (2002)

CUEVA DEL ALGARROBO

Mazarrón, Murcia

Pleistoceno superior final (~14.000-10.500 años BP)



Figura 802. Vista del paisaje exterior desde la entrada de la Cueva del Algarrobo



Figura 803. Entorno de la Cueva del Algarrobo

La Cueva del Algarrobo es un pequeño abrigo rocoso de unos 3 m de anchura y unos 5 m de profundidad, situado a unos 9 km de la costa, en el paraje denominado Hoya de los Izquierdos, a unos 7 km al norte de la localidad de Mazarrón (Murcia) con unas coordenadas geográficas de 37° 38' 23" N, 01° 18' 01" O, una altitud de 200 m s.n.m. y orientación NE. Las estaciones más próximas recogen desde 303 mm (Fuente Álamo), hasta 213 mm (Puerto de Mazarrón) y 151 mm (Cabo Tiñoso) de precipitación anual. Las temperaturas medias oscilan entre 18,7 °C (Cabo Tiñoso) y 17,3 °C (Cartagena). La vegetación local viene marcada por las asociaciones *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis*.

Martínez-Andreu (1989) diferenció 4 niveles arqueológicos sobre un corte de unos 100 cm de profundidad, el único disponible para realizar los análisis polínicos (Fig. 804). El nivel 1 es un revuelto superficial con bioturbaciones y raicillas, presentando cerámicas y algunos raspadores. Los niveles 2 y 3 se encuadran en el Mag-daleniense superior mientras que el nivel 4 proveería un Magdalenense indiferenciado.

El diagrama polínico se muestra muy uniforme y apenas habría que resaltar el incremento de *Pinus* de la parte superior acompañado por un aumento de la diversidad polínica, probablemente como consecuencia de una influencia reciente o actual. Los pólenes más abundantes son los de Asteraceae, Chenopodiaceae y *Artemisia*, siendo muy bajas las proporciones de los elementos arbóreos, incluyendo *Pinus*.

La vegetación local no parece haber sufrido una variación importante respecto a la que se registra en el Tardiglacial. Es plausible que las condiciones litológicas locales hayan sido las de una aridez general con algunos focos donde ciertas especies podrían desarrollarse como freatófitos. Esto puede ser incluso válido para *Quercus rotundifolia* y *Q. faginea*, como se deduce de su comportamiento actual en algunas ramblas y barrancos húmedos de la zona.

El registro de taxones mediterráneos y termófilos (*Quercus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Lycium*, *Pistacia*, etc.) es escaso pero continuo, lo cual sugiere su presencia en la zona, y no necesariamente de

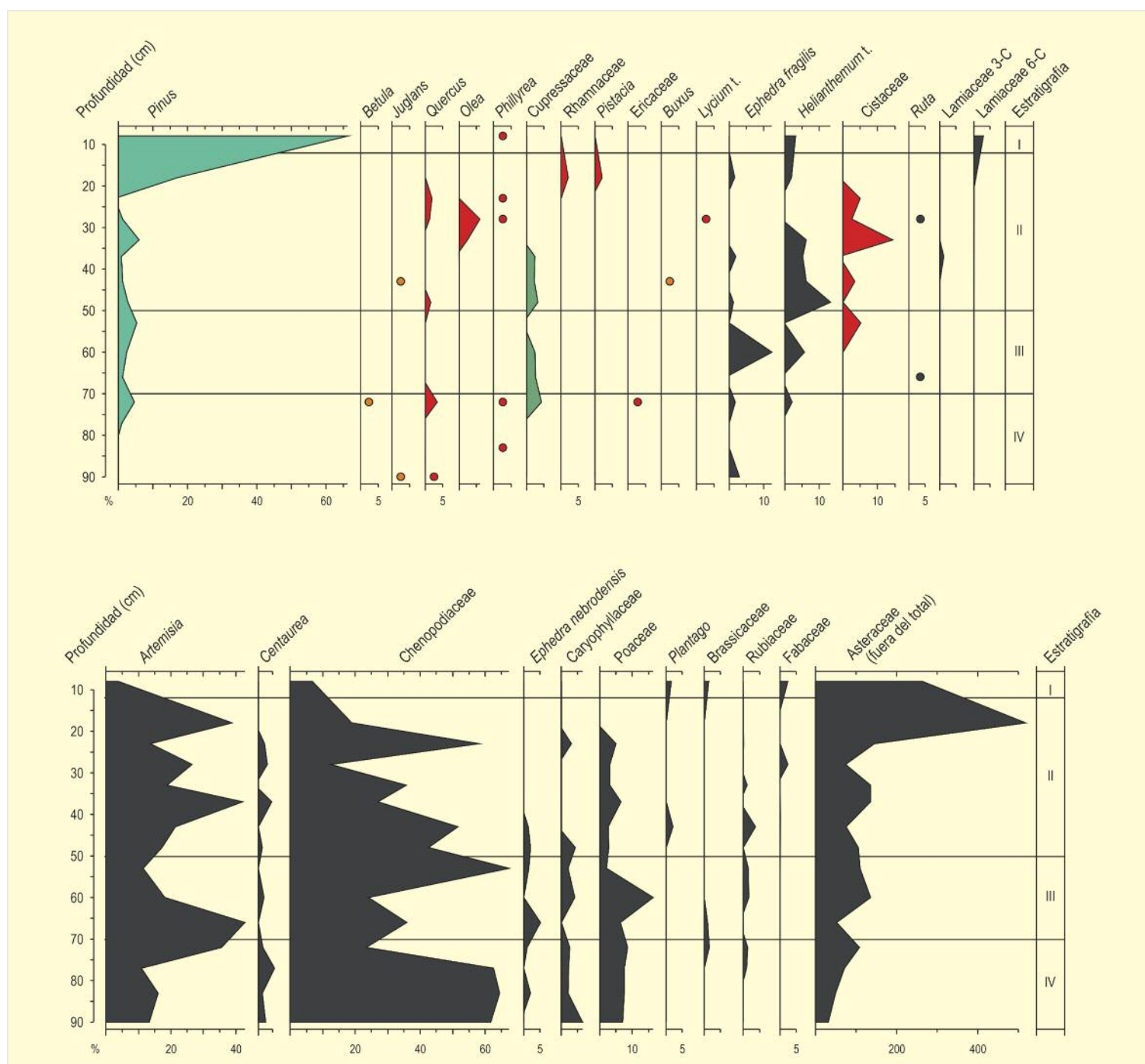


Figura 804. Diagrama polínico de la Cueva del Algarrobo. Redibujado de Munuera & Carrión (1991)

forma marginal, puesto que algunos de ellos presentan una capacidad dispersante bastante baja. En el mismo contexto, no deja de ser interesante la presencia de *Juglans regia* en el Tardiglacial del sureste peninsular, aún cuando los hallazgos se produzcan en frecuencias muy bajas.

Como no se dispone de una atribución cronológica precisa para las industrias del Paleolítico superior final de la mitad meridional de la Península Ibérica ni tampoco de dataciones radiocarbónicas para

la secuencia del Algarrobo, el contexto temporal de dicha secuencia no puede ser establecido con seguridad. Con una industria supuestamente correlativa de la del nivel 2 del Algarrobo, encontramos una datación en la cercana Cueva del Caballo de 10.780 años BP (Martínez-Andreu 1989).

Más información

Munuera & Carrión (1991), Munuera (1992)

EL SABINAR

Comarca del Noroeste, Moratalla, Murcia
Holoceno (5860-1350 años BP)



Figura 805. Sabinar de *Juniperus thurifera* en la Comarca del Noroeste murciano



Figura 806. Ejemplares centenarios de *Juniperus thurifera* en El Sabinar, Murcia

La cuenca estudiada (38° 12' N, 02° 07' O; 1117 m s.n.m.) se encuentra en el centro de una pequeña depresión intramontañosa (900 x 250 m), a 4,6 km al este de la localidad de El Sabinar, en la comarca del noroeste de Murcia, al norte del macizo de Revolcadores (2001 m). El contexto sedimentario es una masa

compacta de arcillas orgánicas suprayacentes a una capa basal de conglomerados encostrados, cuyo origen es fluvial. El paleolago se sitúa en el piso supramediterráneo y actualmente se encuentra cultivado por cereales. El paisaje circundante está caracterizado por sabinares de *Juniperus thurifera*, acompañados por *P. nigra* subsp.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP (2σ)	Método
Pta-8642	0-2	1350 ± 110	1237 (1422-1052)	convencional
Pta-8477	13-14	1460 ± 60	1353 (1423-1283)	convencional
Pta-8471	94-95	2550 ± 100	2420 (2789-2351)	convencional
Pta-8673	100-101	2620 ± 100	2659 (2891-2427)	convencional
Pta-8667	124-125	3820 ± 50	4205 (4526-3885)	convencional
GrA-20794	129-131	3980 ± 50	4416 (4549-4284)	AMS
Pta-8678	136-137	4030 ± 100	4539 (4825-4253)	convencional
GrA-20795	141-142	4250 ± 50	4786 (4961-4612)	AMS
Pta-8478	168-169	5860 ± 80	6638 (6806-6471)	convencional

Tabla 196. Cronología por radiocarbono de las muestras de El Sabinar. Carrión et al. (2004)

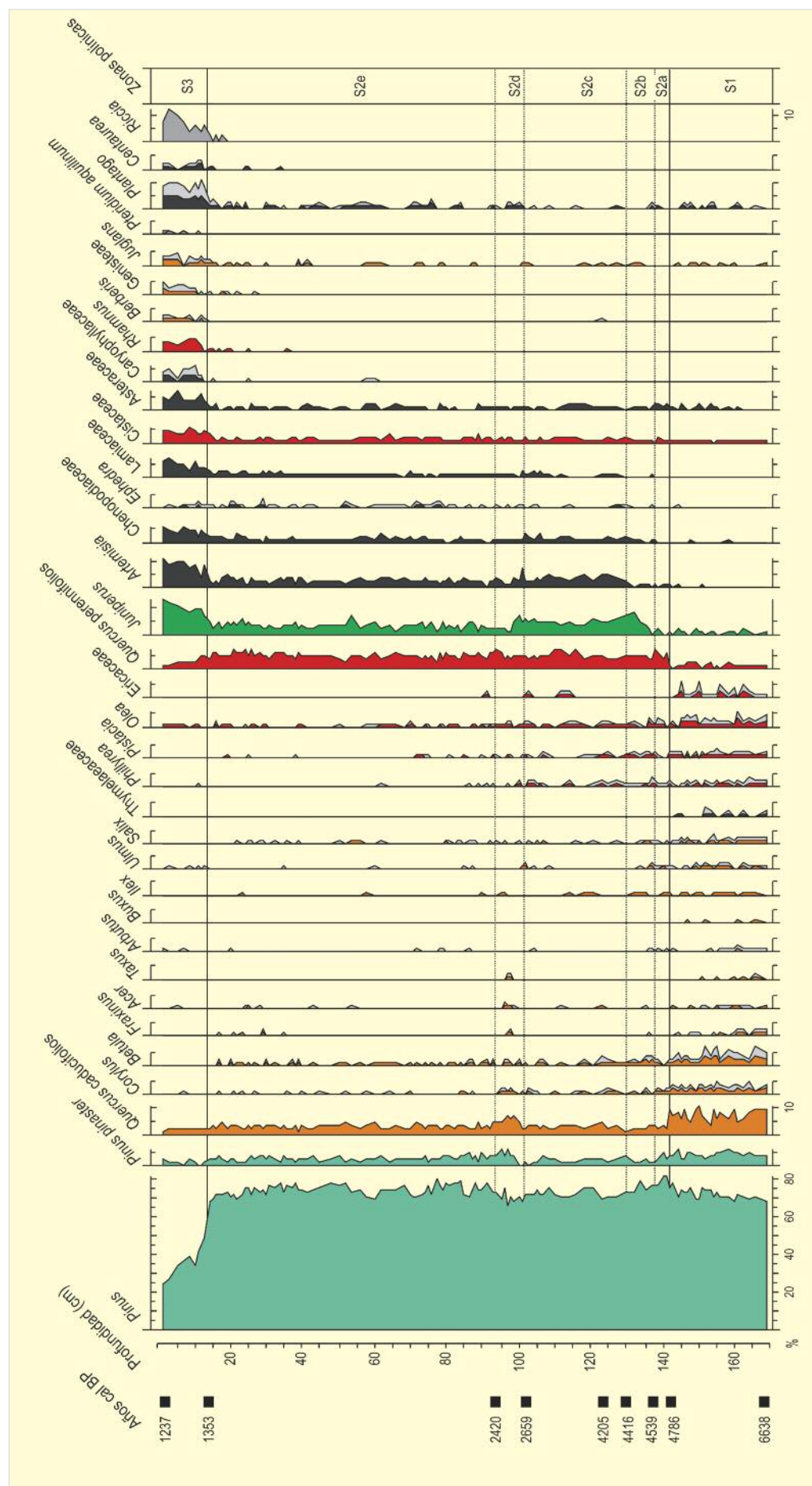


Figura 807. Diagrama polínico de la secuencia de El Sabinar. Redibujado de Carrión et al. (2004)

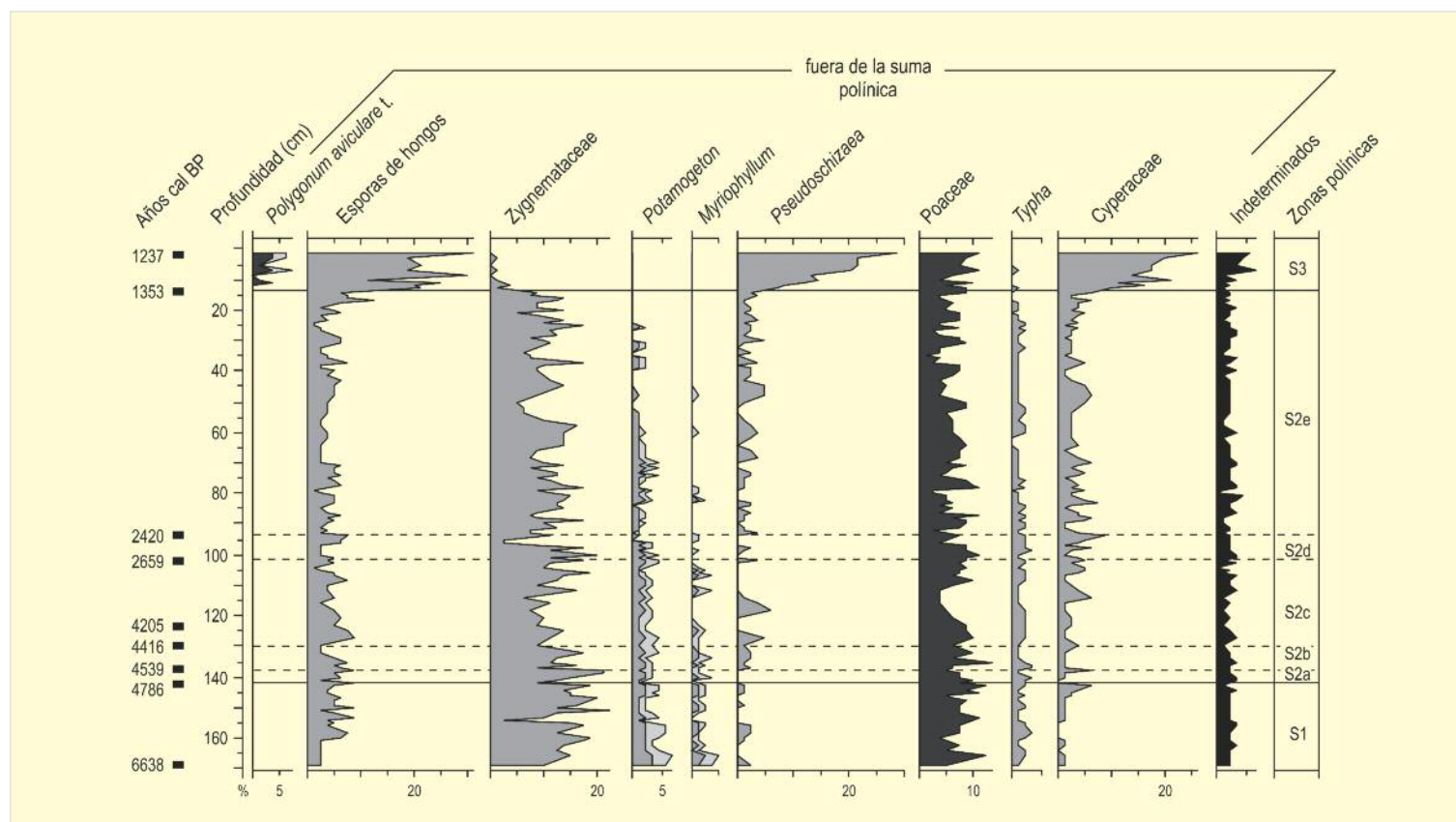


Figura 808. Diagrama polínico de elementos excluidos de la suma polínica en la secuencia de El Sabinar. Redibujado de Carrión *et al.* (2004)

clusiana, *Quercus rotundifolia*, *P. pinaster* y *P. halepensis*, con espinares de *Berberis hispanica*, *Cytisus reverchonii*, *Juniperus oxycedrus*, *Erinacea anthyllis* y *J. phoenicea*.

Esta secuencia paleolacustre ha posibilitado la investigación de la historia vegetal en un área caracterizada actualmente por la abundancia de *Juniperus thurifera*. La cronología se apoya en nueve fechas de radiocarbono que sitúan la secuencia en el Holoceno, entre 6638 y 1237 años cal. BP (Tabla 196). Toda la secuencia viene dominada por el polen de pino.

La zona S1 (6638-4786 años cal. BP) muestra los máximos en árboles caducifolios (*Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Acer*, *Ulmus* y *Salix*), *Taxus* y varios taxones mediterráneos (*Arbutus*, *Pinus pinaster*, *Olea*, *Phyllirea* y *Pistacia*), además de *Buxus*, *Ilex*, Thymelaeaceae y Ericaceae (cf. *Erica arborea*). En esta misma zona, se registran los mínimos para los *Quercus* perennifolios, *Juniperus*, *Artemisia*, Chenopodiaceae y *Ephedra*.

Si nos atenemos a la composición florística actual, lo más probable es que las especies implicadas en la dinámica forestal de esta fase sean *Pinus nigra*, *P. halepensis*, *Quercus faginea* y *Q. rotundifolia*, aunque no es descartable la presencia local de *Q. pyrenaica* en los afloramientos silíceos. A nivel limnológico, las altas frecuencias de *Typha*, *Potamogeton*, *Myriophyllum* y Zygnemata-

ceae sugieren, durante este período, la existencia de una masa de agua semipermanente y somera.

Durante la zona S2 (4786-1353 años cal. BP), hay un declive general de caducifolios, *Pistacia*, *Olea* y *Phillyrea*, teniendo lugar la desaparición local de *Buxus*. En contraste, aumentan los *Quercus* perennifolios, *Juniperus*, *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Ephedra*, Lamiaceae y Cistaceae. Las zonas basales S2a, S2b y S2c definen respectivamente las expansiones iniciales de los *Quercus* perennifolios (4786 años cal. BP), *Juniperus* (4539 años cal. BP) y *Artemisia* (4416 años cal. BP). La subzona S2d (2659-2420 años cal. BP) se caracteriza por leves incrementos sincrónicos de *Pinus pinaster*, *Quercus* caducifolios, *Corylus*, *Fraxinus*, *Acer* y *Taxus*. Las condiciones hidrológicas son similares a las de la fase anterior, aunque hay un decremento progresivo de *Potamogeton* y *Myriophyllum*, mientras *Pseudoschizaea* aparece de forma más continua.

De manera progresiva durante S3 (1353-1237 años cal. BP), disminuyen tanto el pino como *Quercus*, mientras que *Juniperus*, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Lamiaceae y Cistaceae se hacen más frecuentes, mostrando máximos en 1237 años cal. BP. Es el momento de la desaparición de *Betula*, *Fraxinus*, *Taxus*, *Ilex*, *Pistacia* y Ericaceae, así como de la expansión de *Rhamnus*, *Berberis*, Genisteae, *Plantago*, *Polygonum aviculare*, Asteraceae, Caryophyllaceae, *Centaurea*, *Pteridium aquilinum*, Genisteae y *Juglans*. El

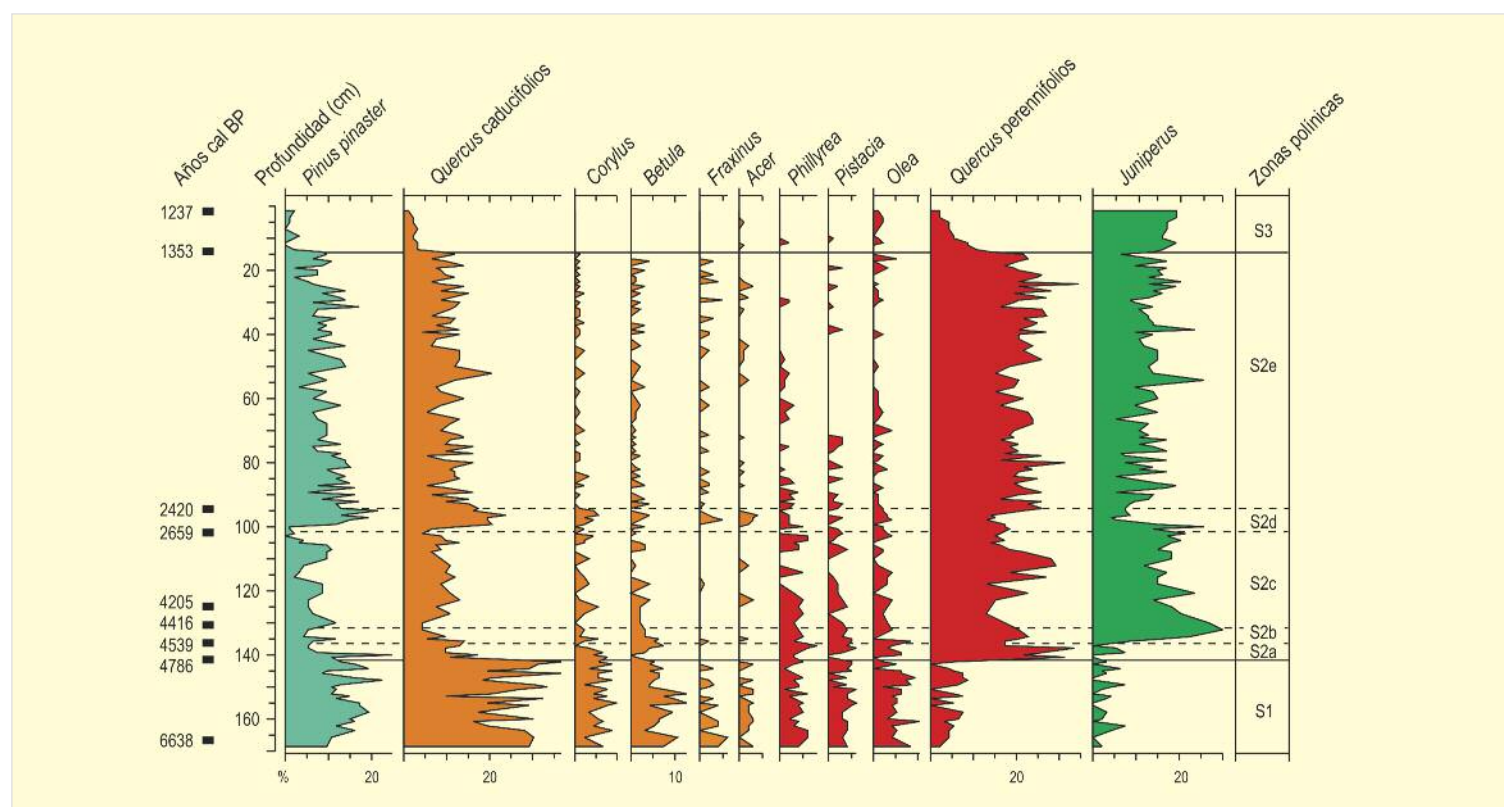


Figura 809. Diagrama polínico sintético de la secuencia de El Sabinar, con *Pinus* excluido de la suma polínica. Redibujado de Carrión *et al.* (2004)

contexto es similar al de las comunidades actuales de *Berberis hispanica* con *Rhamnus saxatilis*, leguminosas (*Cytisus scoparius* subsp. *reverchonii*, *Genista scorpius* y *Erinacea anthyllis*), labiadas (*Rosmarinus officinalis*, *Lavandula latifolia* y *Thymus vulgaris*), compuestas nitrófilas (*Centaurea boissieri*, *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*), jaras (*Cistus clusii* y *C. albidus*), cariofiláceas (*Silene legionensis* y *Arenaria grandiflora*) y gramíneas perennes (*Arrhenatherum murcicum*, *Brachypodium retusum*, *Festuca capillifolia* y *F. hystrix*). La incidencia del pastoreo viene definida por los incrementos de *Riccia* justo antes de la transición S2-S3 y en el período posterior. La colmatación del lago se deduce de los descensos en Zygnemataceae y *Typha*, la desaparición de *Potamogeton* y *Myriophyllum*, así como los incrementos de Cyperaceae, esporas fúngicas (actividad descomponedora) y *Pseudoschizaea* (deseccación). Plausiblemente, este fenómeno pudo ser provocado por drenaje antropogénico con fines agrícolas.

Atendiendo a los controles del cambio vegetal, parece claro que éstos son parcialmente climáticos. El escenario general es el de la aridificación tardoholocénica del Mediterráneo occidental

(Carrión 2002a, Pantaleón-Cano *et al.* 2003): (a) incrementos de xerófitos y *Juniperus* desde 4400-4500 años cal. BP, (b) declive de caducifolios, (c) desecación y colmatación lacustre.

Resulta relevante la expansión de *Juniperus* durante S2 y S3. De acuerdo con la vegetación actual, el principal contribuyente a los espectros polínicos debe ser *J. thurifera* y, en menor medida, *J. phoenicea*. En cualquier caso, parece clara la relación entre la abundancia de *Juniperus* y el clima continental con tendencia a una aridez relativa (correlación *Juniperus* con xerófitos), un fenómeno igualmente observado en Villaverde (Carrión *et al.* 2001a). Podríamos decir que ambas secuencias apoyan la idea de que *J. thurifera* se habría incrementado recientemente debido a una tendencia xerotérmica general en la región. Y, por añadidura, en el noroeste de Murcia, la sabina albar parece haberse expandido como consecuencia de las actividades humanas durante el último milenio.

Más información

Carrión *et al.* (2004)

CARRIL DE CALDEREROS

Lorca, Murcia

Holoceno (5054– c. 1400 cal. BP)

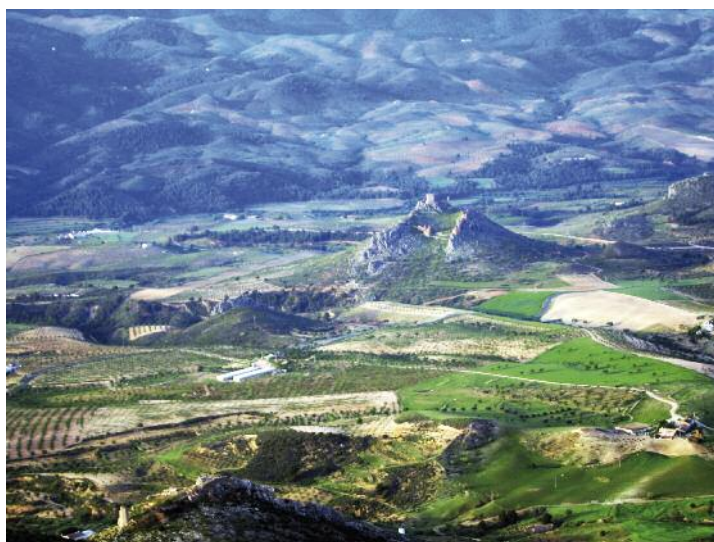


Figura 810. Cultivos de secano y pinares de pino carrasco en paisajes lorquinos

Carril de Caldereros es un yacimiento arqueológico localizado en pleno casco urbano de la ciudad de Lorca, dentro de la comarca del Alto Guadalentín en el extremo suroccidental de la provincia de Murcia (37° 40' 30" N, 01° 45' 45" O; 353 m s.n.m.). El clima es típicamente Mediterráneo, con temperaturas mínimas que rara vez descienden por debajo de los 6 °C y con una media anual de unos 18 °C. La pluviometría, muy irregular, oscila entre los 200 y 300 mm anuales. El paisaje actual se caracteriza por la abundancia de cultivos, sobre todo de irrigación, originalmente asociados a la cuenca del río Guadalentín. No obstante, persisten algunos núcleos forestales, principalmente con *Pinus halepensis*, asociados a ecosistemas de montaña en las sierras adyacentes.

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP
KIA-20890	4455 ± 43	5054
KIA-20887	4200 ± 30	4701
KIA-20889	4105 ± 40	4623

Tabla 197. Dataciones radiocarbónicas para la secuencia de Carril de Caldereros (Lorca). Calibraciones obtenidas a través del programa CALIB 4.3 (Stuiver *et al.* 1998). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Fuentes *et al.* (2005)

La intervención de excavación se llevó a cabo en un solar de 2.500 m² de superficie como actuación de urgencia, con el objetivo de documentar los restos arqueológicos afectados por la construcción de un edificio en un solar dentro de dicha localidad, y reveló cuatro fases de ocupación claramente diferenciadas sobre una potencia estratigráfica de unos 8 m en la que se combinan niveles arqueológicos con otros puramente litológicos procedentes de aluvionamientos fluviales (gravas, arenas finas, arcillas...). La secuencia incluye desde niveles basales calcolíticos hasta niveles contemporáneos relativos a los siglos XIX y XX. Para el Calcolítico se cuentan con tres dataciones absolutas obtenidas por Carbono-14 sobre carbón vegetal, entre 5054 y 4623 años cal. BP (Tabla 197).

La secuencia polínica de Carril de Caldereros se obtuvo de 5 m de los 8 m excavados y se basa en 18 espectros polínicos comprendiendo 37 tipos palinológicos (Fig. 811). Como rasgo más característico de la secuencia conviene destacar la variación opuesta de los porcentajes de *Pinus* y *Poaceae*, principales componentes de los grupos de AP y NAP respectivamente. Junto a ellos, *Chenopodiaceae*, *Artemisia* y *Asteraceae* conforman el conjunto de taxones más representados. Se han establecido dos palinozonas (C1 y C2) cuyo contacto coincide con el límite superior del Calcolítico local, transición que se asocia al estrato XII (Fig. 811), a partir del cual se constata la formación de niveles de aluvionamiento fluvial (niveles XI-IV).

La zona polínica C1 comprende estratos XX al XII, y se caracteriza por una importante presencia de AP, representado fundamentalmente por *Pinus* (más del 40%) y mesófitos, especialmente *Quercus caducifolios* (6-10%). La presencia continua de *Salix* (3-4%), *Ulmus* (2-4%), *Alnus* (1-3%) *Fraxinus* (1-3%) y, en menor medida, *Betula* (0,3-1,3%) y *Corylus* (0,2-0,8%), da testimonio de la importancia del elemento caducifolio en este primer período del registro. En cuanto a los elementos mediterráneos, destaca la presencia constante de *Quercus perennifolios* (5-11%), los cuales también ven disminuir su abundancia relativa a medida que los componentes de NAP adquieren mayor relevancia. Respecto a *Quercus suber*, *Arbutus*, *Buxus*, *Myrtus* y *Erica* se observa una clara diferenciación entre las dos biozonas establecidas, ofreciendo siempre unos porcentajes muy bajos, tendiendo a desaparecer superado el límite del estrato XII; sin embargo, *Pistacia*, *Olea*, *Cistus* y *Phillyrea* aparecen de forma ininterrumpida en toda la secuencia, aunque este último taxón con aportaciones muy bajas. El componente xerofítico está dominado por gramíneas (6-15%) y, en

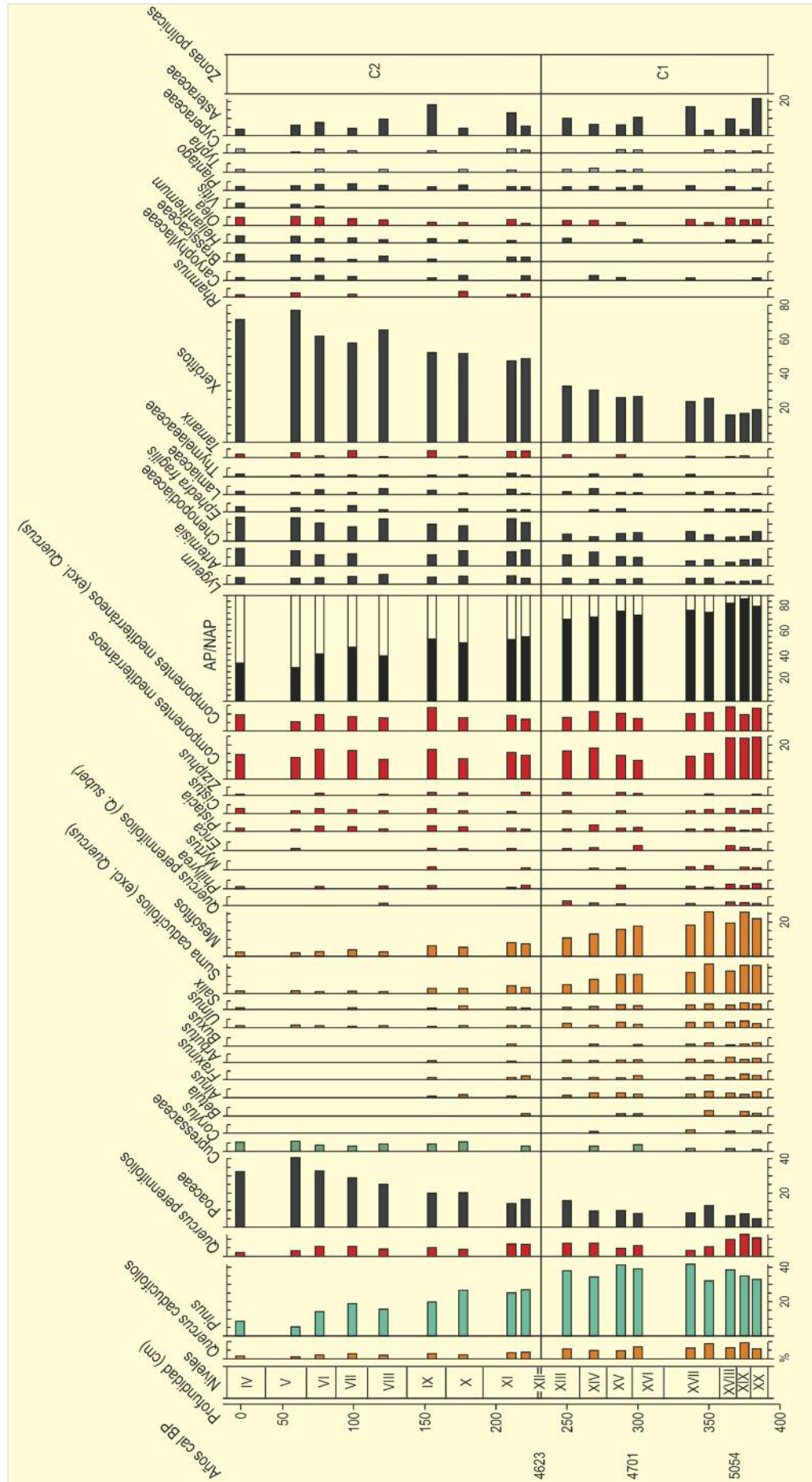


Figura 811. Diagrama polínico de Carril de Caldereros, Lorca. Redibujado de Fuentes et al. (2005)

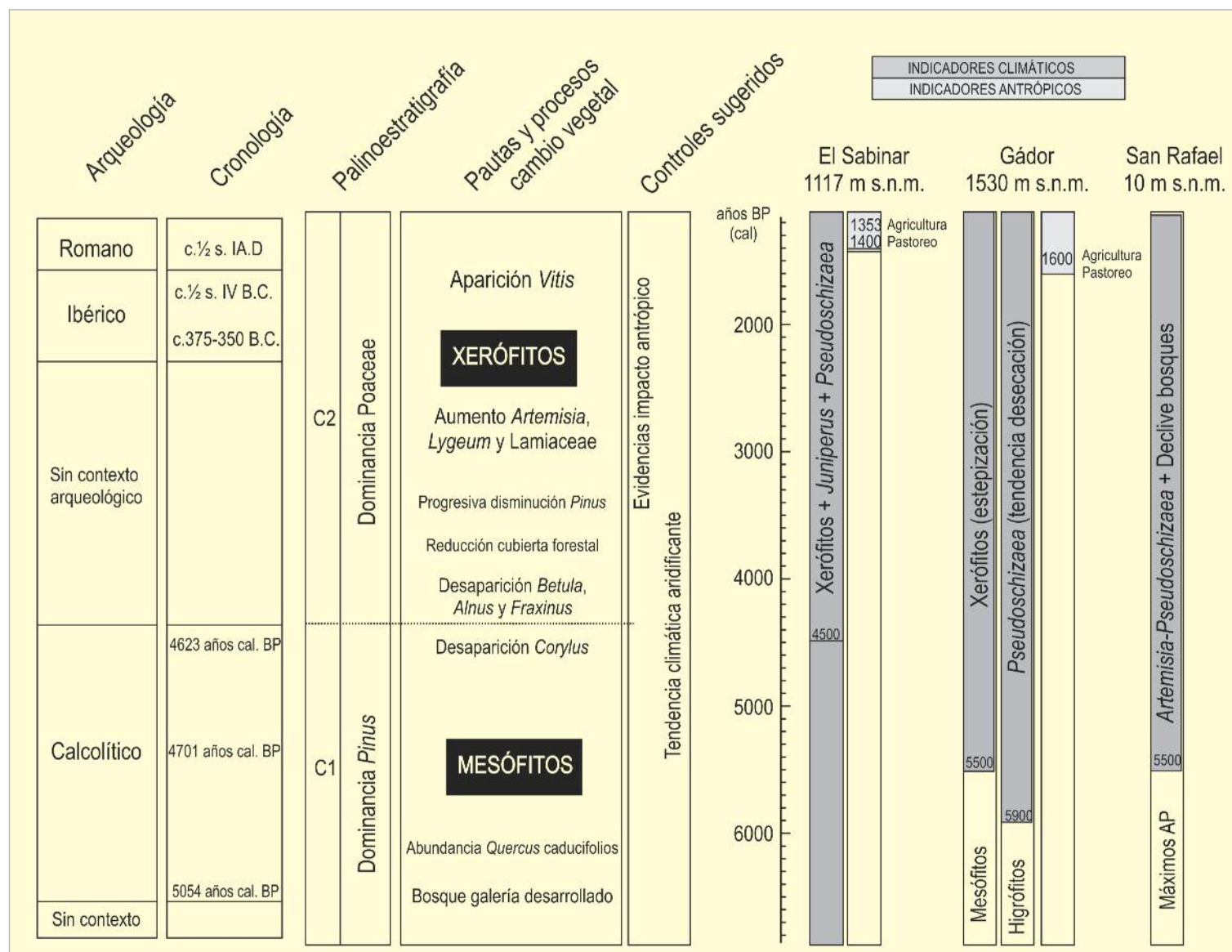


Figura 812. Pautas y controles de cambio vegetal sugeridos para la secuencia de Carril de Caldereros y su correlación con distintos contextos ecológicos regionales. Redibujado de Fuentes *et al.* (2005)

menor medida, por asteráceas, quenopodiáceas, *Artemisia*, *Lygeum* y Lamiaceae. *Ziziphus*, *Tamarix* y *Ephedra fragilis* se presentan sólo puntualmente.

En la zona polínica C2 se constata la dominancia de los elementos mediterráneos y xerófitos en detrimento del componente arbóreo (Fig. 811). El conjunto caducifolio acusa una merma considerable, con la desaparición de *Corylus*, *Betula*, *Alnus* y *Fraxinus*. Los porcentajes de *Pinus* también se ven afectados por esta tendencia, exhibiendo valores que oscilan entre el 27 el 5%, tendencia inversa a Poaceae que llega a alcanzar un 41%. En esta zona, el polen de *Quercus*, tanto caducifolio como perennifolio, experimenta descensos graduales, aunque sin llegar a desaparecer. No ocurre lo mismo con *Quercus suber*, *Arbutus*, *Buxus*, *Myrtus* y *Erica*. Aparecen por primera vez *Rhamnus* y Brassicaceae, y adquieren relevancia algunos taxones que con anterioridad se manifestaban de forma

anecdótica (*Thymelaea*, *Tamarix*, Caryophyllaceae y *Helianthemum*). Otro taxón exclusivo de esta zona polínica es *Vitis*, que se presenta en los tres espectros polínicos más recientes, coincidiendo con la incorporación de materiales ibéricos y romanos.

Esta secuencia representa uno de los primeros registros paleoambientales para la segunda mitad del Holoceno en el sureste ibérico semiárido. Muestra que, si bien el contexto climático es el de una progresiva tendencia hacia la aridificación (bien definido por las curvas de xerófitos y mesófitos), el registro palinológico, en concordancia con el arqueológico, apunta una temprana antropización del medio como factor principal en la configuración del paisaje.

Más información

Fuentes *et al.* (2005)

PUNTA DE LOS GAVILANES

Mazarrón, Murcia

Holoceno (4080-2456 años cal. BP)



Figura 813. Fotografía aérea de la Punta de los Gavilanes

PAISAJES ESPAÑOLES



Figura 814. Vista del yacimiento arqueológico Punta de los Gavilanes desde la playa Bahía de Mazarrón

M.S. GARCÍA-MARTÍNEZ

El yacimiento arqueológico de la Punta de los Gavilanes ($37^{\circ} 33' 31''$ N, $01^{\circ} 16' 46''$ O; 5 m s.n.m.) se ubica sobre un promontorio rocoso (Figs. 813 y 814) que forma parte en la actualidad de la línea de costa del municipio murciano de Mazarrón, integrándose en su ensenada central. El enclave se inserta en la llanura aluvial de la próxima rambla de Las Moreras, jalonado por sierras litorales cuyo punto más elevado se sitúa en 545 m de altitud.

La vegetación actual en la zona se encuentra fuertemente degradada como consecuencia de diversas actividades antrópicas, por lo que es habitual la proliferación de especies de carácter nitrófilo. No obstante, la aridez propia de la Provincia Murciano-Almeriense favorece el desarrollo de una vegetación muy particular, con numerosos endemismos e iberoafricanismos exclusivos, como

Tetraclinis articulata, *Maytenus senegalensis*, *Periploca angustifolia* o *Withania frutescens*. En los suelos salinos y yesosos del cordón litoral es habitual el desarrollo de comunidades halófilas (Fig. 816) conformadas por arbolillos del género *Tamarix* y numerosas especies de quenopodiáceas, entre las que destacan *Anabasis articulata*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, *Atriplex halimus* y *A. prostrata*. Sin embargo, en las elevaciones menos influenciadas por la salinidad costera es posible observar comunidades arbustivas en las que predominan especies como el palmito (*Chamaerops humilis*) y el espino negro (*Rhamnus lycioides*). Suelen presentar además grandes extensiones de esparto (*Stipa tenacissima*), con presencia de leguminosas, labiadas, cistáceas, compuestas e individuos aislados de sabina mora (*Juniperus phoenicea*) y pino carrasco (*Pinus halepensis*) como principales elementos arbóreos.

Ref. Lab.	Años BP	Años Cal. BC 1 σ	Años Cal. BC 2 σ	Fase arqueológica
KIA-32359	2380 \pm 85	560-380 (50,8%)	2456	GV-III
KIA-40415	2525 \pm 30	650-590 (27,6%)	2603	GV-III
KIA-37604	3300 \pm 35	1620-1525 (68,2%)	3525	GV-IV
KIA-37601	3645 \pm 35	2040-1950 (57,7%)	3962	GV-IV
KIA-32355	3730 \pm 30	2090-2040 (30,1%)	4080	GV-IV

Tabla 198. Dataciones radiocarbónicas de la Punta de los Gavilanes

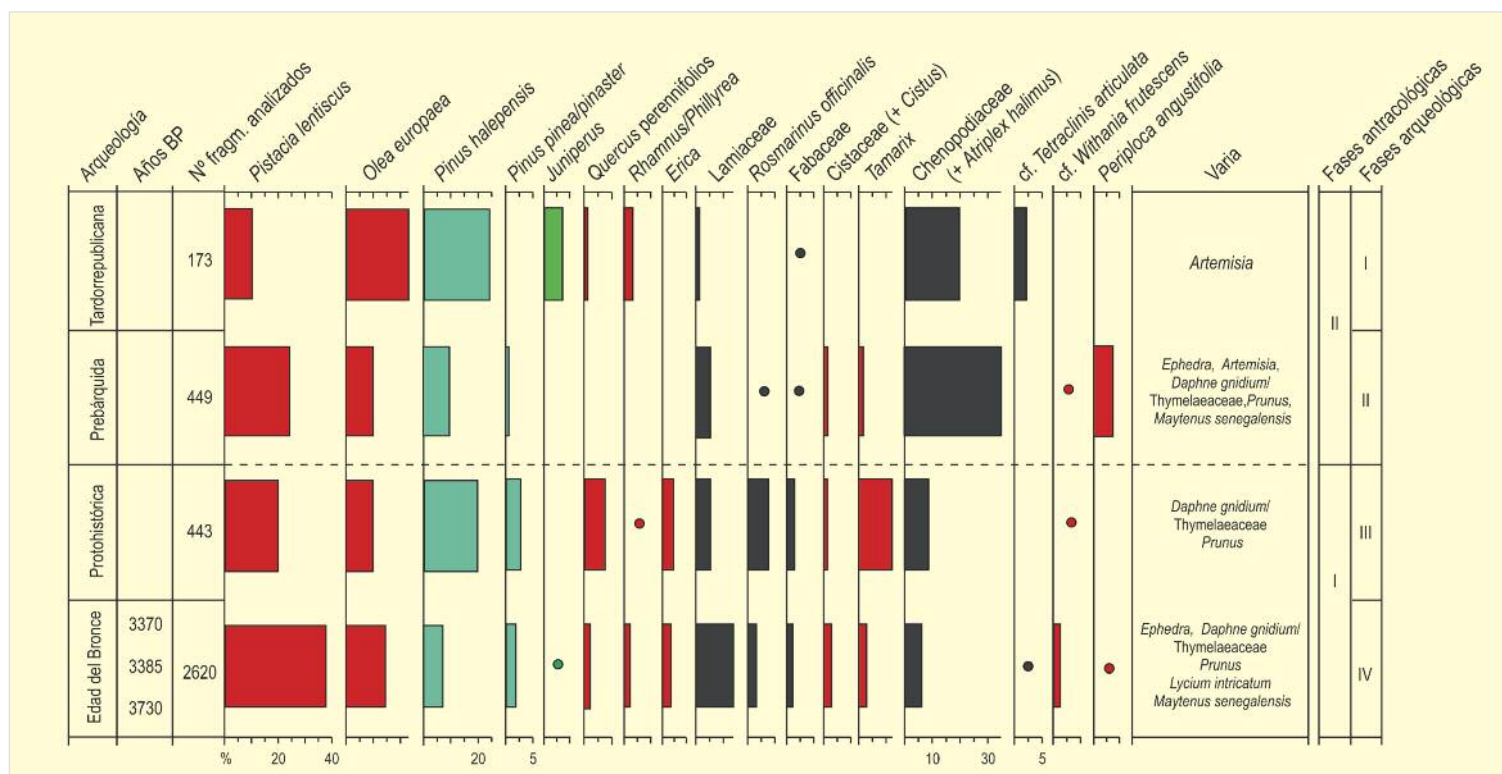


Figura 815. Diagrama antracológico de la Punta de los Gavilanes. Redibujado de García-Martínez (2009)

La secuencia antracológica de la Punta de los Gavilanes (García-Martínez 2009, García-Martínez *et al.* 2008) comprende toda la seriación ocupacional del yacimiento, desde su inicio en c. 3800 años BP (Tabla 198) hasta el período de abandono, datado en torno al siglo I BC. Han sido documentadas cuatro fases de ocupación del enclave (Ros Sala 2005). La primera de ellas, Gavilanes IV (GV-IV), se asocia al Bronce Argárico, durante la cual pudo ubicarse en el promontorio un grupo más o menos permanente dedicado sobre todo a actividades pesqueras, de las cuales se han detectado evidencias de toda la cadena operativa, desde la pesca hasta el tratamiento del pescado para su conservación (Ros-Sala *et al.* 2008). En la siguiente ocupación, identificada como Gavilanes III (GV-III), se trató de un grupo de raíz fenicia occidental que ocupó el promontorio con carácter estable al menos durante los siglos VII y VI BC, orientado a actividades comerciales y, por primera vez, a la explotación de los recursos argentíferos del polígono minero de Mazarrón (García-Martínez & Grau 2005). La fase ocupacional más relevante en la Punta de los Gavilanes es la denominada Gavilanes II (GV-II), cuando se edifica una factoría destinada al desarrollo de actividades metalúrgicas relacionadas con la extracción de plata mediante la copelación del plomo argentífero, entre los siglos IV y III BC. Finalmente, durante la fase Gavilanes I (GV-I), a partir de finales del siglo II BC, se producen las últimas actividades metalúrgicas y comerciales en el enclave, hasta su abandono definitivo hacia mediados del siglo I BC. Las dataciones radiocarbónicas de referencia para las dos primeras fases de ocupación aparecen detalladas en la tabla 198.

El estudio antracológico de la Punta de los Gavilanes (Fig. 815) ha sido efectuado a partir del análisis de un total de 8728 fragmen-

tos de carbón, de entre los cuales una parte fue documentada en forma de concentraciones de diversa índole, mientras que otros aparecieron dispersos en los niveles de hábitat del yacimiento. Estos últimos, un total de 3685 fragmentos, han proporcionado valiosa información paleoecológica, cuya lectura es posible a partir del diagrama antracológico establecido (Fig. 815). Para su interpretación ha sido dividido en dos fases antracológicas:

Fase Antracológica I

Comprende las dos primeras etapas de ocupación del yacimiento (GV-IV y GV-III). Los taxones más destacados son *Pistacia lentiscus*, con entre 20% y 40% de representación porcentual, *Pinus halepensis*, que presenta hasta el 20% del total, y *Olea europea*, cuyos valores se sitúan en torno al 10%. De acuerdo con estos resultados, la vegetación en la zona costera de Mazarrón durante esta fase estaría dominada por un matorral mediterráneo esclerófilo, compuesto fundamentalmente por los elementos citados, junto a los cuales aparecería una gran cantidad de labiadas (Lamiaceae y *Rosmarinus officinalis*), cistáceas (Cistaceae, *Cistus* y cf. *Fumana*), leguminosas (Fabaceae), compuestas (Asteraceae) y gramíneas en las zonas más degradadas, junto con xerófitos indicadores de condiciones de aridez ambiental (*Ephedra*). Además, junto a estos taxones, el estrato arbustivo se vería completado con varias especies de óptimo norteafricano (*Tetradlinis articulata*, *Withania frutescens*, *Periploca angustifolia* y *Maytenus senegalensis*). En este contexto, el estrato arbóreo fue prácticamente inexistente, apareciendo principalmente *Pinus halepensis* y de manera esporádica algunos ejemplares del taxón *Pinus pinea/pinaster*, si bien en las zonas resguardadas todavía pudo permanecer alguna carrasca aislada, ya que *Quercus*



M.S. GARCÍA-MARTÍNEZ

Figura 816. Comunidades halófilas en las antiguas salinas de Mazarrón

ilex/coccifera aparece bien representado en esta fase. La vegetación de la línea de costa o el cauce de la rambla de las Moreras estuvo marcada, como en la actualidad, por el desarrollo masivo de comunidades halófilas (*Tamarix*, *Chenopodiaceae* y *Atriplex halimus*).

Fase Antracológica II

Abarca las fases de ocupación GV-II y GV-I. Durante esta época se detecta una modificación en la importancia de los componentes florísticos, produciéndose una progresiva disminución de los elementos de sotobosque de carácter mediterráneo y, particularmente, de aquéllos menos resistentes a la xericidad como *Quercus ilex/coccifera*, (que tiende a la desaparición aunque se presenta con valores escasos en la fase GV-I) y *Erica*, que no es identificada en toda la Fase Antracológica II. Se da además un aumento de taxones que pudieron ejercer como elementos de sustitución como *Juniperus*, que apenas se documenta en la Fase Antracológica I pero que aumenta su porcentaje hacia el final de la secuencia. Se constata un fuerte crecimiento de la presencia de vegetación halófila como combustible, ya que *Chenopodiaceae* (+ *Atriplex halimus*) supone entre un 20% y un 30% del total en esta fase. Este hecho pudo producirse debido a la gran actividad productiva de carácter

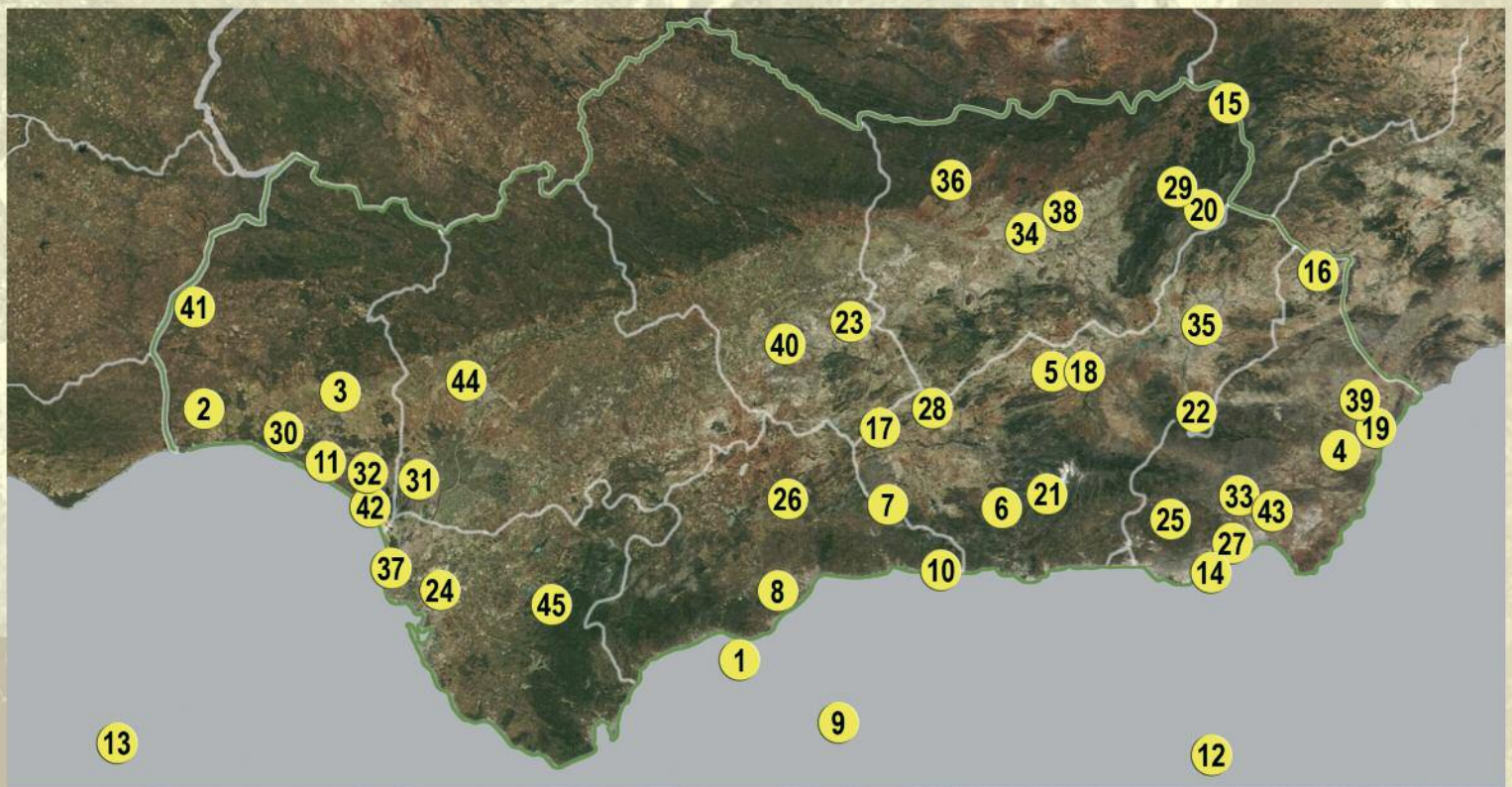
metalúrgico que se desarrolla en la factoría Gavilanes II que incrementaría el oportunismo y rebajaría los procesos selectivos en la recogida de leña, recuperando la más cercana al promontorio. Finalmente, el incremento porcentual experimentado por *Olea europaea* hacia los siglos II-I BC pudo estar en consonancia con el cultivo de esta especie en el entorno ya en esta cronología reciente.

En términos generales, en esta secuencia se aprecian ciertas modificaciones en la estructura de la vegetación a lo largo de la seriación ocupacional de Punta de los Gavilanes. Se registra un proceso de creciente degradación ecológica que se inserta en la dinámica descrita para el Sureste peninsular durante el Holoceno reciente. No obstante, los controles antrópicos sobre este proceso también se observan en la señal antracológica como consecuencia de los procesos de deforestación local relacionados con la metalurgia que tuvieron lugar a partir del siglo IV BC.

Más información

García-Martínez & Grau (2005), Ros-Sala (2005b), Ros-Sala *et al.* (2008), García-Martínez *et al.* (2008b), García-Martínez (2009)

ANDALUCÍA



REGISTROS PALEOBOTÁNICOS DE ANDALUCÍA

(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Andalucía G1
2. Lepe
3. Casa del Pino
4. Alfaix
5. Cueva de la Carihuela
6. Padul
7. Zafarraya
8. Bajondillo
9. ODP-976
10. Nerja
11. El Asperillo
12. MD95-2043
13. SU81-13
14. San Rafael
15. Laguna de Siles
16. Cueva de Ambrosio
17. El Pirulejo
18. Cueva de las Ventanas
19. Antas
20. Cañada de la Cruz
21. Laguna de Río Seco
22. Baza
23. Cueva de los Murciélagos
24. Laguna de Medina
25. Gádor
26. Cueva del Toro
27. Roquetas
28. Castillejos de Montefrío
29. Cueva del Nacimiento
30. Laguna de las Madres
31. Mari López
32. El Acebrón
33. Los Millares
34. Cerro del Alcázar de Baeza
35. Depresión de Baza-Huéscar
36. Peñalosa
37. Pocito Chico
38. Eras del Alcázar de Úbeda
39. Depresión de Vera
40. Zóñar
41. La Junta
42. Marismas de Doñana
43. Rambla Honda
44. San Bernardo
45. El Aljibe

ANDALUCÍA G1

Mar de Alborán

Mioceno superior-Pleistoceno inferior



Figura 817. Situación geográfica del sondeo de Andalucía G1 en la costa sur de La Península

El testigo Andalucía G1 (36° 24' 29" N, 04° 45' 10" O) se localiza a unos pocos kilómetros mar adentro de la costa entre Fuengirola y Marbella (Málaga) (Fig. 817). El sondeo perfora materiales marinos, bien datados por foraminíferos planctónicos, que incluyen edades entre el Langhiense (biozonas N8-N10) y el Plioceno-Cuaternario (N18-N21 de Blow (1969) en el *offshore* de la costa malagueña. Andalucía G1 atraviesa una serie de considerable potencia de edad Mioceno superior y Plioceno entre los 1500-550 m de profundidad (Feddi *et al.* 2011). La litología desde la base al techo está formada por unas margas grises-verdes de 200 m de potencia con intercalaciones de pequeños bancos de calcarenitas y arenas conglomeráticas, margas beigeas y conglomerados de 25 m de espesor, margas calcáreas beigeas con *debris* volcánicos basálticos de 50 m de espesor, margas calcáreas con anhidrita de 50 m de espesor y unas margas arcillosas grises de unos 600 m de espesor con intercalaciones de limos y de arenas a cuya base corresponde un nivel de conglomerados que podría representar una discontinuidad.

El estudio palinológico (Feddi *et al.* 2011) nos permite distinguir 3 asociaciones polínicas (Fig. 818). La primera y segunda asociaciones cubren el Plioceno inferior. La primera asociación (muestras 8-16) está

caracterizada por la abundancia de plantas herbáceas (hasta un 50% en la muestra 13), entre ellas Cichorioideae (10-30%), Asteroideae (15%), Poaceae (5%), Amaranthaceae-Chenopodiaceae (2-5%) y otros taxones minoritarios como *Plantago*, *Rumex* y Brassicaceae. Los elementos subdesérticos como *Nitraria*, *Lygeum* y *Erodium* son poco abundantes. Las plantas termófilas están representadas principalmente por Taxodiaceae (tipo *Taxodium*) en porcentajes alrededor de 1-2 %. Entre las plantas mesotérmicas abundan los *Quercus* de hoja caduca (10-20%). Las xerófitas mediterráneas son muy poco abundantes y están representadas fundamentalmente por *Olea* y *Quercus* tipo *ilex-coccifera* (1-2%). Los porcentajes de *Pinus* disminuyen progresivamente desde el 70% en la muestra 8 hasta el 40-45% en las muestras 10 a 15. La segunda asociación (muestras 17-21) está caracterizada por un incremento en los porcentajes de *Pinus*, hasta el 70% en la muestra 18. Los pólenes de plantas herbáceas disminuyen considerablemente.

La tercera asociación (muestras 22-26), que corresponde al Plioceno superior, muestra un ligero aumento en las plantas herbáceas (~30%, a excepción de la muestra 22). Las plantas estépicas (*Artemisia* y *Ephedra*) y subdesérticas son muy poco abundantes. Entre las xerófitas mediterráneas se encuentran *Olea* (4%) y *Quercus* tipo *ilex-coccifera* (2%). El porcentaje de plantas mesotérmicas pasa de 10% (muestras 19, 20 y 21) a 20% (muestra 24) con un ligero descenso en la muestra 22. Los elementos más termófilos son escasos, menos en la muestra 24, en donde se encuentran hasta en un 2%. Los porcentajes de *Pinus* disminuyen progresivamente hasta el 50%.

Las muestras 27-33 podrían tener una edad Pleistoceno inferior, ya que se diferencian de las anteriores por la presencia de *Artemisia* y *Ephedra* que en conjunto alcanzan hasta un 5% (muestras 27 y 32) y por el incremento de *Cedrus* (5%). *Cathaya* está también presente, pero en porcentajes muy pequeños. Es de destacar la presencia de plantas termófilas en las muestras 27, 28 y 29. Los porcentajes de *Quercus* de tipo caduco varían entre un 5 y un 20% y los de *Olea* son muy escasos en las muestras 28, 29 y 30. *Pinus* se caracteriza por tener porcentajes entre 50 y 35%, aunque llega al 70% en la muestra 33.

Según este estudio polínico, durante el Plioceno inferior, el medio ambiente litoral en esta región era de tipo abierto, dominado por formaciones herbáceas (Poaceae, Asteraceae y Amaranthaceae-Chenopodiaceae) y marcado por la presencia de hierbas de tipo subdesértico como *Lygeum*, *Nitraria*, *Neurada* y *Calligonum*, que

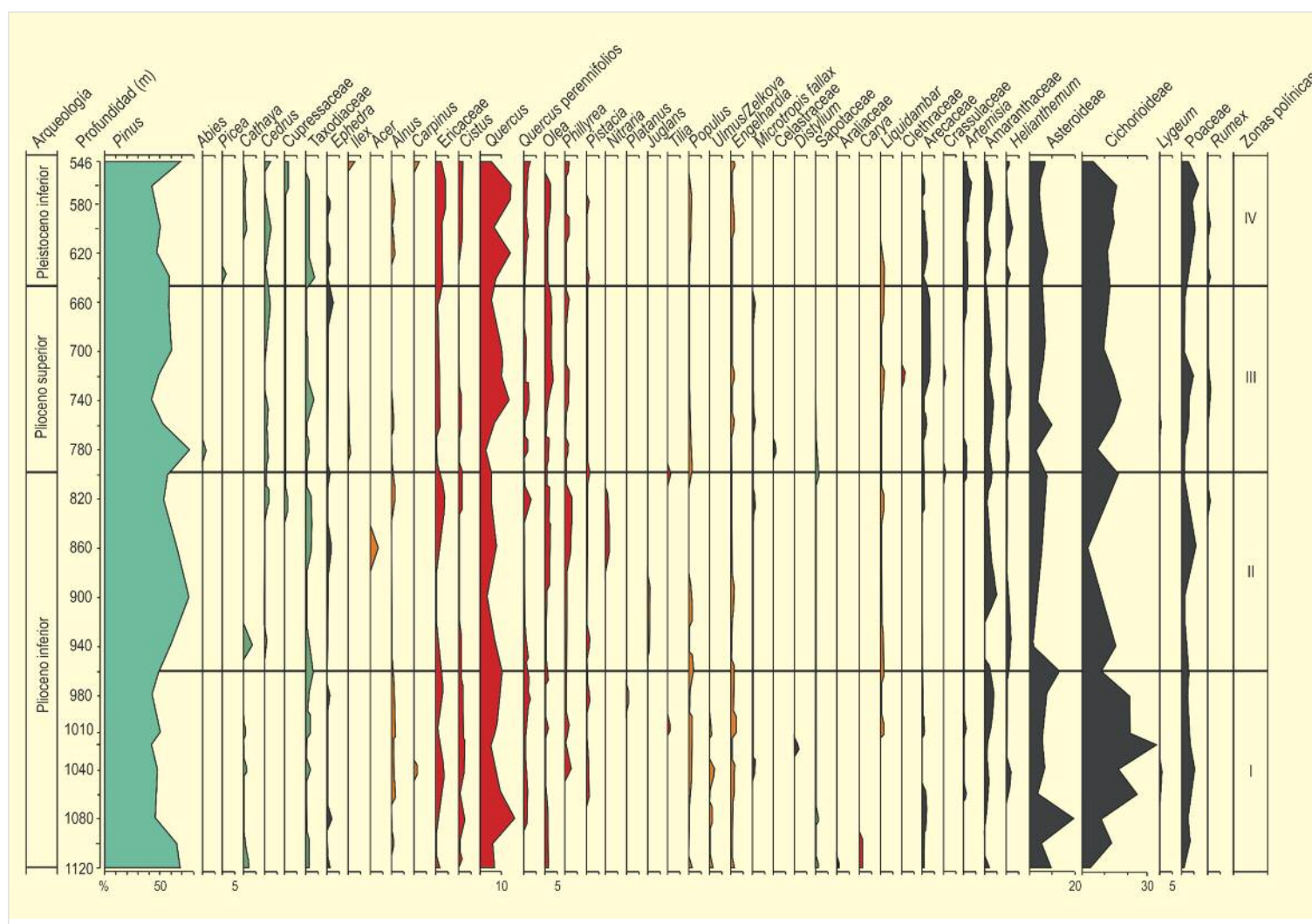


Figura 818. Diagrama polínico de la secuencia Andalucía G1. Redibujado de Feddi *et al.* (2011)

apuntan hacia un clima árido. Las formaciones arbóreas (principalmente formadas por *Pinus* y *Quercus* de tipo caduco) no estaban muy desarrolladas en esta zona y probablemente se localizaban en altitudes más elevadas, alejadas del litoral. Las taxodiáceas (principalmente tipo *Taxodium*), que necesitan un clima cálido y húmedo, se desarrollaban en zonas pantanosas. Feddi *et al.* (2011) estiman el clima a partir de los datos polínicos de este sondeo y permiten caracterizar un ambiente cálido y seco, con temperaturas medias anuales entorno a los 16,8 y los 25°C con una media alrededor de unos 21°C (~ 18,1°C en la actualidad) y unas precipitaciones alrededor de 300 y 700 mm, con una media de aproximadamente de 400 mm (~ 500 mm en la actualidad).

A partir del Plioceno superior se produce un cambio importante en la vegetación en Andalucía, ya que los pólenes de plantas herbáceas son menos abundantes y las formaciones abiertas están caracterizadas por el incremento en estepas de *Artemisia* y *Ephedra*.

Las formaciones arbóreas están más desarrolladas y los árboles de altitud como *Cedrus*, *Tsuga* y *Cathaya* aparecen junto con xerófitas mediterráneas como *Olea* y *Quercus* tipo *ilex-coccifera*. *Taxodium* también desaparece, dejando paso a coníferas menos termófilas como *Tsuga*, *Cedrus*, *Abies* y *Picea*. Este cambio en la vegetación puede ser explicado por un enfriamiento climático, sobre todo en los meses de invierno, que será el origen de un contraste térmico estacional típicamente mediterráneo (Suc 1984, Suc *et al.* 1995a-b, Feddi *et al.* 2011). Las estepas se desarrollan ampliamente durante el Pleistoceno inferior en esta zona y las formaciones termófilas sufren un gran retroceso. La vegetación muestra una alternancia entre fases caracterizadas por bosque y estepas de *Artemisia*.

Más información

Feddi *et al.* (2011)

LEPE Y CASA DEL PINO

Cuenca del Guadalquivir, Huelva
Plioceno inferior (3,62-3,65 Ma)



E. BARRÓN

Figura 819. Aspecto del afloramiento de macroflora de Lepe

Los afloramientos de Lepe y Casa del Pino (Formación Arenas de Huelva), constituyen en la actualidad las dos únicas fuentes de información paleobotánica para todo el Plioceno inferior de la cuenca del Guadalquivir, ofreciendo de modo conjunto una valiosa información complementaria sobre flora y vegetación. El entorno bioclimático de los yacimientos se encuadra dentro del piso termomediterráneo, apareciendo diferentes zonas de cultivos y barbechos junto a jaguarzales (*Cistus monspeliensis*, *C. salviifolius* y *C. crispus*) y plantaciones de *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster* y *P. nigra*.

En concreto, el yacimiento macroflorístico de Lepe (37° 15' 46" N, 07° 13' 10" O; 18 m s.n.m. (Fig. 819) se corresponde con sedimentos siliciclásticos marinos de edad pliocena inferior, pertenecientes al Cortejo Sedimentario Transgresivo Regresivo del Plioceno inferior-superior del extremo suroccidental de la Cuenca del Guadalquivir (Muñiz & Mayoral 2001a,b, Muñiz *et al.* 2001a,b). La serie estratigráfica reconocida para el Plioceno inferior en el área de Lepe presenta

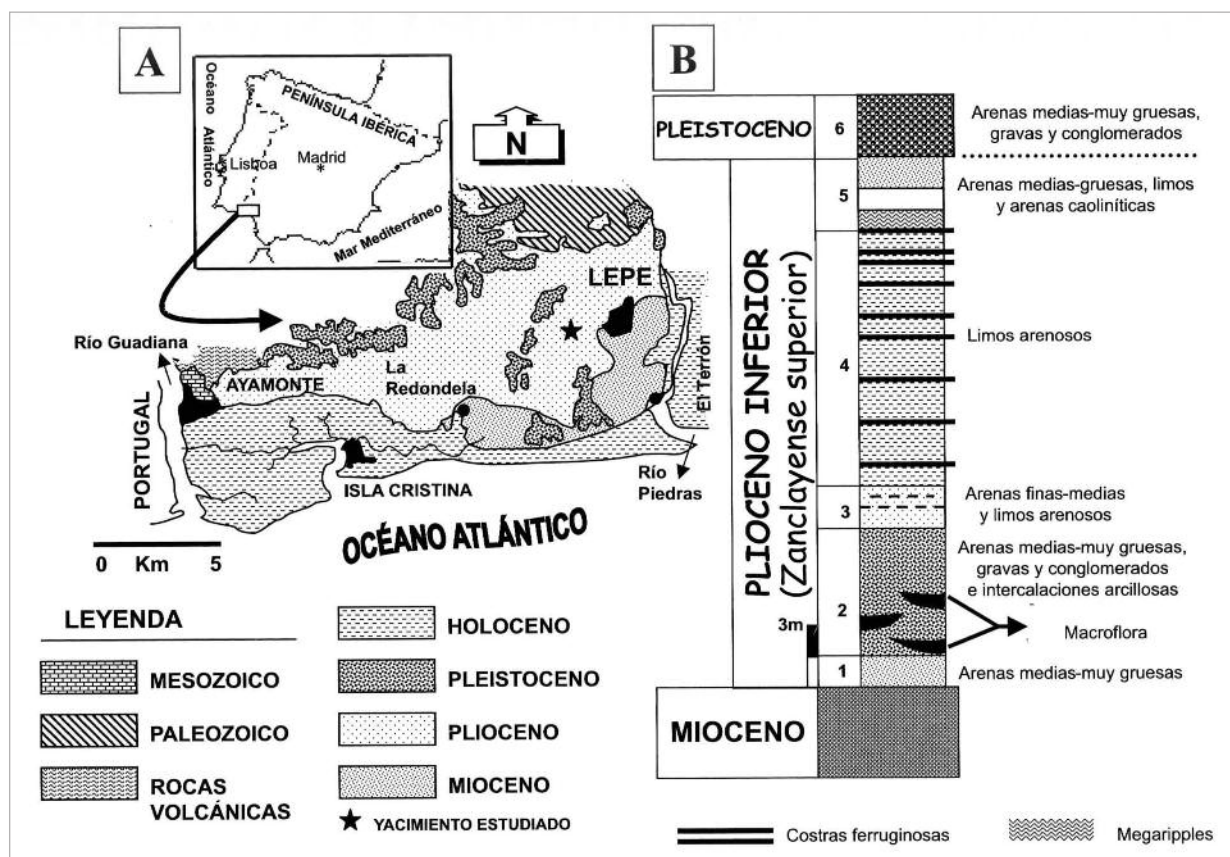


Figura 820. A. Situación geográfica y contexto geológico del área estudiada. B. Columna estratigráfica del Plioceno del área de Lepe con la localización de los niveles con macroflora



Figura 821. Taxodiaceae gen. et sp. indet., ejemplar UH-Le-25a



Figura 822. *Zelkova zelkovifolia*, ejemplar UH-Le-28

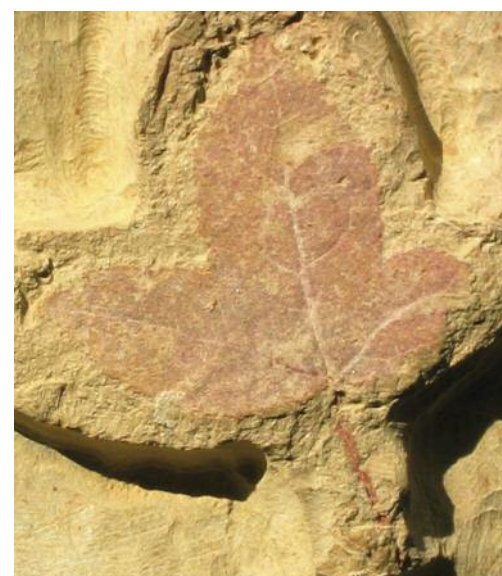


Figura 823. *Acer pseudomonspessulanum*, ejemplar UH-Le-41

seis conjuntos litológicos o tramos (Fig. 820). El Tramo 2 está constituido por arenas medias a muy gruesas, conglomerados y gravas rojizas, con matriz arenosa e intercalaciones, localmente, de arcillas blancas, en cuerpos lenticulares o inclinados, que pueden alcanzar extensiones de varias decenas de metros. La potencia total del tramo oscila entre 2 y 6 m. Los restos vegetales estudiados proceden del interior de los cuerpos lenticulares de arcillas blancas no varvadas que aparecen localmente en la parte media-inferior del conjunto litológico. El análisis del nanoplancton calcáreo recogido en el Tramo 1, ha permitido situarlo cronoestratigráficamente en el Zanclyense superior (Muñiz *et al.* 1999), dentro de la biozona CN11b (3,62-3,65 Ma) de Okada & Burky (1980).

Los fósiles hallados constituyen impresiones foliares de color rojizo, de menos de 4 cm de longitud y que en la mayor parte de los casos se encuentran fragmentadas y deformadas. Además, al encontrarse en sedimentos de grano medio con gran cantidad de sílice no suelen conservar estructuras delicadas como nerviaciones secundarias y terciarias. Se estudiaron 82 ejemplares (Barrón *et al.*

2003) de los que, debido a su mal estado de preservación, sólo pudieron ser determinados 33, es decir, el 41,47% del conjunto. La mayor parte de los ejemplares indeterminados correspondieron a hojas de angiospermas dicotiledóneas (36,58% del total de fósiles estudiados) aunque de forma más escasa se han hallado restos de coníferas y de monocotiledóneas. Los taxones identificados fueron: Taxodiaceae gen. et sp. indet. (Fig. 821), *Pinus*, *Daphnogene*, *Laurphyllum*, *Platanus leucophylla*, *Liquidambar europaea*, *Zelkova zelkovifolia* (Fig. 822), cf. *Quercus*, *Populus populina*, *Salix lavateri*, Caesalpiniaceae gen. et sp. indet., Fabaceae gen. et sp. indet. (tipos 1, 2 y 3), *Cornus*, cf. *Ilex*, *Acer pseudomonspessulanum* (Fig. 823), *Dicotylophyllum*, *Potamogeton* y Commelinidae gen. et sp. indet.

La vegetación existente en la zona se diferenció en comunidades acuáticas, ripícolas y terrestres. En las zonas inundadas se desarrollaron praderas subacuáticas de macrófitos en donde se integró *Potamogeton*. Las comunidades ripícolas se estructuraron en zonas pantanosas, orillas y zonas adyacentes con elevado nivel freático. Así, en los pantanos se desarrollaron comunidades anfibias de monocotiledóneas formando

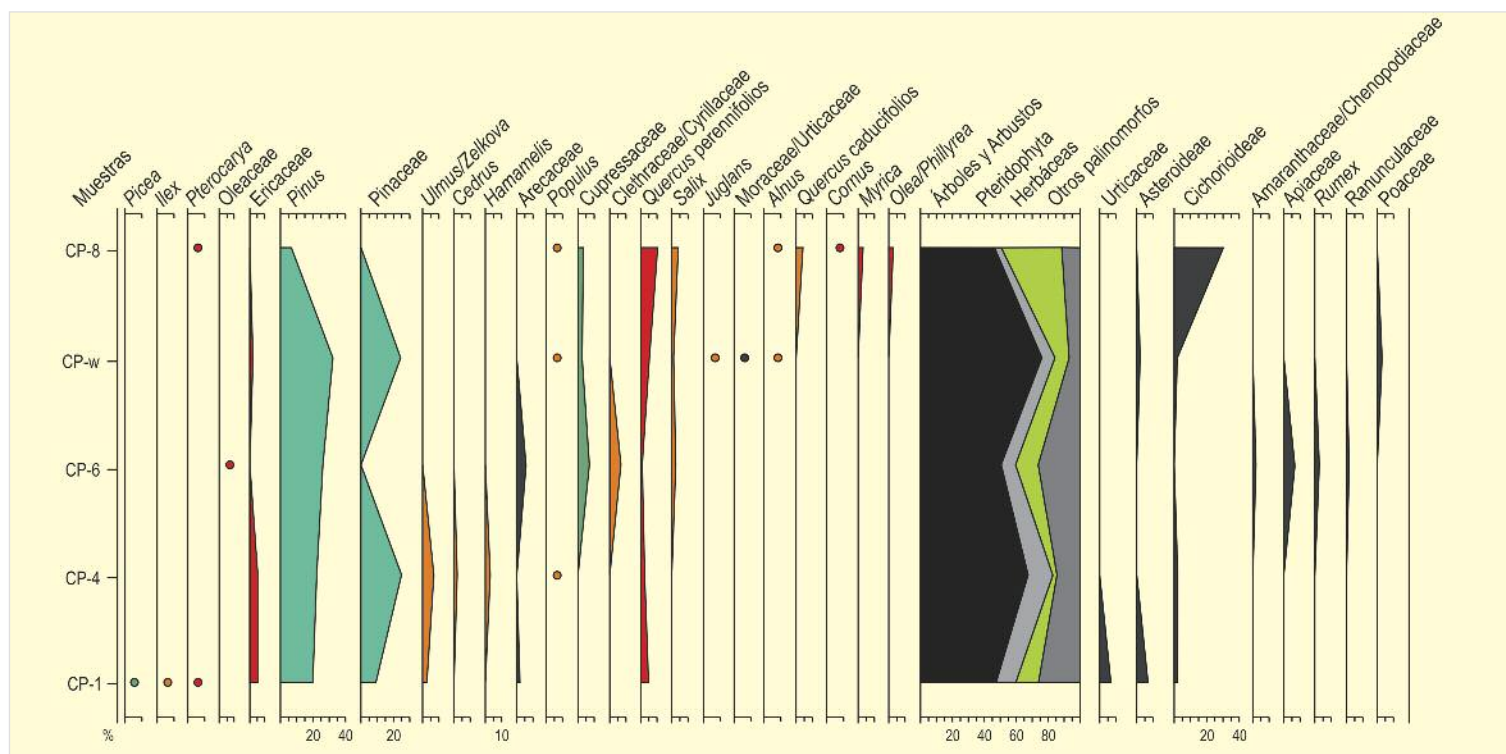


Figura 824. Diagrama polínico del yacimiento de Casa del Pino (Bonares). Modificado de Peñalba (1985)

cañaverales con árboles como *Liquidambar europaea* y taxodiáceas; en las riberas pudieron vivir sauces, chopos y *Platanus*, mientras que las zonas adyacentes estarían pobladas por lauráceas y ulmáceas. En zonas secas sin encharcamientos prolongados crecieron pinos, encinas, leguminosas de las subfamilias Caesalpinioideae y Papilionoideae, elementos de tipo mediterráneo como *Acer pseudomonspessulanum* (Fig. 823) y micrófilos como *Dicotylophyllum*, con aspecto intermedio entre distintas especies de los géneros *Zanthoxylon* y *Rhus*.

Considerando la fisionomía foliar podría inferirse un clima de carácter subtropical. El conjunto macroflorístico corrobora este carácter ya que la presencia de Taxodiaceae, *Liquidambar* y *Platanus* relaciona las comunidades ripícolas pliocenas de Andalucía con las que en la actualidad existen en zonas pantanosas del SE de Estados Unidos, donde el clima es subtropical o templado-cálido. Según Muñoz *et al.* (1999), teniendo en cuenta la edad del afloramiento, éste podría contextualizarse en el comienzo de una tendencia a la aridización general del clima, registrada en materiales de la misma edad del sur de Francia y Cataluña (Cravatte & Suc 1981, Suc & Cravatte 1982).

El líneas generales, esta macroflora es muy diferente en su composición de las del Plioceno tanto de la Cuenca Lusitana como de Cataluña (Barrón *et al.* 2003). Curiosamente, la presencia de distintos tipos de Caesalpinioideae, Fabaceae, Lauraceae y *Dicotylophyllum* relaciona la flora estudiada con la que existió durante el Mioceno Medio en Cataluña (Vicente i Castells 1988, Sanz de Siria 1994).

Por otro lado, los datos palinológicos obtenidos en la localidad de Casa del Pino, que se encuentra en las cercanías de Bonares (37°

20' 00" N, 06° 40' 33" O; 81 m s.n.m.) (Peñalba 1985, Valle-Hernández & Peñalba 1987) ratifican parcialmente los datos sobre vegetación extrapolados a partir de estos macrorrestos. Las asociaciones palinológicas inferidas indican una vegetación mixta determinada por taxones de tipo subtropical como *Nyssa*, *Platycarya* y Sapotaceae, y de tipo templado como *Juglans*, *Quercus* y *Fraxinus*. En la región se desarrollaron bosques asociados a zonas pantanosas caracterizados por *Alnus*, Taxodiaceae, Clethraceae, Cyrillaceae, *Nyssa*, Sapotaceae o *Myrica*. En orillas y en lugares con elevado nivel freático debieron desarrollarse formaciones ribereñas con *Populus*, *Salix*, *Fraxinus* y Ulmaceae. Es importante resaltar una notable diversidad de helechos.

Por otra parte, en sitios con menor humedad edáfica, fuera ya de la influencia pantanosa, se desarrolló una vegetación caracterizada por pinares. A techo de la sucesión, estos fueron sustituidos por estepas de Asteraceae con bosquetes de quercíneas en donde se integraron taxones típicos de una flora mediterránea como *Quercus ilex-coccifera*, *Olea-Phillyrea* y *Vitis*.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en el Plioceno catalán, no se observan grandes diferencias. La vegetación de esta zona estaba caracterizada por un bosque denso de taxones termófilos que se encontraba muy cercano a zonas encharcadas y un conjunto de taxones de tipo mediterráneo que vivirían en zonas más secas.

Más información

Barrón *et al.* (2003)

ALFAIX

Río Aguas, Turre, Almería

Pleistoceno medio-superior (169.200-54.700 años BP)



Figura 825. Vista de la sección de travertinos analizados en Alfaix

La secuencia de Alfaix (37° 08' 41" N, 01° 56' 39" O; 105 m s.n.m.) forma parte del encaje del río Aguas (Almería) y está compuesta básicamente por tobas calcáreas (travertinos). La

vegetación actual se corresponde con lo que se ha descrito como *Mayteno-Periplocetum angustifoliae* y *Chamaeropo-Rhamnetum lycioidis*, es decir, un matorral xerotérmico propio del sureste se-

Nº Lab.	Muestra	Años BP
6197	Ag-620.2	54.779 ± 1778
4396	Ag-481.2	56.473 ± 1302
4296	Ag-481.3	64.276 ± 1852
5997	Ag-620.5	68.954 ± 1719
6097	Ag-620.4	69.012 ± 2304
5897	Ag-620.9	71.896 ± 1768
6397	Ag-620.10b	88.730 ± 3954
6297	Ag-620.10a	94.007 ± 4565
6697	Ag-481.10	148.302 ± 8286
1597	Ag-481.8	167.499 ± 6824
1697	Ag-481.9	169.285 ± 8921

Tabla 199. Dataciones por uranio-torio de la secuencia de Alfaix (Almería), realizadas en el Instituto de Ciencias de la Tierra Jaime Almera (CSIC, Barcelona)



Figura 826. Detalle de las distintas facies que integran la secuencia de travertinos

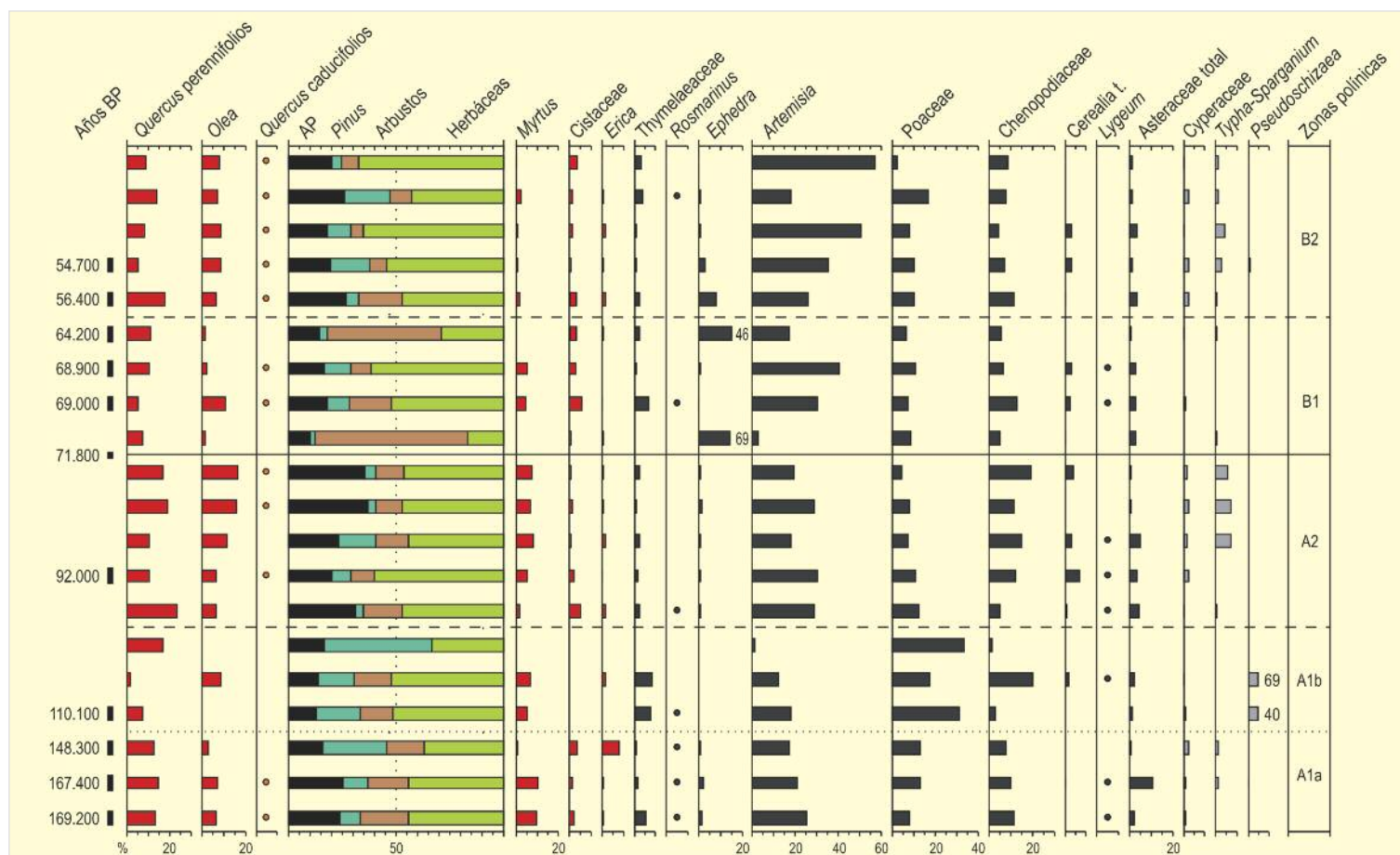


Figura 827. Diagrama polínico de los travertinos de Alfaix. Redibujado de Schulte *et al.* (2008)

miárido español. La precipitación anual media es de 250 mm y la temperatura media anual de 18 °C, dándose una sequía estival muy notoria.

La palinología de esta secuencia nos da una idea episódica de la evolución de la vegetación durante los últimos 170.000 años (Schulte *et al.* 2008). En general, los espectros polínicos indican el dominio de arbustos y plantas herbáceas, sugiriendo que el clima en esta región ha sido desfavorable para la formación de bosques durante buena parte del Pleistoceno.

Se observan cinco zonas polínicas principales (Fig. 827). La inferior, zona A1a, correspondiendo a la fase glacial OIS 6 del final del Pleistoceno medio, se caracteriza por una baja concentración polínica y escasez de árboles, dominando *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra*, *Lygeum* y *Asteraceae*, entre otros. La zona A1b también se caracteriza por bajos porcentajes de AP y el incremento de *Poaceae*. *Pseudoschizaea* alcanza altos porcentajes, lo cual podría indicar una fase de escorrenría superficial y erosión local. Esta zona se correspondería con el subestadio OIS 5d, fase de clima fresco del último interglacial.

La zona A2 corresponde a las últimas fases del OIS 5 y se caracteriza por un aumento en la masa arbórea, dominando *Quercus perennifolios* y *Olea-Phillyrea*, así como por la presencia de *Quercus caducifolios* y árboles de ribera. Estos rasgos se combinan con la permanencia de xerófitos (*Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Lygeum*).

Durante el Pleniglacial o fase isotópica OIS 4, la zona polínica B1 responde a un descenso de polen arbóreo y a la expansión de taxones arbustivos. El paisaje es un mosaico de tipo maquia que incluye estepas de carácter mediterráneo. Finalmente, la zona B2, correspondiente ya al OIS 3, se caracteriza por bajos porcentajes de árboles y arbustos, junto con un incremento de *Artemisia*. Localmente, se produce un incremento de *Typha* y *Sparganium* que podría corresponder con el desarrollo de humedales en el área de captación polínica.

Más información

Schulte *et al.* (2008)

CUEVA DE LA CARIHUELA

Monte del Castillo de Piñar, Granada

Pleistoceno superior-Holoceno (117.000-1250 años BP)

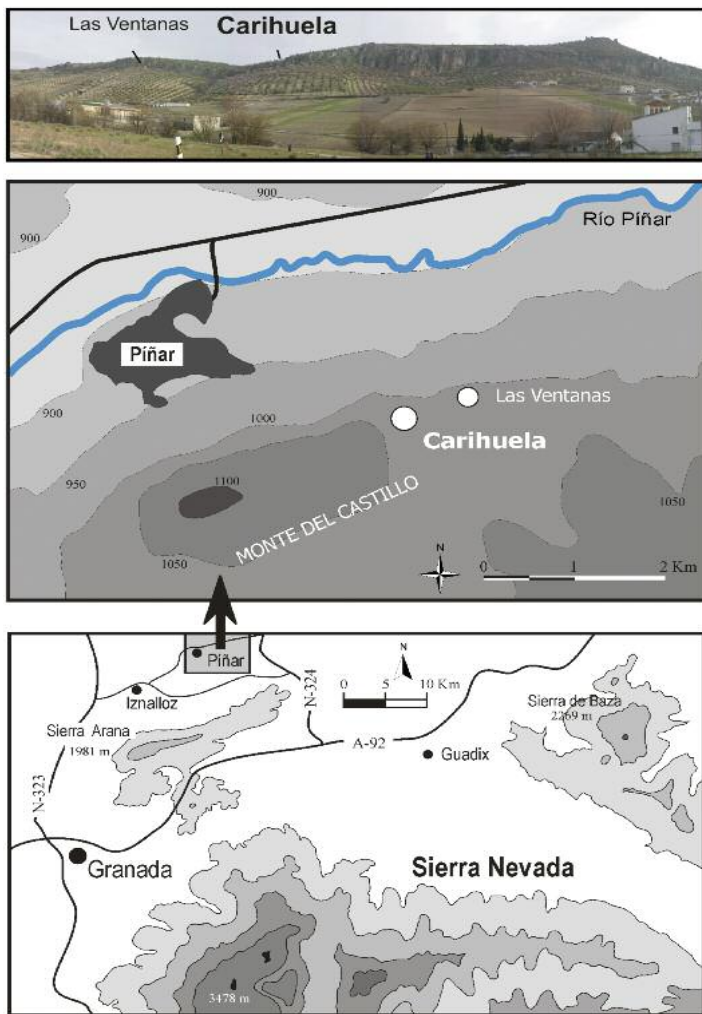


Figura 828. Localización de las cuevas de la Carihuela y las Ventanas

La Cueva de la Carihuela se localiza en la cara septentrional del Monte del Castillo a $37^{\circ} 26' 22''$ N, $03^{\circ} 26' 12''$ O y a 1020 m s.n.m., junto a la localidad granadina de Piñar, a unos 45 km al noroeste de la ciudad de Granada (Figs. 828 y 829). Está situada en la cara norte de las montañas de la Sierra de Arana, en el valle del río Piñar, siendo sólo una de las varias cavernas ubicadas en la zona próxima a la Cueva de las Ventanas. Próxima al yacimiento se sitúa la estación meteorológica de Iznalloz (850 m s.n.m.) que registra una temperatura media anual de $12,7^{\circ}\text{C}$ y unas precipitaciones anuales de 574 mm, lo que da un carácter continental mediterráneo a este territorio, situándolo dentro del piso mesomediterráneo superior,



Figura 829. Entrada de la Cueva de la Carihuela

bajo un ombroclima seco medio, con cierta influencia del cercano piso supramediterráneo.

El paisaje actual muestra una vegetación en avanzado estado de degradación, especialmente debido al cultivo intensivo de los suelos más profundos (almendros, viñedos, choperas y cereal), al pastoreo y a las talas, que han transformado notablemente las áreas con pendientes más pronunciadas (Carrión 1990). Todo ello se traduce en la escasez de comunidades vegetales arbóreas, reducidas a bosques adeshados de carrascales (*Quercus rotundifolia*), formaciones fragmentadas de bosques galería con robles (*Q. faginea*) así como bosques mixtos de pino (*Pinus halepensis*) con roble en las zonas más elevadas (Sierra Arana). Por encima de 1600-1800 m encontramos pinares de *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*.

La caverna tiene tres entradas orientadas hacia el norte, con un conjunto de galerías dispuestas en dirección norte-sur y noroeste-suroeste de unos 300 m de longitud, de los que sólo el primer tercio ha sido explorado arqueológicamente (Vega-Toscano 1988). Las excavaciones llevadas a cabo en su interior han modificado esencialmente el relleno de las cámaras y la parte exterior de la caverna (área exterior -AE-). De las 5 cámaras (Fig. 830), la cámara III (CIII) es la más grande y mejor estudiada, sirviendo como base a la mayor parte de las investigaciones arqueológicas, paleontológicas, sedimentológicas y palinológicas precedentes. Dicha cámara se conecta al este por el corredor que conduce a las cámaras II y I (CII y CI), vestigios de dos antiguas galerías paralelas; mientras que al sur se conecta con la cámara IV (CIV) que continúa con una gran apertura a la cámara V (CV). Esta última presenta una chimenea que ilumina un gran potencial de sedimentos todavía sin excavar arqueológicamente.

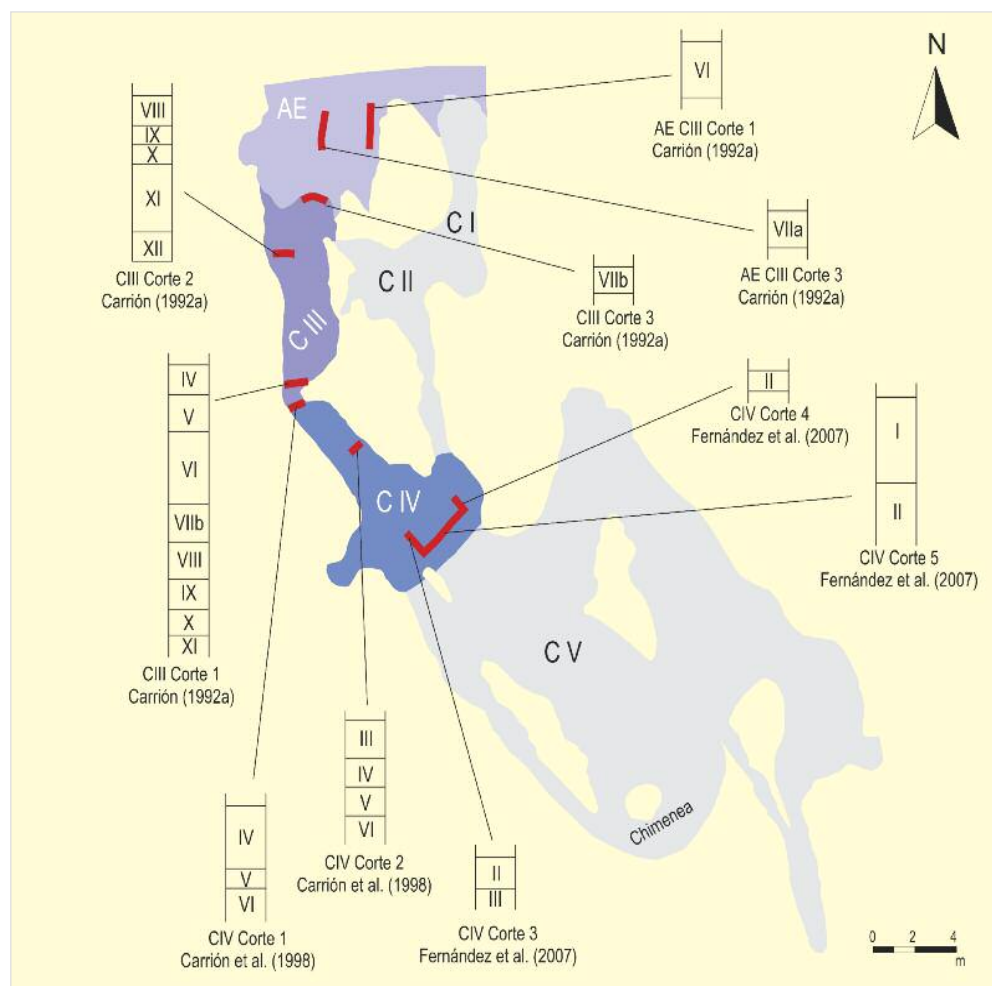


Figura 830. Planta de la Cueva de la Carihuela mostrando la situación de las cámaras principales, perfiles y unidades litoestratigráficas estudiadas palinológicamente. Modificado de Fernández *et al.* (2007)

Reg. Lab.	Cámara/Sección	Unidades	Años BP	Años cal. BP	Arqueología	Materiales	Método
Beta-141048	CIV 5	I-1	1250 ± 60	1190	<i>H. sapiens</i>	orgánico	convencional
Beta-141049	CIV 5	I-1	5470 ± 90	6250	Neolítico / <i>H. sapiens</i>	orgánico	convencional
Pta-9162	CIV 5	I-5	5690 ± 30	6470	Neolítico / <i>H. sapiens</i>	orgánico	convencional
Pta-9163	CIV 5	II-2	6260 ± 20	7210	Neolítico / <i>H. sapiens</i>	orgánico	convencional
Beta-141050	CIV 4	II-4	6910 ± 70	7760	-	orgánico	convencional
Pta-9166	CIV 4	II-5	7700 ± 90	8500	-	orgánico	convencional
Pta-9165	CIV 3	II-6	8130 ± 100	9070	-	orgánico	convencional
* Beta-74380	CIV 2	III	12.320 ± 60	14.480	Final del Paleolítico / <i>H. sapiens</i>	orgánico	AMS
Pta-7892	CIV 3	III	15.700 ± 220	18.890	Paleolítico superior / <i>H. sapiens</i>	orgánico	convencional
Pta-8745	CIII 1	Superior V	21.430 ± 130	25.460	Musteriense / Neandertal	orgánico	convencional
Pta-8746	CIII 1	Intermedia V	25.850 ± 180	30.780	Musteriense / Neandertal	orgánico	convencional
Pta-8733	CIII 1	Basal V	28.440 ± 240	32.870	Musteriense / Neandertal	orgánico	convencional
* Beta-74381	CIII AE 1	Basal VI	45.200 ± 1270	-	Musteriense / Neandertal	orgánico	AMS
* UAB	CIII AE 3	VIIa	117.000 ± 41.000	-	-	brecha	²³⁰ Th/ ²³⁴ U

Tabla 200. Datos de radiocarbono para las cámaras CIII, CIII AE y CIV, y de U/Th para la cámara CIII. Contextos arqueológicos, paleoantropológicos, litológicos y palinoestratigráficos de Carrión *et al.* (1998)*. Modificado de Fernández *et al.* (2007)



Figura 831. Corte de lco de la cámara CIII y detalle de la toma de muestras del mismo en el año 1992 por JS. Carrión

Las primeras excavaciones arqueológicas fueron realizadas por Spahni entre los años 1954-1955, aunque nunca se publicaron los resultados de estos niveles paleolíticos. Entre 1959-1960 Pellicer estudia los niveles holocenos de la cámara CIV, describiendo el gran potencial en industria neolítica y del Bronce. Entre 1969-1971, se realizaron tres campañas en el AE y las cámaras CIII y CIV, llevadas a cabo por Irwin y Fryxell de la Washington State University (WSU) y Almagro de la Universidad Complutense de Madrid (Almagro *et al.* 1970, Garralda 1970). Finalmente entre 1979-1992 se desarrolla un proyecto multidisciplinar dirigido por Gerardo Vega-Toscano, de la Universidad Complutense de Madrid, describiéndose 12 unidades litoestratigráficas en el relleno de la cueva, conjunto compuesto por las Unidades XII-III del Pleistoceno y las Unidades II-I del Holoceno (Vega-Toscano *et al.* 1988). Las Unidades XII-V son típicas del Musteriense. La Unidad III contiene herramientas del Paleolítico superior, mientras que las Unidades II y I son principalmente neolíticas, con materiales de la Edad de Bronce en la parte superior de la Unidad I. Finalmente, los restos humanos en las Unidades VIII, VI, V, y los niveles inferiores de la Unidad IV son atribuibles a los neandertales (fragmentos de huesos parietales y frontales, ambos de adultos y niños), con dataciones entre 30.780-25.460 años cal. BP. Las Unidades III-I y partes más altas de la Unidad IV presentan restos óseos de hombre moderno (incluyendo fragmentos de cráneo y tibia) durante el Pleistoceno y una diversidad de enterramientos individuales y colectivos en los niveles del Neolítico y la Edad de Bronce (Fig. 833).

Los primeros estudios palinológicos fueron realizados por Carrión (1990, 1992a) que trabajó con sedimentos de cinco secciones estratigráficas, de las cámaras CIII y AE, que cubrían las unidades XII-IV, siendo estériles la XII y los niveles inferiores de la XI (Fig. 830). El espectro polínico mostró cambios de la vegetación a escala milenaria, representados fundamentalmente por *Pinus*, *Poaceae* y *Artemisia*, mostrando cambios en las formaciones vegetales del Pleistoceno superior entre bosques de *Pinus* y taxones mesotermófilos, así como herbáceas que sugieren condiciones ambientales más frías (Fig. 832).

Posteriormente Carrión *et al.* (1998) presentan dos nuevos diagramas polínicos completando el Pleistoceno, abarcando el intervalo entre el último Interglacial y el Tardiglacial. Se estudian dos perfiles de la CIV cubriendo las unidades VI-III, aunque fue necesario reconsiderar la unidad VIIa, dominada por robles, y mover de Interpleniglacial a Interglacial, en base a los datos de Th/U en torno a 117.000 años BP (Tabla 200). Así en la estratigrafía polínica (Fig. 832), *Quercus* y *Olea* dominan el Interglacial, en la fase prewümiense con alternancia episódica de bosques a estepas. Los grandes picos de elementos esteparios (*Artemisia*) junto a la desaparición de termófilos muestran los dos máximos pleniglaciales; y en torno a 45.200 años BP dominan bosques de *Pinus* junto a taxones mesotermófilos de forma puntual. Una pronta colonización de *Quercus* con espacios abiertos de sabinas, nos indica el final del Último Máximo Glacial (Fernández *et al.* 2007).

Los estudios realizados por Fernández *et al.* (2007) en tres secciones estratigráficas de la cámara CIV (unidades III-I, Fig. 830), muestran una nueva secuencia polínica cuyos datos de radiocarbono la sitúan desde el Último Máximo Glacial hasta el Holoceno solapándose con los estudios de Carrión (1992a) y Carrión *et al.* (1998), y completándose por tanto, el estudio paleoambiental de Carihuela desde el Eemiense hasta el último milenio (Fig. 832). El registro polínico viene marcado por bosques mixtos de robles con una gran diversidad en árboles y matorral (*Quercus*, Poaceae, Asteraceae y en menor medida *Pinus*, *Juniperus*, *Artemisia*, Lamiaceae, *Helianthemum* y Pteridophyta) y con un decrecimiento en torno a 6250 años cal. BP, sincrónicamente a una expansión de xerófitos e indicadores antropogénicos. En comparación con las otras secuencias, los valores de *Quercus* son muy altos respecto a *Pinus*, *Artemisia* y *Ephedra* que son generalmente muy bajos. Además aparecen elementos indicadores de actividades agrícolas, tales como *Vitis*, *Polygonum aviculare* y Cerealia.

El establecimiento de zonas polínicas se ha llevado a cabo tomando como contexto la diacronía producida por Vega-Toscano (1988), la cual marca el orden en la deposición de los estratos y su correlación, comenzando por los cortes abiertos originalmente en la CIII y finalizando en la transición entre las cámaras IV y V, ya que no se dispone de un modelo cronológico alternativo. Por ello, la única modificación real hecha al esquema de Vega-Toscano (1988) afecta a la subunidad VIIa, y por tanto, la antigua zona polínica R (Carrión 1992a), la cual debe ser situada en la base de la secuencia como Zona 1, de acuerdo con los datos radiocronológicos por Th/U, indicados anteriormente. Así, con Fernández *et al.* (2007) se crea una nueva nomenclatura para la zonación, que va desde la zona 1 a la 22 y es la utilizada para la descripción de las siguientes zonas polínicas (Fig. 832):

La zona 1 fue obtenida a partir del análisis polínico de niveles encontrados, por lo que el origen de los espectros polínicos no sólo es

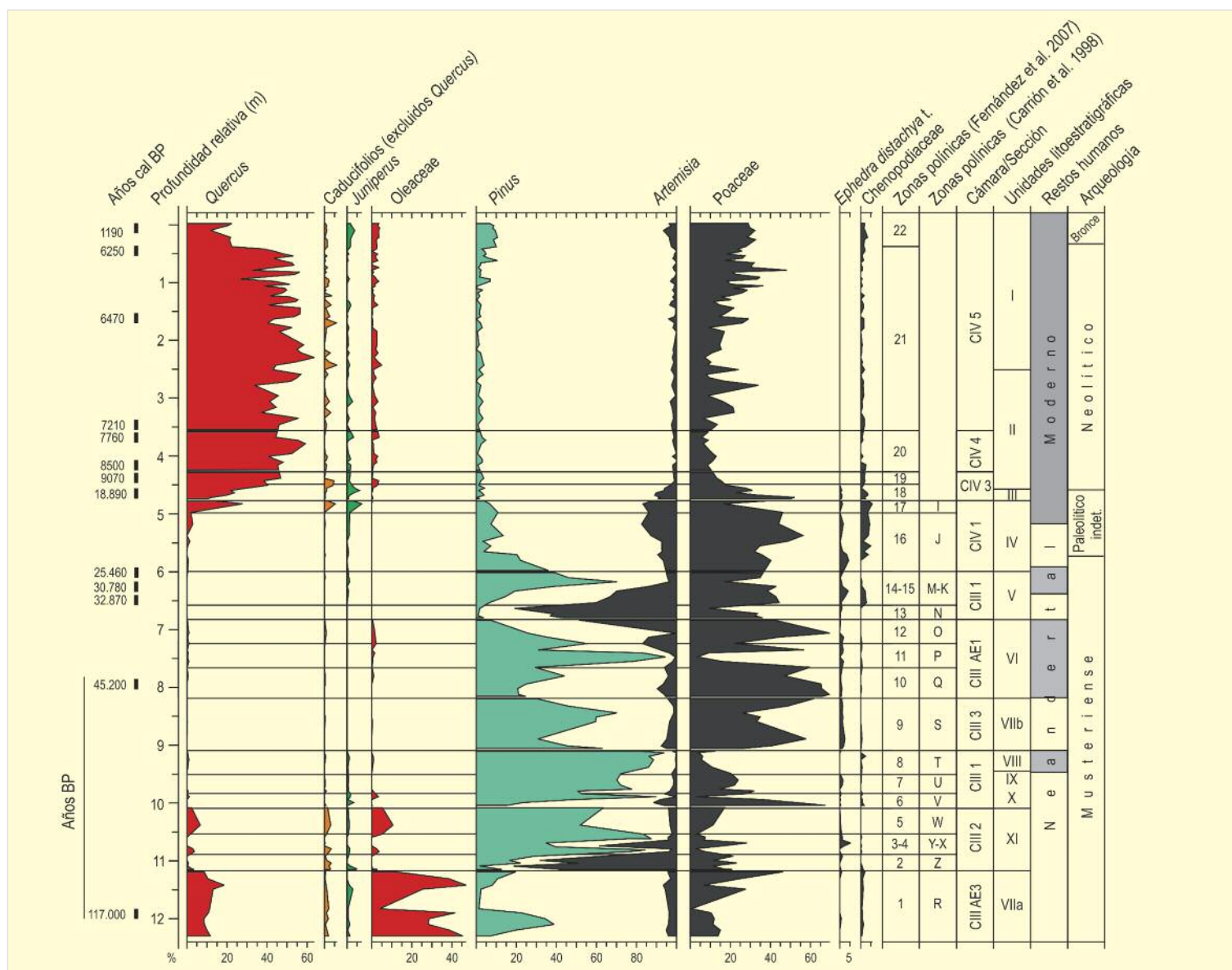


Figura 832. Diagrama polínico sintético de la Cueva de la Carihuela. Modificado de Fernández *et al.* (2007)

exclusivo del relacionado con el viento y el arrastre de materiales sedimentarios exógenos, sino también de las aguas infiltradas a través de las grietas. El cortejo florístico general indica, en torno a 117.000 años BP, la presencia de un bosque esclerófilo abierto de *Quercus* perennifolios con numerosos arbustos mediterráneos como *Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Myrtus*, *Rhamnus*, *Cistus*, ericáceas, leguminosas y rosáceas; mostrándose durante toda la zona *Quercus* caducifolios, *Alnus*, *Ulmus*, *Juglans* y *Juniperus*. Se produce una reducción general de los valores de *Pinus* y Poaceae, elevándose de manera extraordinaria la variabilidad de AP y NAP.

En la zona 2 se desarrolla una vegetación muy abierta, de carácter estepario, dominada por *Artemisia* (44-82%), presentándose asimismo un pastizal disperso con gramíneas y otros elementos florísticos como *Ephedra* cf. *distachya-nebrodensis*, *Plantago*, quenopodiáceas, crucíferas, rubiáceas, asteráceas, etc. Por los bajos porcentajes de pino en el espectro polínico, es muy probable que éste no formara parte del paisaje vegetal inmediato del momento, pudiendo tratarse de aportes lejanos. *Alnus*, *Juniperus* y *Betula* se presentan puntualmente en toda la zona y los tipos *Quercus* perennifolios, *Q.* caducifolios, *Phillyrea* y *Buxus* aparecen frecuentemente. Del grupo NAP sólo resalta la presencia de *Plantago lanceolata*, *Ephedra distachya*, Chenopodiaceae, Rubiaceae y Brassicaceae. Los espectros polínicos de la zona 3 sugieren una fase interestadial en la que parece haber tenido lugar un recalentamiento del clima asociado a un aumento en las disponibilidades de agua. Así, a la rápida expansión de *Pinus* y AP, se unen frecuencias importantes de *Quercus* perennifolios, *Olea europaea* y otros taxones mesotermófilos (*Quercus* caducifolios, *Alnus*, *Betula*, *Juglans*, *Phillyrea*, Ericaceae y *Juniperus*).

El paisaje en la zona 4 vuelve a estar dominado por *Artemisia* y gramíneas, indicando un retorno a las condiciones esteparias de la zona 2, sin embargo, ahora parecen presentarse algunos pinos dispersos. La práctica desaparición de elementos mesotermófilos (*Olea*, *Phillyrea*, *Juglans* y *Alnus*) indica un periodo de aridez y condiciones frías. El espectro polínico de la zona 5 muestra una aproximación al típico bosque aciculifolio con un empobrecimiento en arbustos y un aumento de la superficie ocupada por el pastizal, con un desfase temporal entre los valores máximos de *Pinus* y *Quercus* y un incremento generalizado de *Pinus* y *Olea* con un decrecimiento de *Artemisia*.

En la zona 6, el paisaje viene inicialmente definido por un pastizal con pinos dispersos, con una gran variación interna y opuesta entre ellos. Dentro de AP, *Pinus* disminuye en porcentaje y se hace notar la presencia de *Quercus*, *Alnus*, *Juglans*, *Salix*, *Phillyrea*, *Olea*, *Buxus* y *Juniperus* en la parte inicial; si bien después desaparecen todos ellos excepto *Juniperus* y *Buxus*, finalmente reaparecen *Quercus* perennifolios y *Betula*. Las gramíneas son ahora el componente herbáceo predominante, mientras que *Artemisia* llega incluso a desaparecer, si bien sigue siendo frecuente en los primeros episodios.

En la zona 7, el paisaje podría mostrar un mosaico caracterizado por tipos de vegetación que irían desde un bosque heliófilo de *Pinus* (65-75%), hasta zonas claramente esteparias ocupadas por gramíneas

con algunas matas de *Artemisia* en las zonas limítrofes o más expuestas, donde, además, crecerían *Centaurea*, *Ephedra* cf. *distachya*, quenopodiáceas, plantagináceas, crucíferas y urticáceas, entre otras, y donde las asteráceas laticíferas lograrían mayor peso relativo. Desaparecen tipos arbóreos como *Quercus*, *Olea*, *Phillyrea* y Ericaceae. A partir de la zona 8, diríamos que estamos de nuevo ante un paisaje boscoso de matriz interestadial, con una cubierta arbórea de *Pinus* importante, especialmente en los momentos finales (85-93%), acompañado de una mayor diversidad de AP. *Quercus* y *Juniperus* son constantes, *Betula*, *Juglans*, *Olea*, *Phillyrea* y Ericaceae aparecen ocasionalmente; *Corylus* y *Lonicera* lo hacen por vez primera. El ascenso de AP afecta a las gramíneas, que descienden significativamente junto con *Artemisia*. Sin embargo, durante la mayor parte del período que cubre la zona 9, el paisaje debió ofrecer el aspecto de una estepa graminoide salpicada por *Pinus* y, como sucedía en la zona 6, ambos tipos polínicos exhiben oscilaciones de signo contrario. *Pinus* es el único representante arbóreo por la desaparición eventual de termófilos. Desde el punto de vista climático, parecen instalarse definitivamente unas condiciones que podrían catalogarse como pleniglaciales, características de una pulsación fría; al mismo tiempo, la asociación de las gramíneas con *Ephedra* y *Plantago* podría indicar otro desecamiento climático muy acentuado, si bien, a diferencia de la zona 6, los pólenes de asteráceas son relativamente escasos. Una pequeña progresión a partir de refugios cercanos posiblemente permitió la reaparición de *Quercus*, *Betula*, *Corylus*, *Phillyrea* y *Juniperus* al final de la zona.

En la zona 10, en torno a 45.200 años BP, continuamos con praderas dominadas por las gramíneas con algunos grupos de pinos aislados cuyo descenso se corresponde a incrementos de Poaceae. Durante la zona polínica 11, se instala un bosque cerrado de *Pinus*, que alcanza un 93% de máximo, con elementos mesotermófilos (*Olea*, *Quercus*, *Phillyrea* y *Corylus*). La expansión del pastizal con árboles dispersos (mesotermófilos y *Pinus*) es el paisaje que caracteriza la zona polínica 12; se produce un nuevo descenso de *Pinus* frente a un aumento de las gramíneas y *Artemisia*, con ciertas oscilaciones internas entre ellos. El paisaje sigue siendo muy abierto, en la zona 13, pero con una vegetación dominada por *Artemisia* que sustituye rápidamente a las gramíneas.

Coincidiendo con los últimos restos óseos de hombre de Neandertal encontrados en Carihuela en las zonas polínicas 14-15 (32.870-25.460 años cal. BP) los espacios abiertos son progresivamente repoblados por *Pinus*, junto al retorno de elementos como los quejigos, los sauces, el boj y otros caméfitos. Una estepa de gramíneas con bojas, acompañada de pinos y *Juniperus* dispersos muestran el paisaje de la zona 16. Esta zona puede indicar la continuación de las condiciones pleniglaciales que habían comenzado en la Unidad V. Está claramente dominada por el polen de gramíneas con abundancia de *Artemisia* y escasez de pino.

La zona 17 corresponde a la etapa de inicio de colonización arbórea, la cual culminará en las zonas 18-19. Es sobre todo digno de consideración el aumento de polen de *Quercus*, *Fraxinus*, *Juniperus* y *Genista* junto a la presencia de *Betula*, *Alnus*, *Acer*, *Pistacia* y *Cistus*,

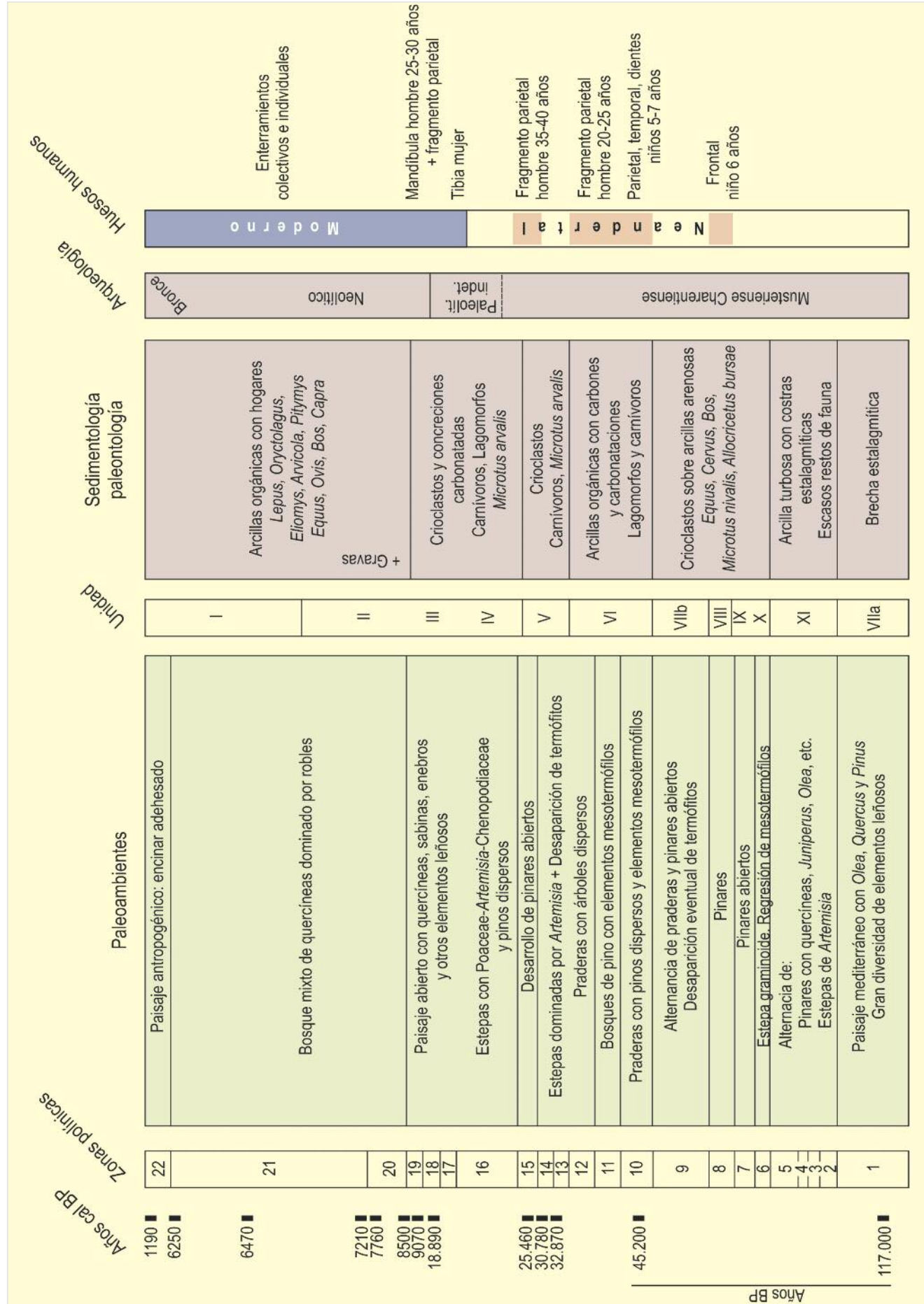


Figura 833. Relación topográfica y posición aproximada del muestreo palinológico de los cortes del fondo sur de la Cámara CIV de Carihuela. Modificado de Fernández (2007)

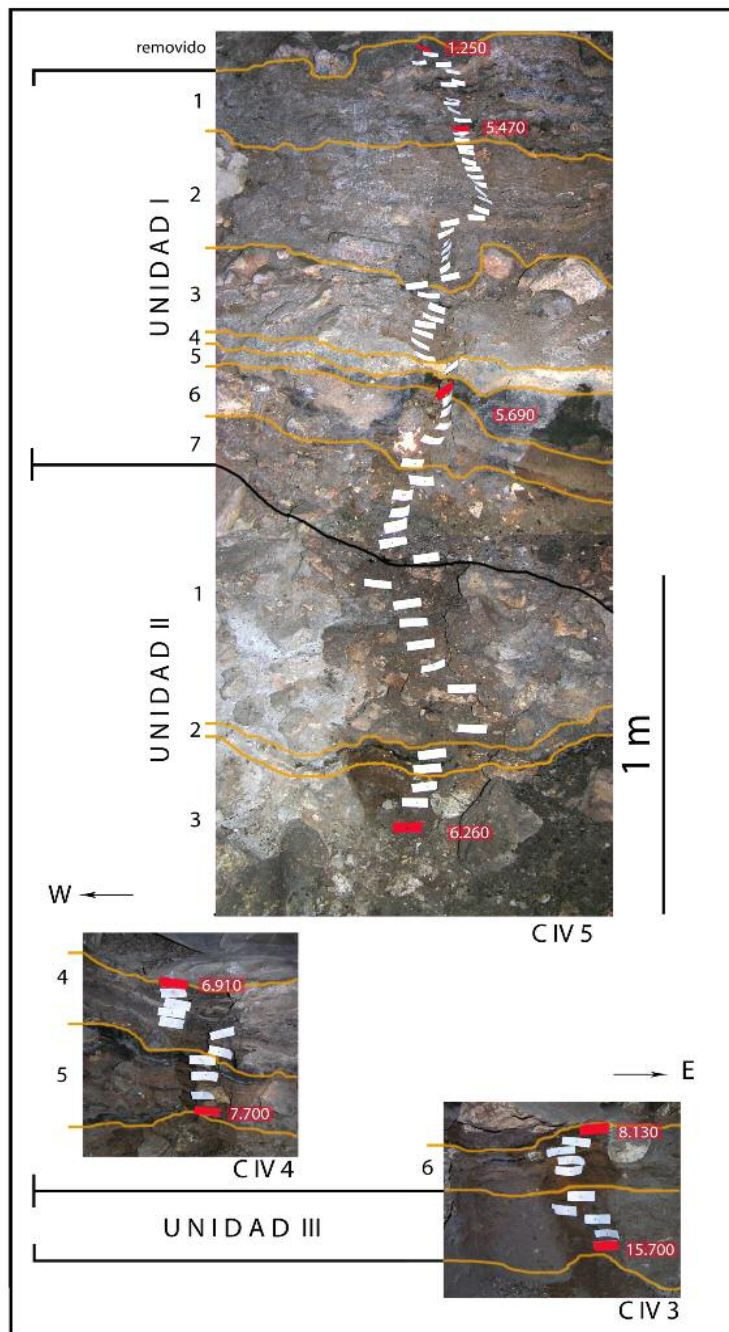


Figura 834. Carihuela, Cámara IV Holoceno, Corte Pellicer. Redibujado de Fernández (2005)

y las de *Artemisia*, *Ephedra distachya* y *Chenopodiaceae*; lo que sugiere el comienzo del Tardiglacial en Carihuela, el cual ha sido datado en Padul alrededor de 15.200 años BP (Pons & Reille 1988). Para la biozona 18, la edad 18.890 años cal. BP confirma una cronología entre Pleniglacial superior y Tardiglacial. Se trata de un paisaje predominantemente abierto, aunque salpicado por una buena diversidad de árboles y arbustos (*Pinus*, *Quercus* caducifolios y perennifolios, *Juniperus*, *Erica*, etc.). En el sustrato herbáceo, las gramíneas

disminuyen drásticamente y, en menor medida *Artemisia*, con una vegetación freatófita probablemente asociada al río Píñar y barrancos adyacentes.

Los sedimentos más arcillosos y menos concrecionados marcan el comienzo del Holoceno en la zona polínica 19, datada en torno a 9070 años cal. BP. Supone una importante regresión de los sabinars y/o enebrales que se habían extendido durante el Tardiglacial. Cabe inferir en principio la existencia de un bosque mixto local dominado por especies de *Quercus* mayormente caducifolios, presencia sostenida de avellanos, abedules, fresnos, castaños, nogales, sauces, brezos y elementos termófilos (*Pistacia*, *Phillyrea*, *Rhamnus*, *Olea*, *Cistus* y *Viburnum*). La abundancia de heliófitos como *Asphodelus*, labiadas, compuestas y gramíneas indica en gran medida la presencia de un bosque abierto, o bien bosques monoespecíficos en diferentes biotopos.

Entre 8500 y 7760 años cal. BP, la zona polínica 20 muestra una paleovegetación similar a la anterior, sin embargo, la situación es claramente más forestal, formada por un bosque mixto de *Quercus* con dominancia de *Q. caducifolio*, mientras que *Pinus* casi desaparece de la zona junto a *Juniperus*. Desaparecen caducifolios como *Fraxinus* y *Salix* mientras que de forma puntual se presentan *Castanea*, *Juglans*, *Ulmus*, *Corylus*, *Betula* y *Alnus* y elementos termófilos (*Ericaceae*, *Rhamnus*, *Pistacia* y *Phillyrea*, *Olea* y *Cistus*). La zona 21 es similar a las dos anteriores, destacándose únicamente una mayor abundancia general de gramíneas y, localmente, un incremento en los helechos, probablemente en las proximidades de la caverna.

La zona 22 viene caracterizada por un paisaje antropogénico en torno a 5470-1250 años BP, el cual sigue dominado por el polen de *Quercus*. Sin embargo, la cobertura arbórea disminuye, alcanzando valores similares a los de la zona tardiglacial. Se manifiesta una regresión importante de mesófilos, muy especialmente de robles, sin olvidar la desaparición del avellano, el abedul, el mirto y el boj; mientras, se constata la presencia puntual de *Alnus*, *Fraxinus*, *Castanea* y *Ulmus*. *Juglans* aumenta sus porcentajes y coetáneamente se incrementa algo la presencia de *Pinus* y *Juniperus*. El descenso de *Quercus* perennifolios es menos acusado, manteniéndose los valores del resto de componentes termófilos. Los altos porcentajes de las gramíneas se estabilizan y se aprecia una mayor presencia de otros elementos herbáceos y arbustivos (*Artemisia* y labiadas) así como la aparición al final del Neolítico de indicadores de agriculturización como *Plantago*, *Polygonum aviculare*, *Cerealia* y *Vitis*.

Más información

Carrión (1990, 1992a), Carrión *et al.* (1998, 1999), Fernández (2005), Fernández *et al.* (2007)

PADUL

Valle de Lecrín, Padul, Granada

Pleistoceno superior-Holoceno (>54.000 años BP-5750 años cal. BP)



Figura 835. Turbera de Padul, Granada



Figura 836. Vista panorámica de la turbera de Padul inundada

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
GRN 2185	0	4980 ± 60	5750
GRN 2189	43	6360 ± 85	7290
GRN 2187	193	6750 ± 90	7610
GRN 1950	393	10.470 ± 120	160
GRN 2952	443	13.000 ± 100	15.780
GRN 2327	593	17.000 ± 145	170
GRN 2955	690	30.270 ± 450	34.500
GRN 2145	735	34.370 ± 900	39.290
GRN 850	788	32.830 ± 1200	37.670
GRN 2146	840	38.540 ± 13.000	42.770
GRN 2658	935	43.220 ± 9000	46.700
GRN 2147	1035	46.440 ± 2000	49.980
GRN 2657	1095	> 51.000	-
GRN 2630	1135	> 54.000	-

Tabla 201. Dataciones radiocarbónicas de la parte superior de la secuencia de Padul, según Florschütz *et al.* (1971)

La depresión tectónica del Padul (37° 00' 21" N, 03° 36' 43" O) se localiza a unos 22 km al sur de Granada, comprendiendo un área turbosa de unos 2,5 x 3,5 km, a unos 700 m s.n.m., que descansa a modo de altiplanicie al este de Sierra Nevada (Figs. 835 y 836). Hoy día, la turbera es objeto de una explotación de pequeña escala con fines agronómicos.

Después de los trabajos pioneros de Menéndez-Amor & Florschütz (1962, 1964), el primer estudio sistemático corre a cargo de Florschütz *et al.* (1971), quienes desarrollan un estudio palinoestratigráfico detallado que, no obstante, carece de un control cronológico seguro (Tabla 201). Por ello, tomamos como referencia en esta monografía un trabajo ulterior de Pons & Reille (1988) (Tabla 202). No obstante, cabe señalar que Florschütz *et al.* (1971) interpretan que la secuencia cubre el último ciclo climático del Cuaternario y penetra en el penúltimo (Holsteiniense y glaciación rissense) mientras que Pons & Reille (1988) correlacionan la parte basal de su registro con la zona media del último interglacial (Tabla 202).

Los sondeos Padul 2 y Padul 3 (Pons & Reille 1988) se encuentran a 50 y 70 m respectivamente del tomado por Florschütz *et al.* (1971) y han sido encuadrados cronológicamente entre los estadios isotópicos 5 y 1. En el sondeo Padul 2, la secuencia comienza

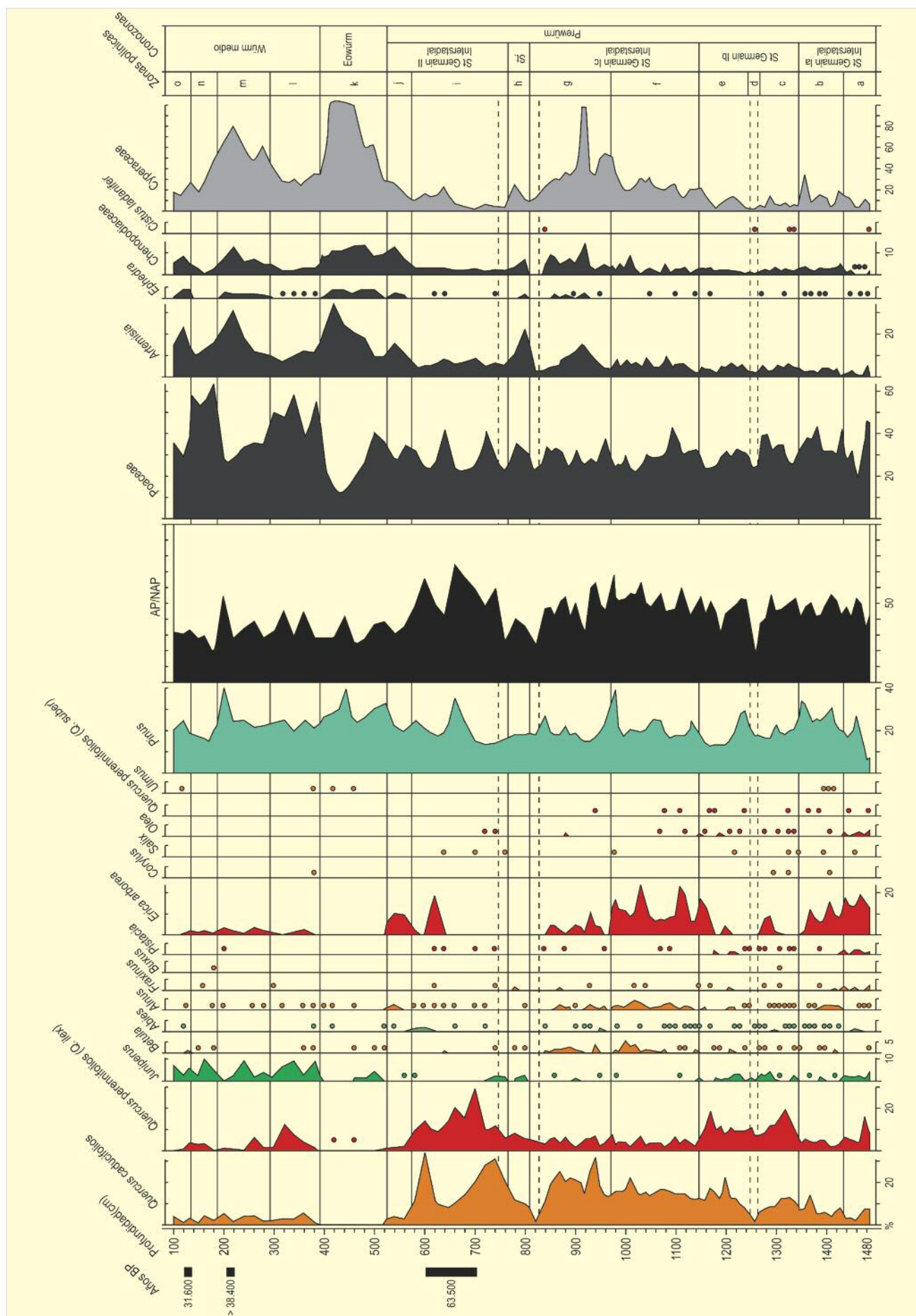


Figura 837. Diagrama polínico sintético de la secuencia de Padul 2 desde el Prewürm hasta el Würm medio. Redibujado de Pons & Reille (1988)

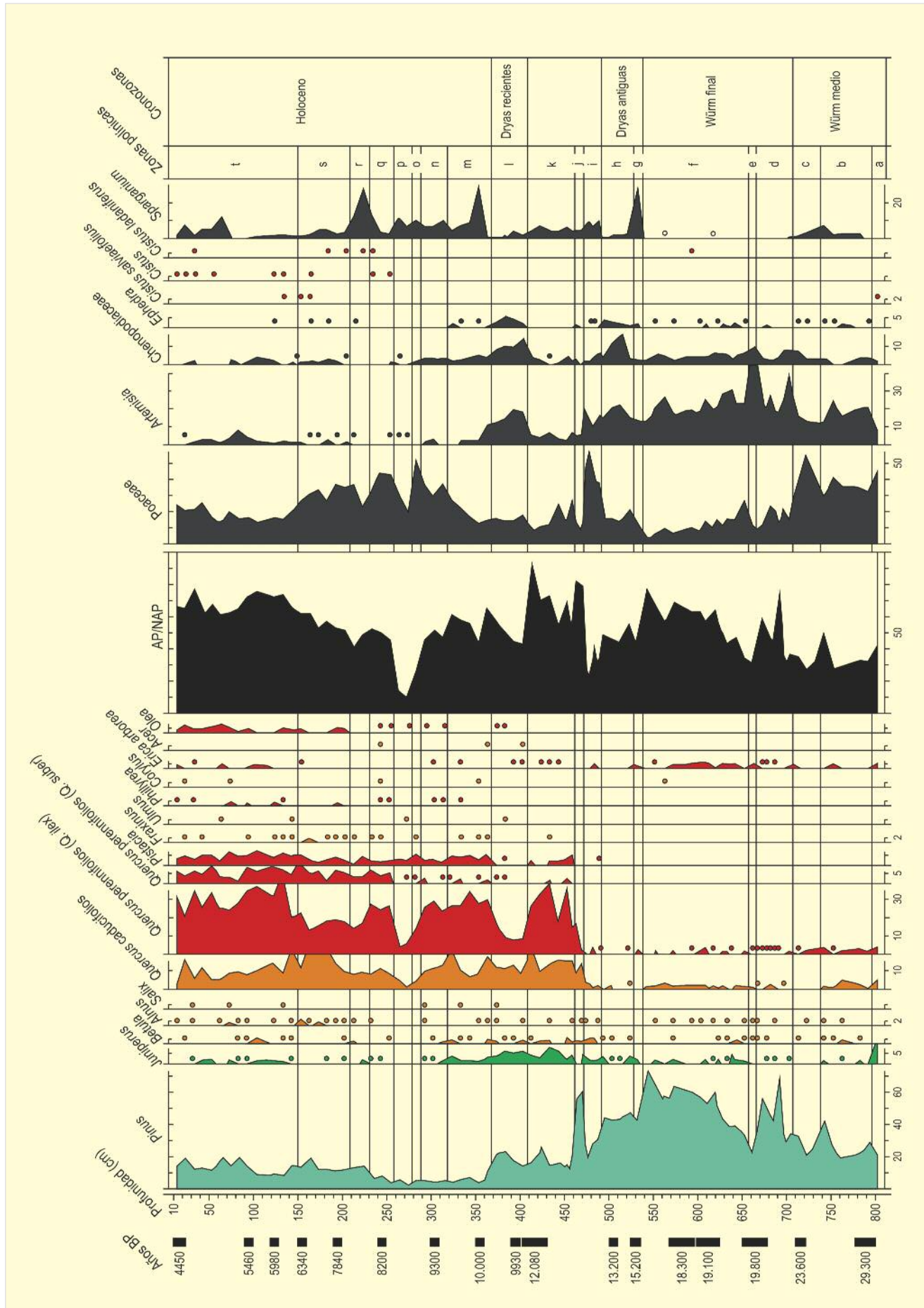


Figura 838. Diagrama polínico sintético de la secuencia de Padul 3 desde el Holoceno medio hasta el Würm medio. Redibujado de Pons & Reille (1988)

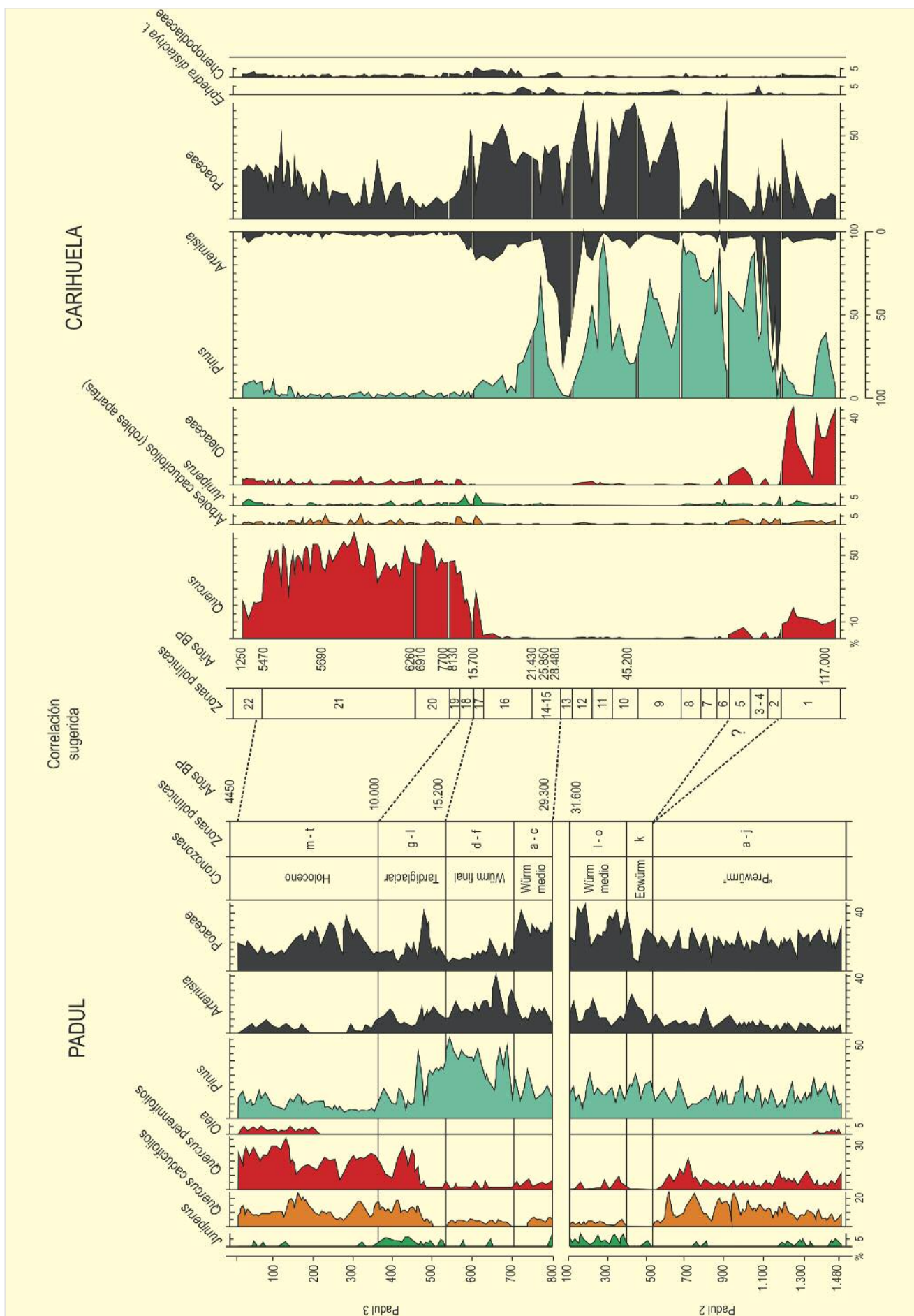


Figura 840. Correlación de las secuencias polínicas de Padul (Padul 3 arriba, Padul 2 abajo) y Carihuela, según Fernández et al. (2007)

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
Gif-6209	15	4450 ± 60	5100
Gif-6210	95	5460 ± 70	6260
Gif-6394	120	5980 ± 70	6830
Gif-6211	150	6340 ± 70	7280
Gif-6005	195	7480 ± 100	8290
Gif-6393	245	8200 ± 80	9180
Gif-6392	310	9300 ± 90	10.490
Gif-6212	355	10.000 ± 110	11.550
Gif-6006	395	9930 ± 110	11.470
Gif-6391	420	12.080 ± 180	14.190
Gif-6007	505	13.200 ± 150	16.120
Gif-6008	530	15.200 ± 180	18.300
Gif-6390	585	18.300 ± 300	21.990
Gif-6714	620	19.100 ± 160	22.980
Gif-6389	670	19.800 ± 220	23.730
Gif-6009	720	23.600 ± 500	28.590
Gif-6388	790	29.300 ± 600	33.600

Tabla 202. Dataciones radiocarbónicas de la parte superior de la secuencia de Padul, según Pons & Reille (1988)

con abundancia de *Quercus*, árboles caducifolios y elementos mediterráneos (incluyendo *Olea* y *Erica arborea*). Otros taxones relativamente frecuentes son *Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Fraxinus* y *Pistacia*. A este período, que los autores, denominan *PreWurm*, pertenecería el intervalo palinoestratigráfico comprendido entre las zonas a y j (Fig. 837). Un episodio de aridez (zona k) viene a continuación, con incremento de *Artemisia* y de *Pinus*, en detrimento de *Quercus*. A continuación, tiene lugar un incremento de *Juniperus*, *Poaceae* y *Quercus*, que es denominado *Wurm* medio por los autores y que se corresponde con las zonas l a o. Este episodio incluye una datación próxima a 32.000 años BP.

El sondeo Padul 3 comienza con una fase homóloga (zonas a-c) de la anterior y fechada en torno a 29.000 años BP (Fig. 838). A continuación, el denominado *Wurm* final, implica un incremento considerable de polen de pino. El Tardiglacial (zonas g-l) se caracteriza por fuertes oscilaciones en los espectros polínicos, pero destaca el avance general de *Juniperus*, *Betula* y sobre todo de *Quercus* (tanto caducifolios como perennifolios) con posterioridad a una fecha de 15.200 años BP (por interpolación, se obtendría la expansión en torno

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP
CEX-38	300	7457 ± 45	8267 ± 120
CEX-36-1	335	8096 ± 51	9019 ± 241
CEX-34	375	8754 ± 63	9830 ± 283
CEX-32	407	9822 ± 65	11.329 ± 213
CEX-29	433	10.184 ± 71	11.845 ± 485
CEX-21	533	14.470 ± 110	17.346 ± 545

Tabla 203. Dataciones radiocarbónicas del sector CEX de la secuencia de Padul, según Valle-Hernández *et al.* (2003)

a 13.000 años BP). Sobre la base de los máximos de *Artemisia* se practica la correlación del Dryas reciente (zona l) y del Dryas antiguo (zona h). El Holoceno (zonas m-t) muestra rasgos similares, constatándose un notorio incremento de *Pistacia*, *Quercus suber* y *Olea* así como una mayor incidencia relativa de *Acer*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus*, *Taxus*, *Arbutus*, *Phillyrea*, *Coriaria*, etc, durante el Holoceno medio. La instalación de los alcornocales en la región podría haberse producido en torno a 8000 años BP, implicando el máximo termomesofítico. Lamentablemente, la secuencia turbosa y palinológica se interrumpe en torno a 4450 años BP y no hay registro ulterior de los cambios de vegetación acontecidos.

Con posterioridad a estas investigaciones, el sondeo SPD realizado por Valle-Hernández *et al.* (2003) refleja la vegetación pleni-glacial, tardiglacial y postglacial, con escasas diferencias en relación al trabajo de Pons & Reille (1988). Valle *et al.* (2003) distinguen 6 zonas polínicas para un registro que se data aproximadamente desde antes de 18.000 años cal. BP hasta 8200 años cal. BP. Los elementos que definen las principales oscilaciones son *Quercus*, *Pinus*, *Juniperus*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra* y *Poaceae*. Los autores correlacionan la zona polínica 2, fechada en torno a 23.000 años BP, con el evento Heinrich 2, la zona 4 con el evento tardiglacial, la zona 5 con el Dryas reciente y la zona 6 con el inicio del Holoceno. Este trabajo forma parte de una investigación más amplia (en curso) que previsiblemente mejorará el conocimiento del registro palinológico en este importante depósito del sur peninsular. El depósito, de hecho, cubre un intervalo cronológico mucho mayor y susceptible de investigaciones paleobotánicas. Un trabajo multidisciplinar incluyendo datos de geoquímica y sedimentología establece que el registro comienza hace al menos un millón de años y la formación de la turba hace unos 400.000 años (Ortiz *et al.* 2004).

Más información

Menéndez-Amor & Florschütz (1962, 1964), Florschütz *et al.* (1971), Pons & Reille (1988), Valle *et al.* (2003)

ZAFARRAYA

Sierra de Alhama, Alcaucín-Alhama de Granada, Málaga
Pleistoceno superior-Holoceno (53.366-8255 años BP)



Figura 841. Vistas de la sierra de Alhama y situación del Boquete de Zafarraya en la misma

La Cueva del Boquete de Zafarraya ($36^{\circ} 57' 04''$ N, $04^{\circ} 07' 38''$ O; 1022 m s.n.m.) es un clásico yacimiento paleolítico del sur peninsular, situado en la provincia de Málaga. En la actualidad, el paisaje vegetal circundante es agrícola, cultivándose olivo, almendro, vid, cereales y leguminosas. La vegetación natural queda en retazos a través de un encinar bético y basófilo asociado a un bioclima mesomediterráneo.

Los resultados de la palinología sobre los perfiles arqueológicos de Zafarraya (Fig. 843) se publicaron en detalle en Lebreton *et al.* (2006) y cabe resaltar que muchas muestras fueron estériles.

La Serie P300 (conjunto estratigráfico II, Musteriense) muestra espectros polínicos dominados por *Pinus*, con presencia ocasional de *Juniperus*, *Ephedra*, *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus* y *Quercus ilex-coccifera*. El estrato herbáceo está dominado por asteráceas y gramíneas. La serie P500 (conjunto estratigráfico I, Musteriense) aparece dominada también por *Pinus*. Otros elementos minoritarios son *Ephedra*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus t. faginea* y *Olea*.

La Serie P600 (conjunto estratigráfico I, Musteriense e inicios del Paleolítico superior), con muy mala preservación polínica, muestra dominancia del pino y un estrato herbáceo con



Figura 842. Boquete de Zafarraya en la sierra de Alhama

Polygonum, que alcanza el 49%, seguido de asteráceas (Anthemideae, Cichorioideae y *Artemisia*), labiadas, rosáceas, quenopodiáceas, basicáceas y gramíneas. La Serie P900 (conjunto estratigráfico I, Musteriense a la base del Paleolítico superior) muestra gran abundancia de polen de plantas herbáceas y entre las leñosas aparece básicamente pino con algunos granos esporádicos de cupresáceas (*Juniperus*), *Ephedra*, *Alnus* y *Corylus*.

Los espectros polínicos de la Serie P400 (conjunto estratigráfico I, Musteriense, Paleolítico superior: Protoauriñaciense, Gravetiense, Solutrense y final del Paleolítico superior)

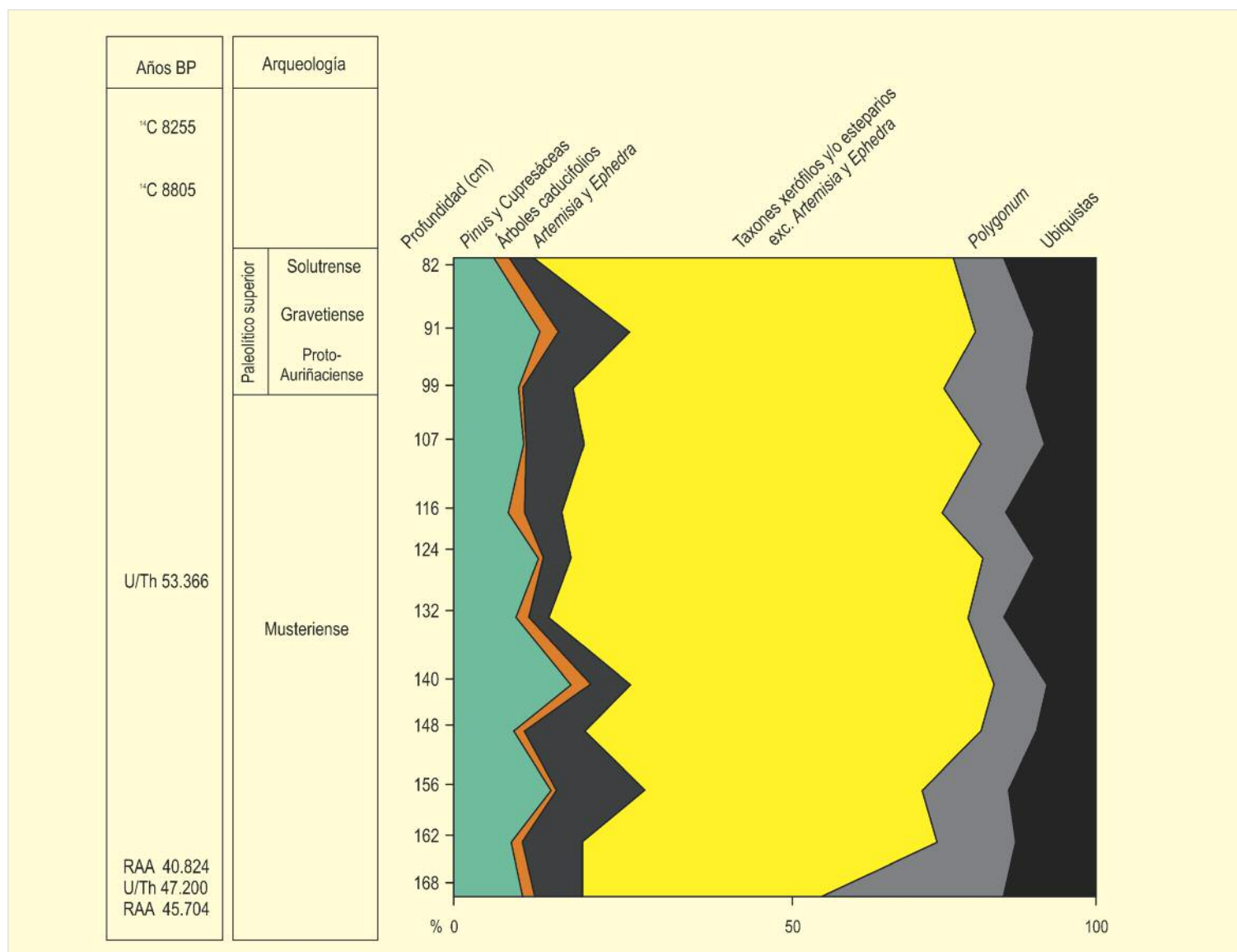


Figura 843. Diagrama polínico sintético de la gruta del Boquete de Zafarraya. Redibujado de Lebreton *et al.* (2006)

muestran porcentajes de AP entre el 7 y el 19% y están casi exclusivamente representados por el pino. Los otros taxones arbóreos son *Juniperus*, *Alnus*, *Betula*, *Quercus t. faginea*, *Fraxinus* y *Salix*.

En términos generales, se puede concluir que tanto el Musteriense como el Paleolítico superior de Zafarraya muestran un paisaje semiarbolado (dominando el pino) con abundancia de especies

herbáceas, evidencia de ripisilva con caducifolios y algunos taxones mediterráneos. El estudio antracológico confirma este modelo con la identificación de *Olea*, *Juniperus* y *Quercus ilex-coccifera*.

Más información

Lebreton *et al.* (2006)

BAJONDILLO

Torremolinos, Málaga

Pleistoceno superior-Holoceno (>43.000-8288 años cal. BP)



Figura 844. Paya de Torremolinos en las proximidades a la Cueva del Bajondillo

La Cueva del Bajondillo se sitúa en el término municipal de Torremolinos (36° 37' 02" N, 04° 33' 31" O), en el extremo occidental de la bahía de Málaga, apenas a 200 m de la línea de costa; en una zona de enorme interés arqueológico ya que son numerosos los yacimientos que han podido ser documentados para

un intervalo cronológico relativamente amplio como es el existente entre el OIS 5 y el OIS 1. Su estudio paleoambiental tiene el interés añadido de poder discernir la evolución de la vegetación costera en relación con los episodios glaciales más importantes del Pleistoceno y la recuperación climática postglacial.

Ref. Lab.	Estrato/ niveles	Años BP		Años cal. BP Cal Pal 2005	Material	Cultura
		AMD	TL			
Ua-18269	Bj/3	7475 ± 80	-	8288	carbón	Mesolítico
Ua-21999	Bj/4	7325 ± 65	-	8138	carbón	Mesolítico
MAD-3927	Bj/7	-	16.438 ± 1497	19.749	carbonatos	Magdaleniense
MAD-3926	Bj/8	-	17.582 ± 1521	21.053	carbonatos	Solutrense
AA-34710	Bj/9	-	18.701 ± 2154	22.413	hueso	Solutrense
-	Bj/10	-	24.344 ± 2653	28.678	piedra	Gravetiense
MAD-2559	Bj/11	-	26.013 ± 2777	30.504	piedra	Auriñaciense
MAD-2377	Bj/12-13	-	28.532 ± 5319	32.955	-	Auriñaciense
Ua-16859	Bj/14	> 40.000	-	> 43.000	carbón	Paleolítico medio
-	Bj/15- Bj/19	-	-	-	-	Paleolítico medio

Tabla 204. Dataciones de la Cueva de Bajondillo, extraídas de Cortés Sánchez *et al.* (2008) y Cortés Sánchez & Simón (1997)

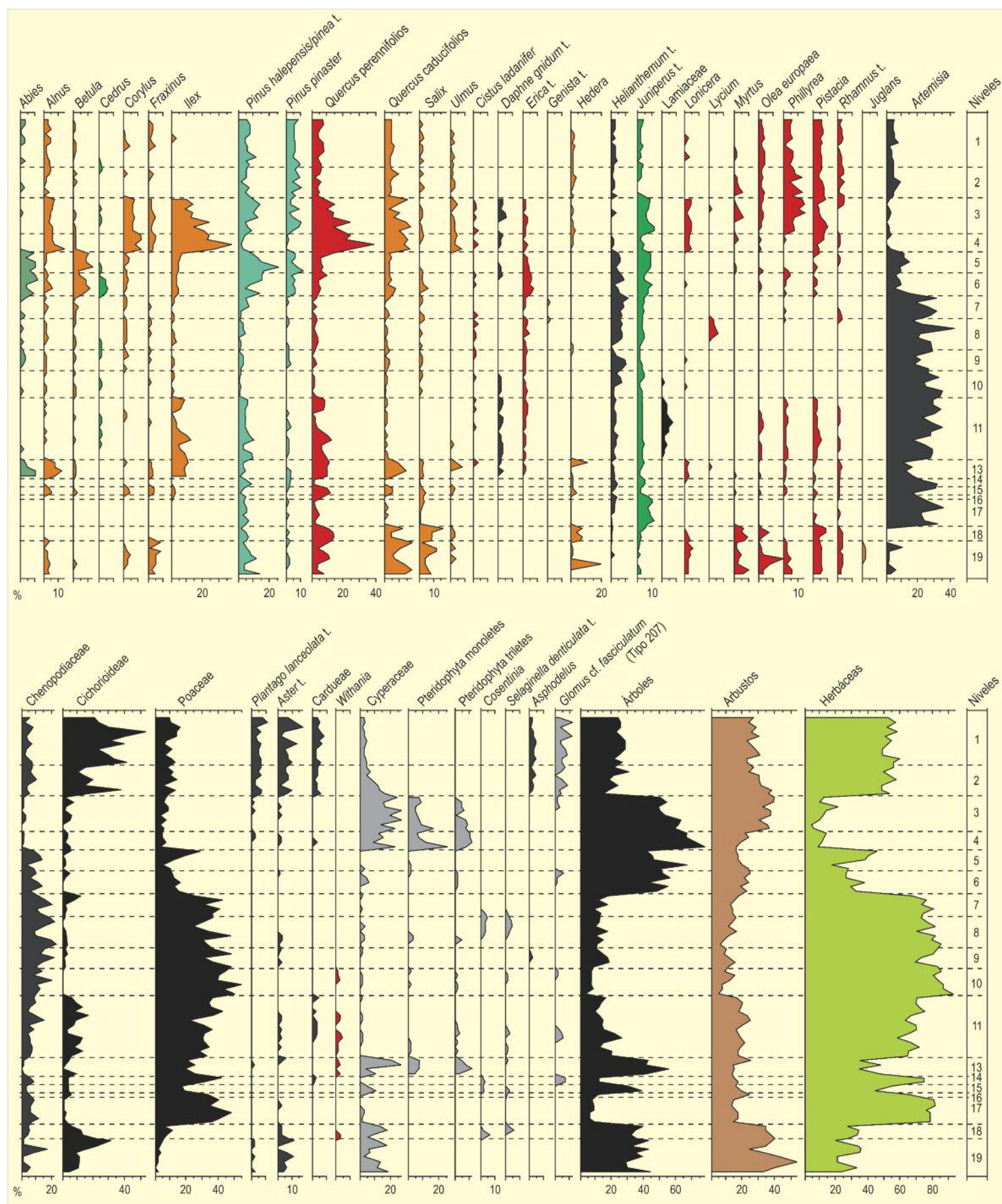


Figura 845. Diagrama polínico de la secuencia de la Cueva del Bajondillo. Redibujado de Cortés Sánchez *et al.* (2008) y López-Sáez *et al.* (2007)



Figura 846. Bajondillo, perfil 1 completo

Un total de 103 muestras para análisis polínico han sido estudiadas, comprendiendo niveles del Paleolítico medio al Neolítico. Todas proceden del perfil oeste del yacimiento, según la campaña del año 2000. En general, los espectros polínicos de los estratos asignados al Paleolítico medio (19 a 14), denotan una alternancia sucesiva entre condiciones climáticas térmicas y húmedas con otras más frías y áridas, lo que a nivel de paleovegetación supone la transformación de un paisaje forestal o de estepa arbolada en otro eminentemente estépico. Estos datos permiten confirmar la enorme variabilidad climática acontecida durante el Paleolítico medio en el sur de la Península Ibérica entre 110.000 y 38.000 años BP.

Los estratos de la base de la secuencia (19 y 18), muestran un paleopaisaje en mosaico, con la vegetación aparentemente controlada por condiciones húmedas y generalmente cálidas. En este paisaje se conjugarían elementos caducifolios de tipo melojarrobledal enriquecido con especies mesófilas como el aliso, el abedul, el avellano y el fresno. A éstos se unen el abeto (probablemente *Abies pinsapo*) y el nogal (*Juglans regia*). Las zonas litorales podrían haber estado ocupadas por encinares y/o coscojares, así como pinares sobre dunas. A ello hay que unir la existencia de una importante maquia xerotermófila rica en acebuche, mirto y lentisco. Ambos estratos se ubicarían tentativamente en algún momento del estado isotópico 5, probablemente entre el OIS 5c y los inicios del 5b (101.500-86.600 años BP).

En el estrato 17 la vegetación sufre un cambio muy sustancial resultado del advenimiento de condiciones más frías y secas, las cuales provocan una disminución muy importante de la cobertura arbóreo-arbustiva y un aumento sustancial de las formaciones herbáceas, sobre todo de gramíneas y de otros elementos florísticos propios de estos ambientes áridos y posiblemente fríos. La vegeta-

ción característica en estos momentos correspondería posiblemente a una estepa fría. Este estrato cuenta con una datación por TL de 61.500 años BP, lo cual lo situaría en el seno del OIS 4, un estado isotópico de carácter frío. Estas condiciones áridas y frías parecen mantenerse en el estrato 16, para el cual conocemos dos dataciones por TL de 39.183 y 39.983 años BP. No obstante, en tales fechas, reaparecen elementos propios de estos enclaves refugio para la flora termófila. Las fechas anteriores nos permitirían corresponder este estrato con algún momento del OIS 3, entre 50-40 ka BP, caracterizado por una vegetación de tipo estepa arbolada con bosques mixtos.

El estrato 15 muestra la recuperación de la vegetación leñosa, incluyendo la maquia xerotermófila, probablemente bajo condiciones más húmedas, asociadas al aumento del pinsapo. Los espectros polínicos parecen reflejar que nos encontramos en una fase interstadial del OIS 3 entre dos fases más o menos áridas, representadas por los estratos 16 y 14, las cuales exhibirían una vegetación de estepa arbolada.

El nivel 14 evidencia una retracción de la vegetación arbórea. Contamos con dos dataciones, una mayor de 40.000 años BP y otra en torno a 28.551 años BP. El estrato 14 correspondería posiblemente al evento H5, cuya vegetación característica en el sur de Europa se distingue por la expansión de formaciones abiertas de gramíneas y *Artemisia*.

La transición entre el Paleolítico medio y el superior, estratos 12 y 13, muestra una recuperación progresiva de la vegetación arbórea, especialmente de los mesófilos, ripisilva y pinsapar, lo cual sugiere mayor pluviosidad. Para el estrato 13 disponemos de dos dataciones, 37.005 y 28.532 años BP aproximadamente. La cronología del estrato 12 debería situarse entre las fechas de los estratos 11 y 13.



M. CORTÉS

Figura 847. Lítica auriñaciense de la Cueva del Bajondillo

El primer nivel correspondiente al Paleolítico superior, el 11 (Auriñaciense), da cuenta de una disminución muy importante de la cobertura arbórea, especialmente de los mesófitos, incluyendo *Abies*. La persistencia de quercíneas perennifolias y el aumento de cobertura de la maquia xerotermófila (*Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia*) serían el reflejo, con toda probabilidad, de la llegada al área de estudio de condiciones especialmente áridas. Se sigue confirmando la ocurrencia de enclaves refugio para especies termófilas como *Withania frutescens*. La cronología sitúa este nivel entre 33.690 y 26.013 años BP aproximadamente.

Durante el Gravetiense (10) se produce la expansión de la vegetación heliofítica, con retracción de árboles y la desaparición de la maquia xerotermófila. No obstante, se confirma la identificación de *Withania frutescens*. La cronología viene dada por una sola fecha, 24.344 años BP, netamente pleniglacial.

El período correspondiente a los primeros estratos solutrenses no difiere mucho en la vegetación de la descrita para el nivel gravetiense, indicando de nuevo aridez regional. No obstante, parece observarse cierta recuperación del pinsapo y el aliso y la reaparición de la maquia xerotermófila. Las dataciones disponibles sitúan estos tres niveles entre 19.990 y 16.438 años BP aproximadamente. El final del Solutrense (6) y el siguiente nivel sin ubicación cultural definida (5) muestran espectros polínicos muy parecidos. Se confirma la recuperación de las formaciones forestales y matorrales termófilos. Esto afecta al abedul, el pinsapo, el acebo y, sobre todo, pinares. Sin duda, estamos en un período más benevolente desde el punto de vista climático.

Durante el Mesolítico (4 y 3) el paisaje corresponde a una vegetación arbórea desarrollada con quercíneas y mesófitos (especialmente en el estrato 4). El nivel 3 cuenta con una datación de 7475 años BP, mientras que el 4 está fechado en torno a 7325 años BP.

En el Neolítico (2 y 1) se produce deforestación tanto de quercíneas como de pinos, con una importante presencia de la maquia termomediterránea y de las formaciones de gramíneas, probablemente pastizales nitrófilos. En este nivel se identifica la acción del hombre a través de prácticas agrícolas (cultivo del cereal) y ganaderas, mediadas ambas por el uso del fuego.

Más información

López-Sáez *et al.* (2007), Cortés Sánchez *et al.* (2008)

ODP-976

Mar de Alborán, Málaga

Pleistoceno superior-Holoceno (41.194-1620 años cal. BP)



Figura 848. Situación geográfica del sondeo de ODP-976 en el Mar de Alborán

Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP*	Material
0,61	1710 ± 40	1620§	<i>G. bulloides</i>
1,03	3235 ± 30	3460§	<i>G. bulloides</i>
2,83	8730 ± 60	9700§	<i>G. bulloides</i>
3,61	10075 ± 50	11.682§	<i>N. pachyderma</i>
4,61	9630 ± 60	11.090+	<i>G. bulloides</i>
5,01	11960 ± 80	13.988§	<i>G. bulloides</i>
5,51	12720 ± 80	14.911§	<i>G. bulloides</i>
6,38	14330 ± 90	16.856§	<i>N. pachyderma</i>
7,53	17220 ± 120	20.309§	<i>G. bulloides</i>
9,78	22420-310 +320	26.394§	<i>G. bulloides</i>
11,21	27140 -450 +470	31.776#	<i>N. pachyderma</i>
12,69	29930 -640 +700	34.894#	<i>N. pachyderma</i>
14,35	33750 -610 +660	39.087#	<i>G. bulloides</i>
14,49	34230 -1050 +1210	39.608#	<i>N. pachyderma</i>
15,4	35700 -750 +820	41.194#	<i>G. bulloides</i>
15,88	32270 -760 +700	37.473+	<i>G. bulloides</i>

Tabla 205. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia ODP-976 (Combourieu Nebout *et al.*, 2002)

El sondeo marino de ODP-976 fue recuperado por el buque *JOIDES Resolution* durante la campaña oceanográfica de *Leg 161* del *Ocean Drilling Program (ODP)*. El punto de sondeo se localiza en la zona occidental del Mar de Alborán (Mediterráneo occidental) frente a Málaga (36° 12' N, 4° 18' O) a una profundidad de agua de 1108 m.

Se trata de una secuencia compuesta, derivada de una serie de testigos correlacionados y alcanza en total una extensión de más de 350 m.

Investigaciones geoquímicas y palinológicas (de polen y dinoflagelados) indican que la secuencia entera se extiende hasta el estadio isotópico marino (MIS) 54, es decir que cubre casi todo el Pleistoceno (Combourieu Nebout *et al.*, 1999). El estudio polínico a alta resolución se ha centrado en la parte superior de la secuencia, que corresponde al último periodo glacial y el Holoceno (Combourieu Nebout *et al.* 2002, 2009). La cronología de la parte superior está basada en 13 dataciones radiocarbónicas AMS (Tabla 205) y en la estratigrafía isotópica.

En la secuencia ODP-976 se detectan cambios en la vegetación que se caracterizan por registrar una dinámica opuesta entre el crecimiento de bosques termófilos (con polen de *Quercus* caducifolios acompañado por varios taxones mediterráneos) durante intervalos cálidos y húmedos, y la expansión de vegetación semidesértica con *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Ephedra* durante intervalos fríos y secos. Esta dinámica es muy evidente durante el último periodo glacial, reflejando la variabilidad milenaria de los ciclos de Dansgaard-Oeschger y los eventos de Heinrich con cambios abruptos de la vegetación regional del entorno del mar de Alborán (Fig. 849). Estos cambios de vegetación registrados en los espectros polínicos se corresponden sincrónicamente con fluctuaciones en las condiciones marinas.

Los aumentos en los porcentajes de especies de aguas frías como el foraminífero *Neogloboquadrina pachyderma* o el dinoflagelado *Bitectatodinium tepikiense*, se observan en fase con la expansión de vegetación semidesértica durante los intervalos más fríos, lo que ilustra la sincronía entre condiciones continentales y oceánicas frente a la variabilidad climática milenaria (Fig. 849).

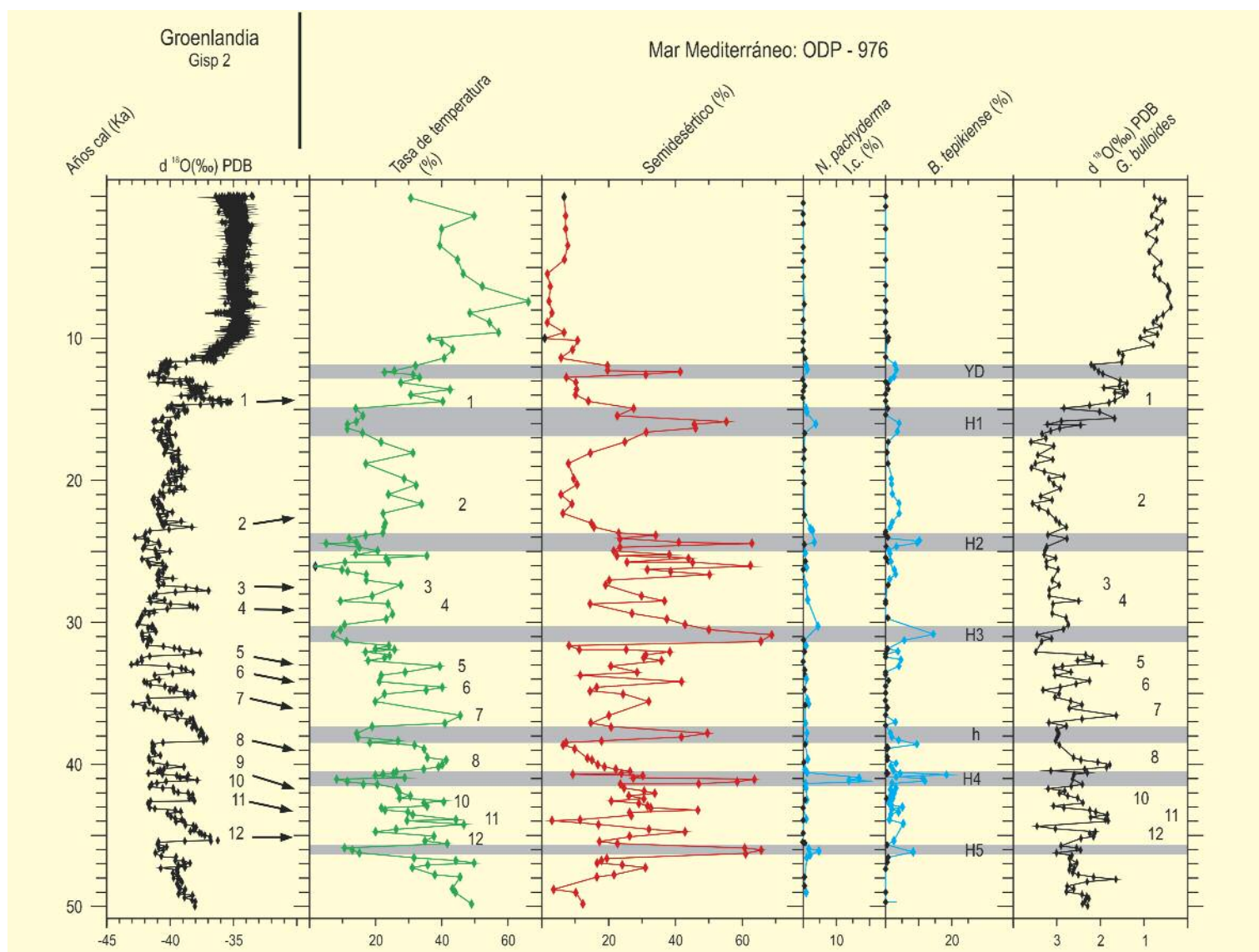


Figura 849. Diagrama multiproxy de ODP-976 (Combourieu Nebout *et al.* 2002). Las barras grises indican los eventos de Heinrich y el Younger Dryas, y los números del 1 a 12 indican los interestadios de Groenlandia y sus equivalentes en la zona del Mar de Alborán

La secuencia ODP-976, al igual que la MD95-2043, proporciona evidencias de cambios abruptos en la vegetación durante la última transición glacial-interglacial y el Holoceno (Combourieu Nebout *et al.* 2009).

Más información

Combourieu Nebout *et al.* (1999, 2002, 2009) Dormoy *et al.* (2009).

NERJA

Sierra de Almirajara, Nerja, Málaga

Pleistoceno superior-Holoceno (29.353-8417 años cal. BP)



Figura 850. Vistas del Mar Mediterráneo desde la entrada a la Cueva de Nerja

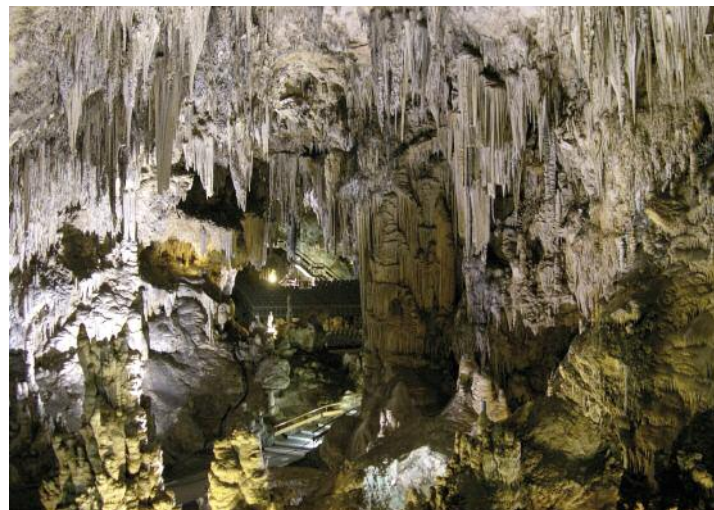


Figura 851. Espeleotemas en la Cueva de Nerja

La Cueva de Nerja se encuentra en el termino municipal de Nerja (Málaga) ($36^{\circ} 45' 43''$ N, $03^{\circ} 50' 26''$ O) en la vertiente sur de la sierra de Almirajara, a 158 m s.n.m. Las cumbres más alejadas de la cueva, al N-NE, alcanzan casi los 2000 m de altitud (Pico Malas Camas 1782 m, Navachica 1832 m y Puerto 1824 m), le sigue una segunda alineación, hacia la costa, un poco más baja (Cerro del Barranco del Pino 1436 m, Cuesta del Espartal 1596 m y Cerro del Cielo 1520 m), la tercera línea son las montañas más

próximas a la cueva que están alrededor de los 500 m (Gibraltarillo 500 m y Fuente del Perro 518 m). A partir de éstas, se genera una llanura litoral elevada que se precipita al mar formando acantilados de unos 50 m de altura. Así pues, la costa es abrupta salvo en las desembocaduras de los ríos y torrentes que forman pequeñas playas y deltas, aunque alguno de ellos se precipita al mar formando cascadas. La mayoría de los cursos fluviales son esporádicos, sólo el río Miel fluye en verano.

Ref. Lab.	Cuadro	Nivel	Años BP	Años cal. BP	Arqueología	Muestra	Método	Referencias
GifA-102.010	C-4	NV3	7610 ± 90	8417	Mesolítico	carbón	AMS	Jordá & Aura (2008)
GifA-102.013	C-4	NV4	10.450 ± 110	12.324	Epipaleolítico	carbón	AMS	Jordá & Aura (2008)
GifA-102.016	C-4	NV4 (IIIg)	12.030 ± 60	13.883	Incoherente/ Epipaleolítico	carbón	AMS	Jordá & Aura (2008)
BETA-189.081	A-7, A-8, B-7, B-8,	NV8'	12.340 ± 60	14.365	Incoherente/ Solutrense	<i>Pinus pinea</i>	AMS	Jordá & Aura (2006)
GifA-102.021	C-4	NV9	21.140 ± 190	25.272	Solutrense inferior	<i>Pinus</i>	AMS	Jordá & Aura (2006)
GifA-102.023	C-4	NV11	24.730 ± 250	29.599	Gravetiense	<i>Pinus</i>	AMS	Jordá & Aura (2008)
BETA-189.080	C-4	NV13 (XII)	24.200 ± 200	29.005	Gravetiense	<i>Pinus cf. pinea</i>	AMS	Jordá & Aura (2006)
BETA-131.576	B-7	NV13c	24.480 ± 110	29.353	Gravetiense	<i>Pinus</i>	AMS	Arribas et al. (2004)

Tabla 206. Dataciones de radiocarbono para los niveles arqueológicos de la Cueva de Nerja

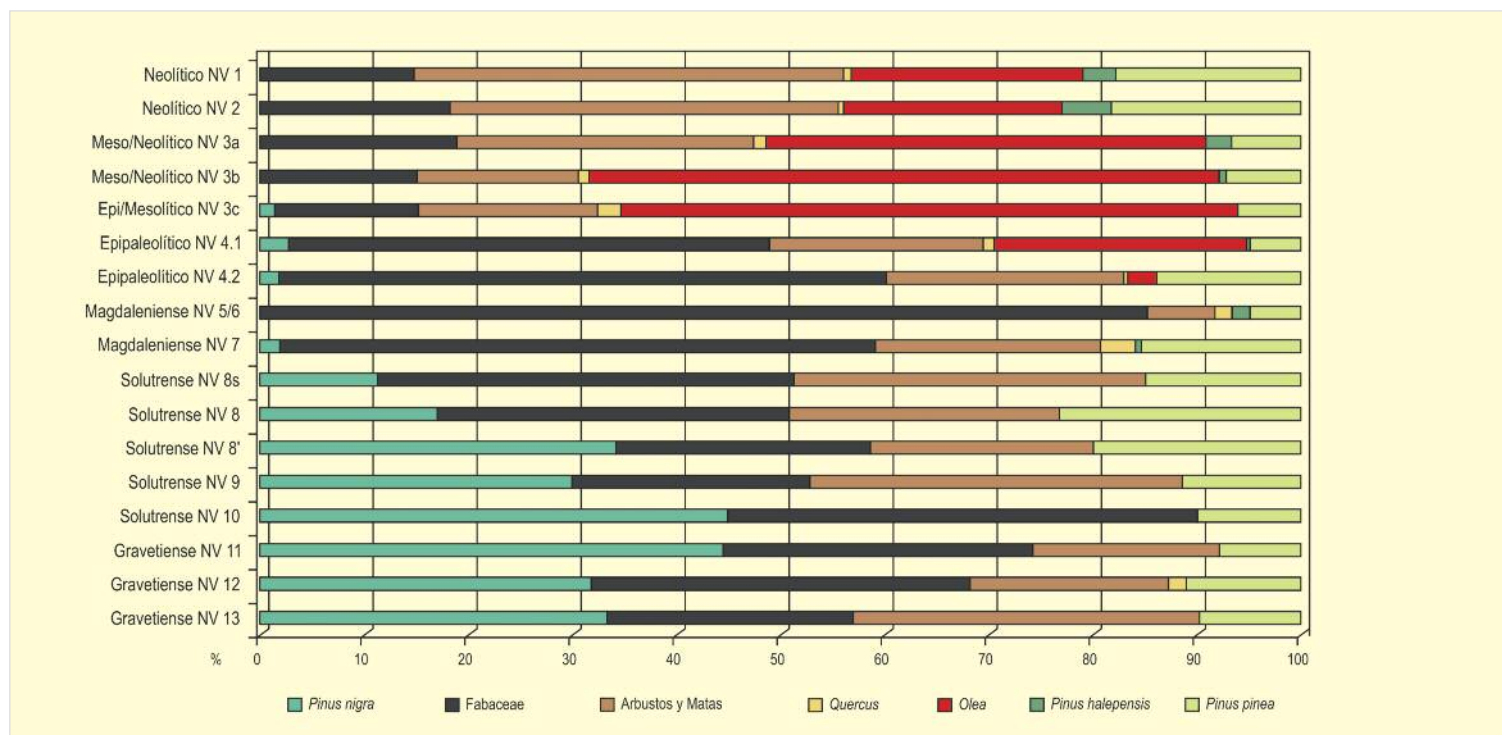


Figura 852. Diagrama antracológico sintético de la Sala del Vestíbulo en la Cueva de Nerja. Modificado a partir de Badal (1990)

El contexto biogeográfico es termomediterráneo, con una temperatura media anual de 18 °C y ausencia de heladas a lo largo del año. El régimen de precipitaciones es de tipo seco, es decir, tiene una media anual de alrededor de 500 mm de lluvia. En los alrededores de la cueva crecen pinos carrascos y algún pino piñonero, además de los típicos matorrales con palmito (*Chamaerops humilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), espárrago blanco (*Asparagus albus*), olivilla (*Cneorum tricoccum*), cade (*Juniperus oxycedrus*) y esparto (*Stipa tenacissima*). La calidez del clima actual en la zona viene también demostrada por los cultivos tropicales que se practican: caña de azúcar, aguacate, mango, etc.

Los resultados antracológicos (Fig. 852) van referidos a la secuencia de la Sala del Vestíbulo (NV) que excavó el profesor F. Jordá desde 1983 a 1987 y cuya secuencia estratigráfica, arqueológica y cronología por radiocarbono han sido publicadas por J. E. Aura y J. Jordá (Tabla 206).

En los depósitos sedimentarios de NV han quedado reflejados los últimos milenios del OIS 3 (NV13, NV12 y NV11), el OIS 2 (NV10 a NV4) y el inicio del OIS 1 (NV3, NV2) aunque con importantes hiatos. Con esta secuencia se puede perfilar la dinámica de la flora local porque era un recurso sistemático para los grupos humanos, que la usaban como leña para el fuego, como productos de recolección y seguramente con otros usos que los procesos postdeposicionales han ocultado al actuar sobre la materia orgánica.

La flora prehistórica de Nerja comprende un conjunto reducido de plantas leñosas en los niveles inferiores y se va incremen-

tando en diversidad cuando se acerca el Holoceno. En la captación de leña para el fuego, los grupos prehistóricos de Nerja recogen todo tipo de plantas leñosas. Incluso han quedado registradas plantas parásitas de árboles y arbustos como el marojo (*Viscum*). La mayor parte son perennifolias, siendo muy pocas las caducifolias identificadas en el carbón; además, están prácticamente ausentes los árboles o arbustos de ribera. Ambos datos pueden indicar unas condiciones claramente mediterráneas a lo largo de toda la secuencia, por tanto, con una estación seca en verano bien marcada.

La evolución diacrónica del análisis del carbón de la Sala del Vestíbulo (Fig. 852) viene marcada por los cambios porcentuales de las especies más significativas ecológicamente, así como por la presencia y/o ausencia de los árboles o arbustos que se pueden considerar como claros bioindicadores climáticos. Detallamos a continuación esta secuencia.

Finales del OIS3 (30.000-28.500 años cal. BP)

La secuencia estratigráfica de la Sala del Vestíbulo comienza con tres niveles gravetienses (NV13, NV12 y NV11) que tienen una composición antracológica similar. Los restos carbonizados de pino son los más abundantes. Dos especies están presentes: *Pinus nigra* y *Pinus pinea*. Los carbones del primero son más abundantes que los del segundo, lo que no garantiza que fuera más abundante, ya que del pino piñonero se recolectan sus piñas para consumir los piñones (Fig. 854) durante toda la secuencia cultural de Nerja. Por este motivo, es probable que fuera protegido y no se recogiera como leña para el fuego nada más que lo estrictamente necesario. Las otras

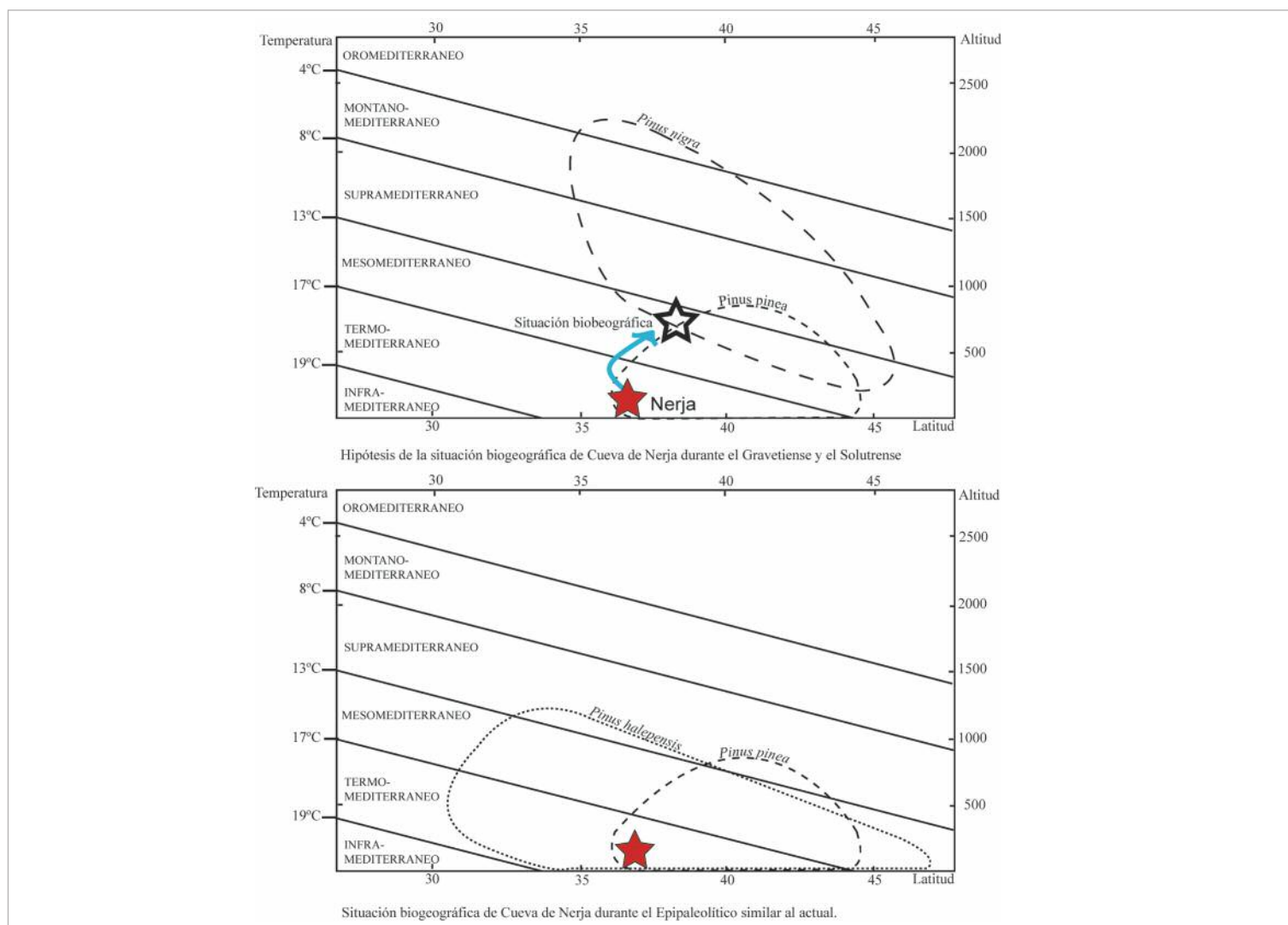


Figura 853. Distribución biogeográfica actual de las especies de pinos mediterráneos e hipótesis de la situación biogeográfica de la Cueva de Nerja en distintos momentos de la Prehistoria

plantas documentadas son leguminosas y varios géneros de arbustos y matas como enebros y jaras. Estos niveles corresponden a los últimos milenios del OIS3. Un carbón de *Pinus* cf. *pineae* se dató por AMS en 28.978 años cal. BP.

Las necesidades ecológicas de las dos especies de pinos (salgareño y piñonero) permiten una reconstrucción medioambiental para el final del OIS3. En la actualidad, los mejores bosques de pino salgareño con un cortejo de enebros y fabáceas se sitúan en zonas de montaña con unas condiciones bioclimáticas de tipo supramediterráneo, con temperaturas medias anuales entre 13 °C y 8 °C y gran tolerancia a los fríos invernales, soportando mínimas del mes más frío entre -1 °C y -7 °C. Necesita un régimen de precipitaciones de seco a subhúmedo. No obstante, puede desbordar ese piso bioclimático vista su amplitud de tolerancia térmica e hídrica (Fig. 853). Por su parte, la distribución actual del pino piñonero (*Pinus pinea*) no supera en la Península Ibérica los 800-1000 m de altitud (Costa Tenorio *et al.* 2001). Sus mejores poblaciones se sitúan dentro del piso bioclimático termo y mesomediterráneo. Tiene buena

resistencia a las bajas temperaturas, pero puede sufrir serios daños con unos -5 °C. También tiene una gran resistencia a la sequía estival y vive en zonas con una media de lluvia anual entre 400 y 1.000 mm (Fig. 853). La zona de encuentro de las dos especies, en la actualidad, se da entre el piso bioclimático mesomediterráneo y supramediterráneo, en zonas con temperatura media anual entre los 8 °C y los 15 °C. Por tanto, se puede inferir una temperatura media anual de ese rango para el Gravetiense (30.000-28.500 años cal. BP) en el litoral de la Cueva de Nerja. El nivel de precipitaciones es difícil de precisar por el rango de tolerancia de los pinos y su buena adaptación a la sequía estival, pero la práctica ausencia de *Quercus* durante el Gravetiense puede indicar un régimen de lluvias de tipo seco, es decir, en torno a los 400-600 mm de media anual. Por tanto, al final del OIS3, en el litoral andaluz se gozaba de unas condiciones térmicas privilegiadas, dentro del rigor del clima global, ya que permitía la supervivencia de especies cálidas como el pino piñonero, que fue un recurso ampliamente utilizado como leña y, sobre todo, como alimento al recolectar sus piñas para consumir los piñones (Fig. 854).



Figura 854. Restos de piña y piñones de *Pinus pinea* encontrados en la Cueva de Nerja

Pleniglacial (OIS 2)

Un hiato estratigráfico de varios milenios separa el Gravetiense del Solutrense. El Solutrense se documenta en los niveles NV10, NV9 y NV8, aunque con hiatos entre ellos, la cronología que abarca sería entre 25.800 y 18.900 años cal. BP. Los niveles solutrenses muestran la misma composición botánica que los gravetienses, pero con tendencia a disminuir los restos de pino salgareño y a progresar las leguminosas y otros arbustos (Fig. 852). Los pinos piñoneros tienen una proporción constante entre el 10 y el 20% de los restos. Como novedad significativa, se puede indicar la presencia de *Pinus halepensis* en dos niveles (NV9 y NV8') y de *Quercus caducifolia* en NV8'. Estos niveles coinciden con el Pleniglacial.

Tardiglacial

Otro importante hiato impide observar el final del Solutrense e inicios del Magdaleniense; éste ha quedado reflejado en NV7, NV6 y NV5 (entre 14.860 y 13.570 años cal. BP). De igual modo otro hiato de unos 600 años ocurre antes del Epipaleolítico del nivel NV4; este iría entre 12.980 y 11.360 años cal. BP. Un carbón de *Pinus pinea* fue datado por AMS en torno a 14.556 años cal. BP.

Desde el Magdaleniense (NV7) se observa un cambio paulatino en los espectros antracológicos que puede responder a la mejora climática del Tardiglacial y que es claramente patente en el Epipaleolítico (NV4.1) por la consolidación de las especies más termófilas de toda la secuencia (Fig. 852). Efectivamente, se aprecia una progresiva disminución del pino salgareño que puede indicar su desplazamiento hacia cotas más elevadas, fuera del radio de recogida de leña. Esta fase se caracteriza por una vegetación arbus-

tiva y abierta donde los árboles prácticamente están ausentes, habiendo un predominio absoluto de las leguminosas leñosas durante el Magdaleniense. Solamente, el pino piñonero mantiene una representación similar al periodo anterior y probablemente seguiría en la zona litoral. El pino carrasco y las quercíneas están presentes en los niveles magdalenienses, lo que puede ser el eco de la mejora climática.

En el Epipaleolítico (NV4.2) destaca la diversificación de especies con respecto a las fases anteriores. Aparecen especies cálidas como el acebuche (*Olea europaea*) y dentro del grupo de arbustos y matas, están el lentisco, el madroño, el romero, el boj y el torvisco, entre otras. Las leguminosas siguen siendo importantes. Junto a esto, cabe resaltar la progresión del acebuche, que en NV4.1 alcanza más del 20% de los restos carbonizados. Continúa el declive del pino salgareño y parece que el pino piñonero se quema con menos frecuencia que en las fases anteriores. Las condiciones típicas del piso bioclimático termomediterráneo predominan en la zona del litoral de Nerja desde el Epipaleolítico (Fig. 853), que por las dataciones podemos situar en 12.980 años cal. BP. Por tanto, es probable que el cambio climático global se detecte más rápidamente en las secuencias continentales que en las marinas que, justamente durante el Tardiglacial y debido al deshielo continental, registran picos en la temperatura de las aguas (Cacho *et al.* 1999, 2001).

Holoceno (OIS 1)

El inicio del Holoceno conlleva grandes alteraciones estratigráficas con hiatos y mezcla de materiales epipaleolítico-mesolíticos en NV3c y mesolítico-neolíticos en NV3a y b. No obstante, el mesolítico geométrico se puede situar entre 8550 y 7950 años cal. BP. Estas mezclas también pueden afectar a los carbones aunque las tendencias de los taxones son coherentes con el cambio climático y con los niveles superiores claramente neolíticos (NV2 y NV1) y, por tanto, permiten observar la consolidación de la flora termomediterránea en el litoral de Nerja. La dominancia de *Olea europaea* es patente y está acompañada por *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus*, *Arbutus unedo*, *Rhamnus* y/o *Phillyrea*, *Buxus*, etc. La datación 8230-7910 años cal. BP, realizada por AMS sobre un carbón de NV3, confirma la existencia de formaciones con *Olea europaea*, las cuales perduran durante el Neolítico, aunque en menor proporción que en niveles mesolíticos, lo que puede indicar un impacto de la actividad agrícola y ganadera.

Más información

Badal (1990, 1998, 2001), Aura *et al.* (2002), Jordá & Aura (2008)

EL ASPERILLO

Torre La Higuera, Almonte, Huelva

Pleistoceno superior y Tardiglacial (25.000-11.000 años BP)



Figura 855. Detalles del acantilado de El Asperillo



Figura 856. Playa de El Asperillo desde el acantilado

Entre Mazagón (Moguer-Palas de la Frontera) y Torre La Higuera (también conocido como Matalascañas, Almonte) hay una serie de depósitos dunares, denominados "Arenas Gordas", con un componente fósil y varias pasadas turbosas que fueron sujeto de análisis polínico por Stevenson (1984). El sitio tiene unas coordenadas de 37° 05' 13" N y de 06° 41' 51" O y presenta una cronología basal de 25.000-22.000 años BP en la duna y de 13.000-11.000 años BP para el depósito turboso suprayacente (Borja & Díaz del Olmo 1996). La vegetación actual circundante es predominantemente psammófila e

incluye *Pinus pinea*, *Juniperus phoenicea*, *Lavandula stoechas*, *Eleocharis palustris*, *Helichrysum italicum*, *Corema album*, *Halimium halimifolium*, *Staucaranthus genistoides*, *Armeria pungens*, *Carex arenaria*, *Malcomia littorea*, *Scirpus holoschoenus* y *Artemisia campestris*, entre otros.

Stevenson (1984) estudió cuatro sondeos (AS₂, AS₃, AS₄ y AS₅), en los cuales predomina la alternancia de arenas y turbas arenosas, y cuya palinología se representa y discute a continuación. El testigo AS₂

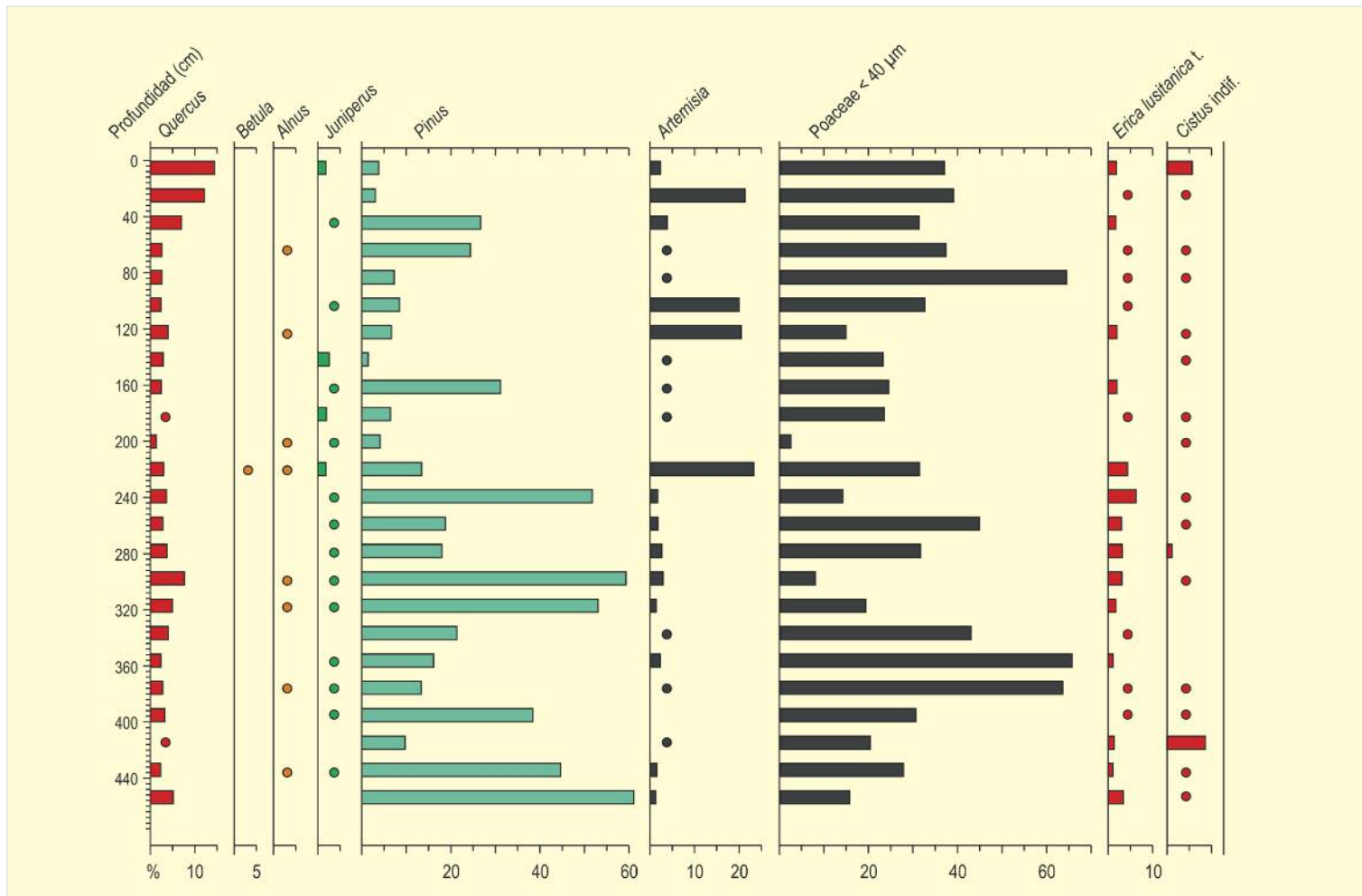


Figura 857. Diagrama polínico de la secuencia AS1 del Asperillo. Redibujado de Stevenson (1984)

(Fig. 858), de unos 50 cm de potencia, muestra el predominio de *Pinus*, que va alcanzando mayor importancia en detrimento de *Poaceae*. La presencia de *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Salix*, *Juniperus* y, en menor medida, *Phillyrea*, *Cistus* y *Erica*, es continua. Algunas muestras de la parte inferior resultaron estériles. Probablemente, esta secuencia registre una fase de consolidación dunar.

El registro polínico para AS3 (Fig. 859) es más complejo y cubre más de un metro de potencia, habiendo sido datado entre 15.000 y 11.000 años BP por Borja & Díaz del Olmo (1996). Igualmente, se observa un incremento progresivo de *Pinus*, comenzando en una fase (AS3-1) en la que abunda *Erica*, *Corema album* y Cichorioideae. Durante la fase AS3-3 se produce un incremento muy considerable de *Cistus*, y posteriormente, durante AS3-4, un aumento de *Erica* y *Corema*. *Artemisia* es relativamente abundante durante la secuencia. Los taxones leñosos aparecen puntualmente en todo el registro, e incluyen *Quercus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Salix*, *Juniperus*, *Ephedra* y *Cistus*.

La secuencia AS4 (Fig. 860) no evidencia grandes disparidades. Tenemos presencia puntual de angiospermas leñosas termófilas, predominio del pino, el cual va aumentando su abundancia hacia el final de la secuencia y decremento, en este caso más acusado, de *Erica*

tipo *lusitanica* y *Cistus*. Se constata mayor dinamismo en las formaciones dominadas por *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Asteraceae*. Finalmente, el sondeo AS5 (Fig. 861) muestra como particularidad un descenso de *Pinus* en los últimos 30 cm de la secuencia (zona polínica AS5-3), el cual es coetáneo de un incremento de *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y tipo *Anthemis*, así como de una mayor incidencia de *Ephedra distachya*.

Algunos aspectos generales del registro del Asperillo incluyen, en primer lugar, la reafirmación de la existencia de refugios glaciales de quercíneas y árboles caducifolios, así como de pino piñonero y vegetación litoral mediterránea durante el final del Pleistoceno. Por otro lado, teniendo en cuenta que Stevenson (1984) desarrolla un estudio de lluvia polínica actual, parece claro que las formaciones forestales con árboles como *Corylus* y *Betula* estuvieron en el pasado mucho más cercanas al área actual de Doñana. Aunque parece obvio, no olvidemos tampoco que este trabajo también demuestra el carácter autóctono del pino piñonero en Doñana.

Muchos de los rasgos del registro polínico de El Asperillo (Fig. 857) reflejan procesos de sucesión dunar y sus cambios de vegetación asociados, como el paso desde formaciones dominadas

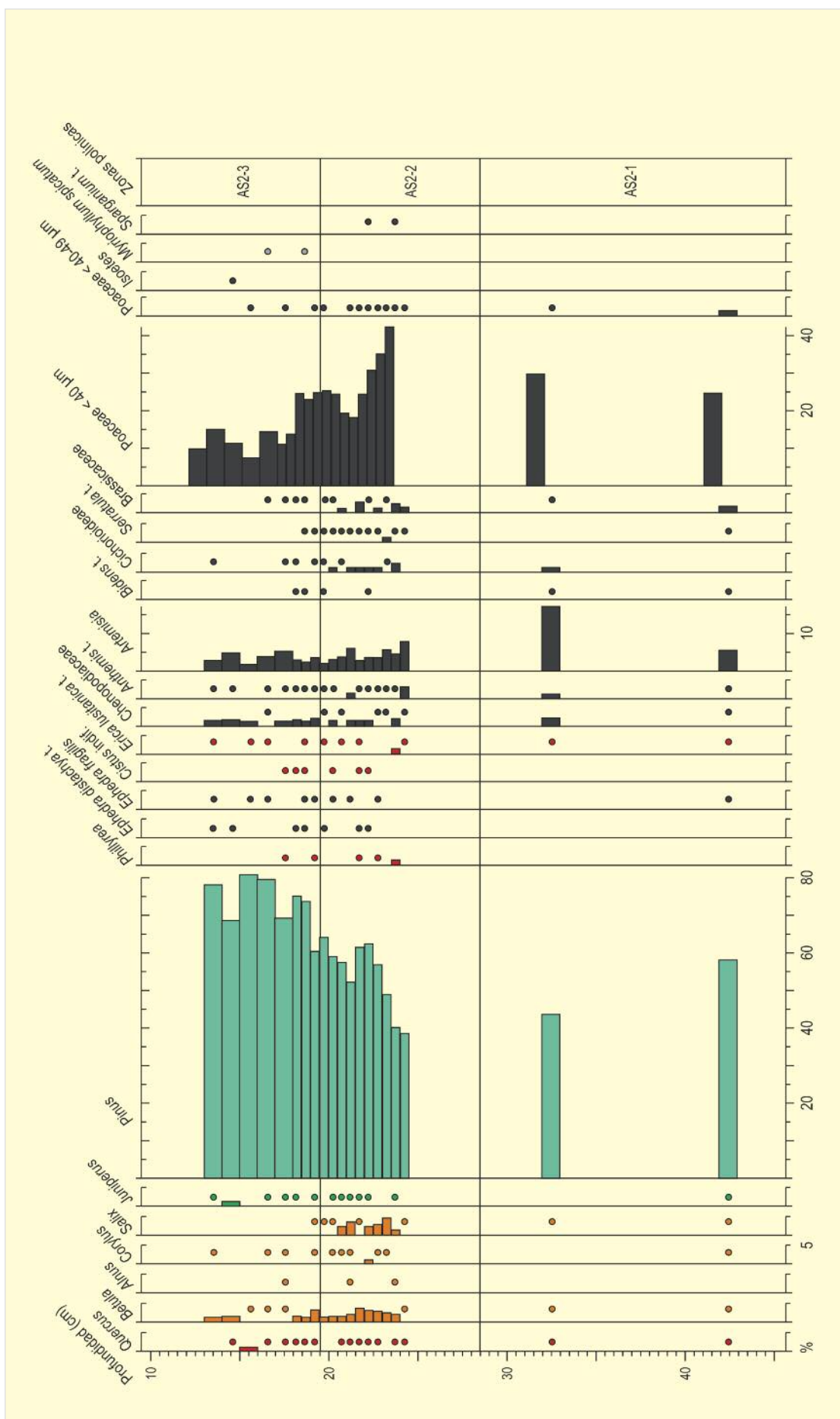


Figura 858. Diagrama polínico del sondeo AS2 del Asperillo. Redibujado de Stevenson (1984)

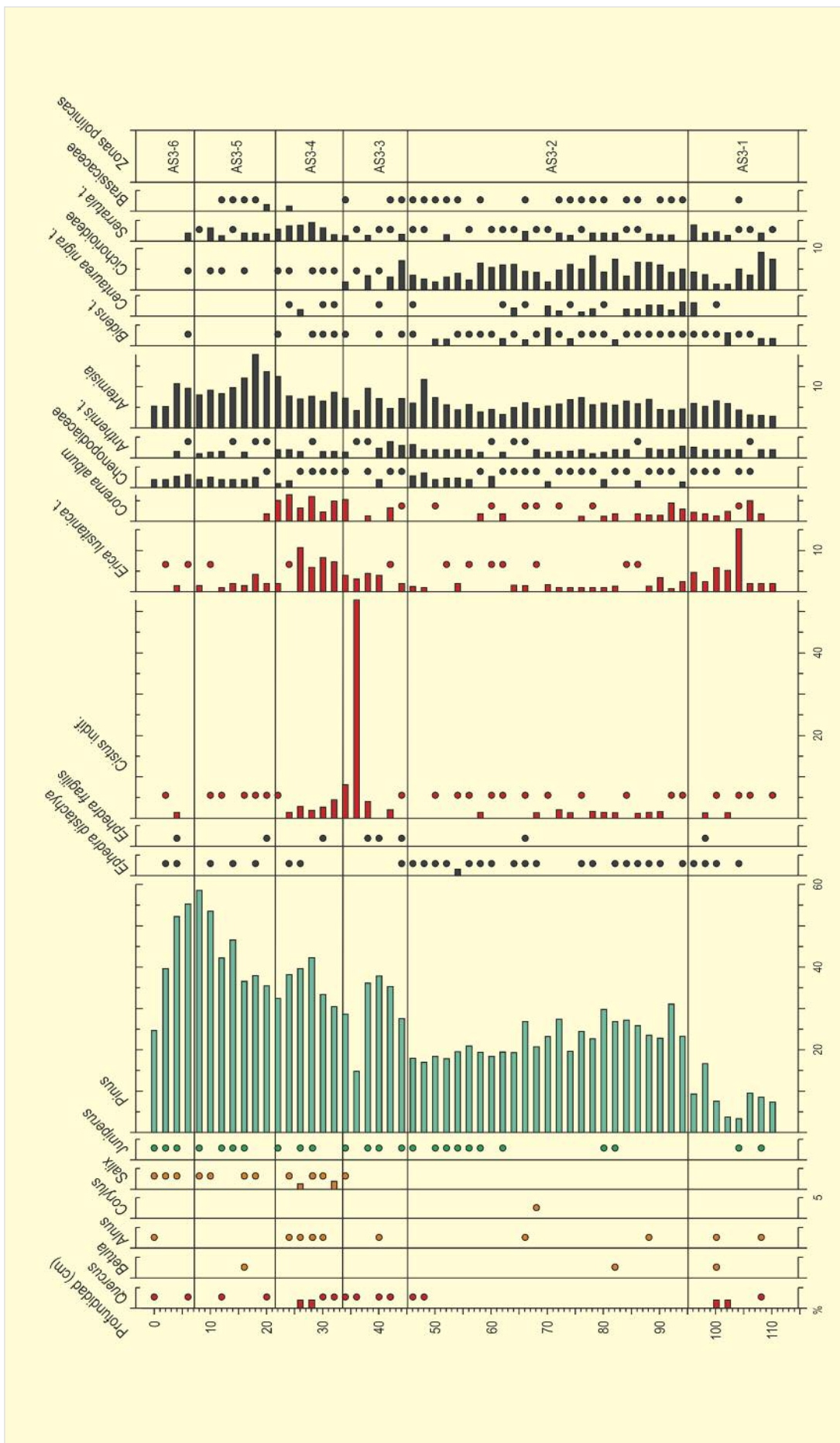


Figura 859. Diagrama polínico del sondeo AS3 del Asperillo. Redibujado de Stevenson (1984)

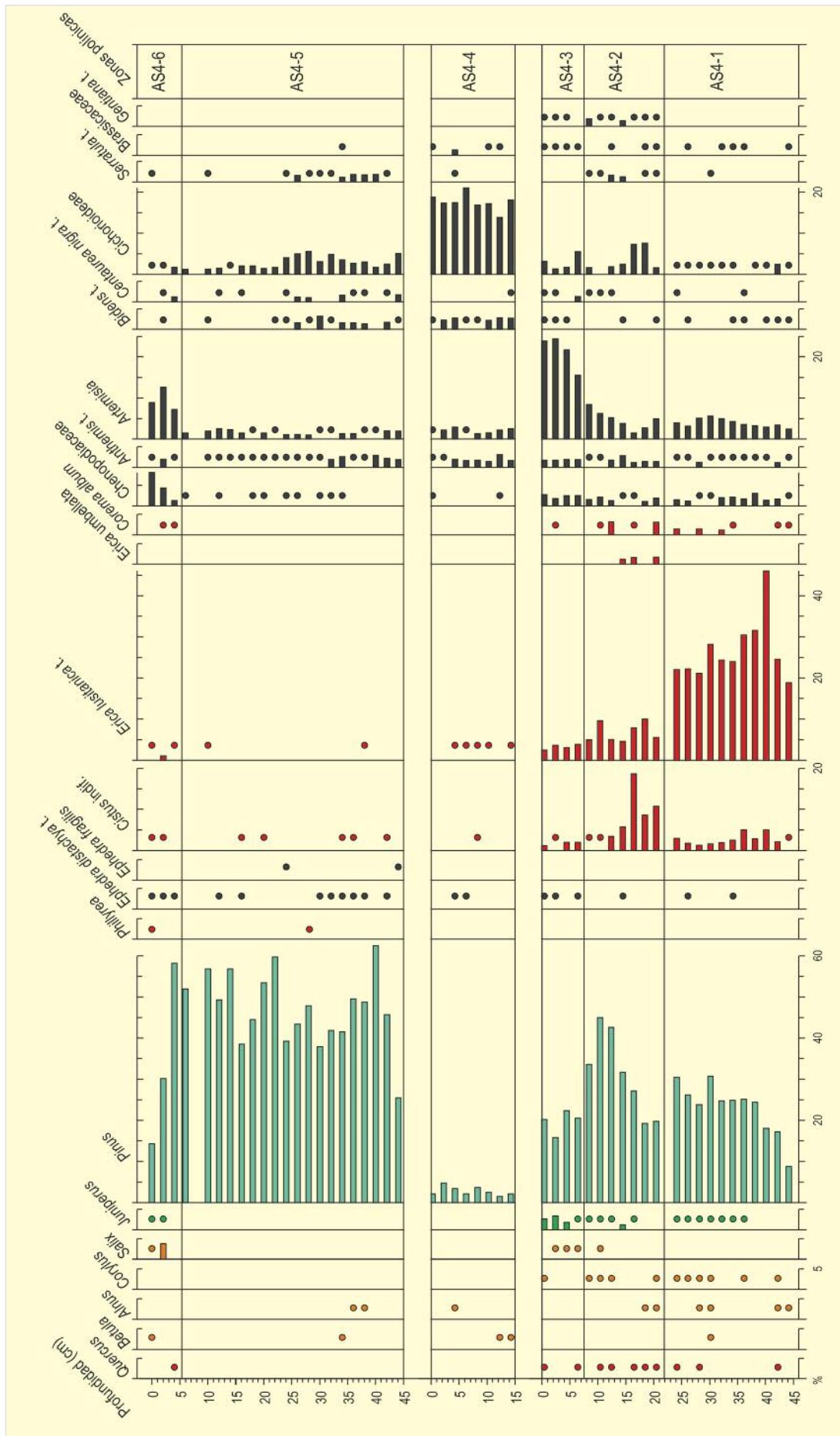


Figura 860. Diagrama polínico del sondeo AS4 del Asperillo. Redibujado de Stevenson (1984)

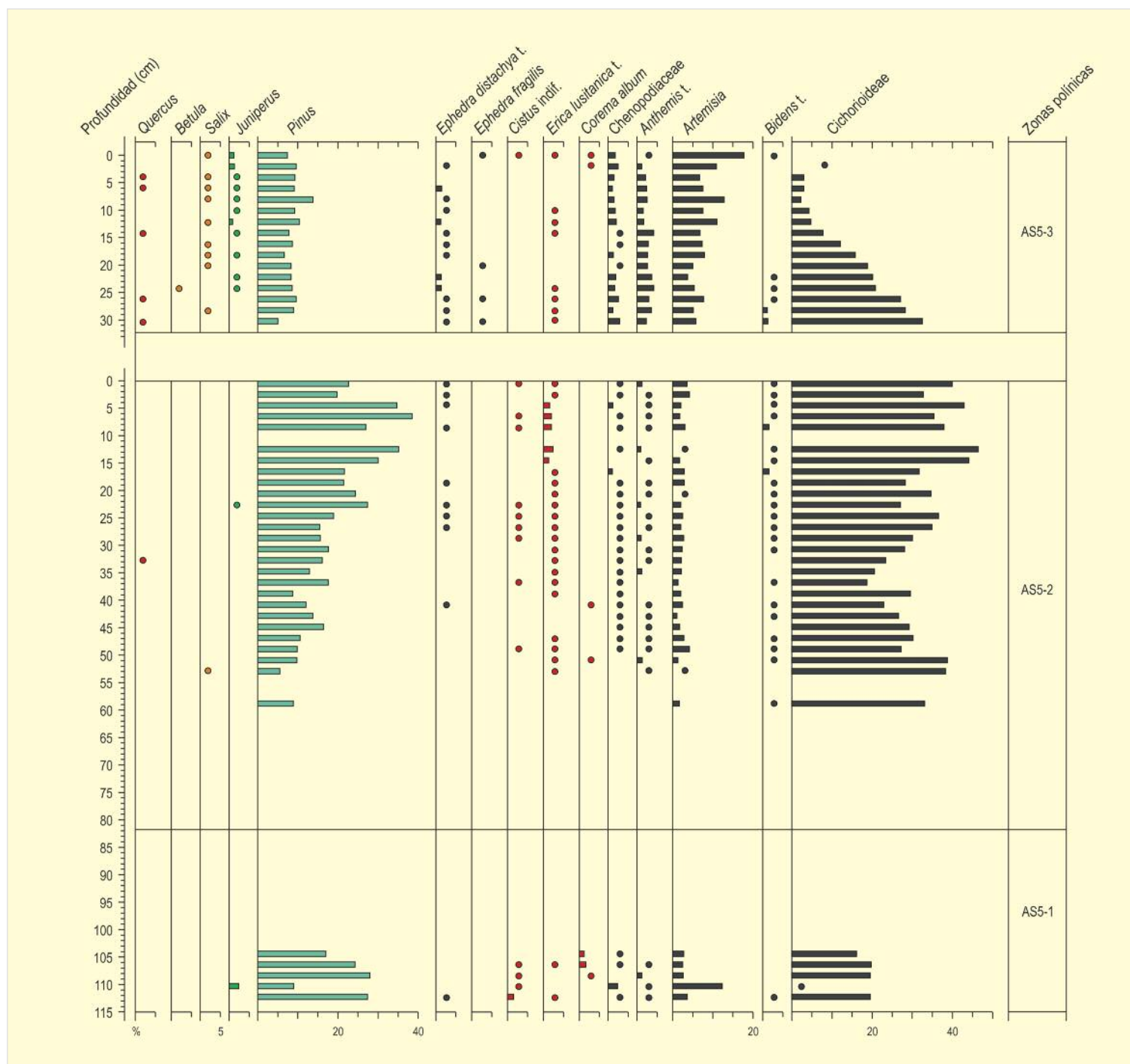


Figura 861. Diagrama polínico del sondeo AS5 del Asperillo. Redibujado de Stevenson (1984)

por gramíneas y compuestas hacia pinares de *Pinus pinea* y *Juniperus phoenicea* en sistemas más estabilizados. Las fases de inundación suelen ir asociadas con máximos en *Myriophyllum* y a veces *Salix*.

Más información

Stevenson (1984)

MD95-2043

Mar de Alborán, Mediterráneo occidental
Pleistoceno superior-Holoceno (48-1 Ka)

El testigo marino MD95-2043 fue recuperado por el buque francés Marion Dufresne, equipado con la sonda de émbolo CALYPSO, en el marco del programa internacional IMAGES (International Marine Global Change Study) durante la campaña oceanográfica de 1995 destinada al estudio del margen ibérico. El punto exacto de sondeo se localiza en la zona central del Mar de Alborán (Mediterráneo occidental) a 36° 08' N y 02° 37' O, a una profundidad de agua de 1841 m y consiste en una secuencia de

sedimentos finos hemipelágicos. La secuencia ha sido datada por el método radiocarbónico AMS y por correlación tanto con la curva de SST (temperatura superficial del agua) obtenida a partir de alquenonas como con la curva de $\delta^{18}\text{O}$ de hielo de Groenlandia (Cacho *et al.* 1999). Los 16 metros superiores de la secuencia corresponden a los últimos 48.000 años y han proporcionado material para una amplia serie de investigaciones sedimentarias, fósiles y geoquímicas (Cacho *et al.* 1999, 2000, 2006; Moreno *et al.*

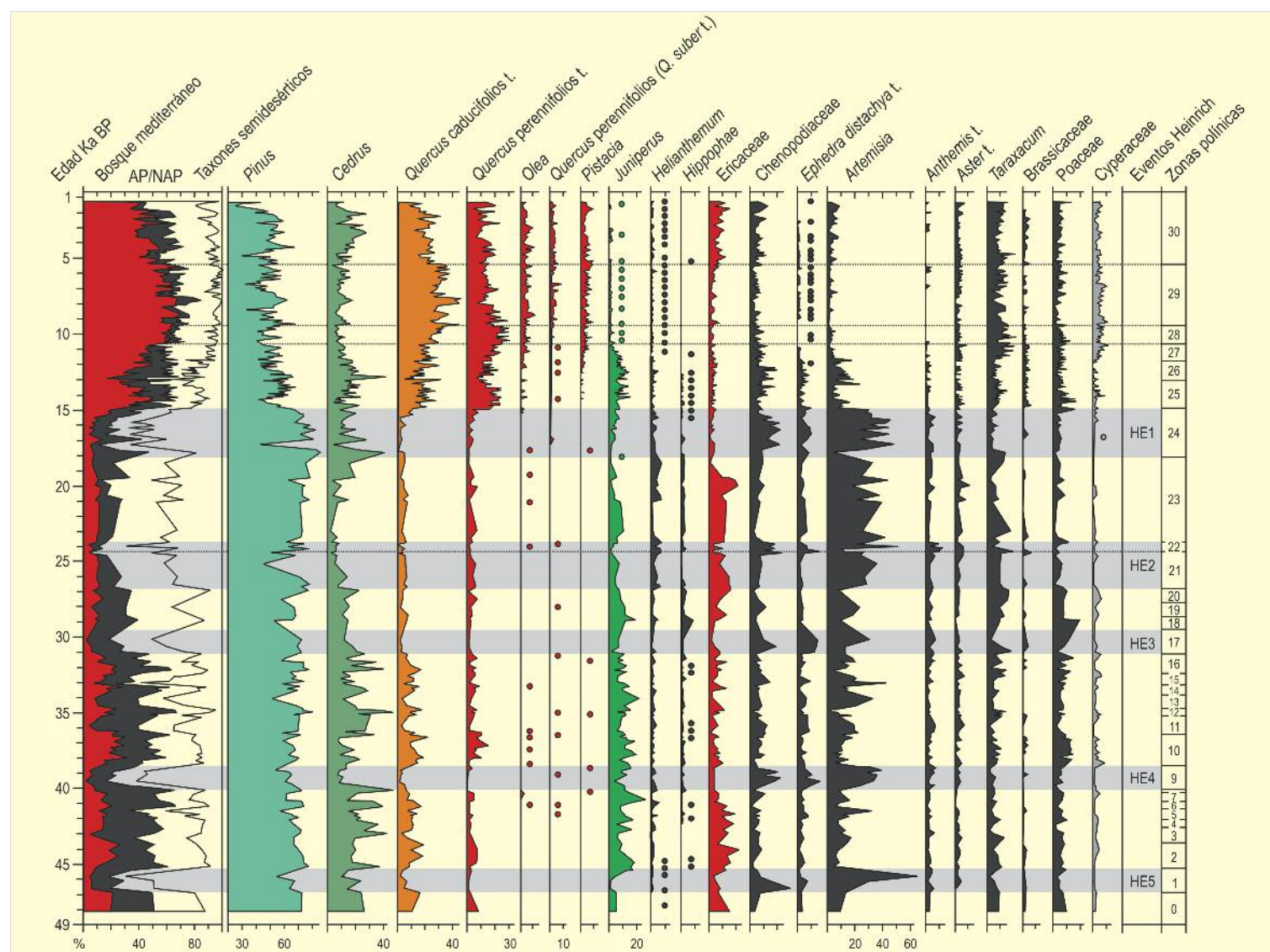


Figura 862. Diagrama polínico de MD95-2043. Redibujado de Fletcher & Sánchez-Goñi (2008). Las barras grises indican los eventos Heinrich y el Dryas reciente de acuerdo con la señal paleoecológica de indicadores marinos (Cacho *et al.* 1999, 2002, 2006)

Prof. (cm)	Muestra	Años BP	Años cal. BP	Rango
14	<i>G. bulloides</i>	1980 ± 60	1538	1384-1690
54	<i>G. bulloides</i>	3216 ± 37	3029	2897-3162
96	<i>G. bulloides</i>	4275 ± 41	4391	4255-4510
178	<i>G. bulloides</i>	5652 ± 42	6056	5936-6172
238	<i>G. bulloides</i>	6870 ± 50	7384	7276-7479
298	<i>N. pachyderma</i>	8530 ± 47	9165	9010-9301
348	<i>G. bulloides</i>	9200 ± 60	10.009	9792-10.176
418	<i>N. pachyderma</i>	9970 ± 50	10.944	10.726-11.115
487	<i>N. pachyderma</i>	10.560 ± 60	11.797	11.406-12.043
512	<i>N. pachyderma</i>	10.750 ± 60	12.172	11.936-12.571
588	<i>N. pachyderma</i>	11.590 ± 60	13.088	12.949-13.205
595	<i>N. pachyderma</i>	11.880 ± 80	13.327	13.172-13.496
682	<i>G. bulloides</i>	12.790 ± 90	14.412	14.068-14.873
708	<i>G. bulloides</i>	13.100 ± 90	14.970	14.493-15.318
758	<i>N. pachyderma</i>	14.350 ± 110	16.618	16.174-17.049
802	<i>N. pachyderma</i>	15.440 ± 90	18.334	18.041-18.637
858	<i>N. pachyderma</i>	18.260 ± 120	21.094	20.649-21.517

Tabla 207. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia MD95-2043. Conversión con Marine04 (Hughen *et al.* 2004) en CALIB versión 5.02 (Stuiver & Reimer, 1993). Cacho *et al.* (1999)



Figura 863. Situación geográfica del sondeo de MD95-2043 en la costa sur de la Península

2002, 2005; Sánchez-Goñi *et al.* 2002; Pérez-Folgado *et al.* 2003; Colmenero-Hidalgo *et al.* 2004; Fletcher & Sánchez-Goñi 2008).

La investigación palinológica en alta resolución (Sánchez-Goñi *et al.* 2002; Fletcher & Sánchez-Goñi, 2008) proporciona evidencias sobre cambios rápidos de la vegetación a escala regional en el sureste de la Península Ibérica y el norte de Marruecos durante el último periodo glacial, la transición glacial-interglacial y el Holoceno. (Fig. 862)

El intervalo 48-27 ka, que se sitúa en el estadio isotópico marino OIS 3, se caracteriza por la alternancia entre fases de expansión de

Quercus y otras de vegetación xerofítica en sincronía con la variabilidad climática del tipo Dansgaard-Oeschger y los eventos Heinrich (zonas polínicas 0-20).

El OIS 2 se caracteriza por el dominio de vegetación semidesértica acompañada por especies arbustivas como Ericaceae (zonas 21-25). El LGM, o Último Máximo Glacial (zona 23) exhibe condiciones climáticas menos severas que las de los eventos Heinrich 2 y 1 (zonas 21-22, y 24 respectivamente).

La fase correlativa del OIS 1 se caracteriza por los máximos forestales de *Quercus*, con una expansión importante y rápida al principio del interestadio tardiglacial (Bölling-Allerød) (zona 26). Durante el Dryas reciente, se constata una expansión de vegetación semidesértica (zona 27), pero el cambio fue moderado en comparación con los estadios del periodo glacial.

La secuencia del Holoceno inicial registra una transición entre el dominio de *Quercus* perennifolios (zona 29) y caducifolios (zona 30). Posteriormente (zona 31), se produce una disminución de *Quercus* al tiempo que la expansión de Ericaceae y xerofitos.

Más información

Cacho *et al.* (1999, 2000, 2006), Sánchez-Goñi *et al.* (2002), Fletcher & Sánchez-Goñi (2008)

SU81-13

Océano Atlántico, sur de la Península Ibérica
Pleistoceno superior-Holoceno (21.000 BP-actualidad)

Este sondeo marino se localiza a unos 1226 m de profundidad en el golfo de Cádiz a 36° 00' N y 07° 40' O, unos 100 km al sur de Faro, 136 km al oeste de Cádiz y 160 km al noroeste de las estribaciones más occidentales del macizo marroquí del Rif. Por lo tanto integra información paleoambiental de ambas orillas. A partir de los datos de este sondeo marino resulta difícil distinguir qué especies provienen de un sector o del otro, pues hoy día las dos estructuras vegetales, en ambas orillas, son similares. La única excepción notable entre la actual vegetación arbórea europea y africana es la presencia de cedros en el sector marroquí. Este taxón es perfectamente detectado, en este sondeo marino, y su evolución a lo largo de la

secuencia, nos habla claramente de una dinámica de vegetación que muy probablemente pueda atribuirse al sector marroquí.

La cronología de la secuencia sedimentaria fue establecida a partir de la estratigrafía isotópica por Martinne Paterné y Jean Claude Duplessy (Parra 1994). A partir de aquí se observa un registro desde 21.000 años BP aproximadamente hasta la época moderna.

El diagrama polínico (Fig. 864) evidencia la persistencia de quercíneas. Se trata de la representación de las áreas de refugio más occidentales tanto de África mediterránea como de Europa

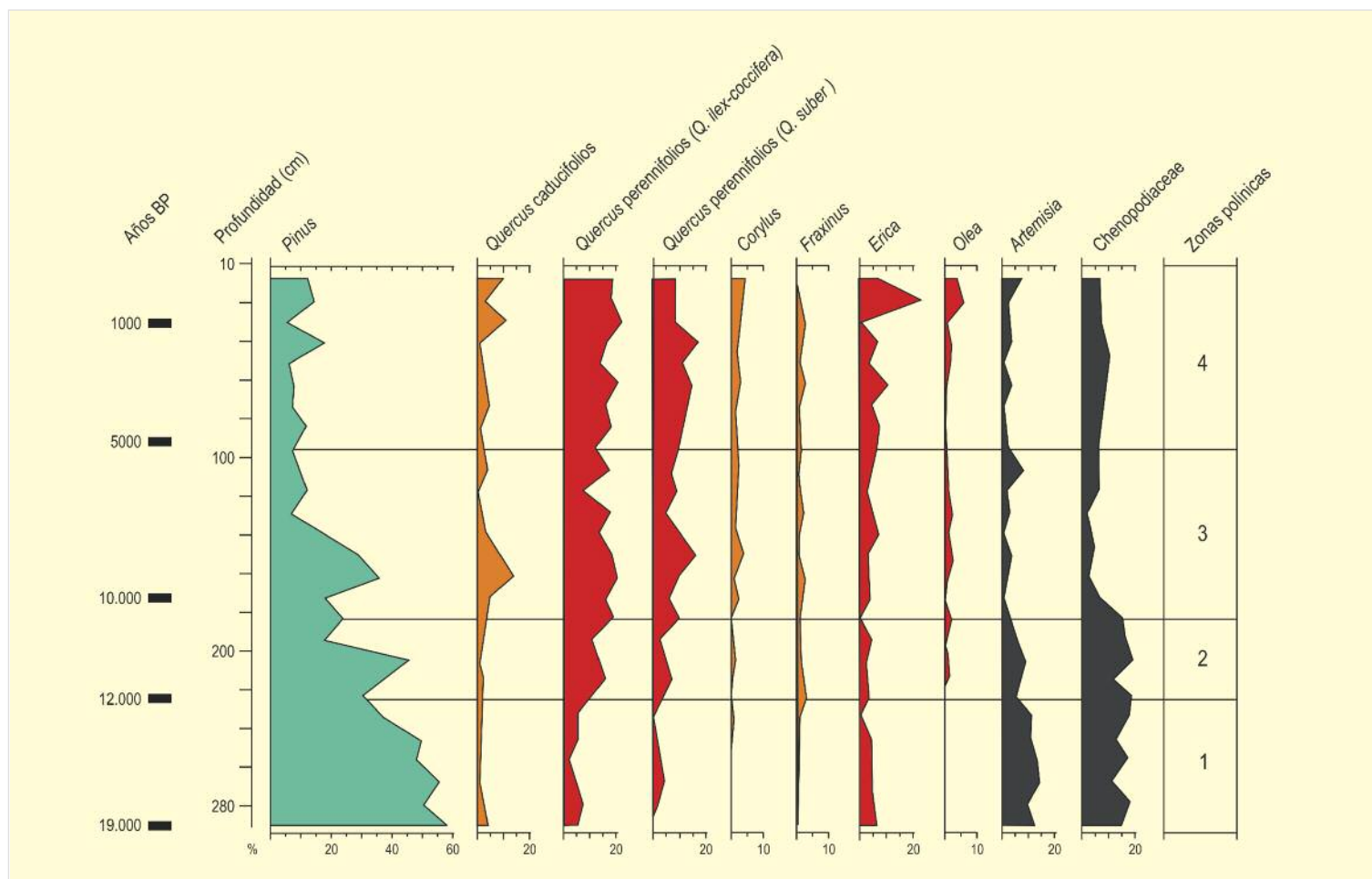


Figura 864. Diagrama polínico del sondeo SU81-13. Redibujado de Parra (1994)



Figura 865. Situación geográfica del sondeo SU81-13 en la costa sur de La Península

meridional. De forma particular, podemos observar el grupo de los *Quercus* perennifolios, representados tanto a través de los encinares como de los alcornoques de forma prácticamente continua a lo largo de la secuencia. De forma más esporádica aparecen pólenes de *Quercus* caducifolios, probablemente *Quercus faginea*.

Los pinos son muy abundantes en el registro del SU81-13. Es habitual en palinología marina excluir el pino de los recuentos totales sobre la premisa de que este taxón está sobrerrepresentado. Sin embargo, en este testigo sedimentario no podemos dejar de observar dos fenómenos que muestran que estos diagramas polínicos con pinos

en zonas próximas a la costa representan de alguna manera los cambios estructurales reales que ocurren en la vegetación litoral y de las montañas próximas al sondeo SU81-13 en ambas orillas. En efecto, por una parte la curva de los cedros covaría con la curva de los pinos, y por otra parte, y esto es lo más interesante, las variaciones de la curva de los pinos de este sondeo pueden seguirse en sus trazos y tendencias fundamentales en la curva polínica de la secuencia continental española de la turbera de Padul (Pons & Reille 1988). Así, vemos que durante el periodo máximo glacial hay zonas litorales o próximo litorales mediterráneas, registradas en el sondeo marino SU81-13, donde una gran parte de la vegetación arbórea, e incluso arbustiva, que desaparece de casi todo el continente europeo durante el último periodo glacial, se mantiene, sin embargo, en buenas condiciones, pues su presencia es continua, o casi continua a lo largo de la transición glacial-interglacial, para después desarrollarse plenamente en el periodo holocénico. Incluso llama la atención la curva de *Olea*, taxón ciertamente termófilo, que aparece en este sondeo de forma casi continua, es decir, según la estratigrafía isotópica de la secuencia, desde unos 13 mil años antes del presente.

Parra (1994) ha interpretado la progresiva reducción de los cedros y de los pinos en la secuencia SU81-13 como la expresión polínica del desarrollo en las zonas bajas de los encinares, alcornoques y robledales mediterráneos, a expensas de los otros taxones que se posicionan, entre 10.000 y 8000 años BP en sus posiciones altitudinales presentes.

Más información:

Parra (1994), Magri & Parra (2002)

SAN RAFAEL

Roquetas de Mar, Almería

Pleistoceno superior-Holoceno (20.058-1393 años cal. BP)

La secuencia de San Rafael (36° 46' 25" N, 02° 36' 05" O) está situada en la costa sur de Almería, en el municipio de Roquetas de Mar, próximo a la secuencia de este nombre. La zona, incluida en el Sistema Bético, se sitúa entre diversos macizos con cuencas neógenas y cuaternarias rellenas con materiales alóctonos desde el Mioceno hasta el Cuaternario. La llanura que se extiende a sus espaldas, el Campo de Dalías, es durante el Cuaternario una plataforma de abrasión marina que más tarde queda cubierta por aluviones procedentes de la Sierra de Gádor. Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 20 °C y la precipitación entre los 250 y los 300 mm anuales.

En el área litoral, en el piso climático termomediterráneo, se extienden hoy día comunidades arbustivas compuestas por *Martenus senegalensis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Chamaerops humilis*, *Periploca laevigata*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea* var. *sylvestris*. En las áreas de bioclima semiárido, se desarrolla un matorral esclerófilo de *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Chamaerops humilis*, relegando a lugares más altos del interior la presencia ocasional de *Quercus rotundifolia*, con extensiones importantes de *Lavandula lanata* y *Thymus longifolius*.

La secuencia de San Rafael, obtenida sobre un testigo sedimentario de 18,60 m, es muy homogénea y se compone básicamente de arcillas y limos más o menos orgánicos con un nivel turboso entre los 10,90 y los 11,90 m y un paquete de gravas y arenas en la base (Pantaleón-Cano 1998). Este testigo, que es el más completo de los recuperados en la zona, tiene un total de 6 dataciones que comprenden desde el Würm final (20.058 años cal. BP), situado en la

base, hasta momentos subactuales y ha servido para establecer la zonación polínica del litoral almeriense a partir de 8 fases bien caracterizadas (Pantaleón-Cano 1998, Pantaleón-Cano *et al.* 1999, 2003).

Los registros más antiguos, aunque datados en el Pleniglacial superior, muestran un espectro polínico compuesto característicamente por *Olea*, *Quercus* perennifolios y caducifolios y *Pinus*, reflejando la existencia de un ambiente relativamente cálido y húmedo dominado por el componente termófilo, una notable presencia de elementos caducifolios y, a nivel local, el desarrollo de elementos higrófilos. Tras un probable hiato sedimentario y durante un momento frío del Tardiglacial, la zona B se caracteriza por un descenso de los taxones arbóreos en favor de los heliófitos. Las zonas C y D, separadas de la anterior por la fecha 11.685 años cal. BP mantienen esta tendencia pero con el aumento importante de *Pseudoschizaea* que, junto a la expansión de taxones indicativos de procesos edáficos, indicaría un aumento de la erosión que acompañaría la reducción de la cobertura vegetal del territorio en este momento. El periodo entre los 7925 y 5078 años cal. BP correspondería a la zona E, que en general se ha dado en llamar Óptimo Holoceno. Durante este periodo, el componente estépico muestra un gran retroceso en relación al incremento del polen arbóreo y de diversos taxones arbustivos. Durante estos momentos, las comunidades arbustivas se desarrollarían ampliamente en las zonas bajas mientras que formaciones forestales de carácter mesófilo se extenderían en las áreas montañosas interiores.

A partir de la mitad del Holoceno, y durante la zona F, la situación cambia radicalmente con el establecimiento de unas condiciones am-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-77645	245	1450 ± 80	1393	convencional
Beta-77646	660	4430 ± 100	5078	convencional
Beta-92461	1352	7100 ± 50	7925	convencional
Beta-92462	1536	9250 ± 70	10.416	AMS
Beta-95127	1700	9980 ± 60	11.685	AMS
Beta-92463	1850	16.860 ± 120	20.058	AMS

Tabla 208. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de San Rafael (Almería). La edad calibrada (CALIB 6.0, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Todas las dataciones se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico. Pantaleón-Cano *et al.* (2003)

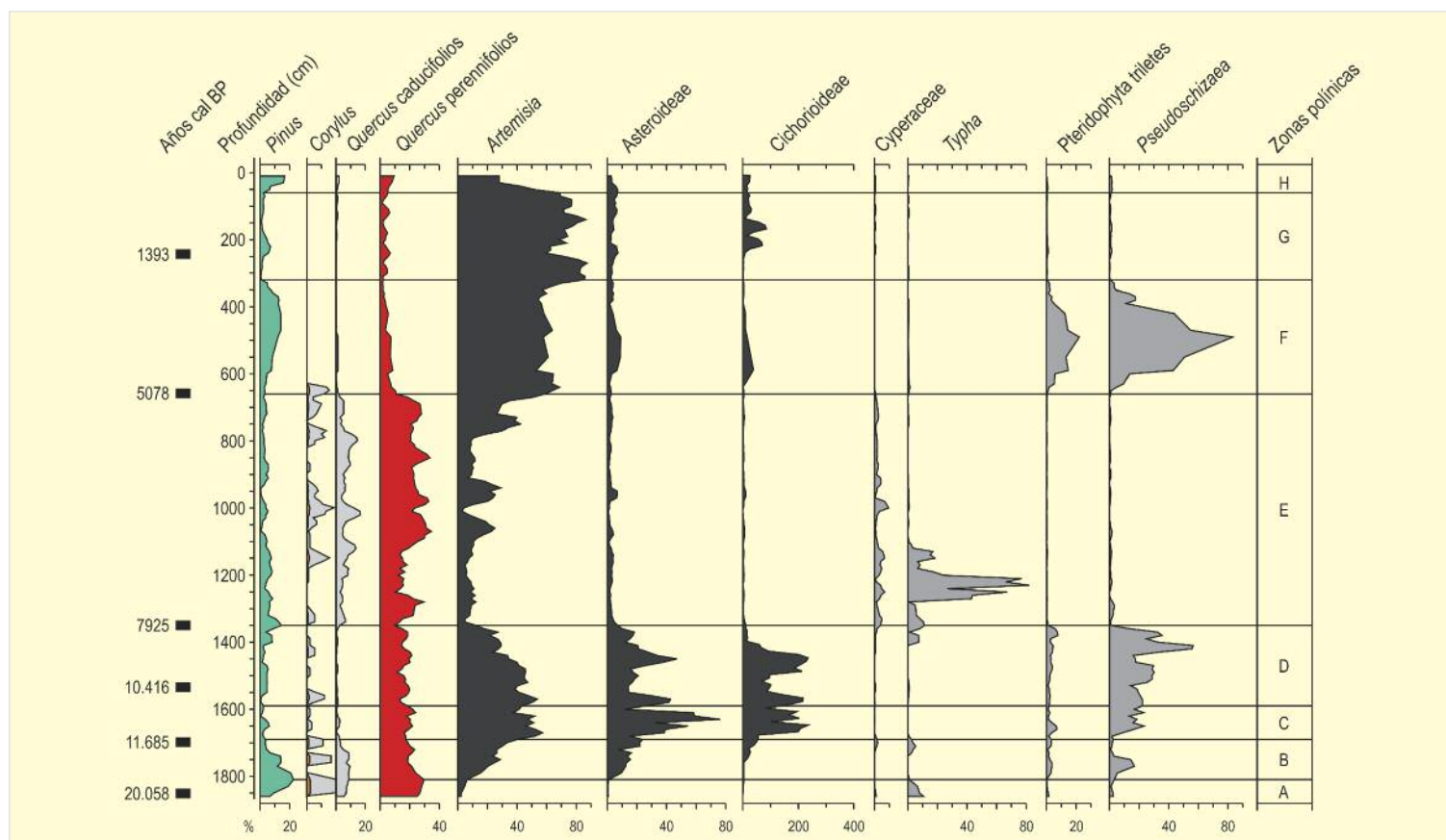


Figura 866. Diagrama polínico sintético de San Rafael. Redibujado de Pantaleón-Cano *et al.* (2003)

bientales esencialmente áridas y la instalación definitiva de las comunidades estépicas como elemento más característico del paisaje almeriense. El polen arbóreo muestra una gran disminución, con la práctica desaparición de *Quercus caducifolios* e importantes reducciones en la presencia de *Quercus perennifolios* y de *Olea*. Paralelamente, las frecuencias relativas de *Artemisia*, *Ephedra*, *Plantago* y *Asteraceae* experimentan importantes incrementos. *Pseudoschizaea* alcanza en este momento valores máximos.

Los espectros polínicos correspondientes a la parte final del Holoceno (zonas G y H) y ya coincidentes con la época medieval, invierten la tendencia anterior, mostrando una cierta recuperación de las concentraciones polínicas paralela a la disminución de *Pseudoschizaea*. La gran abundancia de polen de *Chenopodiaceae* se relaciona con la formación de los cordones litorales halófilos que existen actualmente en las zonas estudiadas. Las diferencias respecto a la zona precedente deberían considerarse probablemente como el resultado de cambios en el balance hídrico de los territorios estudiados y a la intervención humana sobre el medio, máxime cuando durante estos momentos existen indicadores tales como la expansión de *Olea* y otros taxones antrópicos que permitirían, por vez primera en las secuencias estudiadas, observar claramente elementos atribuibles a la existencia de las actividades de grupos humanos.

Por otro lado, la cuenca de Vera y el curso del Almanzora constituyen un importante foco cultural del Mediterráneo Occidental desde mediados del III milenio BC, en el que se constata el inicio de actividades metalúrgicas y el establecimiento de sistemas de irrigación. Dada esta intensa actividad antrópica, y cualquiera que fuese el patrón de explotación agrícola, sería lógico suponer que una economía basada en la agricultura, la metalurgia y la explotación ganadera debería dejar una marca claramente visible sobre el paisaje. A pesar de ello, tal y como sucede en otras zonas mediterráneas de similares características, esta actividad no queda reflejada en los diagramas polínicos hasta momentos históricos. En cualquier caso se constata la presencia de *Vitis* y el repunte de los valores de *Olea* coincidiendo con la disminución de la cobertura vegetal y la instauración de condiciones edáficas generalizadas. Los granos de polen de "tipo cereal" parece que tienen más que ver con los extensos cañizares locales que con la actividad cerealista, ya que están presentes desde la base de todas las secuencias de la zona (Yll *et al.* 1995, Pantaleón-Cano *et al.* 2003).

Más información

Yll *et al.* (1994, 1995, 1996, 1999, 2002), Pantaleón-Cano *et al.* (1999, 2003), Pantaleón-Cano (1998)

LAGUNA DE SILES

Sierra de Segura, Siles, Jaén

Pleistoceno superior-Holoceno (20.276-505 años cal. BP)



Figura 867. Laguna de Siles, Jaén

La Laguna de Siles ($38^{\circ} 23' 21''$ N, $02^{\circ} 30' 34''$ O; 1320 m s.n.m.) se localiza a 6 km al oeste del pueblo de Siles (Jaén) y a 2 km al sur de la divisoria con Albacete, al norte de la Sierra de Segura (Fig. 1). La cuenca estudiada se extiende unos 45 x 60 m (profundidad máxima de 3,5-4 m) durante los años lluviosos y normalmente se seca uno o dos meses en los años secos. La región es kárstica y la laguna, de hecho, es parte de un polje tectónico de

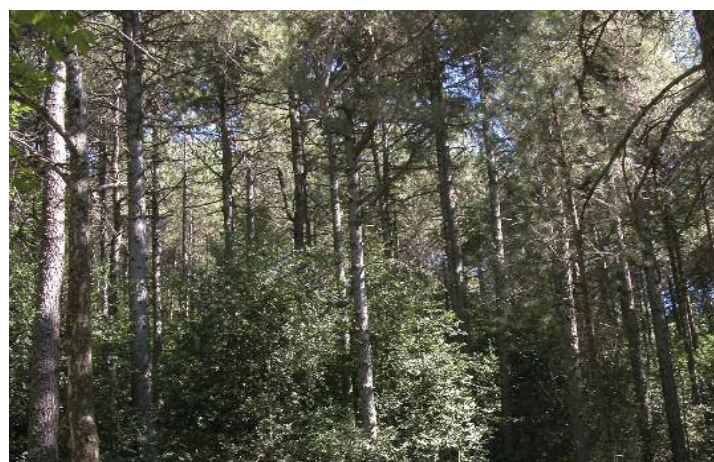


Figura 868. Pinar de *Pinus nigra* con denso sotobosque en el paraje de Las Acebeas, próximo a la Laguna de Siles

350 x 700 m formado sobre calizas cretácicas. El sedimento cuaternario es arcilloso y orgánico.

La laguna se sitúa en el piso supramediterráneo, pero muy cerca del límite tanto con el meso como con el oromediterráneo. La medias inferidas para la temperatura y precipitación son 10-11 °C y 800-1000 mm respectivamente, aunque está claro que la precipitación se

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Pta-8152	6-8	430 ± 90	505	convencional
Beta-141045	28-30	1580 ± 40	1470	AMS
GrA-17550	34-36	1685 ± 40	1566	AMS
Beta-141043	39-41	1900 ± 40	1815	AMS
Pta-8152	45-47	2280 ± 80	2270	convencional
GrA-15998	60-62	3125 ± 35	3357	AMS
GrA-17552	81-83	4520 ± 45	5180	AMS
GrA-16000	91-93	5160 ± 40	5916	AMS
Pta-8148	105-107	6350 ± 130	7267	convencional
Beta-155405	135-137	9120 ± 80	10.238	convencional
Beta-155406	143-145	10.300 ± 80	12.110	convencional
GrA-16119	170-172	17.030 ± 80	20.276	AMS

Tabla 209. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Siles (Jaén). Calibraciones según Stuiver *et al.* (1998) (CALIB 4.3). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95.4% , 2 sigma). Carrión (2002)

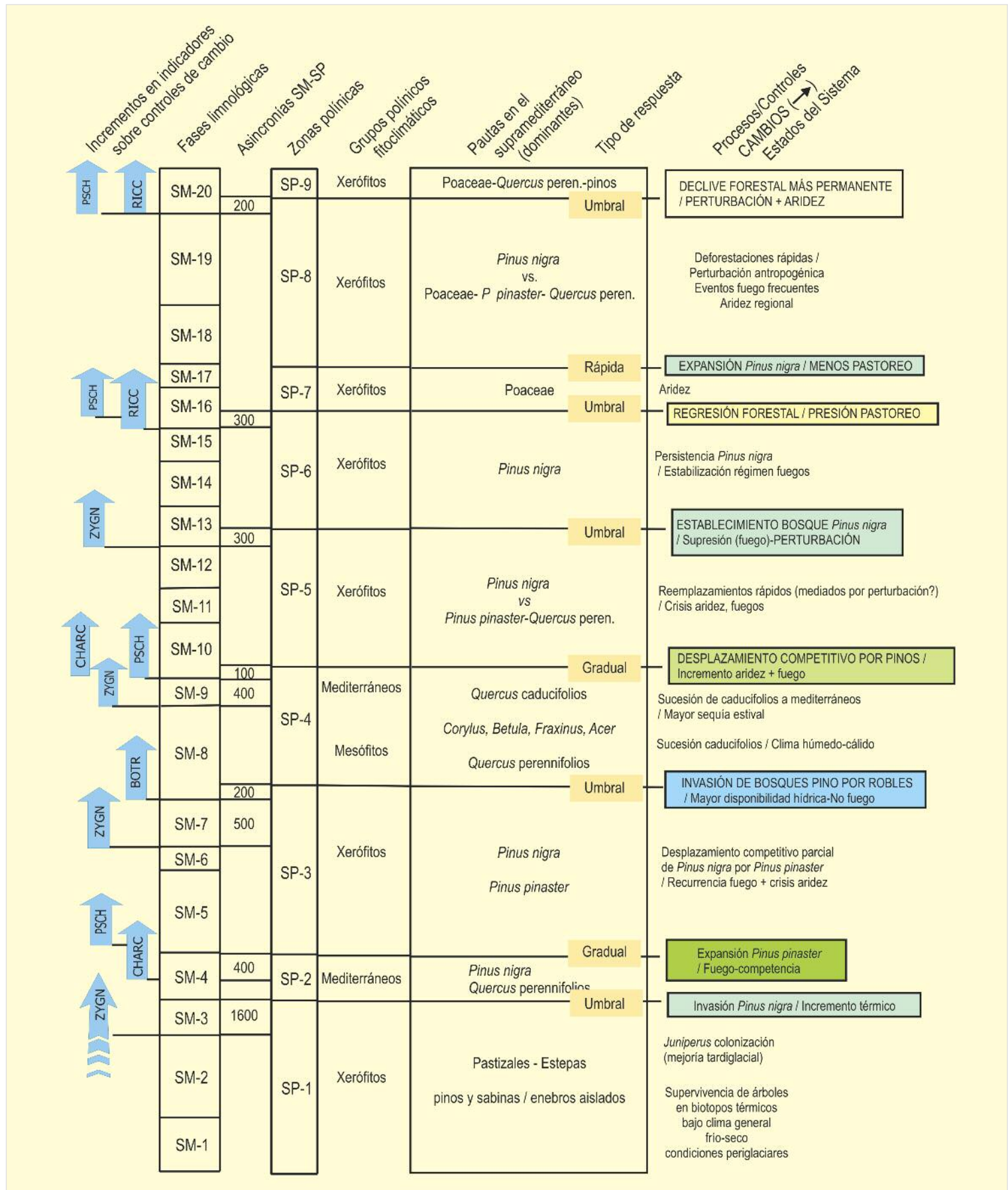


Figura 870. Relaciones temporales entre las fases limnológicas (SM) y la vegetación terrestre (SP), e hipótesis de los principales procesos y control de la evolución de la vegetación en la secuencia de Siles. ZYGN = Zygnemataceae, CHARC = microcarbones, PSCH = *Pseudoschizaea*, BOTR = *Botryococcus*, y RICC = *Riccia*. Redibujado de Carrión (2002)

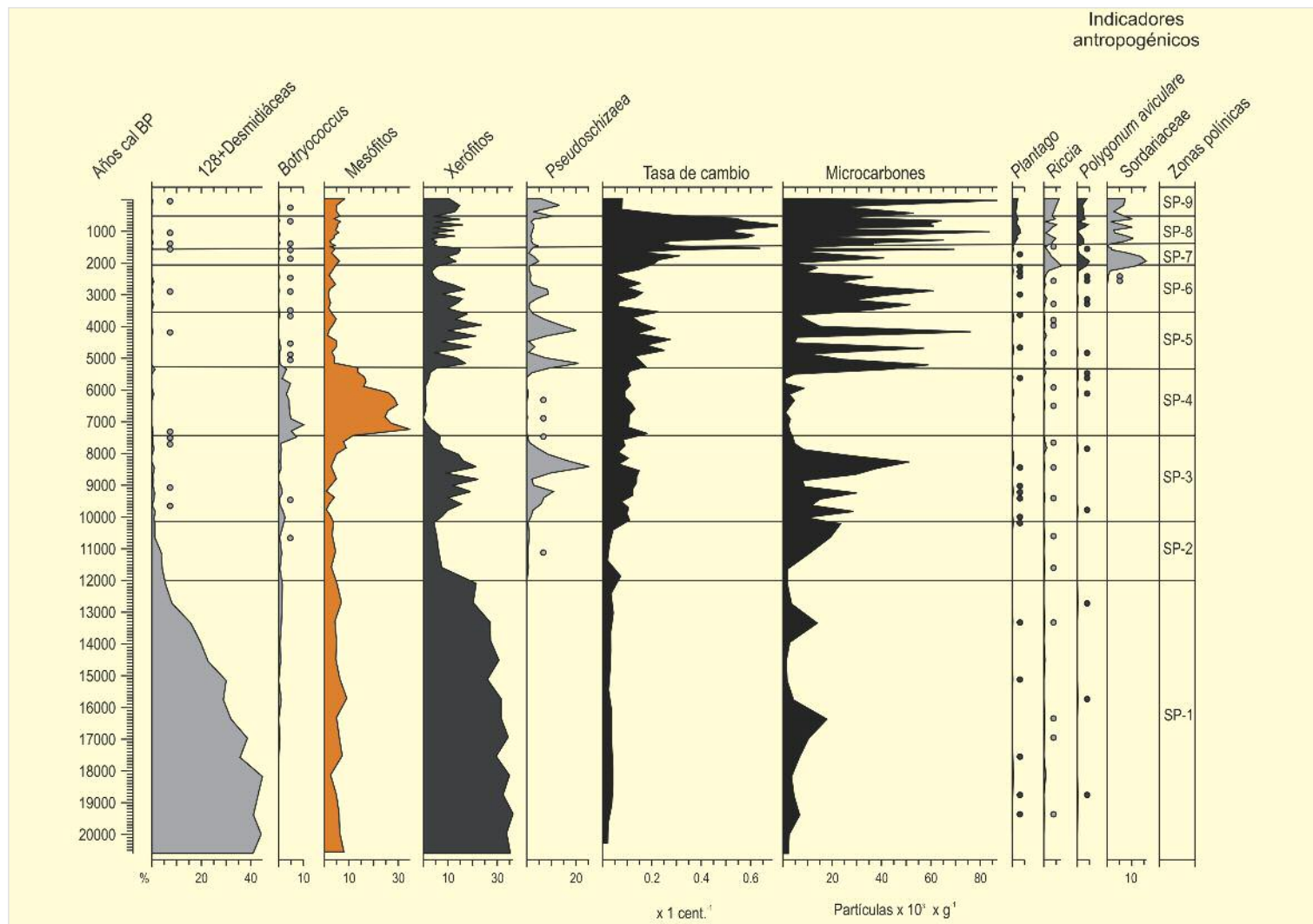


Figura 871. Variación de microcarbones, indicadores antropogénicos y otros microfósiles, y tasa de cambio (Bennett 2000) entre muestras adyacentes a lo largo de la secuencia de Siles. Redibujado de Carrión (2002)

incrementa con la altitud, alcanzando los 1300 mm en algunos valles de altura abrigados. La vegetación hidrofítica incluye especies de *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Callitriche* y *Ranunculus*. En los márgenes, aparecen *Scirpus tabernaemontani*, varias especies de *Carex*, *Typha domingensis*, *Mentha pulegium*, *Juncus tenageia*, *Phragmites australis* y *Bellis annua*. Los alrededores presentan un paisaje subforestal, con *Pinus nigra*, *P. pinaster*, *Quercus rotundifolia* y varias especies de *Juniperus* (*J. communis*, *J. oxycedrus*, *J. phoenicea* y *J. thurifera*), además de *Berberis hispanica*, *Rhamnus saxatilis*, *Erinacea anthyllis*, *Echinopartium boissieri* y una capa basal de gramíneas (Fig. 868).

La secuencia polínica ha permitido elaborar la historia vegetal desde 20.300 años cal. BP hasta la actualidad (Tabla 209). Durante SP1 (20.300-11.900 años cal. BP) la vegetación característica es una estepa graminoide con Poaceae, *Artemisia*, *Ephedra nebrodensis*, pinos y *Juniperus*, con abundancia de Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae y *Helianthemum*. A expensas de *Artemisia*, *Ephedra nebrodensis* y Chenopodiaceae, tiene lugar una expansión gradual de *Juniperus*, culminando alrededor de 12.100 años cal. BP y en paralelo a pequeños incrementos de *Pinus pinaster* y *Quercus perennifolios*. En

esta zona se alcanzan porcentajes relativamente altos de mesotermófilos: *Pinus pinaster* (6%), *Quercus caducifolios* 3%, *Quercus perennifolios* (2,5%), Ericaceae (2,1%), *Corylus* (2%), *Betula* (2,9%) y *Fraxinus* (1,8%). Durante el Tardiglacial (17.000-11.900 años cal. BP), estas taxa se incrementarán hasta 7,8%, 3,6%, 3,9%, 2,8%, 3,5%, 2,8% y 3% respectivamente. La zona se caracteriza también por la presencia continua de *Acer*, *Taxus*, *Arbutus*, *Buxus*, *Salix*, *Ulmus*, *Phillyrea*, *Pistacia* y *Olea*. Todo ello sugiere la proximidad de refugios glaciales para la vegetación forestal caducifolia y mediterránea.

La zona SP2 (11.900-10.100 años cal. BP) se caracteriza por la expansión de *Pinus*, probablemente *Pinus nigra* (Carrión 2002). La invasión es rápida y, presumiblemente, define un ascenso altitudinal en la posición del ecotono bosque-pastizal hasta su posición actual en las cercanías de la laguna. En esta zona tienen lugar pequeños incrementos de *Phillyrea*, *Olea*, Ericaceae y *Quercus perennifolios*. Durante SP3 (10.100-7400 años cal. BP), el principal contribuyente a los espectros polínicos es de nuevo *Pinus nigra*, con porcentajes en torno al 50%. Gradualmente, hay un reemplazamiento de *P. nigra* por *P. pinaster*, el cual alcanza sendos máximos en 8100 y 7700 años cal. BP. El compo-

nente mesofítico, con *Betula*, *Fraxinus*, *Quercus* caducifolios, *Corylus* y *Acer* comienza a incrementarse a partir de 8100 años cal. BP.

Durante la zona SP4 (7400-5300 años cal. BP), los bosques de pino son inicialmente reemplazados por robledales con abedul, avellano, fresno, arce, sauces y olmos, así como tejos, madroños, boj y acebo. *Juniperus* y los xerófitos experimentan su mínimo. Esta fase supone igualmente la expansión de la vegetación mediterránea, caracterizada por bosques de *Q. ilex-rotundifolia* con ericáceas, *Phillyrea*, *Rhamnus*, *Pistacia* y *Olea*. Sin embargo, el máximo de este tipo vegetal (5900 años cal. BP) es transgresivo respecto al máximo mesofítico de los robles y *Betula* (7300 años cal. BP), *Acer* (6600 años cal. BP), *Fraxinus* (6500 años cal. BP) y *Corylus* (6400 años cal. BP), lo cual sugiere una pauta de sucesión que culmina con nuevos incrementos de *Pinus*.

La zona SP5 (5300-3500 años cal. BP) se caracteriza por alternancias rápidas de *Pinus nigra* vs. *P. pinaster* y taxones mediterráneos. *P. pinaster* tiene un pico inicial en 5200 años cal. BP, *P. nigra* en 4900 y 4200 cal. BP, mientras que *P. pinaster*, *Quercus*, Ericaceae, *Pistacia*, *Phillyrea*, *Ephedra fragilis* y *Olea* se incrementan sincrónicamente en torno a 4500 y 3800 años cal. BP. Al mismo tiempo, tiene lugar un incremento en los xerófitos (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Ephedra nebrodensis*) y en *Juniperus*. Después de un nuevo pico (3350 años cal. BP), *P. nigra* permanece dominante durante SP6 (3500-2000 años cal. BP).

Durante SP7 (2000-1550 años cal. BP), *P. nigra* decrece y Poaceae llega a ser el taxón polínico privativo, con un máximo del 50% a 1800 años cal. BP. Esta zona viene también significada por *Fraxinus*, *Pistacia* (pico a 1900 años cal. BP), *Ephedra fragilis*, *Juniperus* y *Artemisia*. Resulta importante que el primer máximo de Poaceae (1800 años cal. BP) sea precedido (2200-2000 años cal. BP) por curvas ascendentes de *Polygonum aviculare* y *Riccia*, así como por las primeras apariciones de Sordariaceae, *Thecaphora* y *Trichuris*. La zona SP8 (1550-500 años cal. BP) se caracteriza por alternancias de *Pinus nigra* y Poaceae. Los incrementos en el polen de gramíneas son coetáneos con los de *Pinus pinaster*, *Quercus* perennifolios, *Fraxinus*, Ericaceae, *Juniperus*, *Phillyrea*, *Artemisia* y Chenopodiaceae. En contraste, los incrementos de *P. nigra* son correlativos de los de *Quercus* caducifolios y *Corylus*. Esta zona muestra la presencia continua de *Berberis*, *Olea*, *Cistus*, *Rhamnus*, Genisteae y *Juglans* y los primeros recuentos de *Vitis* en torno a 800 años cal. BP. La zona SP9 (a partir de 500 años cal. BP) supone el establecimiento del paisaje local actual.

El registro polínico es susceptible de comparación con el de microfósiles, con las indicaciones de fuego y con el registro palinológico de perturbación antropogénica y actividades humanas (Carrión 2002). La evidencia más directa de cambio climático es precisamente el registro paleolimnológico, el cual, sin duda, refleja la tendencia al recalentamiento tardiglacial y del Holoceno inicial, así como cambios hidrológicos durante todo el Holoceno. El propio polen de plantas terrestres es indicativo de variación climática a través de las fluctuaciones de mesófitos (clima húmedo), xerófitos

(aridez), termófitos (incrementos térmicos) y componente mediterráneo (sequía estival) (Fig. 870).

El registro de microcarbones sugiere que la actividad de incendios se relaciona con la variación hidroclimática. La partículas son relativamente abundantes durante SP3, con tres picos, y todavía más durante SP5-SP9, con más de doce máximos (Fig 871). Esta pauta de baja ocurrencia durante el Holoceno medio, precedida y seguida por fases de mayor virulencia, encaja con la secuencia de mesófitos y xerófitos, así como con la variación de los indicadores del nivel hidrológico. Parece claro que los períodos de máxima ignición tuvieron lugar durante los momentos más áridos, lo cual se justifica adicionalmente por la correlación positiva entre microcarbones, *Artemisia*, xerófitos, *Juniperus* y *Pseudoschizaea*, y por la correlación negativa entre microcarbones, mesófitos y *Botryococcus* (Carrión 2002).

Los indicadores de acción antrópica (Fig. 871) son constantes a partir de 2500 años cal. BP, cuando tienen lugar los primeros aumentos en las esporas de sordariáceas, las cuales podrían estar relacionadas con el incremento del pastoreo en los alrededores de la laguna. *Thecaphora* y *Trichuris* puede que estén relacionados con un proceso similar. La curva de las esporas de *Riccia* tiene un significado igualmente coincidente. *Riccia lamellosa* y *R. sorocarpa* son abundantes en las superficies emergentes de masas de agua en alta montaña en zonas pastoreadas. Las esporas encontradas en nuestras muestras puede que hayan sido transportadas desde puntos más elevados de la cuenca lacustre o haber sido depositadas *in situ* durante la estación seca, siguiendo la desecación de la laguna. *Polygonum aviculare* y *Plantago lanceolata* podrían tener una conexión similar con el pastoreo, incluso con la agricultura, en conjunción con *Cerealia*, *Vitis* y *Puccinia* (Carrión & van Geel 1999). En síntesis, el registro palinológico sugiere sobrepastoreo en la zona desde 2400-2300 años cal. BP (SP7-SP9), y agricultura desde 1400 años cal. BP. La curva de *Riccia* comienza varios cientos de años antes de la expansión de las gramíneas y del declive forestal de SP7 y por tanto, las presencias continuas de *Berberis*, *Rhamnus* y Genisteae en fase con los indicadores antropogénicos señalados desde SP8 sugieren que hay una conexión entre el sobrepastoreo y la expansión del matorral espinoso.

Al menos durante siete veces a lo largo de SP7-SP8, los bosques de pino del supramediterráneo habrían sido llevados más allá de su umbral de resistencia a la perturbación, produciéndose la expansión del pastizal, el matorral espinoso con enebros y sabinas rastreras y las comunidades nitrófilas. Los fuegos naturales, por sí solos, no habrían sido suficientes para mantener el pastizal de alta montaña dentro del área de *P. nigra*. De hecho, el fuego queda testificado desde mucho antes de que tengan lugar los recesos forestales. Plausiblemente, los umbrales de vulnerabilidad de los bosques supramediterráneos de *Pinus nigra* sólo se alcanzarían por la acción combinada del clima árido, el fuego y, críticamente, el pastoreo.

Más información

Carrión (2002)

CUEVA DE AMBROSIO

Arroyo del Moral, Vélez Blanco, Almería
Pleistoceno superior-Holoceno



M.O. RODRIGUEZ-ARIZA

Figura 872. Vista del abrigo de Cueva de Ambrosio

La Cueva de Ambrosio está situada en el valle alto del Arroyo del Moral, término municipal de Vélez Blanco (Almería), con unas coordenadas geográficas de 37° 49' 57" N y 02° 05' 39" O y una altitud de 1060 m s.n.m.

El yacimiento es un gran abrigo rocoso (Fig. 872) con una ocupación atestiguada, en las últimas campañas de excavación, desde el Solutrense medio hasta el Solutrense superior evolucionado, aunque en las antiguas excavaciones se ampliaba hasta la Edad del Bronce incluyendo unos niveles del Epipaleolítico y Neolítico. La estratigrafía obtenida en las últimas campañas se puede atribuir a momentos culturales concretos por la composición industrial y las dataciones de radiocarbono.

Se han identificado 7 niveles, de los cuales 3 tienen ocupación antrópica, mientras que los otros cuatro son arqueológicamente estériles. El nivel VI tiene una datación de 16.590 años BP que junto a la industria recuperada se atribuye a un Solutrense medio. Para el nivel IV la datación es de 16.620 años BP sobre un nivel Solutrense superior. El nivel II se data en el 16.500 años BP y contiene un Solutrense superior evolucionado. La presencia de numerosas fuentes de materia prima en los alrededores del yacimiento y la existencia de gran cantidad de piezas rotas llevan a los excavadores a plantear que

CUEVA DE AMBROSIO				
Taxones\Niveles	I	II	IV	
<i>Juniperus</i>	3	240	61,06	26
<i>Pinus halepensis</i>	-	2	0,52	-
<i>Pinus nigra</i>	-	48	12,21	4
<i>Pinus nigra-sylvestris</i>	-	21	5,34	1
<i>Pinus sylvestris</i>	-	4	1,01	-
<i>Pinus</i>	-	2	0,52	1
Gimnosperma	-	24	6,1	3
<i>Cistus</i>	-	2	0,52	-
Fabaceae	-	3	0,75	-
<i>Prunus</i>	-	13	3,3	-
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	-	2	0,52	-
<i>Quercus faginea</i>	-	4	1,01	-
<i>Quercus caducifolia</i>	-	2	0,52	-
Cf. <i>Rosmarinus officinalis</i>	-	1	0,26	-
Indeterminables	-	25	6,36	1
TOTAL CARBONES	3	393	100	36
Nº DE TAXONES	1	14		5

Tabla 210. Frecuencias absolutas de los taxones determinados en el antracoanálisis de Cueva de Ambrosio

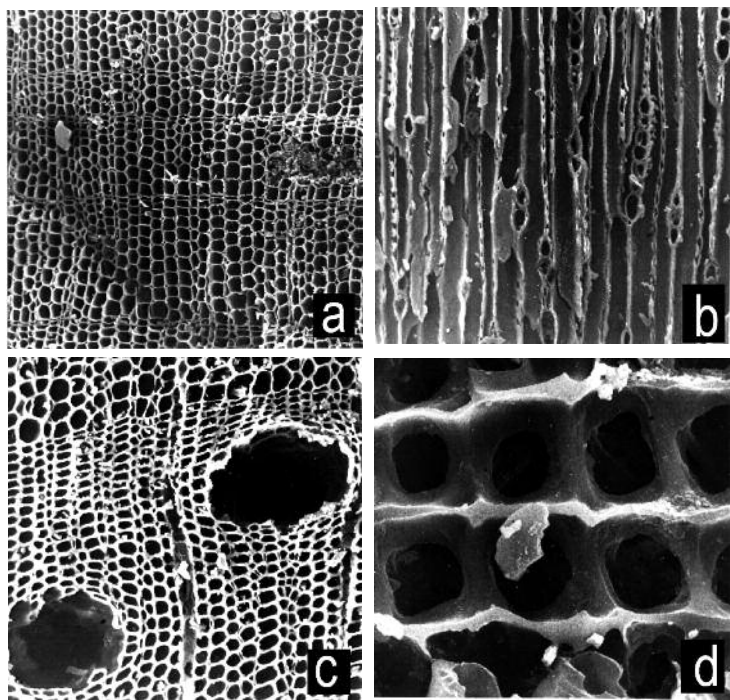


Figura 873. Secciones de carbones vegetales de Cueva de Ambrosio vistas al MEB. *Juniperus* (a-plano transversal/x100, b-plano tangencial/x200) y *Pinus nigra* (c-plano transversal/x200, d-plano radial/x15.000)

el abrigo fuera utilizado como lugar al que se acudía en un momento determinado a renovar el utillaje lítico.

Los carbones de Cueva de Ambrosio (Tabla 210 y Fig. 874) provienen de la flotación del sedimento recuperado en el desarrollo de las últimas campañas de excavación. La mayoría de las muestras pertenecen al nivel II o Microestratigrafía, sucesión de

once capas de cenizas, localizándose en la capa 2, dos estructuras de combustión (Ripoll *et al.* 1997). Este hecho es de gran importancia pues nos define la funcionalidad de los carbones recuperados como combustible para los hogares, en los cuales se desarrollaron actividades culinarias y de talla durante un tiempo breve y sincrónico. Por tanto, los carbones nos darán una imagen de la vegetación de un periodo no demasiado largo, fruto de recogidas de leña, con toda probabilidad, del entorno más inmediato de la cueva.

El número de taxones determinados en el análisis antracológico (Rodríguez-Ariza 2006) se eleva a 14, aunque si exceptuamos los tres que pueden comprender bajo su denominación a alguno de los otros de la lista (*Pinus*, gimnosperma y *Quercus caducifolia*), éste es de 11. Por tanto, el catálogo florístico proporcionado por el análisis antracológico (Tabla 210 y Fig. 874) está compuesto por:

Árboles como los pinos, representados por tres especies: salgareño (*Pinus nigra*), silvestre (*Pinus sylvestris*) y carrasco (*Pinus halepensis*); la encina y/o coscoja (*Quercus ilex/coccifera*) y el quejigo (*Quercus faginea*).

Arbustos de gran porte como *Juniperus*, que pueden corresponderse con enebros y/o sabinas (Fig. 873a,b), aunque estas últimas pueden alcanzar porte arbóreo, y los prunos (*Prunus*).

Especies del matorral fruticoso: jaras (*Cistus*), leguminosas arbustivas (Fabaceae) y romeros (*Rosmarinus officinalis*).

A nivel cuantitativo tenemos que señalar un importante porcentaje de fragmentos que no se podían determinar (6,36%), principalmente por su pequeñísimo tamaño. Tanto el nivel I como el

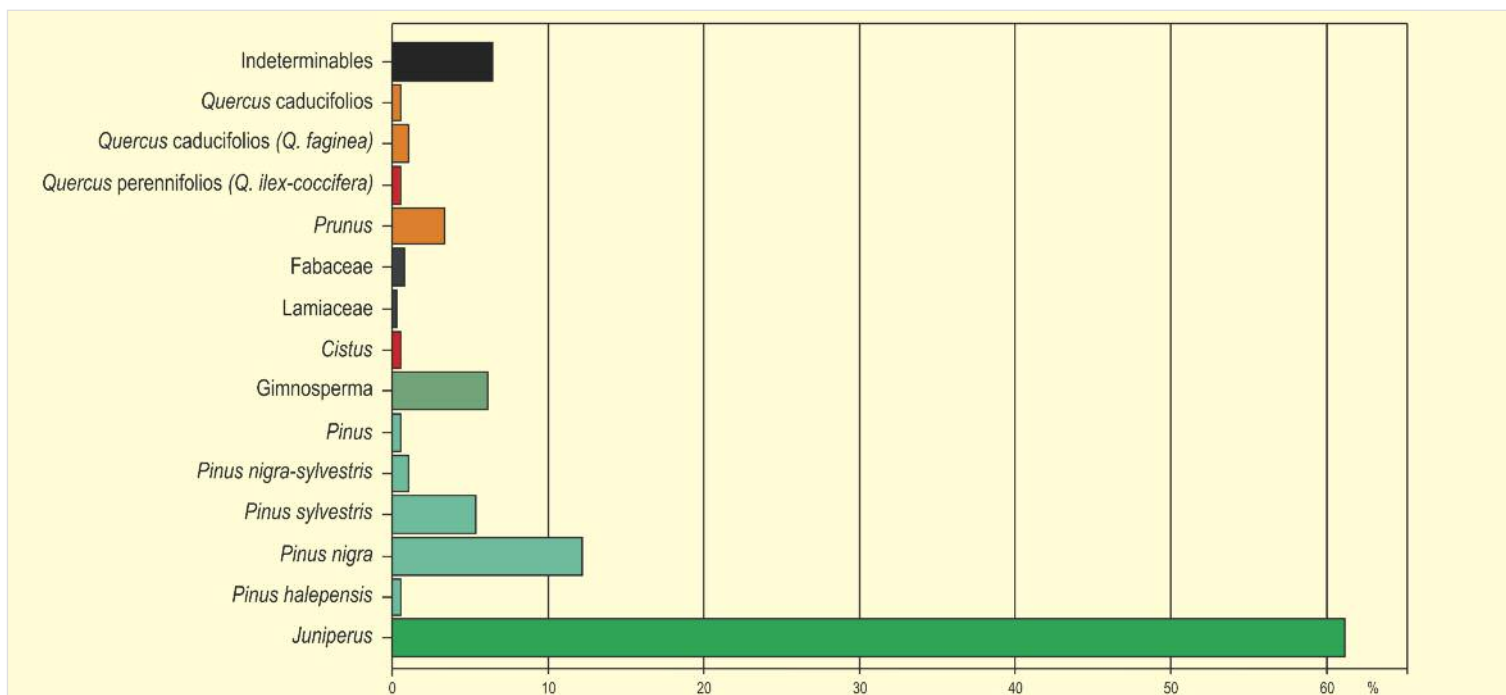


Figura 874. Histograma antracológico del Nivel II-Solutrense de Cueva de Ambrosio. Redibujado de Rodríguez-Ariza (2006)

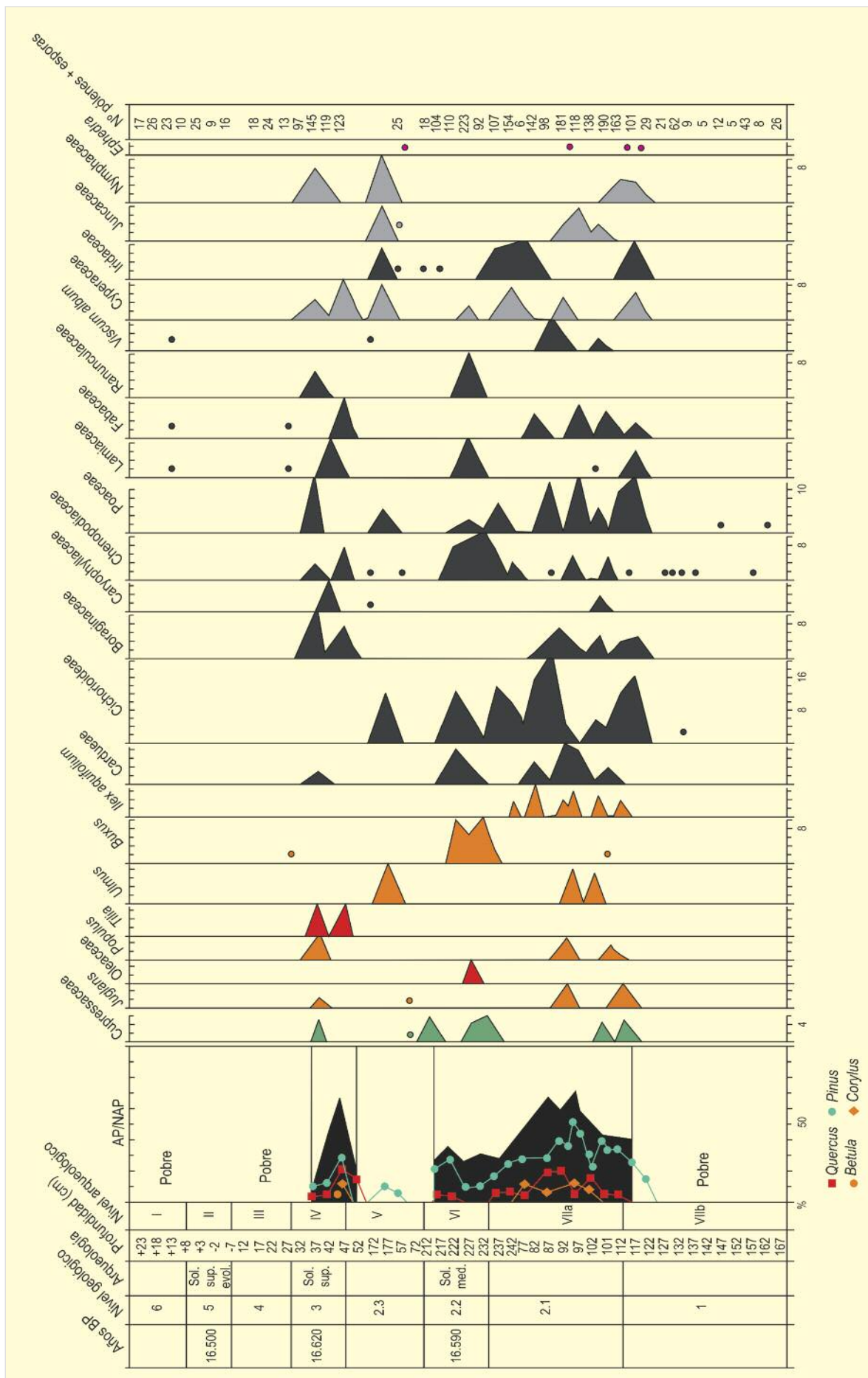


Figura 875. Análisis polínico de Cueva de Ambrosio. Redibujado de López-García (1988)

nivel IV han proporcionado muy poco carbón identificable, por lo que para la valoración cuantitativa sólo se considerarán los resultados del nivel II (Fig. 874). Aunque éste nivel ha proporcionado una lista florística importante, no ocurre lo mismo si tenemos en cuenta su representación cualitativa o porcentual, pues *Juniperus* representa más del 60% de la muestra antracológica, mientras que entre los pinos salgareño y silvestre aglutinan el 18,56%. Estas tres especies suponen el 79,62%, cantidad que si le sumamos el 6,1% de las gimnospermas se eleva al 85,72%; mientras que el conjunto de los restantes taxones sólo supone un 7,92%. Este pequeño porcentaje indica una presencia anecdótica.

El elevado porcentaje de *Juniperus* sugiere un gran desarrollo de formaciones colonizadoras abiertas de enebros y/o sabinas. Estas especies soportan condiciones extremas, tanto por su resistencia a fuertes heladas como a veranos secos y calurosos, lo que junto a sus pocas exigencias edáficas hace que a veces sean la única vegetación de las altas montañas y zonas empobrecidas o sin vegetación. Junto a *Juniperus* se desarrollarían algunos pinos salgareños, endrinos y leguminosas arbustivas, como los piornos. Destacamos también los quejigos y los robles, que probablemente estarían resguardados en zonas de umbría. La encina aparece ocasionalmente. También están presentes especies más frías, aunque de forma puntual, como el pino silvestre y especies termófilas como el pino carrasco y las jaras. Se ha estimado que la vegetación de Cueva de Ambrosio refleja unas condiciones de 8-13 °C de media térmica anual y un ombroclima seco o incluso semiárido como el actual.

Ninguna de las dos columnas palinológicas realizadas en Cueva de Ambrosio (López-García 1988) han dado palinomorfos en el nivel II, siendo muy pobres los niveles II, III y VIIb. El polen se encuentra principalmente en los niveles VII y IV (Fig. 875). En el nivel VII el árbol dominante es el pino, seguido, aunque en menor, proporción por *Quercus* tipo *ilex-coccifera*. También aparecen otros árboles como nogal, oléaceas, olmo y avellano. Es el momento de máxima representación arbórea, con un 75%. Entre las herbáceas destaca la presencia de compuestas ligulifloras (Cichorioideae), alcanzando un 20%, seguidas por las gramíneas, leguminosas y borragináceas.

En el nivel IV, asociado al Solutrense medio, el árbol dominante sigue siendo el pino. Aunque con porcentajes menores, aumentan

Quercus y *Corylus* y hacen su aparición los tilos, que alcanzan valores del 6%. También hay presencia de cupresáceas. Entre las herbáceas aumentan las gramíneas, borragináceas, labiadas y algunas plantas indicadoras de condiciones más húmedas, como las ciperáceas.

La sedimentología habla de la existencia de condiciones climáticas húmedas, con un cierto nivel de colada de sedimentos en los niveles estériles, lo que provoca una acumulación de la fracción arcillosa en la base de estos mismos niveles y un abarrancamiento difuso en la superficie de los niveles de ocupación que, siendo muy ricos en materia orgánica, actúan como capas impermeables, impidiendo la filtración.

La macrofauna está representada principalmente por *Oryctolagus cuniculus*, *Capra pyrenaica*, *Cervus elaphus* y *Equus caballus*; y en menor cantidad por *Lynx*, *Felis sylvestris*, *Vulpes vulpes* y *Canis lupus*. En general se observa una composición de herbívoros muy superior a los carnívoros, lo que confirma la hipótesis del aporte antropogénico de los restos. En cuanto a la edad, en la mayoría de los casos se trata de individuos muy jóvenes o jóvenes, que fueron cazados desde el inicio del verano hasta el otoño. La ictiofauna constata la presencia de *Salmo trutta*, pescado entre la primavera o el inicio del verano. La malacología observa la presencia de numerosos taxones marinos, que pueden implicar relaciones con la costa vecina, que está a 65 Km en la actual Águilas. La avifauna se compone de numerosos paseriformes y especies rupícolas; también se encuentran algunos restos de *Perdix graculus* que ha podido formar parte de la alimentación de los ocupantes de la cueva.

Podemos concluir que durante el Solutrense asistimos a los momentos de menor cobertura arbórea de todo el Paleolítico superior. En zonas altas del Levante y Sureste de la Península Ibérica como Cueva de Ambrosio hay una vegetación pobre compuesta por sabinas y/o enebrales con matorrales y unos pocos pinos diseminados. En zonas más bajas en altitud esta vegetación está acompañada por especies más mesófilas e incluso termófilas como *Olea*.

Más información

López-García (1988), Rodríguez-Ariza (2006)

EL PIRULEJO

Priego de Córdoba, Córdoba

Pleistoceno final-Holoceno (14.250-10.500 años BP)

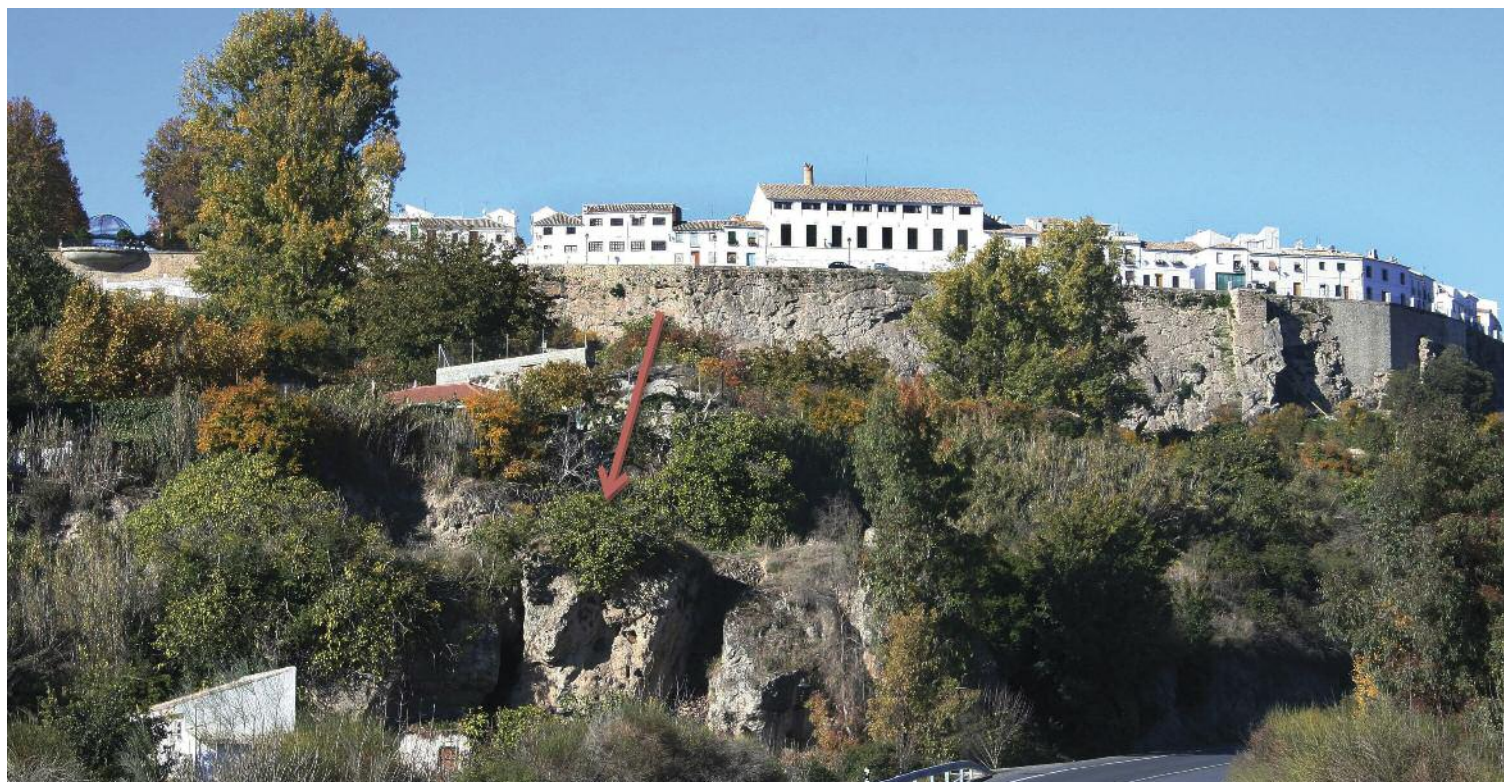


Figura 876. Yacimiento de El Pirulejo (flecha), localizado en las afueras del municipio de Priego de Córdoba

El yacimiento de El Pirulejo (Fig. 876) se ubica en el término municipal de Priego de Córdoba ($37^{\circ} 26' 20''$ N, $04^{\circ} 11' 13''$ O; 580 m s.n.m.), asociado a una formación de travertinos, en la zona de contacto entre la depresión del Guadalquivir y el reborde externo septentrional de las Cordilleras Béticas. Se trata de un yacimiento excepcional, cuyo estudio ha aportado información muy valiosa sobre el poblamiento del sur de la Península Ibérica durante la última deglaciación y el comienzo del Holoceno (Cortés Sánchez *et al.* 2008).

De este yacimiento se estudiaron 16 muestras polínicas (López-Sáez *et al.* 2008) procedentes de un perfil estratigráfico en el área S4/T4 (Fig. 877). Las muestras basales (1-8) forman parte del estrato 4 (Solutrense); el paquete de muestras 9 a 12 más la 15 constituyen el estrato 3 (Magdalenense superior mediterráneo, con una cronología estimada de 12/11.000-10.500 años BP); y, finalmente, las muestras 14 y 16 son del estrato 2 (finales del Pleistoceno superior a inicios del Holoceno). Del estrato 4, entre las muestras polínicas 1 y 2, se conoce la datación de 14.250 años BP.

La base del diagrama podría corresponder a la pulsación fría del Dryas antiguo, o incluso a los inicios del Bölling. Los espectros polínicos de las muestras 1 a 3 revelarían un paisaje forestal relativamente abierto, con dominio de formaciones herbáceas de marcado carácter xerófilo (*Artemisia*, Chenopodiaceae/Amaranthaceae); aunque también serían abundantes los arbustos, sobre todo los brezos y ciertos elementos termófilos como acebuche, mirto o lentisco. La presencia entre la flora arbórea de especies tales como el castaño o el nogal hablaría del marcado carácter relictivo de este enclave en la sierra subbética cordobesa. La paleovegetación del área no diferiría mucho de la que actualmente caracteriza la zona de estudio: el encinar meso y supramediterráneo basófilo en su faciación termófila con lentisco (*Pistacia lentiscus*), aunque en zonas de umbrías frescas y mayor humedad ambiental (barrancos y piedemontes) prosperarían formaciones de quercíneas caducifolias, seguramente quejigos (*Quercus faginea*). Alisos, abedules, sauces y olmos formarían parte de los bosques riparios locales y regionales.

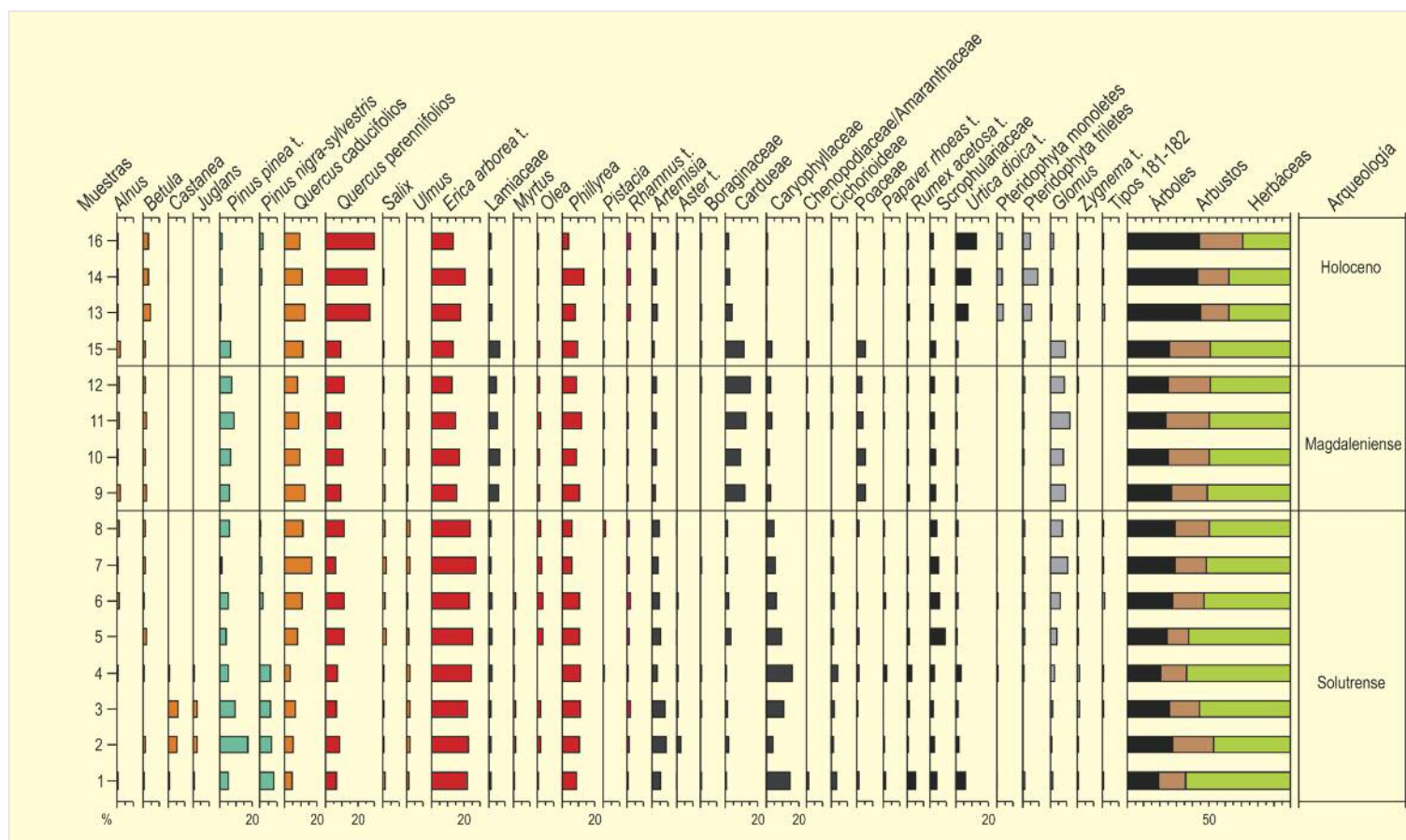


Figura 877. Histograma polínico del yacimiento del Pirulejo. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2008)

El advenimiento de condiciones más cálidas, y a su vez más húmedas, durante el interestadio Tardiglacial, provoca cierto progreso de las formaciones leñosas, tanto arbóreas como arbustivas. Entre los árboles, los elementos del bosque de ribera (alisos, abedules, sauces y olmos) se hacen más abundantes; lo mismo que las formaciones de quercíneas, tanto caducifolias como perennifolias. La vegetación del área seguiría correspondiendo a un encinar relativamente abierto, con quejigares en las zonas más húmedas y seguramente de suelos más profundos. Entre la flora arbustiva siguen abundando brezos y otros elementos termófilos como mirto, acebuche, *Phillyrea*, lentisco y *Rhamnus*, presentes durante todo el periodo interestadial.

Las muestras superiores de la secuencia polínica de El Pirulejo (13, 14 y 16) tienen espectros polínicos sensiblemente diferentes a los ya comentados para el interestadio Tardiglacial y de ninguna manera comparables a los que se supondría deberían corresponder al Dryas reciente o periodo final del Tardiglacial, por lo que lo más factible es considerar estas tres muestras dentro de los inicios del Holoceno en una fase claramente preneolítica. Sus espectros muestran una clara pro-

gresión de las formaciones arbóreas, mientras que las herbáceas se reducen y las arbustivas se mantienen. Estaríamos pues en periodos postglaciales marcados por una clara recuperación del bosque. En El Pirulejo, los inicios del Holoceno muestran un gran desarrollo de las formaciones arbóreas de quercíneas perennifolias. Las quercíneas caducifolias mantienen los mismos valores, mientras que el resto de elementos arbóreos tiende a reducirse –caso del aliso, ambos tipos de pino, sauce y olmo–, o a aumentar ligeramente, como en el caso del abedul. El advenimiento del Holoceno provoca un aumento de las temperaturas acompañado de cierta xericidad, todo lo cual se traduce en la reducción de elementos arbóreos del bosque de ribera, salvo el abedul, el cual gracias a su carácter heliófilo tiende a prosperar. Los elementos termófilos como el acebuche, el lentisco, *Phillyrea* y *Rhamnus* siguen estando presentes; sólo desaparece el mirto.

Más información

Díaz del Olmo *et al.* (1989), Cortés Sánchez *et al.* (2008), López-Sáez *et al.* (2008)

CUEVA DE LAS VENTANAS

Monte del castillo, Piñar, Granada

Tardiglacial-Holoceno inicial (12.780-10.750 años cal. BP)

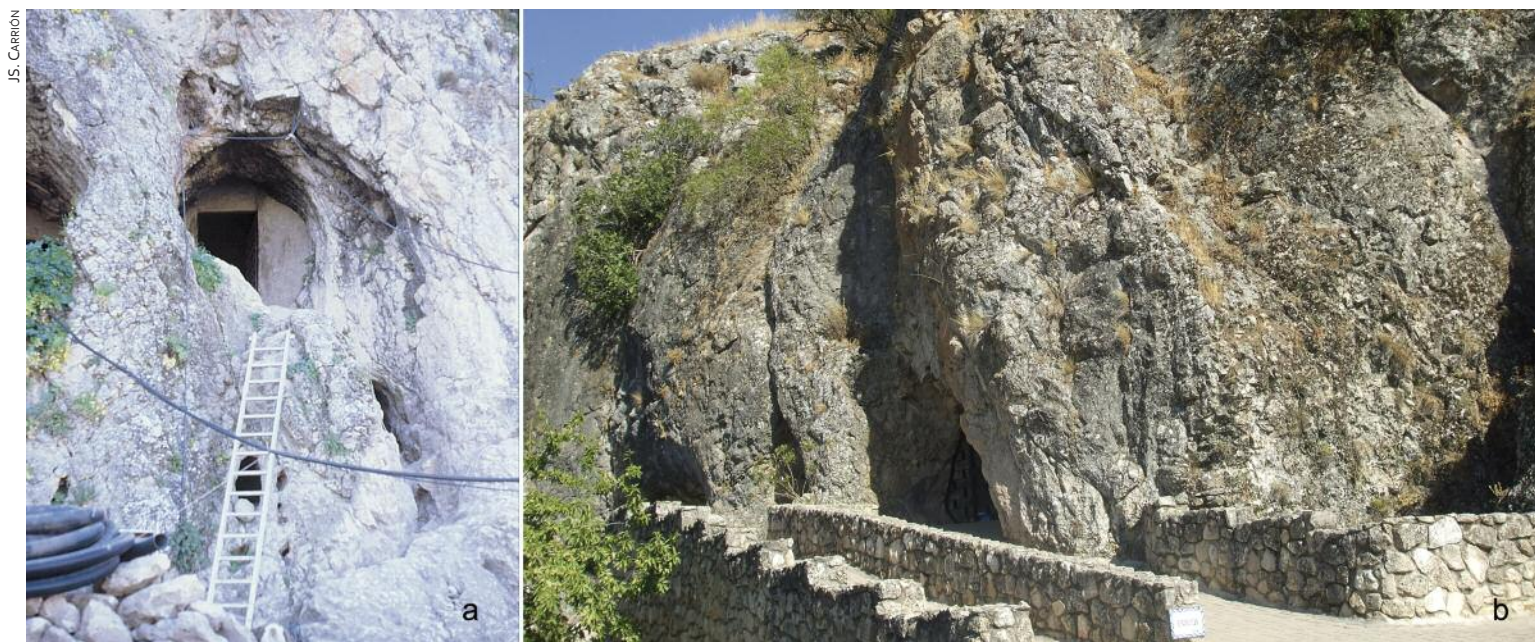


Figura 878. Cueva de las Ventanas antes y después de las obras de acondicionamiento

A una altitud de 1040 m s.n.m. y sólo a 500 m de distancia de la Cueva de la Carihuela en las laderas del Monte del Castillo (Piñar, Granada), la Cueva de las Ventanas (37° 26' 25" N, 03° 26' 00" O) pertenece al mismo sistema kárstico, el cual hasta la fecha no ha sido completamente explorado. Los restos dejados por clandestinos incluyen materiales desde el Paleolítico superior hasta la actualidad, con industria lítica, cerámicas y restos óseos, tanto humanos como de animales extinguidos en la región (Riquelme & Moreno 1999).

El material polinífero está constituido, en este caso, por coprolitos de hiena de las cavernas (*Crocuta crocuta* subsp. *spelaea*), los cuales se encuentran a cientos en una fosa de 5 m de diámetro excavada cerca de la entrada. El depósito constituye aparentemente un cubil, dado que junto a los coprolitos aparecen restos óseos de *Crocuta* y diversos herbívoros (*Bos primigenius*, *Cervus elaphus* y *Equus*

hydruntinus) con las típicas marcas producidas por la fracturación por hienidos (Riquelme & Moreno 1999). El ambiente deposicional no ha sido todavía determinado y podría darse el caso de cierta interacción con la acumulación de huesos por oso pardo. Es bastante probable que la zona muestreada corresponda a la letrina de un cubil de hienas, pues se sabe que la defecación social en grupos actuales suele tener lugar cerca de la apertura de las cavidades. Los coprolitos, sin evidencias de permineralización y embutidos en una matriz arcillosa con clastos, son asignados a *Crocuta crocuta* por su (1) color, morfología externa, matriz poligonal y córtex denso (vestigios del lubricante intestinal), (2) inclusión de esquirlas de hueso, (3) considerable tamaño de los segmentos individuales, entre 31-50 mm (media 40,1) y (4) asociación con huesos de la propia especie.

Las dataciones han revelado una edad que iría desde el Tardiglacial hasta el Holoceno inicial, lo cual supone el hallazgo

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-141051	10.670 ± 40	12.607	AMS
GrA-13533	9500 ± 50	10.786	AMS

Tabla 211. Datos de radiocarbono de coprolitos de la Cueva de las Ventanas. Las calibraciones se realizaron en base a Stuiver *et al.* (1998). Carrión *et al.* (2001c)

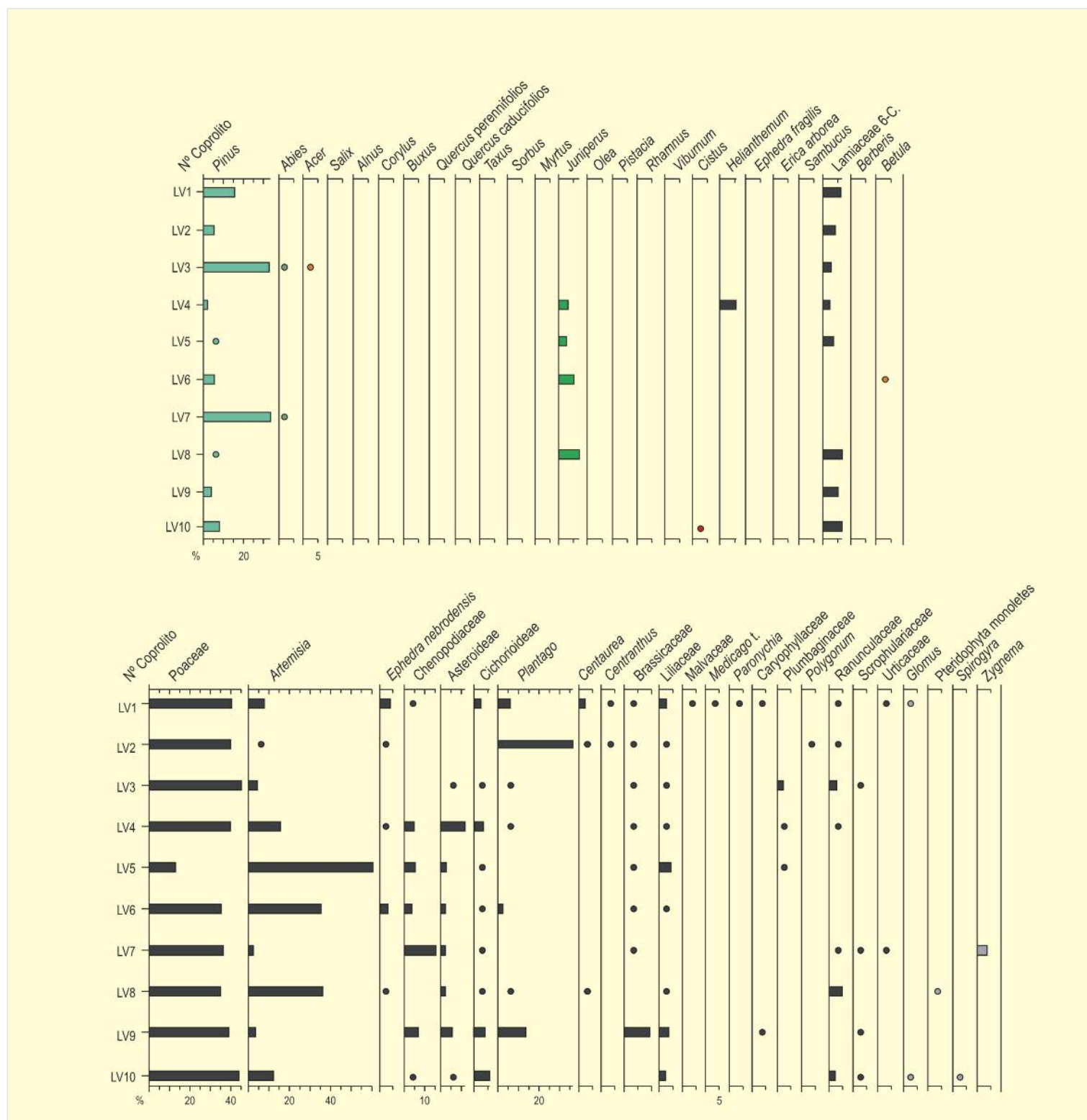


Figura 879. Diagrama polínico de coprolitos de hiena de la Cueva de las Ventanas. Redibujado de Carrión *et al.* (2001c)

más reciente de *Crocota* en la Península Ibérica y, desde luego, atestigua su supervivencia durante el Último Máximo Glacial y, probablemente, el Dryas reciente (Carrión *et al.* 2001c).

Más o menos la mitad de los coprolitos analizados resultaron ser poliníferos, con concentraciones alcanzando los 287.777

granos por gramo. La preservación es generalmente buena, con porcentajes de indeterminables que no superan el 4%. La diversidad polínica alcanzó los 71 tipos, siendo destacable la variedad de taxones herbáceos. Los tipos dominantes son *Pinus*, *Poaceae*, *Artemisia*, *Juniperus* y *Lamiaceae*. Otros taxones importantes son *Helianthemum* (LV4), *Chenopodiaceae* (LV7),

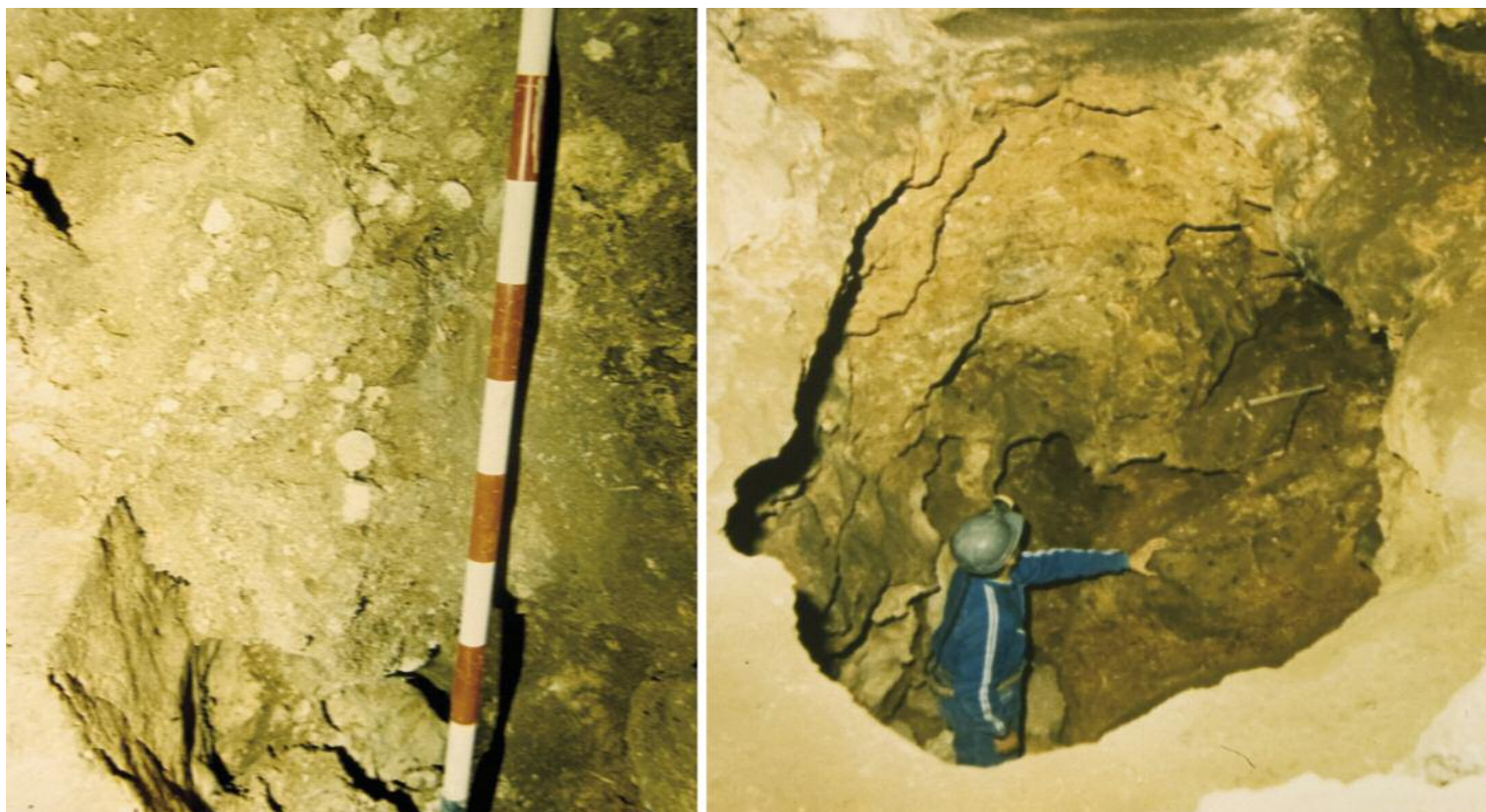


Figura 880. Cubil 2 de la Cueva de las Ventanas. A la izquierda pueden apreciarse coprolitos en la pared (manchas blancas), a la derecha toma de muestras

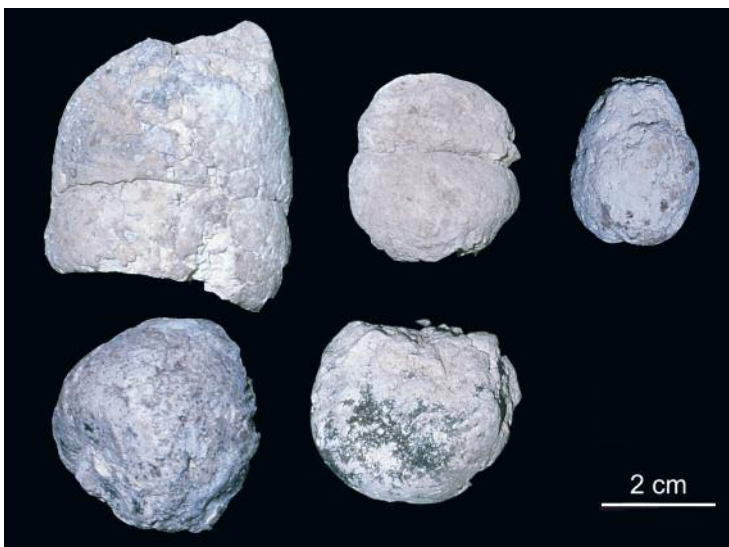


Figura 881. Coprolitos de hiena de la Cueva de las Ventanas

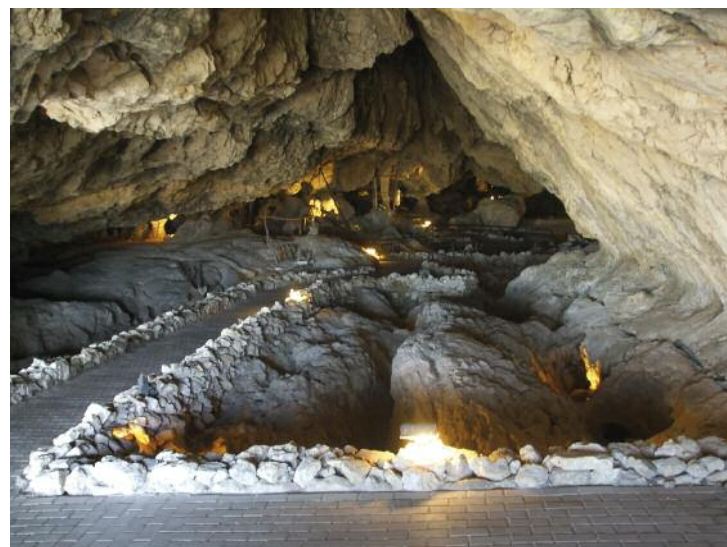


Figura 882. Interior de la Cueva de las Ventanas

Asteroideae (LV₄) y *Plantago* (LV₂, LV₉), mientras que algunos hallazgos de especial valor paleoecológico son *Quercus*, *Betula*, *Abies*, *Acer*, *Corylus*, *Taxus*, *Myrtus*, *Olea*, *Pistacia*, *Viburnum*, *Ephedra fragilis*, *Erica arborea* y *Sambucus nigra*.

Carrión *et al.* (2001c) han interpretado las diferencias en los espectros polínicos de estos coprolitos como resultado de la coexistencia de varias formaciones vegetales dentro de un paisaje tardiglacial en mosaico: formaciones de gramíneas y *Artemisia*, pinares y presencia de *Juniperus* y *Quercus* en pequeñas proporciones. Lo

más probable es que los territorios boscosos se situaran en Sierra Arana o Sierra Nevada, donde se habrían desarrollado poblaciones importantes de *Quercus faginea* y *Q. pyrenaica*, con *Betula celtiberica*, *Taxus baccata*, *Corylus avellana*, *Acer opalus* y *Alnus glutinosa* en los biotopos más húmedos. El polen de abeto podría corresponder a *Abies pinsapo*, aunque éste es un aspecto que debería ser confirmado.

Más información

Carrión *et al.* (2001c)

ANTAS

Vera, Almería

Holoceno (9824-1485 años cal. BP)



M.A. GARCÉS LOBO

Figura 883. Laguna en la desembocadura del río Antas, Almería

La secuencia de Antas (37° 12' 30" N, 01° 49' 25" O; 4 m s.n.m.) está localizada en el sector nororiental de la provincia de Almería, en el curso inferior del río Antas, en la cuenca de Vera. La zona está incluida en la unidad estructural constituida por el Sistema Bético. Entre los diversos macizos se localizan las cuencas neógenas y cuaternarias rellenas con materiales alóctonos desde el Mioceno hasta el Cuaternario. En la franja litoral, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 18°C y los 21°C, mientras que las precipitaciones están entre los 250 y los 300 mm anuales.

En el área litoral, en el piso climático termomediterráneo, se extienden comunidades arbustivas compuestas por *Maytenus senegalensis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Chamaerops humilis*, etc. En las zonas de menor pluviometría encontramos un matorral dominado por *Periploca laevigata*, *Pistacia lentiscus* y *Olea*

europaea var. *sylvestris*. Hacia el interior, en áreas de bioclima semi-árido, se desarrolla el matorral esclerófilo de *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Chamaerops humilis*. La presencia de las formaciones más forestales, muy limitadas y dispersas, queda relegada en la actualidad a alturas interiores con una vegetación dominada por *Lavandula lanata* y *Thymus longifolius* y la presencia ocasional de *Quercus rotundifolia*.

La secuencia sedimentaria recuperada, con un total de 23,75 m, se compone básicamente de arcillas y limos más o menos orgánicos con un nivel turboso de unos 2 m sobre las gravas y arenas de la base. Se han realizado un total de 6 dataciones (Tabla 212), que comprenden la totalidad del Holoceno y el final del Tardiglacial (Pantaleón-Cano 1998, Pantaleón-Cano *et al.* 1999, 2003). El diagrama polínico define cuatro zonas bien diferenciadas (Fig. 884). El metro inferior (zona D), antes de 9824 años cal. BP y que representaría los momentos finales del Tardiglacial, muestra un registro polínico donde el único taxón forestal importante es *Quercus* perennifolio y el espectro está dominado totalmente por las compuestas. En la siguiente zona (zona E), hasta los 5,7 m (7406 años cal. BP), los taxones forestales aumentan hasta representar la mitad de los granos determinados, gracias básicamente a *Pinus*, ya que *Quercus* resta muy estable. El retroceso de los valores estépico viene acompañado también por un aumento de las especies arbustivas como *Pistacia* y la oscilación de los taxones higrófilos indicando la instalación de humedales. Durante estos momentos, las comunidades arbustivas se desarrollarían ampliamente en las zonas bajas mientras que formaciones forestales de carácter más mesófilo tendrían cierta importancia en las áreas montañosas interiores.

Durante el periodo comprendido entre los 7400 años cal. BP y los 1,5 m (zona F) los componentes arbustivos y forestales muestran

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-80375	4	1390 ± 100	1485	AMS
Beta-80376	570	6280 ± 60	7406	AMS
Beta-92459	645	8210 ± 250	9092	convencional
Beta-80377	1025	8070 ± 90	9210	convencional
Beta-92460	1115	7730 ± 100	8946	convencional
Beta-65348	2190	8690 ± 150	9824	convencional

Tabla 212. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Antas (Almería). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Todas las dataciones se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico. Pantaleón-Cano *et al.* (2003)

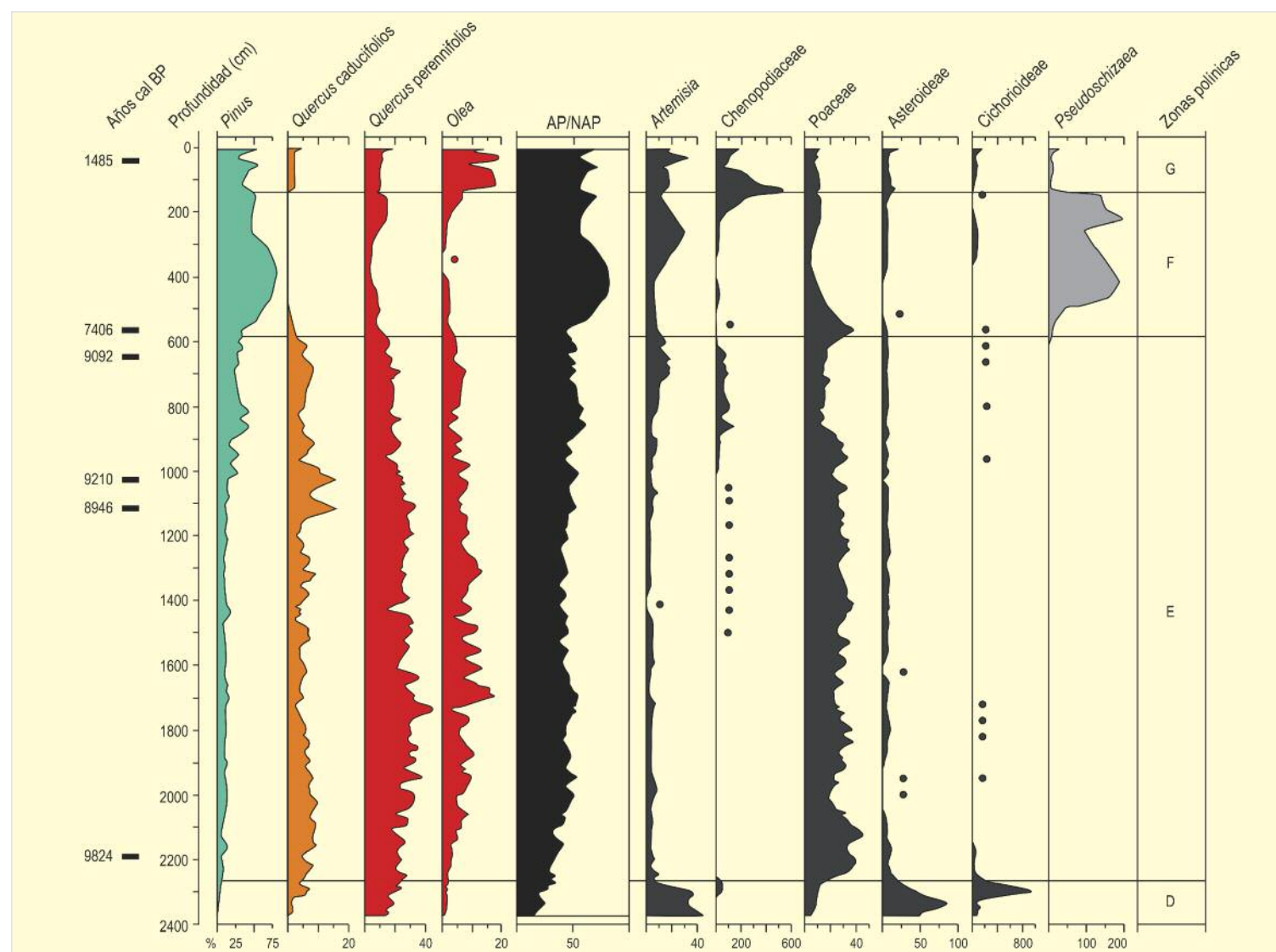


Figura 884. Diagrama polínico de la secuencia de Antas, Almería. Redibujado de Pantaleón-Cano *et al.* (2003)

un gran retroceso en relación al incremento del polen de *Pinus*, que ocupa una gran parte del espectro polínico. Simultáneamente, la presencia masiva de *Pseudoschizaea* (Pantaleón-Cano *et al.* 1996a), junto a la expansión de taxones indicativos de procesos edáficos y la reducción de los higrófilos indicaría un aumento de los procesos erosivos que acompañaría la reducción de la cobertura vegetal del territorio, de los humedales y de la disponibilidad hídrica. Durante esta fase, la situación cambia radicalmente de forma que todos los componentes del espectro polínico muestran grandes transformaciones, reflejando el establecimiento de unas condiciones ambientales esencialmente áridas y la definitiva instalación de las comunidades estépicas como el elemento más característico del paisaje almeriense (Pantaleón-Cano 1996c, Yll *et al.* 1995, 1996, 2002).

Los espectros polínicos correspondientes a la parte final del Holoceno (zona G) invierten la tendencia anterior, mostrando una cierta recuperación de las concentraciones polínicas paralela a la disminución de la presencia de *Pseudoschizaea*. La gran presencia

de *Chenopodiaceae* se relaciona con la formación de los cordones litorales halófilos que existen actualmente en las zonas estudiadas. Las diferencias respecto a la zona precedente deberían considerarse probablemente como el resultado de cambios en el balance hidrológico de los territorios estudiados de forma que el ritmo de deposición sedimentario, inversamente proporcional a las concentraciones polínicas, experimentaría una notable reducción. En este fenómeno estaría implicado tanto un progresivo incremento de la xericidad ambiental como alteraciones debidas a la intervención humana sobre el medio, máxime cuando durante estos momentos existen indicadores tales como la expansión de *Olea* que permitirían, por vez primera en las secuencias estudiadas, observar claramente elementos atribuibles a la existencia de actividades agrícolas en los territorios de estudio (Yll *et al.* 1999, Pantaleón-Cano *et al.* 2003).

Más información

Yll *et al.* (1995, 1996, 1999, 2002), Pantaleón-Cano *et al.* (1999, 2003), Pantaleón-Cano (1998)

CAÑADA DE LA CRUZ

Sierra de Segura, Santiago-Pontones, Jaén
Holoceno (9360-46 años cal. BP)



Figura 885. Laguna de la Cañada de la Cruz inundada (izquierda) y seca en el momento del sondeo (derecha)

La Cañada de la Cruz (38° 03' 53" N, 02° 41' 27" O; 1595 m s.n.m.) es un valle intramontañoso situado en la zona central de la Sierra de Segura. La depresión está flanqueada por un relieve abrupto de montañas y plataformas kársticas que exceden los 1700 m. El sitio estudiado palinológicamente es una laguna temporal que se extiende unos 0,25 x 2,7 km durante los años lluviosos, secándose habitualmente de 6 a 8 meses al año. El contexto sedimentario es una capa compacta de arcillas orgánicas sobre un lecho fluvial concrecionado y conglomerático. El valle se sitúa entre los pisos supra y oromediterráneo. La vegetación actual se caracteriza por sabinas y enebros rastreros (*Juniperus sabina* y *J. communis*), algunos pies de *Pinus nigra* y un matorral postrado de *Ononis aragonensis*, *Prunus prostrata* y *Rhamnus saxatilis*.

En la estratigrafía polínica (Fig. 886 y 888), los elementos dominantes son *Pinus cf. nigra* y Poaceae, mostrando oscilaciones abruptas en torno a 9360, 8520, 3600, 2750, 1400 y 690 años cal. BP. Las zonas C1, C3 y C5 se caracterizan por Poaceae; las zonas C2, C4 y C6 por *Pinus*. Las zonas dominadas por polen de gramíneas son, además, abundantes en *Juniperus*, *Artemisia*, *Ephedra nebrodensis*, Chenopodiaceae, Asteraceae y, parcialmente, Lamiaceae y *Helianthemum*. Las zonas dominadas por *Pinus* muestran porcentajes relativamente elevados de *Quercus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Pinus pinaster* y *Erica arborea*, aunque hay asincronías importantes en la aparición y desaparición de estos taxones, especialmente *Pinus nigra* en relación con *Quercus*, *P. pinaster* y *Erica arborea*. Desde C4 hacia arriba, hay también concordancia entre *Pinus* y los taxones mesotermófilos como *Alnus*, *Betula*, *Ononis*, *Prunus*, *Rhamnus*, *Ephedra fragilis* y *Pistacia*.

La acumulación de sedimento es tal que cada cm representa, por término medio, unos 50 años en la zona C1, 130 años en la zona C2, 15

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Pta-8009	0-2	1955/1956 AD	46	convencional
Pta-7999	3-4	750 ± 90	672	convencional
Pta-7883	8-10	790 ± 70	691	convencional
GrA-13531	20-21	1500 ± 50	1370	AMS
GrA-14159	22-23	1550 ± 40	1414	AMS
GrA-14161	27-28	2130 ± 40	2119	AMS
Beta-141044	37-38	2630 ± 140	2751	convencional
Pta-8342	43-45	2740 ± 50	2850	convencional
GrA-14160	83-84	3350 ± 40	3560	AMS
Pta-8339	84-86	3370 ± 20	3600	convencional
Pta-8340	86-88	3385 ± 30	3635	convencional
Beta-141046	106-108	5820 ± 40	6600	AMS
Beta-141047	115-117	7770 ± 40	8520	AMS
Beta-13532	126-128	8320 ± 50	9360	AMS

Tabla 213. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de la Cañada de la Cruz (Jaén). Calibraciones según Stuiver *et al.* (1998) (CALIB 4.3). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Carrión (2002a)

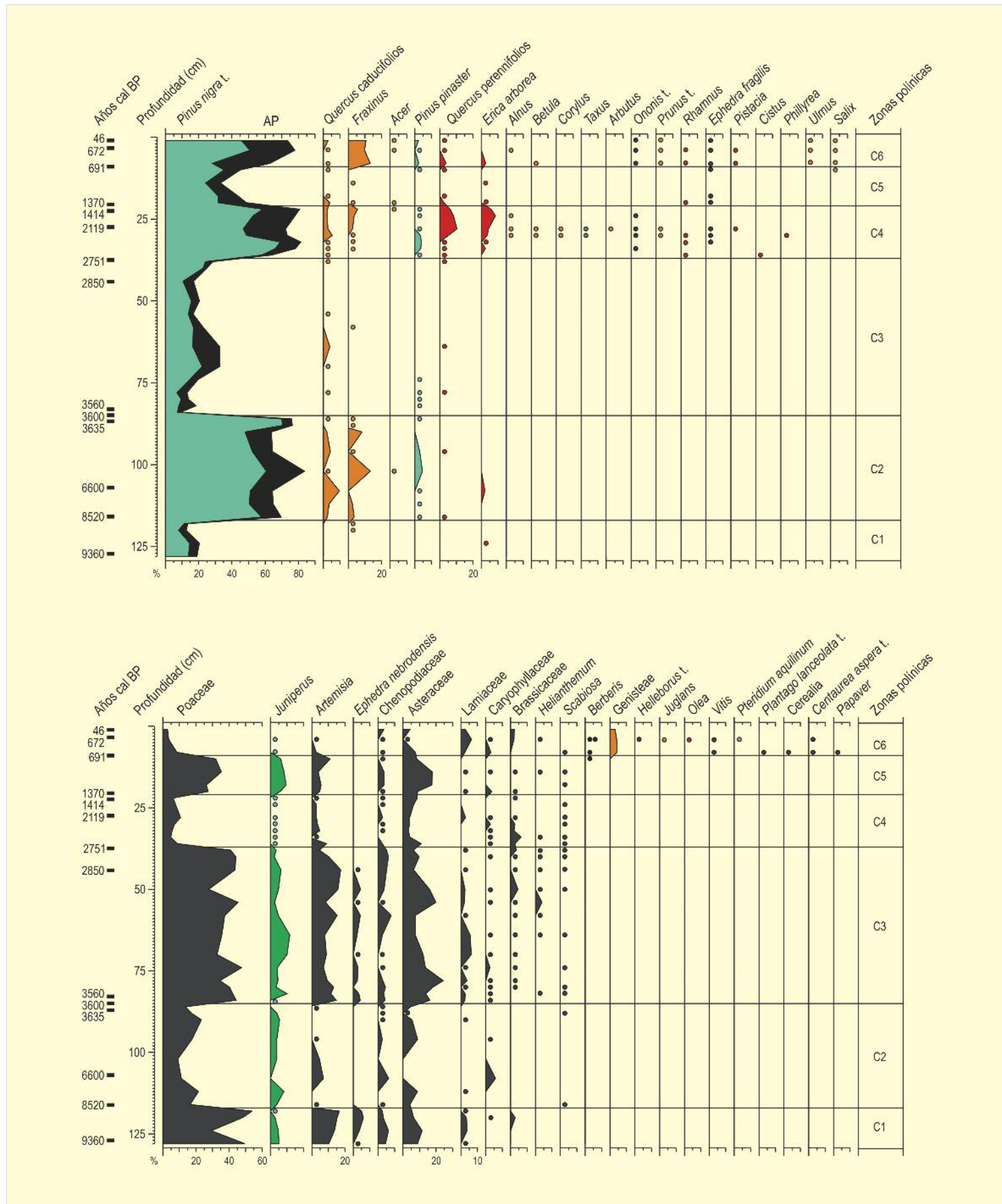


Figura 886. Diagramas polínicos de la Cañada de la Cruz. Carrión et al. (2001b)



C. HERRERA

Figura 887. Vista panorámica de la Cañada del Rincón, en la Sierra de Segura

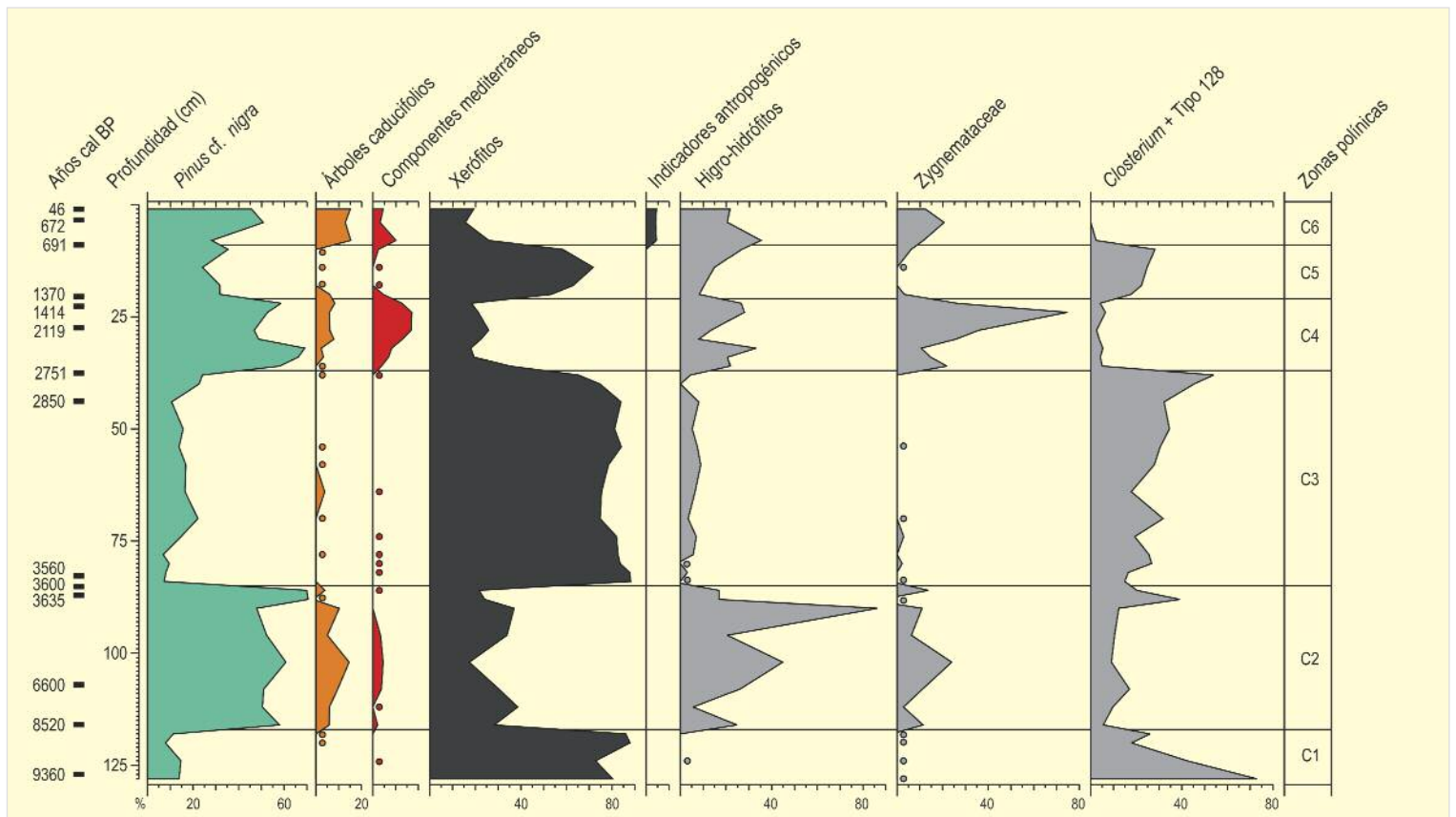


Figura 888. Diagrama polínico sintético de la Cañada de la Cruz. Carrión et al. (2001b)



C. HERRERA

Figura 889. Cañada Margosa, zonas cacuminales del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas

años en la zona C3, 66 años en la zona C4, 65 años en la zona C5 y 106 años en la zona C6. Los cambios más abruptos en las frecuencias polínicas tienen lugar en intervalos de 1-2 cm, lo cual induce a pensar que las transiciones vegetales se producen en la escala de las décadas, o como mucho la centuria.

Los mecanismos que controlan los cambios vegetales en la Cañada de la Cruz parecen principalmente de naturaleza climática. El ecotono entre los bosques de pino y los pastizales se habría movido altitudinalmente al menos cinco veces durante los últimos diez mil años. Este ecotono habría sido sensible a la temperatura, intensidad del viento, longitud de la fase estival y distribución estacional de lluvias. El límite altitudinal superior del bosque de angiospermas habría sido igualmente muy sensible a la temperatura media anual. El escenario se ve apoyado por la correlación entre Poaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, *Juniperus* y *Ephedra nebrodensis*, por un lado, y *Quercus*, *Pinus pinaster*, *Fraxinus*, *Acer*, *Erica arborea*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Arbutus*, *Ulmus*, *Pistacia*, *Cistus*, *Phillyrea*, *Ephedra fragilis* y *Olea*, por otro (Carrión *et al.* 2001b). Durante los períodos comprendidos entre 8520-3600, 2751-1400 y 690 años cal. BP-actualidad, los pinares habrían invadido el piso oromediterráneo y los robledales se habrían instalado en el supra-

mediterráneo. A partir de 690 años cal. BP, hay evidencias de agricultura y pastoreo: *Plantago lanceolata*, Cerealia, *Vitis*, *Centaurea aspera*, *Papaver*, *Olea*, *Juglans*, *Pteridium aquilinum*, *Helleborus*, *Berberis*, Genisteae, *Fraxinus* y *Berberis*.

Los cambios paleolimnológicos son compatibles con la propuesta de control climático. Las zonas C1, C3 y, en menor medida C5, caracterizadas por *Closterium* y el tipo 128 así como por mayor influjo minerogénico, representan fases comparativamente pobres en nutrientes bajo un contexto de bajas temperaturas, veranos cortos y escasa vegetación en los márgenes de la laguna. Las zonas C2, C4 y C6, con la asociación de Zygnemataceae, hongos y polen de higrófitos, representarían episodios de moderada eutrofización y colonización temporal de los márgenes, dentro de un paisaje circundante más forestal. La ausencia de capas turbosas y de macrorestos sugiere, en cualquier caso, que el sistema ha sido siempre temporal, con predominio de la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

Más información

Carrión *et al.* (2001b), Carrión (2002a)

LAGUNA DE RÍO SECO

Sierra Nevada, Capileira, Granada
Holoceno (9540 años cal. BP)



Figura 890. Laguna de Río Seco en septiembre de 2006

G. JIMÉNEZ-MORENO

La Laguna de Río Seco (37° 02' N, 03° 20' O; 3020 m s.n.m.) es una de las muchas lagunas alpinas de origen glacial situadas por encima de 2900 m en Sierra Nevada (Fig. 890). Tiene una superficie de 0,42 ha, una cuenca de drenaje de unas 9,9 ha y una profundidad máxima de unos 3 m (en primavera). Este lago se localiza por encima de la cota de árboles, y la vegetación que la rodea es típica del piso crioromediterráneo.

En esta laguna se ha obtenido un testigo de sedimento de unos 1,5 m de longitud que se caracteriza por unas arcillas de origen glacial con cantos de micaesquistos a la base y unas arcillas más o menos orgánicas que pasan a arcillas muy orgánicas y laminadas hacia techo (Anderson *et al.* 2011). Los sedimentos más superficiales (primeros 15 cm), se dataron por medio de ¹³⁷Cs y ²¹⁰Pb, y con ¹⁴C el resto (Tabla 214). Las dataciones nos confirman que este lago probablemente se formó posteriormente a la deglaciación y, por tanto, contiene un registro del Holoceno (últimos 11.500 años).

El registro de polen de este testigo (Anderson *et al.* 2011) indica que entre 11.200 y 10.600 años cal. BP la vegetación estaba caracterizada fundamentalmente por una estepa con abundancia de *Artemisia*, quenopodiáceas, *Ephedra* y *Juniperus* (Fig. 891). El Holoceno inicial, entre 10.600 y 7800 años cal. BP viene caracterizado por la expansión de *Pinus*, que substituye a la estepa de *Artemisia*. No obstante, los porcentajes del pino nunca superan el 40%, por lo que parece improbable que los pinares se desarrollaran a esta altitud, en el piso crioromediterráneo. En este periodo se alcanzan los valores más altos de *Betula*, *Quercus* caducifolios, plantas acuáticas y algas, lo cual se interpreta como el máximo de humedad ambiental y el máximo en el nivel de agua lacustre. Este periodo se corresponde con el máximo pluvial en muchas regiones del norte de África.

Entre los 7800 y 5800 años cal. BP, *Pinus* alcanza su máxima abundancia, lo que se puede interpretar como el máximo térmico, o bien como la cota más alta del pino en la zona. Sin embargo, los taxones hidrófilos disminuyen su frecuencia de aparición, sugiriendo más bien un aumento en la aridez.

Una aridificación más obvia, y probablemente una disminución de la temperatura durante el Holoceno medio y tardío, se presentan después de 5700 años cal. BP, con una marcada reducción del bosque (*Quercus* perennifolios y *Pinus*) y con

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años AD/ Años cal. BP*
-	5	¹³⁷ Cs	1963
-	15	²¹⁰ Pb	1891
UCIAMS 51255	20	1520 ± 15	1398*
UCIAMS 63003	26,5-27,0	2255 ± 20	2234*
UCIAMS 51256	40	3060 ± 15	3295*
UCIAMS 63004	46	3525 ± 20	3786*
UCIAMS 51257	60	4010 ± 15	4480*
UCIAMS 51258	80	5450 ± 30	6246*
UCIAMS 63005	83,0-83,5	5505 ± 20	6298*
UCIAMS 63006	109,5	6550 ± 20	7453*
UCIAMS 32495	123,0-124,0	8570 ± 60	9540*

Tabla 214. Dataciones de la secuencia de Río Seco (Sierra Nevada), testigo LdRS-06-01. Calibraciones según Stuiver *et al.* (1998; CALIB 5.2). Anderson *et al.* (2011)

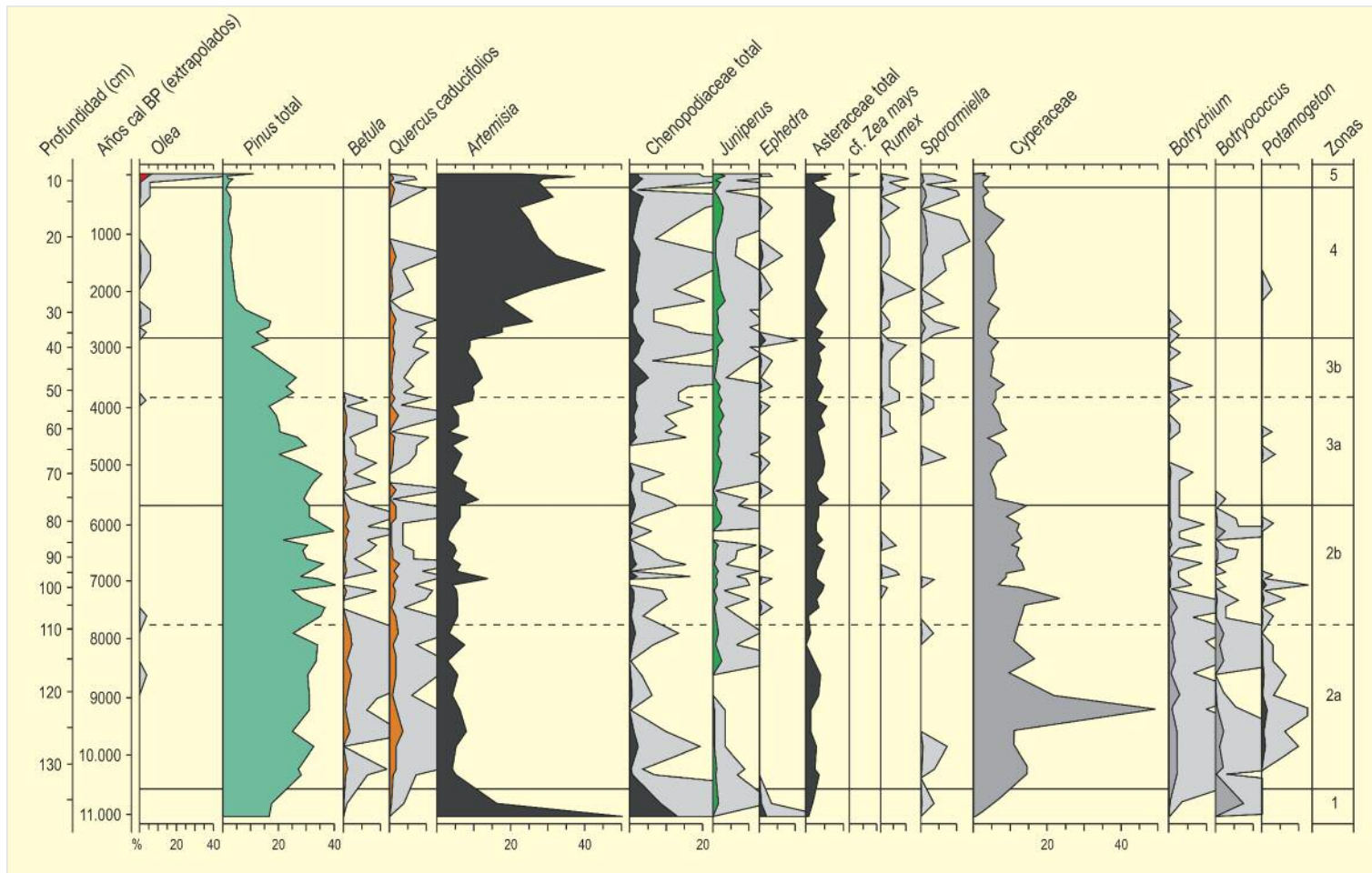


Figura 891. Diagrama polínico sintético de Laguna de Río Seco. Redibujado de Anderson *et al.* (2011)

expansión de las comunidades dominadas por *Artemisia*, *Juniperus*, *Ephedra* y *Chenopodiaceae*.

El impacto del hombre sobre el medio es relativamente pequeño comparado con otras localidades a una altitud más baja. No obstante, se constatan evidencias de pastoreo en la zona. Primero por la presencia en el sedimento lacustre de esporas del hongo *Sporormiella* (asociado a las heces del ganado) y, en segundo lugar, por el aumento de la incidencia de *Rumex* y *Plantago*, sobre todo a partir de los 2800 años cal. BP.

El aumento de *Olea* en los últimos 250 años y la presencia de polen de maíz representan evidencias de agriculturización en altitudes inferiores. El descenso en *Pinus* durante los últimos 4000 años podría ser debido a la acción del hombre. Durante las

últimas décadas, el incremento en *Pinus* por repoblación es muy evidente.

El análisis de carbones en los sedimentos de este testigo también nos da información acerca de la frecuencia de incendios. En este registro los fuegos son muy moderados, pero comunes durante todo el Holoceno. El incremento que se produce en los últimos 3900 años es muy similar al observado en otros registros de carbones en esta zona, como en la Sierra de Baza (Carrión *et al.* 2007) y supone una evidencia de señal regional relacionada con el incremento de aridez y las actividades humanas.

Más información

Anderson *et al.* (2011)

BAZA

Sierra de Baza, Baza, Granada
Holoceno (8390-160 años cal. BP)



Figura 892. Vegetación cacuminal de La Sierra de Baza, Granada

La Sierra de Baza es un macizo montañoso de unos 550 km² localizado en el nordeste de la provincia de Granada entre la Hoya de Baza y los Llanos del Marquesado. La sierra se une a la de Los Filabres (Almería) para formar una cordillera de unos 80 x 2,5 km en la que prevalece la orientación este-oeste. La máxima altitud es de 2269 m en el Calar de Santa Bárbara, pero hay varios picos que sobrepasan los 2000 m.

El sitio estudiado palinológicamente (37° 14' 01" N, 02° 42' 31" O; 1900 m s.n.m.) es un depósito turboso de unos 2 km² localizado en la Cañada del Gitano, en la cabecera alta del Arroyo Uclías. El contexto sedimentario es una turba arcillosa que gradualmente se

va transformando en una arcilla orgánica con clastos y descansa sobre un esquisto basal. Las turbas también se acumulan en el vecino Arroyo Moras, aunque en este último parece haber habido drenajes artificiales en época histórica. La vegetación local se caracteriza por comunidades higrófilas de cárices (*Carex leporina*, *C. nigra*, *C. mairii* y *Eleocharis quinqueflora*) y varias especies de *Juncus*. A lo largo del barranco aparecen sauces (*Salix alba*, *S. fragilis*, *S. purpurea* y *S. caprea*), chopos (*Populus alba*, *P. nigra*, *P. tremula* y *P. canescens*) y olmos (*Ulmus minor* y *U. pumila*).

La Sierra comprende un mosaico complejo de comunidades vegetales. La vegetación arbórea incluye bosques de pino y

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Rango	Método
Pta-9156	25-27	180 ± 80	160	0-323	convencional
Pta-9149	47-49	1320 ± 25	1260	1228-1292	convencional
Pta-9142	72-74	2520 ± 40	2560	2363-2747	convencional
Pta-9150	131-133	2590 ± 110	2640	2353-2917	convencional
Pta-9154	188-190	3520 ± 50	3800	3685-3913	convencional
Pta-9160	229-231	4060 ± 90	4590	4352-4828	convencional
Pta-9139	299-301	5530 ± 30	6320	6281-6357	convencional
GrA-24386	374-378	7595 ± 45	8390	8328-8454	AMS

Tabla 215. Edades de radiocarbono de las muestras de sedimento de la Sierra de Baza. Calibraciones según Stuiver et al. (1998) (CALIB Rev4.4.2). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Datos de calibración set: intcal98.¹⁴C. Copyright Stuiver y Reimer (1986-2004). Carrión et al. (2007a)

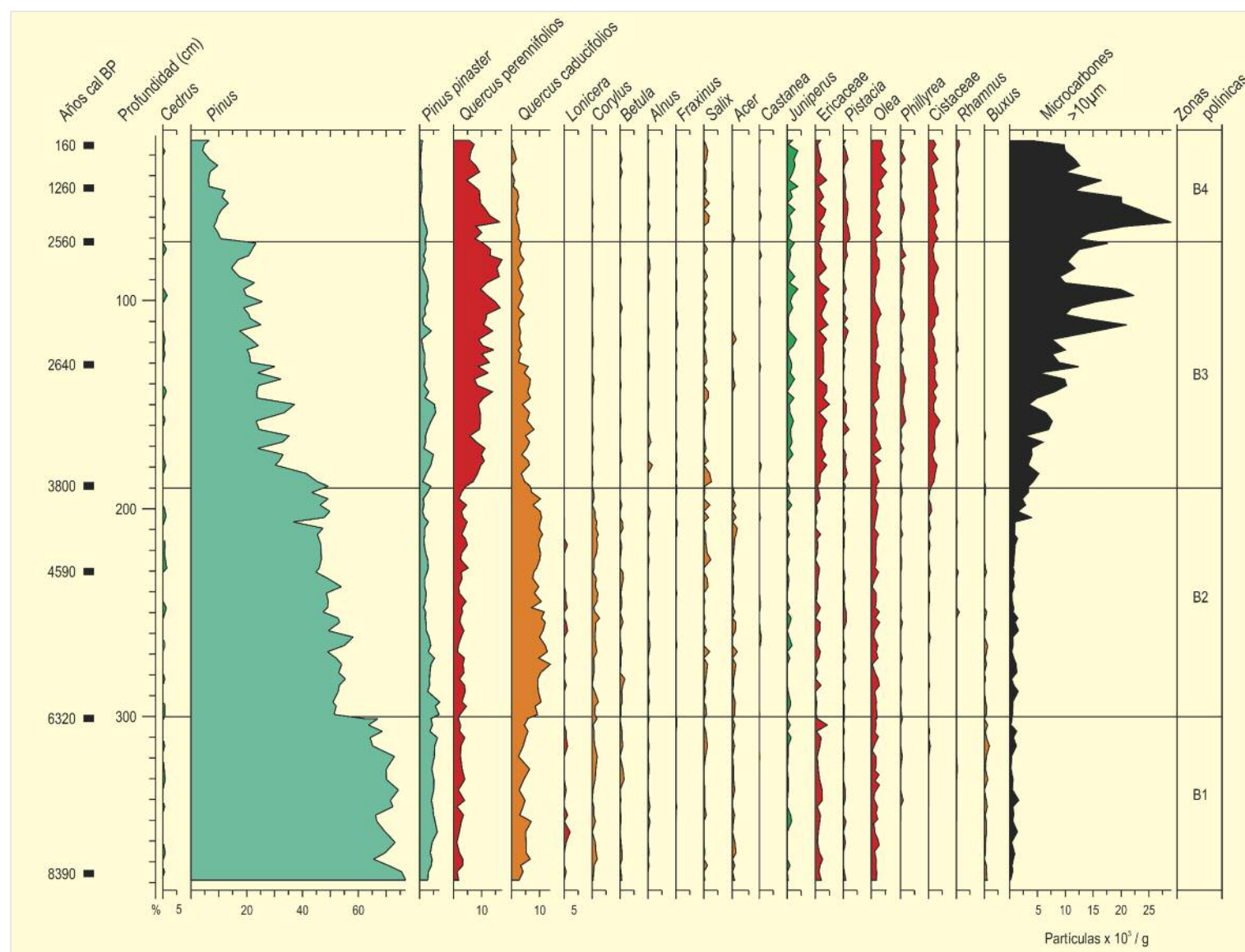


Figura 893. Diagrama polínico de árboles y arbustos, así como microcarbones, para la secuencia de Baza (Carrión *et al.* 2007a)

quercíneas. El ecotono forestal se sitúa por encima de los 1700-1800 m y presenta *Pinus sylvestris* subsp. *nevadensis* y *P. nigra* subsp. *salzmannii*, con una capa basal de gramíneas esclerófilas (*Festuca hystrix*, *Poa ligulata* y *Koeleria vallesiana*), *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, genisteas (*Erinacea anthyllis*, *Genista versicolor* y *Echinopartum boissieri*) y otras plantas espinosas como *Berberis hispanica*, *Vella spinosa*, *Ptilotrichum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Dianthus subacaulis*, etc. Los robledales de *Quercus faginea* con *Acer granatense* aparecen en barrancos y en las zonas más húmedas. *Q. rotundifolia* no forma bosques cerrados, pero es relativamente abundante entre 1000 y 1800 m, mezclado con *Pinus pinaster* y *P. halepensis*.

Para el estudio paleoecológico se tomaron dos testigos sedimentarios con una profundidad de 417 y 378 cm hasta llegar a la roca madre. El primer testigo fue estéril, el segundo, polinífero, y permitió trazar la historia de la vegetación en la Sierra de Baza entre 8390 y 160 cal. BP (Figs. 893, 895 y 896). Durante la zona B1 (8390-6320 años

cal. BP), *Pinus* domina los espectros polínicos indicando un paisaje forestal en el piso oromediterráneo. Esta zona viene igualmente caracterizada por *Pinus pinaster*, *Quercus caducifolia* y, en menor medida, *Corylus*, *Betula*, *Salix*, *Acer*, Cupressaceae, Ericaceae, *Pistacia* y *Olea*. *Buxus* y *Lonicera* exhiben sus máximos. Durante la zona B2 (6320-3800 años cal. BP) continúa la dominancia de los bosques de pinos, pero se reduce su cobertura, mientras que aumenta la importancia de los robles y otros caducifolios como *Corylus*, *Betula*, *Salix*, *Acer* y *Alnus*. En la zona B3 (3800-2560 años cal. BP) se producen descensos sincrónicos de *Quercus caducifolia*, *Corylus*, *Betula* y *Acer*, al tiempo que se verifica la desaparición de *Buxus* en torno a 3400 años cal. BP. Los pinares se van fragmentando, mientras que las quercíneas de hoja perenne se extienden junto con Cistaceae, Ericaceae, *Pistacia* y *Phillyrea*.

Durante la zona B4 (2560-160 años cal. BP), *Pinus* sigue decreciendo mientras que Poaceae muestra sus máximos valores después de 1500 años cal. BP. Con *Pinus*, se incrementan Genisteae, *Plantago*,



J.S. CARRIÓN

Figura 894. Panorámica de la Cañada del Gitano, Sierra de Baza

Olea, *Polygonum*, *Asteraceae* y *Rhamnus*. *Corylus* desaparece después de 1600 años cal. BP, mientras que los robles y *Pinus pinaster* descienden. Esta zona registra las primeras evidencias de *Vitis* (1700 años cal. BP) y la presencia continua de *Berberis*, *Puccinia* y *Rumex*, así como un incremento en las esporas de Sordariaceae. La zona B₄ marca el establecimiento definitivo del paisaje actual.

Entre los factores que configuran los cambios de vegetación en la secuencia de Baza hay algunos directamente detectables y otros

que deben quedar en el terreno de la conjetura. Por ejemplo, queda abierta la posibilidad de que la transición entre las zonas B₁ y B₂ se deba al impacto del pastoreo en contexto de alta montaña. El Neolítico en los valles adyacentes ha demostrado un impacto ecológico importante si tenemos en cuenta los datos arqueológicos, palinológicos, antracológicos y paleocarpológicos (Rodríguez-Ariza 1996, 2000, Buxó 1997, Fernández *et al.* 2007). La vegetación local no cambia sustancialmente durante la fase calcolítica (5000-4200 años cal. BP), a pesar de que también está claro que las actividades humanas alteraron los paisajes en pisos de vegetación infrayacentes. Hay, no obstante, un incremento progresivo de xerófitos desde 5400 años cal. BP y especialmente a partir de 5000 años cal. BP, lo cual sugiere la incidencia de una tendencia climática aridificante que se manifiesta también en multitud de registros regionales (Yll *et al.* 1994, Burjachs *et al.* 1997, Calmel-Avila 2000, Pantaleón-Cano *et al.* 2003) y extraregionales (Mayewski *et al.* 2004).

Al igual que sucede en la Sierra de Gádor (Carrión *et al.* 2003a), la instalación de la cultura del Bronce argárico sí que tiene consecuencias sobre la cubierta vegetal de la Sierra de Baza. Al menos, ese es el modelo más parsimonioso tras el análisis de los datos paleoecológicos (Carrión *et al.* 2007). El Argar comienza aquí entre 4400-4300 años cal. BP y concluye abruptamente en torno a 3600 años cal. BP, implicando

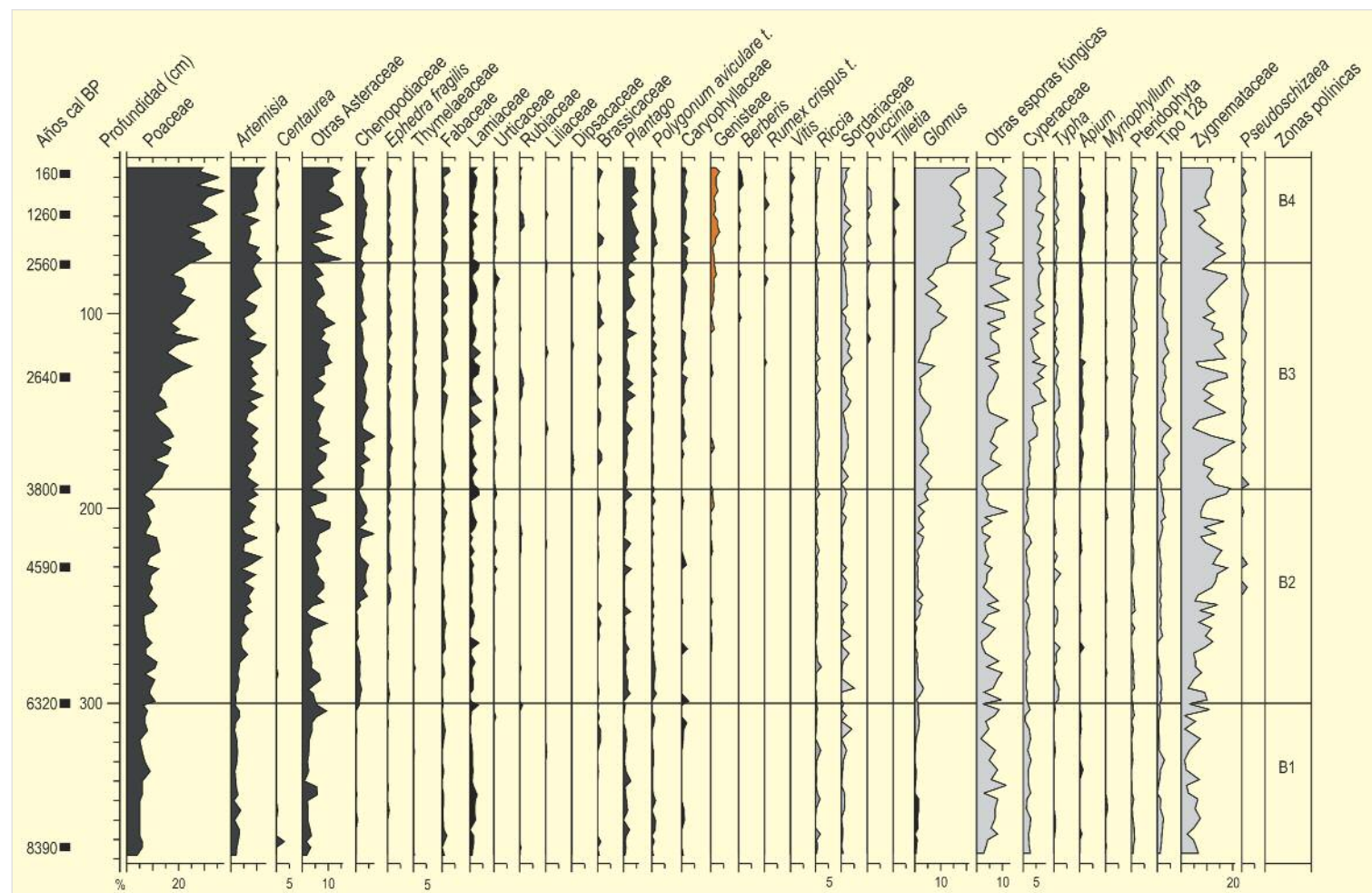


Figura 895. Diagrama polínico de gramíneas y otras herbáceas, xerófitas, matorral espinoso e indicadores antropogénicos para la secuencia de Baza (Carrión *et al.* 2007a)

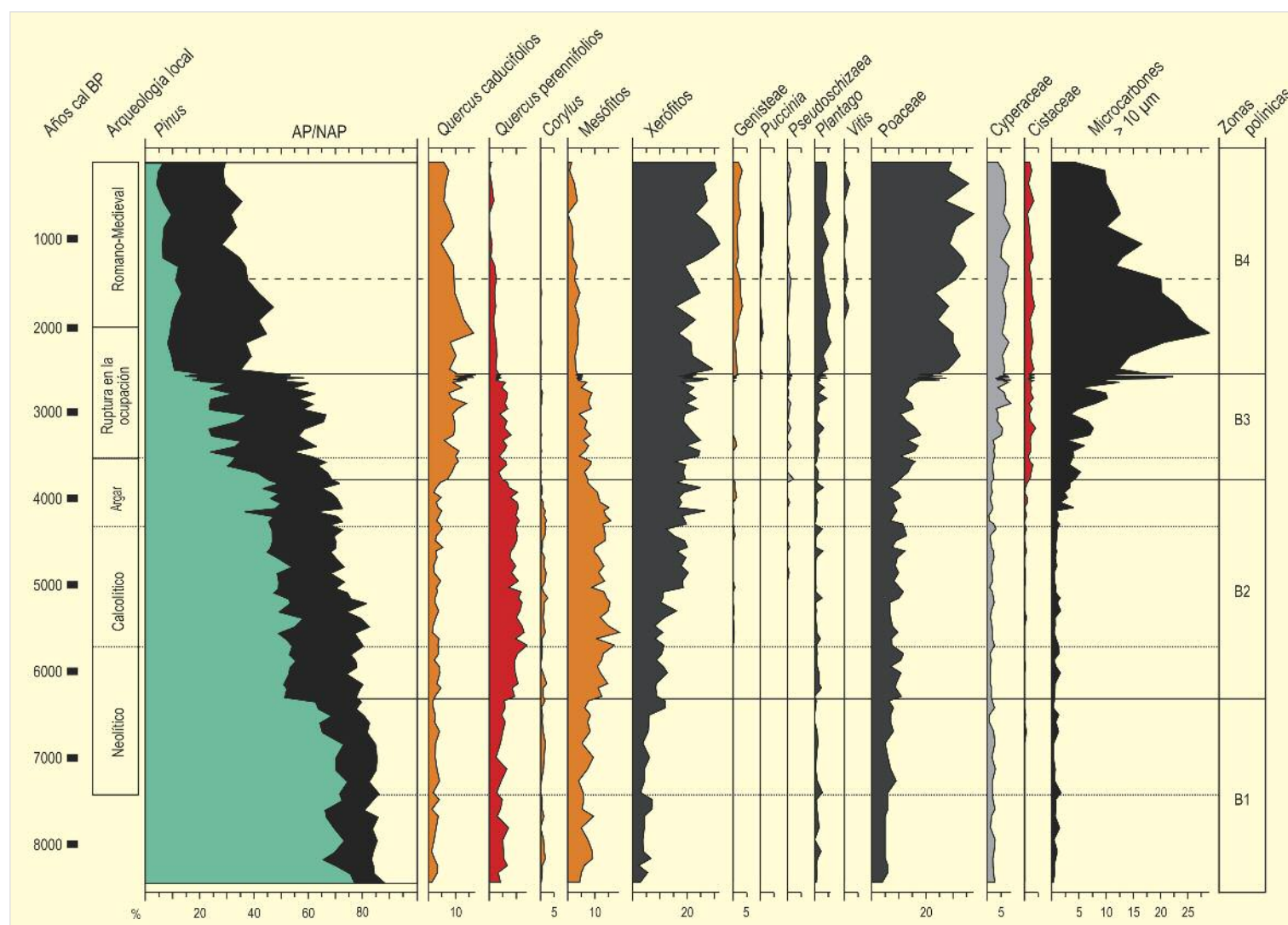


Figura 896. Diagrama polínico sintético y variación de microcarbones en la secuencia de Baza (Carrión *et al.* 2007a)

la transición polinológica B2-B3, que supone un descenso de la cobertura arbórea, incremento de gramíneas, expansión de quercíneas esclerófilas y matorral mediterráneo y descenso notorio de pinos, robles y demás caducifolios. El control inmediato del cambio parece ligado al incremento del fuego que tiene lugar alrededor de 4100 años cal. BP, justo antes de la transición a 3800 años cal. BP. Lo más probable es que el impacto humano se cifrara en torno al pastoreo y la actividad minera, provocando un cambio en la estructura ecológica que sustituiría a la previa de naturaleza mesofítica y facilitaría la instalación de un sistema más combustible y mejor adaptado al estrés por herbivoría, fuego y sequía estival (probablemente también a las talas). El incremento de *Q. ilex-coccifera*, *Erica*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea angustifolia* y, especialmente, *Cistus*, concuerda con este escenario. Otra cuestión es si el final de la cultura argárica el denominado "colapso" tuvo o no un condicionamiento ambiental. Carrión *et al.* (2007a) apuestan por ello sobre la base de una revisión detallada del registro arqueológico y paleoecológico del sureste ibérico.

Otro cambio vegetal digno de mención viene dado por la transición B3-B4 en torno a 2560 años cal. BP, la cual coincide con

una fase de desocupación local y con la expansión de la cultura ibérica en los valles del mesomediterráneo. La regresión forestal es prominente, desaparece el avellano y aparecen por primera vez indicadores de agriculturización (*Vitis* y *Puccinia*) y probablemente pastoreo intensivo (*Plantago*, *Rumex crispus* y *Polygonum aviculare*), con la subsiguiente expansión del matorral espinescente cacuminal. Es interesante que esta transición venga de nuevo precedida por incrementos en la concentración de microcarbones en torno a 2620-2590 años cal. BP. El fenómeno ha sido general en la Sierra, porque la secuencia del Arroyo Moras, en la Cañada Larga del Cerro del Sotillo, revela también un incremento en microcarbones alrededor de 2678 años cal. BP (Riera *et al.* 1995). Finalmente, los paisajes montañosos de Baza y Filabres habrían experimentado un momento crítico durante los últimos dos mil años, periodo en que tiene lugar una heliofitización general y la generalización del impacto antrópico.

Más información

Carrión *et al.* (2007a), Gil-Romera *et al.* (2009, 2010)

CUEVA DE LOS MURCIÉLAGOS

Zuheros, Córdoba
Holoceno



A. ZAMORANO ACOSTA

Figura 897. Localidad de Zuheros en las proximidades a la Cueva de los Murciélagos

La Cueva de los Murciélagos se encuentra situada a 980 m s.n.m. (37° 32' 32" N, 04° 18' 16" O), sobre los terrenos terciarios (calizas y margas) de las Sierras Subbéticas cordobesas, en el término municipal de Zuheros (Córdoba). Se localiza en el piso mesomediterráneo, dominado por encinares abiertos, a menudo adherados, que se desarrollan sobre lapiaces. Entre las encinas se localizan comunidades de pastizales y matorrales seriales. En los llanos superiores, se ha desarrollado una agricultura de tipo tradicional hasta los años 90.

A pesar de que se tienen noticias escritas sobre la Cueva desde 1868, en la obra de Manuel de Góngora, y de que en 1937 se descubrió el yacimiento, no es hasta 1962 cuando se iniciaron los trabajos de excavación en la llamada Cueva Chica, uno de los dos accesos con los que cuenta la cavidad (Quadra-Salcedo & Vicent 1964). En 1969 se planteó una nueva excavación (Vicent & Muñoz 1973) en la que se detectó una secuencia desde el Neolítico hasta época romana. Los niveles neolíticos proporcionaron numerosos restos botánicos que, en el momento, supusieron un hito en el desarrollo de la arqueobotánica peninsular, así como un importante avance en la investigación sobre los usos de las plantas. Posteriormente en la década de los 90, se realizaron nuevas excavaciones en una zona diferente de la cavidad, el vestíbulo o Cueva Grande (Gavilán & Vera 1992, 1997, Gavilán *et al.* 1994, 1996) constatándose una estratigrafía que cubre desde el Paleolítico medio hasta época romana.

El conjunto estratigráfico neolítico es el más amplio de toda la secuencia. Su división en tres fases (A, B y C) se realizó basándose en los materiales y dataciones. La calibración de las fechas permite situar el neolítico A en la segunda mitad del 6º milenio cal. BC, el neolítico B en el segundo tercio del 5º milenio cal. BC, y el neolítico C a fines del 5º e inicios del 4º milenios cal. BC (González Urquijo *et al.* 2000).

La totalidad del sedimento excavado fue lavado, proporcionando un total de 94 muestras de las cuales se estudiaron 26 (Peña-Chocarro, 1999, 2007, Zapata *et al.* 2004, 2005), procedentes de diferentes tipos de estructuras (hogares, fosas de almacenamiento indirecto y un pequeño agujero de poste) que evidencian el acondicionamiento del espacio excavado y correspondientes al Neolítico y al Calcolítico. El estudio carpológico de la campaña de 1991 proporcionó un importante conjunto de restos vegetales (Tabla 216) compuesto por cereales: trigos vestidos (*Triticum monococcum* y *Triticum dicoccum*), trigos desnudos (*Triticum*

Plantas cultivadas	A	B	C
<i>Triticum monococcum/dicoccum</i>		1	
<i>Triticum dicoccum</i> (raquis y/o glumas)		2	
<i>Triticum durum/aestivum</i>	3	5	
<i>Triticum aestivum</i> (raquis)		1	
<i>Triticum</i> (base de la espiguilla)		1	
<i>Triticum</i>		12	
<i>Hordeum vulgare</i>	4	13	
<i>Hordeum vulgare</i> (raquis)		4	
Cereal indet.	8	20	2
Plantas silvestres	A	B	C
Capparidaceae		2	
<i>Silene</i>	1		
Caryophyllaceae		3	
<i>Anthemis</i>	2	14	
Asteraceae		1	
<i>Cuscuta</i>	1	9	
<i>Cruciferae</i>		1	
<i>Quercus</i>		1	
Lamiaceae		1	
cf. <i>Trifolieae</i>		1	
Fabaceae	1	6	
<i>Olea europaea</i> subsp. <i>oleaster</i>	2		
<i>Papaver setigerum/somniferum</i>	62	14	8
<i>Oryzopsis/Milium effusum</i>		2	
Poaceae indet.		4	
<i>Asperula</i>	2	1	
Indet.		16	5

Tabla 216. Restos vegetales de la cueva de los Murciélagos



Figura 898. Entrada (izquierda) y espeleotemas de la Cueva de los Murciélagos (derecha)

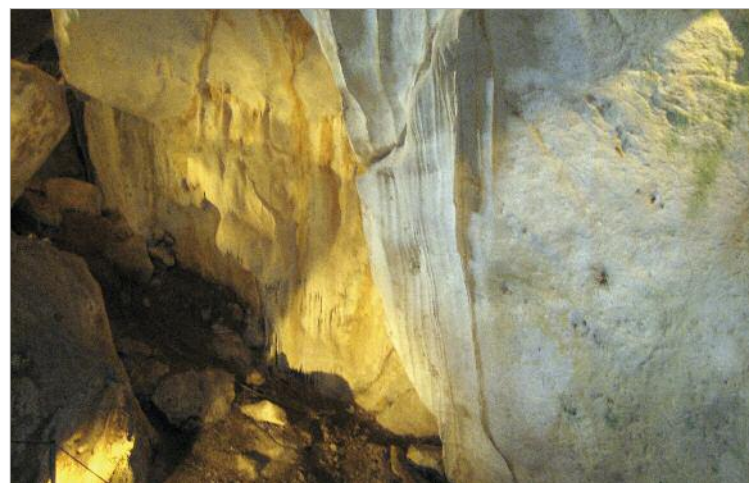


Figura 899. *Hordeum vulgare* (raquis). Escala 2 mm

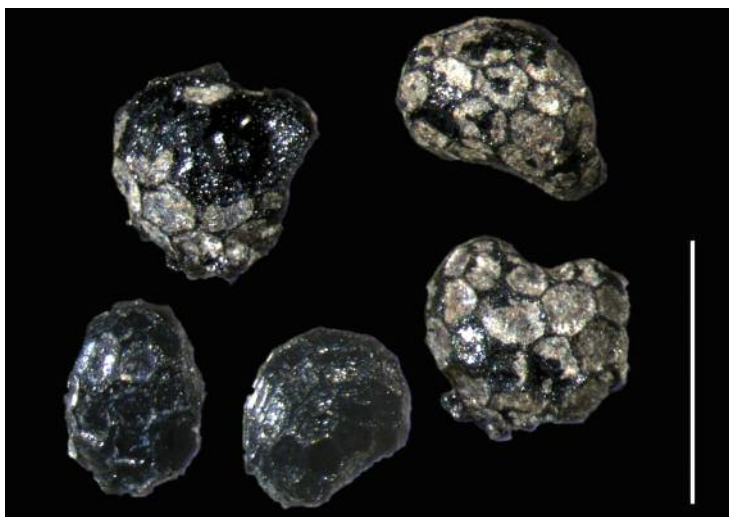


Figura 900. *Papaver somniferum-setigerum* (semillas). Escala 2 mm

aestivum/durum) y cebada (*Hordeum vulgare*) (Fig 899), así como varias especies silvestres entre las que destaca la adormidera (*Papaver somniferum/setigerum*) (Fig. 900). Desde el inicio de los niveles neolíticos (mediados del 6º milenio cal. BC), se documenta la presencia de trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) cultivados. Posteriormente, durante el 5º milenio cal. BC, junto a las especies anteriores se han identificado también trigos vestidos (*T. monococcum/dicoccum* y *T. dicoccum*), tanto cariopsides como fragmentos de la paja (raquis).

Siguiendo la pauta ya presente en otros yacimientos de la Península Ibérica, se observa un predominio de los trigos desnudos frente a los vestidos. Las leguminosas no aparecen representadas en las muestras de esta campaña a pesar de que se han documentado en campañas posteriores todavía en estudio, así como en yacimientos contemporáneos como la Cueva del Toro (Buxó 1997). En niveles neolíticos se constata la presencia de lentejas (*Lens culinaris*), guisantes (*Pisum sativum*) y vezas (*Vicia* cf. *sativa*), mientras que en los niveles calcolíticos se han identificado guisantes y habas (*Vicia faba*), aunque es posible que los análisis en curso proporcionen datos novedosos para momentos anteriores.

En el grupo de especies silvestres se han identificado *Quercus* (cáscaras de bellota), *Olea europaea* var. *sylvestris* (aceituna silvestre) y *Capparis* (alcaparrón) en los niveles calcolíticos. Todas ellas constituyen elementos característicos de la vegetación mediterránea y siguen presentes en la vegetación actual de la zona.

El análisis antracológico (Rodríguez-Ariza 1996) indica que *Arbutus unedo* (madroño) y *Quercus ilex/coccifera* (encina/coscoja) fueron las especies dominantes en el entorno de la cueva durante el Neolítico aunque también se documenta *Olea europaea* var. *sylvestris* (acebuche). Posteriormente, en fase calcolítica se documenta la presencia de *Ficus carica* (higo) y *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*.

Los restos vegetales de la Cueva de los Murciélagos (Tabla 216) también incluían otras plantas silvestres cuya conservación no ha permitido una identificación precisa. Se documentan familias como las cariofiláceas, quenopodiáceas, compuestas y poáceas entre otras. Por último, destaca la presencia de *Papaver somniferum/setigerum* (adormidera), la especie más numerosa de todo el yacimiento. Sus semillas aparecen desde la primera ocupación neolítica considerándose uno de los restos más antiguos de Europa.

Más información

Peña-Chocarro (1999, 2007), Zapata *et al.* (2004, 2005)

LAGUNA DE MEDINA

Jerez de La Frontera, Cádiz
Holoceno (9000 años BP-actualidad)



Figura 901. Vistas del lago salino de Medina, Cádiz

La Laguna de Medina (36° 37' 04" N, 06° 03' 02" O; 30 m s.n.m.) es un lago salino que ocupa una posición interfluvial entre el Río Guadalete y el Arroyo Salado, a unos 12 km al sureste del núcleo urbano de Jerez de la Frontera, con una cuenca de captación de 16 km² descansando sobre arcillas triásicas y margas del Eoceno. El lago, que se encuentra actualmente protegido por la Junta de Andalucía (Reserva Natural, Red Natura 2000 y Reserva Integral Zoológica), tiene una profundidad máxima de 3,5 m durante el invierno, llegando a quedar desecado en el período estival.

La vegetación asociada al sistema lacustre actual está dominada por *Phragmites australis*, *Scirpus maritimus*, *S. holoschoenus*, *Typha domingensis*, *Juncus maritimus*, *J. acutus*, *Salsola kali*, *Frankenia laevis* y *Tamarix canariensis*, mientras que el matorral adyacente exhibe *Quercus coccifera*, *Asparagus albus*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* y especies de *Thymus*, *Teucrium* y *Lavandula*, entre otras.

Por medio de una sonda de pistón de tipo Livingstone, Reed *et al.* (2001) extrajeron tres testigos de sedimento en agosto de 1993. Uno de los testigos fue sometido a tratamiento palinológico y control temporal por radiocarbono, obteniéndose fechas por AMS desde carbón y semillas de *Potamogeton pectinatus* (Tabla 217). En realidad, Reed *et al.* (2001) desarrollaron un estudio multiparamétrico (diatomeas, ostrácodos, moluscos, foraminíferos, polen y sedimentología) centrado en la paleolimnología y el cambio climático asociado. Aunque la laguna siempre ha tenido aguas someras, se registran los máximos niveles lacustres entre 6960 y 6680 años cal. BP, y también se incluyen varios eventos abruptos de desecación de la laguna. Algunos de estos eventos reflejan la variabilidad climática del Holoceno a la escala de décadas y por tanto sugieren una enorme sensibilidad en los procesos limnológicos del sistema lacustre de Medina.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
AA-22743	142-146	1295 ± 40	1220	semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22744	244-248	2485 ± 45	2535	semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22745	404-410	3690 ± 45	4030	semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
OxA/W655-9	496-500	3559 ± 78	4500	carbón	AMS
AA-22739	520-524	4085 ± 50	4640	carbón	AMS
AA-22740	520-524	4425 ± 50	-	semillas (<i>Potamogeton pectinatus</i>)	AMS
AA-22741	544-548	4445 ± 55	5080	carbón+semillas (Quenopodiáceas)	AMS
AA-23443	616-628	4985 ± 55	5770	carbón	AMS
AA-22742	704-708	5465 ± 50	6260	carbón	AMS
AA-15035	786-788	6080 ± 60	6970	carbón	AMS
AA-15038	916-918	7310 ± 65	8060	carbón	AMS
AA-15037	999-1001	7310 ± 65	8060	carbón+semillas (Quenopodiáceas)	AMS

Tabla 217. Dataciones radiocarbónicas de la Laguna de Medina. Reed *et al.* (2001)

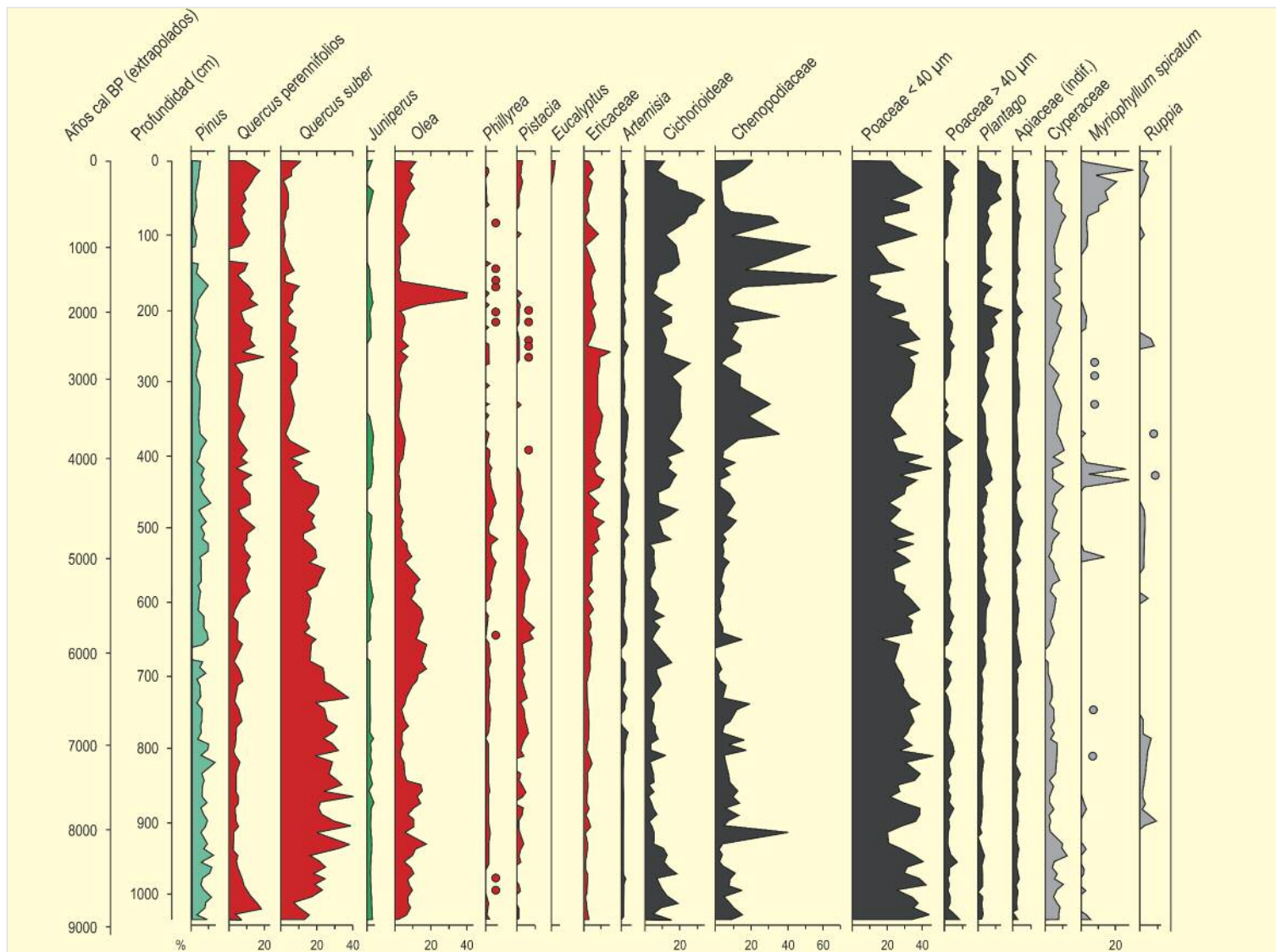


Figura 902. Diagrama polínico sintético de la Laguna de Medina. Redibujado de Reed *et al.* (2001) y Proyecto Las Encinas (<http://craticula.ncl.ac.uk/lasencinas/>)

Entre 9000 y 6200 años cal. BP aproximadamente, la secuencia polínica (Fig. 902) muestra los máximos de *Q. suber* coincidiendo con altos valores de microcarbón en el sedimento. En este período se constatan varias fases de desecación en el registro limnológico. Es también una fase de abundante *Olea* y creciente frecuencia de *Pistacia*. Por otro lado, *Pinus* y *Quercus* de tipo *ilex-rotundifolia* aparecen de forma consistente en todo el intervalo (Fig. 902). El olivo sufre un declive a partir de 7400 años cal. BP, aparentemente iniciado por un pico en la incidencia del fuego. A partir de este momento, se produce una expansión generalizada de *Ericaceae*.

Entre 6200 y 4700 años cal. BP aproximadamente se produce un reemplazamiento parcial de *Quercus suber* por *Quercus ilex-rotundifolia*, después de los máximos de *Olea*, *Phillyrea* y *Pistacia* (Fig. 902). Los autores sugieren la influencia de las actividades humanas durante el Neolítico y Calcolítico sobre la base de la presencia de *Rumex*, tipo *Cirsium*, *Plantago* y otras ruderales. A continuación y hasta 2500 años cal. BP, se reduce la cobertura de *Quercus suber* y *Olea*. El fuego podría ser de nuevo el factor desencadenante. La presencia continua de

Phillyrea, *Cistus* y *Ericaceae* así lo atestigua. Pero la mayor intensificación de la acción antrópica tiene lugar durante los últimos 3000 años, cuando aumenta el encinar (actividades de tipo dehesa) en detrimento del alcornocal y el pinar originales. Los incrementos aquí son máximos para el polen de *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae* y *Plantago*. Se evidencia un máximo abrupto de *Olea*, probablemente debido al cultivo en época romana (2000 años cal. BP), y otro menor durante época medieval (500 años cal. BP). La plantación de *Eucalyptus* en época reciente queda registrada en los niveles más superficiales.

En términos generales, la secuencia apoya la noción de un máximo mesofítico durante el Holoceno medio en el sur de la Península Ibérica, así como el origen antropogénico de las formaciones dominadas por la encina.

Más información

Reed *et al.* (2001), Proyecto Las Encinas (<http://craticula.ncl.ac.uk/lasencinas/>)

GÁDOR

Sierra de Gádor, Laujar de Andarax, Almería
Holoceno (6850-1160 años cal. BP)



L. POSADAS

Figura 903. Vista panorámica de la Sierra de Gádor



J.S. CARRIÓN

Figura 904. Balsa de Caparidán en la Sierra de Gádor



J.S. CARRIÓN

Figura 905. Paisaje cacuminal de la sierra

El sondeo corresponde a un pequeño depósito paleolacustre (36° 55' 54" N, 02° 54' 17" O; 1530 m s.n.m.) drenado y desecado en tiempos históricos. La cuenca tiene unos 400 x 350 m y se sitúa en el supramediterráneo a 11 km al nordeste de Berja, en el flanco occidental de la almeriense Sierra de Gádor (2250 m), macizo calcáreo adyacente al Desierto de Tabernas. La vegetación local es muy escasa en árboles y la mayor parte de los

pies potencialmente arbóreos corresponden a formas arbustivas de *Quercus rotundifolia* y *Q. faginea*. Las áreas adyacentes al depósito estudiado están dominadas por *Berberis hispanica*, *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus monogyna*, *Quercus rotundifolia*, *Lonicera arborea*, *Prunus ramburii* y varias especies de *Rosa*. Los matorrales de *Vella spinosa*, *Hormatophylla spinosa*, *Ononis aragonensis*, *Erinacea anthyllis*, *Echinopartum boissieri*, *Dianthus pungen*,

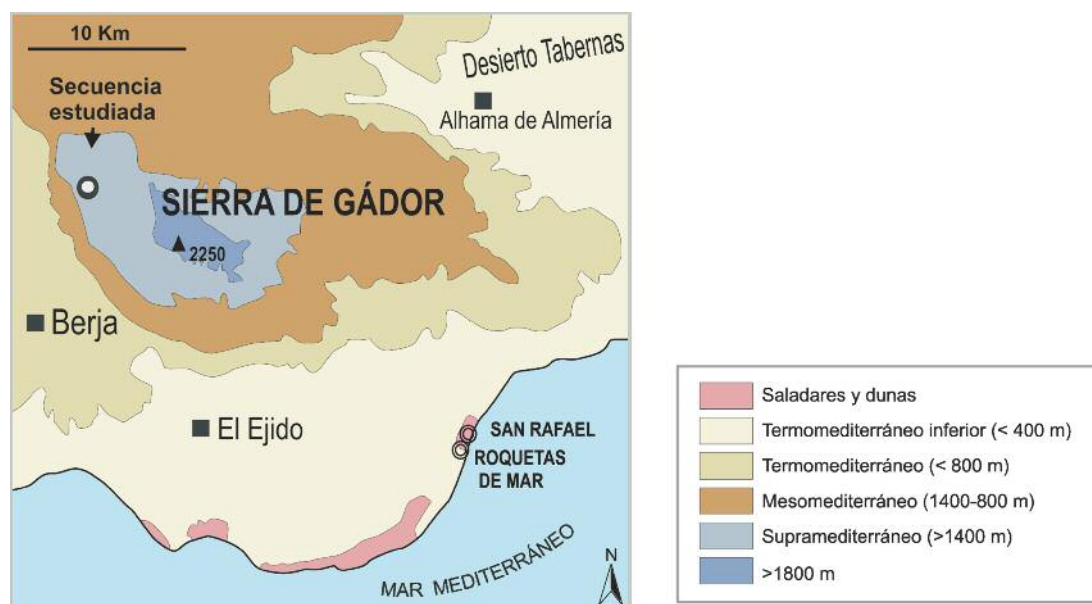


Figura 906. Situación de la secuencia polínica en el marco de la vegetación de la Sierra de Gádor (Carrión *et al.* 2003a)

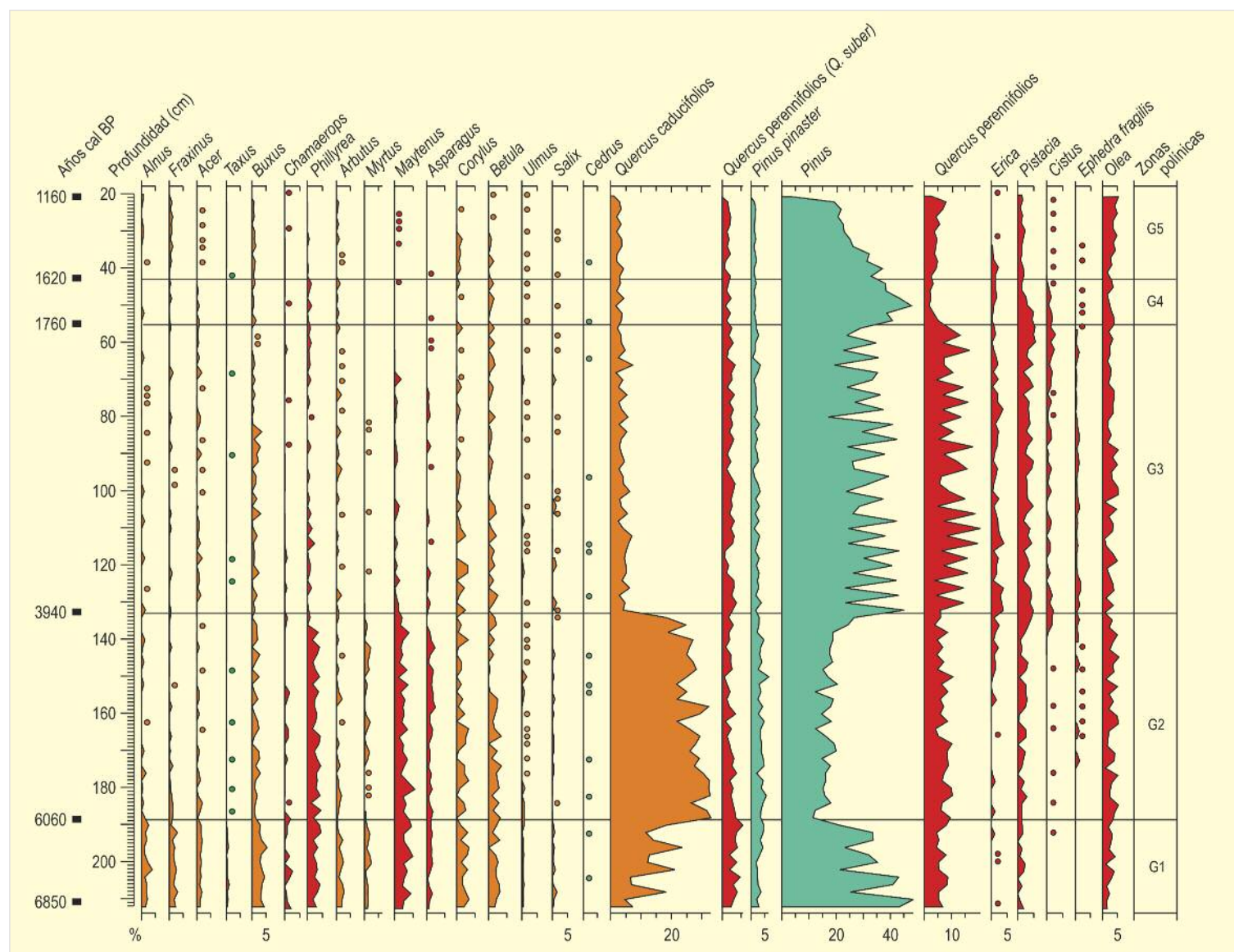


Figura 907. Diagrama polínico de árboles y arbustos de la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión *et al.* (2003a)

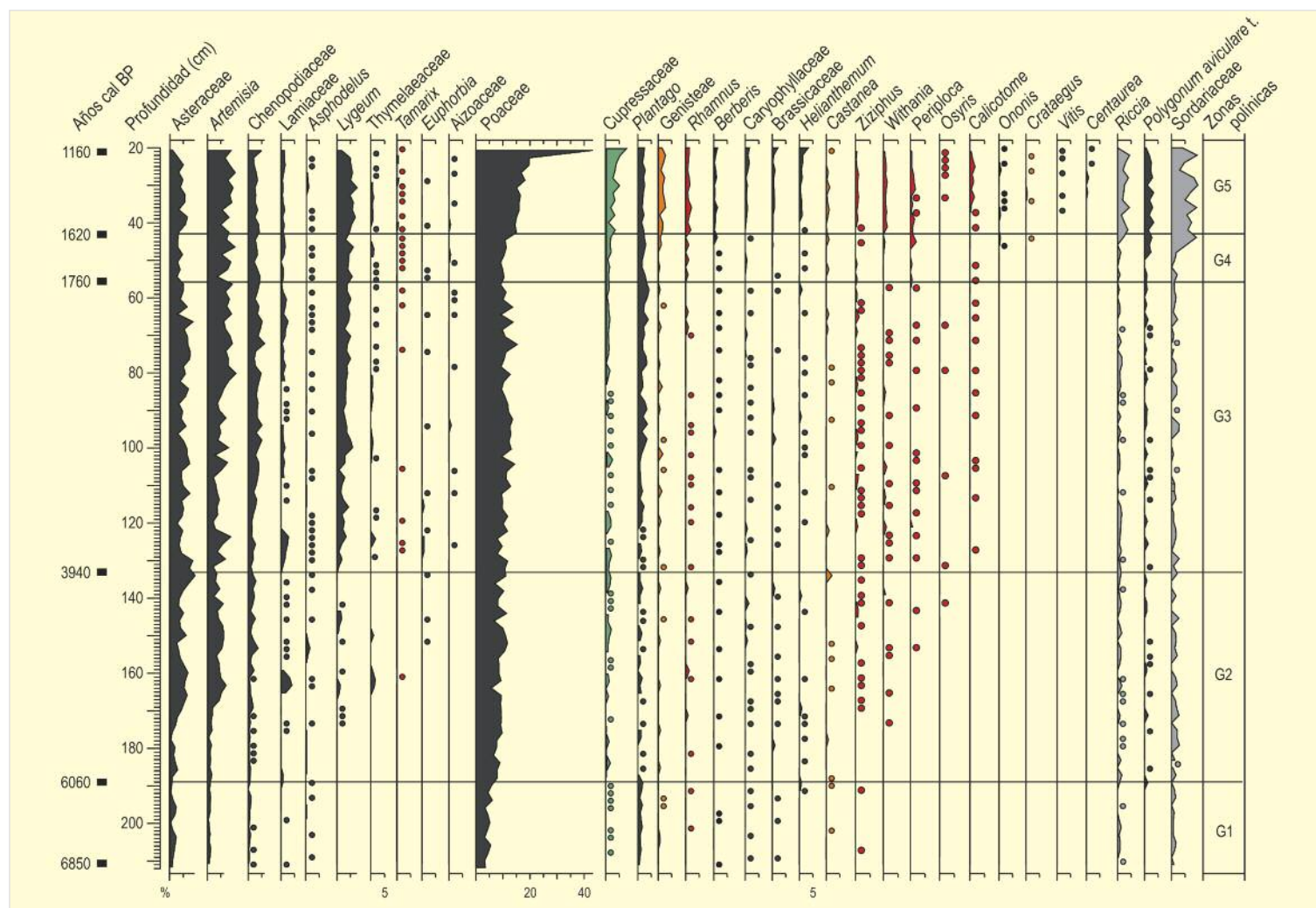


Figura 908. Diagrama polínico de gramíneas, cupresáceas, xerófitos, matorral espinoso e indicadores antropogénicos de la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión *et al.* (2003a)

Rhamnus saxatilis y *Prunus prostrata* dominan en las zonas más venteadas por encima de los 1800-1900 m.

La secuencia polínica de Gádor (Figs. 907 y 908) comprende el intervalo de 6850 a 1160 años cal. BP, cronología que se estableció sobre la base de seis fechas de ^{14}C (Tabla 218) (Carrión *et al.* 2003a). Durante la zona G1 (6850-6060 años cal. BP) *Pinus cf. nigra* domina

los espectros polínicos, mostrando tres fases breves de declive en torno a 6750, 6550 y 6350 años cal. BP, los cuales coinciden con picos de *Quercus caducifolia* (probablemente *Quercus faginea*). La zona G1 representa el óptimo termomesofítico, lo cual implica la mayor abundancia de *Alnus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus*, *Salix*, *Quercus*, *Taxus*, *Chamaerops*, *Phillyrea*, *Arbutus*, *Myrtus*, *Maytenus*, *Asparagus*, *Olea* y *Pistacia*.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
GrA-17553	20-22	1240 ± 40	1160	AMS
GrA-17556	42-44	1705 ± 40	1620	AMS
GrA-17554	54-57	1825 ± 40	1760	AMS
GrA-17557	132-134	3645 ± 45	3940	AMS
Beta-155407	188-190	5290 ± 70	6060	convencional
Beta-155408	210-212	6020 ± 80	6850	convencional

Tabla 218. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Gádor (Almería). Calibraciones según Stuiver *et al.* (1998) (CALIB 4.3.). La edad calibrada se tomó como el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma) (Carrión *et al.* 2003a)

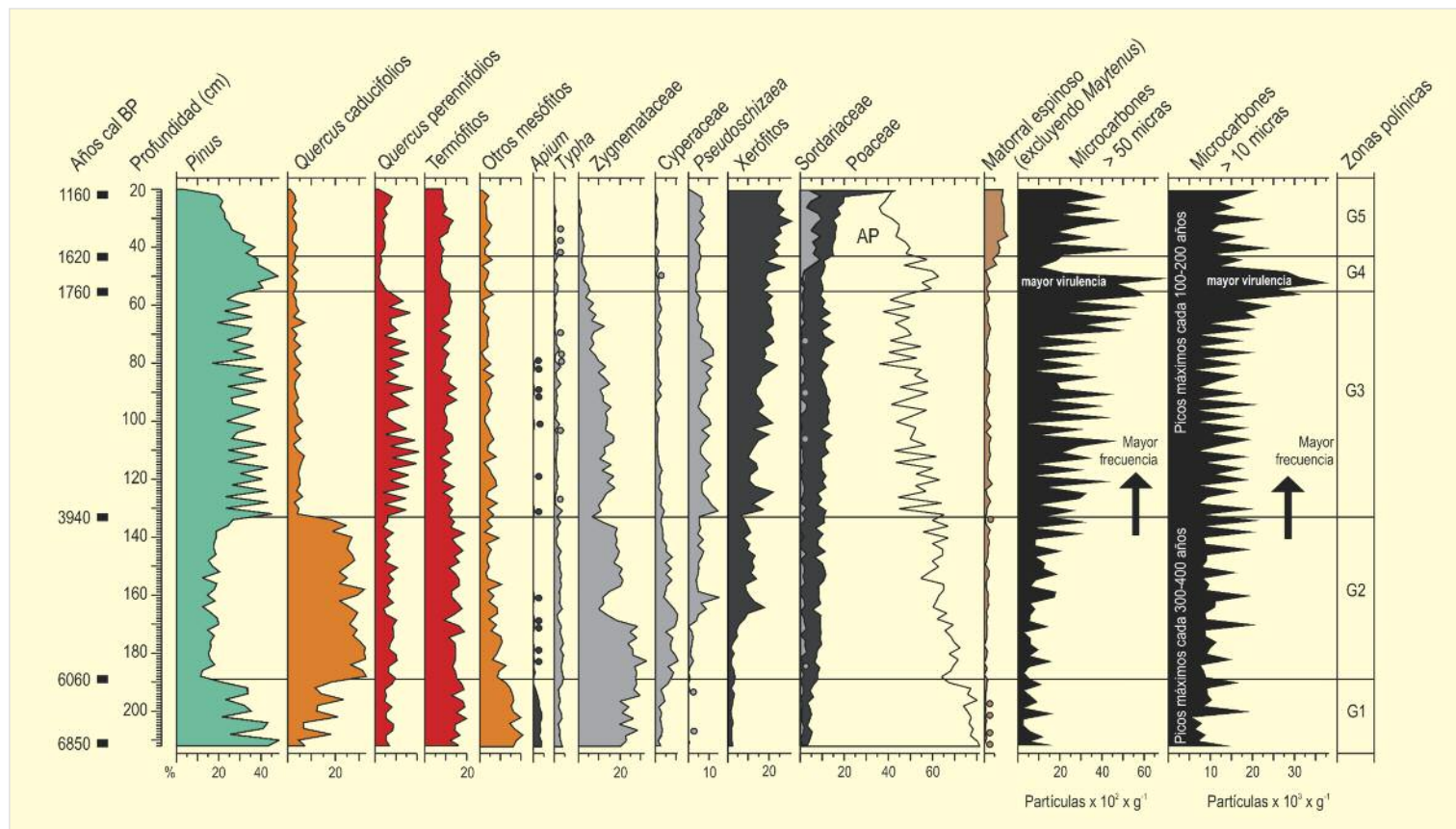


Figura 909. Diagrama polínico sintético y variación de microcarbones en la secuencia de Gádor. Redibujado de Carrión *et al.* (2003a)

Durante G2 (6060-3940 años cal. BP), los bosques de pino son reemplazados por robledales con *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* y *Salix*, prevaleciendo hasta 4800-4500 años cal. BP.

La zona G3 (3940-1760 años cal. BP) se caracteriza por alternancias rápidas de *Pinus* vs. *Quercus* perennifolios, con un declive marcado del bosque caducifolio. Se registran hasta 17 máximos de *Pinus* y *Quercus*, con una separación estimada en unos 50 años por término medio. El contexto es xerofítico, como viene atestiguado por las curvas de *Lygeum*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Lamiaceae* y *Ephedra fragilis*, por una mayor recurrencia de *Asphodelus*, *Thymelaea*, *Tamarix*, *Euphorbia*, *Ziziphus*, *Osyris* y *Withania*, así como por la aparición de *Aizoaceae* y *Calicotome*. Hay también un aumento de *Plantago*, sobre todo desde 3000 años cal. BP.

Durante G4 (1760-1620 años cal. BP), tiene lugar el último incremento de *Pinus* coincidiendo con un mínimo en *Quercus* perennifolios. Después de ello, *Pinus* comienza a descender, mientras aumentan *Cupressaceae* y *Poaceae*. A partir de 1650 años cal. BP, se incrementan *Genisteeae*, *Rhamnus*, *Berberis* y *Periploca*.

Finalmente, durante G5 (1620-1160 años cal. BP), *Pinus* continúa con esta tendencia, mientras se expanden las gramíneas y *Lygeum* llega a ser frecuente. Es digno de mención que el pico de *Poaceae* a 1600 años cal. BP sea precedido por las curvas ascendentes de *Sorda-*

riaceae, *Polygonum aviculare*, *Riccia* y *Genisteeae*. Esta zona muestra también la incidencia continuada de *Rhamnus*, *Berberis*, *Ononis*, *Ziziphus*, *Periploca*, *Calicotome*, *Caryophyllaceae*, *Helianthemum* y *Brassicaceae*, así como los primeros registros polínicos de *Vitis* a 1680 años cal. BP y de *Centaurea* a 1300 años cal. BP.

Mientras el clima ejerce una influencia a largo plazo, la respuesta de la vegetación exhibe importantes retrasos, lo cual sugiere la contingencia de factores ecológicos locales. En principio, por ejemplo, el desplazamiento parcial de los pinares por robledales puede haber estado modulado por la inercia de las comunidades establecidas hasta 6060 años cal. BP aproximadamente.

Los microcarbones son especialmente abundantes desde 4200 años cal. BP, alcanzando valores máximos entre 2100 y 1600 años cal. BP. Esta pauta no se ve alterada tafonómicamente, puesto que hay una excelente correlación entre las curvas de las dos categorías de microcarbones.

A partir de 3940 años cal. BP, tiene lugar una rápida regresión de los robles en favor de *Pinus* y las especies esclerófilas de *Quercus*. Este proceso debe haber sido controlado por la frecuencia de los incendios. Por término medio, los carbones alcanzan máximos cada 300-400 años desde la base de la secuencia hasta 4100-4200 años cal. BP, cambiando entonces a cada 100-200 años hasta el final de la misma. Este cambio

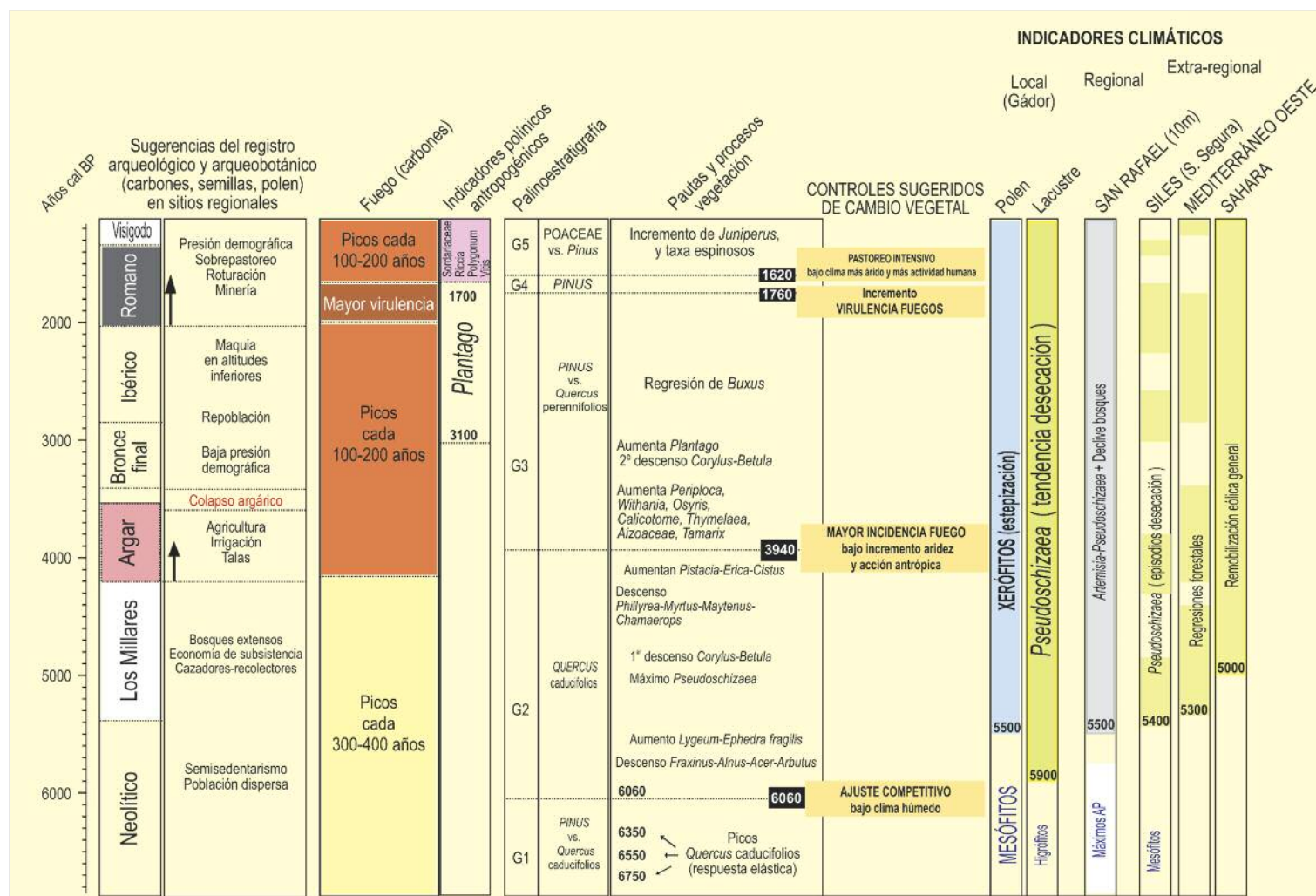


Figura 910. Procesos y controles de la evolución de vegetación en la secuencia Gádor. Correlación con otros registros regionales y extra-regionales, y con los patrones de asentamiento humano. Las influencias climáticas están determinadas por las interacciones competitivas, cambios en el régimen de incendios y la presión de pastoreo. Redibujado de Carrión *et al.* (2003a)

en los microcarbones precede al reemplazamiento de los *Quercus* caducifolios por *Pinus* y *Quercus* perennifolios. Se trata, por tanto, de un cuadro de invasión mediada por perturbación pues los robledales son extraordinariamente sensibles al fuego recurrente. En términos generales, la asociación clima-fuego se puede defender desde una perspectiva palinológica a través de las correlaciones positivas que se dan en Gádor entre los microcarbones, *Artemisia*, xerófitos y *Pseudoschizaea* (Carrión *et al.* 2003a). Este cambio vegetal tiene lugar

durante el período argárico (4250-3600-3500 años cal. BP), lo cual ha llevado a establecer un modelo de colapso cultural (Carrión *et al.* 2003a), basado en la correlación de datos paleoecológicos y arqueológicos.

Más información

Carrión *et al.* (2003a), García-Antón *et al.* (2007), Gil-Romera *et al.* (2009)

CUEVA DEL TORO

Sierra de El Torcal, Antequera, Málaga
Holoceno (6540-2800 años BP)



D. MARTÍN SOCAS & MD. CAMALECH

Figura 911. Vista panorámica de la Sierra del Torcal de Antequera

La Cueva del Toro se encuentra en la Sierra del Torcal, amplio eslabón montañoso que separa dos zonas bien distintas, la Andalucía mediterránea y el Surco Intrabético, a 4 km al sur de la ciudad de Antequera (Málaga). Sus coordenadas geográficas son 36° 57' 09" N, 04° 32' 24" O, y se encuentra a una altitud de 1190 m s.n.m. El Macizo del Torcal forma parte del arco calizo del Sistema Subbético (Cordilleras exteriores), constituido por rocas calizas oolíticas, brechoides y clásticas. Se constituye como uno de los sistemas kársticos más impresionantes de la Península Ibérica, con numerosas simas y cuevas, entre las que se encuentra la del Toro.

Esta zona se sitúa en el piso bioclimático mesomediterráneo, con temperaturas medias anuales de entre 13 y 17°C, aunque en las cumbres de las montañas se llega al piso supramediterráneo (8°-13°C), y en los puntos más bajos aparece el termomediterráneo (17°-19°C). El régimen de precipitaciones está marcado por la influencia mediterránea, si bien una serie de factores favorecen un elevado grado de humedad. En concreto la pluviosidad puede oscilar

desde 700 mm anuales en las cotas más bajas del macizo (ombrótipo subhúmedo), hasta 1200 mm anuales en las más altas (ombrótipo húmedo). Esta humedad se incrementa por la presencia de densas nieblas que disminuyen los niveles de evapotranspiración.

La vegetación actual en la zona está condicionada por la litología rocosa del macizo. La falta de suelo hace que se desarrollen, sobre todo, formaciones de carácter rupícola, adaptadas a las fisuras y grietas de las rocas. Entre las especies rupícolas más características se encuentran *Linaria anticaria*, *Saxifraga biternata*, *Linaria oblongifolia*, *Viola demetria*, *Saxifraga reuterana* y *Polypodium australe*, que conviven con otros elementos como *Fumaria macrosepala*, *Silene andryalifolia*, *Sedum acre*, *S. mucizonia*, *S. dasyphyllum*, *Ceterach officinarum* y *Hedera helix*. En puntos donde la tierra es más rica en nutrientes aparecen algunos encinares, cuyo estrato arbóreo estaría representado por encinas (*Quercus rotundifolia*), quejigos (*Quercus faginea*) o arces (*Acer monspessulanum*). La orla forestal presenta formaciones de espinosas con majuelos (*Crataegus monogyna*), endrinos (*Prunus*

Ref. Lab.	Años BP	Años cal. BP							
			6030 cal. BC	3383 cal. BC	2050 cal. BC	1230 cal. BC	717 cal. BC	336 cal. BC	
GRN-15446	2880 ± 50	3020							
UGRA-189	3090 ± 130	3270							
I-17553	4120 ± 120	4640							
Beta-174307	4800 ± 80	5500							
I-17552	4910 ± 190	5640							
GRN-15437	5200 ± 60	6000							
GRN-15439	5205 ± 40	5970							
GRN-15436	5250 ± 60	6050							
GAK-8059	5320 ± 230	6080							
Beta-174306	5240 ± 70	6040							
GRN-15445	5380 ± 45	6170							
GAK-8060	5450 ± 120	6220							
GRN-15440	5850 ± 90	6660							
GRN-15444	6030 ± 70	6890							
Beta174308	6160 ± 40	7070							
GRN-15443	6320 ± 70	7260							
UGRA-194	6400 ± 280	7240							
Beta-174305	6540 ± 110	7440							

Tabla 219. Dataciones de la Cueva del Toro



Figura 912. Campaña de excavación en la Cueva del Toro

D. MARTIN SOCAS

CUEVA DEL TORO	Estrato IV	Estrato IIIb	Estrato IIIa	Estrato IIIa hogares	TOTAL
Plantas cultivadas	Total 40 l	Total 30 l	Total 176,5 l	Total 73,5 l	
<i>Hordeum vulgare</i>		2	10	151	163
<i>Hordeum vulgare nudum</i>	6	32	192	149	379
<i>Triticum aestivum/durum</i>	18	42	598	566	1224
<i>Triticum dicoccum</i>				3	3
<i>Lathyrus sativus/cicera</i>			16	12	28
<i>Lathyrus sativus</i>	1				1
<i>Lens culinaris</i>	6	2	62	27	97
<i>Pisum sativum</i>			1		1
<i>Vicia ervilia</i>			1		1
<i>Vicia faba minor</i>	2	6	670	998	1676
Plantas silvestres	Total 40 l	Total 30 l	Total 176,5 l	Total 73,5 l	
<i>Cistus</i>			13	19	32
<i>Myrtus communis</i>			1	2	3
<i>Olea europaea oleaster</i>	2		1		3
<i>Pistacia lentiscus</i>				2	2
<i>Quercus</i>	52	21	586	238	897
<i>Retama sphaerocarpa</i>			26	1	27
<i>Rubus idaeus</i>			1		1
<i>Bromus</i>			1		1
<i>Lathyrus cicera</i>				1	1
<i>Lolium</i>			1	1	2
<i>Lolium temulentum</i>			1		1
<i>Papaver somniferum</i>				6	6
<i>Plantago lanceolata</i>			1		1
<i>Sherardia arvensis</i>			1		1
<i>Trifolium pratense</i>			1		1
<i>Trifolium</i>				1	1
<i>Vicia/Pisum</i>			1		1
Número total de restos	87	105	2185	2177	4554

Tabla 220. Datos arqueobotánicos del la Cueva del Toro

spinosa) y madreselvas (*Lonicera arborea*) principalmente. Los puntos más degradados por la actividad ganadera están cubiertos por pastizales con especies como *Poa bulbosa*, *Trifolium subterraneum*, *Ranunculus bulbosus*, *Onopordon illyricum* y *Sylibum marianum*, junto con otras más raras como *Dianthus anticarius* o *Nepeta amethystina*.

Frente a la entrada, se localiza una cavidad alargada y de reducidas dimensiones, denominada Sima del Pasillo que, tras su estudio tectónico y topográfico, se ha revelado como una continuación de la Cueva del Toro, permitiendo deducir que en un tiempo formaron parte de un mismo complejo. El estudio de ambas salas ha informado sobre la existencia de un hundimiento del conjunto original cuya causa puede relacionarse con un movimiento tectónico que afectó probablemente a todo el Sistema Penibético y que produjo, entre otras incidencias, un basculamiento general de la Sierra de El Torcal hacia el sur y la caída de grandes bloques en el interior, afectando parcialmente a un sector de cueva. Este suceso puede ser fechado a mediados del III milenio BC.

La cueva ha sido objeto de varias campañas de excavación entre 1977 y 1988, lo que ha permitido establecer una secuencia estratigráfica que actualmente se compone de 4 niveles diferentes: el IV que representa el Neolítico medio, con una cronología en torno a mediados del 6 milenio BC; el III, que se encuadra entre mediados del 5 milenio y el primer tercio del 4 milenio con dos fase diferenciadas (III a y b), y el II que, tras un hiato, se documenta en torno al primer tercio del 3 milenio (Martín-Socas *et al.* 2004).

El antracoanálisis (Fig. 913) de los distintos niveles y estructuras de la Cueva del Toro ha proporcionado una lista floral de 24 taxones que en su mayoría pertenecen a especies arbóreas o arbustivas, lo cual nos indicaría de momento un ambiente más bien boscoso, donde las especies del matorral fruticoso están escasamente representadas. A nivel diacrónico la imagen que nos ofrece el diagrama antracológico es bastante uniforme en su conjunto, aunque podemos distinguir pequeñas variaciones en la distribución cuantitativa y cualitativa de los taxones en el último estrato de la Edad del Cobre. Estos cambios nos permiten distinguir dos fases antracológicas: la fase Toro I (TI), que comprende los estratos IV del

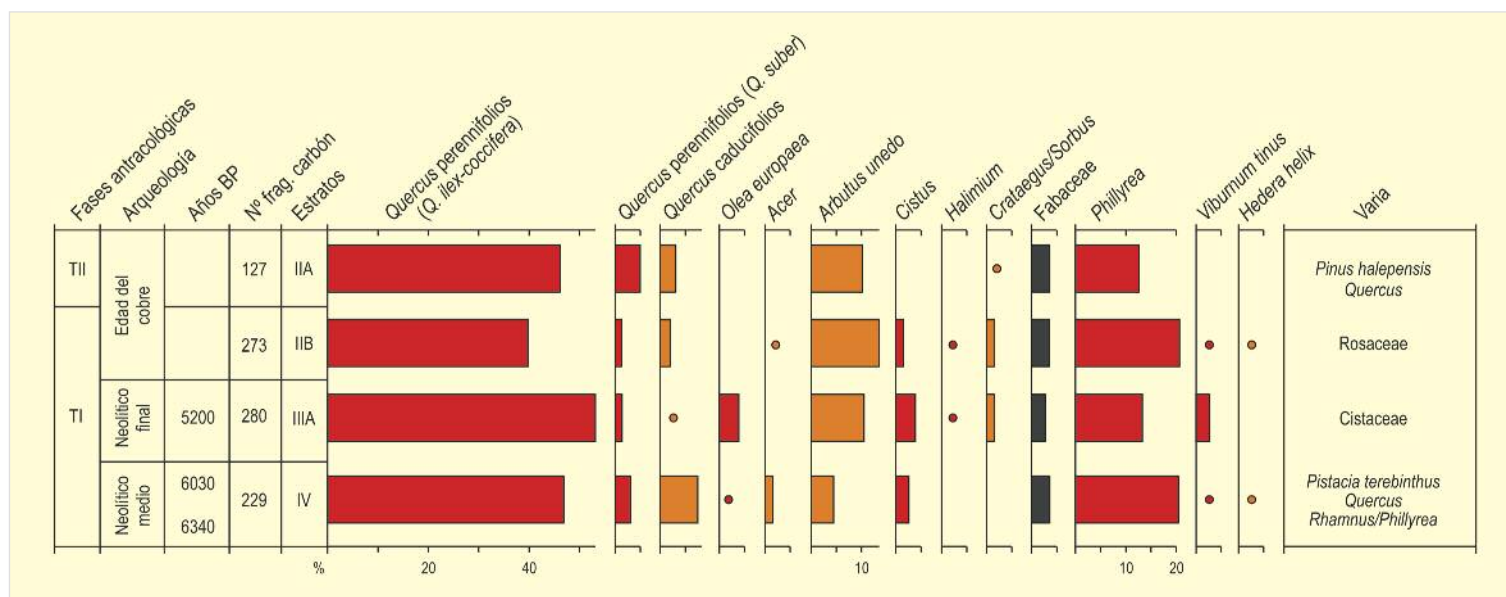


Figura 913. Diagrama antracológico de la Cueva del Toro en la Sierra de El Torcal, Málaga. Redibujado de Rodríguez-Ariza (2006)

Neolítico pleno, IIIA del Neolítico reciente y IIB de la Edad del Cobre, y la fase Toro II (TII), que comprende del estrato IIA a la Edad del Cobre.

A nivel diacrónico estos taxones se distribuyen de la siguiente forma:

Hay una fuerte presencia de la encina/coscoja con porcentajes en torno al 40 y 50% en toda la secuencia.

En TII hay una desaparición de los *Quercus caducifolia* y de los arces, especies meso-supramediterráneas, mientras que también desaparecen los durillos y la hiedra, especies de pisos inferiores aunque exigentes en humedad, lo que nos indicaría un clima relativamente más seco.

También desaparecen en TII el acebuche, aunque se muestra desde el primer estrato de la Edad del Cobre, las jaras y jarillas. Esto junto con los descensos relativos de madroños y labiérnagos podría significar un recrudescimiento de las temperaturas, pues son especies que no soportan frecuentes y fuertes heladas.

Hay un mantenimiento de una pequeña curva de leguminosas arbustivas, con porcentajes en torno al 3%, especies que se desarrollan en espacios más o menos abiertos.

Pequeño aumento en TII de la presencia del alcornoque, especie que probablemente ocupe la posición dejada por especies como los arces y los *Quercus caducifolia*, por ser un poco menos exigente en humedad. En relación con este aumento, tenemos la aparición de una curva de *Quercus perennifolia* (posiblemente ejemplares hibridados entre

encina y alcornoque) en la subfase IIB de la Edad del Cobre y que aumenta en la IIA. La presencia del alcornoque, claramente silícola, sólo se puede explicar en un medio calizo por el proceso de descalcificación apuntado anteriormente.

La presencia en TI de una pequeña curva de hiedra, nos hablaría de una abundancia en la zona, explicándose la aparición en el yacimiento por su adherencia a los troncos de los árboles, por lo cual sería llevada en los haces de leña.

A nivel paleoecológico el conjunto floral determinado en la primera fase antracológica (TI) de la Cueva del Toro podría pertenecer a un encinar mesomediterráneo seco-subhúmedo y basófilo, con quejigos en la fase IV. También estaría presente, en algunos puntos más umbrófilos, el quejigar con áceres y majoletos, destacando la presencia de cornicabra.

En el Neolítico final parece que se inició una cierta degradación de esta formación, con la desaparición o disminución de estas especies arbóreas a la par que crece relativamente la presencia de madroño y las cistáceas, lo cual se puede poner en relación con los datos de la macrofauna, que han observado una presencia mayor de ovicápridos, especies con un fuerte poder limitador del crecimiento de la vegetación.

En la segunda fase antracológica (TII) la vegetación parece que acusa la desaparición de las especies más umbrófilas y exigentes en humedad, caso de los arces, durillos y quejigos, así como desaparecen especies más cálidas como los acebuches, aunque la asociación vegetal representada parece seguir siendo la misma de la fase anterior. Esto nos indicaría que estamos asistiendo a una inflexión climática tendente a menores precipitaciones y mayor frío. Así, la vegetación puesta en evidencia

por el antracoanálisis para T1 entra dentro del piso supra-mediterráneo, con un ombroclima subhúmedo-húmedo (600-1600 mm), frente al seco-subhúmedo de la fase TII (350-1000 mm), más cercano al actual de la zona.

A nivel paleoetnobotánico hay que destacar que de los 9 taxones que aparecen en los niveles de habitación, pero que no aparecen en los hogares analizados, hay 7 que son especies de matorral o arbustivas. Este hecho indica que la leña de la que principalmente quedan restos en fuegos más o menos puntuales es la proveniente de especies arbóreas o arbustivas con madera dura.

Si tenemos en cuenta las propiedades físico-químicas de las leñas que aparecen en los hogares (Elvira & Hernando 1989), observamos que son combustibles, en general, con poderes caloríficos medios y altos. Además, especies como la encina, el quejigo, el acebuche, etc. son maderas duras y compactas que resisten la combustión, es decir, queman lentamente. Esto supone una importante ventaja en cuanto a su recolección y transporte respecto a otras leñas, que aunque con mayor poder calorífico, son más costosas por su combustión rápida. Es decir, cuanto más lenta es la combustión de una especie, menos leña se necesita para mantener el funcionamiento de un hogar. En cambio, las especies de matorral tienen un grado importante de inflamabilidad, lo que las convierte en ideales para iniciar la combustión y proporcionar una luz viva, aunque efímera, en el interior de la cueva. Sin embargo, los residuos de estas especies quedan casi siempre en cenizas, con lo que su aparición en los niveles de habitación nos indica que los carbones depositados en ellos provienen de múltiples fuegos realizados a lo largo de la ocupación de la cueva.

El estudio arqueobotánico fue realizado por R. Buxó (1997) que analizó un total de 31 muestras de los niveles neolíticos. Las especies domésticas están presentes desde los inicios de la ocupación, representadas tanto por cereales como por leguminosas (Tabla 220). Entre los cereales destacan las especies desnudas, tanto el trigo (*Triticum aestivum/durum*) como la cebada (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), aunque la cebada vestida (*H. vulgare*) también está representada en el Estrato III. Los trigos vestidos, en este caso *T. dicoccum*, están prácticamente ausentes excepto en el Estrato III, donde aparecen de forma testimonial.

Una de las características más destacadas del estudio arqueobotánico del yacimiento es la presencia importante de una gran cantidad de leguminosas. Se han identificado cinco taxones diferentes: haba (*Vicia faba*), lenteja (*Lens culinaris*), guisante (*Pisum sativum*), almorta (*Lathyrus sativus*) y yero (*Vicia ervilia*). De todas ellas, el haba es la especie más frecuente, con especial incidencia en el Estrato III, en el que aparecen centenares de ejemplares. Se trata de uno de los yacimientos neolíticos de la Península Ibérica en el que se documenta mayor variedad de leguminosas y que pone de manifiesto la importancia de esta categoría de plantas cultivadas ya en el Neolítico.

Por lo que se refiere a las plantas silvestres, la Cueva del Toro ha proporcionado varias especies. Algunas de ellas corresponden, sin duda, a la vegetación arbustiva del entorno (*Retama sphaerocarpa* y *Cistus*), mientras que otras se identifican como especies comestibles. Las bellotas (*Quercus*) constituyen el grupo más numeroso y aparecen representadas en todos los niveles por numerosos cotiledones. También se documentan acebuches (*Olea europaea oleaster*), mirtos (*Myrtus communis*) y frambuesas (*Rubus idaeus*), así como otras especies pertenecientes a las gramíneas o pequeñas leguminosas.

El estudio arqueobotánico muestra una consolidación de las prácticas agrarias a lo largo del tiempo. Mientras en la primera fase el conjunto arqueobotánico es homogéneo en cuanto a la representatividad de las especies documentadas, a finales del Neolítico (Estrato IIIa) se observa un cambio significativo en la distribución de especies que parece coincidir con un momento de intensa ocupación de la cueva. La cebada desnuda y las habas se consolidan como especies predominantes, definiendo un patrón que se observará de forma frecuente en momentos posteriores en la zona del sureste. Además, las estrategias de la producción agrícola se diversifican apareciendo nuevas especies hasta ese momento no documentadas en el yacimiento, aumenta el número de especies silvestres (muchas adventicias) y se produce, en general, una mejora de los sistemas agrícolas.

Más información

Rodríguez-Ariza (1996, 2004), Buxó (1997)

ROQUETAS

Roquetas de Mar, Almería

Holoceno (6800-1200 años cal. BP)



JA. LÓPEZ-SÁEZ

Figura 914. Lagunas salinas en Roquetas de Mar, Almería

La secuencia de Roquetas ($36^{\circ} 47' 40''$ N, $02^{\circ} 35' 20''$ O; 5 m s.n.m.) está situada en el municipio del mismo nombre, en la costa sur de Almería, junto a una zona marismática denominada La Charca. La zona, incluida en la unidad estructural del Sistema Bético, se sitúa entre diversos macizos con cuencas neógenas y cuaternarias rellenas con materiales alóctonos desde el Mioceno hasta el Cuaternario. La llanura que se extiende a su alrededor, el Campo de Dalías, es durante el Cuaternario una plataforma de abrasión marina que más tarde queda cubierta por aluviones procedentes de la Sierra de Gádor. En la franja litoral, las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 20°C , con un régimen hídrico entre los 250 y los 300 mm anuales.

En el área litoral, se extienden comunidades arbustivas con *Maytenus senegalensis*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus lycioides*, *Chamaerops humilis*, *Periploca laevigata*, *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea* var. *sylvestris*. Hacia el interior, también en áreas de

bioclima semiárido, se desarrolla un matorral esclerófilo de *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *sylvestris* y *Chamaerops humilis*.

La potencia total del testigo sedimentario es de 7,5 m y se compone básicamente de limos y arcillas con restos de materia orgánica, especialmente abundantes entre los 350 y los 380 cm formando una capa de turba. Por debajo de estos niveles orgánicos, los sedimentos, compuestos por arenas y gravas, son estériles polínicamente. Se han realizado 3 dataciones (Tabla 221), la inferior de las cuales, situada prácticamente en la base de la porción fértil, ha proporcionado una fecha de 6806 años cal. BP (Yll *et al.* 1994, 1995, Pantaleón-Cano 1998).

En el diagrama se distinguen tres zonas polínicas. En la zona inferior (E, siguiendo la zonación establecida para las secuencias de la costa de Almería, Pantaleón-Cano 1998), que comprende

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Método
Beta-80378	2	1330 ± 60	1257	AMS
Beta-80379	163	3890 ± 60	4498	AMS
Beta-67284	360	5950 ± 80	6806	convencional

Tabla 221. Dataciones radiocarbónicas de la secuencia de Roquetas (Almería). La edad calibrada (CALIB 6.0; Stuiver *et al.* 1998, Stuiver *et al.* 2005) se ha tomado en el punto medio del intervalo de probabilidad (95,4%, 2 sigma). Todas las dataciones se han realizado sobre muestras de sedimento orgánico

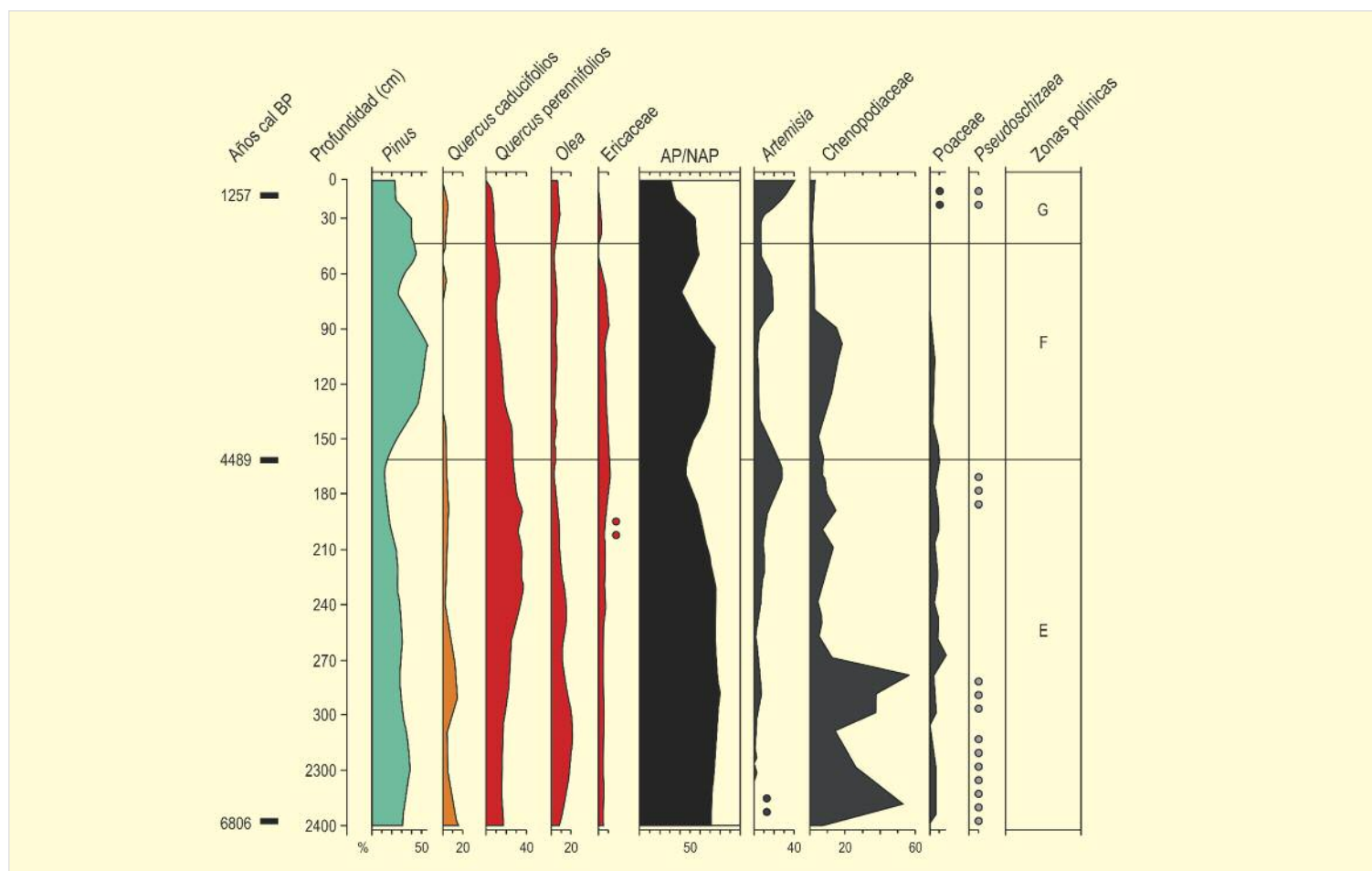


Figura 915. Diagrama polínico sintético de la secuencia de Roquetas. Redibujado de Pantaleón-Cano *et al.* (2003)

desde la base hasta los 1,6 m (4498 años cal. BP), los taxones forestales (*Pinus*, *Quercus* tanto caducifolios como perennifolios y *Olea*) representan la mayor parte del contenido polínico que va disminuyendo hacia la parte superior de la zona siendo substituidos por herbáceas. Esta zona polínica muestra una clara diferencia entre la parte superior y la inferior que no se detecta en las otras secuencias costeras de Almería (Antas y San Rafael) y que puede estar condicionada por el fuerte componente halófilo local en la parte inferior (Yll *et al.* 1994, 1995, Pantaleón-Cano *et al.* 1999).

A partir de la mitad del quinto milenio (zona F) los pinos toman el protagonismo absoluto de los valores polínicos, se reinstalan las condiciones halófilas del inicio del diagrama y se establece el dominio de una vegetación esteparia que supone la práctica desaparición de muchos taxones forestales y arbustivos, incluido un acusado descenso de *Olea*, en un ambiente erosivo y de fuerte déficit hídrico. La zona final de la secuencia (zona G), que acaba con la datación de 1257 años cal. BP, significa la instauración definitiva de estas condiciones con la práctica desaparición también de *Quercus* de tipo perennifolio. La importante presencia de *Chenopodiaceae*, tal como sucede en las otras secuencias costeras almerienses, marca la formación de los cordones litorales halófilos que existen actualmente en toda esta zona.

Las secuencias polínicas estudiadas en el litoral almeriense muestran en general la sustitución de las formaciones esteparias del inicio del Holoceno por una maquia bien desarrollada a partir de mediados del VIII milenio BP. La característica principal de la evolución del paisaje de esta zona consiste en el elevado recubrimiento vegetal, con una gran extensión de las comunidades arbustivas desde esa fecha hasta mediados del Holoceno, y en la dramática deforestación del territorio acompañada por intensos procesos erosivos durante el V milenio. Sería esta última transformación la que marcaría el inicio del establecimiento de las condiciones semiáridas que caracterizan estos territorios en la actualidad.

Las evidencias polínicas no permiten situar en el origen de este proceso las actividades humanas, que probablemente sólo constituyen una variable más, de baja intensidad, en la transformación del paisaje vegetal, que responde principalmente a procesos de aridificación determinados por una dinámica climática global (Yll *et al.* 1994, 1999, Pantaleón-Cano *et al.* 2003).

Más información

Yll *et al.* (1994, 1995, 1996, 1999, 2002) Pantaleón-Cano *et al.* (1999, 2003), Pantaleón-Cano (1998)

CASTILLEJOS DE MONTEFRÍO

Montefrío, Granada

Holoceno (6310-4980 años BP)



Figura 916. Vista general de La Peña de Los Gitanos (Montefrío, Granada) donde se sitúa el poblado de Los Castillejos

El yacimiento de Los Castillejos (37° 20' 10"N, 03° 57' 58" O; 1050 m s.n.m.) es un poblado situado en el complejo arqueológico de Las Peñas de los Gitanos (Fig. 916) que se enclava en la comarca de los Montes Occidentales, a 5 km de Montefrío, en el noroeste de la provincia de Granada. Esta comarca limita con las provincias de Jaén y Córdoba, constituyéndose como un corredor natural entre la vega de Granada y el valle del Guadalquivir. Las áreas de vega están flanqueadas por la Sierra de las Chanzas al oeste, las de Paparanda y Madrid al

este y la Sierra de Albayate al noroeste, todas ellas con altitudes entre 1000-1600 m s.n.m. Los Montes Occidentales forman parte del sistema de las Sierras Subbéticas, en el dominio subbético medio, donde predominan los suelos calcáreos, dolomías, margas, arcillas, rocas volcánicas y las turbiditas calcáreas con sílex.

El poblado se sitúa en un pequeño macizo calcáreo de 150 m de altitud, con un importante sistema kárstico de cuevas y abrigos.

Ref. Lab.	Arqueología	Años BP	Años cal. BP	Muestra
UA 36215	Neolítico antiguo evolucionado	6310 ± 45	7240	MF614049
UA 36213		6120 ± 40	7040	MF613836
UA 36214		6260 ± 45	7180	MF613868
Beta 36211		6120 ± 40	7040	MF612645
UA 36211		5400 ± 45	6200	MF612051
UA 36212		6240 ± 45	7150	MF613442
Beta 135664		6470 ± 150	7370	MF613428
Beta 145302	Neolítico medio	6250 ± 80	7150	
UA 36210		6100 ± 45	7010	MF611678
UA 36209		6090 ± 40	6970	MF610760
UA 36208		6120 ± 40	7040	MF610377
UA 36203		6115 ± 40	7030	MF64868
UA 36206	Neolítico tardío	5265 ± 45	6060	MF68020
UA 36207		4795 ± 40	5530	MF68370
UA 36202	Neolítico final	4980 ± 35	5710	MF64337

Tabla 222. Tabla de dataciones de Los Castillejos. Martínez *et al.* (2009)

CASTILLEJOS DE MONTEFRÍO												
Plantas cultivadas	Neolítico antiguo evolucionado						Neolítico medio final					
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 5	Fase 6	Total	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11	Total
<i>Hordem vulgare</i> var. <i>nudum</i>	65	105	57	21	24	272	374	107	1233	9	6	1729
<i>H. vulgare</i> var. <i>nudum</i> (fragmento)	6	27	45	2	9	89	41	10	211			262
<i>H. vulgare</i> var. <i>nudum</i> (base espiguilla)		1				1						0
<i>Triticum aestivum/durum</i>	101	105	58	210	483	957	17.217	8381	10368	342	37	36.345
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fragmento)	10	8	1	125	1209	1353	23.655	6906	7261	225	8	38.055
<i>Triticum aestivum/durum</i> (raquis)		1				1						0
<i>Triticum aestivum/durum</i> (base espiguilla)	2	9	3			14						0
<i>Triticum aestivum/durum</i> tipo <i>compactum</i>				28	4	32	174	57	204	3	3	441
<i>Triticum dicoccum</i>						0			1			1
<i>Triticum monococum</i>	5	6	9	1		21	11	14	16	40	6	87
<i>Triticum</i>						0		1	3			4
<i>Hordeum/Triticum</i>		2				2		6			1	7
<i>Hordeum/Triticum</i> (fragmento)	225	265	135	474	385	1484	7017	1269	8655	455	98	17.494
<i>Lathyrus sativus</i>						0						0
<i>Pisum sativum</i>	1	2				3	5	2	9	1	1	18
<i>Vicia faba</i>		3		4		7	1				1	2
<i>Vicia faba</i> (fragmento)				2		2			3			3
<i>Vicia/Lathyrus/Pisum</i> (fragmento)				1		1						0
<i>Linum usitatissimum</i>						0					2	2
Plantas silvestres	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 5	Fase 6	Total	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11	Total
<i>Amaranthus</i>								1	6	2		9
Apiaceae									1		2	3
<i>Apium graveolens</i>									1			1
<i>Asperula arvensis</i>		2				2						0
<i>Astragalus</i>	1	1				2						0
<i>Atriplex</i>		1	1			2	1					1
<i>Avena</i>							1			1	1	3
<i>Bromus erectus</i>	2	1				3						0
<i>Bromus</i>	2					2	1					1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>												0
<i>Carex disticha</i>											1	1
<i>Carex divisa</i>							35	3	6		2	46
Caryophyllaceae		1				1						0
cf. <i>Acer</i>		1				1						0
cf. Rosaceae		2				2		1				1
<i>Chenopodium album</i>		1	3	2		6			3			3
<i>Chenopodium murale</i>							2		2	1		5
<i>Chenopodium polyspermum</i>							1					1
<i>Chenopodium</i>		2				2	1					1
<i>Coronilla</i>							1					1
<i>Crataegus monogyna</i>		3				3			1		1	2
<i>Crucianella</i>								1	3			4
<i>Euphorbia helioscopia</i>										1		1
Fabaceae (fragmento)								2		1	5	8
<i>Fumaria officinalis</i>	1	1				2						0
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i>	2	3				5		1				1

Tabla 223. Lista de especies presentes en Los Castillejos de Montefrío (Granada). Rovira (2007)

Plantas silvestres	Neolítico antiguo evolucionado						Neolítico medio final					
	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 5	Fase 6	Total	Fase 7	Fase 8	Fase 9	Fase 10	Fase 11	Total
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurium</i>		1		1		2		2		2		4
<i>Gallium palustre</i>								1				1
<i>Gallium</i>		1				1						0
<i>Hyosciamus niger</i>							1					1
Labiatae												0
<i>Linum</i>		3		2		5						0
<i>Lolium perenne/rigidum</i>												0
<i>Lolium</i>	1	1	2	2		6	1				1	2
<i>Malva</i>		2				2						0
<i>Medicago tuberculata</i>	1	1				2						0
<i>Melilotus</i>							1	1	1	1		4
<i>Neslia paniculata</i>		3				3	1					1
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>		2	3			5	12	10	7	2	3	34
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (fragmento)		3	1			4						0
<i>Onobrychis</i>							4		1		5	10
<i>Papaver dubium/rhoeas</i>	2	6	2			10	1	1			1	3
<i>Papaver somniferum</i> subsp. <i>setigerum</i>			3			3			2			2
<i>Phalaris</i>				1		1	7	1			1	9
<i>Pistacia lentiscus</i>	1	9	4			14	2		1			3
<i>Plantago lagopus/ovata</i>	2	20				22						0
<i>Plantago lanceolata</i>		1				1	1	19	6		5	31
Poaceae		1				1			7	4	20	31
<i>Polygonum aviculare</i>		1				1	1	1	1			3
<i>Polygonum convolvulus</i>							3	3				6
<i>Portulaca oleracea</i>	1	2				3						0
<i>Potentilla</i>							1	2	1	1		5
<i>Quercus</i> sp. <i>cu</i>			4	1		5			1	1		2
<i>Quercus</i> sp. <i>b</i>			1			1		1		1		2
<i>Ranunculus sardous</i>								1				1
<i>Retama sphaerocarpa</i>	1					1				1		1
<i>Rubus fruticosus</i>			1			1						0
<i>Rumex acetosella</i>	1			1		2						0
<i>Rumex crispus</i>							1		1	2		4
<i>Satureja</i>							6					6
<i>Scirpus maritimus</i>								1				1
<i>Scirpus sylvaticus</i>									1		1	2
<i>Scirpus/Carex</i>		1				1						0
<i>Silene alba</i>				1		1						0
<i>Silene</i>		2				2						0
<i>Solanum dulcamara</i>								4	2	5		11
<i>Trifolium</i>	1	6				7						0
<i>Urtica</i>	4	9	2			15	3	1			1	5
<i>Valerianella dentata</i>							6		2		3	11
<i>Vicia</i>								1				1
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i>		1				1		1	2	2	1	6
Indeterminadas		1	6			7	8	1	2	1		12
Indeterminables (fragmento)	17	17	7	1	1	43	10	5	14	3	5	37
Total	455	647	348	880	2115	4445	48.608	16.819	28.039	1107	222	94.795

Tabla 223. Continuación

CASTILLEJOS DE MONTEFRÍO							
Plantas cultivadas	Neolítico tardío				Neolítico final		
	Fase 12	Fase 13	Fase 14	Total	Fase 15	Fase 16	Total
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>nudum</i>	10	29	44	83	25	115	140
<i>H. vulgare</i> var. <i>nudum</i> (fragmento)		2		2	1	4	5
<i>Triticum aestivum/durum</i>	114	68	29	211	30	81	111
<i>Triticum aestivum/durum</i> (fragmento)	102	34		136	33	41	74
<i>Triticum aestivum/durum</i> (raquis)				0		1	1
<i>Triticum aestivum/durum</i> tipo <i>compactum</i>	9	17	65	91	86	371	457
<i>Triticum aestivum/durum</i> tipo <i>compactum</i> (fragmento)			10	10	60	400	460
<i>Triticum monococcum</i>			1	1		2	2
<i>Hordeum/Triticum</i> (fragmento)	36	112	97	245	49	419	468
<i>Lathyrus sativus</i>			1	1			0
<i>Pisum sativum</i>	3		2	5	43	28	71
<i>Pisum sativum</i> (fragmento)				0	5	13	18
<i>Vicia faba</i>			2	2	2	4	6
<i>Vicia faba</i> (fragmento)		1	4	5	1		1
<i>Vicia/Lathyrus/Pisum</i> (fragmento)			3	3	3	3	6
<i>Linum usitatissimum</i>	2			2	3	7	10
<i>Linum usitatissimum</i>				0	2	2	4
<i>Papaver somniferum</i> cf. subsp. <i>somniferum</i>				0		3	3
Plantas silvestres	Fase 12	Fase 13	Fase 14	Total	Fase 15	Fase 16	Total
<i>Adonis</i>		1		1			0
<i>Amaranthus</i>		2		2			0
Apiaceae	1			1		1	1
<i>Astragalus</i>				0		1	1
<i>Avena</i>		1		1		1	1
<i>Bromus erectus</i>				0		1	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		1		1			0
<i>Carex disticha</i>			1	1			0
<i>Carex divisa</i>		1		1		1	1
Caryophyllaceae			1	1		2	2
cf. <i>Acer</i>				0		1	1
<i>Chenopodium murale</i>	1		2	3		5	5
<i>Chenopodium polyspermum</i>			1	1		2	2
<i>Crataegus monogyna</i>		1		1	1	1	2
<i>Euphorbia helioscopia</i>				0	1		1
Fabaceae (fragmento)	2		1	3	2		2
<i>Fumaria officinalis</i>		2		2			0
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>spurium</i>	5	2	3	10		1	1
<i>Gallium</i>				0		1	1
<i>Heliotropium europaeum</i>			1	1			0
Labiatae			1	1	1	1	2
<i>Lolium perenne/rigidum</i>				0		1	1
<i>Lolium</i>				0	1		1
<i>Lycopus europaeus</i>				0		1	1
<i>Malva</i>			1	1			0
<i>Medicago</i>			1	1	1		1
<i>Medicago tuberculata</i>				0		2	2
<i>Melilotus alba</i>			1	1			0
<i>Melilotus</i>			1	1	3	5	8
<i>Olea europaea</i>		1	3	4		1	1
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> (fragmento)		1		1			0

Tabla 223. Continuación

Plantas silvestres	Neolítico tardío				Neolítico final		
	Fase 12	Fase 13	Fase 14	Total	Fase 15	Fase 16	Total
<i>Onobrychis</i>	2	2	6	10	1	19	20
<i>Papaver dubium/rhoeas</i>				0		1	1
<i>Papaver somniferum</i> subsp. <i>setigerum</i>		1	2	3		2	2
<i>Phalaris</i>				0	2	1	3
<i>Pistacia lentiscus</i>		3	1	4		4	4
<i>Plantago lagopus/ovata</i>			2	2	1	1	2
<i>Plantago lanceolata</i>	16	2	1	19		2	2
Poaceae	9		5	14	4	4	8
<i>Polygonum aviculare</i>		1	2	3		2	2
<i>Polygonum convolvulus</i>				0		2	2
<i>Ranunculus sardous</i>		1	1	2			0
<i>Retama sphaerocarpa</i>				0	2		2
<i>Rubus fruticosus</i>		1		1		2	2
<i>Rumex crispus</i>	1			1	2	3	5
<i>Scirpus lacustris</i>			1	1			0
<i>Scirpus/Carex</i>	1			1			0
<i>Silene alba</i>				0		1	1
<i>Solanum dulcamara</i>		1	1	2		1	1
<i>Trifolium</i>			1	1			0
<i>Urtica</i>	1	1	1	3		8	8
<i>Valerianella dentata</i>			1	1		2	2
<i>Vitis vinifera</i> var. <i>sylvestris</i>				0	1	5	6
Indeterminadas		1	1	2	1	7	8
Indeterminables (fragmento)	2	5	4	11	8	11	19
Total	317	295	306	918	375	1601	1976

Tabla 223. Continuación

Desde un punto de vista biogeográfico esta zona se encuentra en la región mediterránea, concretamente en el piso termoclimático mesomediterráneo superior, con una temperatura media anual de 13-17 °C. El ombrótipo en la zona es generalmente seco, con un volumen medio de precipitación de 350-600 mm anuales, aunque la estación de Montefrío registra un volumen algo mayor (641,6 mm) que la situaría en el ombrótipo subhúmedo inferior. El paisaje actual de la zona presenta en las campiñas bajas grandes extensiones de cultivo del olivo y cereales. No obstante, la antropización es menos acusada que en otros puntos del sur peninsular, por lo que es habitual la aparición de formaciones arbustivas mediterráneas de monte bajo. En los relieves del entorno todavía permanecen algunos encinares (*Quercus ilex*), que en los puntos de mejor conservación, (barrancos y umbrías) pueden estar acompañados de quejigos (*Quercus faginea*), majuelos (*Crataegus monogyna*) y cornicabras (*Pistacia terebinthus*). En la Sierra de las Chanzas se ha documentado además la presencia de algunos pies de alcornoque (*Quercus suber*), excepcionales en esta latitud.

El complejo arqueológico engloba una serie de yacimientos de diferente cronología entre los que se encuentra el poblado de Los Castillejos. Su estudio ha sido objeto de investigación desde antiguo, pero es en los años cuarenta del siglo pasado cuando Tarradell da a conocer la ocupación prehistórica por debajo de los niveles del yacimiento ibérico. A partir de los setenta, se empieza a excavar con el

objetivo principal de delimitar las diferentes fases de ocupación del yacimiento. En los noventa el Grupo de Estudios de la Prehistoria Reciente de Andalucía del Departamento de Prehistoria de la Universidad de Granada lleva a cabo varias campañas de excavación en las que se recogerá de forma sistemática el sedimento arqueológico (Afonso Marrero *et al.* 1996, Cámara Serrano *et al.* 2005, Rovira 2007).

El yacimiento presenta una secuencia muy amplia en la que se distinguen 4 periodos cronoculturales neolíticos para los que existen diferentes dataciones (Tabla 222): *Periodo I* (Fases 1-6), Neolítico antiguo evolucionado (5400-5000 años cal. BC), *Periodo II* (Fases 7-11), Neolítico medio inicial (5000-4900 años cal. BC), *Periodo III* (Fases 12-14), Neolítico tardío (4200-3600 años cal. BC) y *Periodo IV* (Fases 15-16), Neolítico final (3600-3300 años cal. BC).

El estudio arqueobotánico es obra de Rovira (2007) quien analizó numerosas muestras con más de 100.000 restos carbonizados (Tabla 223). La primera fase de ocupación del poblado está caracterizada por el predominio de los cereales; la cebada desnuda (*Hordeum vulgare* var. *nudum*) y el trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*) son las especies dominantes, mientras que los trigos vestidos, en este caso la escaña (*Triticum monococcum*), están escasamente representados. Destaca también, aunque de forma secundaria, la presencia de una forma compacta de *Triticum aestivum/durum*. Los elementos de la paja están documentados con restos de segmentos de raquis y bases



Figura 917. Detalle de uno de los cortes de la excavación

J.A. CÁMARA SERRANO

de espiguillas que, según indica su autora, podrían estar en relación con su uso como combustible. Las leguminosas también están representadas, aunque escasamente, por las habas (*Vicia faba*) y los guisantes (*Pisum sativum*). Las plantas silvestres de uso alimenticio están sólo representadas por bellotas, aceitunas y uvas silvestres, aunque sólo con algunos ejemplares aislados. El resto de plantas silvestres clasificadas como sinantrópicas son también escasas, aunque existe una cierta variedad de taxones entre los que destacan *Urtica* y *Plantago lagopus/ovata*.

Durante el inicio del Neolítico medio se observa de nuevo un predominio de los cereales, sobre todo con trigos desnudos. La forma compacta del trigo desnudo y la escaña se mantienen en una posición secundaria, aunque los restos recuperados son abundantes y frecuentes. Las leguminosas están escasamente representadas, siendo el guisante la más abundante. Por lo que se refiere a las especies silvestres comestibles, son muy escasas y están representadas por uvas silvestres, mientras que las sinantrópicas son abundantes y variadas. Se documenta por vez primera en la secuencia la presencia de lino (*Linum usitatissimum*).

El Neolítico tardío está caracterizado por un descenso importante de los restos botánicos que se pone en relación con un cambio en el uso del espacio. Aunque el trigo desnudo sigue siendo predominante, la cebada desnuda alcanza al final del periodo una gran importancia, marcando ya su tendencia posterior. Las leguminosas continúan con escasa representación; guisantes y habas y, de forma esporádica la almorta, son las especies identificadas. Por último, la última fase del Neolítico, se caracteriza por el predominio de los cereales, pero con un mayor peso de las leguminosas, especialmente del guisante, que alcanza una importante representación. El trigo desnudo compacto se convierte en la especie dominante entre los cereales, mientras que el trigo desnudo y la cebada juegan un papel secundario y la presencia de la escaña es esporádica. La recolección de frutos silvestres es prácticamente inexistente y las plantas sinantrópicas aparecen de forma continua, pero siempre en escasas proporciones.

Más información

Rovira (2007), http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1228107-131155/index_cs.html

CUEVA DEL NACIMIENTO

Sierra de Segura, Santiago-Pontones, Jaén
Holoceno (< 5670-4830 años BP)

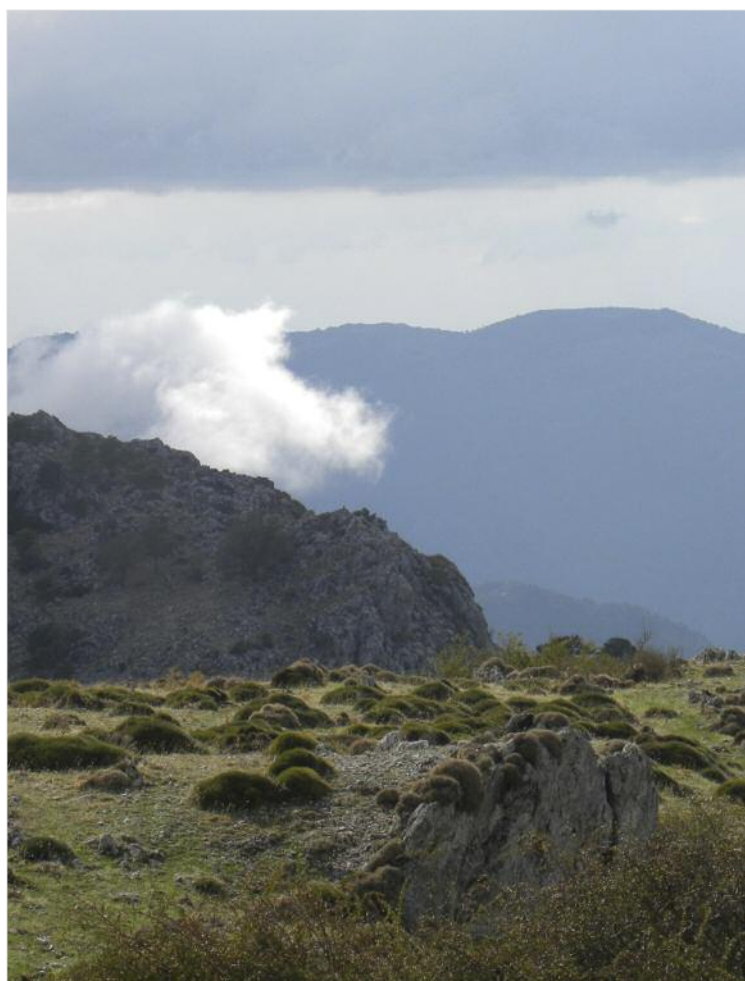


Figura 918. Vistas del Parque Natural de la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas desde el Pinar del Risco en las proximidades de Pontones, Jaén



Figura 919. Paisaje otoñal en los parajes próximos al nacimiento del río Segura

La Cueva del Nacimiento ($38^{\circ} 05' 41''$ N, $02^{\circ} 41' 52''$ O), Pontones, Jaén, se encuentra situada en la Sierra de Segura, muy próxima al nacimiento del río Segura, a unos 1600 m de altitud. La entrada de la cueva se encuentra orientada al noroeste y consiste en una amplia boca de 20 m de longitud y 4,5 m de altura. En el interior de la cueva se delimitó un área de $2 \times 1 \text{ m}^2$, donde se excavó hasta alcanzar una profundidad de 113,5 cm, de los cuales 95 cm correspondieron al relleno sedimentario. El sedimento resultó ser fácilmente diferenciable, lo cual permitió excavar por niveles naturales. Para facilitar la localización del material, se consideraron cinco subdivisiones del nivel II. En este nivel fue donde apareció un

hogar circundado por piedras de forma aproximadamente circular. Los sedimentos analizados proceden del Neolítico.

La secuencia polínica (Fig. 920) parece mostrar un intervalo del periodo Atlántico donde se van alternando fases húmedas y secas en un marco climático general más o menos templado. Así, desde la base del diagrama hasta unos 60 cm de profundidad los espectros polínicos aparecen dominados por los pinos, con una cierta presencia de abedules. Estos datos sugieren una probable correspondencia con un periodo relativamente fresco. Las composiciones muestran valores relativamente bajos mientras que los

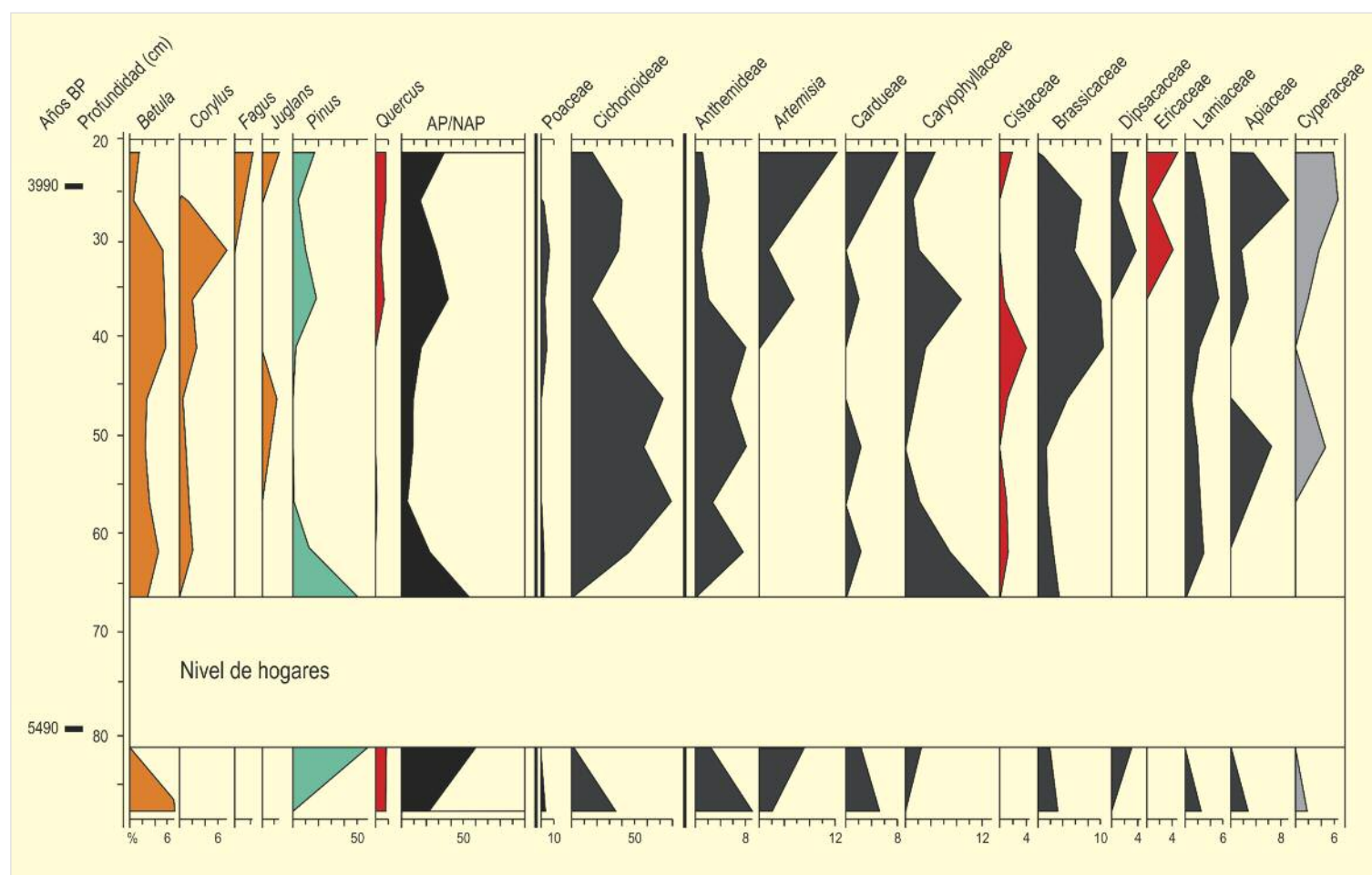


Figura 920. Diagrama polínico de la Cueva del Nacimiento (Pontones, Jaén). Redibujado de Asquerino & López (1981)

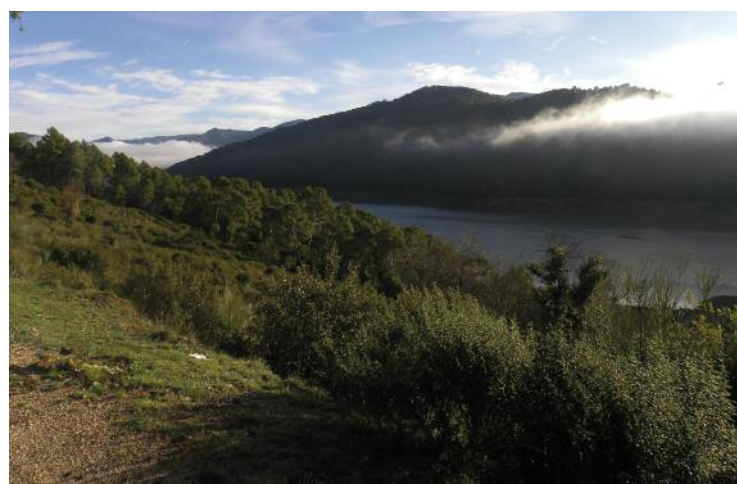


Figura 921. Embalse del Tranco de Beas situado en la cuenca alta del Guadalquivir en pleno Parque Natural de la Sierra de Cazorla, Segura y Las Villas

helechos alcanzan porcentajes elevados, lo cual sugiere que el clima pudo ser más húmedo durante este periodo. En este intervalo de la secuencia aparece un hiato sedimentario, correspondiente al nivel 2C. Entre 60-40 cm se produce un aumento muy notable en la representación polínica de las herbáceas, principalmente de las asteráceas. El polen de *Quercus* llega a desaparecer. Por último, los espectros polínicos de la parte superior de la secuencia apuntarían hacia una nueva oscilación climática, en este caso hacia condiciones más templadas y húmedas, ya que se presentan pequeños porcentajes de *Corylus*, *Betula* y *Quercus*. Es destacable la identificación en esta zona de algunos granos de polen de *Juglans* y *Fagus*.

Más información

Asquerino & López (1981)

LAGUNA DE LAS MADRES

Moguer y Palos de la Frontera, Huelva
Holoceno (6290-599 años cal. BP)



J.A. LOPEZ-SÁEZ

Figura 922. Laguna de las Madres del Paraje Natural de las Lagunas de Palos y las Madres



P. GARCÍA MURILLO

Figura 923. Detalle de la vegetación limítrofe a la Laguna de las Madres

La Laguna de las Madres (37° 09' 18" N, 06° 51' 21" O) es un humedal de origen tectónico situado dentro del Paraje Natural de las Lagunas de Palos y las Madres (Huelva). A nivel geomorfológico, queda sellado por migración del cordón dunar del litoral de Huelva, obturándose el drenaje de la red fluvial (Fernández-Zamudio *et al.* 2007). La parte más baja, que suele estar inundada durante todo el año, fue declarada Paraje Natural en 1989 y cubre parte de una antigua turbera, la mayor parte de la cual ha desaparecido por las actividades de explotación. No obstante, sigue siendo una de las zonas turbosas más importantes del suroeste de Europa.

La vegetación actual de la zona está muy condicionada por la tipología edáfica, los rasgos hidromórficos y la acción antrópica, quedando apenas retazos de la vegetación de los últimos siglos, dominada por *Quercus suber* en el estrato arbóreo. En los arroyos

turbosos son frecuentes formaciones de cárices y saucedas (*Salix atrocinerea*), abundando *Claudium mariscus*, *Phragmites australis*, *Typha domingensis*, *Scirpus holoschoenus*, *Rubus ulmifolius* y *Eleocharis palustris*. El tojal-brezal se instala sobre las zonas con mejor drenaje y comprende, entre otras, *Erica ciliaris*, *E. tetralix*, *Ulex minor*, *Cistus psilosepalus* y *Molinia caerulea*. Entre los halófitos tenemos *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Halimione portulacoides*, *Atriplex glauca*, *Tamarix boveana* e *Inula crithmoides*. Entre los hidrófitos cabe mencionar *Utricularia exoleta*, *Polygonum amphibium*, *Nymphaea alba* y *Potamogeton polygonifolius*. Fuera del contexto higrofitico, en áreas más elevadas con pinar (*Pinus pinea*) y alcornocal (*Quercus suber*), algunos elementos arbustivos llegan a ser frecuentes, como *Cistus salvifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Pteridium aquilinum*, *Erica umbellata*, *Halimium halimifolium* y *Juniperus turbinata*, entre otros.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Muestra
OxA-846	207	3860 ± 80	4277	madera	LM3
OxA-847	248	4560 ± 80	5205	carbón	LM3
BETA-4224	263	4480 ± 150	5128	turba	LM3
OxA-854	79	600 ± 70	599	turba	LM2
OxA-853	130	1530 ± 90	1434	turba	LM2
OxA-852	180	2580 ± 90	2634	turba	LM2
OxA-850	204	3680 ± 90	4022	turba	LM2

Tabla 224. Dataciones de la Laguna de las Madres (Stevenson & Harrison 1992)

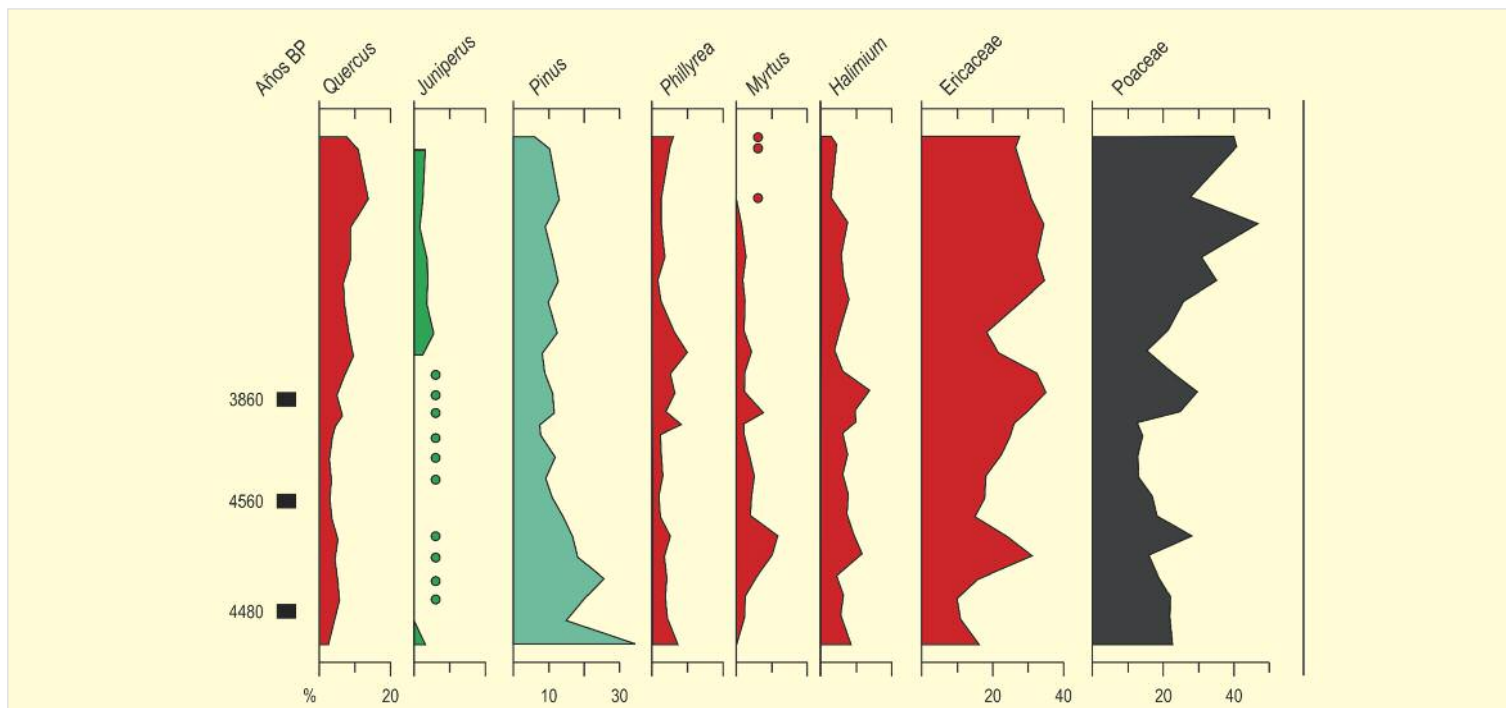


Figura 924. Diagrama polínico del sondeo 1 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1981)

Después de un trabajo pionero de Menéndez-Amor & Florschütz (1964), Stevenson (1981, 1985) realizó tres sondeos, produciendo secuencias (Figs. 924, 925 y 926) que fueron interpretadas sobre la base de los contextos de explotación y cambios culturales durante los últimos cinco mil años. Estas secuencias están apoyadas por varias dataciones radiocarbónicas (Tabla 224) y permitieron compartimentar la historia de los bosques del suroeste peninsular en seis fases (Stevenson & Harrison 1992). Lo más destacado es la conclusión de que la dehesa de quercíneas sería una formación antropogénica originada hace unos cuatro mil años.

La primera fase, documentada en LM2-1 (Fig. 925) y LM3-1 (Fig. 926), muestra valores relativamente altos de *Erica lusitanica*, *Pinus*,

Halimium y *Vitis* en un contexto de baja cobertura arbórea. Esto, unido al hecho de que el polen de *Quercus* y *Vitis* se asocia a elementos tomados como ruderales (*Plantago*, Brassicaceae, *Anthemis*, *Halimium*, *Rumex* y *Artemisia*) sugiere un período de viticultura extensiva durante cuatro o cinco siglos dentro de un período coetáneo con la Edad del Cobre. La segunda fase (LM2-2, Fig. 925), implica inicialmente un máximo de *Quercus*, *Pinus* y *Poaceae*, junto con valores relativamente altos de polen de ligulifloras, *Rumex* y *Plantago*. Esta fase estaría todavía dentro del episodio cultural de Los Millares. El incremento arbóreo es interpretado por los autores como una constatación de la explotación del paisaje a través de dehesas. La tercera fase, representada en LM2-3 (Fig. 925), mostraría la perturbación de la cubierta forestal por acción del fuego. Sería una fase dinámica co-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Muestra	Método
LGG-1021	35	960 ± 200	910	turba-arenas	LM4	convencional
LGG-1022	45	1090 ± 170	970	turba-arenas	LM4	convencional
LGG-1023	60	1150 ± 190	1060	turba-arenas	LM4	convencional
LGG-1024	35	1570 ± 180	1420	turba-arenas	LM3	convencional
LGG-1019	45	2570 ± 200	2740	turba-arenas	LM3	convencional
LGG-1020	60	3410 ± 180	3680	turba-arenas	LM3	convencional
UtC-4029	40	2550 ± 60	2730	turba-arenas	LM1b	AMS
UtC-4027	105	3520 ± 60	3770	lodos	LM1b	AMS
UtC-4030	160	4450 ± 70	5000	lodos	LM1b	AMS
UtC-4023	210	5480 ± 60	6290	turba-arenas	LM1	AMS

Tabla 225. Dataciones de la Laguna de las Madres (Edad calibrada utilizando la media del 95,44%, 2 sigma. Yll et al. 2003)

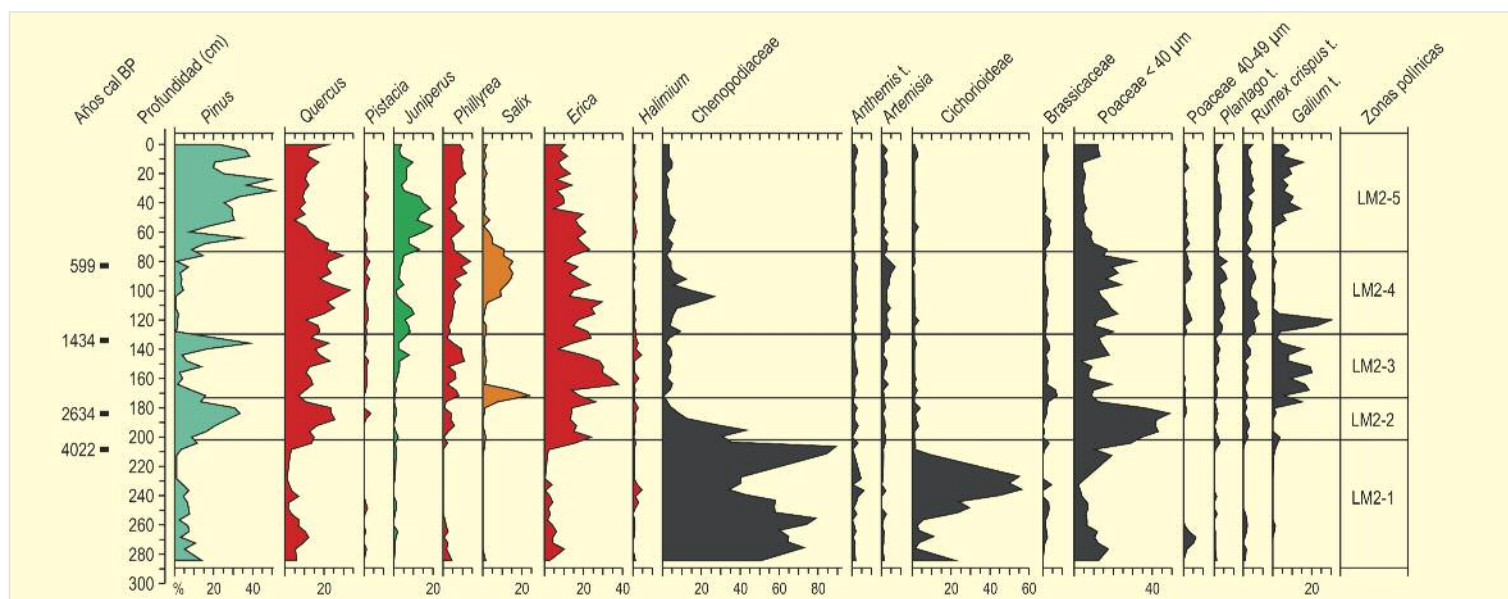


Figura 925. Diagrama polínico del sondeo 2 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1985)

respondiente a la Edad del Bronce y a la ocupación fenicia, en la que se aprecian oscilaciones en las curvas polínicas e incremento de *Erica lusitanica*. El inicio de la presencia de pólenes de *Olea* podría estar indicando su cultivo en la zona. Esta fase puede corresponder a fenómenos puramente locales. La zona LM2-4 (Fig. 925) se corresponde con la cuarta fase. En ella se producen incrementos en *Artemisia*, *Plantago*, *Brassicaceae* y *Rumex*, así como en la concentración de microcarbones (sugereentes de la incidencia del fuego sobre la cubierta forestal, que se muestra oscilante). Esta cuarta fase podría indicar un

sistema de dehesas bien definido en la zona, en coincidencia con la instalación de fenicios y griegos en la región. A continuación (LM2-5, Fig. 925), tiene lugar un fuerte incremento en *Pinus*, que llega a ser dominante, posiblemente como resultado de plantación por parte de los habitantes del lugar. La última fase de evolución regional para la vegetación implicaría un retroceso del bosque y un restablecimiento de la dehesa y quedaría, aunque no es apreciada en la Laguna de las Madres estaría documentada en otros registros locales de menor importancia (Stevenson & Harrison 1992).

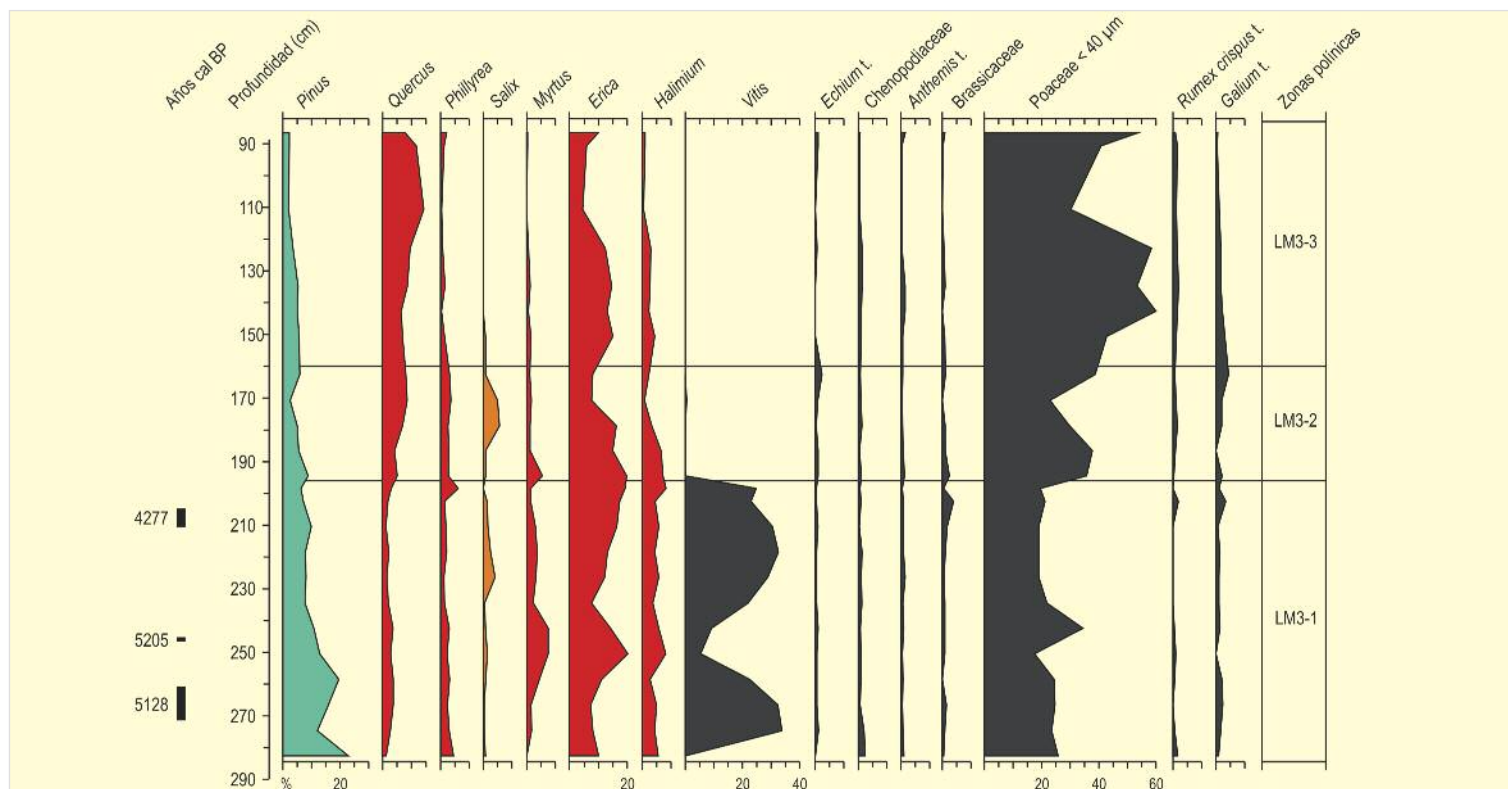


Figura 926. Diagrama polínico del sondeo 3 de la Laguna de las Madres. Redibujado de Stevenson (1985)

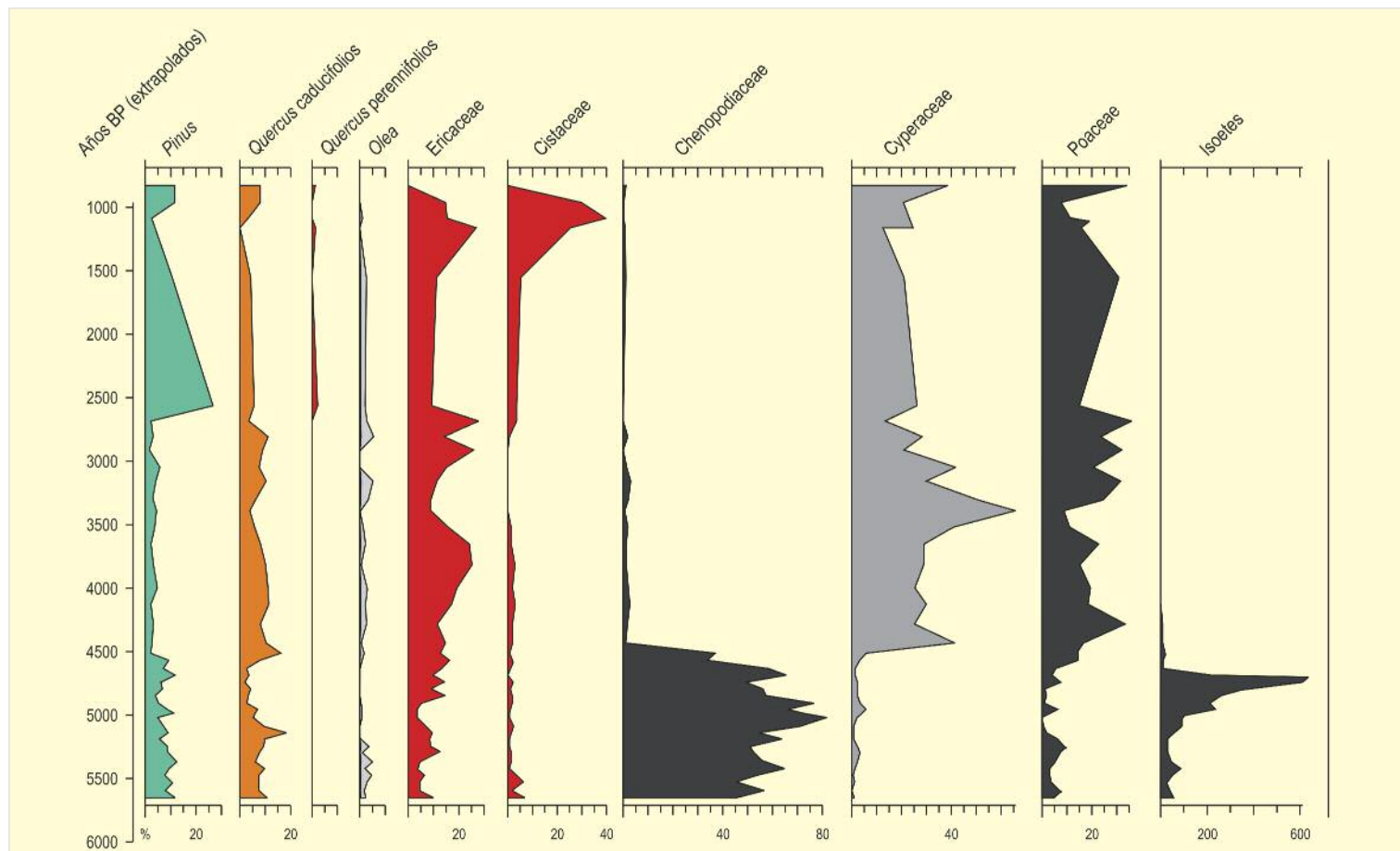


Figura 927. Diagrama sintético del sondeo de la Laguna de las Madres. Redibujado de Yll *et al.* (2003)

En general, el registro está dominado por un bosque termomediterráneo que se va degradando progresivamente y en el que hay alteraciones en la dominancia y en la estructura ecológica, según los autores, con un fuerte componente de acción antrópica (Stevenson & Harrison 1992). La secuencia polínica también sugiere cierta dinámica vegetal asociada a la dinámica dunar, con fases de estabilización de dunas caracterizadas por *Quercus* y *Juniperus* y fases más inestables en las que dominaría *Pinus pinea* (Stevenson 1985).

Posteriormente, en el curso de un estudio centrado en la geomorfología de la Laguna de las Madres, Zazo *et al.* (1996) realizan un pequeño estudio palinológico que muestra algunas discordancias con los registros de Stevenson, pero los autores centran la breve discusión en el cambio paleolimnológico sugerido por las variaciones de la vegetación local en torno a 4000 años BP.

Una investigación más exhaustiva desde el punto de vista palinológico es la publicada años después por Yll *et al.* (2003). En este trabajo se sugiere una datación de 6290 años BP para el aislamiento de la Laguna de las Madres, con paludificación a partir de 4000 años BP (Tabla 225). La interrupción de la deposición de turba parece re-

lacionada con el desarrollo de los sistemas dunares adyacentes. Yll *et al.* (2003) entienden que la estratigrafía polínica de las Madres se puede simplificar en dos fases principales, una inferior entre 5480 y 4450 BP, con predominio de *Chenopodiaceae* y esporas; y una fase superior que llegaría hasta 1000 BP, en la cual aumentan *Quercus caducifolios*, *Ericaceae*, *Cyperaceae* y *Poaceae* (Fig. 927). En último término, este segundo episodio incluye un evento (últimos 1500 años del registro) con desarrollo de *Pinus*, *Quercus perennifolios* y *Cistaceae*. Yll *et al.* (2003) son críticos con los precedentes trabajos de Stevenson, especialmente en lo que respecta a las diferencias en las frecuencias relativas de *Vitis*, *Myrtus* y *Salix* (Fig. 925), en el primer caso críticas para la interpretación del escenario de influencias humanas. Con independencia de estas críticas, que también afectarían a los porcentajes de *Juniperus* y pese a que se trata de conjuntos florísticos muy similares, está claro que los diagramas de Stevenson (1981, Fig. 924; 1985, Figs. 925 y 926) e Yll *et al.* (2003, Fig. 927) muestran diferencias más que sustanciales y en ningún caso se puede descartar la existencia de variaciones locales en los espectros polínicos.

Más información

Stevenson (1981, 1985), Stevenson & Harrison (1992), Yll *et al.* (2003)

MARI LÓPEZ

Marismas de Doñana, Aznalcázar, Sevilla

Pleistoceno superior-Holoceno (> 45.000 años BP-actualidad)



Figura 928. Dunas en el Parque Nacional de Doñana, Huelva



Figura 929. Marismas de Doñana, Huelva

El Lucio de Mari López (37° 01' 12" N, 06° 20' 07" O) se sitúa en la zona de marismas del Guadalquivir que ocupan el paleoestuario (Huelva-Sevilla) dentro del Parque Nacional de Doñana. Se trata de un medio costero altamente dinámico desde el punto de vista de su geomorfología, con una intrincada implicación de sistemas litorales (dunas y playas) y estuarinos. El lucio de Mari López es una de las zonas deprimidas de este sistema.

La vegetación actual es un mosaico de formaciones vegetales condicionadas por edafismos muy particulares. Entre la vegetación acuática, cabe destacar especies de *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Ranunculus*, *Eleocharis*, *Ruppia*, *Chara* y *Scirpus*. Las comunidades halófilas suelen estar dominadas por quenopodiáceas perennes (*Sarcocornia*, *Suaeda* y *Arthrocnemum*). En las arenas estabilizadas y corrales, se presentan matorrales de *Calluna vulgaris*, *Cistus salvifolius*, *Erica scoparia*, *Halimium* y

Lavandula stoechas, con *Pinus pinea*. En el margen del sistema, aparecen los típicos alcornocales con su cortejo arbustivo característico (*Myrtus*, *Phillyrea*, *Olea*, *Pistacia*, *Ruscus*, *Smilax*, etc) (Yáñez 2005). Sobre el lucio se efectuó un sondeo con el objetivo de comprender la dinámica eustática, climática y neotectónica (Yll *et al.* 2003). En este sondeo se ha desarrollado una secuencia palinológica que cubre un intervalo pleistoceno, plausiblemente pleniglacial y anterior a 47.000 años BP, y un intervalo postglacial, que incluye dos dataciones basales de 5370 y 3951 años BP aproximadamente (Tabla 226). El límite superior de la secuencia carece de control cronológico, pero los cambios observados sugieren una evolución muy reciente para las muestras superiores.

El registro pleistoceno está caracterizado por *Pinus*, *Artemisia*, Poaceae y Asteraceae, con incidencia menor, pero consistente, de *Juniperus* y *Alnus*. Cabe destacar la presencia continua de *Olea* y, sobre

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
GX-23839	730	3915 ± 50	3830	conchas	convencional
GX-23840	1080	5370 ± 50	5680	conchas	AMS
GX-23841	2749	47.400 ± 3100	-	conchas	AMS
GX-25693	3930	31.370 ± 280	-	sapropelo	AMS
GX-26521	4065	> 47.000	-	sapropelo	AMS

Tabla 226. Tabla de dataciones de la secuencia de Mari López (Edad calibrada utilizando la media del 95,44%, 2 sigma, Yll *et al.* 2003)

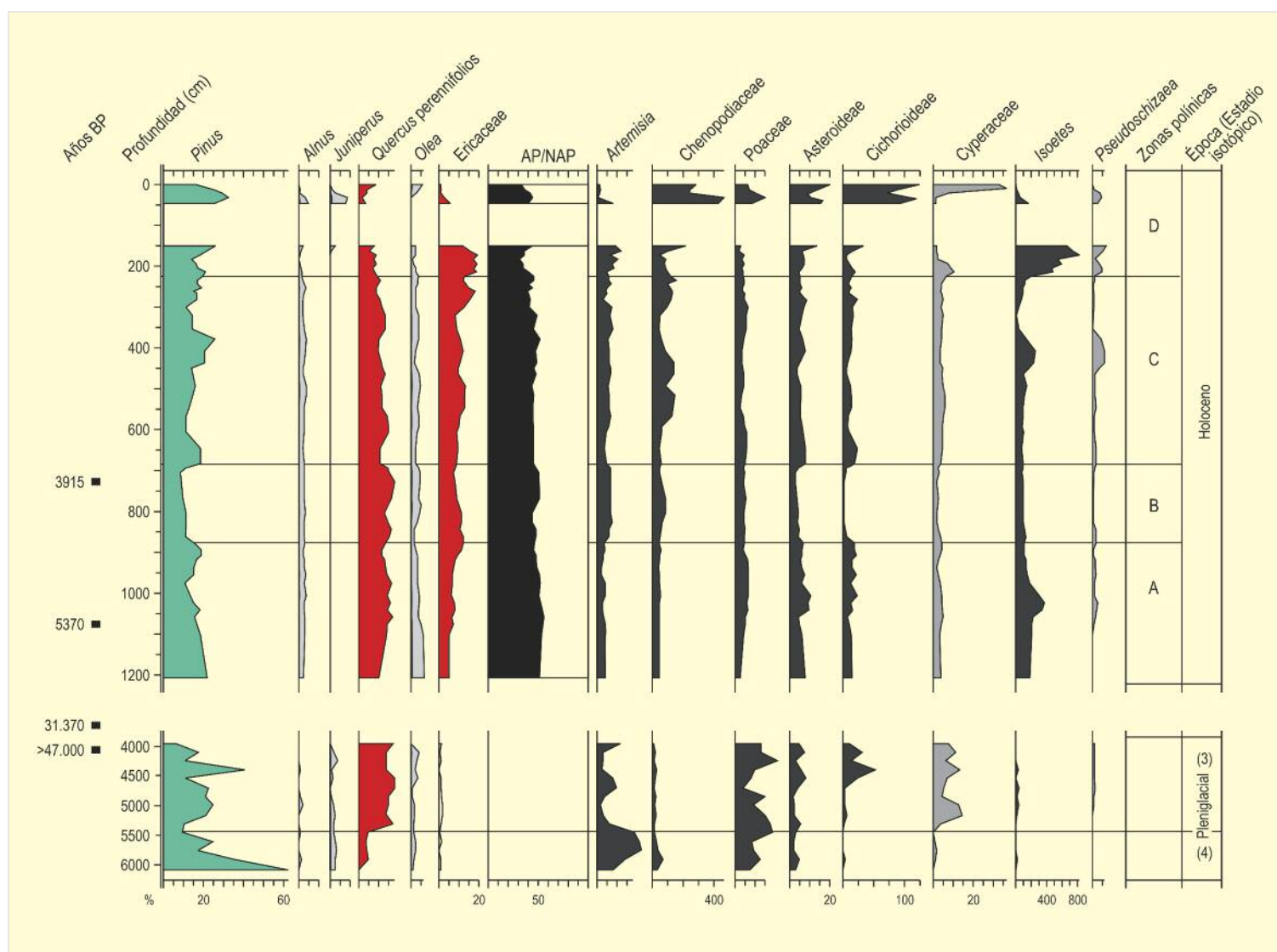


Figura 930. Diagrama polínico del Lucio de Mari López. Redibujado de Yll *et al.* (2003)

todo, la abundancia de *Quercus*, sugiriendo la existencia de refugios glaciales de vegetación leñosa termófila en el litoral onubense. Los autores consideran que el intervalo contemplado reúne información para las fases 4 y 3 de la estratigrafía isotópica del oxígeno (Fig. 930).

La secuencia del Holoceno de Mari López se ha comparimentado en cuatro zonas polínicas. La zona A, cuya fase media se ha datado en torno a 5370 años BP, se caracteriza por *Quercus* e *Isoetes*. Las zonas B y C no muestran grandes diferencias respecto a la anterior, excepto suaves oscilaciones en las curvas de *Quercus*, *Ericaceae*, *Pinus*, *Chenopodiaceae* y *Asteraceae*, así como un descenso leve de las esporas de *Isoetes*. A nivel forestal, estaríamos ante bosques mixtos

de pinos y quercíneas, o bien formaciones parcheadas dominadas por uno u otro grupo de especies. La zona final D, que incluye un hiato, se caracteriza paleolimnológicamente por un incremento considerable de *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Pseudoschizaea* e *Isoetes*, sugiriendo cierta inestabilidad, desecación y colmatación. En general, la secuencia muestra porcentajes comparativamente bajos de cobertura arbórea, probablemente porque los espectros polínicos están colapsados por la influencia local.

Más información

Yll *et al.* (2003), Yáñez (2005), Yáñez *et al.* (2006)

EL ACEBRÓN

Complejo del Abalarío, Almonte, Huelva
Holoceno (4600 años BP-actualidad)



Figura 931. Vistas del Charco del Acebrón, Huelva

El Charco del Acebrón (37° 04' 02" N, 06° 33' 03" O; 25 m s.n.m.) es una laguna que se sitúa en el complejo de humedales onubenses del Abalarío, en los límites interiores del Parque Nacional de Doñana, a 6 km al norte de Matalascañas, Huelva. Se trata de un complejo que se ha visto fuertemente influenciado por la geodinámica dunar, al igual que ocurre con Las Madres y que viene alimentado por los arroyos de La Rocina y La Cañada.

La vegetación actual incluye alcornoques y helechos, así como pinares, eucaliptos y matorral. Entre las especies más características tenemos *Pinus pinea*, *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Erica*

ciliaris, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Halimium halimifolium*, *Cistus salvifolius*, *Frangula alnus*, *Ulex minor*, *Osmunda regalis* y *Pteridium aquilinum*. Los higrófitos e hidrófitos más relevantes son *Salix atrocinerea*, *Fraxinus angustifolia*, *Cladium mariscus*, *Phragmites australis*, *Carex pseudocyperus* y varias especies más de cárcices.

Stevenson & Moore (1988) obtuvieron dos testigos (AC₁, AC₂) en la zona turbosa marginal a la laguna. A continuación hacemos una descripción sucinta del registro palinológico sobre el segundo testigo (AC₂, Fig. 932), cuya cronología más antigua supera los 4500 años (Tabla 227). La investigación se vio acompañada de un estudio de la lluvia polínica local.

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Muestra
OxA-857	48	20 ± 80	150	madera	AC ₁
OxA-858	110	510 ± 80	560	madera	AC ₂
OxA-856	159	3970 ± 110	4440	madera	AC ₂
OxA-855	194	4340 ± 80	5150	madera	AC ₂
BETA-9093	199	4510 ± 80	5150	turba	AC ₂

Tabla 227. Dataciones de la secuencia del Acebrón (Stevenson & Moore 1988, Stevenson & Harrison 1992)

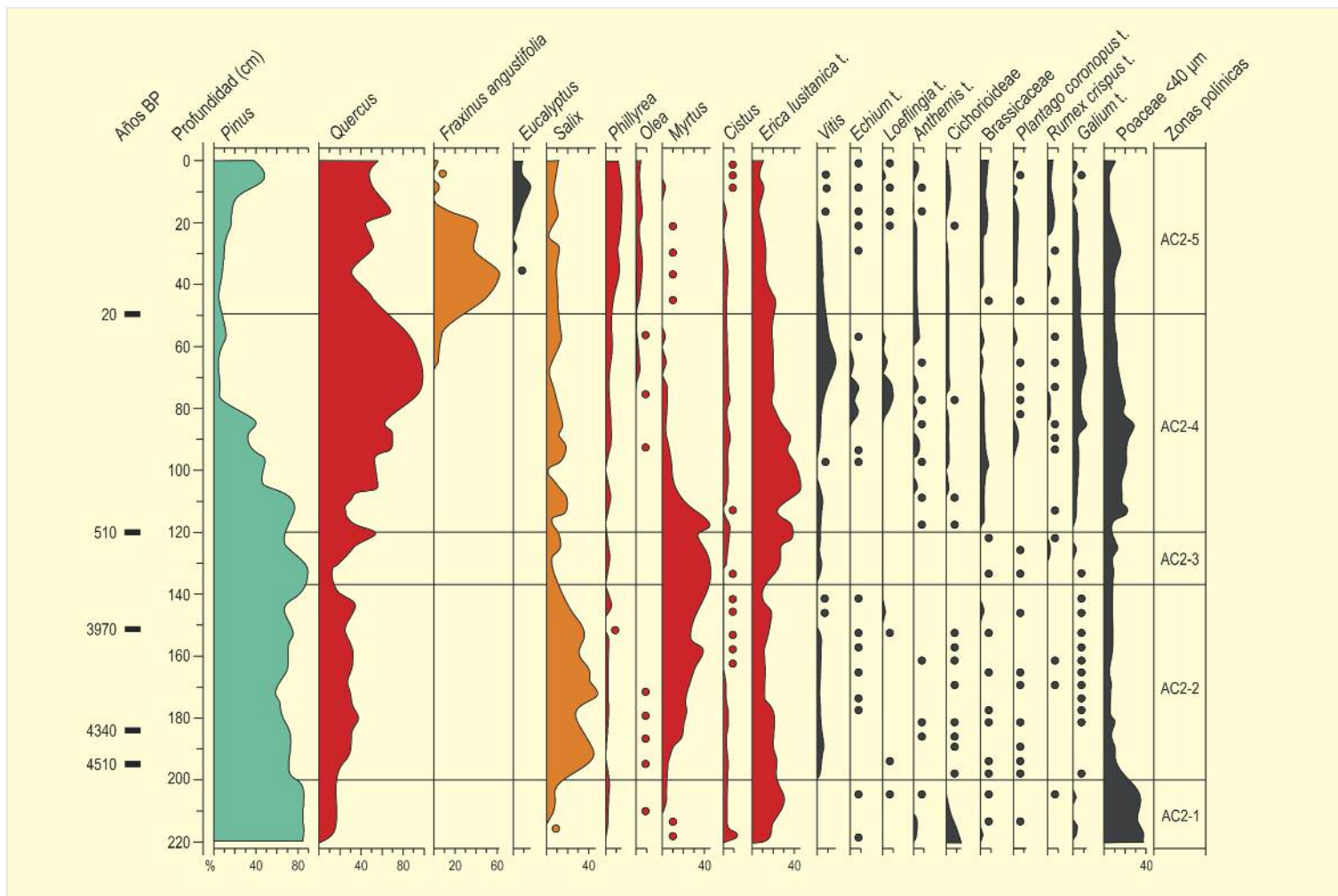


Figura 932. Diagrama polínico de la secuencia AC2 de Acebrón. Redibujado de Stevenson & Harrison (1992)

Durante la zona polínica AC2-1 (anterior a 4500 años BP) se distingue un alto porcentaje de gramíneas, Cichorioideae y *Pinus*.

La zona AC2-2 (4510-3900 años BP) mantiene porcentajes de *Pinus* relativamente elevados mientras decrece Poaceae. Es, sin embargo, una zona caracterizada por incrementos moderados en *Quercus*, *Phillyrea* y *Cistus*, y muy acentuados en *Myrtus*, *Erica*, *Salix* y *Vitis*.

La fase siguiente (AC2-3), cuya cronología no está bien definida, supone un descenso de *Salix* y *Quercus*, así como un aumento inicial de *Pinus* seguido de *Erica*.

Estas condiciones se revierten durante AC2-4 (posterior a 510 años BP), caracterizada por un fuerte descenso en *Myrtus*, *Pinus*, *Erica* (progresivo), así como un nuevo incremento de *Vitis*, Poaceae y otros elementos herbáceos como boragináceas, asteráceas, brasicáceas y rubiáceas, sugerentes de cierta ruderalización.

La fase más reciente (AC2-5, posterior a 20 años BP) registra la plantación de *Eucalyptus*, los máximos en *Phillyrea*, *Plantago* y *Rumex*, así como *Fraxinus angustifolia*, este último plausiblemente ligado a la arboricultura.

Según Stevenson & Moore (1988) y Stevenson & Harrison (1992), esta diacronía vegetal es sugerente de acción antrópica desde el principio. Se postula la acción del fuego, alteraciones en el drenaje de la cuenca, así como agricultura prehistórica (*Vitis*) en un contexto de dehesa, al igual que ocurre con lo descrito en la Laguna de las Madres (Stevenson & Harrison 1992). Se señala también la ausencia de *Juniperus* en todo el registro polínico del Acebrón.

Más información

Stevenson & Moore (1988), Stevenson & Harrison (1992)

LOS MILLARES

Santa Fé de Mondújar, Almería
Holoceno (4870 años cal. BP)



Figura 933. Yacimiento de Los Millares

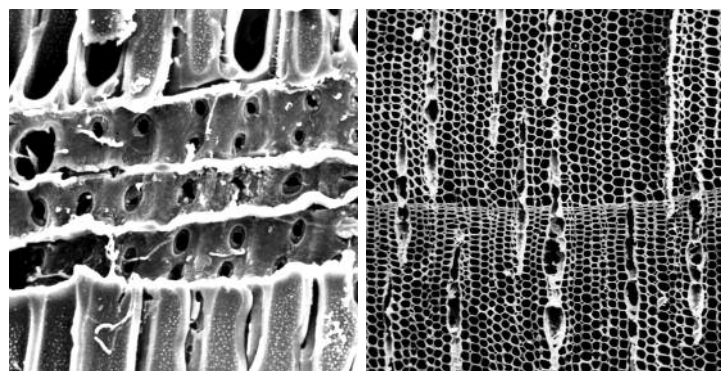


Figura 934. Microfotografías al MEB. de *Tetraclinis articulata*. Plano radial/x1000 (izda) y plano transversal/x150 (dcha)

por el río Andarax y la rambla de Huéchar, respectivamente, y que dista 1400 m del pueblo de Santa Fé de Mondújar (Almería). Sus coordenadas geográficas son 36° 58' N y 02° 31' O. Su altitud media es de 240 m s.n.m., elevándose su flanco norte unos 50 m sobre el cauce del río Andarax.

El poblado y la necrópolis calcolíticos de Los Millares se asientan sobre la meseta de este mismo nombre, que en forma de espolón queda enmarcada en sus flancos norte y este-sureste

La realización del antracoanálisis efectuado sobre 5875 fragmentos de carbón procedentes de todas las áreas del asentamiento

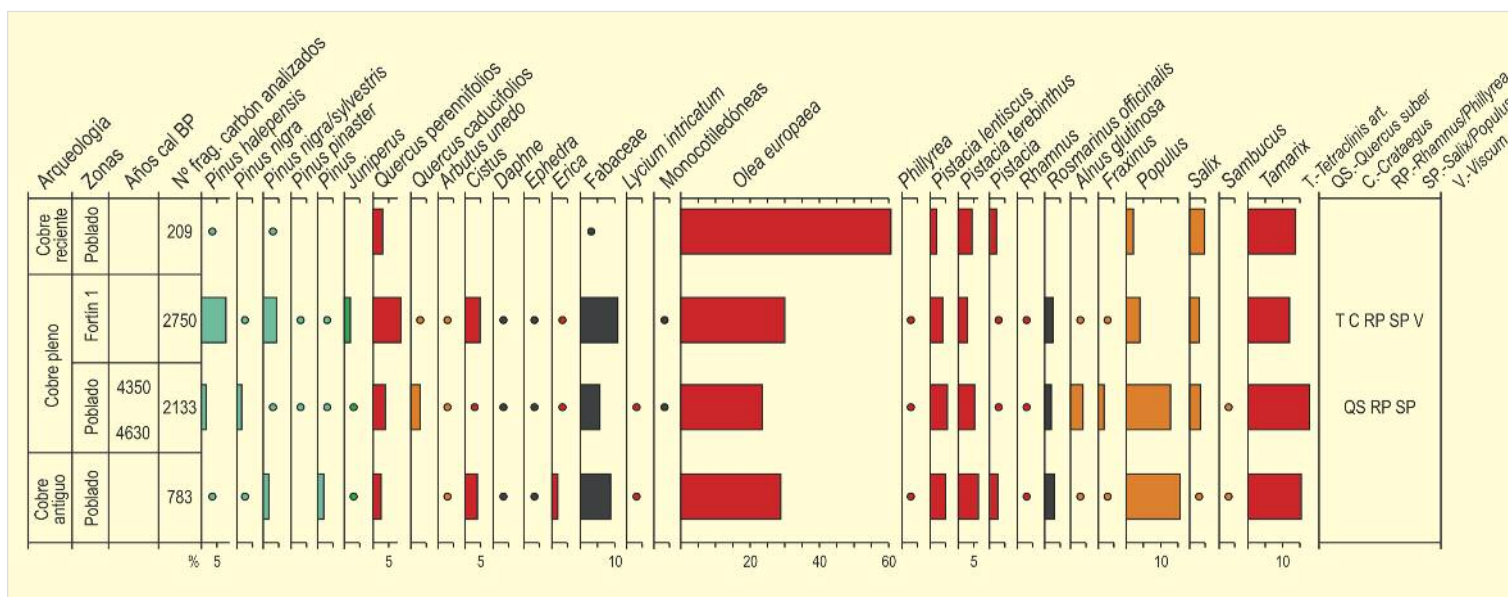


Figura 935. Diagrama antracológico de Los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

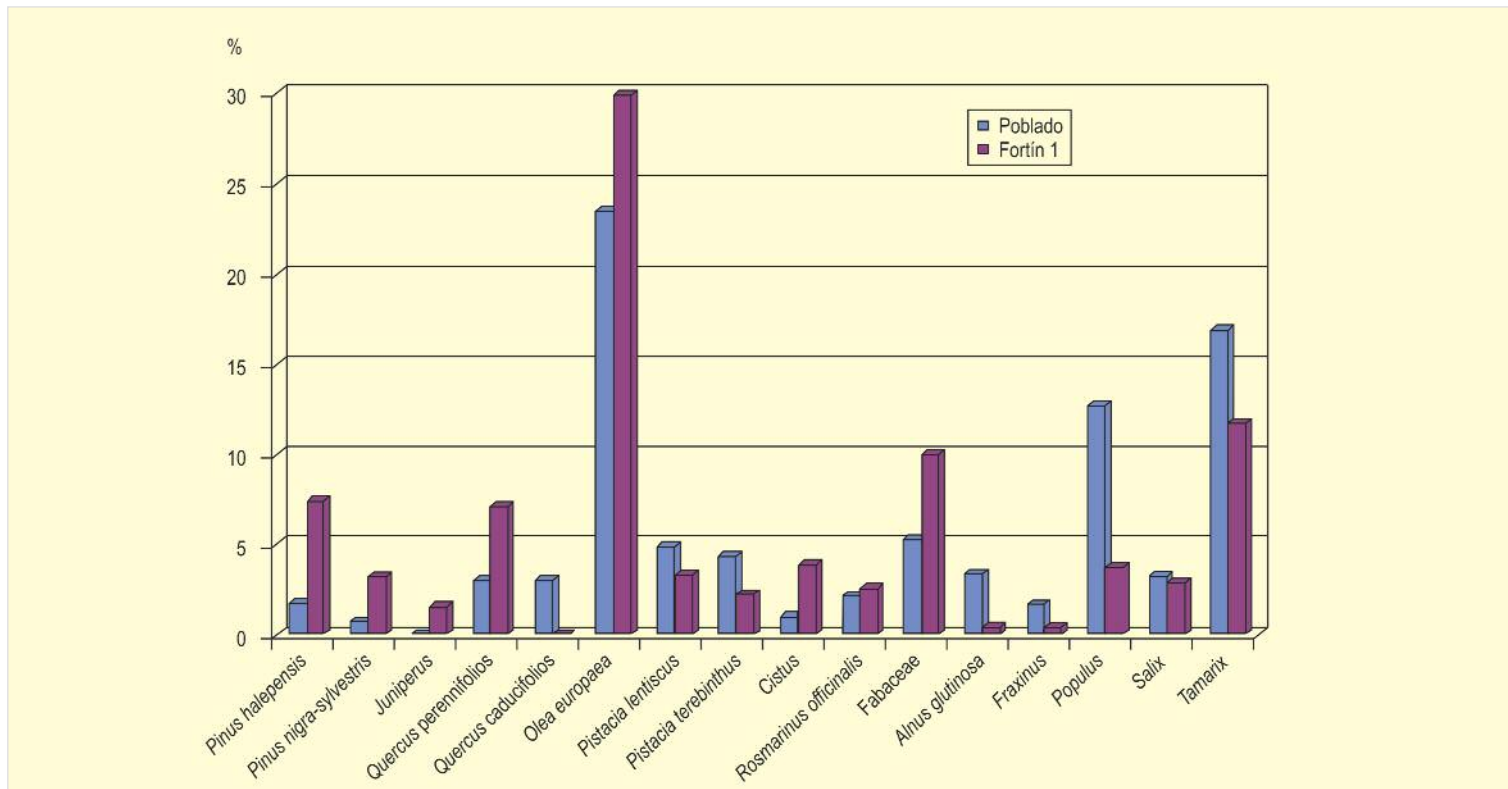


Figura 936. Frecuencia relativa de los elementos más importantes en el antracoanálisis de Los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

ha proporcionado una lista florística compuesta por 35 taxones (Fig. 935). Esta riqueza taxonómica nos indica, de primeras, que nos encontramos con una vegetación rica en especies y biotopos diferentes. En el diagrama de Los Millares son bastantes los taxones que aparecen en toda la secuencia y zonas, como es el caso de *Pinus halepensis*, *Pinus nigra-sylvestris*, *Quercus perennifolios*, Fabaceae, *Olea europaea*, *Pistacia*, *P. lentiscus*, *P. terebinthus*, *Populus*, *Salix* y *Tamarix*. Dentro de esta lista, algunas especies como el acebuche y el lentisco son indicadores de condiciones medioambientales de tipo termomediterráneo. Asimismo, los álamos, sauces y tarayes indican la presencia de una importante vegetación de ribera. El resto de taxones, salvo *Tetraclinis articulata*, *Quercus suber*, *Crataegus* y *Viscum*, aparecen al menos en dos o tres periodos y/o zonas.

La especie con una representación mayor es el acebuche, el cual junto con el lentisco, jaras, brezos, romeros, *Quercus perennifolios* y leguminosas arbustivas, expresan la existencia de matorrales de comunidades vegetales similares al actual *Quercus lentiscetum*. Esta comunidad sería la más extendida por los alrededores del asentamiento, ubicándose tanto al norte como al sur del río Andarax.

El pinar está representado por cuatro especies diferentes: el pino carrasco, marítimo, salgareño y silvestre, aunque no ocuparía grandes zonas, si nos atenemos a sus bajas frecuencias a lo largo de la secuencia de Los Millares. Hay que señalar que los pinos salgareño y silvestre deberían localizarse en zonas de mayor altitud, pues de toda la flora identificada, son las especies que peor soportan las temperaturas elevadas. En la actualidad su máximo potencial se alcanza en el piso

mesomediterráneo superior y supramediterráneo el primero y en el oromediterráneo el segundo, lo cual puede significar un acarreo de leña desde lugares relativamente alejados en la Sierra de Gádor, en relación con la actividad metalúrgica constatada en varias partes del Poblado y el Fortín 1.

Este mismo argumento es válido para el quejigo, si bien esta especie puede descender al piso termomediterráneo, alojándose en zonas con humedad edáfica elevada, pues en el Poblado se asocia a la ripisilva. Especies como *Ephedra* y sobre todo *Lycium intricatum*, pueden indicar parámetros ombroclimáticos de tipo seco e incluso semiárido si consideramos la última, que es un buen indicador del piso termomediterráneo inferior, lo cual señala unos parámetros termoclimáticos cálidos, es decir, exentos de heladas a lo largo del año.

La formación de ribera es rica en especies: alisos, fresnos, álamos, sauces, tarayes, saúco y cañas, algunas de ellas con porcentajes importantes como son los álamos y tarayes. Actualmente, se describen algunas alisedas en el piso supramediterráneo de Sierra Nevada (Molero *et al.* 1992). Por tanto, las especies de la ripisilva determinadas en Los Millares abogan por la existencia de unos cursos fluviales importantes y regulares a lo largo del año, que permiten el sostenimiento de un bosque de ribera en los valles de ríos y ramblas.

Para conocer la distribución espacial de estas formaciones vegetales en el entorno de Los Millares y su posible utilización se han representado en un diagrama de barras los porcentajes de los taxones con mayores porcentajes tanto del Poblado como del Fortín

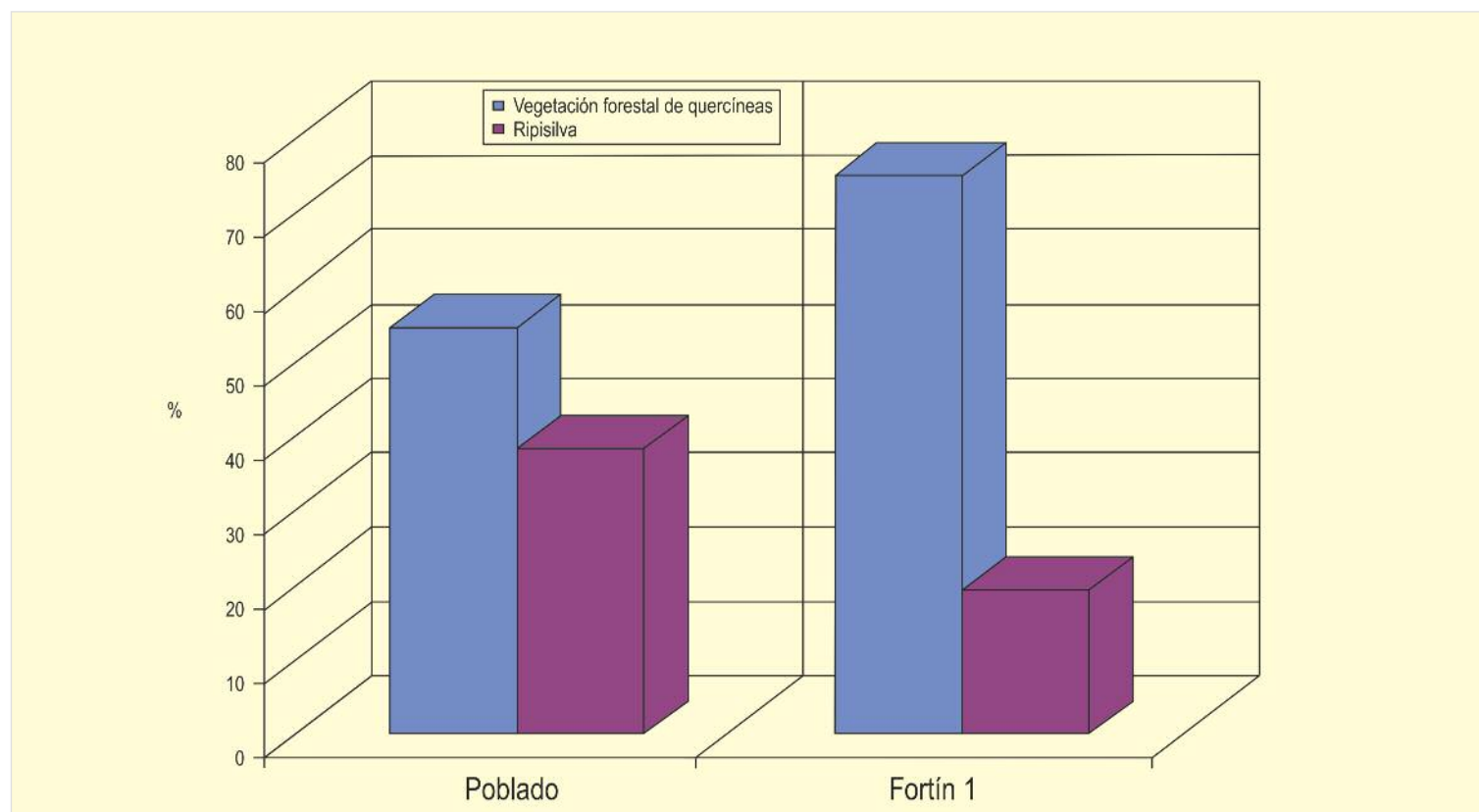


Figura 937. Frecuencias relativas agrupadas del Poblado y Fortín 1 según el antracoanálisis de los Millares. Redibujado de Rodríguez-Ariza & Vernet (1991)

1 (Fig. 937). Se observa que la mitad tienen mayoría en el Fortín 1 y la otra en el Poblado. De los ocho con más alto porcentaje en el Poblado, cinco de ellos pertenecen a la ripisilva, no encontrándose ninguna de las especies pertenecientes a ésta dentro del grupo con mayores porcentajes en el Fortín 1. La figura 937 representa a los taxones agrupados según pertenezcan o no a la ripisilva. En este conjunto se han incluido *Alnus glutinosa*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix*, *Salix-Populus*, *Sambucus*, *Tamarix* y Monocotiledóneas (*Arundo*). En el grupo de vegetación climática se ha incluido el resto de especies. Como vemos, el grupo de la vegetación climática es el principal, tanto en el Poblado como en el Fortín 1, si bien, se observa que la ripisilva tiene una representación en el poblado que casi dobla a la existente en el Fortín 1. Estos resultados demuestran la existencia de una vegetación en mosaico y, especialmente, el desarrollo de una vegetación de ribera bien diferenciada, más accesible desde el Poblado que desde el Fortín 1 (este último a 1 km aproximadamente de la Rambla de Huéchar).

A nivel diacrónico hay especies que se mantienen con porcentajes prácticamente iguales en toda la secuencia: pino salgareño-silvestre, encina-coscoja, cornicabra y taray (Fig. 935). El resto presentan cambios significativos en algún período. Así, presentan un cierto aumento el pino carrasco y el sauce en el Cobre pleno y el acebuche-olivo en el Cobre reciente, disminuyen el lentisco, las leguminosas arbustivas y el álamo todos en el Cobre

reciente y desaparecen las jaras, brezos, romeros, alisos y fresnos en el mismo período.

Por tanto, la tendencia más importante es la disminución y desaparición de varias especies en el Cobre reciente. Hay una disminución importante de la ripisilva con la desaparición de alisos, fresnos y la casi desaparición de los álamos, lo que puede indicar que a partir del 2160 años BC la circulación hídrica es más esporádica que anteriormente. Esta tendencia al empobrecimiento de la ripisilva tal vez esté en relación con estaciones áridas marcadas y prolongadas a lo largo del año, es decir, las precipitaciones no están repartidas regularmente a lo largo del año, aunque tampoco hay que olvidar que esta formación ocupa los suelos más fértiles y que la roturación de estas tierras supondría la desaparición de parte de estas especies.

También hay una disminución significativa del lentisco y las leguminosas junto con la desaparición de las jaras, brezos y romeros. Esta reducción no se corresponde con el gran aumento del acebuche-olivo, que podría pensarse que en este momento comienza a explotarse.

Más información

Rodríguez-Ariza & Esquivel (1989-90), Rodríguez-Ariza & Vernet (1991), Rodríguez-Ariza (1997)

CERRO DEL ALCÁZAR DE BAEZA

Baeza, Jaén

Holoceno (4115-3837 años cal. BP)



JA. CASANOVA

Figura 938. Valle del Guadalquivir en el entorno de Baeza, Jaén

Se trata de un yacimiento arqueológico situado dentro de la comarca natural de La Loma, en la provincia de Jaén, la cual está bordeada por los valles del Guadalimar y del Guadalquivir, así

como por los sistemas montañosos de Cazorra, Segura, Las Villas y Mágina (Fig. 938). Más precisamente, el yacimiento se localiza en el límite sur del casco urbano de la ciudad de Baeza ($37^{\circ} 59' 17''$ N, $03^{\circ} 28'$

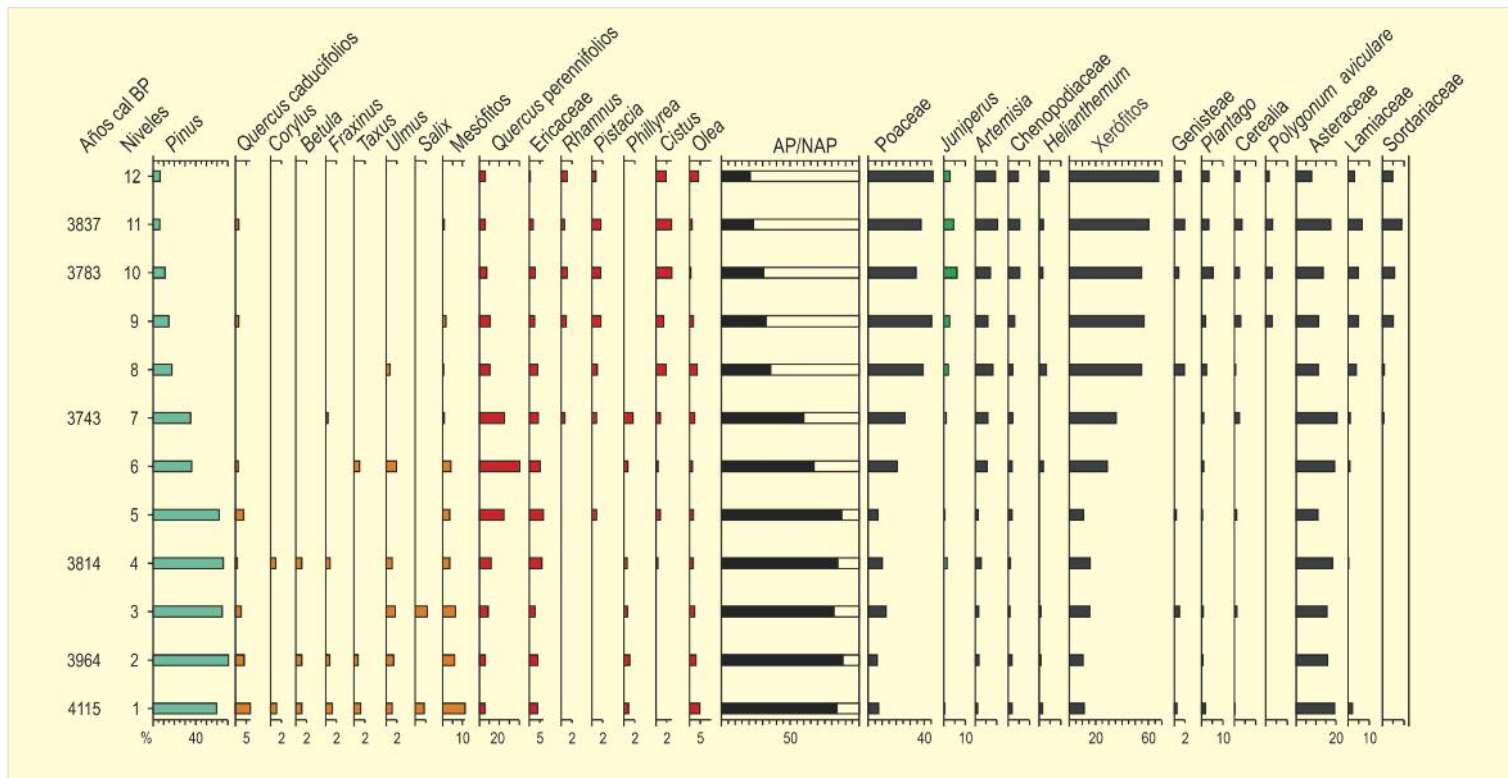


Figura 939. Diagrama polínico de porcentajes para la secuencia de Cerro del Alcázar de Baeza (Jaén). Redibujado de Fuentes *et al.* (2007)



Figura 940. Perfil del yacimiento de Baeza donde se realizó la toma de muestras para su estudio palinológico

21" O; 750 m s.n.m.), ocupando una superficie de unos 50.000 m². El Cerro se define por unas pendientes muy pronunciadas como consecuencia de las características geomorfológicas específicas de esta zona, e históricamente por la construcción de estructuras de fortificación que, en sus fases medievales, acabaron definiendo el recinto amurallado del casco antiguo de Baeza.

Desde el punto de vista de la tipología biogeográfica o corológica, el área quedaría enmarcada dentro de la región Mediterránea, provincia Bética, sector subbético con una vegetación dominada por *Quercus rotundifolia* con *Crataegus monogyna*, *Juniperus oxycedrus*, *Asparagus acutifolius*, *Lonicera implexa*, *Rubia peregrina*, *Paeonia broteroi* y *Daphne gnidium*. En condiciones de termicidad, el sotobosque se enriquecería con *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea*. Actualmente, los cultivos agrícolas—fundamentalmente olivar y producción cerealista en secano—han provocado la fragmentación y desaparición local de los bosques de encinas en muchos puntos del territorio.

El registro arqueológico documenta 4 grandes fases de ocupación, iniciándose en el tercer milenio BC y perdurando hasta los inicios del primer milenio. Se han obtenido 5 fechas radiométricas, que marcan unos límites temporales comprendidos entre 4115 y 3837 años cal. BP. La Fase I (4115-3814 años cal. BP), muestras B1 a B6, corresponde a los primeros momentos de la ocupación prehistórica. En la Fase II (3743 años cal. BP, muestra B7) se configuran nuevos espacios delimitados por muros de mampostería trasversales a las pendientes. El momento de abandono de esta fase está caracterizado por los niveles de derrumbe de las construcciones y por un nivel generalizado de cenizas y

cereal que se depositó posteriormente sobre los propios derrumbes. Este nivel de cereal evidencia un proceso de destrucción y la posterior erosión de contextos relacionados con su almacenamiento o con su procesado, situados al este de la zona excavada. En la Fase III (3783-3837 años cal. BP, muestras B8, B9, B10 y B11) se produce una nueva reocupación de la zona asociada a una importante transformación del hábitat con la realización de nuevas plataformas escalonadas que definen las terrazas artificiales para la disposición de las nuevas viviendas. Sobre los suelos, se distribuyen algunas estructuras (bancos, hogares, estructuras de molienda y horno) junto a productos manufacturados (recipientes cerámicos, pesas y husos de telar, punzones y agujas de hueso, manos de molino, vasos cerámicos, etc.) que implican la distribución de áreas funcionales diferenciadas relacionadas con las prácticas productivas y de consumo desarrolladas (producción textil, alimentaria, etc.). La Fase IV constituye la última ocupación prehistórica del área excavada y es la que más se ha visto afectada por los niveles posteriores correspondientes a las etapas romana, medieval y moderna. No se han analizado muestras polínicas de los depósitos de esta Fase. La muestra polínica B12 correspondería a niveles de ocupación altomedievales de los siglos X-XI.

La secuencia palinológica (Fig. 939) comprende 12 espectros polínicos (Fuentes *et al.* 2007). Los tipos dominantes son *Pinus* y *Poaceae*, seguidos de *Asteraceae* y *Quercus* perennifolios. El rasgo característico del registro es un descenso paulatino de la cobertura arbórea, especialmente en el paso de los niveles 5 a 6 y 7 a 8. Curiosamente, los niveles 5 a 7 exhiben mayores porcentajes de polen de *Quercus* perennifolios, lo cual podría estar relacionado con una matorralización, implicando a *Q. coccifera* y/o *Q. rotundifolia*. Se constata, en paralelo, una disminución de mesófitos, con la desaparición de *Salix* en el nivel 3, de *Corylus* y *Betula* en el nivel 4, de *Taxus* en el nivel 6, de *Fraxinus* en el nivel 7, de *Ulmus* en el nivel 8 y de *Quercus* caducifolios en el nivel 11. El declive forestal afecta cuantitativamente al bosque de pinos, el cual es denso durante los niveles 1-5 y con posterioridad sufre una regresión, a favor del componente herbáceo, dominado por *Poaceae*. También experimentan un incremento sincrónico a partir de este momento taxones como *Juniperus*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Lamiaceae* y *Helianthemum*. Los niveles 6 y 7 evidenciarían un paisaje semiforestal, con abundancia de vegetación mediterránea arbustiva. Es en este último nivel cuando se observa la primera aparición de esporas de hongos coprófilos (sordariáceas), típicamente asociadas al pastoreo (Carrión 2002), y un incremento en los porcentajes de polen de cereales, presentes en toda la secuencia. A partir del nivel 8 hay una clara apertura del paisaje. En su conjunto, la secuencia sugiere un proceso de degradación ambiental en la comarca de La Loma que se iniciaría durante el Calcolítico y se traduciría en una clara apertura del paisaje con pérdida de recursos forestales. El declive de la masa arbórea se observa en torno a 3700 años cal. BP. La pauta descrita en esta secuencia se ajustaría al contexto climático de aridificación creciente que se define para el Mediterráneo occidental a partir del Holoceno medio.

Más información

Fuentes *et al.* (2007)

DEPRESIÓN DE BAZA-HUÉSCAR

Granada

Holoceno (4500-3400 años BP)



MO. RODRIGUEZ

Figura 941. Vista aérea de Fuente Amarga, Granada

Los yacimientos que se presentan abarcan un período cronológico que comprende la segunda mitad del III milenio y, prácticamente, todo el II milenio (2500-1400 años BC), período que en el Sureste viene marcado por el desarrollo sucesivo de dos importantes culturas: la Cultura de Los Millares (2500-1800 años BC), a la que pertenecen los yacimientos de El Malagón y las dos primeras fases del Cerro de la Virgen (I-II), y la Cultura del Argar, enmarcada dentro del Bronce Pleno (1700-1400 años BC) con Castellón Alto, Fuente Amarga, Loma de la Balunca y Terrera del Reloj. Entre ambas se desarrolla el Bronce Antiguo, que con cronologías variables según las zonas, presenta características arqueológicas que podemos considerar preludio de la etapa siguiente.

Estos yacimientos se enmarcan en una comarca natural dentro de Andalucía Oriental: la Depresión de Guadix-Baza, que se encuentra al norte de la provincia de Granada y es una de las depresiones que forman el llamado surco intrabético, que forma una especie de diagonal interna a la Alta Andalucía, enmarcada entre Sierra Nevada y Sierra de Baza, al Sur y SE, y las alineaciones subbéticas al NE-SO.

La mayoría de los yacimientos arqueológicos aquí estudiados se sitúan en el piso bioclimático mesomediterráneo superior con un It (Índice de termicidad) de 257 a 210 y un ombroclima semiárido-seco (P 350-400) (P=precipitaciones) (Rivas Martínez

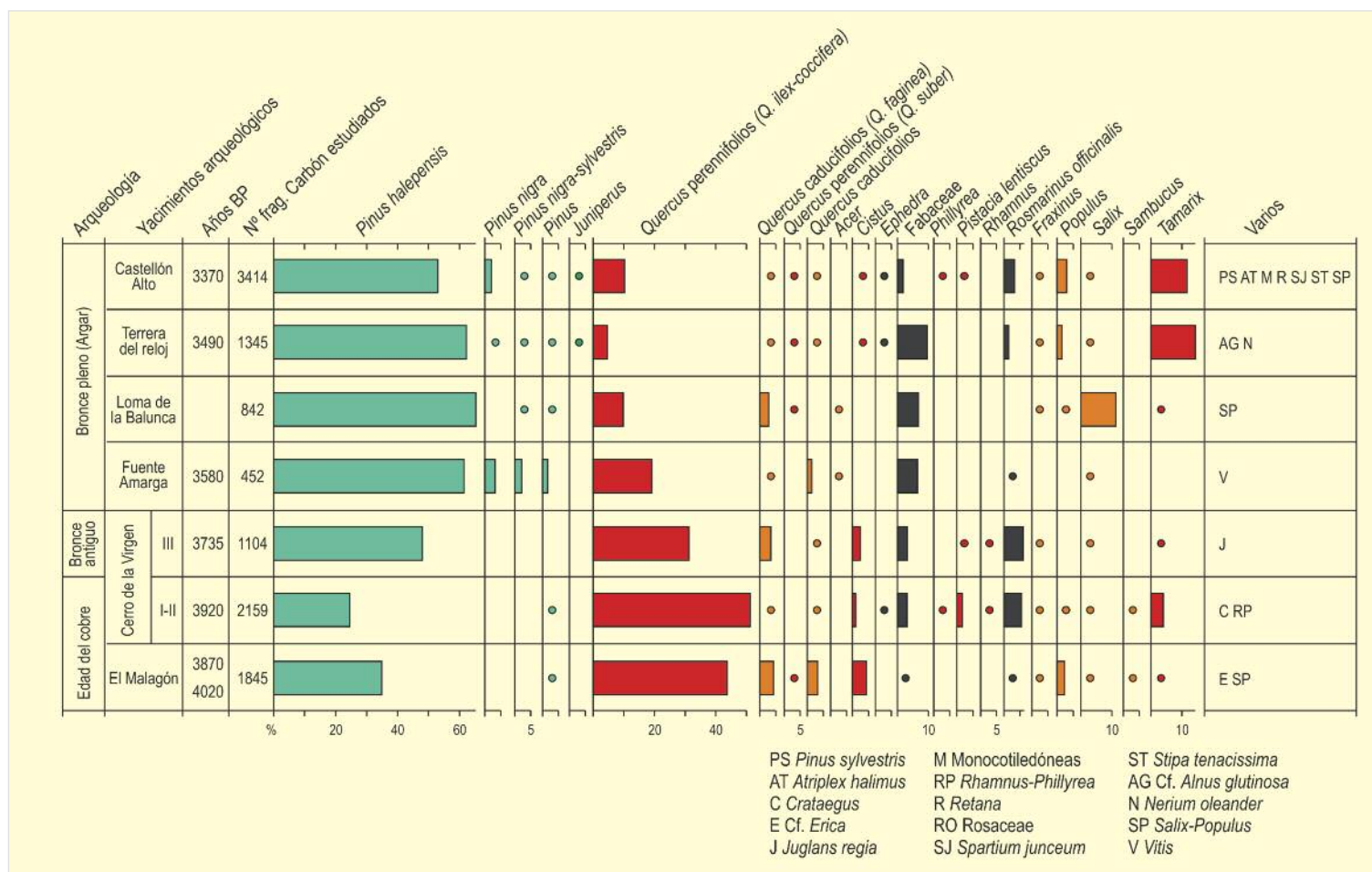


Figura 942. Diagrama antracológico de diferentes yacimientos arqueológicos de la Depresión de Baza-Huércar, Granada. Redibujado de Rodríguez-Ariza (1991, 1992a,b)

1987); biogeográficamente la zona pertenece al subsector Guadiciano-Baztetano (sector Guadiciano-Bacense, provincia Bética). La serie de vegetación dominante es la del *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* S. en su faciación bética con *Ephedra fragilis*. Actualmente, toda la Depresión de Baza presenta un alto grado de desertización, con una vegetación característica de la última etapa de regresión (pastizal) de las comunidades mesomediterráneas, con *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* y *Brachypodium ramosum* como principales bioindicadores de la asociación anteriormente citada.

El Calcolítico (2500-1800 años BC) incluye El Malagón y el Cerro de la Virgen I-II, ofreciendo una imagen de la vegetación donde las influencias de la acción humana empiezan a sentirse, aunque cada uno presenta unas peculiaridades propias por estar localizados en coordenadas bioclimáticas distintas. La vegetación de los alrededores de los dos yacimientos estudiados corresponde a un bosque abierto de *Quercus coccifera* y *Quercus rotundifolia* con claros donde se situaría el matorral heliófilo. El pinar de *Pinus halepensis* estaría relegado a posiciones topográficas más o menos marginales. Las bases de las sierras que circundan la Hoya de Baza (yacimiento de El Malagón) parecen ser más húmedas, pues, pese a

la dificultad de diferenciar *Quercus coccifera* del *Quercus rotundifolia*, se observa una mayor abundancia del último, y es muy significativa la presencia de especies mesofíticas como *Quercus faginea*, *Quercus suber* y probablemente *Quercus pyrenaica*, estos dos últimos taxones sobre materiales silíceos de la Sierra de las Estancias. La vegetación de ribera está escasamente representada en los dos yacimientos, destacan los fresnos (*Fraxinus*) y los tarayes (*Tamarix*). También están presentes los sauces (*Salix*), chopos (*Populus*) y el saúco (*Sambucus*). Los datos arqueológicos y carpológicos indican que en este momento el desarrollo de la agricultura es importante, aún cuando no alcanza las cotas de la siguiente fase, por lo que se ha de suponer que los terrenos de cultivo, se desarrollarían en una franja alrededor del yacimiento alternando estos con zonas de vegetación natural.

La vegetación del Bronce antiguo (1800-1600 años BC) en el Cerro de la Virgen es muy similar a la descrita anteriormente, aunque la fuerte disminución de la frecuencia de *Quercus ilex-coccifera* a la par que aumenta la del *Pinus halepensis*, denota que el proceso de degradación de la vegetación natural fue progresivo y ligada a las condiciones socioeconómicas de las poblaciones que poblaron esta zona.

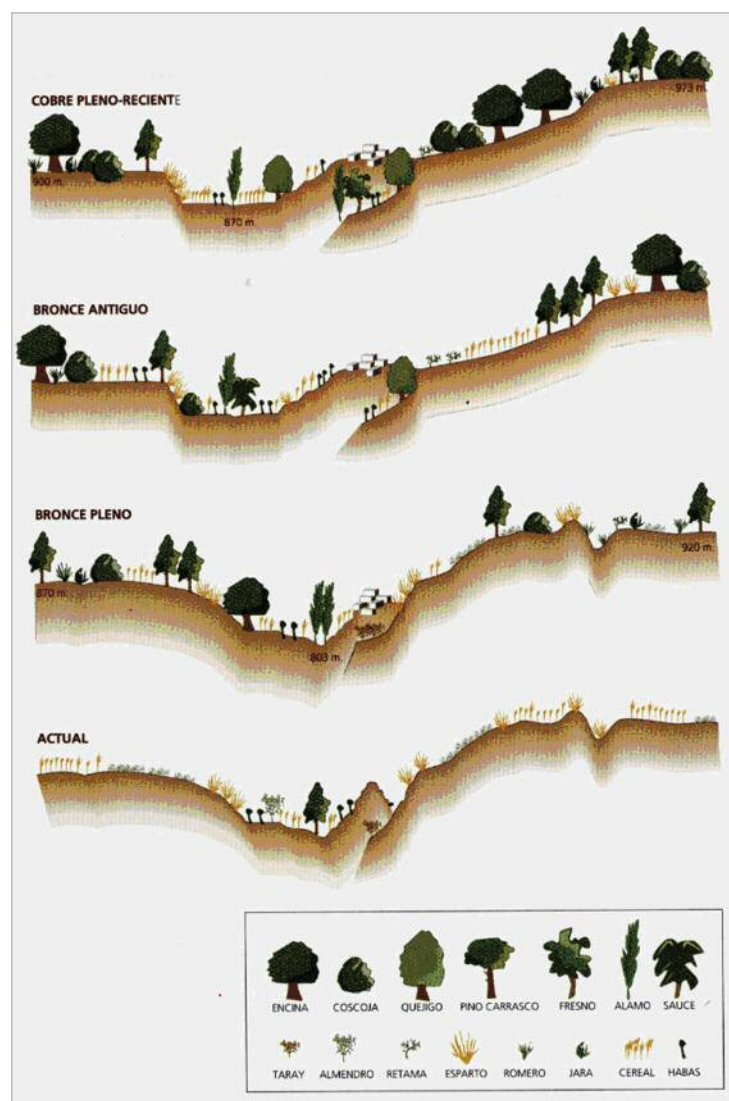


Figura 943. Secuencia de la evolución de la vegetación en la Depresión de Baza-Huéscar

La vegetación del Bronce pleno (1700-1400 años BC) se caracteriza por la dominancia de un pinar de *Pinus halepensis*; igualmente, están presentes en todos los yacimientos especies propias de los matorrales de degradación como las leguminosas en primer lugar, junto al romero (*Rosmarinus officinalis*) y las jaras (*Cistus*), testimonio de la acción humana sobre el medio. En efecto, la roturación del encinar/coscojar (del que aún encontramos restos

junto a los matorrales seriales) de la etapa anterior para la creación de campos de cultivo, junto al crecimiento de la ganadería tanto ovina como caprina, ha entrañado la regresión de estas formaciones, permitiendo el desarrollo de *Pinus halepensis* y leguminosas. *Ephedra* aparece en la Terrera del Reloj, mientras que *Atriplex halimus* característico de suelos salinos, aparece en el Castellón Alto. Por último, indicar que en los lugares más xéricos domina *Stipa tenacissima* (esparto), presente en todos los yacimientos, utilizado en las confección de cuerdas, calzados, cestos, etc., como representantes de una importante artesanía dentro de estos poblados, aún insuficientemente estudiada (Contreras Cortés *et al.* 1997).

Los estudios carpológicos de estos yacimientos ponen de manifiesto un salto cuantitativo y cualitativo de la agricultura de este momento con respecto a la Edad del Cobre, lo cual contribuiría, con la roturación de nuevas tierras, a la degradación del medio ambiente en torno de los asentamientos.

Se desarrolla una importante vegetación riparia que, necesitada de cursos de agua más o menos estables, está compuesta por *Fraxinus*, *Nerium oleander*, *Salix*, *Populus* y *Tamarix*. Esta vegetación, que parece ser importante junto a los cursos de los ríos, no es muy utilizada como madera por estas poblaciones, salvo casos muy concretos (por ej.: en el entramado de las techumbres de las cabañas).

La presencia de elementos termófilos como *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea*, *Quercus suber* e incluso *Nerium oleander* y mesófitos (*Quercus faginea*, *Quercus suber* y *Quercus pyrenaica*) hoy día inexistentes en estos lugares, hace pensar en unas condiciones climáticas algo distintas a las actuales. Podemos postular que el It podría estar de 50 a 75 puntos más alto que en la actualidad (mesomediterráneo medio-inferior) y las precipitaciones anuales superarlas en 100-200 mm (ombroclima seco superior); este aumento en la xericidad queda también plasmado en la vegetación riparia con una desaparición de taxones como *Sambucus*.

Más información

Rodríguez-Ariza (1991, 1992a,b), Rodríguez-Ariza & Ruiz-Sánchez (1995), Rodríguez-Ariza *et al.* (1996a,b), Contreras *et al.* (1997), Molina & Rodríguez-Ariza (2004)

PEÑALOSA

Baños de la Encina, Jaén
Holoceno (Edad del Bronce)



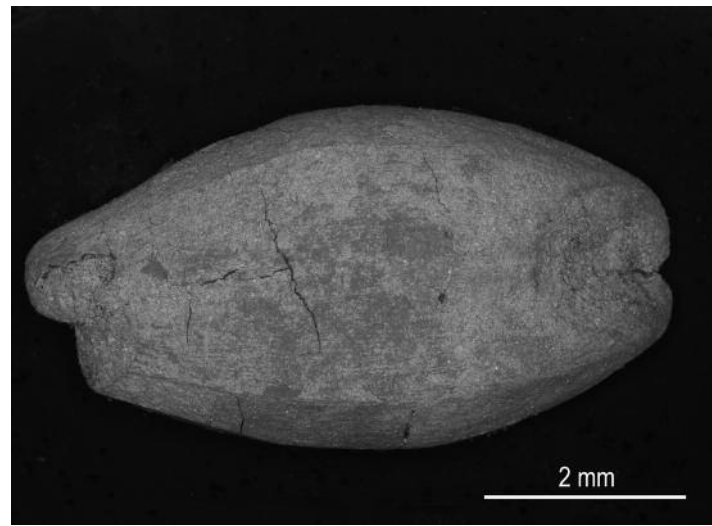
F. CONTRERAS CORTÉS

Figura 944. Vista aérea del yacimiento de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)

Peñalosa (38° 10' 15" N, 03° 47' 47" O) es un yacimiento de la Edad del Bronce situado en el término municipal de Baños de la Encina (Jaén). El yacimiento se extiende a lo largo de una serie de terrazas situadas entre la llanura del Guadalquivir y Sierra Morena, en la orilla norte del río Rumbiar (Fig. 944). Situado en un espolón de pizarra en forma de lengua y enmarcado entre el arroyo Salsipuedes y el río Rumbiar, Peñalosa representa el jalón más septentrional de la cultura del Argar y un enclave minero importante en el Alto Guadalquivir (Contreras Cortés 2000).

Desde el punto de vista biogeográfico, el yacimiento se asienta en la Región Mediterránea, entre dos diferentes provincias: la Bética, en su sector hispalense, y la Luso-Extremadurensis, en el sector mariánico-monchiquense. El tipo más extendido de vegetación es el correspondiente a los encinares del piso mesomediterráneo, distinguiéndose dos series de vegetación: la Luso-Extremadurensis de encina o carrasca en suelos silíceos, y la serie basófila Bética de la carrasca (Rodríguez-Ariza 2000).

Excavado desde los años 80, el yacimiento ha proporcionado abundante información sobre urbanismo, metalurgia, subsistencia, prácticas de enterramiento, etc. Los estudios arqueobotánicos se han centrado en el análisis de los restos antracológicos (Rodríguez-Ariza 1991, 2000) y carpológicos (Aranz 1991, Peña-Chocarro 1999, 2000).



L. PEÑA-CHOCARRO

Figura 945. Imagen al MEB de una cariospide de *Hordeum vulgare* (variedad vestida)

El estudio carpológico (Tabla 228) ha proporcionado uno de los conjuntos más interesantes de semillas y frutos de la Península Ibérica. La abundancia de restos (más de 11.000) se basa en el análisis de 75 muestras, procedentes de contextos domésticos, metalúrgicos, funerarios y de producción textil, distribuidos en las diferentes unidades habitacionales del yacimiento.

Entre las plantas domésticas predomina la cebada de 6 carreras (*Hordeum vulgare*) en su forma vestida (Fig. 945), aunque los trigos desnudos (*Triticum aestivum/durum*) también están presentes. Con porcentajes muy bajos se documenta la presencia de mijo (*Panicum miliaceum*) que alcanzará un mayor apogeo en época posterior. Las leguminosas cultivadas están representadas por habas (*Vicia faba*), guisantes (*Pisum sativum*) y posibles almortas (*Lathyrus sativus/cicera*). La presencia de lino (*Linum usitatissimum*) completa el espectro de plantas cultivadas. Además, se han identificado una gran variedad de especies silvestres cuya utilización es difícil de determinar, dada la multiplicidad de usos que una misma especie puede tener. Entre las especies que se han podido recolectar como alimento destacan aceituna, uva, pera, bellotas, ya documentadas en otros yacimientos de este mismo periodo. Otro gran grupo de plantas está constituido por especies que, a pesar de su posible uso como alimento humano, pudieron haberse utilizado con otros fines (tintóreos, medicinales,

PEÑALOSA								
Plantas cultivadas	UH-II	UH-III	UH-IV	UH-VI	UH-VII	UH-VIII	UH-X	Total
<i>Triticum monococcum</i>				3		1		4
<i>Triticum aestivum/durum</i>	60	15	3	98	2	5	3	186
<i>Triticum aestivum/durum</i>	3			7				10
<i>T. aestivum</i> (raquis)	1			1				2
<i>Triticum</i>	19	3	6	36	3	1	3	71
<i>Triticum</i> (raquis)	1			5				6
<i>Hordeum vulgare</i>	537	256	1839	587		2388	7	5614
<i>Hordeum vulgare</i> (raquis)	14	2		1				17
<i>Panicum/Setaria</i>	11	7			8		1	27
<i>Vicia faba</i>	15			1			2	18
<i>Vicia/Lathyrus</i>				19				19
<i>Pisum sativum</i>	2	1		11				14
<i>Olea europaea</i>	1							1
<i>Linum usitatissimum</i>	2	4		27				33
Plantas silvestres	UH-II	UH-III	UH-IV	UH-VI	UH-VII	UH-VIII	UH-X	Total
Boraginaceae						1		1
<i>Campanula</i>	21	4	7					32
<i>Cleome</i>	12	2						14
<i>Arenaria/Micromeria</i>	6							6
<i>Herniaria/Sagina</i>	1			5				6
<i>Minuartia/Cerastium</i>	4	5						9
<i>Silene</i>	40	2		1		1		44
<i>Spergula arvensis</i>	2							2
Caryophyllaceae	2			3				5
<i>Antennaria</i>	3	2						5
<i>Artemisia</i>	1							1
<i>Calendula</i>				1				1
<i>Crysanthemum segetum</i>	1	2						3
<i>Inula</i>	1							1
<i>Matricaria</i>	2			7				9
<i>Leontodon/Crepis</i>	7							7
<i>Tussilago minima</i>	16	1						17
Asteraceae	14	8					1	23
<i>Chenopodium</i>					1			1
Chenopodiaceae	1							1
<i>Cistus</i>	194	20		2				216
<i>Cuscuta</i>	1			3				4
Brassicaceae	2		1					3
Brassicaceae/Fabaceae	108	9	1	3	2			123
<i>Euphorbia</i>	1							1
<i>Gentianella</i>				1				1
<i>Geranium/Erodium</i>	1							1
<i>Juncus</i>	2	1						1
<i>Stachys</i>					1			1
<i>Satureja</i>				1				1
<i>Lavandula stoechas</i>	90	4	261	1767	7	2	783	2914
Lamiaceae	1							1
Liliaceae				4		2		6
<i>Ornithopus</i>	1							1
<i>Coronilla</i>		1						1
<i>Trifolium</i>	256	33		1				290
<i>Trigonella/Medicago</i>	2			1				3
Fabaceae		3		1			2	6

Tabla 228. Datos arqueobotánicos del yacimiento de Peñalosa (Peña-Chocarro 1999, 2000)

Plantas silvestres	UH-II	UH-III	UH-IV	UH-VI	UH-VII	UH-VIII	UH-X	Total
<i>Malva sylvestris</i>	12	3	2	1		1		19
<i>Papaver</i>	18	1		1				20
<i>Apera</i>	9	9						18
<i>Avena</i>						1		1
<i>Hordeum</i>	9							9
<i>Eragrostis</i>	600	160		7	2			769
<i>Lolium multiflorum/perenne</i>	3	4						7
<i>Poa cf. annua</i>	14							14
<i>Poa</i>	21	10						31
<i>Vulpia</i>	1							1
Poaceae	66			3				69
<i>Polygonum hydropiper</i>				1				1
<i>Rumex acetosella/conglomeratus</i>	4		2					6
<i>Rumex</i>	1	2		1	1			5
<i>Plantago</i>		1						1
<i>Delphinium/Consolida</i>				3				3
<i>Ranunculus palustris</i>	1							1
<i>Pyrus</i>		1		7				8
Rosaceae				2				2
<i>Asperula arvensis</i>	6							6
<i>Galium</i>	90	10	1					101
<i>Misopates orontium</i>	83	6	2					91
<i>Bupleurum</i>	1							1
<i>Valerianella</i>	65	18						83
<i>Vitis sylvestris</i>				1	4			5
<i>Typha</i>	2		1	1				4
	2465	610	2126	2625	31	2403	802	11.062

Tabla 228. Continuación

condimentos, etc.). Muchas de las especies silvestres documentadas se pueden clasificar como plantas adventicias que crecerían en los campos de cultivo y que habrían sido recolectadas con el cereal. Por otra parte, en numerosas ocasiones las mismas especies se pueden considerar parte de la vegetación natural.

Destacan por su abundancia especies como *Lavandula*, *Trifolium*, *Cistus* y una gramínea tipo *Eragrostis*. El caso de la *Lavandula* es especialmente interesante ya que aparece de forma constante en todas las unidades de habitación del yacimiento. Destaca su presencia en el enterramiento identificado en la UH VI en la que junto a la presencia de plantas comestibles (trigo, cebada, guisantes, uvas, peras, etc.), se documentó una cantidad importante de semillas de esta especie. El contexto y el carácter de las especies documentadas inducen a pensar en la posibilidad de algún tipo de ofrenda o ritual en relación con dicho enterramiento.

A través del estudio de restos de tejidos parenquimáticos se han podido identificar numerosos fragmentos de bellotas (*Quercus*) así como plantas acuáticas (tipo *Alisma*). La presencia de éstas, junto a la identificación de semillas de otro género típico de zonas inundadas como *Typha*, sugiere la utilización de los recursos fluviales por parte de los habitantes del yacimiento.

Por lo que se refiere a la distribución de especies en función de los contextos arqueológicos identificados, los espacios domésticos son los que contienen más restos botánicos, mientras que los metalúrgicos y los funerarios se caracterizan por una menor presencia. En los contextos domésticos se han señalado, por una parte, importantes concentraciones de cereales, en muchos casos identificables como resultado del almacenamiento de grano, así como numerosas semillas de malas hierbas asociadas a cultivos y elementos de la paja de los cereales (raquis, entrenudos, etc.). Además de las zonas destinadas al almacenamiento de cereales y leguminosas en contenedores cerámicos, los espacios de uso doméstico se caracterizan por la presencia de zonas de procesado de alimento en las que ha sido posible identificar algunas de las operaciones de limpieza del grano realizadas con antelación a la molienda. En particular, la operación mejor representada es la del cribado con cedazo fino, que permitiría separar el grano de los contaminantes más pequeños (semillas de malas hierbas y fragmentos de la paja de cereal). Al menos diez de las muestras de este yacimiento se corresponden con dicha operación, que se realizaría en la zona dedicada a estos trabajos en el interior de la vivienda.

Más información

Peña-Chocarro (1999, 2000)

POCITO CHICO

Puerto de Santa María, Cádiz
Holoceno



J.J. LÓPEZ AMADOR

Figura 946. Panorámica del área conocida como Pocito Chico, Puerto de Santa María

El yacimiento arqueológico de Pocito Chico se sitúa en el término municipal del Puerto de Santa María, en el seno de la Laguna del Gallo ($36^{\circ} 41' 50''$ N, $06^{\circ} 18' 55''$ O), dentro del área geográfica correspondiente al Parque Natural de la Bahía de Cádiz, incluyendo la Reserva Natural del complejo endorreico del Puerto de Santa María, que constituye una zona de excepcional valor natural, cultural y paisajístico (Fig. 946). Su historia geológica es relativamente reciente, habiendo quedado definido su paisaje en los últimos milenios, dando en sí lugar a un laberinto de marismas, caños, playas, acantilados, dunas y pinares. Es precisamente el contacto entre la zona de mar y río lo que hace de la Bahía de Cádiz un espacio natural singular, frágil y de enorme importancia ecológica, ya no sólo al nivel andaluz y español, sino incluso a nivel europeo, al ser una zona de tránsito, estancia o cría de multitud de aves acuáticas.

La laguna del Gallo es una de las más grandes en extensión de la provincia de Cádiz y la mayor del complejo endorreico de El Puerto de Santa María. Se sitúa en la comarca de la campiña litoral, vertiendo sus aguas a la Bahía de Cádiz a través del arroyo Salado, en una zona estratégica entre los ríos Guadalete y Guadalquivir. Las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en la Bahía de Cádiz han puesto de manifiesto una ocupación de la campiña litoral que

se extiende desde Sanlúcar de Barrameda, hasta El Puerto de Santa María desde al menos el IV milenio cal. BC, en una fase de transición Neolítico final-Cobre y durante la Edad del Cobre (Calcolítico) en la que hubo un incremento poblacional importante.

En este ámbito de campiña, una de las zonas más interesantes, desde un punto de vista arqueológico, es la laguna del Gallo, ya que en torno a ella se asentaron un conjunto de poblados de distintas épocas, desde el Calcolítico a época moderna (siglos XV-XVI cal. AD), que ofrecen una secuencia de gran interés para analizar un modelo de poblamiento y su proceso histórico. Uno de los más interesantes, entre ellos, es Pocito Chico, situado en la ladera sur de la loma de Grañina, cuyas modificaciones temporales tienen una relación directa con su proximidad a la laguna, de ahí el interés del estudio paleoambiental para reconstruir este proceso. Un total de 47 muestras palinológicas se tomaron en la denominada Estructura II del poblado de Pocito Chico, situada en una estratigrafía horizontal hacia la laguna del Gallo.

Durante el período Calcolítico (zona polínica I), los espectros polínicos de Pocito Chico (Fig. 947) parecen sugerir una antropización del paisaje bastante elevada, con altos porcentajes de Cichorioideae,

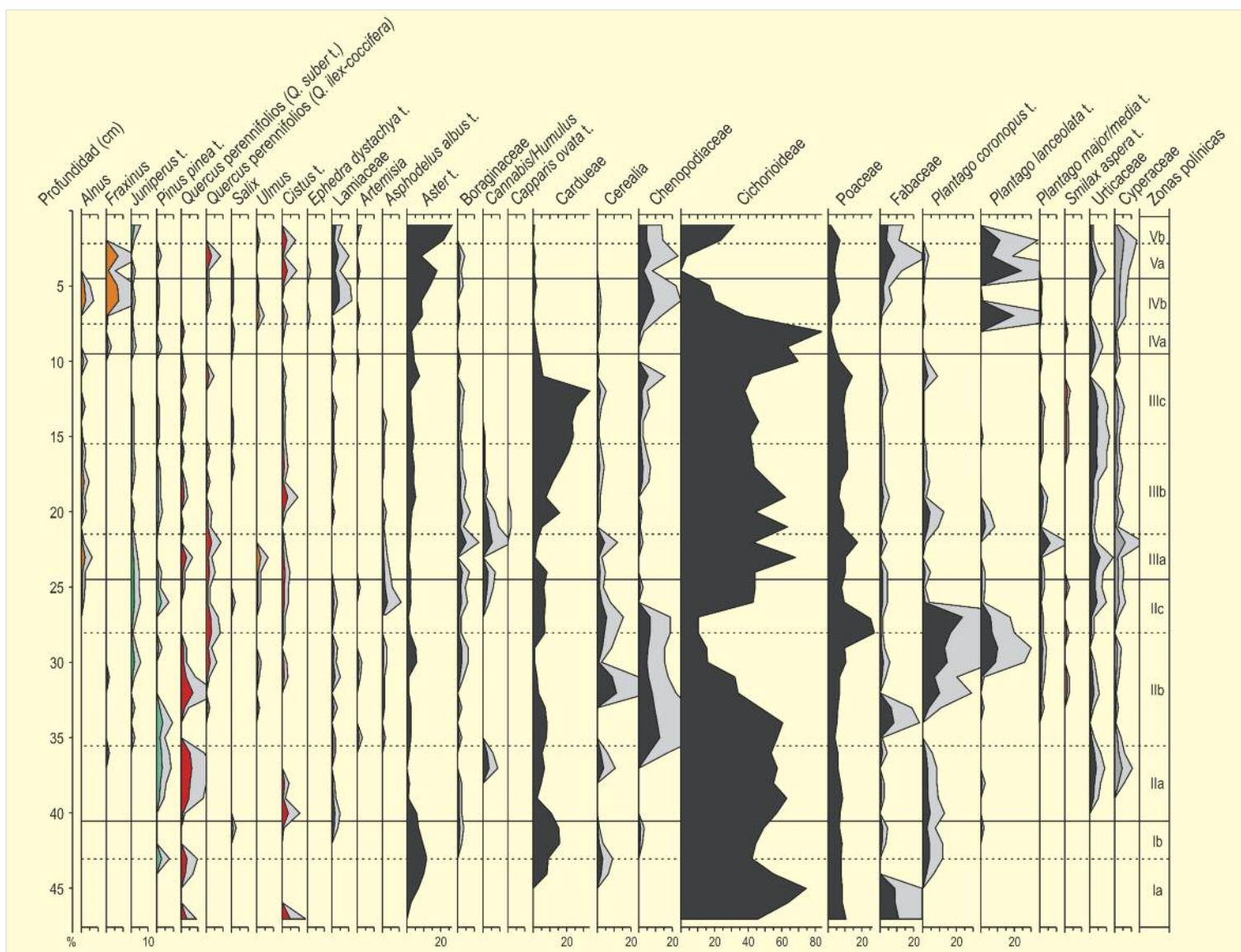


Figura 947. Diagrama polínico de la secuencia arqueológica de Pocito Chico. Redibujado de López-Sáez *et al.* (2002)

Aster y *Cardueae*. Los elementos arbóreos tienen valores bajos, confirmándose la presencia de aliso, fresno, alcornoque y encina/coscoja como los más representativos. Esta antropización es debida, sin duda alguna, al uso agrícola de la zona, ya que durante este periodo se documenta la presencia de polen de cereal. En resumen, se trataría de una formación de bosque abierto que ocuparía las zonas altas de los cerros, con los poblados situados a media ladera (como Pocito Chico), con la zona de explotación agrícola ocupando las laderas bajas donde se encuentran actualmente las tierras negras.

En la parte más baja, la propia laguna, se desarrollaría una vegetación propia de zonas húmedas de inundación, con romero, palmitos, carrizos, juncales, castañuelas, etc; recursos que propiciaron la permanencia del hombre durante mucho tiempo en este entorno medioambiental. En cualquier caso, el Calcolítico regional se situaría cronológicamente dentro del intervalo del máximo transgresivo

flandriense, de ahí la escasa representación en estos momentos de palinomorfos indicativos de la existencia de zonas de marisma, principalmente de *Chenopodiaceae*.

En la transición entre la Edad del Cobre (Calcolítico) y la del Bronce (zona polínica II), se produce un aumento porcentual muy importante de los elementos riparios como aliso, fresno, chopo, saúce y olmo. Ello puede ponerse en relación con la regresión marina antes citada y con el menor desarrollo de cultivos de regadío (leguminosas) que se observa. La zonas antes sumergidas quedarían ahora disponibles a la colonización del entorno por especies propias del bosque ripario, así como de otras herbáceas adaptadas a estos ámbitos dulceacuícolas (*Cyperaceae*). En todo caso, la regresión del mar dejaría al descubierto zonas antes sumergidas, que se enriquecerían en sales en superficie, permitiendo la instalación de elementos halófilos de *Chenopodiaceae* (> 15%).

Es en esta transición cuando se documentan los máximos valores de los cultivos cerealísticos, sobre todo durante las fases de mayor sequedad y extensión de la marisma salada, y se observa la dinámica de ésta respecto a la marisma dulce. El inicio de fases marinas regresivas explicaría esta dinámica, así como la progresión del bosque ripario. Se produce asimismo una representación mayor y significativa de las formaciones forestales (alcornocales, sabinares, encinares-coscojares y pinares). En estos instantes no cabe duda sobre la presencia natural de pinares autóctonos, posiblemente de *Pinus pinea* sobre las dunas costeras. Los bosques presentes en zonas de sierra y colinas estarían representados básicamente por los alcornocales, siendo *Smilax aspera* un elemento indicador de estas formaciones.

Durante el Bronce final, la laguna del Gallo se encuentra situada entre dos importantes núcleos de poblamiento: de un lado, las marismas del Guadalquivir, donde destaca el poblado indígena tartésico de Mesas de Asta, y por otro, el de Guadalete, en cuya margen derecha se encuentran en un primer momento el poblado prefenicio de Las Cumbres en la Sierra de San Cristóbal y más tarde el Castillo de Doña Blanca. Esta alta densidad de población protohistórica, tanto en las marismas como en la propia Bahía de Cádiz, tiene su fiel reflejo en el diagrama palinológico de Pocito Chico.

En la transición entre la Edad del Bronce y la Primera Edad del Hierro (zona polínica III) los elementos antrópicos antes citados se incrementan exponencialmente. Progresan la aliseda frente a la reducción de la olmeda y de nuevo se documentan pinares costeros sobre dunas fijas, sabinares, alcornocales y encinares-coscojares, con

lo que la vegetación forestal es sensiblemente parecida a la del periodo anterior, incluyendo además sus elementos arbustivos, tales como jarales, torvisco, brezales, etc. La mayor diferencia se encuentra en una reducción significativa de los porcentajes de polen de cereal, cuya evolución puede, de nuevo, ser explicada de acuerdo a la dinámica entre la marisma salada (*Chenopodiaceae*) y la dulce (*Cyperaceae*).

El periodo Andalusi (zona polínica IV) supone el momento de mayor antropización del entorno de Pocito Chico, con un gran desarrollo de pastizales nitrófilos, sin quedar muy claro el cultivo del cereal (< 3%), al menos localmente, durante esta fase de mayor sequedad, tal y como se constata por la aparición de *Ephedra*, que correspondería posiblemente al Episodio Cálido Bajomedieval. De hecho, es a partir de la ocupación andalusí cuando se produce un mayor desarrollo de la vegetación típica de la marisma salada.

En la última parte del diagrama, correspondiente a los siglos XV y XVI cal. AD (zona polínica V), la antropización medioambiental disminuye sensiblemente respecto a la ocupación Andalusi, produciéndose el desarrollo de la ripisilva (sobre todo de *Fraxinus*) y la desaparición del alcornocal y de los cultivos cerealísticos. Así mismo, se sigue constatando la presencia de pinares autóctonos relegados a hábitats muy concretos.

Más información

López-García & López-Sáez (2001), López-Sáez *et al.* (2001, 2002a, 2002b)

ERAS DEL ALCÁZAR DE ÚBEDA

Úbeda, Jaén

Holoceno (4115-3837 años cal. BP)



A.F. Carrillo

Figura 948. Panorámica de Úbeda, Jaén. Aunque hoy día no hay abedules, Betula era el antiguo nombre dado por los romanos a la actual ciudad de Úbeda

El yacimiento arqueológico de las Eras del Alcázar se sitúa en el extremo sur del centro histórico de la ciudad de Úbeda ($38^{\circ} 00' 23''$ N, $03^{\circ} 21' 56''$ O; 683 m s.n.m.), ocupando una superficie superior a los 62.000 m² y coincidiendo con el primer recinto amurallado de la ciudad, el antiguo Alcázar medieval (Fig. 948). Se dispone de cinco fechas radiocarbónicas comprendidas en el rango 3777 y 4690 años cal. BP (Fig. 949) (Fuentes *et al.* 2007).

La secuencia ocupacional estaría definida en sus inicios por un sistema de hábitat semisubterráneo, a través de estructuras excavadas en el substrato de areniscas y margas, con plantas de

tendencia circular y alzados de sección acampanada. Niveles posteriores suponen un cambio en la ordenación espacial del asentamiento, al implicar la sustitución de las fosas por grandes cabañas circulares. En el interior de estas habitaciones se documentan restos de estructuras de combustión destinadas a la producción para el consumo alimentario así como diferentes sistemas de almacenaje para frutos y semillas (principalmente legumbres –habas– y cereales). Tras las ocupaciones prehistóricas se produce (al menos en las zonas investigadas) un largo hiato hasta época romana. Basándose en los restos hasta el momento recuperados, se trataría de un pequeño centro, probablemente una *villae*.

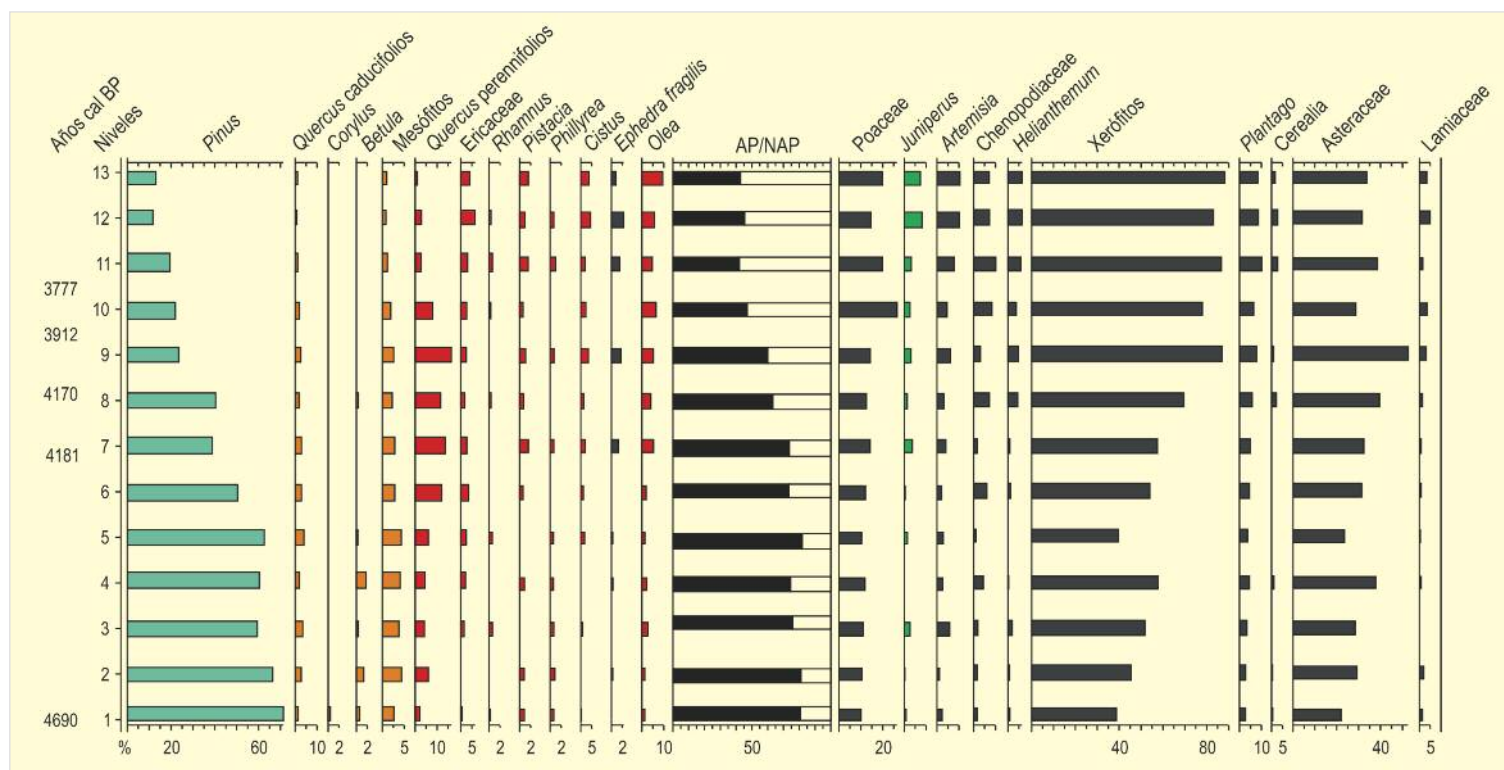


Figura 949. Diagrama polínico de la secuencia Eras del Alcázar de Úbeda. Redibujado de Fuentes *et al.* (2007)



Figura 950. Restos arqueológicos del yacimiento Eras del Alcázar en Úbeda, Jaén

La secuencia palinológica se basa en el estudio de 13 muestras de sedimento obtenido de la estratigrafía de la excavación. El taxón dominante es *Pinus*, seguido de *Asteraceae*, *Poaceae* y *Quercus perennifolios* (Fig. 949). La secuencia se inicia en una estructura forestal densa con cierta diversidad de mesófitos. Hay evidencia de *Corylus* en el nivel más antiguo de la secuencia. *Betula* está presente hasta el nivel 8, mientras que los *Quercus caducifolios* concurren a lo largo

de toda la secuencia. La regresión forestal observada es paulatina, notándose una fase intermedia de xerofitización con incremento de *Quercus perennifolios* en los niveles 6-10.

La interpretación de las secuencias palinológicas de Eras de Úbeda (Fig. 949) sugiere un proceso de degradación ambiental en la comarca de La Loma que se iniciaría durante el Tercer Milenio BC y se traduciría en una clara apertura del paisaje con pérdida de recursos forestales. Las pautas descritas en esta secuencia se ajustarían al contexto climático de aridificación creciente que se define para el Mediterráneo occidental a partir del Holoceno medio (Araus *et al.* 1995, Jalut *et al.* 2000, Sadori & Narcisi 2001, Carrión 2002, Pantaleón-Cano *et al.* 2003, Sadori *et al.* 2008). Pero quizá el factor crítico sea antropogénico. Existen indicios de actividad agrícola, como el registro polínico de cereales y la presencia de áreas de actividad asociadas a la transformación de cereales y semillas de especies cultivadas (fundamentalmente legumbres). Tampoco es descartable que el pastoreo haya incidido negativamente sobre la cubierta forestal, hecho que vendría atestiguado por la aparición e incremento de esporas de hongos coprófilos, genisteas (muy a menudo matorrales espinescentes), *Plantago* y *Polygonum aviculare*.

Más información

Fuentes *et al.* (2007)

DEPRESIÓN DE VERA

Bajo Almanzora, Almería
Holoceno (4640 años cal. BP)



Figura 951. Vista de la Depresión de Vera, tomada desde Cerro Montroy hacia Sierra Cabrera

Los yacimientos con análisis antracológicos en la Depresión de Vera (Campos, Zájara, Santa Bárbara, Fuente Álamo y Gatas) fueron excavados en las dos últimas décadas del siglo XX por varios equipos de investigación. A raíz de estas excavaciones se realizaron varios estudios antracológicos. Los carbones de los yacimientos de Campos, Zájara y Santa Bárbara fueron estudiados por M. Oliva Rodríguez-Ariza (Rodríguez-Ariza 1999, 2000). El antracoanálisis de Fuente Álamo fue realizado por Schoch y Schweingruber (1982) y más recientemente por Yolanda Carrión (Carrión-Marco 2004) y el de Gatas por Rowena Gale (1999).

Biogeográficamente la zona del Bajo Almanzora pertenece a la región Mediterránea y dentro de la tipología biogeográfica corológica a la provincia Murciano-Almeriense en su sector Alme-riense. Bioclimáticamente están representados en esta zona los pisos termo-, meso- y supramediterráneos, que en líneas generales vienen a coincidir con los pisos de vegetación de igual nombre. La mayor o menor continentalidad, que se puede expresar por un mayor o menor frío invernal o calor estival, parece ser el factor que rige en primer término la distribución de las formaciones de vegetación termomediterráneas murciano-almerienses, presentes en el territorio estudiado.

Todas estas formaciones vegetales tienen en la actualidad un alto grado de degradación, estando actualmente presentes en la

mayor parte del territorio las fases más heliofíticas como son los espartales, albardinares, pastizales o tomillares que apenas recubren la superficie. Gran parte del área está ocupada en la actualidad por cultivos o es objeto de un pastoreo extensivo, que unido a la actividad minera y la fuerte urbanización, sobre todo en la franja litoral, han hecho casi desaparecer la vegetación natural de la zona.

La tabla 229 muestra los taxones determinados en cada uno de los yacimientos y períodos culturales que cuentan con análisis antracológicos en la zona. El primer comentario que hay que realizar es sobre la gran cantidad de taxones determinados (47), aunque si eliminamos los taxones dobles (*Phillyrea/Rhamnus*, *Pistacia/Rhus*, *Pomoidea/Prunus* y *Populus/Salix*) que están representados en la lista por sus dos componentes el número se queda reducido a 43. El taxón *Pinus*, que se determina en Gatas y Fuente Álamo, tendría que ser asignado, con toda probabilidad, a alguna de las tres especies determinadas. Lo mismo ocurre con *Pistacia* (que se podría adjudicar a *Pistacia lentiscus* o *Pistacia terebinthus*), *Quercus* y *Quercus perennifolios* (que creemos que podrían corresponderse con *Quercus ilex-coccifera*), Ericaceae (con *Erica*) y Cistaceae (con *Cistus*); por lo cual tendríamos 37 taxones. Además, si eliminamos los 15 taxones simples que aparecen en un sólo yacimiento y período cultural (*Arbutus unedo*, Chenopodiaceae, *Erica*, *Fraxinus*, *Hedera helix*, *Juniperus*, Lamiaceae, *Myrtus*, *Nerium*,

ANÁLISIS ANTRACOLÓGICOS DE LA DEPRESIÓN DE VERA							
Secuencia Cultural	COBRE			BRONCE PLENO (Argar)		BRONCE TARDÍO	BRONCE FINAL
Yacimientos	Zajara ¹	Campos ¹	Santa Bárbara ¹	Gatas ²	Fuente Álamo ³	Gatas ²	Gatas ²
<i>Arbutus unedo</i>					*		
<i>Atriplex halimus</i>	*	*			*		
Chenopodiaceae					*		
<i>Cistus</i>	*	*		*	*		
Cistaceae					*		
<i>Daphne gnidium</i>		*			*		
<i>Ephedra</i>		*			*		
<i>Erica</i>					*		
Ericaceae				*	*		
<i>Ficus carica</i>				*	*	*	*
<i>Fraxinus</i>	*						
<i>Hedera helix</i>					*		
<i>Juniperus</i>					*		
Labiatae					*		
Leguminosae	*	*		*	*	*	*
Monocotiledoneae		*			*		
<i>Myrtus</i>				*			
<i>Nerium</i>				*			
<i>Olea europaea</i>	*	*	*	*	*	*	*
<i>Phillyrea</i>	*	*	*				
<i>Phillyrea/Rhamnus</i>		*		*	*	*	
<i>Pinus</i>		*	*	*	*	*	*
<i>Pinus halepensis</i>	*	*	*		*		
<i>Pinus pinaster</i>			*				
<i>Pinus pinea</i>					*		
Pistaceae	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pistacia lentiscus</i>	*	*	*		*		
<i>Pistacia terebinthus</i>	*	*	*		*		
<i>Pistacia/Rhus</i>				*		*	*
<i>Pomoidae/Prunus</i>				*			
<i>Populus</i>	*	*	*				
<i>Populus/Salix</i>				*		*	
<i>Prunus</i>				*		*	
<i>Quercus</i>				*	*	*	*
<i>Quercus ilex-coccifera</i>	*	*	*		*		
<i>Quercus suber</i>				*		*	
<i>Quercus perennifolio</i>					*		
<i>Rhamnus</i>				*	*	*	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	*	*	*	*	*	*	
<i>Rhus</i>				*		*	
<i>Salix</i>	*	*	*	*			
<i>Spartium junceum</i>						*	
<i>Tamarix</i>	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tetraclinis articulata</i>					*		
<i>Teucrium</i>				*			
<i>Viburnum tinus</i>					*		
TOTAL TAXONES	47	15	19	13	22	31	16
						16	8

Tabla 229. Distribución en los distintos yacimientos y períodos culturales de los taxones determinados en los análisis antracológicos de la Depresión de Vera. ¹(Rodríguez-Ariza 1999,2000), ²(Gale 1999), ³(Schoch & Schweingruber 1982, Carrión-Marco 2004)

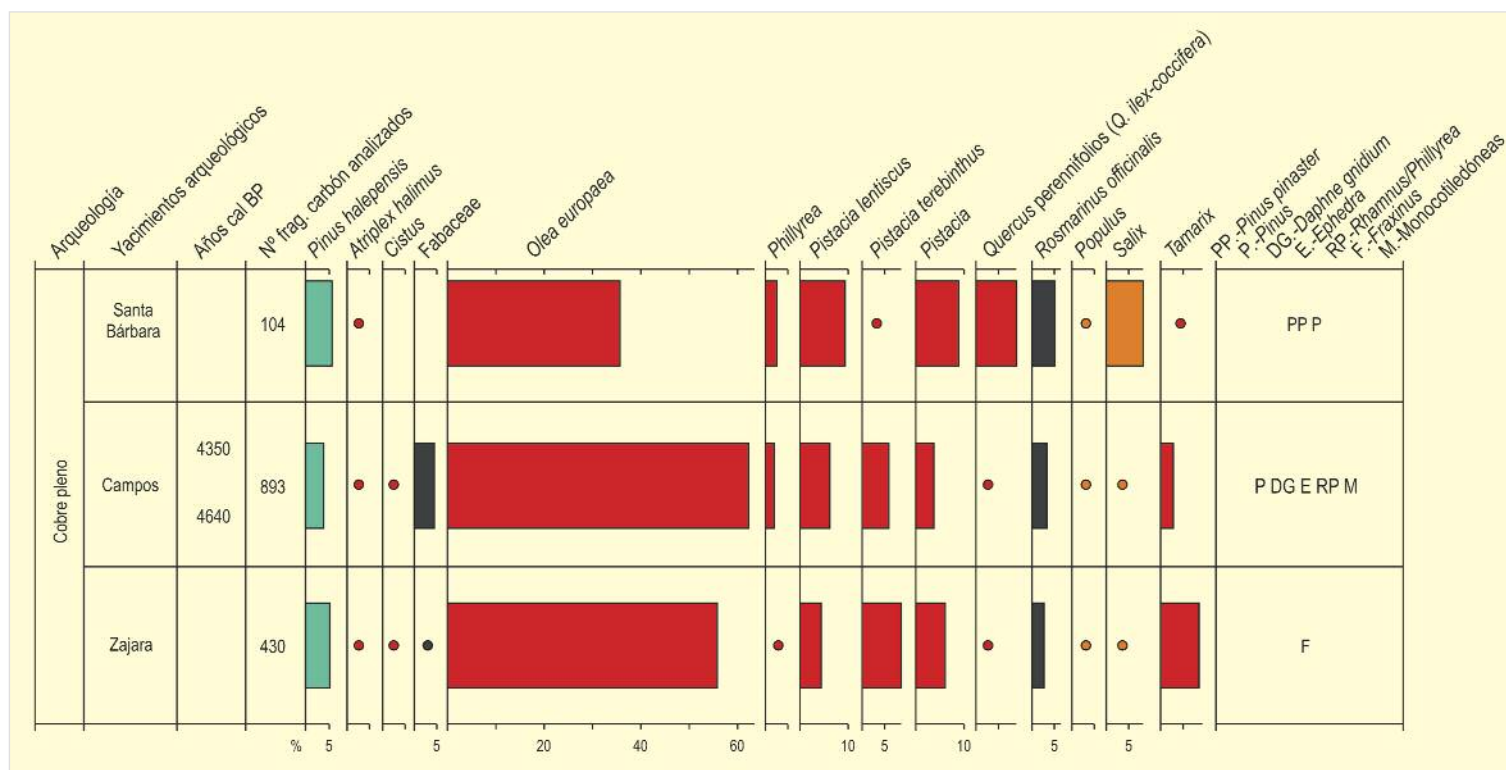


Figura 952. Histograma antracológico del Bajo Almanzora durante la Edad del Cobre. Redibujado de Rodríguez-Ariza (2000)

Pinus pinaster, *Pinus pinea*, *Spartium junceum*, *Tetraclinis articulata*, *Teucrium*, y *Viburnum tinus*) la lista se reduce a 22 taxones, que serían los taxones que nos pueden definir con mayor exactitud las distintas asociaciones vegetales desarrolladas a lo largo del tiempo en la Depresión de Vera.

De este grupo, 5 taxones están presentes en todos los yacimientos y períodos culturales, constituyéndose en los indicadores vegetales de la zona. Estos son *Olea europaea*, *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex-coccifera* y *Tamarix*. Junto a estos, *Rosmarinus officinalis* y las leguminosas sólo faltan en un período de Gatas y en Santa Bárbara respectivamente. Este grupo de taxones nos define una vegetación termófila con predominancia de los arbustos de gran talla como los acebuches, el lentisco y la coscoja, junto a un matorral representado por romeros y leguminosas arbustivas y la presencia de dos árboles, aunque también adoptan porte arbustivo, como son el pino carrasco y el taray. Por tanto, en principio podríamos pensar que la vegetación predominante es la de tipo maquia o garriga, descrita para las zonas costeras de diversas regiones mediterráneas, lo cual ya contrasta con la vegetación actual (prácticamente inexistente).

Si analizamos los datos a nivel cronológico hay que señalar la casi desaparición de la ripisilva que constituida en la Edad del Cobre por fresnos, álamos, sauces y tarays, sólo está representada por estos últimos en la Edad del Bronce junto a una escasa presencia de álamos o sauces en el Argar y Postargar de Gatas. Este fenómeno de desaparición de la ripisilva podría indicar un cambio de los parámetros bioclimáticos tendentes a una menor humedad, lo cual

provocaría una disminución del caudal de los cursos de agua y, por tanto, de la vegetación asociada.

También hay que destacar la aparición de la higuera en Fuente Álamo y Gatas a partir del Bronce pleno, lo cual abogaría por el cultivo de esta especie a partir de esta época, aunque hay que tener en cuenta que esta especie es característica de la vegetación mediterránea y la diferenciación anatómica entre la especie cultivada y la silvestre es imposible de realizar. La aparición de una cantidad significativa de carbón en Gatas y carbón y semillas en Fuente Álamo (Stika 1988) nos lleva a poder plantear que esta zona fuera un foco de domesticación o al menos de introducción del cultivo de esta especie en la Península Ibérica, aunque en la zona estuviera de forma natural con anterioridad.

Resumiendo, podríamos afirmar que el predominio del acebuche en todos los yacimientos junto con el lentisco puede expresar una formación local termomediterránea de lentiscar, aunque en algunos yacimientos como Santa Bárbara y en el Bronce pleno de Gatas está representada una vegetación más mesófila, indicando posiblemente que el piso de vegetación mesomediterráneo bajaría hasta las inmediaciones de estos yacimientos. A partir del Bronce tardío parece asistirse a un cierto cambio en la vegetación, tendente a una mayor aridez, aunque las temperaturas parece que no sufren variaciones importantes.

Más información

Schoch & Scweingruber (1982), Gale (1999), Rodríguez-Ariza (1999, 2000), Carrión-Marco (2004)

ZÓÑAR

Aguilar de la Frontera, Córdoba

Holoceno reciente (3385 años cal. BP-actualidad)



P. GONZÁLEZ-SAMPERIZ

Figura 953. Panorámica de la laguna de Zóñar

La Laguna de Zóñar (37° 29' 00" N, 04° 41' 22" O; 300 m s.n.m.) está localizada en la Depresión del Guadalquivir y es el humedal endorreico más extenso (37 ha), con mayor profundidad (14 m) y con los niveles hídricos más estables de Andalucía (Fig. 953). Aunque existe una influencia tectónica (presencia de fallas), la laguna tiene un origen fundamentalmente kárstico, relacionado con la disolución de materiales del Triásico (Valero-Garcés *et al.* 2006). El ciclo hidrológico de la laguna está controlado principalmente por precipitación, aguas subterráneas y escorrentía.

El clima actual de la región es Mediterráneo subhúmedo, con una temperatura media anual de 16°C y unos 530 mm de precipitación, aunque con una gran variabilidad interanual. La vegetación dominante está formada por árboles y arbustos esclerófilos como *Quercus ilex*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Genista*, *Rosmarinus officinalis*, *Myrtus communis*, *Rhamnus alaternus* y Cistaceae, alternando con amplias extensiones de herbáceas y parches aislados de mesófitos en la ripisilva (esencialmente *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Ulmus minor*, *Salix* y *Tamarix*). En general, el paisaje actual está intensamente intervenido y se observa un dominio masivo de plantaciones de olivo, incluso en los alrededores de la propia laguna de Zóñar. En el mismo lago, la vegetación sumergida está compuesta principalmente por *Najas marina* y *Zannichellia palustris*, con un cordón litoral de *Phragmites australis* y *Typha domingensis*.



P. GONZÁLEZ-SAMPERIZ

Figura 954. Plataforma de sondeos del LRC en el lago de Zóñar durante la campaña LIMNOCLIBER

Durante la primavera de 2004, el equipo de "Limnogeología y Cambio Global" del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC) llevó a cabo una serie de sondeos dentro de la campaña LIMNOCLIBER, en colaboración con el LRC de la Universidad de Minnesota (Fig. 954). Previamente, se había realizado una campaña de sismica con un sistema de alta resolución, monocanal, con una frecuencia de 3,5 kHz (*GeoAcoustic pinger source*), pero la penetración fue mínima y sólo se pudo reconstruir la batimetría del lago, pero no la disposición de los sedimentos lacustres. Los testigos de sedimento, se extrajeron en continuo mediante un sondeador de pistón Kullenberg (Valero-Garcés *et al.* 2006, Martín-Puertas *et al.* 2008).

El estudio *multiproxy* de la laguna de Zóñar ha permitido obtener una secuencia temporal que comienza con la inestabilidad climática global del 4000 años BP, caracterizada por una intensa crisis de aridez. Los datos sedimentológicos y geoquímicos indican que, durante este período, el lago se encontraba prácticamente seco. A partir de 2900 años BP se formó un lago efímero que perduró hasta 2600 años BP y posteriormente evolucionó a lago permanente, llegando a tener una profundidad de agua superior a la actual, es decir, mayor de 15 m. Este período, el más húmedo de todo el Holoceno reciente, se mantuvo hasta 1600 años BP y es conocido como Período Húmedo Íbero Romano (IRHP). El registro de Zóñar aporta información anual durante este período porque posee laminación varvada, lo que permite una reconstrucción de muy alta resolución. De 1600 a 1300 años BP (Anomalía Climática



P. GONZÁLEZ-SAMPERIZ

Figura 955. Plataforma de sondeo en Zóñar

Medieval-ACM), se observa un período de transición hacia condiciones más secas y someras que se invierten durante la Pequeña Edad del Hielo (PEH), cuando se produce un aumento del nivel de agua asociado a un aumento de las precipitaciones. La mecanización agrícola, los cambios en los usos del suelo y la gestión del agua y del humedal durante el último siglo, han sido, y son, la principal causa del estado y entorno actual de la laguna de Zóñar.

Los espectros polínicos recogidos representan un paisaje vegetal típico mediterráneo dominado por *Olea europaea*, *Quercus perennifolia*, *Pistacia lentiscus* y pequeños parches de coníferas, mesófitos y arbustos, con una representación herbácea con fluctuaciones, además de las habituales plantas acuáticas asociadas a la cuenca lacustre (Fig. 956). La base de la secuencia comienza con condiciones de frecuente exposición subaérea, lo que queda refle-

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material
Poz-18438	60	moderno	moderno	sedimento total
Poz-18459	229	845 ± 30	742	sedimento total
GRA-28167	242	825 ± 40	735	semillas
Poz-16014	280	1350 ± 30	1275	sedimento total
Poz-18507	364	1865 ± 30	1797	sedimento total
Poz-18460	394	2165 ± 30	2153	sedimento total
Poz-18508	472	2525 ± 30	2566	sedimento total
GRA-28166	532	2595 ± 40	2740	semillas
GRA-30025	565	3145 ± 40	3384	sedimento total

Tabla 230. Dataciones AMS utilizadas para el modelo cronológico de la secuencia del lago de Zóñar. Martín-Puertas et al. (2008)

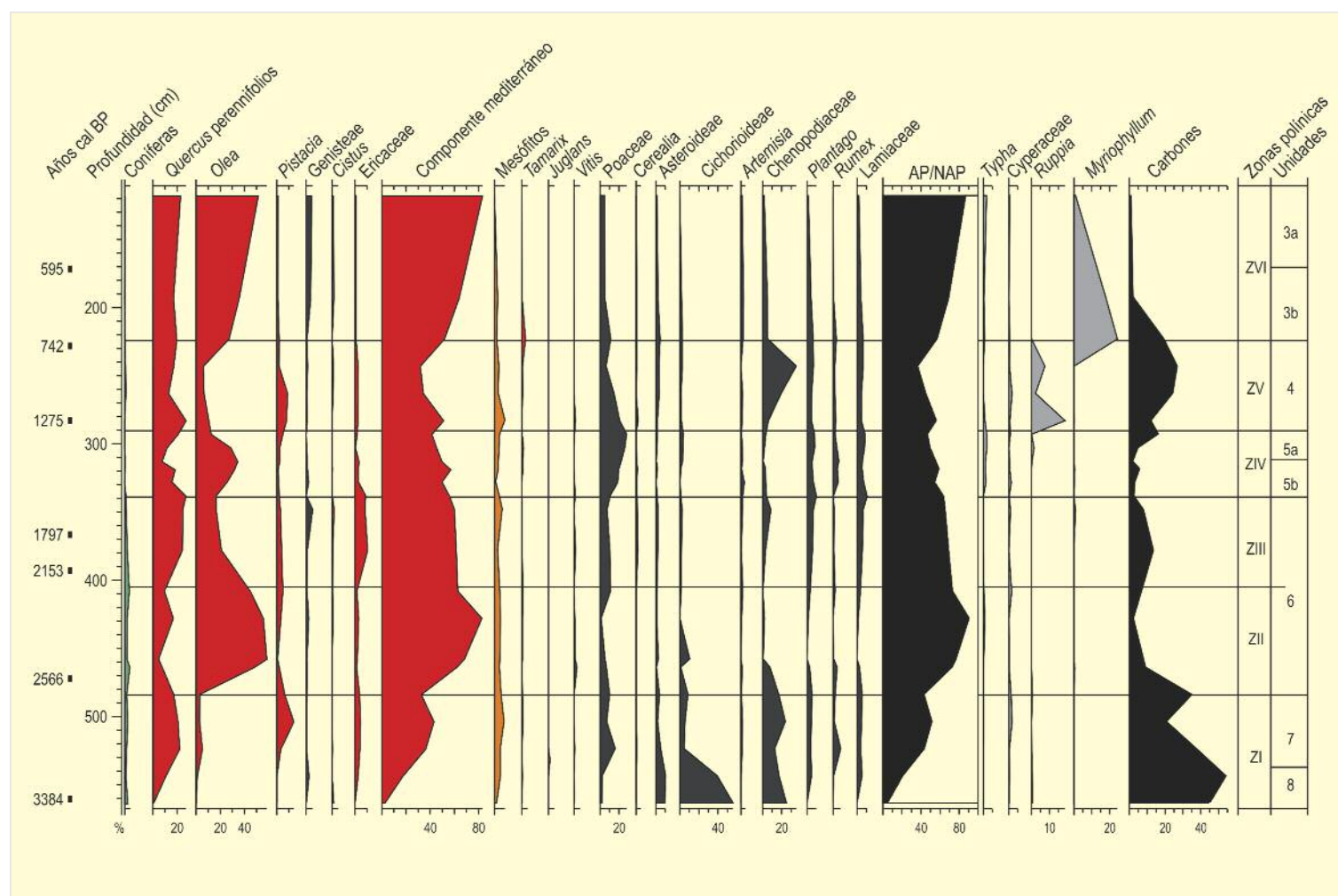


Figura 956. Diagrama polínico de taxones más representativos del registro de Zóñar

jado en la menor proporción arbórea de la secuencia, los altos valores de Cichorioideae y Chenopodiaceae, y la menor presencia de taxones acuáticos del registro. El rápido aumento de los componentes arbóreo y arbustivos (*Olea europaea*, *Quercus perennifolios*, *Rhamnus*, *Thymelaea*, *Phillyrea*, *Ligustrum*, *Ceratonia*, *Lycium*, *Cistus*, *Ericaceae*, *Ephedra* y *Genisteae*) y el descenso de las proporciones de herbáceas (NAP), particularmente *Chenopodiaceae*, se corresponde con el comienzo de un periodo más húmedo (transición unidades sedimentarias 6 y 7). En la unidad 4 se observa un aumento de NAP y *Chenopodiaceae*, indicando condiciones más áridas. Además, *Ruppia* es el taxón acuático dominante, en concordancia con un lago salobre y somero. El aumento de *Myriophyllum* (hasta un 20%) en la unidad 3B, marca de forma significativa el final de las condiciones áridas. Los picos más significativos de la evolución de *Olea* se localizan en las unidades 6 (más del 50 %) y 5 (alrededor de un 30%), zonas polínicas ZII, ZIII y ZIV, además de una clara tendencia expansiva a partir de la

unidad 3. El descenso de *Olea* observado en la unidad 4 y durante un intervalo rico en yesos de la unidad 6 pueden ser interpretados como periodos más áridos.

Llama la atención el elevado porcentaje de *Olea* registrado en periodo prerromano, lo que, además de a la vegetación natural, podría corresponder a un aprovechamiento local e incluso a su cultivo por parte de los íberos. El registro de la laguna de Zóñar ofrece una interesante secuencia para intentar valorar cuáles de los cambios paleohidrológicos y de vegetación que recoge son el resultado de cambios climáticos, cuáles de la intervención humana y cuáles de la interacción de ambos.

Más información

Valero-Garcés *et al.* (2006), Martín-Puertas *et al.* (2008)

LA JUNTA

Comarca del Andévalo occidental, Puebla de Guzmán, Huelva
Holoceno (4210-3980 años cal. BC)



Figura 957. Vista del yacimiento de La Junta

La Junta es un yacimiento arqueológico localizado en la comarca onubense del Andévalo occidental Pueblo de Guzmán (37° 39' 27" N, 07° 21' 20" O; 85 m s.n.m.). El área de intervención se localiza sobre una elevación con características de formación en espolón, en la confluencia de los cursos de los ríos Malagón y Albahacar.

Se han establecido dos fases en la ocupación. La primera correspondería a la fundación del asentamiento, con una cronología directa cal. 2770 años BC. A este momento pertenece la unidad sedimentaria 4. La segunda fase correspondería a su última ocupación, con una cronología directa cal. máxima de 2698 años cal. BC y mínima de 2414 años cal. BC (Nocete *et al.* 2005).

El paisaje local es adeshado con encina (*Quercus rotundifolia*) y alcornoque (*Quercus suber*) acompañados de especies como *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia* y *Pistacia lentiscus*, junto a jarales de *Cistus albidus* y *C. ladanifer*. A este conjunto se añaden también algunos núcleos forestales compuestos por *Pinus halepensis* y grandes extensiones repobladas con eucaliptos.



Figura 958. Restos arqueológicos del yacimiento de La Junta

La secuencia palinológica (Fig. 959) comprende 9 espectros polínicos, tres de los cuales resultaron palinológicamente estériles (2A, 3A2 y 7-1) (Fuentes *et al.* 2006). Los grupos más abundantemente representados en el contingente polínico son *Pinus* y Poaceae. También, pero en menor medida, Asteraceae, *Quercus ilex-coccifera*, *Olea*, *Cistus*, *Quercus suber*, Ericaceae y *Plantago*. En conjunto, se constata una dominancia del componente mediterráneo y xerofítico sobre el elemento caducifolio, así como una relativa abundancia del polen arbóreo durante la mayor parte del registro.

El estrato 4 se diferencia del resto por una mayor abundancia de *Pinus*, presencia exclusiva de abedul (*Betula*) y menor cobertura herbácea, afectando fundamentalmente a Poaceae, Chenopodiaceae, *Helianthemum*, *Plantago*, Cyperaceae y Asteraceae.

El nivel inferior de la unidad 3 muestra un fuerte decremento del componente arbóreo, afectando drásticamente a *Pinus* y, en menor medida, a *Quercus* perennifolios.

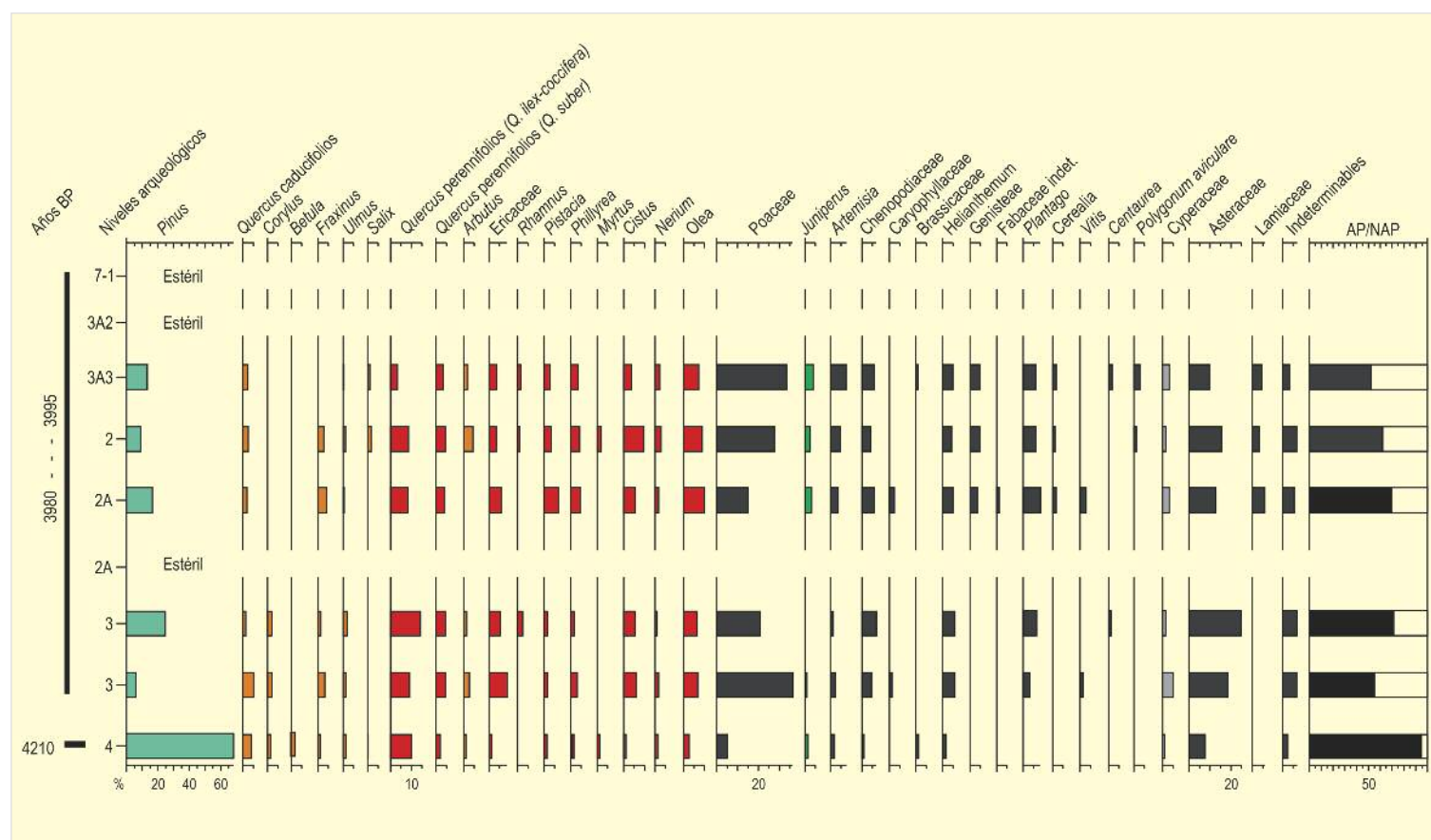


Figura 959. Diagrama polínico del yacimiento de La Junta. Redibujado de Fuentes *et al.* (2006)

El nivel superior de la unidad 3 sugiere una recuperación puntual de la masa forestal, que llega a alcanzar valores del 70%. *Pinus*, que exhibe valores a la par con *Poaceae*, continúa erigiéndose como principal contribuyente de los espectros polínicos. Queda constancia, además, de la última presencia de *Corylus*. A partir de este momento, el valor AP (polen arbóreo) decae progresivamente hasta alcanzar valores aproximados del 50 % al final de la secuencia.

La presencia de *Vitis* en la base del nivel 3 y en 2A, así como de polen de cereal en los niveles 2A, 2 y 3A3, sugieren el cultivo puntual de la vid y de cereales durante las fases implicadas.

Esta secuencia denota el impacto que la metalurgia del cobre ejerció sobre la cubierta vegetal en la comarca onubense del Andévalo occidental durante el III milenio BC. En el momento inicial de ocupación, el predominio del estrato arbóreo era absoluto, excediendo en un 90% el total de las especies identificadas, lo cual induce a considerar la presencia de un paisaje forestal denso en el entorno inmediato. En momentos posteriores de ocupación se aprecia el comienzo del proceso de deforestación que tiene lugar en la región.

Más información

Nocete *et al.* (2005), Fuentes *et al.* (2006)

MARISMAS DE DOÑANA

Parque Nacional de Doñana, Huelva-Sevilla
Holoceno (~ 2304 años BP-actualidad)

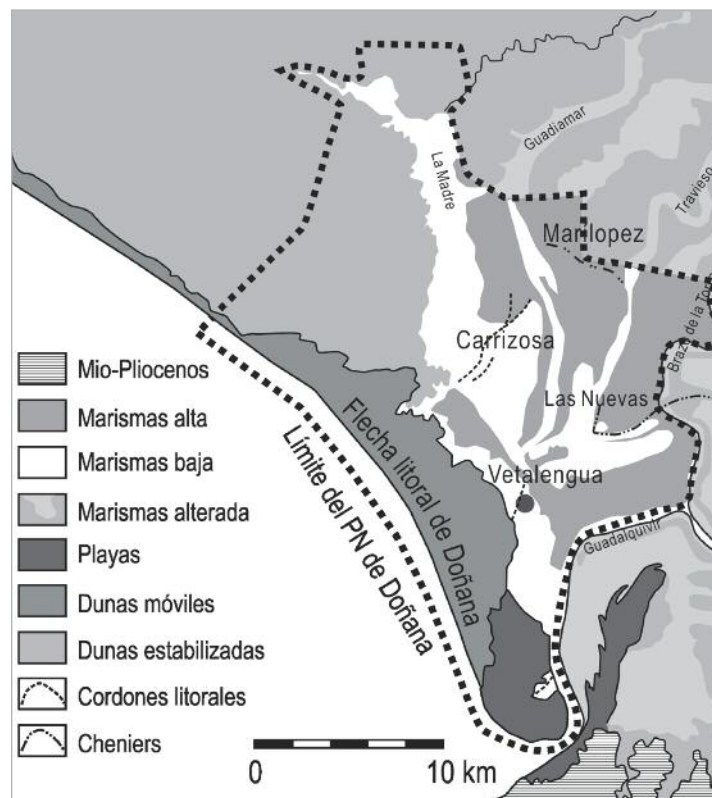


Figura 960. Límites y ambientes del Parque Nacional de Doñana. Redibujado de Yáñez (2005) y Yáñez *et al.* (2006)

Denominamos bajo este epígrafe diversos análisis polínicos realizados por Yáñez (2005) y Yáñez *et al.* (2006) sobre depósitos superficiales en el sector SO del Parque Nacional de Doñana. Estos incluyen Carrizosa, Lucio de Mari López, Vetalengua, Huerto Taraje, Cherri, Lucio del Membrillo, Caño de la Madre y Juncabalejo. Como ejemplo, tomamos las tres secuencias polínicas del área de Vetalengua (36° 54' 40" N, 06° 22' 54" O) (VL-1, VL-2, VL-3). El trabajo tuvo como objetivo incrementar el conocimiento paleoambiental para los últimos 2000 años en un sector limítrofe entre la marisma y la flecha litoral, muy próximo a la franja litoral. El estuario del Guadalquivir se sitúa en el suroeste de la península Ibérica, bajo la influencia del Océano Atlántico. Los sondeos para la palinología se hicieron sobre depósitos arcillosos que presentan intercalados niveles arenosos con alto contenido en malacofauna. Como referencia cronológica se cuenta con dos dataciones ¹⁴C, una de ellas de 1726 años cal. BP, realizada en



Figura 961. Marismas del Parque Nacional de Doñana



Figura 962. Pinares de pino piñonero (*Pinus pinea*) semienterrados por las dunas en el Parque Nacional de Doñana

bivalvos (*Cerastoderma*) del sondeo VL-2 y la otra de 2304 años cal. BP, realizada en el cordón arenoso (Fig. 962).

El sondeo VL-1 supone unos 28 cm de potencia cuya cronología se situaría en una fecha anterior a 2304 años BP. Los espectros polínicos están caracterizados por variaciones bruscas en las concentraciones de ranunculáceas, quenopodiáceas, asteráceas, poligonáceas, gramíneas, papaveráceas, *Campanula*, *Myriophyllum* y *Lemna*. Algunos microfósiles no polínicos son relevantes, como es el caso de *Pseudoschizaea*, que podría estar indicando el régimen de oscilación hídrica del sistema. Otros microfósiles son los tipos 222 y 315, entre otros.

El sondeo VL-2 corresponde a un depósito de unos 40 cm de potencia anterior a 1726 años BP. Las características palinológicas incluyen Alismataceae, *Lemna*, *Typha*, *Myriophyllum*, *Plantago*,

Edad	Perfil	Nivel	Polen dominante	Microfósil dominante	Tipo de medio	Fase
Actualidad		VII	Cyperaceae (15%), Ranunculaceae (15%), Chenopodiaceae (100%)	<i>Gloetrichia</i> (200%), Tipo 221 (85%), Tipo 119 (40%)	Marisma Pluvio/Fluvial	E-F
VL-3		VI	Estéril			
		V	Cyperaceae (80%), Chenopodiaceae (425%)	<i>Gloetrichia</i> (150%), Tipo 221 (30%), Tipo 119 (20%)		
		IV	Estéril			
VL-2		III	Cyperaceae (25%), Alismataceae (65%), Chenopodiaceae (500%)	<i>Gloetrichia</i> (60%), Zygnemataceae (250%), Tipo 119 (30%)	Marisma Pluvio/Fluvial	D
		1726BP	<i>Typha</i> (40%), Ranunculaceae (20%), <i>Plantago</i> (20%), Asteraceae (25%), Chenopodiaceae (25%)	Zygnemataceae (20%), Tipo 222 (30%)		
		IIB	Cyperaceae (30%), Alismataceae (3%), Myriophyllum (40%), <i>Plantago</i> (50%), Asteraceae (50%), Chenopodiaceae (25%)	<i>Botryococcus</i> (40%), Zygnemataceae (20%)	Marisma Pluvio/Fluvial	
	IIA	Cyperaceae (50%), <i>Lemna</i> (20%), Alismataceae (10%), Chenopodiaceae (10%)	<i>Botryococcus</i> (40%), Zygnemataceae (60%), <i>Pseudoschizaea</i> (40%)	Marisma Fluvial/Mareal		
	I	Estéril		Marisma Mareal/Fluvial		
VL-1	2304BP	IIC	Ranunculaceae (45%), <i>Myriophyllum</i> (15%), <i>Papaveraceae</i> (70%), Polygonaceae (50%)	<i>Pseudoschizaea</i> (40-5%), Tipo 315 Tipo 222 (500%)	Marisma Mareal/Fluvial	D
	IIB	<i>Lemna</i> (45%), <i>Polygonum</i> (20%), Chenopodiaceae (30%), Poaceae (80%)	Tipo 222 (150%)	Marisma Fluvial/Mareal	C	
	IIA	<i>Lemna</i> (10%), <i>Myriophyllum</i> (20%), <i>Plantago</i> (20%)	Tipo 222 (100%)	Marisma Mareal/Fluvial		
	I	Chenopodiaceae (45%), Asteraceae (20%), Apiaceae (20%)	<i>Pseudoschizaea</i> (30%), Tipo 132 (15%), Tipo 165, Tipo 222 (200%)	Marisma Mareal/Fluvial		

Figura 963. Microfósiles presentes en las tres secuencias polínicas del área de Vetalegua. Redibujado de Yáñez *et al.* (2006)

Polygonum, Asteraceae, Chenopodiaceae y Cyperaceae. Otros microfósiles acuáticos (Zygnemataceae, *Botryococcus* y *Pseudoschizaea*) tienen una representación importante.

El sondeo VL-3 tiene 84 cm de potencia y recoge el período comprendido entre los 1726 años BP y la actualidad. Es una fase caracterizada por la abundancia eventual de Cyperaceae, Alismataceae, Chenopodiaceae, Fabaceae, *Plantago*, Asteraceae, Ranunculaceae, *Botryococcus*, *Gloetrichia*, Tipo 221 y Zygnemataceae.

Los cambios observados en la vegetación autóctona marismeña durante el Holoceno reciente en estos registros se presentan controlados primordialmente por la dinámica geomorfológica del

medio. Queda abierta la hipótesis de que la variación palinomorfológica indicadora de la vegetación alóctona haya sido causada por otros agentes. De entre éstos, cabe considerar que, en efecto, el clima y la acción antrópica pueden ser prevalentes. Dicho esto, queda también claro que la respuesta vegetal al cambio climático no habría sido, en ningún caso, inmediata, debido a la dinámica interna y a la interferencia de las condiciones locales. Los eventos de prevalencia de las condiciones marinas en el estuario quedan reflejados por hiatos palinológicos.

Más información

Yáñez (2005), Yáñez *et al.* (2006)

RAMBLA HONDA

Almería

Holoceno (2539 años cal. BP)

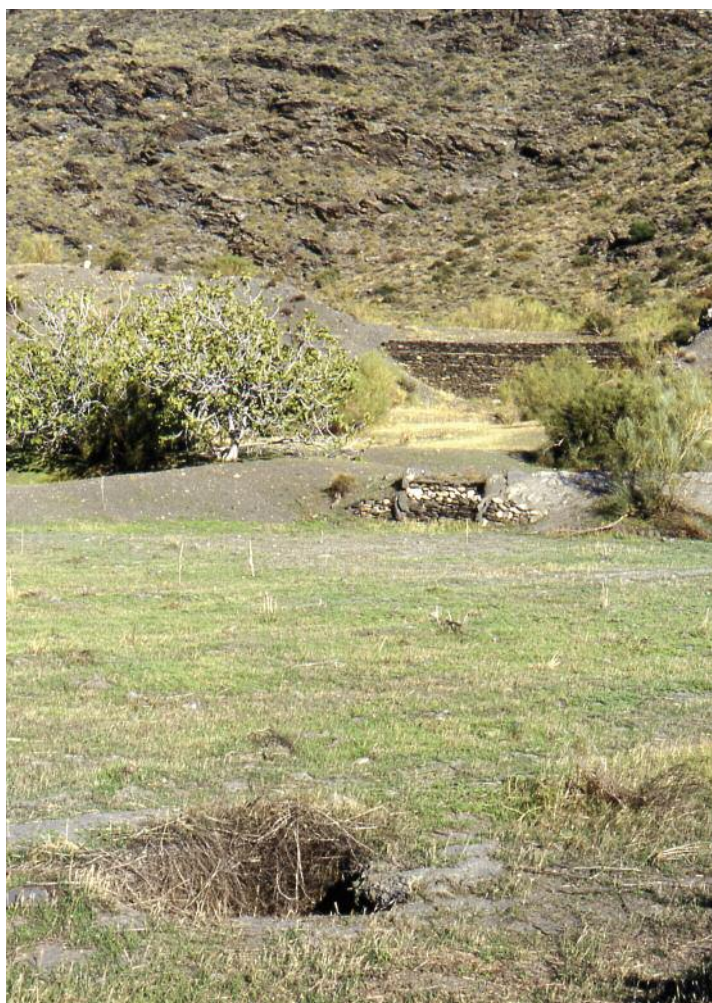


Figura 964. Detalle de una boquera de Rambla Honda. Paisaje de espartal en la ladera

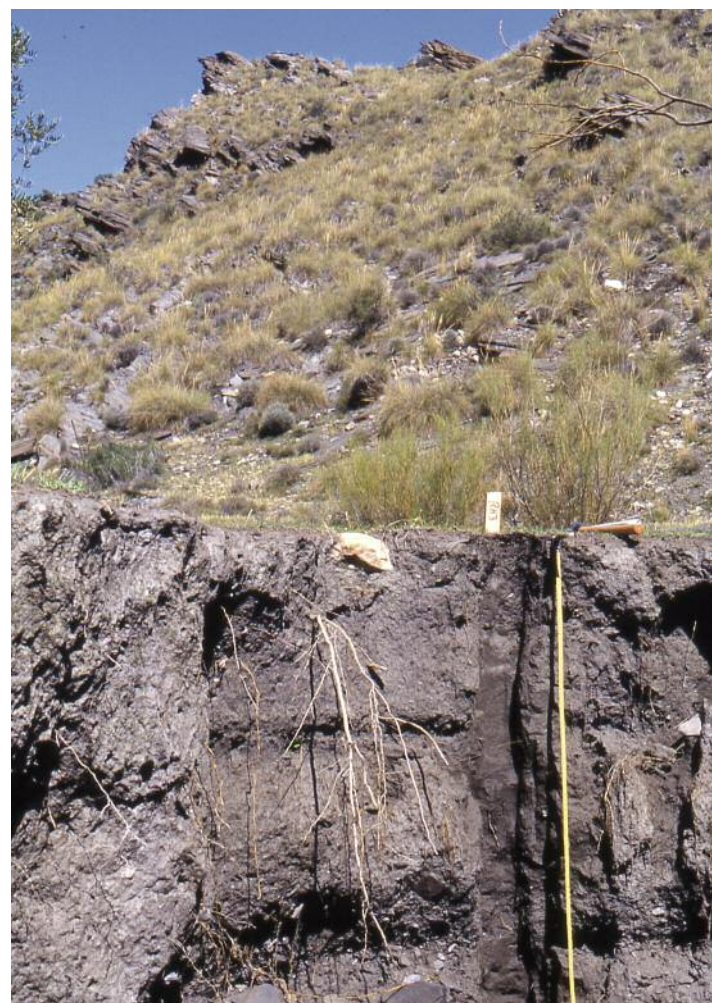


Figura 965. Columna de muestreo de la secuencia RH3

Se presentan aquí dos secuencias (RH₃ y RH₄) originarias de las cercanías de la cuenca instrumentada de Rambla Honda (36° 55' 31" N, 02° 21' 20" O; a 610 m s.n.m.), que la Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC) de Almería instaló para su investigación de la erosión de suelos en zonas áridas (desde 1989). Los sedimentos analizados provienen de dos perfiles de *boqueras*

en desuso, del lado derecho de Rambla Honda. Se conoce que estas terrazas de cultivo, siempre al lado mismo de los cauces de barrancos, han ido acreciendo sus tierras a lo largo del tiempo y a costa de la entrada (direccionada por el hombre) de sedimentos durante los episodios pluviales. En un territorio de suelos denudados y pobres, estas *boqueras* se constituyen en fértiles

Ref. Lab.	Prof. (cm)	Años BP	Años cal. BP	Material	Método
Beta-60416	270	2450 ± 50	2539	residuo palinológico	AMS

Tabla 231. Datación radiocarbónica para RH₄. La edad se ha calibrado según <http://www.calpal-online.de>

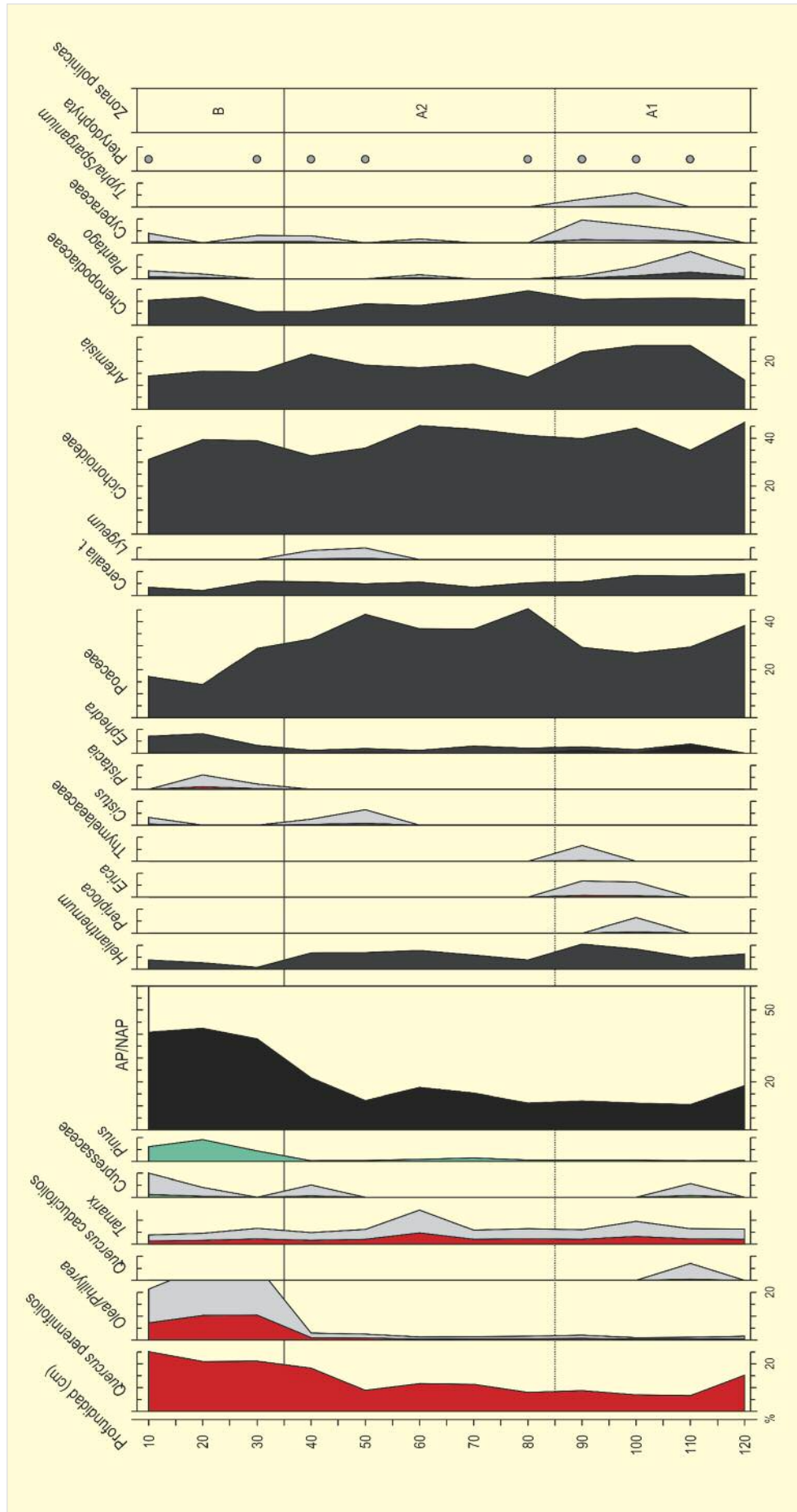


Figura 966. Diagrama polínico de la secuencia RH3 de Rambla Honda. Redibujado de Burjachs et al. (1998)

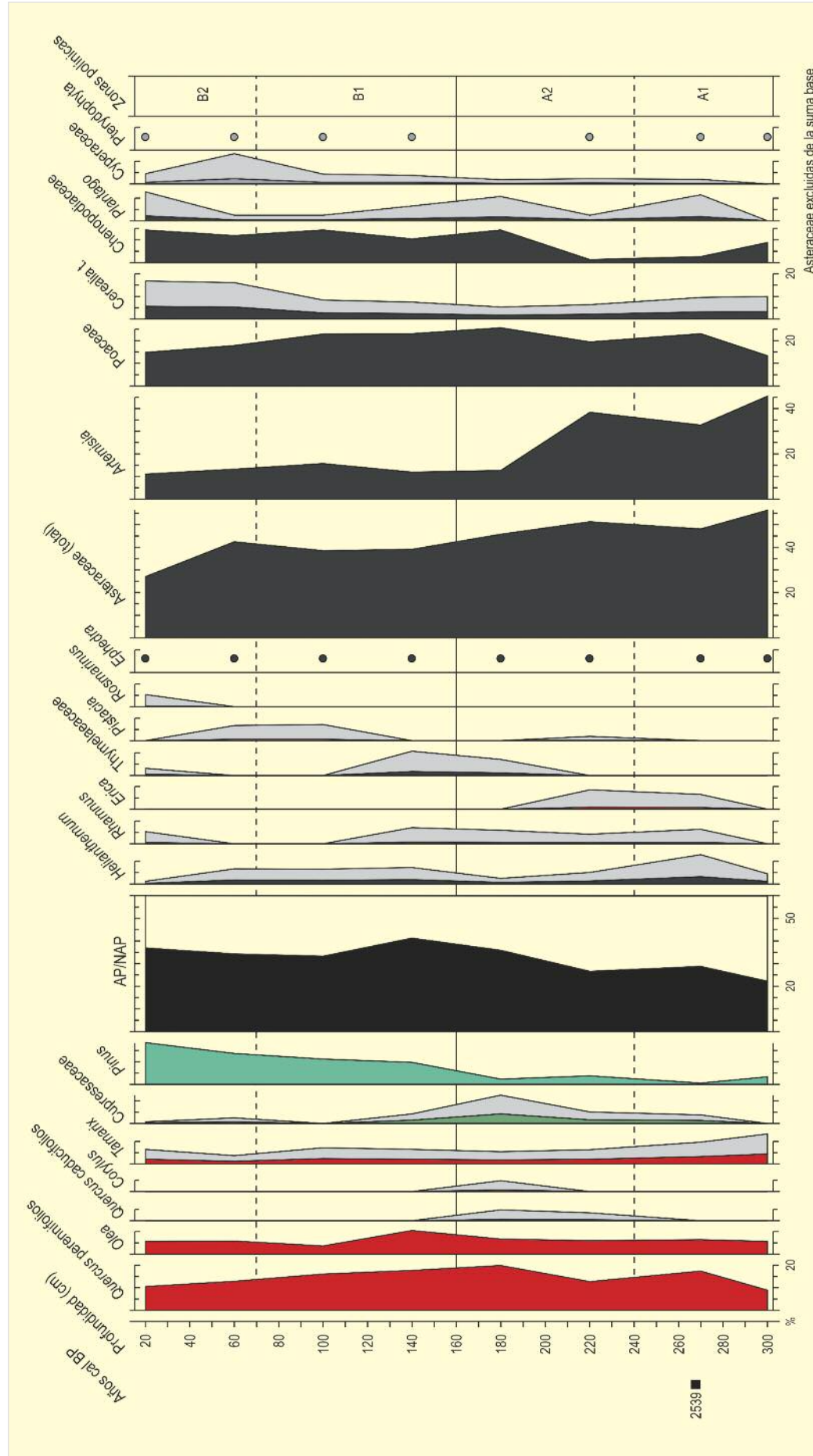


Figura 967. Diagrama polínico de la secuencia RH4 de Rambla Honda. Redibujado de Burjachs et al. (1998)

sedimentos aluviales, que mantienen la humedad y permiten una agricultura de subsistencia. La litología de la zona es de micasquistos.

El clima actual de la zona es mediterráneo templado y semi-árido, con precipitaciones anuales de unos 266 mm, siendo la evapotranspiración de 1666 mm anuales. La temperatura media anual es de unos 16,2 °C, donde las heladas invernales están prácticamente ausentes. Es una de las zonas de la Península Ibérica con más horas de sol al año (3000 h. aprox.).

La vegetación actual de esta zona es rala y escasa, ya que ni la pluviometría ni la utilización ancestral del territorio permiten que se desarrollen bosques o monte bajo. Básicamente encontramos espartales (*Stipa tenacissima*, *Dactylis hispanica*, *Helianthemum almeriense*, *Artemisia barrelieri* y *A. campestris*), albadales (*Anthyllis cytisoides*, *Cistus albidus*, *Daphne gnidium*, *Coronilla juncea* y *Rosmarinus officinalis*) y retamares en los fondos de valle (*Retama sphaerocarpa*, *Tamarix africana*, *Nerium oleander*, *Thymelaea hirsuta*, *Ononis natrix* y *Ficus carica*).

El registro de la paleoflora fósil de RH4 (Fig. 967) nos informa de que en los últimos 2500 años el territorio ya se encontraba prácticamente denudado de vegetación arbóreo-arbustiva. La escasa vegetación arbórea detectada por el análisis polínico podría provenir de las montañas cercanas, tales como la Sierra de Alhamilla, donde

actualmente aún existe un encinar relicto. Dichas formaciones, estarían constituidas por el tipo *Quercus ilex-coccifera*, *Olea* (silvestre o cultivada), cupresáceas y *Tamarix* en los fondos de valle. La leve expansión de *Pinus* en períodos recientes podría estar relacionada con repoblaciones, aunque éstas no hayan tenido mucho éxito.

Es interesante observar la evolución del componente arbustivo (RH3 y RH4, Figs. 966 y 967). Los taxones más constantes a lo largo del tiempo son *Helianthemum* y *Rhamnus*, observándose una sucesión diacrónica de *Erica*, Thymelaeaceae, *Cistus/Pistacia*, *Rosmarinus* y *Ephedra*. Cabe destacar en la base del diagrama de RH3 (sin datación) la presencia de *Periploca*, que demostraría su retroceso durante el Holoceno.

Se concluye en un paleopaisaje sumamente abierto, donde los taxones polínicos predominantes son herbáceos: Poaceae, Asteraceae, *Artemisia* y Chenopodiaceae-Amaranthaceae. La importancia de esta secuencia radica en el hecho de que es uno de los pocos estudios paleopalinológicos que se han realizado sobre sedimentos de zonas áridas, ya que no es fácil encontrar secuencias analizables.

Más información

Burjachs *et al.* (1998)

SAN BERNARDO

Sevilla

Holoceno (siglo I AD)



Figura 968. Barrio de San Bernardo con su iglesia insignia

El yacimiento arqueológico de San Bernardo se encuentra ubicado en la zona sureste de la ciudad de Sevilla ($37^{\circ} 23' 15''$ N, $05^{\circ} 59' 20''$ O; 10 m.s.n.m.), en pleno Valle del Guadalquivir. La llanura aluvial se divide geológicamente en dos zonas, una oriental, que separa los depósitos fluviales de las terrazas pleistocenas de las calcarenitas pliocenas, y otra occidental, donde los aluviones del río forman un valle asimétrico en su unión con el relieve del Aljarafe, formado por materiales del Mio-Plioceno (Martín-Consuegra *et al.* 1998).

Se trata de una zona de clima mediterráneo, con valores medios anuales de 18°C de temperatura y 550 mm de precipitación. La vegetación potencial en la ribera del Guadalquivir se encontraría conformada por comunidades de bosque galería que, sin embargo, no se desarrollan como consecuencia de la expansión urbana en los límites del cauce. La vegetación actual está constituida por formaciones degradadas de bosque medi-

terráneo al norte de la ciudad, comunidades de saladar en Las Marismas, localizadas al sur, y explotaciones agrícolas al este y oeste del enclave (Martín-Consuegra *et al.* 1998).

En el yacimiento fueron realizados un total de cuatro sectores (S-1.1, S-2.1, S-3.1 y S-4.1), cuatro trincheras o catas (T-1, T-2, T-3 y T-4) y seis sondeos geotécnicos (D-1, D-2, D-3, D-4, D-5 y D-6). A su vez, de cada una de las catas fueron obtenidas una serie de columnas estratigráficas. De entre ellas, la columna 1-B del sector 1.1 y la columna 2-B del sector S-2.1 fueron utilizadas tanto para el estudio de la secuencia ocupacional del sitio como para el análisis polínico (Martín-Consuegra *et al.* 1998).

Los resultados arqueológicos indican que San Bernardo tuvo una primera ocupación en época romana, datada entre el siglo I AD y la segunda mitad del siglo II AD. Sin embargo, la escasa superficie excavada impidió definir el tipo de ocupación existente

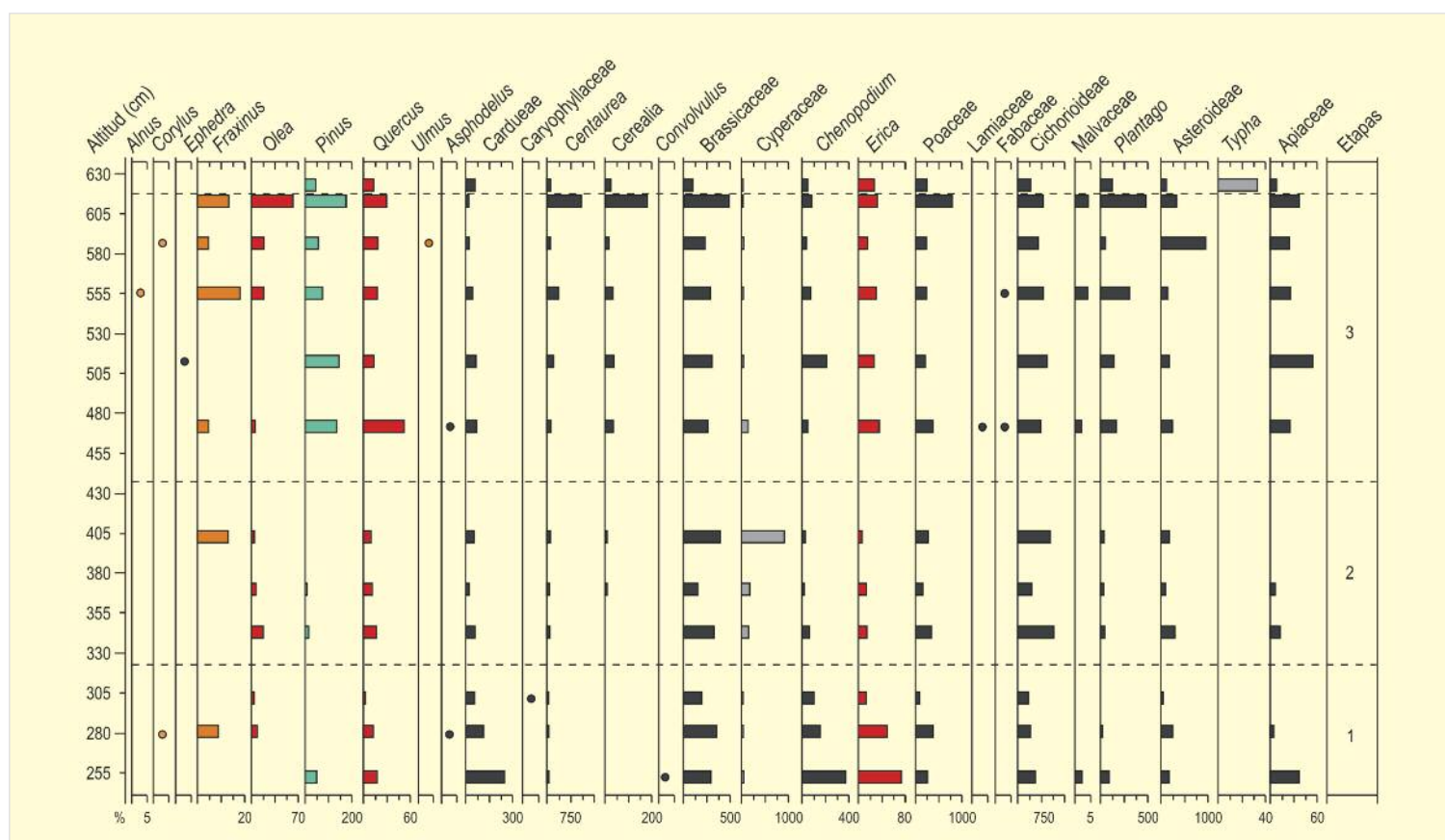


Figura 969. Diagrama polínico de San Bernardo 1-B. Redibujado de Martín-Consuegra *et al.* (1998)

en esta zona, si bien la poca calidad de las construcciones y algunos materiales sugieren que pudo tratarse de un área de almacén o de carácter industrial. La siguiente ocupación documentada es de época moderna, datada entre finales del siglo XVI y mediados del XVII, durante la cual esta zona pudo tener también un uso de corte industrial. La parte superior de la secuencia corresponde ya a mediados del siglo XIX. La gran potencia estratigráfica documentada en los últimos dos siglos de esta secuencia, de hasta el doble que en los 14 siglos anteriores, dan idea de la importancia de los procesos de inundación acontecidos en Sevilla en esta cronología (Martín-Consuegra *et al.* 1998).

En lo que concierne al análisis polínico (Fig. 969), la columna 1-B destaca en general por la gran escasez de polen arbóreo en comparación con el de carácter herbáceo. Para su lectura se han definido tres fases diferenciadas:

Fase 1. Se registra un predominio de taxones relacionados con actividades de pastoreo (Cardueae, Brassicaceae, *Chenopodium*, Gramineae, Liguliflorae, *Plantago* y Tubuliflorae) y ausencia, sin embargo, de Cerealía como indicador de agricultura en la zona. Aparecen también taxones asociados a la actividad fluvial próxima (Cyperaceae y *Fraxinus*). Otros elementos, como *Quercus* o *Erica*

indican el desarrollo de formaciones de carácter mediterráneo en la zona. Los taxones arbóreos son escasos, apareciendo *Olea*, *Pinus* y *Quercus*.

Fase 2. Se caracteriza por un fuerte incremento de los valores de Cyperaceae, que sugiere la posibilidad de que la zona hubiese sufrido procesos de inundación durante esta etapa. El resto de elementos aparece en porcentajes similares a la fase anterior, si bien los taxones de pasto experimentan una ligera reducción.

Fase 3. Se detecta una reducción de Cyperaceae asociada probablemente a una disminución de la influencia de las inundaciones en las proximidades de los cursos de agua. Los taxones relacionados con actividades de pastoreo (*Centaurea*, *Chenopodium*, Gramineae, *Plantago*, Tubuliflorae y Umbelliferae) y de cultivo de cereales (Cerealía) experimentan un considerable incremento. No obstante, se sigue apreciando la presencia de un bosque mediterráneo en el entorno próximo, gracias a la documentación de *Quercus* y *Erica*. Dentro de esta misma fase, la última muestra presenta importantes cambios, marcados por el declive de los elementos mayoritarios frente al aumento de *Isoetes*, esporas triletes y *Typha*. Se interpreta como una posible mezcla con los niveles de relleno superior, constituidos por sedimento procedente de zonas inundadas destinado a nivelar el terreno.

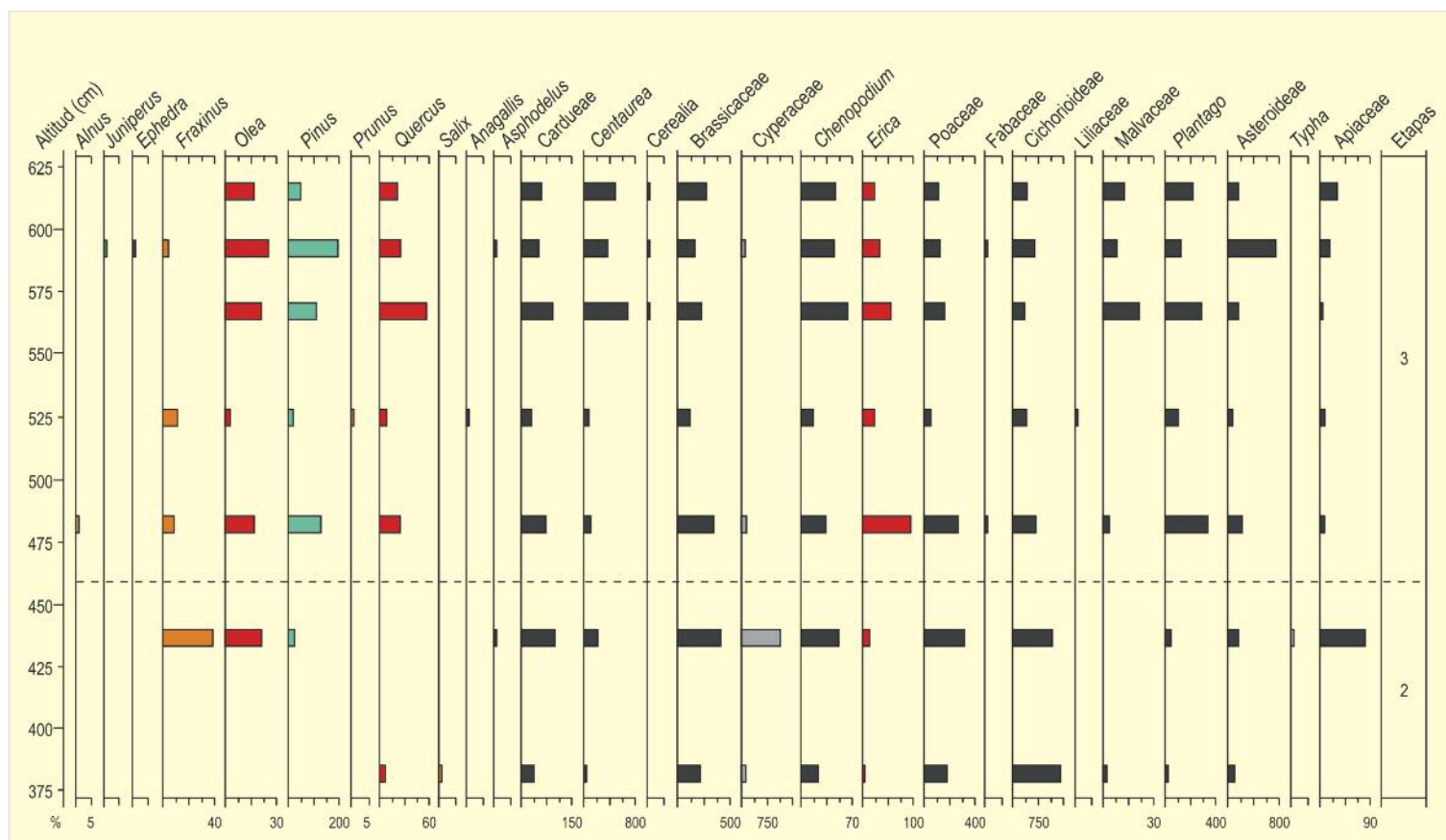


Figura 970. Diagrama polínico de San Bernardo 2-B. Redibujado de Martín-Consuegra *et al.* (1998)

La columna 2-B (Fig. 970) presenta también una gran escasez de polen arbóreo frente a la abundancia de polen herbáceo. En esta ocasión el diagrama polínico ha sido dividido en dos fases:

Fase 2. Presenta importantes porcentajes de Cyperaceae, junto con *Typha*, *Salix* y *Fraxinus*, como indicadores de la importancia de los cauces del entorno, que pudieron sufrir inundaciones periódicamente. Los pastos tienen también una importancia considerable en esta fase. Aparecen también *Quercus* y *Erica* como indicadores de la presencia en las proximidades de formaciones de bosque mediterráneo.

Fase 3. Se da una retracción de Cyperaceae como indicador de una reducción del espacio inundado en el entorno del yacimiento. Sin embargo, *Centaurea*, *Chenopodium*, *Plantago* y Tubuliflorae aumentan, indicando la existencia de zonas en donde pudo llevarse a cabo una actividad de pastoreo de ganado. El desarrollo de la

agricultura en la zona aparece representado por la aparición de taxones como *Prunus*, *Verbena* y *Cerealia*.

En definitiva, la secuencia de San Bernardo constata que el entorno del enclave estuvo, desde época romana (Fase 1), marcado por el desarrollo de vegetación relacionada con actividades antrópicas como el pastoreo o la agricultura, si bien se mantuvieron zonas ocupadas por formaciones de bosque mediterráneo durante toda la secuencia. Por otro lado, el estudio polínico, a través de indicadores como Cyperaceae, ha permitido constatar la importancia de los procesos de inundación acontecidos en Sevilla desde el siglo XVII hasta mediados del siglo XIX (Fase 2), aunque posiblemente a partir de este momento con un grado menor de extensión (Fase 3).

Más información

Martín-Consuegra *et al.* (1998)

EL ALJIBE

Parque Natural de Los Alcornocales, Alcalá de los Gazules, Cádiz
Holoceno reciente (1140 años cal. BP)



Figura 971. El Picacho muy próximo a la turbera del Aljibe en el Parque Natural de los Alcornocales



Figura 972. Turbera del Aljibe

El sitio estudiado palinológicamente ($36^{\circ} 31' 21''$ N, $05^{\circ} 38' 49''$ O; ~ 400 m s.n.m.) se corresponde con una zona semiturbosa de la Sierra del Aljibe, en el Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz), localizada en el piedemonte occidental de la elevación de

El Picacho. En esta zona, el nivel freático aflora hasta la superficie desembocando en la aparición de la Laguna del Picacho. La estructura geológica subyacente a esta laguna estacional está constituida por grandes unidades de areniscas oligomiocénicas inmersas en una

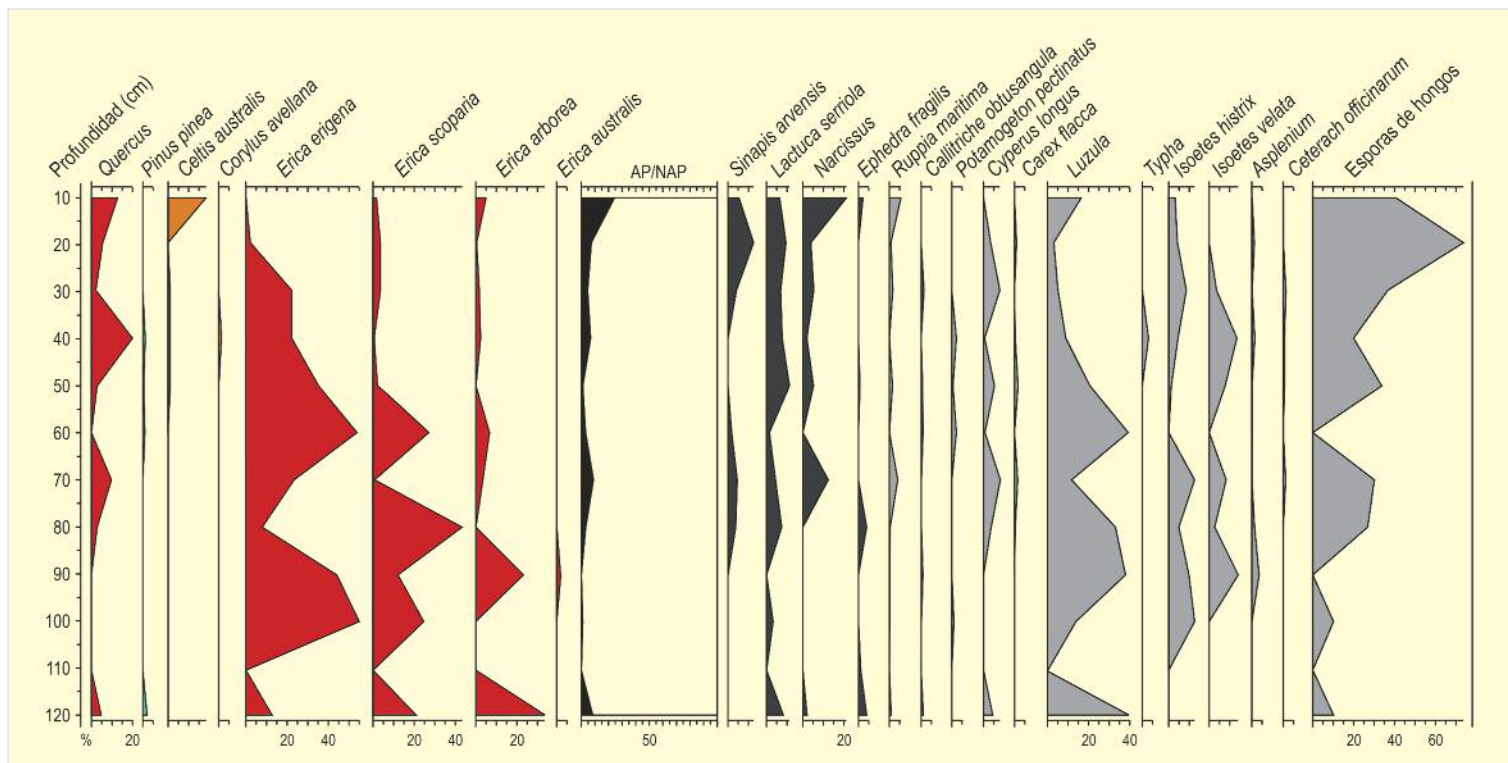


Figura 973. Diagrama polínico de la secuencia del Aljibe. Redibujado de Gutiérrez *et al.* (1996, 1997)



Figura 974. Alcornoque (*Quercus suber*) en pleno Parque Natural

matriz de margas eocénicas y arcillas pleistocénicas (Blanco *et al.* 1991, Gutiérrez *et al.* 1996). El clima es de tipo mediterráneo, pero con ciertas particularidades debidas a su localización geográfica, determinando temperaturas suaves y regulares durante todo el año y un régimen de precipitaciones muy particular, que con frecuencia puede superar los 2000 mm anuales.

La vegetación próxima a la laguna está constituida por un bosque abierto de *Quercus suber* con un matorral de brezales (*Erica*, *Calluna*) y leguminosas como *Stauracanthus boivinii* y un estrato basal de helófitos (Cyperaceae y Juncaceae) junto a gran cantidad de especies herbáceas de pequeño porte. Bordeando la cubeta de agua, incluso en su zona central, encontramos higrófitos como *Myriophyllum alterniflorum*, *Illecebrum verticillatum*, *Callitriche* y *Ranunculus peltatus*. La calidad del pastizal convierte a la zona en un lugar utilizado para el pastoreo del ganado. A esta presión ganadera hay que añadir una alta presión antrópica ya que es lugar de tránsito para senderistas y, además, se localiza cerca de un área recreativa.

El estudio polínico (Fig. 973) llevado a cabo por Gutiérrez *et al.* (1996, 1997) presenta los únicos datos disponibles hasta la fecha para el Cuaternario dentro del área del Parque Natural de Los

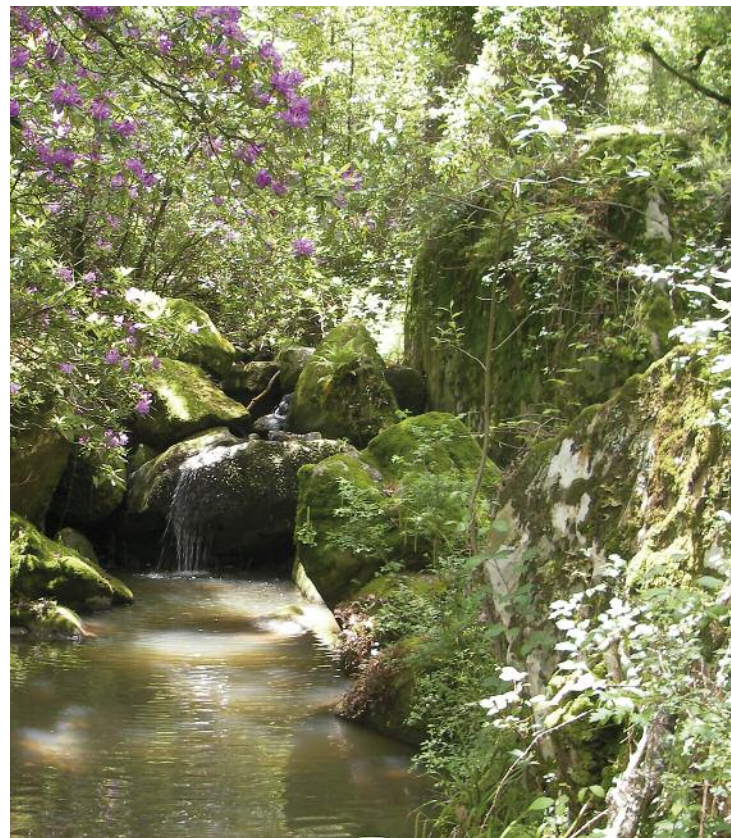


Figura 975. Bosque en galería o canutos del Parque Natural de los Alcornocales. En primer plano, a la izquierda, el paleoendemismo terciario *Rhododendron ponticum* subsp. *baeticum*


Alcornocales. Consistió en el análisis de una columna de 300 cm de profundidad en la que todas las muestras analizadas por debajo de los 120 cm resultaron estériles. Dadas las características del sedimento y el material disponible, sólo pudo obtenerse una fecha por datación con ^{14}C que arrojó una antigüedad de 1140 años cal. BP a los 60 cm. A lo largo de toda la secuencia (Fig. 973) se observan valores reducidos de polen arbóreo. En la reconstrucción efectuada, el estrato arbóreo aparece dominado, como en la actualidad, por el género *Quercus* (presumiblemente *Q. suber*). Con porcentajes inferiores al 5% se detecta la presencia discontinua de *Pinus*, *Corylus* y *Celtis*, con éste último experimentando un progresivo aumento a partir de los 20 cm de profundidad y alcanzando valores próximos al 20% al final de la secuencia. El matorral estaría constituido, como ahora, fundamentalmente por brezales. Los taxones herbáceos y los acuáticos muestran continuas oscilaciones en sus curvas especialmente a los 110, 90, 70, 60 y 20 cm que podrían indicar cambios en la superficie de la laguna y en el nivel del agua. La secuencia, por tanto, está dominada por el componente local, tanto en lo que respecta a la vegetación del entorno como en el propio contexto paleolimnológico. Este componente, podría enmascarar posibles cambios en la vegetación del conjunto del Parque.

Más información

Gutiérrez *et al.* (1996, 1997)

GIBRALTAR





REGISTRO PALEOBOTÁNICO DE GIBRALTAR
(el número corresponde al indicado en el mapa)

1. Cueva de Gorham

CUEVA DE GORHAM

Gibraltar

Pleistoceno superior-Holoceno (> 47.410 años BP-12.840 años cal. BP)

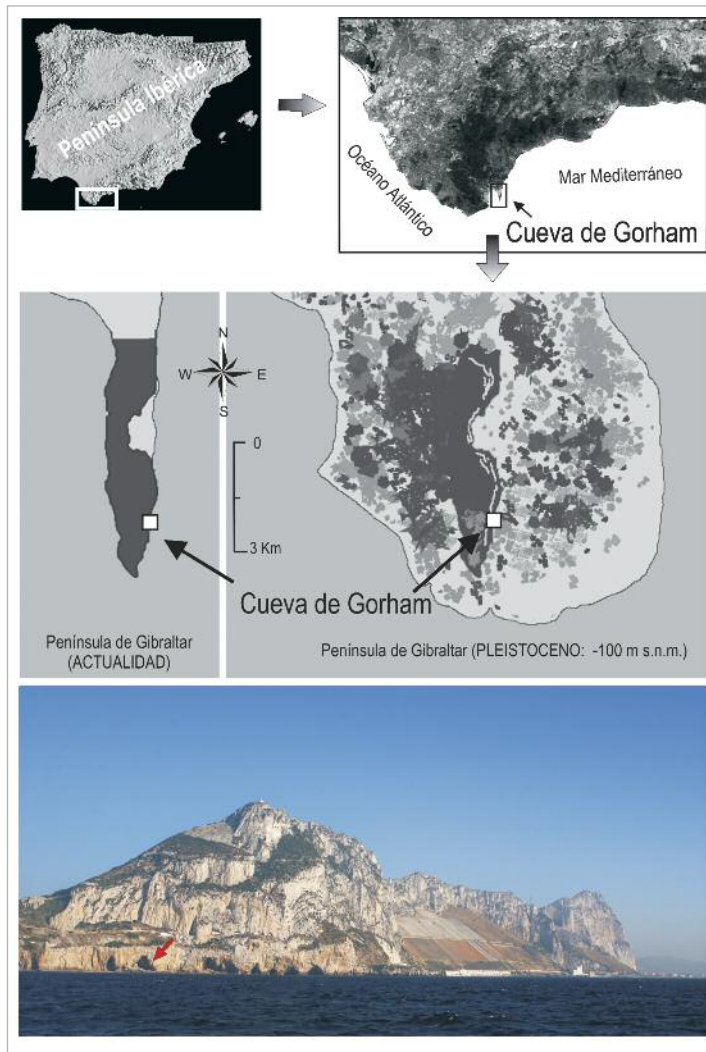


Figura 976. Localización de la cueva de Gorham en Gibraltar, en el suroeste de la Península Ibérica. Reconstrucción de la Península de Gibraltar durante el Último Máximo Glacial cuando el nivel del mar estaba a 100 m por debajo del nivel actual. Redibujado de Carrión *et al.* (2008)

La cueva de Gorham es una de las cavidades que se sitúan en el nivel basal y suroriental de la Península de Gibraltar, al borde del nivel actual del mar a $36^{\circ} 07' 13''$ N y $05^{\circ} 20' 31''$ O (Fig. 976). Las excavaciones, realizadas intensivamente desde 1997, cubren un área de unos 29 m² y han producido una estratigrafía en cuatro niveles (Finlayson *et al.* 1999, 2000, 2006) (Fig. 977). Los niveles I y II corresponden al Holoceno, con prevalencia de materiales fenicios.

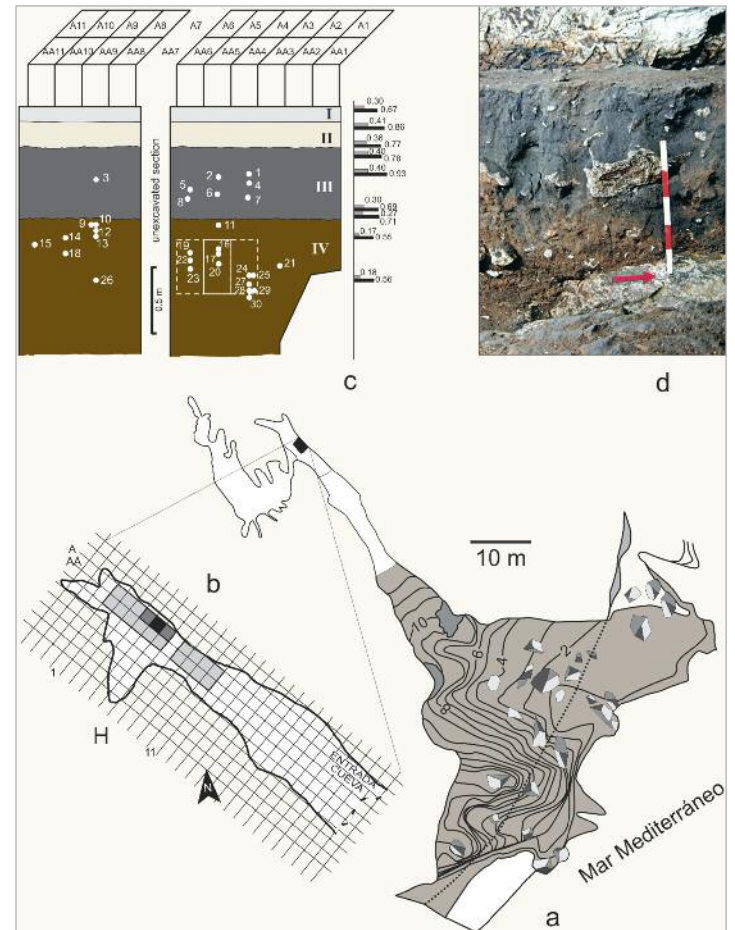


Figura 977. Plano general de la cueva de Gorham (a). Área excavada en la zona más profunda de la cueva (b). Estratigrafía de la excavación mostrando los puntos en los que se han hecho dataciones y la cuadrícula con sus 131 m² excavados (c). Fotografía que muestra la sección AA2-AA3, y los niveles IV (marrón, abajo) y III (gris, arriba); la flecha roja indica el norte (d). Redibujado de Finlayson *et al.* (2006)

El nivel III corresponde al Paleolítico superior y el nivel IV al Musteriense. La cronología absoluta basada en radiocarbono AMS fue desarrollada sobre fragmentos de carbón (Tabla 232). El nivel IV está datado entre 32.560 y 23.780 años BP, aunque hay tres fechas basales más antiguas de 44.090 años BP. El nivel III está datado entre 12.640 y 10.880 años BP para el horizonte magdaleniense y entre 18.440 y 16.420 años BP para el horizonte solutrense.

Ref. Lab.	Años BP (2σ)	Años cal. BP	Método
Horizonte magdaleniense (nivel III)			
Beta-185343	10.880 ± 80	12.840	AMS
Beta-181895	12.460 ± 100	14.790	AMS
Beta-184047	12.640 ± 100	15.120	AMS
Horizonte solutrense (nivel III)			
Beta-181893	16.420 ± 120	19.700	AMS
Beta-184042	18.440 ± 160	22.120	AMS
Horizonte tardío musteriense (nivel IV)			
Beta-185345	23.780 ± 540	28.740	AMS
Beta-196775	24.010 ± 320	28.920	AMS
Beta-196773	26.400 ± 440	31.160	AMS
Beta-185346	27.280 ± 420	31.980	AMS
Beta-196770	28.170 ± 480	32.710	AMS
Beta-196791	28.570 ± 480	33.050	AMS
Beta-184048	29.210 ± 380	33.610	AMS
Beta-184049	29.240 ± 380	33.630	AMS
Beta-196792	30.310 ± 620	34.540	AMS
Beta-196776	30.560 ± 720	34.770	AMS
Beta-184045	31.110 ± 460	35.130	AMS
Beta-196768	31.290 ± 680	35.370	AMS
Beta-196772	31.780 ± 720	36.220	AMS
Beta-196769	31.850 ± 760	36.320	AMS
Beta-19671	32.560 ± 780	37.000	AMS
Horizonte basal musteriense (nivel IV)			
Beta-184044	44.090 ± 2200	-	AMS
Beta-181894	46.540 ± 3600	-	AMS
Beta-184040	>47.410	-	AMS

Tabla 232. Fechas de los niveles estratigráficos de la Cueva de Gorham (Gibraltar). Finlayson *et al.* (2006)

Los estudios paleobotánicos en Gorham incluyen análisis antracológicos y palinológicos (Carrión *et al.* 2008). La secuencia antracológica para el nivel IV (Musteriense) está dominada por *Pinus pinea-pinaster*, con una pequeña contribución de *Pinus nigra-sylvestris*, *Juniperus*, Fabaceae, Cistaceae, *Olea* y *Erica* (Fig. 978). El nivel III (Paleolítico superior) tiene predominio de estróbilos y madera quemada de *Pinus pinea-pinaster*, acompañados por *Juniperus*, *Quercus*, *Arbutus unedo*, *Fraxinus*, Fabaceae, Cistaceae y *Pistacia lentiscus*.

La palinología de sedimentos (Fig. 980) ofrece para el nivel IV altas frecuencias de *Juniperus*, *Pinus*, Ericaceae, Poaceae, Asteraceae, Cistaceae y, en menor medida, *Ilex aquifolium*, *Artemisia* y Chenopodiaceae. Entre los componentes de AP destacan *Olea*, *Pistacia*, *Betula*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Quercus* y *Salix*. El nivel III incluye algo más de polen de pino y gramíneas, menos de *Juniperus* y máximos de ericáceas. Por lo demás, se constata una diversidad polínica que incluye, entre otros, *Asphodelus*, *Olea*, Lamiaceae, *Salix*, *Quercus*, *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Cedrus*, *Corylus*, *Fraxinus*,

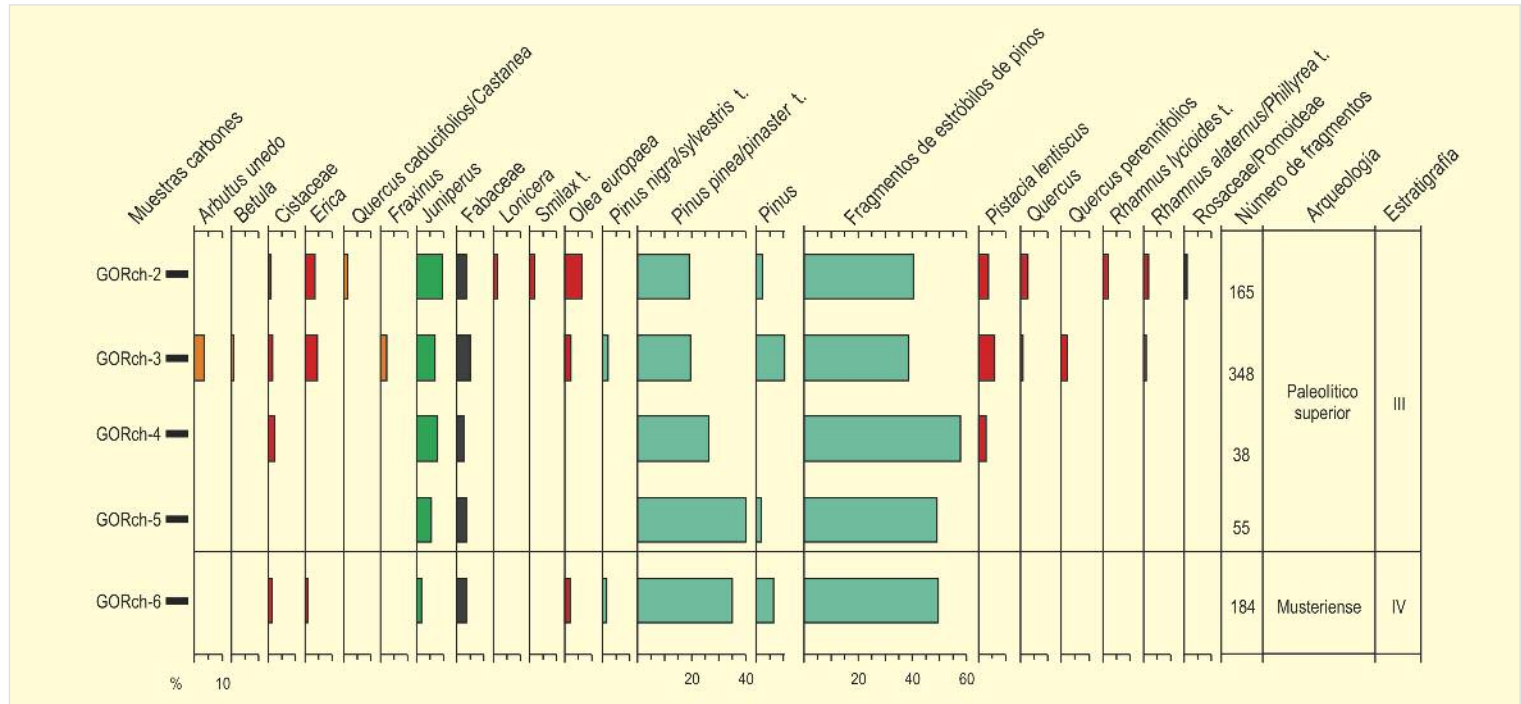


Figura 978. Diagrama antracológico de la Cueva de Gorham. Redibujado de Carrión et al. (2008)

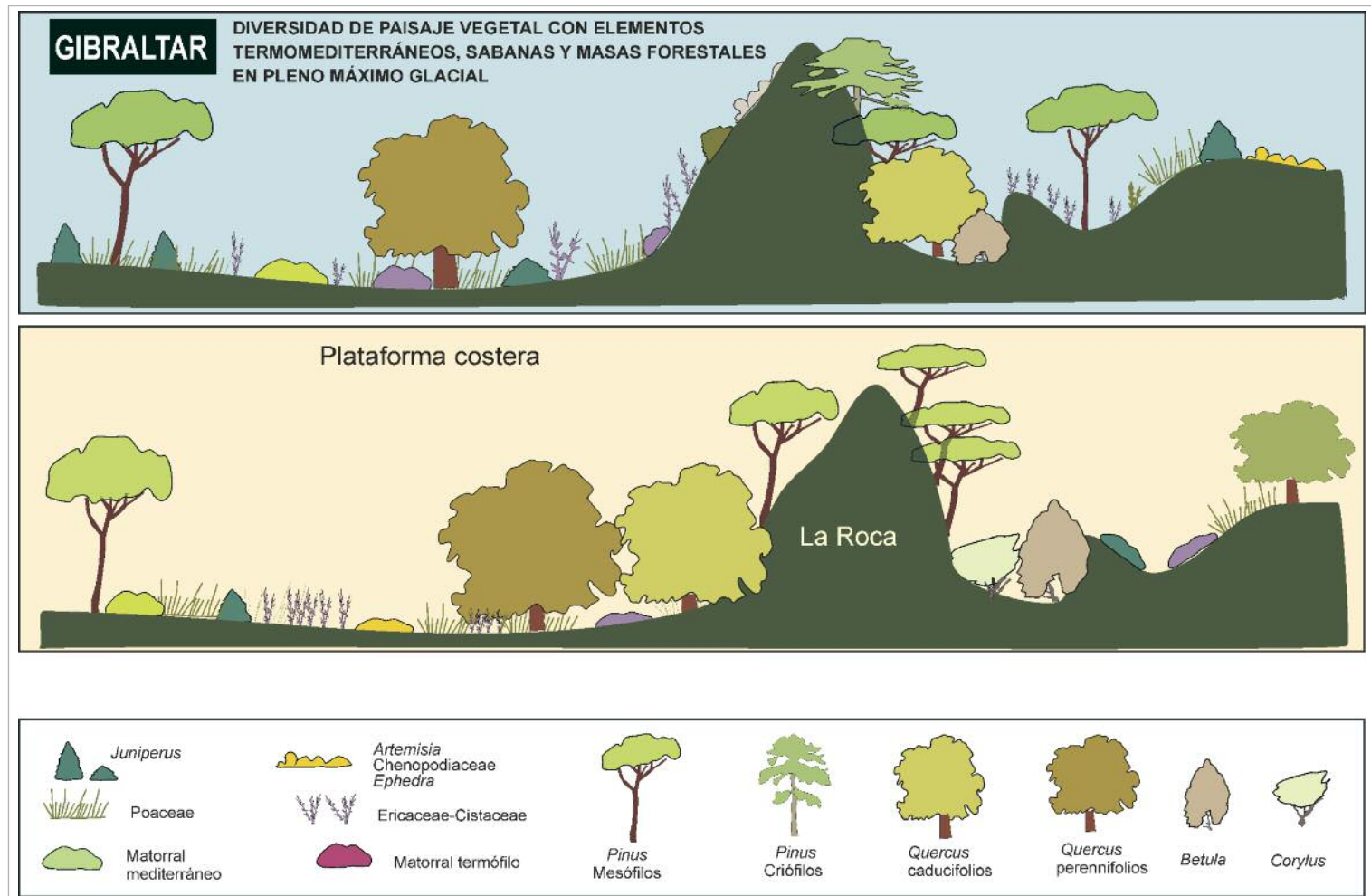


Figura 979. Representación de la vegetación en la zona de Gibraltar durante el Último Máximo Glacial y periodo interglacial, a partir de datos procedentes del análisis polínico de sedimentos y coprolitos, así como de muestras de carbón vegetal. Modificado de Finlayson & Carrión (2007)

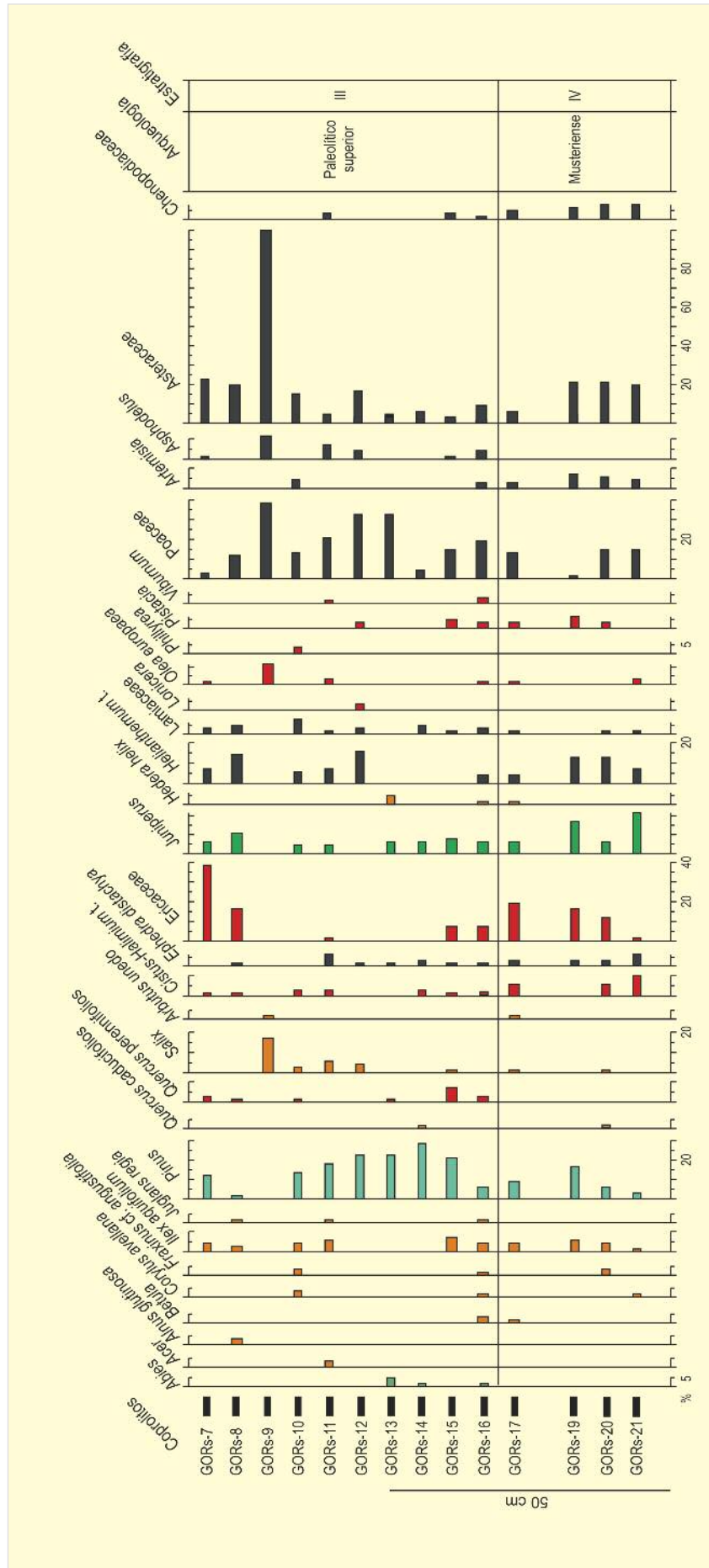


Figura 980. Diagrama polínico de la sección litoestratigráfica de la Cueva de Gorham. Redibujado de Carrión et al. (2008)

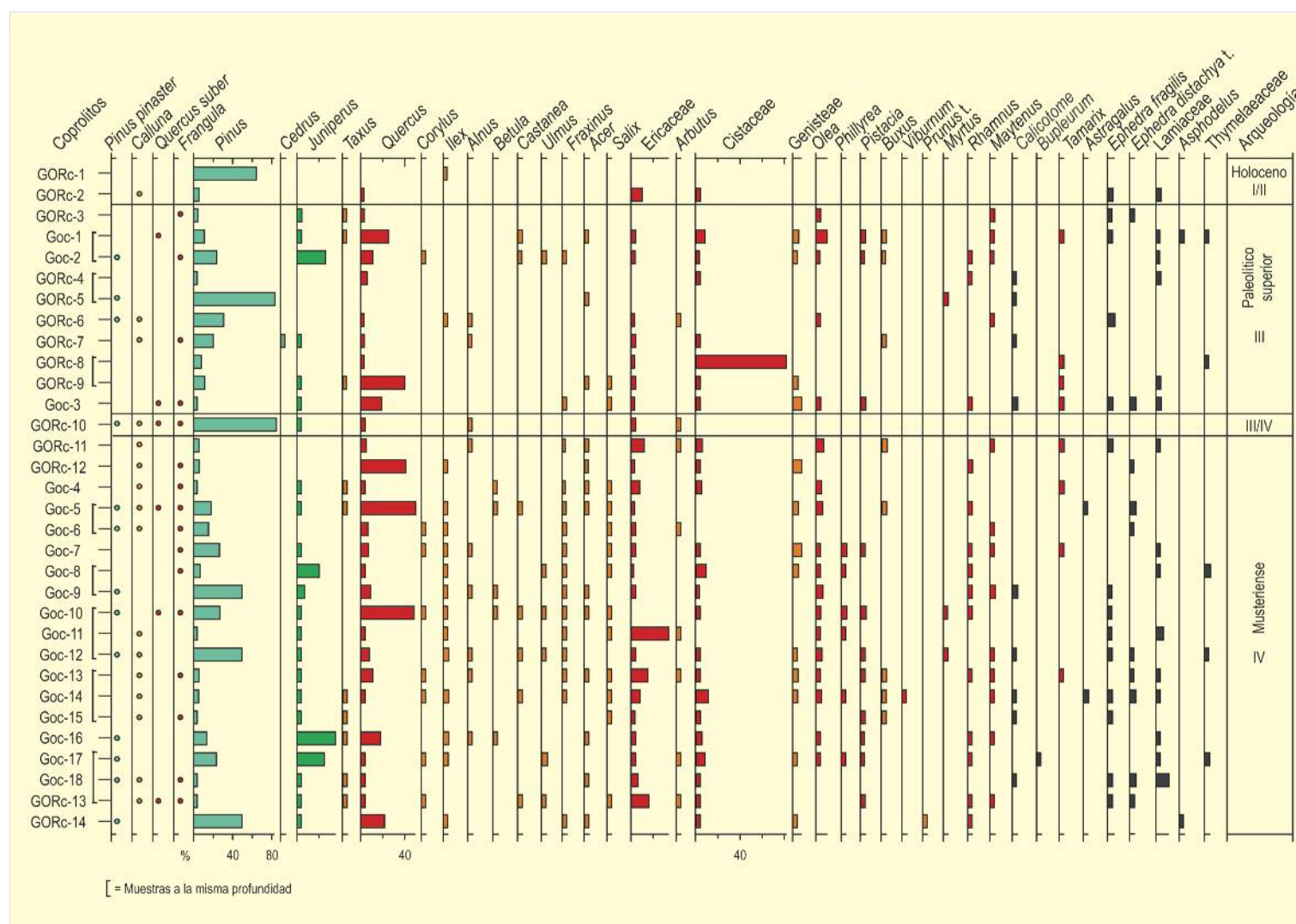


Figura 981. Diagrama polínico de taxones arbóreos (AP) en coprolitos de la Cueva de Gorham. Redibujado de Carrión *et al.* (2008)

Ilex, *Juglans*, *Populus*, *Quercus*, *Hedera*, *Thymelaeaceae*, *Ephedra*, *Lonicera*, *Phillyrea* y *Viburnum*.

La palinología de coprolitos sitúa los resultados en el contexto de un paisaje en mosaico y complementa los datos anteriores (Figs. 981, 982 y 983). Los tipos dominantes de los espectros polínicos son *Pinus*, *Poaceae*, *Quercus* y *Juniperus*. Otros taxones que alcanzan eventualmente porcentajes importantes son *Artemisia* (Figs. 982 y 983) (Goc-18, Goc-6, GORc-3), *Cyperaceae* (Fig. 982) (Goc-4), *Cistaceae* (Figs. 981 y 983) (GORc-8), *Plantago* (Fig. 982) (GORc-7), *Ericaceae* (Figs. 981 y 983) (Goc-11) y *Asteraceae* (Fig. 982) (GORc-6). Aparte de los anteriores, hay que mencionar la presencia de *Taxus*, *Pinus pinaster*, *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Castanea*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Salix*, *Arbutus*, *Olea*, *Phillyrea*, *Buxus*, *Viburnum*, *Rhamnus*, *Maytenus*, *Myrtus*, *Calicotome*, *Ericaceae*, *Genisteae*, *Asphodelus*, *Artemisia* y *Plantago*, entre otros.

Integrando estas tres fuentes de información paleobotánica y teniendo en cuenta que: (a) el carbón arqueológico permite sobre todo reconstruir la composición del componente leñoso, (b) el polen del re-

lleno sedimentario muestra la composición y abundancia de la vegetación local, y (c) el polen de coprolitos representa la vegetación regional, se puede deducir que la vegetación del Musteriense en la península gibraltareña estuvo caracterizada por bosquetes de pinos con gramíneas en el estrato basal, así como un buen número de plantas leñosas adicionales que pudieron formar bosques en determinados enclaves. A nivel regional, la diversidad de tipos de vegetación fue considerable, incluyendo bosques de quercíneas y pinos, bosques mixtos, sabanas, bosques riparios, matorrales heliofíticos y chaparrales con muchos caméfitos y hemicriptófitos, praderas y áreas de vegetación esteparia, halofítica y litoral. Las sabanas pueden haber sido importantes a lo largo de las plataformas costeras. Estas incluirían en el estrato arbóreo especies como *Pinus pinea*, *Juniperus phoenicea*, *Q. ilex-rotundifolia*, *Q. coccifera*, *Q. suber*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo* y *Pistacia terebinthus*.

Durante el período coetáneo del Paleolítico superior de Gorham la vegetación no cambió mucho, aunque hay una tendencia general a la apertura del paisaje forestal, pero manteniendo altos niveles de fitodiversidad. Cabe resaltar la supervivencia de taxones como *Maytenus*, *Myrtus* y *Calicotome*, típicos del matorral xerotérmico

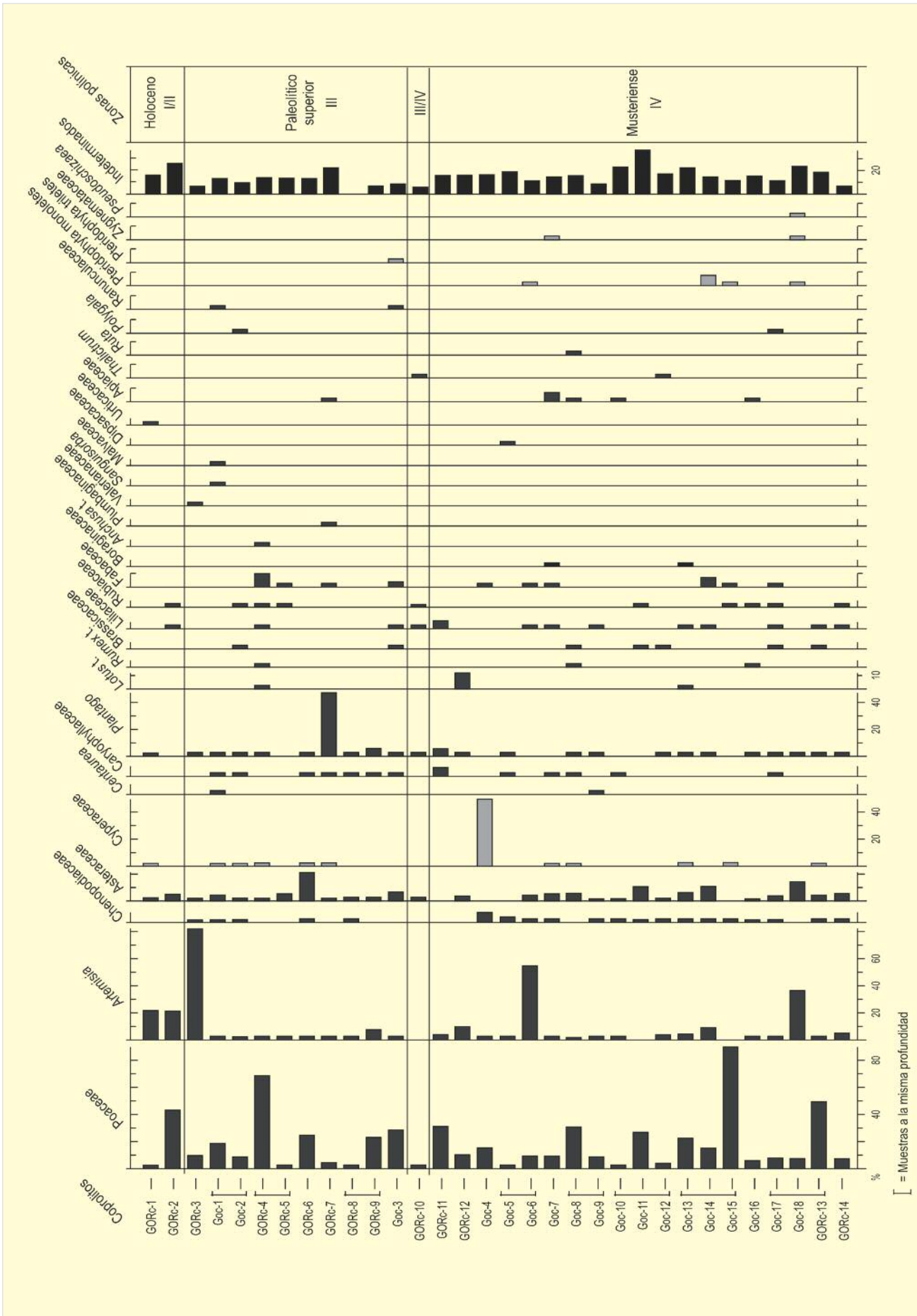


Figura 982. Diagrama polínico de taxones no arbóreos (NAP) de coprolitos de la Cueva de Gorham. Redibujado de Carrión et al. (2008)

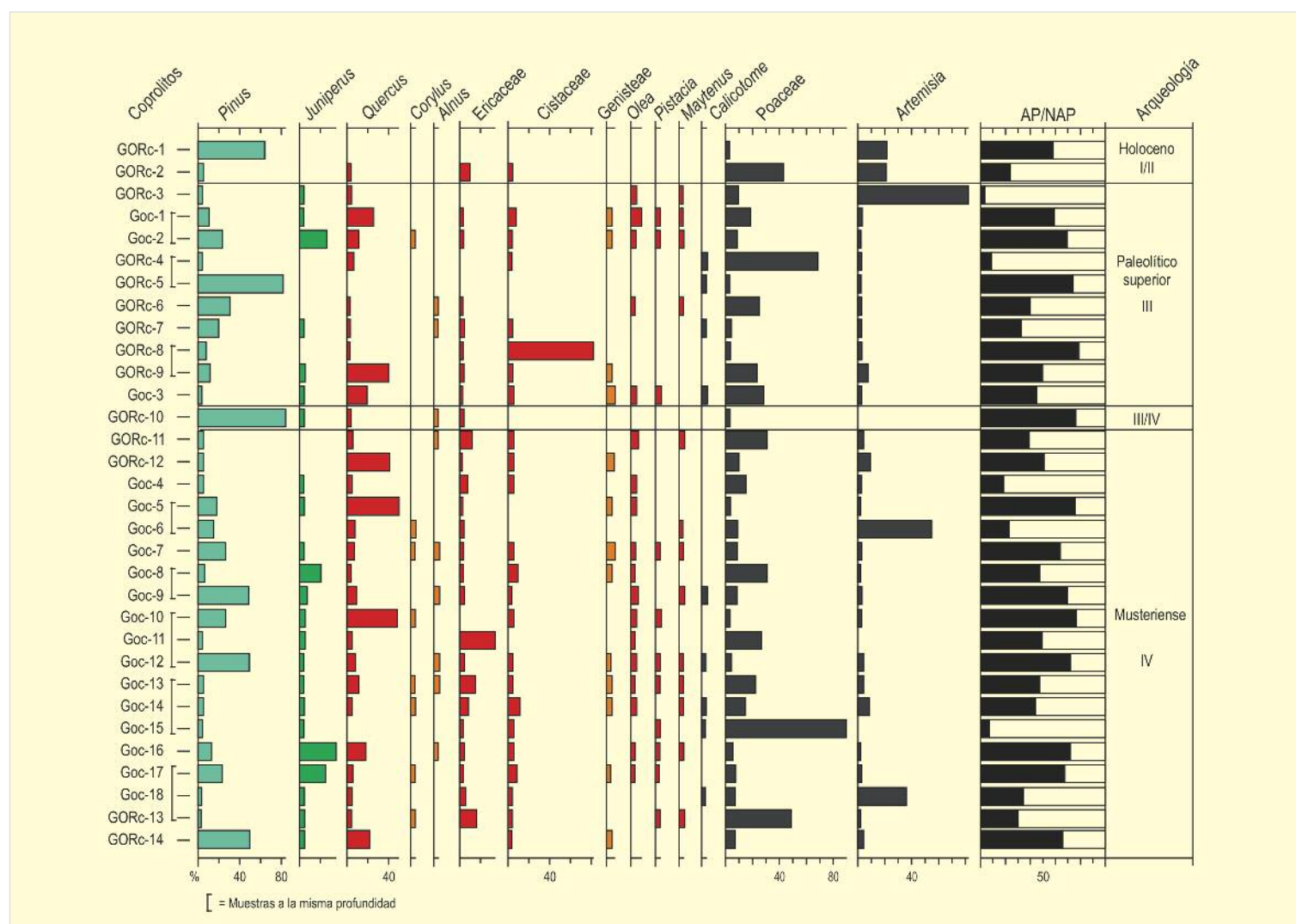


Figura 983. Diagrama polínico sintético a partir de coprolitos de la Cueva de Gorham. Redibujado de Carrión *et al.* (2008)

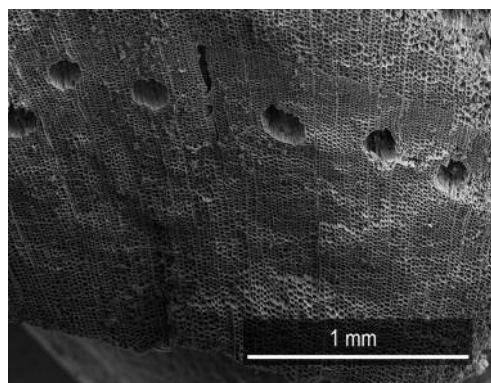


Figura 984. Imagen a MEB de la sección transversal de carbón de *Pinus pinea* de la Cueva de Gorham (nivel IV) mostrando la distribución de los canales resiníferos

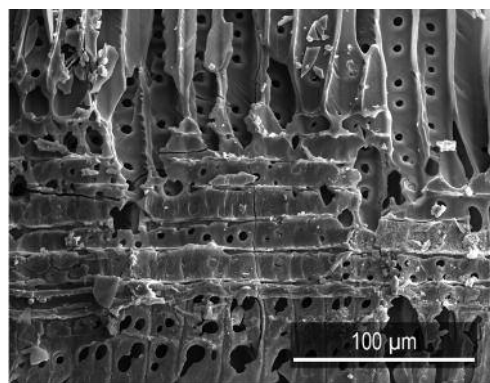


Figura 985. Imagen a MEB de la sección radial de carbón de *Pinus pinea* del nivel IV mostrando los cruces entre los pozos pinoides-paredes delgadas y lisas de traqueadas radiales

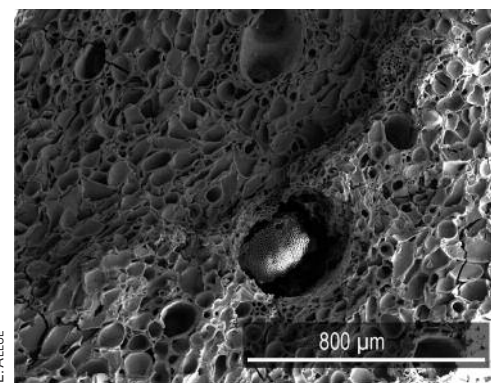


Figura 986. Imagen a MEB en la que se observa la estructura celular de un fragmento de piña de *Pinus sp.* del nivel IV de la cueva de Gorham

costero (Fig. 981). En su conjunto, los estudios paleobotánicos en Gorham sugieren el papel del extremo sur peninsular como refugio glacial de caducifolios, bosque mediterráneo y formaciones xeroesclerófilas y termófilas con iberoafricanismos.

Más información:

Finlayson *et al.* (1999, 2006, 2008), Finlayson & Carrión (2007), Bailey *et al.* (2008), Carrión *et al.* (2008)

BIBLIOGRAFÍA

- Abel Schaad D, Hernández Carretero AM, López-Merino L, Pulido Díaz FJ, López-Sáez JA. 2009. Cabras y quemorros: Tres siglos de cambios en el paisaje de la vertiente extremeña de la Sierra de Gredos. *Revista de Estudios Extremeños* 65 (1), 449-478
- Abel Schaad D, Hernández Carretero AM, López-Sáez JA, Pulido Díaz FJ, López-Merino L, Martínez-Cortizas A. 2009. Evolución de la vegetación en la Sierra de Gata (Cáceres-Salamanca, España) durante el Holoceno Reciente. Implicaciones biogeográficas. *Revista Española de Micropaleontología* 41 (1-2), 91-105
- Afonso Marrero JA, Molina González F, Cámara Serrano JA, Moreno Quero M, Ramos Cordero U, Rodríguez-Ariza MO. 1996. Espacio y tiempo. La secuencia en Los Castillejos de Las peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada). I Congrés del Neolític a la Península Ibérica. Gavá-Bellaterra 1995. *Rubricatum* 1, 297-303
- Aguilera M, Araus JL, Voltas J, Rodríguez MO, Molina F, Rovira N, Buxó R, Ferrio JP. 2008. Stable carbon and nitrogen isotopes and quality traits of fossil cereal grains provide clues on sustainability at the beginnings of Mediterranean agriculture. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 22, 1653-1663
- Agustí B, Alcalde G, Burjachs F, Buxó R, Juan-Muns N, Oller J, Ros MT, Rueda JM, Toledo A. 1987a. Dinàmica de la utilització de la Cova 120 per l'home en els darrers 6000 anys. Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona, Serie Monogràfica 7, Girona, 159 pp
- Agustí B, Alcalde G, Burjachs F, Buxó R, Juan-Muns N, Oller J, Ros MT, Rueda JM, Toledo A. 1987b. La Cueva 120, un almacén del Neolítico Antiguo. *Revista de Arqueología* 69, 6-12
- Agustí J, Anadón P, Julià R. 1983. Nuevos datos sobre el Plioceno del Baix-Ebre. Aportación a la correlación entre las escalas marina y continental. *Acta Geológica Hispánica* 18 (2), 123-130
- Aira Rodríguez MJ. 1986. Contribución al estudio de suelos fósiles, de montaña y antropógenos de Galicia por análisis polínico. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 363 pp
- Aira Rodríguez MJ, Saá Otero MP, Díaz-Fierros F. 1987. Análisis polínico de un depósito periglacial en Moudide (Lugo). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* 11, 229-237
- Aira P, Pérez C. 1995. Excavaciones arqueológicas en Arangas, Cabrales (1991-1994). Las cuevas de Los Canes, El Tiu Llines y Arangas. *Excavaciones arqueológicas en Asturias (1991-94)* 3, 79-92
- Alcover JA, Pérez-Obiol R, Yll EI, Bover P. 1999. The diet of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla: Caprinae), an extinct bovid from the Balearic Islands: evidence from coprolites. *Biological Journal of The Linnean Society* 66, 57-74
- Albert RM. 2007. Identificación de restos vegetales en las capas de cenizas de Cueva Bajondillo (Torremolinos, Málaga): Los estudios de fitolitos. Chapter XIV, Cueva Bajondillo (Torremolinos). *Secuencia cronocultural y paleoambiental del Cuaternario reciente en la Bahía de Málaga*, CEDMA (Servicio de Publicaciones del Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga), Málaga, pp 451-460
- Albert RM, Cabanes D. 2007. Fire in prehistory: An experimental approach to combustion processes and phytolith remains. *Israel Journal of Earth Sciences* 56, 175-189
- Albert RM, Weiner S. 2001. Study of phytoliths in prehistoric ash layers using a quantitative approach. En: Meunier JD, Colin F (Eds), *Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History*. AA Balkema Publishers, Lisse, pp 251-266
- Albert RM, Bar-Yosef O, Goldberg P, Meignen L, Weiner S. 2003. Phytolith and mineralogical studies of hearths from the Middle Paleolithic levels of Hayonim cave (Galilee, Israel). *Journal of Archaeological Science* 30 (4), 461-480
- Albert RM, Bar-Yosef O, Meignen L, Weiner S. 2000. Phytoliths in the Middle Paleolithic deposits of Kebara cave, Mt. Carmel, Israel: Study of the plant materials used for fuel and other purposes. *Journal of Archaeological Science* 27, 931-947
- Albert RM, Calvo M, Mangado X. 1997b. Raw material supplies, Microwear and Phytolith analyses of the lithic industry in Level II of Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera, Spain). En: Schild R, Sulgostowska Z (Eds), *Man and Flint. Proceedings of the VIIIth International Flint Symposium*. Institute of Archaeology and Ethnology, Polish Academy of Sciences, Warszawa (Poland), pp 161-166
- Albert RM, Mangado X, Martín A. 1997a. Estudio sobre la conservación y disolución de fitolitos en sedimentos calcáreos. Análisis de una columna estratigráfica de la Cova del Frare (Matadepera, Barcelona). En: Pinilla A, Juan-Tresserras J, Machado MJ (Eds), *Monografias 4, Estado actual de los estudios de fitolitos en suelos y plantas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp 187-196
- Albert RM, Shahack-Gross R, Cabanes D, Gilboa A, Lev-Yadun S, Portillo M, Sharon I, Weiner S. 2008. Domestic uses of plants during the Iron Age I at Tel Dor (Israel): The results of phytolith analyses. *Journal of Archaeological Science* 35, 55-75
- Albert RM, Tsatskin A, Ronen A, Lavi O, Estroff L, Lev-Yadun S, Weiner S. 1999. Mode of occupation of Tabun Cave, Mt Carmel, Israel during the Mousterian Period: A study of the sediments and phytoliths. *Journal of Archaeological Science* 26, 1249-1260
- Alcalde G, Saña M. (Eds). 2008. Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 7400 i 5480 cal. aC. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de La Garrotxa* 8. Museu Comarcal de la Garrotxa, Olot
- Alcalde G, Molist M, Saña M. (Eds). 2002. Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre 5480 i 2900 cal aC. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de La Garrotxa* 7. Museu Comarcal de la Garrotxa, Olot
- Alcalde G, Molist M, Saña M, Toledo A. (Eds). 1997. Procés d'ocupació de la bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) entre el 2900 i el 1450 cal a.C. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa* 2. Museu Comarcal de la Garrotxa, Olot
- Alcalde G, Molist M, Toledo A. (Eds). 1994. Procés d'ocupació de la Bauma del Serrat del Pont (La Garrotxa) a partir del 1450 aC. *Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa* 1. Museu Comarcal de la Garrotxa, Olot
- Alcalde-Olivares C, García-Amorena I, García Álvarez S, García Calvo D, García García R, Génova M, Gil Borrell P, Gómez-Manzaneque F, Maldonado J, Morla C, del Nido J, Postigo JM, Regato P, Río S, Roig S, Rubiales JM, Sánchez Hernández LJ. 2006. Contribución de la Paleofitogeografía a la interpretación del paisaje vegetal ibérico: estado de conocimientos y nuevas perspectivas de investigación. *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales Fuera de serie*, 40-54
- Alcalde-Olivares C, García-Amorena I, Gómez-Manzaneque F, Maldonado Ruiz J, Morla C, Postigo JM. 2001. Estudio de los macrorrestos vegetales del yacimiento de Lomilla (Aguilar de Campoo, Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 59, 101-112

- Alcalde-Olivares C, García-Amorena I, Gómez-Manzaneque F, Maldonado Ruiz J, Morla C, Postigo JM, Rubiales JM, Sánchez L. 2004. Nuevos datos de carbones y maderas fósiles de *Pinus pinaster* Aiton en el Holoceno de la Península Ibérica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales fuera de serie*, 152-163
- Alcalde-Olivares C, García-Antón M, Gómez-Manzaneque F, Morla C. 2004. Palaeoenvironmental interpretation of the Neogene locality Caranceja (Reocín, Cantabria, N Spain) from comparative studies of wood, charcoal, and pollen. *Review of Palaeobotany and Palynology* 132, 133-157
- Alfárez Delgado F. 1977. Estudio del sistema de terrazas del río Tajo al W. de Toledo. *Estudios Geológicos* 33, 223-250
- Alía R, Martín S, de Miguel J, Galera R, Agúndez D, Gordo J, Catalán G, Gil L. 1996. Las regiones de procedencia de *Pinus pinaster* Aiton. DGCONA, Madrid
- Allen JRM, Huntley B, Watts WA. 1996. The vegetation and climate of northwest Iberia over the last 14,000 yr. *Journal of Quaternary Science* 11, 125-147
- Allué E. 2002. Dinámica de la vegetación y explotación del combustible leñoso durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno del Noreste de la Península Ibérica a partir del análisis antracológico. Tesis doctoral. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 353 pp
- Allué E. 2005. Aspectos ambientales y económicos durante el Neolítico antiguo a partir de la secuencia antracológica de la Cova de la Guineu (Font Rubí, Barcelona). En: Arias P, Ontañón C, García-Moncón C (Ed), III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica. Santander, Universidad de Cantabria, pp 53-61
- Allué E, Euba I. 2008. Los datos antracológicos de la secuencia neolítica de El Mirador (Atapuerca, Burgos): un estudio sobre el medio vegetal y la explotación de las especies vegetales leñosas. En: Hernández-Pérez MS, Soler Díaz JA, López Padilla JA (Eds), IV Congreso de Neolítico Peninsular 2006, Museo Arqueológico de Alicante (MARQ), Alicante, pp 345-352
- Allué E, Renault-Miskovsky J. 1999. Palynological analysis of Els Vinyets and La Catiuera (El Catllar, Spain). *ARKEOS, Perspectivas em diàlego* 5, 101-109
- Allué E, Angelucci D, Cáceres I, Fiocchi C, Fontanals M, García M, Huguet R, Ollé A, Saladié P, Vergès JM, Zaragoza J. 2000. El registro paleoecológico y arqueológico de La Catiuera (El Catllar, Tarragona): datos preliminares sobre el límite Pleistoceno-Holoceno en el sur de Cataluña. *Actas do 3º Congreso de Arqueología Peninsular. IX Contributos das ciências e das tecnologias para a arqueologia da Península Ibérica*, Porto, pp 81-96
- Allué E, Angelucci DE, Cáceres I, Fiocchi C, Fontanals M, García M, Huguet R, Ollé A, Saladié P, Vergès JM, Zaragoza J. 2007. La Catiuera (el Catllar, Tarragonès). Noves dades sobre el límit pleistocè-holocè al sud de Catalunya. *Jornades d'Arqueologia. Comarques de Tarragona. Tortosa 1999*. Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació, Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp 29-45
- Allué E, Nadal J, Estrada A, García-Argüelles P. 2007. Los datos antracológicos de la Balma del Gai (Bages, Barcelona): una aportación al conocimiento de la vegetación y la explotación de los recursos forestales durante el Tardiglacial en el NE peninsular. *Trabajos de Prehistoria* 64, 87-98
- Allué E, Rodríguez i Fornós V, Esteban Nadal M. 2001. Memòria de l'excavació arqueològica d'urgència a l'Abric Agut, 77 pp
- Allué E, Vernet JL, Cebrià A. 2009. Holocene vegetational landscapes of NE Iberia: charcoal analysis from Cova de la Guineu, Barcelona, Spain. *The Holocene* 19, 765-773
- Almagro M, Frixell R, Irwin HT, Serna M. 1970. Avance a la investigación arqueológica, geocronológica y ecológica de la Cueva de «La Carigüela» (Piñar, Granada). *Trabajos de Prehistoria* 27, 45-60
- Almera J. 1894. Descripción de los depósitos pliocénicos de la Cuenca del Bajo Llobregat y Llano de Barcelona. Tercera parte. Plantas (flora pliocénica de los alrededores de Barcelona). *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 3, 3ª parte, 321-351
- Alonso A, Garzón G. 1994. Quaternary evolution of a meandering gravel bed river in Central Spain. *Terra Nova* 6, 456-475
- Alonso A, Franco-Múgica F, García-Antón M, Garzón G, Gómez-Manzaneque F, Morla C, Sánchez-Hernando LJ. 1998. Reconstrucción morfosedimentaria y fitogeográfica del tramo medio del río Jarama (Madrid, España) durante la segunda mitad del Holoceno. Estudio preliminar. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* 23, 71-88
- Alonso A, García-Amorena I, Garzón G, Gómez-Manzaneque F, González Díez A, Morla C, Remondo J, Roig S. 1999. Estudio preliminar del yacimiento de macrorrestos vegetales de Caranceja (Reocín, Cantabria, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)* 94, 23-40
- Alonso N. 1992. Paleoeconomía i paleoecologia a la plana occidental catalana durant la protohistòria. Aportacions de l'arqueobotànica (llavors i fruits). Tesis de Licenciatura, Universitat de Lleida, inédita
- Alonso N. 1999. De la llavor a la farina. Els processos agrícoles protohistòrics a la Catalunya Occidental. *Monographies d'Archéologie Méditerranéenne* 4, Lattes
- Alonso N. 2000a. Cultivos y producción agrícola en época ibérica. *Saguntun-Plav extra* 3, 25-46
- Alonso N. 2000b. Registro arqueobotánico de Cataluña Occidental durante el II y I milenio a.C. *Complutum* 11, 221-238
- Alonso N. 2005. Agriculture and food from the Roman to the Islamic period in the north-east of the Iberian Peninsula: archaeobotanical studies in the city of Lleida (Catalonia, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany* 14, 341-361
- Alonso N, Garcés I, Junyent E, Lafuente A, López JB, Miró JM, Ros MT, Rovira C. 1996. L'assentament de Els Vilars (Arbeca, les Garrigues): Territori, recursos i activitats productives. *Gala* 3-5, 319-339
- Alonso N, Junyent E, Lafuente A, López JB. 2008. Plant remains, storage and crop processing inside the Iron Age fort of Els Vilars d'Arbeca (Catalonia, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany* 17 (Suppl. 1), 149-158
- Alonso-Zarza AM, Armenteros I, Braga JC, Muñoz A, Pujalte V, Ramos E, Aguirre J, Alonso-Gavilán G, Arenas C, Baceta JL, Carballeira J, Calvo JP, Corrochano A, Fornós JJ, González A, Luzón A, Martín JM, Pardo G, Payros A, Pérez A, Pomar L, Rodríguez JM, Villena J. 2002. Tertiary. En: Gibbons W, Moreno T (Eds), *The Geology of Spain*. Geological Society, London, pp 293-334
- Altuna J. 1972. Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa. *Munibe* 24, 1-464
- Altuna J. 1984. Resumen y conclusiones. En: Altuna J, Merino JM (Eds), *El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Guipúzcoa)*. Colección Barandiaran 1, San Sebastián, pp 347-351
- Ammann B, Lotter AF. 1989. Late-Glacial radiocarbon- and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. *Boreas* 18, 109-126
- Amor A, Ladero M, Valle CJ. 1993. Flora y Vegetación vascular de la comarca de La Vera y laderas meridionales de la Sierra de Tormantos (Cáceres, España). *Studia Botanica* 11, 11-207
- Anadón P, Burjachs F, Martín M, Rodríguez-Lázaro J, Robles F, Utrilla R, Vázquez A. 2002. Paleoenvironmental evolution of the Pliocene Villarroya Lake, northern Spain. A multidisciplinary approach. *Sedimentary Geology* 148, 9-27
- Anderson RS, Jiménez-Moreno G, Carrión JS, Pérez-Martínez C. 2011. Holocene vegetation history from Laguna de Río Seco, Sierra Nevada, southern Spain. *Quaternary Science Reviews* 30, 1615-1629

- Andrade A. 1994. Dinámica de la vegetación, durante los últimos 3000 BP, en las Sierras de La Paramera, La Serrota y Villafranca (Ávila), a partir del análisis polínico. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, 265 pp
- Andrade A, Dorado-Valiño M, Ruiz-Zapata MB. 1994. Dinámica de la Vegetación en el tránsito subboreal-subatlántico: Las Parameras, La Serrota y Sierra de Villafranca. *Boletín universitario* 14, 21-36
- Andrade A, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Fombella-Blanco MA. 1996. Acción antrópica y su impacto sobre la vegetación, desde el tránsito subatlántico-subboreal, en la vertiente norte de la Sierra de Gredos (Ávila, España). *Estudio palinológico. Estudios palinológicos. XI Simposio de Palinología (APLE)*, pp 7-12
- Antunes MT, Mein P, Nascimento A, Pais J. 1986. Le gisement pleistocène de Morgandinho, en Algarve. *Ciências da Terra* 8, 9-22
- Apellaniz JM. 1974. Excavaciones sobre el Mesolítico de Vizcaya en los años de 1972 y 1973, y el arte rupestre de Arenaza I. Cuevas de Arenaza I (Galdames) y abrigo de Kobeaga II (Ispaster). *Kobie* 5, 31-33
- Apellániz JM. 1975. La tercera campaña de excavaciones arqueológicas en la cueva de Arenaza I (San Pedro de Galdames, Vizcaya) año 1974. *Kobie* 6, 115-116
- Apellániz JM. 1977. Las campañas IV y V de excavaciones en la cueva de Arenaza I (San Pedro de Galdames, Vizcaya), años de 1975 y 1976. *Kobie* 7, 43-44
- Aquilué X, Burés I. 1999. La ciutat en la antiguetat tardana: Fase V. Intervencions arqueològiques a Sant Martí d'empuries (1994-1996). De l'assentament precolonial al 'Empuries actual. *Monografies Emporitanes* 9, 389-422
- Araus JL, Febrero A, Buxó R, Camalich MD, Martín D, Molina F, Rodríguez-Ariza MO, Romagosa I. 1997. Changes in carbon isotope discrimination in grain cereals from different regions of the western Mediterranean Basin during the past seven millenia. *Palaeoenvironmental evidence of a differential change in aridity during the late Holocene. Global Change Biology* 3, 107-118
- Arbizu M, Arsuaga JL, Adán GE. 2005. La cueva del Forno/Conde (Muñón, Asturias): un yacimiento del tránsito del Paleolítico Medio y Superior en la Cornisa Cantábrica. En: Montes R, Lasheras JA (Eds), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión. Monografías Museo de Altamira* 20, Santander, pp 425-441
- Arnanz AM. 1991. Materiales carpológicos del yacimiento de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). *Trabajos de Prehistoria* 48, 408-420
- Arribas A. 1994a. El yacimiento mesopleistoceno de Villacastín (Segovia, España): geología y paleontología de micromamíferos. *Boletín Geológico y Minero* 105, 146-166
- Arribas A. 1994b. Paleontología de macromamíferos del yacimiento mesopleistoceno de Villacastín (Segovia, España). *Boletín Geológico y Minero* 105, 344-361
- Arribas A. 1995. Consideraciones cronológicas, tafonómicas y paleoecológicas del yacimiento cuaternario de Villacastín (Segovia, España). *Boletín Geológico y Minero* 106, 3-22
- Arribas A, Baeza E, Bermúdez D, Blanco S, Durán JJ, Garrido G, Gumiel JC, Hernández R, Soria JM, Viseras C. 2004b. Nuevos registros paleontológicos de grandes mamíferos en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada), aportaciones del Proyecto Fonelas al conocimiento sobre las faunas continentales del Plioceno-Pleistoceno europeo. *Boletín Geológico y Minero* 115, 567-581
- Arribas A, Díez JC, Jordá JF. 1997. Primeras ocupaciones en los depósitos pleistocenos de la Cueva de los Torrejones (Sistema Central español, Tamajón, Guadalajara): litoestratigrafía y actividad biológica. *Cuaternario y Geomorfología* 11, 55-66
- Arrizabalaga A, Altuna J. (Dir). 2000. Consideraciones generales sobre el depósito arqueológico de Labeko Koba. *Labeko Koba (País Vasco) Hienas y humanos en los albores del Paleolítico superior. Munibe* 52, 385-389
- Arroyo J, Carrión JS, Hampe A, Jordano P. 2004. La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. En: Valladares F (Ed), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ediciones del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid*, pp 27-67
- Aseginolaza C, Gómez D, Lizaur X, Montserrat G, Morante G, Salaverria MR, Uribe Echebarria PM. 1988. *Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Ed. Gobierno Vasco, Vitoria*, 361 pp
- Ash A, Ellis B, Hickey LJ, Johnson K, Wilf P, Wing S. 1999. *Manual of leaf architecture-morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Smithsonian Institution. Washington*, pp 1-65 <http://www.yale.edu/peabody/collections/pb/MLA.pdf>
- Asquerino MD, López P. 1981. La Cueva del Nacimiento (Pontones): un yacimiento neolítico en la sierra del Segura. *Trabajos de Prehistoria* 38, 109-152
- Atienza Ballano M. 1993. Evolución del paisaje vegetal en las Sierras de Béjar y Francia durante el Holoceno, a partir del análisis polínico. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 247 pp
- Atienza Ballano M. 1995. Estudio palinológico de los cambios en el límite superior del bosque durante el Holoceno en la Sierra de Béjar. *Sistema Central Español. En: Alexandre Campos T, Pérez González A (Eds), Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario. Centro de Ciencias Medioambientales, Monografías* 3, CSIC, Madrid, pp 329-338
- Atienza Ballano M. 1996. Análisis polínico de un depósito próximo al haya de La Hergujuela. Sierra de Francia. Salamanca. En: Ruiz-Zapata MB (Eds), *Estudios Palinológicos. XI Simposio de Palinología (A.P.L.E.)*, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, pp 13-17
- Atienza Ballano M, Ruiz-Zapata MB. 1992. Estudio comparativo, desde el punto de vista polínico, de los datos procedentes de algunos depósitos de turba ubicados en las vertientes de Ávila y Salamanca, en la Sierra de Béjar. *Boletín Universitario* 12, 33-41
- Atienza Ballano M, Dorado-Valiño M, Gómez-Lobo A, Ruiz-Zapata MB. 1998. Estudio polínico de un depósito situado en la vertiente norte de la Sierra de Béjar. *Botánica Macaronésica* 23, 201-209
- Atienza Ballano M, Dorado-Valiño M, Ruiz-Zapata MB. 1991. La palinología en el estudio de la acción antrópica. Aplicación a dos depósitos localizados en la Sierra de Béjar y en la Sierra de Ávila (Ávila). *Actas de Gredos* 11, 31-38
- Atienza Ballano M, Gómez-Lobo A, Ruiz-Zapata MB. 1990. Estudio polínico de un depósito localizado en la Garganta del Trampal (Sierra de Béjar, Ávila). *Actas de Gredos* 10, 19-23
- Aubry T, Brugal JP, Chauvière FX, Figueiral I, Moura MH, Plisson H. 2001. Modalités d'occupations au Paléolithique supérieur dans la grotte de Buraca Escura (Reidinha, Pombal, Portugal). *Revista Portuguesa de Arqueologia* 4 (2), 19-46
- Aubry T, Fontugne M, Moura H. 1997. Les occupations de la grotte de Buraca Grande depuis le Paléolithique supérieur et les apports de la séquence Holocène à l'étude de la transition Mésolithique/Néolithique au Portugal. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 94 (2), 182-190
- Aura JE, Carrión-Marco Y, Estrelles E, Pérez-Jordà G. 2005. Plant economy of hunter-gatherer groups at the end of the last Ice Age: plant macroremains from the cave of Santa Maira (Alacant, Spain) ca. 12000-9000 BP. *Vegetation History and Archaeobotany* 14 (4), 542-550
- Aura JE, Carrión-Marco Y, García O, Jardón P, Jordá JF, Molina LI, Morales JV, Pascual JLI, Pérez G, Pérez M, Rodrigo MJ y Verdasco C 2006. Epipaleolítico-Mesolítico en las comarcas centrales valencianas. En: Alday A (Coord), *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular. Memorias de Yacimientos Alaveses* 11, Vitoria-Gasteiz, pp 65-120

- Aura JE, Jordá JF, Pérez M, Rodrigo MJ, Badal E, Guillem P. 2002. The far south: the Pleistocene–Holocene transition in Nerja Cave (Andalucía, Spain). *Quaternary International* 93-94, 19-30
- Badal E. 1990. Aportaciones de la antracología al estudio del paisaje vegetal y su evolución en el Cuaternario reciente, en la costa mediterránea del País Valenciano y Andalucía (18.000-3.000 BP). Tesis Doctoral. Universitat de València, 321 pp
- Badal E. 1992. L'antracologie préhistorique: à propos de certains problèmes méthodologiques. En: Vernet JL (Ed), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*. Bulletin de la Société botanique Française 139, Actual. bot. (2/3/4), Paris, 167-189
- Badal E. 1995. La vegetación carbonizada. Resultados antracológicos del País Valenciano. El cuaternario en el País Valenciano. Universitat de València, Valencia, pp 217-226
- Badal E. 1998. El interés económico del pino piñonero para los habitantes de la Cueva de Nerja. En: Sanchidrián JL, Simón E (Eds), *La cultura del Pleistoceno superior en Andalucía*. Patronato de la Cueva de Nerja, Málaga, pp 287-300
- Badal E. 1999. El potencial pecuario de la vegetación mediterránea: las Cuevas-Redil. En Bernabéu J, Orozco T (Eds), *II Congrès del Neolític a la Península Ibérica*. Saguntum-Plav. Extra 2, 69-75
- Badal E. 2001. La recolección de piñas durante la prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga). En: Villaverde V (Ed), *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en tierras valencianas*. Universitat de València, Valencia, pp 21-40
- Badal E. 2002. Bosques, campos y pastos: el potencial económico de la vegetación mediterránea. En: Badal E, Bernabeu J, Martí B (Eds), *El paisaje en el Neolítico Mediterráneo*. Saguntum-PLAV, Extra-4, Universidad de Valencia, Valencia, pp 129-146
- Badal E. 2006. Carbones y cenizas, ¿qué nos cuentan del pasado? En: Carrión JS, Fernández S, Fuentes N (coords), *Paleoambientes y cambio climático*. Ed. Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, Murcia, pp 103-116
- Badal E. 2009a. Estudio antracológico de la secuencia holocena de la Cova de les Cendres. En: Bernabeu J, Molina L (Eds), *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. MARQ. Serie Mayor 6, pp 125-134
- Badal E. 2009b. ¿Cambios ambientales y/o impacto agrícola? En: Bernabeu J, Molina L (Eds), *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. MARQ. Serie Mayor 6, pp 135-140
- Badal E. 2009c. Pastos y estiércol. Los niveles de corral en la Cova de les Cendres. En: Bernabeu J, Molina L (Eds), *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. MARQ. Serie Mayor 6, pp 141-146
- Badal E, Carrión-Marco Y. 2001. Del Glaciar al Interglaciar: los paisajes vegetales a partir de los restos carbonizados hallados en las cuevas de Alicante. En: Villaverde V (Ed), *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en tierras valencianas*. Universidad de Valencia, Valencia, pp 21-40
- Badal E, Carrión-Marco Y. 2007. Recomendaciones de Ernestina Badal y Yolanda Carrión para muestrear el yacimiento. En: Domingo I, Burke H, Smith C (Eds), *Manual de campo del Arqueólogo*. Ariel. Barcelona, pp 210-213
- Badal E, Carrión-Marco Y., Picazo J., Rodanés J.M. 2010. Los usos de los vegetales en el Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza) durante la Edad del Hierro. En Saiz et al. (Eds.) *VIII Congreso Ibérico de Arqueometría* pp: 5-19. Seminario de Arqueología y Etnología Turolense
- Badal E, Fumanal MP. 2009. Estudio geomorfológico y paleogeográfico. En: Bernabeu J, Molina L (Eds), *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. MARQ. Serie Mayor 6, pp 17-29
- Badal E, Bernabeu J, Buxó R, Dupré M, Fumanal MP, Guillem P, Martínez R, Rodrigo M, Villaverde V. 1991. La Cova de les Cendres (Moraira, Teulada). Guía de las excursiones de la VIII Reunión Nacional sobre Cuaternario. Ed. Depto. de Geografía de la Universitat de València y Servicio de Investigación Prehistórica de la Diputación de Valencia, Valencia, pp 21-78
- Badal E, Bernabeu J, Dupré M, Fumanal MP. 1989. El yacimiento neolítico de la Cova de les Cendres. Libro-guía de las Jornadas de Campo: Pleistoceno Superior y Holoceno en el área valenciana. Agència del Medi Ambient, València, pp 53-65
- Badal E, Bernabeu J, Vernet JL. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetation History and Archaeobotany* 3, 155-166
- Baena J, Carrión E, Ruiz-Zapata MB, Sesé C, Yravedra J, Jordá J, Báez S, Uzquiano P, Velázquez R, Manzano E. 2005. Paleoeología y comportamiento humano durante el Pleistoceno superior en la comarca de La Liébana: la secuencia de la cueva de El Esquilleu (Occidente de Cantabria, España). En: Montes R, Lasheras JA (Eds), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión*. Monografías Museo de Altamira 20, Santander, pp 461-487
- Barandiarán I, Cava A. (Eds). 2001. Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro. El sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 años antes de ahora. *Veleia. Anejos Series Maior* 10, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz
- Bard E. 1998. Geochemical and geophysical implications of the radiocarbon calibration. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 62 (12), 2025-2038
- Bard E, Arnold M, Hamelin B, Tisnerat-Isaborde N. 1998. Radiocarbon calibration by means of mass spectrometric $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ and ^{14}C ages of corals: An updated data base including samples from Barbados, Mururoa and Tahiti. *Radiocarbon* 40, 1085-1092
- Bard E, Arnold M, Maurice P, Duprat J, Moyes J, Duplessy JC. 1987. Retreat velocity of the North Atlantic polar front during the last deglaciation determined by ^{14}C accelerator mass spectrometry. *Nature* 328, 791-794
- Bard E, Fairbanks R, Arnold M, Maurice P, Duprat J, Moyes J, Duplessy JC. 1989. Sea-level estimates during the last deglaciation based on $\delta^{18}\text{O}$ and accelerator mass spectrometry ^{14}C ages measured in *Globigerina bulloides*. *Quaternary Research* 31, 381-391
- Bard E, Rostek F, Turon JL, Gendreau S. 2000. Hydrological impact of Heinrich events in the subtropical Northeast Atlantic. *Science* 289, 1321-1324
- Barrón E, Muñoz F, Mayoral E. 2003. Aspectos macroflorísticos del Plioceno de Lepe (cuenca del Guadalquivir, Huelva, España). *Consideraciones paleoecológicas*. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica) 98, 91-109
- Barrón E, Rivas-Carballo R, Postigo-Mijarra JM, Alcalde-Olivares C, Vieira M, Castro L, Pais J, Valle-Hernández M. 2010. The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: A synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162, 382-402
- Bartolí R, Cebrià A, Muro I, Riu-Barrera E, Vaquero M. 1995. *Frec de Ciència. L'atles d'Amador Romani i Guerra*. Ajuntament de Capellades. Barcelona
- Batalla E, Masclans F. 1950. Catálogo de las plantas observadas en la cuenca del Gaià (Tarragona). *Collectanea Botanica* II, 79-87
- Batalther JR, López Manduley M. 1929. Mapa Geológico Nacional Memoria Explicativa de la Hoja num. 522, I.G.M.E., Tortosa, 61 pp
- Bazile-Robert E. 1980. Les groupements à *Amygdalus* et *Prunus* de la Fin du Tardiglaciaire et au Début du Postglaciaire en Méditerranée Nord-Occidentale. *Géobios* 13, 777-780
- Benito G, Díez-Herrero A, Fernández de Villalta M. 2003. Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change* 58, 171-192

- Bennett KD. 2000. Psimpoll and pscomb: computer programs for data plotting and analysis. Available on the internet at <http://www.kv.geo.uu.se/software.html>
- Bergadà M, Burjachs F, Fullola, JM. 1999. Évolution paléoenvironnemental du 14.500 au 10.000 BP dans le Prépyrénéennes catalans: La Grotte du Parco (Alòs de Balaguer, Lleida, Espagne). *L'Anthropologie* 103 (2), 249-264
- Berganza E, Arribas JL, Castañeros P, Elorza M, González Urquijo JE, Ibáñez JJ, Iriarte MJ, Morales A, Pemán E, Roselló E, Uriz A, Uzquiano P, Vázquez V, Zapata L. 2007. La transición tardiglaciara en la costa oriental de Bizkaia: el yacimiento de Santa Catalina. Resultados preliminares. 1ª Mesa Redonda sobre el Paleolítico Superior Cantábrico. "Gestión del territorio y Movilidad de los grupos cazadores-recolectores durante el Tardiglaciara". San Román de Candamo, Asturias 2007. Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria. Universidad de Cantabria. Santander
- Berger GW, Pérez-González A, Carbonell E, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Ku TL. 2008. Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution* 55, 300-311.
- Bernabeu J. (Dir) 1993. El III milenio a.C. en el País Valenciano. Los poblados de Jovades (Cocentaina) y Arenal de la Costa (Ontinyent). *Saguntum-PLAV* 26, 11-179
- Bernabeu J, Badal E. 1990. Imagen de la vegetación y utilización económica del bosque en los asentamientos neolíticos de Les Jovades y Niuert (Alicante). *Archivo de Prehistoria Levantina* 20, 143-166
- Bernabeu J, Badal E. 1992. A view of the vegetation and economic exploitation of the forest in the Late Neolithic sites of Les Jovades and Niuert (Alicante, Sapin). *Bulletin de la Société botanique Française* 139, Actual. bot. (2/3/4), 697-714
- Bernabeu J, Molina L. (Eds). 2009. La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante). *MARQ. Serie Mayor* 6, Alicante
- Bernabeu J, Aura J, Badal E. 1993. Al oeste del Eden. Las primeras sociedades agrícolas en la Europa mediterránea. Ed. Síntesis, pp 125-129
- Bernabeu J, Orozco T, Díez A, Gómez M, Molina FJ. 2003. Mas d'Is (Penàguila, Alicante). Aldeas y recintos monumentales del Neolítico inicial en el valle del Serpis. *Trabajos de Prehistoria* 60 (2), 39-59
- Bernabeu J, Pascual JL, Orozco T, Badal E, Fumanal MP, García O. 1994. Niuert (l'Alqueria d'Asnar) poblado del III milenio a.C. *Recerques del Museu d'Alcoi* 3, 9-74
- Bernabeu J, Pérez M, Martínez R. 1999a. Huesos, neolitización y contextos arqueológicos aparentes. *Actes del II Congrès del Neolític a la Península Ibérica. Saguntum-PLAV, Extra-2*, 589-596
- Bernabeu J, Villaverde V, Badal E, Martínez R. 1999b. En torno a la neolitización del mediterráneo peninsular: valoración de los procesos postdeposicionales de la Cova de les Cendres. En: Fumanal MP (Ed), *Geoarqueología i Quaternari litoral. Memorial. Universitat de València, Valencia*, pp 69-81
- Bernaldo de Quirós F, Gutiérrez Sáez C, Heras C, Lagüera MA, Pelayo M, Pumarejo P, Uzquiano P. 1992. Nouvelles données sur la transition Magdalénien Supérieur-Azilien. La grotte de La Pila (Cantabria, Espagne). *Le Peuplement Magdalénien. Paléogéographie Physique et Humaine. Ministère de l'Éducation nationale et de la culture, Paris*, pp 259-269
- Bertrand G. 1974. *Essai sur la systématique du paysage: les montagnes cantabriques. Tesis Doctoral* 3 vols. Universidad de Toulouse
- Bessais E, Cravatte J. 1988. Les écosystèmes végétaux Pliocènes de Catalogne Méridionale. Variations latitudinales dans le domaine nord-ouest Méditerranéen. *Géobios* 21, 49-63
- Bischoff JL, Julià R, Mora R. 1988. Uranium-series dating of the mousterian occupation at Abric Romani, Spain. *Nature* 332, 68-70
- Bischoff JL, Ludwig K, García JF, Carbonell E, Vaquero M, Stafford TWJ, Jull AJT. 1994. Dating of the Basal Aurignacian Sandwich at Abric Romani (Catalunya, Spain) by Radiocarbon and Uranium-Series. *Journal of Archaeological Science* 21, 541-551
- Blanco R, Clavero J, Cuello A, Marañón T, Seisdedos JA. 1991. Sierras del Aljibe y Campo de Gibraltar. *Guías Naturalistas de la provincia de Cádiz. Libros de la Diputación de Cádiz III, Cádiz*, pp 11-79
- Blasco MF, Montes L, Utrilla P. 1996. Deux modes de stratégie occupationnelle dans le Moustérien Tardif de la vallée de l'Ebre: les grottes de Peña Miel et Gabasa. En: Carbonell E, Vaquero M (Eds), *The last Neandertals the first anatomically Modern Humans. Cultural change and Human Evolution: the crisis at 40 ka BP. URV, Capellades, Barcelona*, pp 289-313
- Borja F, Díaz del Olmo F. 1996. Dinámica y evolución de medios cuaternarios. En: Pérez Alberti A, Martín P, Chesworth W, Martínez A (Eds). *Universidad de Santiago de Compostela*, pp 375-390
- Bond G, Showers W, Cheseby M, Lotti R, Almasi P, deMenocal P, Priore P, Cullen H, Hajdas I, Bonani B. 1997. A pervasive millennial-scale cycle in north Atlantic Holocene and glacial climates. *Science* 278, 1257-66
- BOPA. 1995. Decreto 65/95, de 5 de junio, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias y se dictan Normas para su Protección. *Boletín oficial del Principado de Asturias* 128
- BOPA. 2002. Decreto 99/2002, de 25 de julio, por el que se declara Monumento Natural la Turbera de las Dueñas (Cudillero). *Boletín oficial del Principado de Asturias* 192
- Bosch A, Chinchilla J, Tarrús J. (Coords). 2000. El poblado lacustre neolítico de La Draga. Excavacions de 1990 a 1998. *Museu d'Arqueologia de Catalunya. Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya, Monografies del CASC 2, Girona*, 296 pp
- Boski T, Camacho S, Moura D, Fletcher W, Wilamowski A, Veiga-Pires C, Correia V, Loureiro C, Santana P. 2008. Chronology of the sedimentary processes during the postglacial sea level rise in two estuaries of the Algarve coast, Southern Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77 (2), 230-244
- Boski T, Moura D, Veiga-Pires C, Camacho S, Duarte D, Scott DB, Fernandes SG. 2002. Postglacial sea-level rise and sedimentary response in the Guadiana Estuary, Portugal/Spain border. *Sedimentary Geology* 150 (1-2), 103-122
- Bover P, Quintana J, Alcover JA. 2008. Three islands, three worlds: Paleogeography and evolution of the vertebrate fauna from the Balearic Islands. *Quaternary International* 182, 135-144
- Boyer-Klein A. 1976. Análisis polínico de la cueva de Tito Bustillo (Asturias). En: Moure Romanillo A, Cano Herrera M (Eds). *Excavaciones en la cueva de Tito Bustillo (Asturias). Trabajos de 1975. Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo*, pp 203-206
- Boyer-Klein A. 1980. Nouveaux résultats palynologiques de sites solutréens et magdaléniens cantabriques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 77 (4), 103-107
- Boyer-Klein A. 1981. IX Análisis palinológico del Rascaño. En: González Echegaray J, Barandiarán Maestu I (Eds), *El Paleolítico Superior de la Cueva del Rascaño (Santander). Centro de Investigación y Museo de Altamira 3, Santander*, pp 217-220
- Boyer-Klein A. 1984. Analyses polliniques cantabriques au Tardiglaciara. *Revue de Paléobiologie vol. spécial*, 33-39
- Boyer-Klein A. 1985. Nouveaux résultats palynologiques dans les Cantabres au Tardiglaciara. *Palynologie archéologique. Actes des journées du 25-26-27 jan.1984, Sophia Antipolis, Paris*, pp 397-399
- Boyer-Klein A. 1988. Analyses polliniques au Tardiglaciara dans le nord de L'Espagne: au sujet des Dryas I, II, III. En: Civis J, Valle MF (Eds), *Actas del VI Simposio de Palinología (APLE). Salamanca*, pp 277-283

- Boyer-Klein A. 1989. Análisis polínico de la cueva de Zatoya. En: Barandiarán I, Cava A (Eds), El yacimiento prehistórico de Zatoya (Navarra). Suppl. Trabajos de Arqueología Navarra 8, pp 231-235
- Breton C, Terral JF, Pinatel C, Médail F, Bonhomme F, Bervillé A. 2009. The origins of the domestication of the olive tree. *Comptes Rendus Biologies* 332, 1059-1064
- Brooks BE, Harrold F, Benoist S, Straus L, González Morales M, Petruso K, Bicho N, Zilhao J, Soler N. 2001. Paleoclimate and intersite correlations from late Pleistocene-Holocene cave sites: results from southern Europe. *Geoarchaeology* 16 (4), 433-463
- Brun A. 1976. La végétation au Pléistocène inférieur dans le Massif Central. Les civilisations néolithiques et protohistoriques 1, Ed. C.N.R.S., pp 476-479
- Bucci G, González-Martínez SC, Le Provost G, Plomion C, Ribeiro MM, Sebastiani F, Alía R, Vendramin GG. 2007. Range-wide phylogeography and gene zones in *Pinus pinaster* Ait. revealed by chloroplast microsatellite markers. *Molecular Ecology* 16, 2137-2153
- Bueno P, Barroso R, Balbín R, Campo M, Etxebarria F, González A, Herrasti L, Juan J, López P, López-Sáez JA, Sánchez B. 2002. Areas habitacionales y áreas funerarias en el Neolítico de la cuenca interior del Tajo: la provincia de Toledo. *Trabajos de Prehistoria* 59 (2), 65-80
- Bueno P, Barroso RM, Balbín R, Campo M, González A, Etxebarria F, Herrasti L, Galván V, Treserras JJ, López-Sáez JA, López-García P, Matamala JC, Millós JJ, Robledo B, Tranco G, Sánchez B. 2005. Alimentación y economía en contextos habitacionales y funerarios del Neolítico meseteño. En: Arias Cabal P, Ontañón Peredo R, García-Moncó C (Eds), III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica, Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria 1, Universidad de Cantabria, Santander, pp 83-92
- Bunting MJ, Gaillard MJ, Sugita S, Middleton R, Brostrom A. 2004. Vegetation structure and pollen source area. *The Holocene* 14, 651-660
- Burjachs F. 1985. Aplicació de l'anàlisi pollínica al jaciment arqueològic de la Cova 120 (Alta Garrotxa, Catalunya). Facultat de Lletres, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. Tesina de Grado
- Burjachs F. 1987. Palinología de los niveles Gravetiense, Solutrense y Postsolutrense de la Cova de L'Arbreda (Serinyà, Girona). Actas de la VII Reunión sobre Cuaternario. Universidad de Santander, AEQUA. Santander, Cantabria, pp 19-21
- Burjachs F. 1988. Análisis polínico de los niveles cerámicos de la Cova 120 (Alta Garrotxa, Catalunya). *Acta Salmanticensis* 65, 285-290
- Burjachs F. 1990. Evolució de la vegetació i paleoclimatologia desde fa més de 85,000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi pol·línica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, La Garrotxa). *Vitrina* 5, 39-46
- Burjachs F. 1994. The palynology of the upper Pleistocene and Holocene of the North East Iberian Peninsula: Pla de l'Estany (Catalonia). *Historical Biology* 9, 17-33
- Burjachs F. 1996. La secuencia palinológica de La Cruz (Cuenca, España). En: Ruiz-Zapata MB (Ed), Estudios Palinológicos. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, pp 31-36
- Burjachs F. 2001. Paleoeología del *Homo antecessor*. Palinología de las unidades TD5, 6 y 7 de la 'Gran Dolina' de Atapuerca (Burgos, Spain). En: Moreno Grau S, Elvira Rendueles B, Moreno Angosto JM (Eds), XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española (APLE). Libro de textos completos. Servicio de Publicaciones Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, pp 365-372
- Burjachs F. 2006. Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas* 15 (1 enero). Monográfico: Paisajes culturales y reconstrucción histórica de la vegetación. Asociación Española de Ecología Terrestre. (Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente on line), 10 pp <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=395>
- Burjachs F. 2009. Paleoambiente del Tardiglacial al sud dels Pirineus vist a través de la Palinologia. En: Mercadal O (Coord), Els Pirineus i les àrees circumdants durant el Tardiglacial. Mutacions i filiacions tecnoculturals, evolució paleoambiental (16.000-10.000 BP). Museu Cerdà, Puigcerdà, pp 151-162
- Burjachs F, Julià R. 1994. Abrupt climatic changes during the Last Glaciation based on pollen analysis of the Abric Romaní, Catalonia, Spain. *Quaternary Research* 42, 308-315
- Burjachs F, Julià R. 1996. Palaeoenvironmental evolution during the Middle-Upper Palaeolithic transition in the NE of the Iberian Peninsula. En: Carbonell E (Coord), The Last Neandertals, the First Anatomically Modern Humans. URV, Tarragona, pp 377-383
- Burjachs F, López-Sáez JA. 2003. Análisis paleopalinológico del yacimiento arqueológico de Fuente Lirio (Muñopepe, Ávila). *Nvmanía. Arqueología en Castilla y León* 8, 51-54
- Burjachs F, Renault-Miskovsky J. 1992. Paléoenvironnement et paléoclimatologie de la Catalogne durant près de 30,000 ans (du Würmien ancien au début de l'Holocène) d'après la Palynologie du site de L'Arbreda (Gérone, Catalogne). *Quaternaire* 3 (2), 75-85
- Burjachs F, Riera S. 1996. Canvis vegetals i climàtics durant el neolític a la façana mediterrània ibèrica. *Rubricatum* 1 (I), 21-27
- Burjachs F, Roure JM. 1985. Primeros resultados del análisis polínico del depósito lacustre del "Pla de l'Estany" (Olot, Girona). *Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española* 2, 301-306
- Burjachs F, Schulte L. 2003. El paisatge vegetal del Penedès entre la Prehistòria i el Món Antic. En: Guitart J, Palet JM, Prevosti M (Eds), Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp 249-254
- Burjachs F, Bach J, Buxó R, Llàcer P, McGlade J, Picazo M, Piqué R, Ros MT. 2005. El territori d'Emporion i les seves dades paleoambientals. *Empúries* 54, 21-28
- Burjachs F, Cartaña M, Monteis J. 1985-86. Primers resultats sobre la paleoclimatologia i dinàmica del dipòsit lacustre quaternari del Pla de l'Estany (St. Joan les Fonts, Garrotxa). *Vitrina* 1, 27-37
- Burjachs F, Expósito I, Yll IE. 2007. Tendencias, crisis y desfases de la vegetación y el clima en el litoral mediterráneo de La Península Ibérica durante el Holoceno. I Congreso Nacional sobre Cambio Global. Universidad Carlos III de Madrid. Getafe, 25-27 abril. Póster
- Burjachs F, Giralt S, Roca JR, Seret G, Julià R. 1997. Palinología holocénica y desertización en el Mediterráneo Occidental. En: Ibáñez JJ, Valero BL, Machado C (Eds), El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación. *Geofoma*, Logroño, pp 379-394
- Burjachs F, López-Sáez JA, Iriarte MJ. 2003. Metodología arqueopalinológica. En: Buxó R, Piqué R (Eds), La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. Museu d' Arqueologia de Catalunya, Barcelona, pp 11-18
- Burjachs F, Nogueras P, Gallart F, Puigdefàbregas J. 1998. Palinología de zonas áridas (Almería, España) en relación con la geomorfología. En: Fombella-Blanco MA, Fernández D, Valencia RM (Eds), XII Simposio de Palinología. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de León, León, pp 64-64 (ISBN: 84-7719-692-3)

- Burjachs F, Pérez-Obiol R, Roure JM, Julià R. 1994. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la isla de Mallorca. En: Mateu I, Dupré M, Güemes J, Burgaz ME (Eds), *Trabajos de Palinología Básica y Aplicada*. Universitat de València, Valencia, pp 199-210
- Burjachs F, Rodó X, Comín FA. 1996. Gallocanta: ejemplo de secuencia palinológica en una laguna efímera. En: Ruiz-Zapata MB (Ed), *Estudios Palinológicos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, pp 25-29
- Buxó R. 1997. *Arqueología de la plantas*. Ed. Crítica, Barcelona
- Buxó R. 2003. Presencia de semillas y frutos de nogal en el yacimiento de Incarcals (Girona, NE de la Península Ibérica). *Paleontologia i Evolució* 24, 43-46
- Buxó R. 2005. L'agricultura d'època romana: estudis arqueobotànics i evolució dels cultius a Catalunya. *Cota Zero* 20, 108-120
- Buxó R, Marínval P. 1984. Paleocarpología. El estudio de las semillas y los frutos antiguos. *Revista de Arqueología* 44, 25-31
- Buxó R, Piqué R. (Dir.). 2003. La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental. *Museu d'Arqueologia de Catalunya*. Barcelona, 75 pp
- Buxó R, Ros Mora MT. 1999. Annex B: Anàlisis i estudis especialitzats, intervencions arqueològiques a Sant Martí d'Empuries (1994-1996). De l'assentament precolonial al 'Empuries actual. *Monografies Emporitanes* 9, pp 589-611
- Buxó R, Canal D, Guitart J, Pera J, Piqué R. 2004. Excavació de dos pous d'època romana a Guissona. L'explotació dels recursos vegetals a la ciutat de Ileso als segles I a.C.-II d.C. En: Guitart J, Pera J (Eds), *Ileso I "Miscel·lània arqueològica"*, Patronat d'Arqueologia de Guissona, Guissona-Barcelona, pp 213-278
- Cabanes D, Allué E, Vallverdú J, Cáceres I, Vaquero M, Pastó I. 2007. Hearth structure and function at Level J (50 kyr, BP) from Abric Romani (Capellades, Spain): phytoliths, charcoal, bones and stone-tools. En: Madella M, Zurro D (Eds), *Plant, People and Places – Recent Studies in Phytolith Analysis*. Oxbow Books, Oxford, pp 98-106
- Cabanes D, Burjachs F, Expósito I, Rodríguez A, Allue E, Euba I, Verges JM. 2009. Formation processes through archaeobotanical remains: The case of the Bronze Age levels in El Mirador cave, Sierra de Atapuerca, Spain. *Quaternary International* 193, 160-173
- Cabrera V, Bernaldo de Quirós F, Maíllo JM, Pike-Tay A, Garralda MD. 2005a. Excavaciones en El Castillo: Veinte años de reflexiones. En: Lasheras Corruçhaga JA, Montes Barquín R (Eds), *Neandertales cantábricos*. Estado de la cuestión. *Monografías Museo de Altamira* 20, 505-526
- Cabrera Valdés V, Bernaldo de Quirós F, Lloretmartínez de la Riva M, Maíllo JM, Tejero Cáceres JM, Morán Luengo N. 2005b. La unidad 18 de la Cueva del Castillo (Puente Viesgo, Cantabria): el Auriñaciense de transición, definición e implicaciones. *Sautuola* 11, 11-37
- Cacho C, Fumanal P, López-García P, López-Sáez JA, Aranz A, Uzquiano P, Pérez Ripoll M, Martínez R, Sánchez Marco A, Morales A, Roselló E. 1998b. The transition from Magdalenian to Epipaleolithic in the Spanish Mediterranean: El Tossal de la Roca. *Préhistoire Européenne* 12, 155-170
- Cacho C, Fumanal MP, López-García P, López-Sáez JA, Aranz A, Uzquiano P, Pérez Ripoll M, Sánchez Marco A, Morales A, Roselló E. 1998a. The transition from Magdalenian to Epipaleolithic in the Spanish Mediterranean: El Tossal de la Roca. En: Giunchi C (Ed), *Proceedings of the XII Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences* 2, A.B.A.C.O., Forlì, pp 635-640
- Cacho C, Fumanal MP, López-García P, López-Sáez JA, Pérez Ripoll M, Martínez Valle R, Uzquiano P, Aranz A, Sánchez Marco A, Sevilla P, Morales A, Roselló E, Garralda MD, García Carrillo M. 1995. El Tossal de la Roca (Vall d'Alcalá, Alicante). Reconstrucción paleoambiental y cultural de la transición del Tardiglacial al Holoceno inicial. *Recerques del Museu d'Alcoi* 4, 11-101
- Cacho I, Grimalt JO, Canals M, Sbaifi L, Shackleton NJ, Schönfeld J, Zahn R. 2001. Variability of the western Mediterranean Sea surface temperatures during the last 25,000 years and its connection with the northern hemisphere climatic changes. *Paleoceanography* 16, 40-52
- Cacho I, Grimalt JO, Pelejero C, Canals M, Sierro FJ, Flores JA, Shackleton N. 1999. Dansgaard-Oeschger and Heinrich event imprints in Alboran Sea paleotemperatures. *Paleoceanography* 14 (6), 698-705
- Cacho I, Grimalt JO, Sierro FJ, Shackleton N, Canals M. 2000. Evidence for enhanced Mediterranean thermohaline circulation during rapid climatic coolings. *Earth and Planetary Science Letters* 183 (3-4), 417-429
- Cacho I, Shackleton N, Elderfield H, Sierro FJ, Grimalt JO. 2006. Glacial rapid variability in deep-water temperature and $\delta^{18}O$ from the Western Mediterranean Sea. *Quaternary Science Reviews* 25, 3294-3311
- Calmel-Avila M. 2000. Procesos hídricos holocenos en el Bajo Guadalentín (Murcia, SE España). *Cuaternario y Geomorfología* 14 (3-4), 65-78
- Cámara Serrano JA, Afonso Marrero JA, Molina González F. 2010. La ocupación de las Peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada) desde el Neolítico al mundo romano. Asentamiento y ritual funerario. *Las Peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada)*, Ayuntamiento de Montefrío/Ministerio de Cultura, pp 106 pp
- Cámara Serrano JA, Molina González F, Afonso Marrero JA. 2005. La cronología absoluta de Los Castillejos en Las Peñas de los Gitanos (Montefrío, Granada). En: Arias P, Ontañón R, García-Moncó C (Eds), *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Santander, pp 841-852
- Cano J, Fumanal MP, Ferrer C, Usera J, Blázquez AM, Olmo J. 1997. Evolución de la costa meridional de Galicia durante el Cuaternario Superior. En: Rodríguez Vidal J (Ed), *Cuaternario Ibérico*. AEQUA, Huelva, pp 47-54
- Carreras J, Vigo J, Ferré A. 2005-2006. *Manual dels hàbitats de Catalunya*, vols I-VIII. Dep Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, Barcelona
- Carrión JS. 1990. Evolución paleoambiental durante el Pleistoceno superior en el sureste de España. Las secuencias polínicas de las Cuevas de la Carihuela (Granada) y Beneito (Alicante). Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 167 pp
- Carrión JS. 1991. Desarrollo de vegetaciones mediterráneas durante el Pleistoceno Superior en el Sureste Ibérico. Nuevos datos polínicos. *Anales de Biología* 17, 109-131
- Carrión JS. 1992a. Late quaternary pollen sequence from Carihuela Cave, Southern Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 71, 37-77
- Carrión JS. 1992b. A palaeoecological study in the Western Mediterranean area. The Upper Pleistocene pollen record from Cova Beneito (Alicante, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 92, 1-14
- Carrión JS. 1994. Análisis polínico de los depósitos turbosos de la Canal de Navarres. X Simposio de Palinología, APLE, Valencia
- Carrión JS. 1997. Palinología. La secuencia de Navarres. *Investigación y Ciencia* 251, 26-27
- Carrión JS. 2001. Condicionantes de la respuesta vegetal al cambio climático. Una perspectiva paleobiológica. *Acta Botánica Malacitana* 26, 157-176
- Carrión JS. 2001. Dialectic with climatic interpretations of Late-Quaternary vegetation history in Mediterranean Spain. *Journal of Mediterranean Ecology* 2, 145-156
- Carrión JS. 2002a. Patterns and processes of Late Quaternary environmental change in a montane region of southwestern Europe. *Quaternary Science Reviews* 21, 2047-2066
- Carrión JS. 2002b. A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120, 217-232

- Carrión JS. 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: Incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica. Ecosistemas (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/revision1.htm>)
- Carrión JS. 2004. Two pollen deep sea cores to frame adaptive evolutionary change for humans. A comment on "Neandertal extinction and the millennial scale climatic variability of OIS 3" by d'Errico F, Sánchez-Góñi MF. *Quaternary Science Reviews* 23, 1217-1224
- Carrión JS, Dupré M. 1994. Pollen data from Mousterian sites in southeastern Spain. *AASP Contributions Series* 29, 17-26
- Carrión JS, Dupré M. 1996. Late Quaternary vegetational history at Navarrés, eastern Spain. A two core approach. *New Phytologist* 134, 177-191
- Carrión JS, Dupré M. 2002. Los paisajes vegetales de Altamira en el Paleolítico Superior. *Redescubrir Altamira*. Turner, Madrid, pp 141-150
- Carrión JS, Fernández S. 2009. Taxonomic depletions and ecological disruption of the Iberian flora over 65 million years. *Journal of Biogeography* 36 (11), 2023-2024
- Carrión JS, Munuera M. 1997. Upper Pleistocene paleoenvironmental change in eastern Spain: new pollen-analytical data from Cova Beneito (Alicante). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 128, 287-299
- Carrión JS, Navarro C. 2002. Cryptogam spores and other non-pollen microfossils as sources of palaeoecological information. Case-studies from Spain. *Annales Botanici Fennici* 39, 1-14
- Carrión JS, Sánchez-Gómez P. 1992. Palynological data in support of the survival of walnut (*Juglans regia* L.) in the western Mediterranean area during last glacial times. *Journal of Biogeography* 19, 623-630
- Carrión JS, van Geel B. 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology* 106, 209-236
- Carrión JS, Andrade A, Bennet KD, Navarro C, Munuera M. 2001a. Crossing forest thresholds: inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain. *The Holocene* 11 (6), 635-653
- Carrión JS, Dupré M, Fumanal MP, Montes R. 1995. A palaeoenvironmental study in the semiarid southeastern Spain: the palynological and sedimentological sequence at Pemas Cave (Lorca, Murcia). *Journal of Archaeological Science* 22, 355-367
- Carrión JS, Fernández S, González-Sampériz P, Gil-Romera G, Badal E, Carrión-Marco Y, López-Merino L, López-Sáez JA, Fierro E, Burjachs F. 2010. Expected trends and surprises in the Lateglacial and Holocene vegetation history of the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162, 458-475
- Carrión JS, Fernández S, González-Sampériz P, Leroy SAG, López-Sáez JA, Burjachs F, Gil-Romera G, Rodríguez-Sánchez E, García-Antón M, Gil-García MJ, Parra I, Santos L, López-García P, Yll EI, Dupré M. 2009. Sterility cases and causes in Quaternary pollen analysis in the Iberian Peninsula: the advantages of reporting bad luck. *Internet Archaeology* 25, 1-54
- Carrión JS, Fernández S, Jiménez-Moreno G, Fauquette S, Gil-Romera G, González-Sampériz P, Finlayson C. 2009. The origin of the "Near West" dry lands. *Journal of Arid Environments* 74, 731-736
- Carrión JS, Finlayson C, Fernández S, Finlayson G, Allué E, López-Sáez JA, López-García P, Gil-Romera G, Bailey G, González-Sampériz P. 2008. A coastal reservoir of biodiversity for Upper Pleistocene human populations: Palaeoecological investigations in Gorham's Cave (Gibraltar) in the context of the Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews* 27, 2118-2135
- Carrión JS, Fuentes N, González-Sampériz P, Sánchez Quirante LS, Finlayson JC, Fernández S, Andrade A. 2007. Holocene environmental change in a montane region of southern Europe with a long history of human settlement. *Quaternary Science Reviews* 26, 1455-1475
- Carrión JS, Fumanal MP, Iturbe G. 1993. La secuencia polínica de Cova Beneito en su marco litoestratigráfico, arqueológico y geocronológico. En: Fumanal MP, Bernabeu J (Eds), *Estudios sobre Cuaternario, medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat humano*. Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, Universidad de Valencia, pp 139-148
- Carrión JS, Munuera M, Dupré M, Andrade A. 2001b. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology* 89, 783-797
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C. 1998. The palaeoenvironment of Carihuela Cave (Granada, Spain): a reconstruction on the basis of palynological investigations of cave sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology* 99, 117-144
- Carrión JS, Munuera M, Navarro C, Burjachs F, Dupré M, Walker MJ. 1999. The palaeoecological potential of pollen records in caves: the case of Mediterranean Spain. *Quaternary Science Reviews* 18, 1061-1073
- Carrión JS, Navarro C, Navarro J, Munuera M. 2000. The interpretation of cluster pine (*Pinus pinaster*) in floristic-phytosociological classifications from a palaeoecological perspective. *The Holocene* 10, 243-252
- Carrión JS, Parra I, Navarro C, Munuera M. 2000. Past distribution and ecology of the cork oak (*Quercus suber*) in the Iberian Peninsula: a pollen analytical approach. *Diversity and Distribution* 6, 29-44
- Carrión JS, Riquelme JA, Navarro C, Munuera M. 2001c. Pollen in hyaena coprolites reflects late glacial landscape in southern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 176, 193-205
- Carrión JS, Sánchez-Gómez P, Mota JF, Yll EI, Chain C. 2003a. Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gádor, southern Spain. *The Holocene* 13 (6), 839-849
- Carrión JS, Scott L, Arribas A, Montoya E, Gil-Romera G. 2007. Pleistocene landscapes in central Iberia inferred from pollen analysis of hyena coprolites. *Journal of Quaternary Science* 22, 191-202
- Carrión JS, van Geel B, Navarro C, Munuera M. 1999. Evidence of an unexpected abrupt event in eastern Spain challenges existing concepts of vegetation change. *South African Journal of Science* 95, 44-46
- Carrión JS, Yll EI, Chain C, Dupré M, Walker MJ, Legaz A, López A. 2005. Fitodiversidad arbórea en el litoral del sureste español durante el Pleistoceno Superior. En: Sanjaume E, Mateu JF (Eds), *Geomorfología litoral i Quaternari. Homenatge al professor Vicenç Roselló i Verger*, pp 103-112
- Carrión JS, Yll EI, Walker MJ, Legaz A, Chain C, López A. 2003b. Glacial refugia of temperate, Mediterranean and Ibero-North African flora in southeastern Spain: new evidence from cave pollen at two Neanderthal man sites. *Global Ecology and Biogeography* 12, 119-129
- Carrión JS, Yll EI, Willis KJ, Sánchez-Gómez P. 2004. Holocene forest history of the eastern plateaux in the Segura Mountains (Murcia, Southeastern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 132, 219-236
- Carrión-Marco Y. 1999. Datos preliminares del antracoanálisis de l'Abric de la Falguera (Alcoi, Alacant). *Actes de II Congrés del Neolític a la península Ibèrica. Saguntum Extra-2*, Valencia, pp 37-44
- Carrión-Marco Y. 2000a. Estudio antracológico del yacimiento de Pala da Vella (Bibra, Ourense) en el contexto del Holoceno del noroeste peninsular. *Trabajo de Investigación*. Facultat de Geografia i Història. Universitat de València, Valencia, 221 pp

- Carrión-Marco Y. 2000b. El paisaje vegetal prehistórico de Pala da Vella. Primeros resultados antracológicos. En: Oliveira Jorge V (Coord), Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular 9, Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica, Porto, pp 21-32
- Carrión-Marco Y. 2002. Charcoal analysis at La Falaguera rockshelter (Alcoi, Alacant) from Mesolithic to Bronze Age: landscape and wood uses. En: Thiébaud S. (Ed), Charcoal Analysis. Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses. Proceedings of the Second International Meeting of Anthacology, September 2000. BAR Internacional Series 1063, Paris, pp 103-108
- Carrión-Marco Y. 2003. Afinidades y diferencias en las secuencias antracológicas en las vertientes mediterránea y atlántica de la Península Ibérica. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, Valencia, 572 pp
- Carrión-Marco Y. 2004. Análisis antracológico del yacimiento de Fuente Álamo (Cuevas de Almanzora, Almería): usos de la madera y paleovegetación. En: Hernández Alcaraz L, Hernández Pérez MS (Eds), La Edad del Bronce en Tierras Valencianas y zonas limítrofes. Ayuntamiento de Villena, Alicante, pp 477-486
- Carrión-Marco Y. 2005. La vegetación mediterránea y atlántica de la península Ibérica. Nuevas secuencias antracológicas. Trabajos Varios de S.I.P. (Servicio de Investigación Prehistórica) 104, 314 pp
- Carrión-Marco Y. 2006. Las evidencias de una orientación ganadera. Los datos. En: Aura E, García O (Coord), El abric de La Falaguera (Alcoi, Alacant). 8000 años de ocupación humana en la cabecera del río Alcoi. Museu d'Alcoi 1, Diputación de Alicante, Excmo. Ayuntamiento de Alcoi y Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp 219-236
- Carrión-Marco Y. 2006. La secuencia antracológica del Abric de la Falguera. En: García O, Molina L (Coords), El abric de la Falguera (Alcoi, Alacant): 8.000 años de ocupación humana en la cabecera del río de Alcoi. Museu d'Alcoi 2. Diputación de Alicante, Excmo. Ayuntamiento de Alcoi y Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp 60-110
- Carrión-Marco Y. 2009. Entre el mar y la montaña: evolución del paisaje vegetal desde el Neolítico a época islámica. En: Flors E (Coord), Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón). Evolución del paisaje antrópico desde la prehistoria hasta el medioevo. Monografías de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques 8. SIAP, Servicio de Investigaciones Arqueológicas y Prehistóricas, Servicio de publicaciones de la Diputación de Castellón, Castelló de la Plana, pp 435-442
- Carrión-Marco Y, Kaal J, López-Sáez JA, López-Merino L, Martínez-Cortizas A. 2010. Holocene vegetation change in NW Spain revealed by anthracological and palynological records from a colluvial soil. The Holocene 20 (1), 53-66
- Carrión-Marco Y, Molina Balaguer L, Pérez Ripoll M, García Puchol O, Pérez-Jordà G. 2006. Las evidencias en una orientación ganadera. En: García Puchol O, Aura Tortosa JE (Eds), El abric de la Falguera (Alcoi, Alacant): 8000 años de ocupación humana en la cabecera del río de Alcoi. MARQ, CAM y Ajuntament d'Alcoi, Alcoi, pp 219-236
- Carrión-Marco Y, Ntinou M, Badal E. 2010. *Olea europaea* L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early-Middle Holocene. Quaternary Science Reviews 29, 952-968
- Carvajal E. 1928. Nota sobre un yacimiento de fósiles vertebrados en el Plioceno de la provincia de Logroño. Comptes rendus de la XIV Session Congrès Géol. Int., pp 1017-1028
- Castañeda C. 2002. El agua de las saladas de Monegros Sur estudiada con datos de campo y de satélite. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza, 158 pp
- Castro PV, Chapman RW, Suriñach S, Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R, Sanahuja ME. 1999. Proyecto Gatas. 2. La dinámica arqueoecológica de la ocupación prehistórica. Arqueología, Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla
- Cattani L, García-Antón M, Renault-Miskovsky J. 1994. The lower and middle Pleistocene in the circum-mediterranean region. Attempts and results of archaeo-palynological correlations. AASP Contributions Series 29, 27-52
- Cearreta A. 1993. Palaeoenvironmental interpretation of Holocene coastal sequences in the southern bay of Biscay. Geol Rundsch 82 (2), 234-240
- Cebrià A, Esteban A, Parra I, Yll E. 1988. Análisis polínicos de una secuencia estratigráfica y de un coprolito. En: Olaria C (Ed), Cova Fosca. Un asentamiento meso-neolítico de cazadores y pastores en la serranía del Alto Maestrazgo. Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques 3, pp 257-263
- Chabal L. 1997. Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive), L'anthracologie, méthode et paléoécologie. Documents d'Archéologie Française, Paris, 188 pp
- Chapman RW. 1991. La formación de las sociedades complejas. El sureste de la península ibérica en el marco del Mediterráneo occidental. Crítica, Barcelona, 411 pp
- Civis J. 1975. Estudio de los Foraminíferos del Plioceno del NE de España. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 497 pp
- Civis J. 1977a. Los foraminíferos pliocénicos de Papiol (Barcelona). Significación paleoecológica y paleogeográfica. Stvdia Geológica Salmanticensia 13, 7-30
- Civis J. 1977b. Estudio de los foraminíferos del afloramiento pliocénico de Can Albareda (Barcelona). Análisis paleoecológico y bioestratigráfico. Stvdia Geológica Salmanticensia 13, 105-126
- Civis J. 1981. Microfauna del Plioceno de «La Placa de les Bruixes» (Molins de Rey, Barcelona). Acta Geologica Hispánica 14, 385-390
- Civis J. 2004. Cuencas cenozoicas. En: Vera JA (Ed), Geología de España. SGE-IGME, Madrid, pp 531-533
- Cohen MJ. 1964. Distorsions spectrales en analyse pollinique. Mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Études. Paris
- Colmenero Hidalgo E, Flores JA, Siero FJ, Bárcena MA, Löwemark L, Schönfeld J, Grimalt JO. 2004. Ocean surface water response to short-term climate changes revealed by coccolithophores from the Gulf of Cadiz (NE Atlantic) and Alboran Sea (W Mediterranean). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 205 (3-4), 317-336
- Comboureu Nebout N, Londeix L, Baudin F, Turon JL, von Grafenstein R, Zahn R. 1999. Quaternary marine and continental palaeoenvironments in the western Mediterranean (Site 976, Alboran Sea): palynological evidence. En: Zahn R, Comas MC, Klaus A (Eds), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 161, pp 457-468
- Comboureu Nebout N, Peyron O, Dormoy I, Desprat S, Beaudouin C, Kotthoff U, Marret F. 2009. Rapid climatic variability in the west Mediterranean during the last 25 000 years from high resolution pollen data. Climate of the Past 5, 503-521
- Comboureu Nebout N, Turon JL, Zahn R, Capotondi L, Londeix L, Pahnke K. 2002. Enhanced aridity and atmospheric high-pressure stability over the western Mediterranean during the North Atlantic cold events of the past 50 ky. Geology 30, 863-866
- Contreras Cortés F. (Coord). 2000. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y depresión de Linares-Bailén. Proyecto Peñalosa. Arqueología, Monografías 10, Conserjería de Cultura, Dirección General de Bienes Culturales, Sevilla
- Contreras Cortés F, Rodríguez-Ariza MO, Cámara JA, Moreno A. 1997. Hace 4000 años... Vida y muerte en dos poblados de la Alta Andalucía. Catálogo de la exposición. Junta de Andalucía, Fundación Caja de Granada, Granada, 159 pp

- Corella JP, Moreno A, Morellón M, Rull V, Giral S, Rico MT, Pérez A, Valero-Gracés B. 2010. Climate and human impact on a meromictic lake during the last 6000 years. *Journal of Paleolimnology* doi: 10.1007/s10933-010-9443-3
- Cortés Sánchez M, Simón-Vallejo MD. 1997. Cueva Bajondillo (Torremolinos, Málaga). Aportaciones al Paleolítico en Andalucía. El món Mediterrani després del Pleniglacial (18.000-12.000 BP). *Série Monogràfica 17*, Centre d'Investigacions arqueològiques de Girona, Gerona, pp 275-290
- Cortés Sánchez M, Morales-Muñiz A, Simón-Vallejo MD, Bergadà-Zapata MM, Delgado-Huertas A, López-García P, López-Sáez JA, Lozano-Francisco MC, Riquelme-Cantal JA, Roselló-Izquierdo E, Sánchez-Marco A, Vera-Peláez JL. 2008. Palaeoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and early Holocene. *Quaternary Science Reviews* 27, 2176-2193
- Costa Casais M, Martínez-Cortizas A, Pérez-Alberti A. 1996. Tipo de depósitos costeros antiguos entre o cabo de Fisterra e o cabo de Corrubedo. En: Pérez-Alberti A, Martini P, Chesworth W, Martínez-Cortizas A (Coords), *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*. Xunta de Galicia, Santiago
- Costa Casais M, Martínez-Cortizas A, Pontevedra Pombal X, Criado Boado F. 2009. Analysis of landforms in geoarchaeology: Campo Lameiro, NW Iberian Peninsula. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia* 86, 39-50
- Costa Casais M, Moares Domínguez C, Martínez-Cortizas A. 1996. A caracterización físico-química do depósito de Mougás (Pontevedra): implicacións morfo-xenéticas. En: Pérez-Alberti A, Martini P, Chesworth W, Martínez-Cortizas A (Coord), *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*. Xunta de Galicia, Santiago, pp 431-440
- Costa Tenorio M, García-Antón M, Morla C, Sainz-Ollero H. 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología fuera de serie* 1, 31-58
- Costa Tenorio M, Morla C, Sainz-Ollero H. (Eds). 1997. Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica, Editorial Planeta, Barcelona, 597 pp
- Costa Tenorio M, Morla C, Sainz-Ollero H. (Eds). 2001. Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica, 4ª Ed. Editorial Planeta Periplo, Barcelona, 597 pp
- Coudé-Gaussen G. 1981. Les Serras da Peneda et do Gerês: Etude géomorphologique. *Memorias do Centro de Estudos Geográficos* 5, Lisboa, 254 pp
- Coudé-Gaussen G, Deneffe M. 1980. La signification du développement récent de la lande d'altitude dans le Portugal Septentrional. D'après l'étude de deux tourbières. *Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire*, 107-115
- Cravatte J, Suc JP. 1981. Climatic evolution of North-Western Mediterranean area during Pliocene and Early Pleistocene by pollen-analysis and Forams of drill Autan 1. *Chronostratigraphic correlations. Pollen et spores* 23, 247-258
- Cubero C. 1993. Notes floristiques i de vegetació de l'entorn de la Cova de la Guineu. Martorell, Centre per la gestió de patrimoni cultural i natural (CEM) (inédito)
- Cubero C. 1995. Estudio paleocarpológico de yacimientos del valle medio del Duero. En: Delibes G, Romero F, Morales A (Eds), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio A.C. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp 371-394
- Cunha P. 1992. Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terceário de Portugal Central, a leste de Coimbra. Tesis doctoral. Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Coimbra, 262 pp
- Cunha PM, Barbosa BP, Reis R. 1993. Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin). *Ciências da Terra* 12, 35-43
- de Abreu L, Abrantes FF, Shackleton NJ, Tzedakis PC, McManus JF, Oppo DW, Hall MA. 2005. Ocean climate variability in the Eastern North Atlantic during interglacial MIS 11: a partial analogue to the Holocene? *Paleoceanography* 20, PA3009 doi: 10.1029/2004PA001091
- de Deckker P, Geurts M, Julià R. 1979. Seasonal rythmites from a Lower Pleistocene lake in northeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 26, 43-71
- de la Rúa C, Baraybar JP, Iriondo M, Izagirre N. 2001. Estudio antropológico del esqueleto mesolítico del yacimiento de Aizpea. En: Barandiarán I, Cava A (Eds), *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro. El sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 años antes de ahora*. Veleia. Anejos Series Maior 10, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, pp 361-429
- de Pedro Michó MJ. 1998. La Lloma de Betxí (Paterna Valencia). Un Poblado de la Edad del Bronce. *Serie de Trabajos Varios 94*, Servicio de Investigación Prehistórica, Valencia, 329 pp
- Dean W, Anderson R, Bradbury JP, Anderson D. 2002. A 1500-year record of climatic and environmental change in Elk Lake, Minnesota I: Varve thickness and gray-scale density. *Journal of Paleolimnology* 27, 287-299
- Deguillaume S. 1987. Analyse pollinique du sommet du remplissage de l'Abri Romaní (Catalogne, Espagne). *Mémoire de DEA inédita*. Institut de Paléontologie Humaine. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris
- Delibrias G, Nonn H, van Campo M. 1964. Age et flore d' un dépôt periglaciaire reposant sur la rasa cantabrique près de Burela (Galicie, Espagne). *CRAS* 259, 4092-4094
- Desprat S, Sánchez-Goñi MF, Loutre MF. 2003. Revealing climatic variability of the last three millennia in northwestern Iberia using pollen influx data. *Earth and Planetary Science Letters* 213, 63-78
- Desprat S, Sánchez-Goñi MF, McManus J, Duprat J, Cortijo E. 2009. Millennial-scale climatic variability between 340 000 and 270 000 years ago in SW Europe: evidence from a NW Iberian margin pollen sequence. *Climate of the Past* 5, 53-72
- Desprat S, Sánchez-Goñi MF, Naughton F, Turon JL, Duprat J, Malaizé B, Cortijo E, Peyrouquet JP. 2007. Climate variability of the last five isotopic interglacials: Direct land-sea-ice correlation from the multiproxy analysis of North-Western Iberian margin deep-sea cores. En: Sirocko F, Claussen M, Sánchez-Goñi MF, Litt T (Eds), *Developments in Quaternary Science* 7, Elsevier, pp 375-386
- Desprat S, Sánchez-Goñi MF, Turon JL, Duprat J, Malaizé B, Peyrouquet JP. 2006. Climatic variability of Marine Isotope Stage 7: direct land-sea-ice correlation from a multiproxy analysis of a North-Western Iberian margin deep-sea core. *Quaternary Science Reviews* 25 (9-10), 1010-1026
- Desprat S, Sánchez-Goñi MF, Turon JL, McManus JF, Loutre MF, Duprat J, Malaizé B, Peyron O, Peyrouquet JP. 2005. Is vegetation responsible for glacial inception during periods of muted insolation changes?. *Quaternary Science Reviews* 24 (12-13), 1361-1374
- Díaz del Olmo F, Vallespi E, Baena R, Recio JM. 1989. Terrazas Pleistocenas del Guadalquivir Occidental: Geomorfología, suelos, paleosuelos y secuencia cultural. En: Díaz del Olmo F, Rodríguez Vidal J (Eds), *El Cuaternario en Andalucía Occidental*. Monografías 1, AEQUA, pp 27-31
- Díez-Castillo A. 1996-1997. Una cabaña neolítica en los Picos de Europa. I Congreso de Neolítico a la Península Ibérica. *Rubricatum I* (1), 349-356
- Dinis P. 2004. Evolução Pliocénica e Quaternária do Vale do Cértima. Tesis doctoral. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 351pp

- Dinis P. 2006. Depósitos Neogénicos anteriores à incisão fluvial actual entre Coimbra e Aveiro: Fácies, Arquitectura Deposicional e Controlos sobre a Sedimentação. *Comunicações Geológicas* 93, 81-104
- Diniz F. 1984. Apports de la palynologie à la connaissance du Pliocène portugais. Rio Maior: un bassin de référence pour l'histoire de la flore, de la végétation et du climat de la façade atlantique de l'Europe meridionale. Tesis doctoral, Université des Sciences et Techniques de Languedoc, Montpellier, 230 pp
- Diniz F. 2001. Aspects of the Plio-Quaternary Transition in Rio Maior: Pollen Records, Vegetation and Climate. *Actas V Reunião do Quaternário Ibérico, I Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas*, pp 109-112
- Diniz F, Möner NA. 1995. The Reuverian/Pretiglian transition in Rio Maior, Portugal. *XIV International Congress INQUA, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung* 2/95, 64
- Dorado-Valiño M. 1993. Evolución de la vegetación durante el Holoceno en el Valle de Amblés (Ávila). Estudio palinológico. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, 212 pp
- Dorado-Valiño M, Martín T, Gil-García MJ, Ruiz Zapata MB. 1990. Estudio comparativo de los datos polínicos procedentes de dos depósitos de distinta naturaleza litológica (turba y material detrítico) localizado en el Valle de Amblés. *Ávila. Actas de Gredos* 10, 25-32
- Dorado-Valiño M, Valdeomillos Rodríguez A, Ruiz Zapata MB. 2001. Actividad humana y dinámica de la vegetación en la Sierra de Ávila (Sistema Central Español) desde el Bronce Medio. *Polen* 11, 39-49
- Dorado-Valiño M, Valdeomillos Rodríguez A, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Bustamante I. 1999. Evolución climática durante el Holoceno en la cuenca alta del Guadiana (submeseta sur ibérica). *Cuaternario y Geomorfología* 13 (1-2), 19-32
- Dorado-Valiño M, Valdeomillos Rodríguez A, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Bustamante I. 2002. Climatic changes since the Lateglacial/Holoceno transition in the Mancha plain (South Central Iberian Peninsula, Spain) and their evidence in Las Tablas Daimiel marshlands. *Quaternary International* 93-94, 73-84
- Dormoy I, Peyron O, Nebout NC, Goring S, Kotthoff U, Magny M, Pross J. 2009. Terrestrial climate variability and seasonality changes in the Mediterranean region between 15 000 and 4000 years BP deduced from marine pollen records. *Climate of the Past* 5, 615-632
- Dupré M. 1980. Análisis polínico de sedimentos arqueológicos de la cueva de Les Malladetes (Barx, Valencia). *Cuadernos de Geografía* 26, 1-22
- Dupré M. 1982. VII-Palinología. En: Aparicio J, Pérez-Ripoll M, Vives E, Fumanal MP, Dupré M (Eds), *La cova de les Calaveres (Benidoleig, Alicante)*. Servicio de Investigación Prehistórica, Serie de Trabajos Varios 75, Diputación Provincial de Valencia, Valencia, pp 77-83
- Dupré M. 1984. Palinología de los niveles VII a II. En: Altuna J, Merino JM (Eds), *El yacimiento prehistórico de la cueva de Ekain (Deba, Guipúzcoa)*. Capítulo IV, pp 61-63
- Dupré M. 1988a. Apports de la palynologie à la connaissance du paléoenvironnement végétal holocène de la région de Valence (Espagne). *Travaux de la section scientifique et technique. Institut français de Pondichéry* 25, 55-63
- Dupré M. 1988b. Palinología y Paleambiente. Nuevos datos españoles. Referencias. *Trabajos Varios* 84, Servicio de Investigación Prehistórica, Valencia, 160 pp
- Dupré M. 1990. Análisis polínico de la Cueva de Amalda. En: Altuna J, Baldeón A, Mariezcurrera K (Dir), *La Cueva de Amalda (Zestoa, País Vasco): ocupaciones paleolíticas y postpaleolíticas*. Fundación José Miguel de Barandiarán, Colecc. Barandiarán 4, San Sebastián, pp 49-51
- Dupré M. 1995. Cambios paleoambientales en el territorio valenciano. *La Palinología. El Cuaternario del País Valenciano*, Valencia, pp 205-216
- Dupré M, Carrión JS, Fumanal MP, La Roca N, Martínez J, Usera J. 1998. Evolution and palaeoenvironmental conditions of an interfan area in eastern Spain (Navarrés, Valencia). *Italian Journal of Quaternary Sciences* 11, 95-105
- Dupré M, Fumanal MP, La Roca N. 1985. Modifications de l'environnement endoreique. La tourbière de la Canal de Navarrés (Valencia, Espagne). *Cahiers Ligures de Préhistoire et de Protohistoire* 2, 297-311
- Dupré M, Fumanal MP, Martínez J, Pérez-Obiol R, Roure JM, Usera J. 1996. *Le Quaternaire* 7, 177-186
- Duque Espino DM. 2005. Resultados antracológicos de los yacimientos de la Coudelaria de Alter do Chão y su integración en las secuencias paleoecológicas y paleoambientales de la Prehistoria Reciente del Suroeste peninsular. *Revista Portuguesa de Arqueología* 8, 21-41
- Ejarque A. 2010. Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el Holoceno: estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Tesis Doctoral. Instituto catalán de arqueología Clásica, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 363 pp
- Ejarque A, Julià R, Riera S, Palet JM, Orengo HA, Miras Y, Gascón C. 2009. Tracing the history of highland human management in the eastern Pre-Pyrenees: an interdisciplinary palaeoenvironmental study at the Pradell fen, Spain. *The Holocene* 19 (8), 1241-1255
- Ejarque A, Miras Y, Riera S, Palet JM, Orengo HA. 2010. Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: a palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science* 37, 1468-1479
- Elbaum R, Weiner S, Albert RM, Elbaum M. 2003. Detection of burning of plant materials in the archaeological record by changes in the refractive indices of siliceous phytoliths. *Journal of Archaeological Science* 30 (2), 217-226
- Elhaï H. 1966. Deux gisements du Quaternaire moyen. Bruges (Sud-Ouest de France). Bañolas (Catalogne). *Bulletin de l'Association Française de l'Etude du Quaternaire* 6, 69-78
- Elvira LM, Hernando C. 1989. Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque: estudio piloto con aplicación a los incendios forestales. Colección Monografías INIA, Madrid, 99 pp
- Estévez J, Gusi F, Olaria C, Vila A, Yll EI. 1987. Evolución ambiental y desarrollo de la base subsistencial hasta el 7.000 B.P. en el Levante Ibérico. *Prémieres communautés paysannes en Méditerranée occidentale*, CNRS, pp 221-226
- Estremera Portela MS. 2003. Primeros agricultores y ganaderos en la Meseta norte: el Neolítico de la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia). *Arqueología en Castilla y León* 11, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Zamora, 320 pp
- Eynaud F, Turon JL, Sánchez-Goñi MF, Gendreau S. 2000. Dinoflagellate cyst evidence of Heinrich-like events off Portugal during the Marine Isotopic Stage 5. *Marine Micropaleontology* 40, 9-21
- Fabián García J, Blanco González A, López-Sáez JA. 2006. La transición Calcolítico-Bronce Antiguo desde una perspectiva arqueológica y ambiental: el Valle Amblés (Ávila) como referencia. *Arqueología Espacial* 26, 37-56
- Faegri K, Iversen J. 1989. Textbook of pollen analysis. 4th Edition. En: Faegri K, Kaland PE, Krzywinski K (Eds), *Publisher John Wiley & Sons*, Chichester, 328 pp
- Falguères C. 1986. Datation des sites acheuléens et moustériens du Midi Méditerranéen par la méthode de Résonance de Spin Electronique. Tesis doctoral. Muséum national d'histoire naturelle, Institut de paléontologie humaine

- Farias Arquer P, Jiménez M, Marquínez J. 1996. Nuevos datos sobre la estratigrafía del relleno cuaternario de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias). *Geogaceta* 20 (5), 1116-1119
- Farias Arquer P, Marquínez J, Rodríguez González ML. 1990. Geomorfología y origen de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias). I Reunión Nacional de Geomorfología. Sociedad Española de Geomorfología, Teruel, pp 91-101
- Fauquette S, Guiot J, Suc JP. 1998. A method for climatic reconstruction of the Mediterranean Pliocene using pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 144, 183-201
- Fauquette S, Suc JP, Guiot J, Diniz F, Feddi N, Zheng Z, Bessais E, Drivalieri A. 1999. Climate and biomes in the West Mediterranean area during the Pliocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 152, 15-36
- Feddi N, Fauquette S, Suc JP. 2011. Histoire pliocène des écosystèmes végétaux de Méditerranée sud-occidentale: apport de l'analyse pollinique de deux sondages en mer d'Alboran. *Géobios* 44, 57-69
- Fernandes PM, Rigolot E. 2007. The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management* 241, 1-13
- Fernández J. 2006. La producción lítica del IV y III milenio cal B.C. en el norte del País Valenciano: primeros datos sobre contextos habitacionales. IV Congreso de Arqueología Peninsular, Faro, Serie Promontoria Monográfica 4, pp 263-277
- Fernández S. 2005. La vegetación del Cuaternario reciente en el sureste español. Nuevos datos palinológicos y discusión en el contexto de la Iberia Mediterránea. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, Murcia, 301 pp
- Fernández S, Fuentes N, Carrión JS, González-Sampériz P, Montoya E, Gil-Romera G, Vega-Toscano G, Riquelme JA. 2007. The Holocene and Upper Pleistocene pollen sequence of Carhuela Cave, southern Spain. *Geobios* 40, 75-90
- Fernández Rodríguez C, Ramil-Rego P, Martínez-Cortizas A. 1995. Characterization and depositional evolution of hyaena (*Crocuta crocuta*) Coprolites from La Valiña Cave (Northwest Spain). *Journal of Archaeological Science* 22, 597-607
- Fernández Rodríguez C, Ramil-Rego P, Martínez-Cortizas A, Rey Salgado JM, Peña Villamide P. 1993. La cueva de A Valiña (Castroverde, Lugo): aproximación estratigráfica, paleobotánica y paleontológica al Paleolítico superior inicial de Galicia. En: Fumanal MP, Bernabeu J (Eds), *Estudios sobre Cuaternario. Medios sedimentarios. Cambios ambientales. Hábitat humano*. Asociación Española para el Estudio del Cuaternario. Universitat de València, Valencia, pp 159-165
- Fernández-Tresguerres JA. 1980. El aziliense de las provincias de Asturias y Santander. *Monografías Centro de Investigación y Museo de Altamira* 2, Santander, 209 pp
- Fernández-Zamudio R, Sousa A, García Murillo P. 2007. Laguna de las Madres, Huelva. Flora y vegetación. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 284 pp
- Figueiral I. 1993. Cabeço de Porto Marinho: une approche paléocéologique. Premiers résultats. En: Fumanal MP, Bernabeu J (Eds), *Estudios sobre Cuaternario: medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat*. Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, pp 167-172
- Figueiral I. 1995. Charcoal analysis and the history of *Pinus pinaster* (cluster pine) in Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89, 441-454
- Figueiral I. 1998. O Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas): a contribuição da antracologia. *Revista portuguesa de Arqueologia* 1 (2), 73-79
- Figueiral I, Carcaillat C. 2005. A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* type *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal. *Quaternary Science Reviews* 24, 2466-2476
- Figueiral I, Carvalho AF. 2006. Rocha das Gaivotas e Vale Boi: os restos vegetais carbonizados, vestígios da vegetação meso-neolítica. Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica. *Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular. Promontoria Monográfica* 4, Faro, pp 81-91
- Figueiral I, Terral JF. 2002. Late Quaternary refugia of Mediterranean taxa in the Portuguese Estremadura: charcoal based palaeovegetation and climatic reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 21, 549-558
- Fletcher WJ. 2005. Holocene Landscape History of Southern Portugal. Tesis doctoral. Universidad de Cambridge, 317 pp
- Fletcher WJ, Sánchez-Gorri MF. 2008. Orbital- and sub-orbital-scale climate impacts on vegetation of the western Mediterranean basin over the last 48,000 yr. *Quaternary Research* 70 (3), 451-464
- Fletcher WJ, Boski T, Moura D. 2007. Palynological evidence for environmental and climatic change in the lower Guadiana valley, Portugal, during the last 13 000 years. *The Holocene* 17 (4), 481-494
- Florschütz F, Menéndez-Amor J, Wijmstra T. 1971. Palynology of a thick Quaternary succession in S. Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 10, 233-64
- Follieri M, Roure JM, Giardini M, Magri D, Narcisi B, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Sadori L, Yll EI. 1997. Desertification trends in Spain and Italy based on pollen analysis. En: Rodríguez Vidal J (Ed), *Cuaternario Ibérico*. Universidad de Huelva, pp 349-351
- Follieri M, Roure JM, Giardini M, Magri D, Narcisi B, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Sadori L, Yll EI. 2000. Vegetation changes in Italy and Spain during the last Millennia. En: Farina A, Kennedy J, Bossù V (Ed), *Proceedings of the VII International Congress of Ecology*, pp 140
- Follieri M, Roure JM, Giardini M, Magri D, Narcisi B, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Sadori L, Yll EI. 2000. Desertification trends in Spain and Italy based on pollen analysis. En: Balabanis P, Peter D, Ghazi A, Tsogas M (Ed), *Mediterranean Desertification Research results and policy implications. Proceedings of the International Conference, 29 October to 1 November 1996, Crete, Greece. Vol 2, European Commission*, pp 33-44
- Fombella-Blanco MA, Andrade Olalla A, Puente García E, Penas Merino A, Alonso Herrero E, Matías Rodríguez R, García-Rovés E. 2001. Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación en la turbera del Puerto de San Isidro (León, España). *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*, pp 79-86
- Fombella-Blanco MA, García-Rovés E, Puente García E. 2003. Comparative palynological analysis between the San Isidro and Leitariagos Holocene sequences, NW Spain. *Acta Palaeontologica Sinica* 42 (1), 111-117
- Fontanals M. 2001. Noves aportacions a la investigació del límit Pleistocè-Holocè al sud de Catalunya: l'estudi de la indústria lítica del jaciment de la Catiuera (El Catllar, Tarragonès). *Butlletí de la Societat Arqueològica Època* V, 73-100
- Franco-Múgica F. 1997. Estudio Palinológico de turberas holocenas en el Sistema Central: reconstrucción paisajística y acción antrópica. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 392 pp
- Franco-Múgica F, García-Antón M. 1994. Análisis polínico de una turbera en Rascafría (Madrid). En: de la Serna I (Ed), *Polen y esporas: contribución a su conocimiento. Serie informes* 35, 361-369
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Génova Fuster M, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sánchez-Hernando LJ. 1996. El pinar de Lillo: una interpretación basada en datos paleobotánicos. *Medioambiente* 5, 4-9
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sainz-Ollero H. 2001b. The Holocene history of *Pinus* forests in the Spanish Northern Meseta. *The Holocene* 11, 343-358
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sainz-Ollero H. 2001. Evolución de la vegetación en el sector septentrional del Macizo de Ayllón (Sis-

- tema Central). Análisis polínico de la turbera de Pelagallinas. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 59 (1), 113-124
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sainz-Ollero H. 2005. Ancient pine forest on inland dunes in the Spanish northern meseta. *Quaternary Research* 63, 1-14
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Sainz-Ollero H. 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos: Navarredonda (Ávila, España). *Revue de Paléobiologie* 16, 29-45
- Franco-Múgica F, García-Antón M, Sainz-Ollero H. 1998. Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. *The Holocene* 8 (1), 69-82
- Franz H. 1967. Beiträge zur Kenntnis der Bodenentwicklung in NW-Spanien auf Grund fossiler Boden. *Anales de Edafología y Agrobiología* 26, 33-51
- Freeman LG. 1988. The stratigraphic sequence at Altamira, 1880-1981. *Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria T I*, pp 149-163
- Frenzel B, Pécsi M, Velichko AA. (Eds). 1992. Atlas of Paleoclimates and paleoenvironments of the Northern Hemisphere, Late Pleistocene-Holocene. Geographical Research Institute. Hungarian Academy of Sciences. Gustav Fischer Verlag, Budapest-Stuttgart, 153 pp
- Fuentes N, Carrión JS, Fernández S, González-Sampériz P, Nocete F, Alex E, Pérez C, Lizcano R. 2006. Análisis polínico del yacimiento arqueológico de La Junta (Puebla de Guzmán, Huelva). *Anales de Biología* 28, 73-83
- Fuentes N, Carrión JS, Fernández S, Nocete F, Lizcano R, Pérez Bareas C. 2007. Análisis polínico de los yacimientos arqueológicos Cerro del Alcázar de Baeza y Eras del Alcázar de Úbeda (Jaén). *Anales de Biología* 29, 85-93
- Fuentes N, García Martínez MS, González-Sampériz P, Fernández S, Carrión JS, López-Campuzano M, Medina J. 2005. Degradación ecológica y cambio cultural durante los últimos cuatro mil años en el sureste ibérico semiárido. *Anales de Biología* 27, 69-84
- Fuertes MN, Neira A. 2006. La cadena operativa prismática en el yacimiento mesolítico de El Espertín (Burón, León, España). *Actas del IV Congreso de Arqueología Peninsular. Faro* 14-19 de Septiembre 2004. Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica. *Promontoria Monográfica* 4, Universidade do Algarve, pp 95-111
- Fumanal P. 1982. VI-Sedimentología. En: Aparicio J, Pérez M, Vives E, Fumanal P, Dupré M (Eds), *La cova de les Calaveres* (Benidoleig, Alicante). Servicio de Investigación Prehistórica, Serie de Trabajos Varios 75, Valencia, pp 49-76
- Fumanal P, Badal E. 2009. Estudio geomorfológico y paleogeográfico. En: Molina Balaguer L, Bernabeu J (Eds), *La Cova de les Cendres*. MARQ, Museo Arqueológico de Alicante, Alicante, pp 17-30
- Fumanal P, Carrión JS. 1992. El tránsito del Paleolítico Medio-Superior en la Cova de Beneito (Muro, Alicante). Avance del estudio estratigráfico y sedimentopolínico. Intercambios culturales durante la Prehistoria. *Actas del Congreso Aragón-Litoral Mediterráneo*, Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza, Zaragoza, pp 107-116
- Fumanal P, Dupré M. 1982. VIII-Consideraciones finales derivadas de los análisis sedimentológicos y palinológicos. En: Aparicio J, Pérez M, Vives E, Fumanal P, Dupré M (Eds), *La cova de les Calaveres* (Benidoleig, Alicante). Servicio de Investigación Prehistórica, Serie de Trabajos Varios 75, Valencia, pp 85-86
- Gaillard MJ, Sugita S, Bunting M, Middleton R, Broström A, Caseldine C, Giesecke T, Hellman S, Hicks S, Hjelle K, Langdon C, Nielsen AB, Poska A, von Stedingk H, Veski S. 2008. The use of modelling and simulation approach in reconstructing past landscapes from fossil pollen data: a review and results from the POLLANDCAL network. *Vegetation History and Archaeobotany* 17, 419-443
- Gale R. 1999. Gatas: Análisis antracológico. En: Castro PV, Chapman RW, Gili S, Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R, Sanahuja ME (Eds), *Proyecto Gatas 2. La dinámica arqueológica de la ocupación prehistórica*. Arqueología Monografías. Junta de Andalucía. Sevilla, pp 292-307
- Galobart A, Agustí J. 2003. Los micromamíferos de los yacimientos del Pleistoceno inferior de Incarcàl (Girona, NE de la Península Ibérica). *Paleontologia i Evolució* 24, 63-67
- Garcés I, Junyent E, Lafuente A, López JB. 1991. El sistema defensiu de Els Vilars (Arbeca, Les Garrigues). Simposio Internacional de Arqueología Ibérica, Manresa 1990, pp 183-197
- Garcés I, Junyent E, Lafuente A, López JB. 1993. Els Vilars (Arbeca, les Garrigues): primera edat del ferro i època ibèrica a la plana occidental catalana. *Laietania* 8, 41-58
- Garcés I, Junyent E, Lafuente A, López JB (Coords). 1997. Vilars 2000. Una fortalesa il·lustrada d'ara fa 2700 anys. Universitat de Lleida, Lleida
- García O, Aura JE. (Coords). 2006. El abrigo de la Falguera (Alcoi, Alacant): 8.000 años de ocupación humana en la cabecera del río de Alcoi. Vol. 1. Ed. Diputación de Alicante, Excmo. Ayuntamiento de Alcoi, Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 301 pp
- García-Amorena I. 2007. Evolución de los bosques en la costa Atlántica ibérica durante el Cuaternario. Implicaciones paleoclimáticas. Tesis Doctoral. Silvopascicultura ETSI Montes (UPM), 288 pp
- García-Amorena I, Gómez-Manzaneque F, Rubiales JM, Granja HM, Soares G, Morla C. 2007. The Late Quaternary coastal forests of western Iberia: A study of their macroremains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 254, 448-461
- García-Amorena I, Morla C, Rubiales JM, Gómez-Manzaneque F. 2008. Taxonomic composition of the Holocene forests of the northern coast of Spain, as determined from their macroremains. *The Holocene* 18 (5), 819-830
- García-Amorena I, Rubiales JM, Moreno Amat E, Iglesias González R, Gómez-Manzaneque F. 2011. New macrofossil evidence of *Pinus nigra* Arnold on the Northern Iberian Meseta during the Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology* 163, 281-288
- García-Antón M. 1987. Estudio polínico preliminar de los yacimientos de la sierra de Atapuerca (Burgos). En: Aguirre E, Carbonell E, Bermúdez de Castro JM (Eds), *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León, Soria, pp 55-59
- García-Antón M. 1989. Estudio palinológico de los yacimientos mesopleistocenos de Atapuerca (Burgos): reconstrucción paisajística y paleoclimática. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 212 pp
- García-Antón M. 1992. Paleovegetación del Pleistoceno Medio de Atapuerca a través del análisis polínico. En: Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Carbonell E (Eds), *Evolución Humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León, Medina del Campo, Valladolid, pp 147-165
- García-Antón M. 1995. Pollen analysis of Middle Pleistocene palaeovegetation at Atapuerca. En: Bermúdez JM, Arsuaga JL, Carbonell E (Eds). *Human Evolution in Europe and the Atapuerca evidence*. Publicaciones de la Junta de Castilla y León 1, Valladolid, pp 147-165
- García-Antón M. 1998. Reconstrucciones de paleovegetación en Atapuerca, según análisis polínicos. En: Aguirre E (Ed), *Atapuerca y la evolución humana*. Centro de Estudios Ramón Areces SA, Madrid, pp 63-71
- García-Antón M, Sainz-Ollero H. 1991. Pollen records on the Atapuerca Middle Pleistocene site (Burgos, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 85, 199-206

- García-Antón M, Franco-Múgica F, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sainz-Ollero H. 1994. Una secuencia polínica en Quintana Redonda (Soria). Evolución holocena del tapiz vegetal en el Sistema Ibérico septentrional. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52 (2), 187-195
- García-Antón M, Franco-Múgica F, Maldonado Ruiz J, Morla C, Sainz-Ollero H. 1997. New data concerning the evolution of the vegetation in Lillo Pinewood (León, Spain). *Journal of Biogeography* 24, 929-934
- García-Antón M, Franco-Múgica F, Morla C, Maldonado Ruiz J. 2011. The biogeographical role of *Pinus* forest on the Central Spanish Meseta: a new Holocene sequence. *Quaternary Science Reviews* 30 (5-6), 757-768
- García-Antón M, Gil-Romera G, Carrión JS. 2007. Historia de la vegetación. *Enciclopedia Historia Natural Andalucía*. Publicaciones Comunitarias, Grupo Hércules de Ediciones, Sevilla, pp 344-379
- García-Antón M, Gil-Romera G, Pagés JL, Alonso Millán A. 2006. The Holocene pollen record in the Villaviciosa Estuary (Asturias, North Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 237, 280-292
- García-Antón M, Morla C, Ruiz-Zapata MB, Sainz-Ollero H. 1986. Contribución al conocimiento del paisaje vegetal Holoceno en la Submeseta Sur Ibérica: análisis polínico de sedimentos higroturbosos en el Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). En: López Vera F (Ed), *Quaternary Climate in Western Mediterranean* 1. Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, pp 189-204
- García-Antón M, Morla C, Sainz-Ollero H. 1990. Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la Península Ibérica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Biológica)* 86 (1-4), 95-105
- García-Antón M, Ruiz-Zapata MB, Ugarte FM. 1987. Primeros resultados del análisis geomorfológico-palínológico de la turbera de Saldropo (alto de Barazar, Bizkaia). *Actas VII Reunión sobre el Cuaternario AEQUA*, Santander, pp 27-30
- García-Antón M, Ruiz-Zapata MB, Ugarte FM. 1989. Análisis geomorfológico y palínológico de la turbera de Saldropo (Barazar, Zeanuri/Bizkaia). *Lurralde* 12, 25-44
- García Gazóla J, Sesma Sesma J. 1999. Talleres de sílex versus lugares de habitación. Los Cascajos (Los Arcos, Navarra), un ejemplo de neolitización en el Alto Valle del Ebro. *Saguntum Extra* 2, 343-350
- García Gazóla J, Sesma Sesma J. 2001. Los Cascajos (Los Arcos, Navarra): intervenciones 1996-1999. *Trabajos de Arqueología Navarra* 15, 299-306
- García Gazóla J, Sesma Sesma J. 2007. Enterramientos en el poblado neolítico de Los Cascajos (Los Arcos). En: Hurtado Alfaro MA, Cañada Palacio F, Sesma Sesma J, García Gazóla J (Coords), *La tierra te sea leve*. Arqueología de la Muerte en Navarra. Gobierno de Navarra, Pamplona, pp 52-58
- García Martínez MS. 2009. Recursos forestales en un medio semiárido. Nuevos datos antracológicos para la Región de Murcia desde la Edad del Bronce hasta época medieval. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 678 pp
- García Martínez MS, Grau E. 2005. Aprovechamiento de los recursos leñosos en la fase protohistórica de Punta de los Gavilanes (Mazarrón, Murcia). *Anales de Prehistoria y Arqueología* 21, 51-68
- García Martínez MS, Grau E, Ros-Sala MM. 2008b. Paisaje y gestión de los recursos vegetales en la costa de Mazarrón (Murcia), según el antracoanálisis de Punta de los Gavilanes. *Cuaternario y Geomorfología* 23 (3-4), 107-120
- García-Puchol O, Cotino F, Miret C, Pascual JL, McClure SB, Molina Balaguer L, Alapont L, Carrión-Marco Y, Morales JV, Blasco J, Culleton B. 2010. Cavidades de uso funerario durante el Neolítico final/Calcolítico en el territorio valenciano: trabajos arqueológicos en Avenc dels Dos Forats o Cova del Monedero (Carcaixent, Valencia). *Archivo de Prehistoria Levantina* 28, 139-206
- García-Rovés E. 2007. Dinámica de la Paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglacial y Holoceno en secuencias sedimentarias de la provincia de León. Tesis Doctoral. Universidad de León, 247 pp
- García-Rovés E, Puente García E, Fombella-Blanco MA, Ruiz-Zapata MB, Marcos Varela L. 2001. Primeros resultados palinológicos de la turbera del Puerto de Leitariegos, Provincia de León. En: Moreno Grau S, Elvira Rendueles B, Moreno Angosto JM (Eds), *XIII Simposio de la Asociación de Palinólogos en Lengua Española (APLE)*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, pp 283-290
- Garraida MD. 1970. Problemas en torno al Paleolítico de la cueva de La Carigüela en Piñar (Granada). *XI Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza, pp 190-198
- Garzón G, Alonso A, Torres T, Llamas J. 1996. Edad de las playas colgadas y de las turberas de Oyambre y Merón (Cantabria). *Geogaceta* 20 (2), 498-501
- Gavilán B, Vera JC. 1992. Breve avance sobre los resultados obtenidos en la excavación arqueológica de urgencia en la Cueva de los Murciélagos de Zuheros. *Antiquitas* 3, 23-30
- Gavilán B, Vera JC. 1997. Informe sobre la campaña de Excavación Arqueológica de Urgencia de 1993 en la Cueva de los Murciélagos de Zuheros (Córdoba). *Anuario Arqueológico de Andalucía 1993*, Tomo III, Actividades de Urgencia, pp 219-227
- Gavilán B, Vera JC, Peña-Chocarro L, Cepillo J, Delgado, MR, Marfil C. 1994. Preliminares sobre la tercera campaña de Excavación Arqueológica de Urgencia en la Cueva de los Murciélagos de Zuheros. *Antiquitas* 5, 5-12
- Gavilán B, Vera JC, Peña-Chocarro L, Mas M. 1996. El Vº y IVº milenios en Andalucía Central: La Cueva de los Murciélagos de Zuheros (Córdoba): Recientes aportaciones. *Rubricatum* 1. Actas del 1er. Congreso del Neolítico en la Península Ibérica (Gavá-Bellaterra, 1995), pp 323-327
- Geurts M. 1977. Premières données à l'étude palynologique des dépôts calcareux quaternaires en Catalogne. *Acta Geológica Hispánica* 12, 86-89
- Geurts MA. 1979. Approche palynostratigraphique des dépôts calcareux quaternaires dans la région de Banyoles-Besalú (Catalogne). En: Julià R, Marqués MA, Mir A, Serrat D, Gallart F (Eds), *Actas de la IV Reunión del Grupo de trabajo del Cuaternario*, Barcelona, pp 106-116
- Gil L. 1991. Consideraciones históricas sobre *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Estudios Geográficos* 202, 5-27
- Gil L, Gordo J, Alía R, Catalán G, Pardos JA. 1990. *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la Península Ibérica. *Ecología fuera de serie* 1, 469-495
- Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A, Ruiz-Zapata MB. 2002. Late-glacial and Holocene paleoclimatic record from Sierra de Cebollera (northern Iberian range, Spain). *Quaternary International* 93-94, 13-18
- Gil-García MJ, Ruiz-Zapata MB, Santisteban JI, Mediavilla R, López-Pamo E, Dabrio CJ. 2007. Late Holocene environments in Las Tablas de Daimiel (south central Iberian peninsula, Spain). *Vegetation History and Archaeobotany* 16 (4), 241-250
- Gil-Romera G, Carrión JS, McClure S, Schmich S, Finlayson C. 2009. Holocene vegetation dynamics in Mediterranean Iberia: historical contingency and climate-human interactions. *Journal of Anthropological Research* 65, 271-285
- Gil-Romera G, Carrión JS, Pausas JG, Sevilla-Callejo M, Lamb HF, Fernández S, Burjachs F. 2010. Holocene fire activity and vegetation response in South Eastern Iberia. *Quaternary Science Reviews* 29, 1082-1092
- Gil-Romera G, García-Antón M, Calleja JA. 2008. The late Holocene palaeoecological sequence of Serranía de las Villuercas (southern Meseta, western Spain). *Vegetation History and Archaeobotany* 17, 653-666

- Giralt S, Burjachs F, Roca JR, Julià R. 1999. Late Glacial to Early Holocene environmental adjustment in the Mediterranean semi-arid zone of the Salines playalake (Alacant, Spain). *Journal of Palaeolimnology* 21, 449-460
- Goery CL, Beaulieu JL. 1979. À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores* 21 (1-2), 239-251
- Gómez MA, Vendramin GG, González-Martínez SC, Alía R. 2005. Genetic diversity and differentiation of two Mediterranean pines (*P. halepensis* Mill. & *P. pinaster* Ait.) along a latitudinal cline using cpSSR markers. *Diversity and Distributions* 11, 257-263
- Gómez-Bellard C, Guérin P, Pérez-Jordà G. 1993. Témoignage d'une production de vin dans l'Espagne préromaine, Actes du Symposium International: La production du vin et de l'huile en Méditerranée de l'Age du Bronze à la fin du XVIème s. *Bulletin de Correspondance Hellénique, supp. XXVI*, pp 379-395
- Gómez-Mercado F, Valle Tendero F. 1988. Mapa de vegetación de la Sierra de Baza. Universidad de Granada, Granada, 240 pp
- Gómez-Orellana L. 2002. El último ciclo glacial-interglacial en el litoral del NW ibérico: dinámica climática y paisajística. Tesis Doctoral. Escola Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela, 335 pp
- Gómez-Orellana L, Ramil-Rego P, Muñoz-Sobrino C. 1998. Una nueva secuencia polínica y cronológica para el depósito pleistoceno de Mougás (NW de la Península Ibérica). *Revue de Paléobiologie* 17 (1), 35-47
- Gómez-Orellana L, Ramil-Rego P, Muñoz-Sobrino C. 2007. The Würm in NW Iberia, a pollen record from Area Longa (Galicia). *Quaternary Research* 67, 438-52
- Gómez-Orellana L, Ramil-Rego P, Muñoz-Sobrino C, Rodríguez-Gutián M. 2001. Análisis polínico y cronológico de los depósitos pleistocenos de Moucide (Cangas de Foz, Lugo) y Río Boó (Muras, Lugo). En: Fombella-Blanco MA, Fernández González D, Valencia Barrera RM (Eds), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, León, pp 153-160
- Gómez-Ortiz A, Esteban-Amat A. 1993. Análisis polínico de la turbera de la Feixa (La Màniga, Cerdanya, 2150 m). Evolución del Paisaje. En: Fumanal MP, Bernabeu J (Eds), *Estudios sobre el Cuaternario, medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat humano*. Universitat de València, València, pp 185-190
- González Morales M. 1980. El Asturiense y otras culturas locales: la explotación de las áreas litorales de la Región Cantábrica en los tiempos epipaleolíticos. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo
- González Morales M. 1982. El Asturiense y otras culturas locales. La explotación de las áreas litorales de la región cantábrica en los tiempos epipaleolíticos. Centro de investigación y museo de Altamira 7. Santander
- González Morales M. 1990. La Prehistoria de las Marismas: excavaciones en el Abrigo de la Peña del Perro (Santoña, Cantabria). *Cuadernos de Trasmiera* 2, 13-28
- González Morales M, Clark GA. (Dir). 2004. The Mesolithic of the Atlantic Façade: proceedings of the Santander Symposium, Arizona State University, *Anthropological Research Papers* 55, 260 pp
- González Morales M, Straus LG. 2000a. El depósito arqueológico de la Prehistoria reciente de la Cueva del Mirón (Ramales, Cantabria): bases estratigráficas para una secuencia regional. En: Oliveira Jorge V (Ed), 3º Congreso de Arqueología Peninsular. Actas Vol. IV, ADECAP, Porto, pp 49-65
- González Morales M, Straus LG. 2000b. La Cueva del Mirón (Ramales de La Victoria, Cantabria): Excavaciones 1996-1999. *Trabajos de Prehistoria* 57 (1), 121-133
- González Morales M, Straus LG. 2009. Extraordinary Early magdalenian finds from El Mirón Cave, Cantabria (Spain). *Antiquity* 83, 267-281
- González-Sampérez P. 1998. Estudio palinológico de la Cueva de En Pardo (Planes, Alicante). *Primeros resultados. Cuaternario y Geomorfología* 12 (1-2), 45-61
- González-Sampérez P. 2004. Evolución paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno superior y Holoceno. Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Zaragoza, 210 pp
- González-Sampérez P, Leroy S, Carrión JS, García-Antón M, Gil-García MJ, Figueiral I. 2010. Steppes, savannahs and botanic gardens during the Pleistocene. *Review of Palaeobotany and Palynology Special* 162, 427-457
- González-Sampérez P, Montes L, Utrilla P. 2003. Pollen in hyena coprolites from Gabasa Cave (northern Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 126, 7-15
- González-Sampérez P, Valero-Garcés BL, Carrión JS. 2004. Was the Ebro Valley a glacial refugium for temperate trees? *Anales de Biología* 26, 13-20
- González-Sampérez P, Valero-Garcés BL, Carrión JS, Peña-Monné JL, García-Ruiz JM, Martí-Bono C. 2005. Glacial and Lateglacial vegetation in Northeastern Spain: new data and a review. *Quaternary International* 140-141, 4-20
- González-Sampérez P, Valero-Garcés BL, Moreno A, Jalut G, García-Ruiz JM, Martí-Bono C, Delgado-Huertas A, Navas A, Otto T, Dedoubat JJ. 2006. Climate variability in the Spanish Pyrenees during the last 30,000 yr revealed by the El Portalet sequence. *Quaternary Research* 66, 38-52
- González-Sampérez P, Valero-Garcés BL, Moreno A, Morellón M, Navas A, Machín J, Delgado-Huertas A. 2008. Vegetation changes and hydrological fluctuations in the Central Ebro Basin (NE Spain) since the Late Glacial period: Saline lake records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259 (2-3), 157-181
- González Urquijo JE, Ibáñez Estévez JJ, Peña-Chocarro L, Gavilán Ceballos B, Vera Rodríguez JC. 2000. El aprovechamiento de recursos vegetales en los niveles neolíticos del yacimiento de Los Murciélagos (Zuheros, Córdoba). *Complutum* 11, 171-189
- González Vila FJ, Polvillo O, Boski T, Moura D, de Andrés JR. 2003. Biomarker patterns in a time-resolved Holocene/terminal Pleistocene sedimentary sequence from the Guadiana river estuarine area (SW Portugal/Spain border). *Organic Geochemistry* 34, 1601-1613
- Gouzy A, Malaize B, Pujol C, Charlier K. 2004. Climatic "pause" during termination II identified in shallow and intermediate waters off the Iberian margin. *Quaternary Science Reviews* 23, 1523-1528
- Granja H. 1999. Evidence for Late Pleistocene and Holocene sea-level, neotectonic and climate control in the coastal zone of northwest Portugal. *Geologie en Mijnbouw* 77, 233-245
- Grau E. 1990a. El uso de la madera en diversos yacimientos valencianos de la Edad del Bronce a época visigoda. Datos etnobotánicos y reconstrucción paleoecológica según el análisis antracológico. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, Valencia, 244 pp
- Grau E. 1990b. Étude de la végétation et des relations Home-Milieu à Valencia (Espagne) à l'époque romaine, d'après l'analyse anthracologique. *PACT*, 22-IV-6, Lovain-la-Neuve 271-280
- Grau E. 2002. El paisaje vegetal de la Valencia romana. *Grandes Temas Arqueológicos* 3. Valencia y las primeras ciudades romanas de Hispania. Valencia, pp 293-299
- Greguss P. 1945. The identification of Central-European dicotyledonous trees and shrubs based on xylotomy. *The Hungarian Museum of natural History, Budapest*, 181 pp
- Guérin P. 2003. El Castellet de Bernabé y el Horizonte Pleno Edetano. *Servicio de Investigación Prehistórica, Serie Trabajos Varios* 101. Diputación Provincial de Valencia, Valencia, 397 pp

- Guilford WJ, Schneider DM, Labovitz J, Opella SJ. 1988. High-Resolution Solid-State C-13 NMR-Spectroscopy of Sporopollenins from Different Plant Taxa. *Plant Physiology* 86 (1), 134-136
- Guitart J. 1996-1997. L'antiga lesso: seqüència evolutiva a l'excavació de Camp Primer. *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins* 37, 815-823
- Guitart J, Pera J, Carreras C. 1998. La presència del vi itàlic a les fundacions urbanes del principi del segle I aC l'interior de Catalunya: l'exemple de lesso. III Col·loqui Internacional d'Arqueologia Romana "El vi a l'antiguitat economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental". Badalona, pp 39-65
- Gutiérrez A. 2008. Relaciones entre la lluvia polínica y la vegetación en el Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz, sur de España), Tesis doctoral. Universidad de Sevilla
- Gutiérrez A, Díez MJ, Nebot M, Celis M. 1996. Introducción al estudio polínico de sedimentos del Parque Natural de Los Alcornocales. *Almoraima* 15, 87-92
- Gutiérrez A, Díez MJ, Nebot M, Celis M. 1997. Nuevas aportaciones al estudio polínico de sedimentos del Parque Natural de Los Alcornocales (Cádiz, sur de España). *Acta Botánica Malacitana* 22, 123-130
- Gutiérrez-Elorza M. 1994. Introducción a la geomorfología española. En: Gutiérrez-Elorza M (Ed), *Geomorfología de España*. Ed. Rueda, Madrid, pp 526
- Gutiérrez-Elorza M, Peña Monné JL. 1998. Geomorphology and Late Holocene climatic change in Northeast Spain. *Geomorphology* 23, 205-217
- Hannon GE. 1985. Late Quaternary vegetation of Sanabria Marsh, North West Spain. M.Sc. Tesis doctoral. Trinity College, Dublin, Ireland
- Harvey EL, Fuller DQ. 2005. Investigating crop processing using phytolith analysis: the example of rice and millets. *Journal of Archaeological Science* 32, 739-752
- Heinz C. 1990. Dynamique des végétations holocènes en Méditerranée Nord-Occidentale d'après l'analyse anthracologique de sites préhistoriques: Méthodologie et Paléoécologie. *Paléobiologie Continentale* XVI (2), USTL Montpellier II, 212 pp
- Hernández L, Rubiales JM, Morales-Molino C, Romero F, Sanz C, Gómez-Manzanares F. 2011. Reconstructing forest history from archaeological data: a case study in the Duero basin assessing the origin of controversial forests and the loss of tree populations of great biogeographical interest. *Forest Ecology and Management* 261, 1178-1187
- Hewitt GM. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society* 68 (1-2), 87-112
- Hickey LJ. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60, 17-33
- Hillman GC. 1981. Reconstructing crop husbandry practices from charred remains of crop". En: Mercer R (Ed), *Farming Practice in Prehistoric Britain*. Edinburgh University Press, Edinburgh, pp 123-162
- Hillman GC. 1984. Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey". En: van Zeist W, Casparie WA (Eds), *Plants and ancient man: studies in palaeoethnobotany*. AA Balkema, Róterdam, pp 1-41
- Hooghiemstra H, Stalling H, Agwu ChOC, Dupont LM. 1992. Vegetational and climatic changes at the northern fringe of the Sahara 250,000-5000 years BP: evidence from 4 marine pollen records located between Portugal and the Canary Islands. *Review of Palaeobotany and Palinology* 74, 1-53
- Hopf M. 1973. Pflanzendunfe aus Nordspanien: Cortes de Navarra-Soto de Medinilla. *Madrider Mitteilungen* 14, 133-142
- Hoyos M, Utrilla P, Montes L, Cuchi JA. 1992. Estratigrafía, sedimentología y paleoclimatología de los depósitos musterienses de la Cueva de los Moros de Gaba. *Cuaternario y Geomorfología* 6 (1-4), 143-156
- Huntley B, Birks HJB. 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago. Cambridge University Press, Cambridge
- Hughen KA, Baillie MGL, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Bertrand C, Blackwell PG, Buck CE, Burr G, Cutler KB, Damon PE, Edwards RL, Fairbanks RG, Friedrich M, Guilderson TP, Kromer B, McCormac FG, Manning S, Bronk Ramsey C, Reimer PJ, Reimer RW, Remmele S, Southon JR, Stuiver M, Talamo S, Taylor FW, van der Plicht J, Weyhenmeyer CE. 2004. Marine04 Marine Radiocarbon Age Calibration, 0-26 Cal Kyr BP. *Radiocarbon* 46, 1059-1086
- Ibáñez JJ, González JE, Peña-Chocarro L, Gavilán B, Vera JC. 2000. El aprovechamiento de los recursos vegetales en los niveles neolíticos del yacimiento de Los Murciélagos (Zuheros, Córdoba). *Estudio arqueobotánico y de la función del utillaje*. *Complutum* 11, 171-190
- Iglesias Martínez JC. 1990. Cueva de La Vaquera (Losana de Pirón, Segovia). Memoria de los trabajos desarrollados en 1988/1989. Informe técnico inédito depositado en la Dirección General de Patrimonio y Promoción Cultural de la Junta de Castilla y León
- Iriarte MJ. 2000. El entorno vegetal del yacimiento paleolítico de Labelo Koba (Arrasate, País Vasco): análisis polínico. *Munibe (Antropología-Arkeologia)* 52, 89-106
- Iriarte MJ. 2001. El entorno vegetal de los pobladores prehistóricos de Aizpea: análisis polínico. En: Barandiarán I, Cava A (Eds). *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro. El sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 BP. Anejos Veleia, series Maior 10*, Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz, pp 315-324
- Iriarte MJ. 2003. Man made landscape during the Holocene in the Basque country. En: Ruiz-Zapata MB, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A, Gil-García MJ, Bardají Azcárate T, Bustamante Gutiérrez I, Martínez Mendizábal I (Eds), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá-MCYT-INQUA, Alcalá de Henares, pp 23-33
- Iriarte MJ, Gómez-Orellana L, Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Arrizabalaga A. 2005. La dinámica de la vegetación en el NW peninsular durante la transición del Paleolítico Medio al Paleolítico Superior. *Monografías del Museo de Altamira 20*, Santander, pp 231-253
- Iriarte MJ, Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Rodríguez-Gutián M. 2001. Análisis palinológico de la turbera de San Mamés de Abar (Burgos). En: Fombella-Blanco MA, Fernández D, Valencia R (Eds), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*. Servicio de Publicaciones Universidad de León, León, pp 87-93
- Isturiz MJ, Sánchez-Goñi MF. 1990. Investigaciones palinológicas en la prehistoria vasca. *Munibe (Antropología-Arkeologia)* 42, 277-285
- Iturbe G, Fumanal MP, Carrión JS, Cortell E, Martínez R, Guillem PM, Garralda MD, Vandermeersch B. 1993. Cova Beneito (Muro, Alicante): una perspectiva interdisciplinar. *Recerques del Museu d'Alcoi* 2, 23-88
- Jacquot C, Trenard Y, Dirol D. 1973. Atlas d'anatomie des angiospermes (essences feuillues). Centre Technique du Bois, Paris, 175 pp
- Jalut G, Dedoubat JJ, Fontugne M, Otto T. 2009. Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: climate forcing and human impact. *Quaternary International* 200, 4-18
- Jalut G, Esteban A, Bonnet L, Gauquelin T, Fontugne M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean, from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160, 255-290
- Jalut G, Montserrat Martí JM, Fontugne M, Delibrias G, Vilaplana JM, Julià R. 1992. Glacial to Interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrenees: deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quaternary Science Reviews* 11, 449-480

- Janssen CR, Woldringh RE. 1981. A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra* 16, 299-309
- Jennings RP, Giles F, Barton RNE, Colclutt SN, Gale R, Gleed-Owen CP, Gutiérrez-López JM, Higham TFG, Parker A, Price C, Rhodes E, Santiago-Pérez A, Schwenninger JL, Turner E. 2009. New dates and palaeoenvironmental evidence for the Middle to Upper Palaeolithic occupation of Higueral de la Valleja Cave (4), southern Spain. *Quaternary Science Reviews* 28 (9-10), 830-839
- Jiménez Sánchez M, Farias Arquer P. 2002. New radiometric and geomorphologic evidences of a last glacial maximum older than 18 ka in SW European Mountains: the example of Redes Natural Park (Cantabrian Mountains, NW Spain). *Geodinamica Acta* 15, 93-101
- Jones TP, Rowe NP. (Eds). 1999. Fossil plants and spores: modern techniques. The Geological Society, London, 396 pp
- Jordá Pardo JF, Aura Tortosa JE. 2006. Radiocarbono, cronoestratigrafía y episodios ocupacionales en el Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Zona Arqueológica* 7, Miscelánea en Homenaje a Victoria Cabrera Volumen 1, Museo Arqueológico Regional, Comunidad de Madrid, pp 579-595
- Jordá Pardo JF, Aura Tortosa JE. 2008. 70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones C¹⁴ del Pleistoceno Superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I, Nueva época. Prehistoria y Arqueología* t1, pp 239-256
- Julià R. 1977. Estudio de la cuenca lacustre de Banyoles-Besalú. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 313 pp
- Julià R. 1980. La conca lacustre de Banyoles-Besalú. Monografies del centre d'Estudis Comarcals de Banyoles. Instancopy, Girona, 187 pp
- Julià R, Luque JA. 2006. Climatic changes vs. catastrophic events in lacustrine systems: a geochemical approach. *Quaternary International* 158, 162-171
- Julià R, Suc JP. 1980. Analyse pollinique des dépôts lacustres du Pléistocène inférieur de Banyoles (Banõlas, site de Bòbila Ordis-Espagne): un élément nouveau dans la reconstitution de l'histoire paléoclimatique des régions méditerranéennes d'Europe occidentale. *Géobios* 13, 5-19
- Julià R, Burjachs F, Dasi MJ, Mezquita F, Miracle MR, Roca JR, Seret G, Vicente E. 1998. Meromixis origin and recent trophic evolution in the Spanish mountain lake La Cruz. *Aquatic Sciences* 60 (4), 279-299
- Julià R, Luque JA, Riera S, Alejandro JA. 2007. Climatic and Land Use Changes on the NW of Iberian Peninsula Recorded in a 1,500-year record from Lake Sanabria. *Contributions to Science* 3, 355-370
- Julià R, Negendank JFW, Seret G, Brauer A, Burjachs F, Endres C, Giralt S, Parés JM, Roca JM. 1994a. Origin and evolution of desertification in the Mediterranean environment in Spain. Informe final del proyecto europeo EV5V-CT91-0037. Bruselas
- Julià R, Negendank JFW, Seret G, Brauer A, Burjachs F, Endres C, Giralt S, Parés JM, Roca JM. 1994b. Holocene climatic change and desertification in Western Mediterranean. *Schriften der Alfred Wegener Stiftung, Terra Nostra* 1/94, 81-84
- Junyent E, Pérez A. 2003. Història de Lleida. I: Antiguitat d'Iltirida a Ilerda. Pagès Editors. Lleida, 424 pp
- Karkanis P, Rigaud JP, Simek JF, Albert RM, Weiner S. 2002. Ash bones and guano: a study of the minerals and phytoliths in the sediments of Grotte-XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science* 29 (7), 721-732
- Krebs P, Conedera M, Pradella M, Torrani D, Felber M, Tinner W. 2004. Quaternary refugia of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): an extended palynological approach. *Vegetation History and Archaeobotany* 13, 145-160
- Kuhn SL, Pigati J, Karkanis P, Koumouzelis M, Kozłowski J, Ntinou M, Stiner M. n.d. Radiocarbon dating from Klissoura Cave 1
- Kunst M, Rojo M. 2000. Ambrona 1998. Die neolithische Fundkarte und ¹⁴C Datierungen. *Madrider Mitteilungen* 41, 1-31
- Langer RHM, Hill GD. 1981. *Agricultural Plants*. Cambridge University Press, Cambridge, 344 pp
- Lebreton V, Renault-Miskovksy J, Carrión JS, Dupré M. 2006. Etude palynologique du remplissage de la grotte du Boquete de Zafarraya. En: Barroso C, de Lumley H (Eds), *La Grotte du Boquete de Zafarraya*. Monographies Institut de Paléontologie Humaine, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Málaga, pp 629-660
- Leroy SAG. 1987. Analyse palynologique de deux nouvelles sections du Pléistocène Inférieur de Banyoles (Catalogne). *Actas del VI Simposio de Palinología, APLE*, Salamanca, pp 303-313
- Leroy SAG. 1988. Image pollinique d'une steppe du Pliocène Supérieur à Bòbila Ordis, Banyoles (Catalogne). *Institut Français de Pondichéry, Trav. Sec. Sci. Techn.* 75, 197-207
- Leroy SAG. 1990. Paléoclimats Plio-Pléistocènes en Catalogne et Languedoc d'après la palynologie de formations lacustres. Tesis doctoral. Université Catholique de Louvain, Belgique, 514 pp
- Leroy SAG. 1997. Climatic and non-climatic lake-level changes inferred from a Plio-Pleistocene lacustrine complex of Catalonia (Spain), palynology of the Tres Pins sequences. *Journal of Paleolimnology* 17, 347-367
- Leroy SAG. 2008. Vegetation cycles in a disturbed sequence around the Cobb-Mountain subchron in Catalonia. *Journal of Paleolimnology* 40 (3), 851-868
- Leroy SAG, Julià R, Agustí J, Løvlie R, Coen M, Magnin F, Seret G, Suc JP. 2001. The Lower Pleistocene lacustrine sequences of Tres Pins and Bòbila Ordis (Catalonia). *Fieldguide, 3rd SEWG workshop, Girona, Terra Nostra* 2, 63-77
- Leroi-Gourhan A. 1966. Análisis polínico de la cueva de El Otero. En: González Echegaray J, García Guinea MA, Begines Ramírez A (Eds), *Excavaciones en la cueva del Otero (Santander)*. Excavaciones arqueológicas en España 53. Ministerio de Educación, Madrid, pp 83-85
- Leroi-Gourhan A. 1971. Análisis polínico de la cueva Morín. En: González Echegaray J, Freeman LG (Eds), *Cueva Morín: excavaciones 1966-1968*. Publicaciones del Patronato de las cuevas prehistóricas de la provincia de Santander, Santander, pp 359-365
- Leroi-Gourhan A. 1986. The palynology of La Riera cave. En: Strauss LG, Clark GA (Eds), *La Riera Cave*. *Anthropological Research Papers* 36, 59-64
- Lézine AM, Denèfle M. 1997. Enhanced anticyclonic circulation in the eastern North Atlantic during cold intervals of the last deglaciation inferred from deep-sea pollen records. *Geology* 25, 119-122
- Lisiecki LE, Raymo ME. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic ¹⁸O records. *Paleoceanography* 20 PA1003
- Llana Rodríguez JC, Villar Quinteiro R, Martínez-Cortizas A. 1996. Secuencia paleoambiental y cultural de la cueva de A Valiña (Castroverde, Lugo): una ocupación Chatelperroniense en Galicia. En: Pérez-Alberti A, Martini P, Chesworth W, Martínez-Cortizas A (Coords), *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*. Xunta de Galicia. Consellería de Cultura. Santiago, pp 97-112
- Loidi J, Bascones JC. 1995. Mapa de Series de Vegetación de Navarra. Gobierno de Navarra, Pamplona
- López-García P. 1977. Análisis polínico de Verdelpino (Cuenca). *Trabajos de Prehistoria* 34, 82-84
- López-García P. 1978a. Resultados polínicos del Holoceno en la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 35, 1-44

- López-García P. 1981. Análisis polínico del yacimiento de Los Azules (Cangas de Onis, Oviedo). *Botanica Macaronésica* 8-9, 243-248
- López-García P. 1982. Abauntz: análisis polínico. *Trabajos de Arqueología Navarra* 3, 355-358
- López-García P. 1985. Resultados de análisis polínicos del Holoceno en la Meseta española procedentes de yacimientos arqueológicos. *Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española* 2, 283-288
- López-García P. 1986. Estudio palinológico del Holoceno español a través del análisis de yacimientos arqueológicos. *Trabajos de Prehistoria* 43, 143-158
- López-García P. 1987. Datos polínicos del Holoceno de Navarra y Aragón. En: Civis Llovera J, Valle Hernández MF (Eds), *Actas del VI Simposio de Palinología APLE*, septiembre de 1986. *Acta Salmanticensis* 65, Universidad de Salamanca, Salamanca, pp 315-320
- López-García P. 1988. Análisis palinológico. La cueva de Ambrosio (Vélez Blanco, Almería) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental. *British Archaeological Reports* 462, 127-134
- López-García P, López-Sáez JA. 2000. Análisis polínico del Dolmen de Azután. *Revista Española de Micropaleontología* 32 (1), 7 pp
- López-García P, López-Sáez JA. 2000. Le paysage et la phase Épipaléolithique-Mésolithique dans les Pré-Pyrénées Aragonaises et le Bassin Moyen de l'Èbre à partir de l'analyse palynologique. Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale (13000-5500 av. j.-c.), *Actes du Colloque international de Besançon*, octobre 1998. Série "Environnement, sociétés et archéologie", Presses Universitaires Franc-Comtoises, Collection Annales Littéraires 699, 11 pp
- López-García P, López-Sáez JA. 2001. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno reciente en las Marismas de Cádiz: análisis paleopalínológico del yacimiento de Pocito Chico. En: Ruiz Gil JA, López Amador JJ (Coords), *Formaciones sociales agropecuarias en la Bahía de Cádiz. 5000 años de adaptación ecológica en la Laguna del Gallo, El Puerto de Santa María. Memoria Arqueológica de Pocito Chico I, 1997-2001*, Arqueodesarrollo Gaditano SL, Sanlúcar de Barrameda, Cádiz, pp 229-241
- López-García P, Amanz A, Macías R, Uzquiano P, Gil P. 2003. Arqueobotánica de la Cueva de La Vaquera. En: Estremera MS (Ed), *Primeros agricultores y ganaderos en la Meseta norte: el Neolítico de la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia)*. *Memorias de Arqueología en Castilla y León* 11, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Zamora, pp 247-256
- López-García P, Díaz Fernández PM, López-Sáez JA. 1992. Análisis polínicos en la cuenca del río Deo. *Revue de Paléobiologie* 11, 205-211
- López-Merino L. 2009. Paleoambiente y antropización en Asturias durante el Holoceno. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 274 pp
- López-Merino L, López-Sáez JA, Alba Sánchez F, Pérez Díaz S, Abel Schaad D, Guerra Doce E. 2009. Estudio polínico de una laguna endorreica en Almenara de Adaja (Valladolid, Meseta Norte): cambios ambientales y actividad humana durante los últimos 2800 años. *Revista Española de Micropaleontología* 41 (3), 333-348
- López-Merino L, López-Sáez JA, Alba Sánchez F, Pérez Díaz S, Carrión JS. 2009. 2,000 yr of pastoralism and fire shaping high-altitude vegetation of Sierra de Gredos in central Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 158 (1-2), 42-51
- López-Merino L, López-Sáez JA, López-García P. 2006. Estudio palinológico de la turbera litoral holocena de Las Dueñas (Cudillero, Asturias, España). *Revista Española de Micropaleontología* 38 (2-3), 299-308
- López-Merino L, López-Sáez JA, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ. 2008. Reconstructing the history of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the north-western Iberian Range (Spain): from Late-Glacial refugia to the Holocene anthropic-induced forests. *Review of Palaeobotany and Palynology* 152 (1-2), 58-65
- López-Merino L, Martínez-Cortizas A, López-Sáez JA. 2010. Early agriculture and palaeoenvironmental history in the North of the Iberian Peninsula: a multi-proxy analysis of the Monte Areo mire (Asturias, Spain) *Journal of Archaeological Science* 37, 1978-1988
- López-Merino L, Peña-Chocarro L, Ruiz Alonso M, López-Sáez JA, Sánchez-Palencia J. 2010. Beyond nature: the management of a productive cultural landscape in Las Médulas area (El Bierzo, León, Spain) during pre-Roman and Roman times. *Plant Biosystems* 144 (4), 909-923
- López-Sáez JA. 2002. Análisis paleopalínológico del yacimiento Dehesa de Río Fortes (Mironcillo, Ávila). *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 68, 42-48
- López-Sáez JA. 2004. Vegetación y evolución del paisaje de Lanzahíta. En: González Muñoz JM, Chavarría Vargas JA, López-Sáez JA (Eds), *Lanzahíta (Ávila). Historia, naturaleza y tradiciones*, Sociedad de Estudios del Valle del Tiétar y Ayuntamiento de Lanzahíta, Madrid, pp 27-38
- López-Sáez JA. 2009. El Valle de Amblés en el III milenio cal BC. Acerca del origen antropozoógeno del paisaje. *Cuadernos Abulenses* 36, 211-221
- López-Sáez JA, Blanco González A. 2003. La mutación Bronce Final/Primer Hierro en el suroeste de la Cuenca del Duero (provincia de Ávila): ¿cambio ecológico y social? En: Esparza Arroyo A (Coord), *Encuentro de Jóvenes Investigadores sobre Bronce Final y Hierro en la Península Ibérica*. Fundación Duque de Soria y Universidad de Salamanca, Salamanca, pp 219-238
- López-Sáez JA, Blanco González A. 2004. El paisaje de una comunidad agraria en el borde de la Cuenca del Duero: análisis paleopalínológico del yacimiento Protocogotas de la Gravera de Puente Viejo (Mingorría, Ávila, España). *Zephyrus* 57, 195-219
- López-Sáez JA, Burjachs F. 2002. Análisis palinológico de la Fosa de Valdeprados. Una contribución al conocimiento del paisaje calcolítico en el Valle Amblés (Ávila). *Cuadernos Abulenses* 31, 11-23
- López-Sáez JA, Burjachs F. 2002-2003. El paisaje durante el Calcolítico en el Valle Amblés (Ávila). Análisis paleopalínológico del yacimiento de Aldeagordillo. *Estudios Pré-históricos* 10-11, 107-118
- López-Sáez JA, López-García P. 1987. Análisis palinológico del poblado calcolítico de Los Itueros (Santa María del Arroyo, Valle Amblés, Ávila, España). *Trabajos de Antropología e Etnología* 43, 171-180
- López-Sáez JA, López-García P. 1994. Contribution of the palaeoecological knowledge of Quaternary in the Tiétar Valley (Sierra de Gredos, Ávila, Spain). *Revista Española de Micropaleontología* 26, 61-66
- López-Sáez JA, López-García P. 1999. Rasgos paleoambientales de la transición Tardiglacial-Holoceno (16-7.5 Ka BP) en el Mediterráneo ibérico, de Levante a Andalucía. En: Fumanal MP (Ed), *Geoarqueología i Quaternari litoral. Memorial*, Departament de Geografia, Universitat de València, València, pp 139-152
- López-Sáez JA, López-García P. 2003. Análisis palinológico del poblado calcolítico de Los Itueros (Santa María del Arroyo, Valle Amblés, Ávila, España). *Trabajos de Antropología e Etnología* 43 (1-2), 171-180
- López-Sáez JA, López-García P. 2005. Análisis palinológicos en el dolmen de Azután (Toledo): una aproximación a los inicios de la agricultura y la ganadería en la Meseta Sur. En: Bueno Ramírez P, de Balbín Behrmann R, Barroso Bermejo R (Eds), *El dolmen de Azután (Toledo), Áreas de habitación y áreas funerarias en la cuenca interior del Tajo*. Universidad de Alcalá de Henares y Diputación de Toledo, Alcalá de Henares, pp 225-234

- López-Sáez JA, López-García P. 2006. Homme et milieu dans la Vallée Amblés (Massif Central, Ávila, Espagne) pendant le Chalcolithique. De la stratégie de peuplement à la paleoéconomie. En: Miras Y, Surmely F (Coords), Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours. *Annales Littéraires* 799, Série Environnement, sociétés et archéologie 9, Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, pp 145-155
- López-Sáez JA, López-Merino L. 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, Spain): the archaeopalynological record. *Revista Española de Micropaleontología* 39 (1-2), 103-116
- López-Sáez JA, Blanco González A, López-Merino L, Ruiz-Zapata MB, Dorado-Valiño M, Pérez Díaz S, Valdeolmillos A, Burjachs F. 2009. Landscape and climatic changes during the end of the Late Prehistory in the Amblés Valley (Ávila, central Spain), from 1200 to 400 cal BC. *Quaternary International* 200, 90-101
- López-Sáez JA, Parceros Oubiña C, Lima Oliveira E, López-García P, Criado Boalo F, Macías Rosado R, Martínez-Cortizas A, Franco Maside S. 2003a. Paleopaisajes concretos: polen, suelos y arqueología del yacimiento de As Pontes (Abadín, Lugo). *Trabajos de Prehistoria* 60 (1), 139-151
- López-Sáez JA, Macías Rosado R, López-García P. 2003b. Apéndice 4. Informe palinológico. En: Lima Oliveira E (Ed), *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 18: excavación arqueológica en el yacimiento de As Pontes (Abadín, Lugo)*. Laboratorio de Patrimonio, Paleoambiente e Paisaxe, Instituto de Investigaciones Tecnológicas. *Traballos de Arqueoloxía e Patrimonio* 32, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp 55-59
- López-Sáez JA, Dorado-Valiño M, Burjachs F, Ruiz-Zapata MB, López-García P, Fabián García JF. 2003. Paleoambiente y paleoeconomía durante la Prehistoria en el Valle Amblés (Ávila). *Polen* 13, 129-141
- López-Sáez JA, Galop D, Iriarte Chiapusso MJ, López-Merino L. 2007-2008. Paleoambiente y antropización en los Pirineos de Navarra durante el Holoceno medio (VI-IV milenios cal. BC): una perspectiva palinológica. *Veleia* 24-25, 645-653
- López-Sáez JA, Martín Sánchez M, López-García P. 1999. Evolución del paisaje de Lanzahíta (Valle del Tiétar, Ávila) durante el Holoceno reciente: Una interpretación palinológica. *Trasierra* 4, 81-86
- López-Sáez JA, Monteiro Rodrigues S, López-Merino L. 2008. La transición Mesolítico-Neolítico desde una perspectiva paleoambiental: análisis palinológico del sitio arqueológico de Prazo (Freixo de Numão, Portugal). *Portugalia* 27-28, 16 pp
- López-Sáez JA, López-García P, Cortés Sánchez M. 2007. Paleovegetación del Cuaternario reciente: Estudio arqueopalinológico. En: Cortés Sánchez M. (Ed), *Cueva Bajondillo (Torremolinos). Secuencia cronocultural y paleoambiental del Cuaternario reciente en la Bahía de Málaga*. Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga, Junta de Andalucía, Universidad de Málaga, Fundación Cueva de Nerja y Fundación Obra Social de Unicaja, Málaga, pp 139-156
- López-Sáez JA, López-García P, Gómez Ferreras C, Gil Hernández P. 1996. Acerca del origen del castaño (*Castanea sativa*) en el Valle del Tiétar (Sierra de Gredos, Ávila). En: Ruiz-Zapata MB (Ed), *Estudios Palinológicos*. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, pp 79-82
- López-Sáez JA, López-García P, Macías Rosado R. 1991. Análisis polínico del yacimiento arqueológico de El Raso de Candeleda (Ávila). *Actas de Gredos* 11, 39-44
- López-Sáez JA, López-García P, Macías Rosado R. 1997. Acción antrópica y reconstrucción de la vegetación durante el Holoceno reciente en el valle del Tiétar, Sierra de Gredos (Ávila). *Cuaternario y Geomorfología* 11, 43-54
- López-Sáez JA, López-García P, Martín Sánchez M. 2001. Análisis palinológico del yacimiento arqueológico de Pocito Chico (El Puerto de Santa María): el paisaje prehistórico y protohistórico durante el Holoceno reciente en las Marismas de Cádiz. *Cuaternario y Geomorfología* 15 (1-2), 45-59
- López-Sáez JA, López-García P, Martín Sánchez M. 2002a. Palaeoecology and Holocene environmental change from a saline lake in South-West Spain: the Protohistorical and Prehistorical vegetation in Cádiz Bay. *Quaternary International* 93-94, 197-206
- López-Sáez JA, López-García P, López-Merino L. 2006. La transición Mesolítico-Neolítico en el Valle Medio del Ebro y en el Prepirineo aragonés desde una perspectiva paleoambiental: dinámica de la antropización y origen de la agricultura. *Revista Iberoamericana de Historia* 1, 4-11
- López-Sáez JA, López-García P, Tixier C. 2002b. Crisis? What crisis?: l'anthropisation du milieu et la biodiversité dans la Baie de Cádiz (Espagne). *Les apports de la Palynologie*. *Orsis: Organismes i sistemes* 17, 91-99
- López-Sáez JA, López-Merino L, Pérez Díaz S. 2008. Los vettones y sus paisajes: paleoambiente y paleoconomía de los castros de Ávila. En: Álvarez-Sanchís J (Ed), *Arqueología Vettona. La Meseta Occidental en la Edad de Hierro*. Zona Arqueológica 12, Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, Madrid, pp 140-152
- López-Sáez JA, López-Merino L, Alba-Sánchez F, Pérez Díaz S. 2009. Contribución paleoambiental al estudio de la trashumancia en el sector abulense de la Sierra de Gredos. *Hispania*. *Revista Española de Historia* 231, 9-38
- López-Sáez JA, López-Merino L, Alba-Sánchez F, Pérez Díaz S, Abel-Schaad D, Carrión JS. 2010. Late Holocene ecological history of *Pinus pinaster* forests in the Sierra de Gredos of central Spain. *Plant Ecology* 206, 195-209
- López-Sáez JA, Rodríguez Marcos JA, López-García P. 2005. Paisaje y economía durante el Bronce antiguo en la Meseta Norte desde una perspectiva paleoambiental: algunos casos de estudio. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 71, 65-88
- López-Sáez JA, van Geel B, Farbos-Textier S, Diot MF. 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie* 17 (2), 445-459
- López-Sáez JA, van Geel B, Martín Sánchez M. 2000. Aplicación de los microfósiles no polínicos en Palinología Arqueológica. En: Oliveira Jorge V (Coord, Ed), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*. Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular IX, Vila-Real, Portugal, setembro de 1999, ADECAP, Oporto, pp 11-20
- Loublier Y. 1978. Application de l'analyse pollinique à l'étude du paléoenvironnement du remplissage Würmien de la grotte de L'Arbreda (Espagne). Tesis de 3º ciclo, inédita. Académie de Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 85 pp
- Løvlie R, Leroy S. 1995. Magnetostratigraphy of Lower Pleistocene Banyoles palaeolake carbonate sediments from Catalonia, NE Spain: evidence for relocation of the Cobb Mountain sub-chron. *Quaternary Science Reviews* 14, 473-485
- Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R. 1999a. Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Consell Insular de Menorca, Barcelona
- Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R. 1999b. Rituales de vida y muerte en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx. Consell Insular de Menorca, Barcelona
- Luque JA. 2003. El Lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 389 pp
- Madella M, Alexandre A, Ball T, Group IW. 2005. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. *Annals of Botany* 96 (2), 253-260

- Madella M, Jones MK, Goldberg P, Goren Y, Hovers E. 2002. The Exploitation of Plant Resources by Neanderthals in Amud Cave (Israel): the evidence from Phytolith Studies. *Journal of Archaeological Science* 29, 703-719
- Magné J. 1978. Etudes microstratigraphiques sur le Neogene de la Méditerranée Nord Occidentale. Les Bassins Neogènes Catalans. CNRS, 259 pp
- Magri D. 2008. Patterns of post-glacial spread and the extent of glacial refugia of European beech (*Fagus sylvatica*). *Journal of Biogeography* 35, 450-463
- Magri D, Parra I. 2002. Late Quaternary western Mediterranean pollen records and African winds. *Earth and Planetary Science Letters* 200, 401-408
- Magri D, Vendramin GG, Comps B, Dupanloup I, Geburek T, Gomory D, Latalowa M, Litt T, Paule L, Roure JM, Tantau I, van der Knaap WO, Petit RJ, de Beaulieu JL. 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist* 171 (1), 199-221
- Mai DH. 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. *Plant Systematics and Evolution* 162, 79-91
- Mai DH. 1991. Palaeofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arcotertiary-Palaeotropical geofloral concept. Review of Palaeobotany and Palynology 68, 29-36
- Maíllo Fernández JM, Valladas H, Bernaldo de Quirós F. 2001. Nuevas dataciones para el Paleolítico superior de Cueva Morin (Villanueva de Villaescusa, Cantabria). *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria y Arqueología* 14, 145-150
- Mairezkurrena C. 1990. Dataciones absolutas para la Arqueología Vasca. *Munibe (Antropología-Arqueología)* 42, 287-304
- Maldonado FJ, Roch V, Rubiales JM, Morla C, García-Amorena I. 2005. Caracterización y significación de los yacimientos paleobotánicos (paleoxilológicos) de la Sierra de Gredos. IV Congreso Forestal Español, (Zaragoza-Spain), Actas (CD-Rom)
- Mariscal B. 1983. Estudio de la turbera del Cueto de la Avellanosa, Poblaciones (Cantabria). VI Reunión del Grupo Español de trabajo del Cuaternario. Cuaderno del Laboratorio Xeoloxico de Laxe, pp 205-226
- Mariscal B. 1993. Variación de la vegetación holocena (4300-280 BP) de Cantabria a través del análisis polínico de la turbera de Alsa. *Estudios Geológicos* 49, 63-68
- Mariscal B. 1995. Análisis polínico de los yacimientos de la Edad del Hierro de El Soto de Medinilla (campana de 1989-1990) y El Cerro de La Mota en Medina del Campo, Valladolid. En: Delibes G, Romero F, Morales A (Eds.), *Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio AC. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp 337-350
- Martí B. 1977. Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante). Vol I. Trabajos varios del SIP 51, Valencia
- Martí B. 1980. Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante). Vol II. Trabajos varios del SIP 65, Valencia, 301 pp
- Martí B. 2007. Agricultura y transformación del paisaje. 7500 años de historia. Cuadernos de sostenibilidad y patrimonio natural 11, 45-57
- Martí B, Juan Cabanilles J. 1987. El Neolític valencià. Els primers agricultors y ramaders. Servei d'Investigació Prehistòrica. València, 146 pp
- Martín A, Estévez J. 1992. Funció de la Cova del Frare de St. Llorenç del Munt (Matadepera, Barcelona) al Neolític antic, en relació a la ramaderia. 9è Col·loqui internacional d'arqueologia de Puigcerdà. Estat de l'investigació sobre el Neolític a Catalunya, Puigcerdà, Institut d'Estudis Ceretans
- Martín A, Biosca A, Albareda MJ. 1985. Excavacions a la Cova del Frare (Matadepera, Vallès Occidental). Dinàmica ecològica, seqüència cultural i cronologia absoluta. *Tribuna d'Arqueologia* 1983-1984, 85-97
- Martín P, Montes R, Sanguino J. 2006. La tecnología lítica del Musteriense final en la región cantábrica: Los datos de Covalejos (Velo de Piélagos, Cantabria, España). En: Cabrera V, Bernardo de Quirós F, Maíllo JM (Eds), *En el Centenario de la cueva de El Castillo, el caso de los Neandertales*. Centro Asociado de la UNED en Cantabria, Santoña, pp 231-248
- Martín Arroyo T. 1998. Paleoclimatología y Paleoambiente durante el Pleistoceno Medio y Superior en el valle del Tajo. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá de Henares, 173 pp
- Martín-Arroyo T, Ruiz-Zapata MB, Pérez González A. 1996a. Reconstrucción de la vegetación durante el cuaternario reciente en El Puente del Arzobispo (Toledo, España): primeros datos polínicos. *Estudios Palinológicos* 1, 91-94
- Martín-Arroyo T, Ruiz-Zapata B, Pérez-González A. 1996b. Paleoambiente en el valle del río Tajo durante el Pleistoceno superior: Primeros datos polínicos En: Ramil-Rego P, Fernández Rodríguez C, Rodríguez Guitián M (Coords), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*. Xunta de Galicia. Consellería de Cultura. Santiago de Compostela, pp 73-83
- Martín-Arroyo T, Ruiz-Zapata B, Pérez-González, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A, Gil-García MJ. 2000. Registro paleoclimático del Pleistoceno Medio en el valle del Tajo. *Geotemas* 1 (4), 259-262
- Martín Cantarino C. 2003. La evolución del paleopaisaje en el poblamiento antiguo de Alicante: el yacimiento ibérico del Tossal de les Basses y su relación con la arqueología del paisaje alicantino. En: Rosser Limiñana P, Elayi J, Pérez Burgos JM (Eds), *El Tossal de les Basses y el Chinchorro: una aproximación a la arqueología del poblamiento prehistórico e ibérico de La Albufera de Alicante*. LQNT Monográfico 2, Ayuntamiento de Alicante. Patronato municipal de Cultura, pp 33-56
- Martín-Consuegra E, Chisvert L, Cáceres L, Ubera JL. 1998. Archaeological, Palynological and geological contributions to landscape reconstruction in the alluvial plain of the Guadalquivir River at San Bernardo, Sevilla (Spain). *Journal of Archaeological Science* 25, 521-532
- Martín-Duque JF, Rincón-Herranz A. 1990. Estudio de ordenación territorial en un sector de la cuenca del río Pirón (Segovia). Valle del río Pirón en Covatillas: Reserva Natural. Premios del I concurso sobre Medioambiente. Publicaciones de la Caja de Ahorros de Segovia, Segovia, pp 108-173
- Martín Socas D, Cámalich MD, Buxó R, Chávez E, Echallier JC, González P, Goñi A, Hernández JM, Mañosa M, Orozco T, Paz MA, Rodríguez-Ariza MO, Rodríguez AC, Tusell MY, Watson JPN. 2004. La Cueva de El Toro (El Torcal de Antequera, Málaga), II-III Simposios de Prehistoria Cueva de Nerja, Málaga, pp 68-89
- Martín Socas D, Cámalich MD, Buxó R, Chávez ME, Echallier JC, González P, Goñi A, Mañosa M, Orozco T, Paz MA, Rodríguez-Ariza MO, Rodríguez Rodríguez A, Tusell MY, Watson JPN. 2004. Cueva de El Toro (Antequera, Málaga-Spain). A Neolithic Stockbreeding Community in the Andalusian region between VI-III millenniums BC, *Documenta Praehistorica* XXX: 126-143
- Martín Puertas C, Valero-Garcés BL, Mata MP, González-Sampérez P, Bao R, Moreno A, Stefanova V. 2008. Arid and Humid Phases in Southern Spain during the Last 4000 Years: The Zoñar Lake Record, Córdoba. *The Holocene* 18 (6), 907-921
- Martinell J, Domenech R. 1984. Malacofanna del Plioceno de San Onofre (Bax Ebre; Tarragona). *Iberus* 4, 1-27
- Martínez G, Afonso JA, Cámara JA, Molina F. 2009. Desarrollo histórico de la producción de hojas de sílex en Andalucía oriental. En: Gibaja JF, Terradas X, Palomo A, Clops X (Coords), *Les grans fulles de sílex. Europa al final de la Prehistòria*. Monografies 13, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Ajuntament de Gavà, Barcelona, pp 15-24

- Martínez Andreu M. 1989. El Magdaleniense Superior en la costa de Murcia. Editora Regional Murciana, Murcia, 189 pp
- Martínez Atienza F, Morla C. 1992. Aproximación a la paleoecología holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos polínicos. Investigaciones Agrarias, Sistemas y Recursos Forestales 1, 135-145
- Martínez-Cortizas A, Costa Casáis M, López-Sáez JA. 2009. Environmental change in NW Iberia between 7000 and 500 cal BC. Quaternary International 200, 77-89
- Martínez-Cortizas A, Moares Domínguez C, García-Rodeja E. 1996. El depósito Pleistoceno de Moudide. Propiedades Físico-Químicas y mineralógicas y evolución. En: Pérez-Alberti A, Martín P, Chesworth W, Martínez-Cortizas A (Coord), Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios. Xunta de Galicia, Galicia, pp 345-356
- Martínez Cortizas A, García-Rodeja E, Pontevedra Pombal X, Nóvoa Muñoz JC, Weiss D, Cheburkin A. 2002. Atmospheric Pb deposition in Spain during the last 4600 years recorded by two ombrotrophic peat bogs and implications for the use of peat as a geochemical archive. The Science of The Total Environment 292, 33-44
- Mary G. 1973. Un diagramme sporopollinique et des datations C-14 pour la tourbière du Llano de Roñanzas Asturias (España). Boletín de la Sociedad Geológica Francesa 25, 38
- Mary G. 1983. Evolución del margen costero de la cordillera cantábrica en Asturias desde el Mioceno. Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo 13, 3-35
- Mary G. 1989. Cronología de los depósitos del último periodo frío de la costa Cuaternario Ibérico. AEQUA/GTPEQ, Madrid, pp 221-224
- Mary G. 1990. La evolución del litoral Cantábrico durante el Holoceno. In: Cearreta A, Ugarte FM (Eds), The environment and the human society in the western Pyrenees and the Basque Mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene. Universidad del País Vasco, Vitoria, pp 81-87
- Mary G, Medus J, Delibrias G. 1977. Documents sur l'évolution de la flore du Littoral Nord Espagnol au Würm. Recherches Françaises sur le Quaternaire. INQUA 1977. Supplément au Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire 1 (50), 23-31
- Mateus JE. 1985. The coastal lagoon region near Carvalhal during the Holocene; some geomorphological aspects derived from a palaeoecological study at Lagoa Travessa. Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico 2, 237-249
- Mateus JE. 1989. Lagoa Travessa: a Holocene pollen diagram from the south-west coast of Portugal. Revista de Biología 14, 17-94
- Matias i Sendra I. 1990. Els nannofossils calcaris del Plioceno de la Mediterrania nord-occidental. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona, 241 pp
- Mayewski PA, Rohling EE, Stager JC, Karle'n W, Maasch KA, Meeker LD, Meyerson EA, Gasse F, vanKreveland S, Holmgren K, Lee-Thorp J, Rosqvist G, Rack F, Staubwasser M, Schneider RR, Steig EJ. 2004. Holocene climate variability. Quaternary Research 62, 243-255
- Mayor M, Díaz TE. 1977. La flora asturiana. Ed. Ayalga, Salinas, 710 pp
- McKeever MH. 1984. Comparative palynological studies of two lake sites in western Ireland and northwestern Spain. Tesis doctoral. Trinity College, Dublin, 63 pp
- Meildejohann C, Straus LG. 1986. Further radiocarbon dates relevant to an Azilian burial in Spain. Research Reports: The Azilian of Abri Dufaure (Sorde l'Abbaye, Landes, France). Mesolithic Miscellany 7 (1), 17-19
- Menéndez-Amor J. 1971. Estudio esporo-polinico de dos turberas en la Sierra de Queija (Orense). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología) 69, 85-92
- Menéndez-Amor J. 1975. Análisis esporo-polinico de los sedimentos turbosos de los lagos Enol y Ercina. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología) 1, 311-313
- Menéndez-Amor J, Esteras M. 1965. Análisis polínico de la Turbera de los Ojos del Tremedal (Orihuela del Tremedal, Teruel). Teruel 34, 3-17
- Menéndez-Amor J, Florschütz F. 1961. Resultados del análisis polínico de una serie de turba recogida en la Ereta del Pedregal (Navarrés, Valencia). Archivos de Prehistoria Levantina 9, 97-99
- Menéndez-Amor J, Florschütz F. 1962. Un aspect de la végétation en Espagne méridionale durant la dernière glaciation et Holocene. Geologie en Mijnbouw 41, 131-134
- Menéndez-Amor J, Florschütz F. 1964. Resultados del análisis paleobotánico de una capa de turba en las cercanías de Huelva (Andalucía). Estudios Geológicos 20, 183-186
- Menéndez-Amor J, Florschütz F. 1964. Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología) 3 (62), 251-255
- Menéndez-Amor J, Florschütz F. 1968. Estudio palinológico de la turbera de Daimiel. La Prehistoire. Problemes et tendances. CNRS, Paris, pp 291-294
- Menéndez-Amor J, Amorós JL, Galván J. 1964. Estudio palinológico de la Turbera del Estany (Olot, Gerona). Geologie en Mijnbouw 43, 118-122
- Meter E. 1978. Contribution à l'étude palynologique de l'Abri Romaní (Catalogne, Espagne). Rapport de DEA en "Géologie des formations sédimentaires", option Palynologie. Université de Provence, Aix-en-Provence (inérita)
- Mighall TM, Martínez Cortizas A, Biester H, Turner SE. 2006. Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: Pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula. Review of Palaeobotany and Palynology 141, 203-223
- Miras Y, Ejarque A, Riera S, Palet JM, Orengo H, Euba I. 2007. Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m, Vall del Madriu, Andorre). Comptes Rendus de l'Académie des Science Paris, Palévol 6, 291-300
- Moares Domínguez C. 1997. Suelos policíclicos y su importancia en el estudio de la evolución edáfica en el NW Peninsular. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, 389 pp
- Molero J, Pérez F, Valle F. (Coords). 1992. Parque Natural de Sierra Nevada. Editorial Rueda. Madrid
- Molina F, Rodríguez-Ariza MO. 2004. Castellón Alto. Un asentamiento de la Edad del Bronce en la Alta Andalucía. DVD. Red Andaluza de yacimientos arqueológicos. Junta de Andalucía-Consejería de Cultura, Ayuntamiento de Galera
- Monteiro Rodrigues S, Figueiral I, López-Sáez JA. 2008. Indicadores paleoambientais e estratégias de subsistência no sítio pré-histórico do Prazo (Freixo de Numão, Vila Nova de Foz de Côa, Norte de Portugal). En: Cerveira Lima A, Santos AT, Martinho Baptista A, Sá Coixão A, Luís L (Coord, Ed), Pre-história. Gestos intemporais. Actas do III Congresso de Arqueologia de Trás-Os-Montes, Alto Douro e Beira Interior, Associação Cultural, Desportiva e Recreativa de Freixo de Numão I, 24 pp
- Montes R. 1985. Excavaciones en Cueva Perneras, Lorca (Murcia). Noticiario Arqueológico Hispánico 23, 9-59
- Montes R. 1989. El Paleolítico Medio en la costa de Murcia. Tesis doctoral. Universidad de Murcia, 424 pp
- Montserrat Martí J. 1992. Evolución glacial y postglacial del clima y la vegetación en la vertiente sur del Pirineo: estudio palinológico. Monografías del Instituto Pirineico de Ecología-CSIC, Zaragoza, 147 pp

- Morales A, Martínez S. 2003. Informe sobre los restos de mamíferos recuperados en los niveles neolíticos de la Cueva de La Vaquera. En: Estremera S (Ed), Primeros agricultores y ganaderos en la Meseta norte: el Neolítico de la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia). Arqueología en Castilla y León 11, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Zamora, pp 257-313
- Morales-Molino C, García-Antón M, Morla C. 2011. Late Holocene vegetation dynamics on an Atlantic-Mediterranean mountain in NW Iberia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 302, 323-337
- Morellón M, Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Vegas-Vilarrúbia T, Rubio E, Rieradevall M, Delgado-Huertas A, Mata P, Romero O, Engstrom DR, López-Vicente M, Navas A, Soto J. 2009. Climate changes and human activities recorded in the sediments of Lake Estanya (NE Spain) during the Medieval Warm Period and Little Ice Age. *Journal of Paleolimnology* doi: 10.1007/s10933-009-9346-3
- Morellón M, Valero-Garcés BL, Moreno A, González-Sampériz P, Mata P, Romero O, Maestro M, Navas A. 2008. Holocene palaeohydrology and climate variability in Northeastern Spain: The sedimentary record of Lake Estanya (Pre-Pyrenean range). *Quaternary International* 181, 15-31
- Morellón M, Valero-Garcés BL, Vegas T, González-Sampériz P, Delgado-Huertas A, Mata P, Moreno A, Rico M, Corella JP. 2009. Late glacial and Holocene palaeohydrology in the western Mediterranean region: the Lake Estanya record (NE Spain). *Quaternary Science Reviews* 28, 2582-2599
- Moreno A, Cacho I, Canals M, Grimalt JO, Sánchez-Goñi MF, Shackleton N, Siero FJ. 2005. Links between marine and atmospheric processes oscillating on a millennial time-scale. A multi-proxy study of the last 50,000 yr from the Alboran Sea (Western Mediterranean Sea). *Quaternary Science Reviews* 24 (14-15), 1623-1636
- Moreno A, Cacho I, Canals M, Prins MA, Sánchez-Goñi MF, Grimalt JO, Weltje GJ. 2002. Saharan dust transport and high-latitude glacial climatic variability: The Alboran Sea record. *Quaternary Research* 58 (3), 318-328
- Moreno A, López-Merino L, Leira M, Marco-Barba J, González-Sampériz P, Valero-Garcés BL, López-Sáez JA, Santos L, Mata P, Ito E. 2011. Revealing Holocene environmental history from the multiproxy record of a mountain lake (Lago Enol, N Iberian Peninsula). *Journal of Paleolimnology* 46 (3), 327-349
- Moreno A, Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Navas A, Machín J, Delgado-Huertas A. 2004. El registro paleoambiental y paleoclimático de las saladas de la Playa y la Salineta (Zona Central de la Depresión del Ebro). *Geotemas* 6, 137-140
- Moreno A, Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Rico M. 2008. Flood response to rainfall variability during the last 2000 years inferred from the Taravilla Lake record (Central Iberian Range, Spain). *Journal of Paleolimnology* 40, 943-961
- Moreno E, Thouveny N, Delanghe D, McCave IN, Shackleton NJ. 2002. Climatic and oceanographic changes in the Northeast Atlantic reflected by magnetic properties of sediments deposited on the Portuguese Margin during the last 340 ka. *Earth and Planetary Science Letters* 202, 465-480
- Morla C, Alcalde-Olivares C, Hernández L, García-Antón M, García M, García C, Guerrero S, Morales C, Moreno E, del Nido J, Postigo JM. 2009. Investigaciones paleobotánicas en la cuenca central del Duero. 5º Congreso Forestal Español. SECF, Junta de Castilla y León, Ávila, pp 1-16
- Mosbrugger V, Utescher T, Dilcher D. 1997. The coexistence approach - a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 134, 61-86
- Mosbrugger V, Utescher T, Dilcher D. 2005. Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102, 14964-14969
- Müller UC. 2000. A Late-Pleistocene pollen sequence from the Jammertal, southwestern Germany, with particular reference to location and altitude as factors determining Eemian forest composition. *Vegetation History and Archaeobotany* 9, 125-131
- Muñiz F. 1998. Paleocnología del Neógeno Superior en el sector Suroccidental de la cuenca del Guadalquivir, Área de Lepe-Ayamonte (Huelva). Tesis Doctoral. Universidad de Huelva, 272 pp
- Muñiz F, Mayoral E. 2001a. El icnogénero *Spongeliomorpha* en el Neógeno Superior de la cuenca del Guadalquivir, (área de Lepe-Ayamonte, Huelva, España). *Revista Española de Paleontología* 16, 115-130
- Muñiz F, Mayoral E. 2001b. *Macanopsis plataniformis* nov. Ichnosp. From the Lower Cretaceous and Upper Miocene of the Iberian Peninsula. *Geobios* 34, 91-98
- Muñiz F, Mayoral E, Barrón E, Cachão M. 1999. Nuevos datos del Plioceno en el Suroeste de la península Ibérica (Lepe, Huelva, España). *Geogaceta* 25, 143-146
- Muñoz A. 1992. Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la cuenca del Ebro (Comunidad de la Rioja). Ed. Inst. Estudios Riojanos. C. de la Tierra 15, 347 pp
- Muñoz A, Pérez A, Pardo G, Villena J. 1992. III Cong. Geol. España, Simposios 1. Salamanca, pp 108-117
- Muñoz-Sobrino C. 2001. Cambio climático y dinámica del paisaje en las montañas del Noroeste de la Península Ibérica. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela
- Muñoz-Sobrino C, García-Gil S, Díez JB, Iglesias J. 2007. Palynological characterization of gassy sediments in the inner part of Ría de Vigo (NW Spain). *New chronological and environmental data. Geo-Marine Letters* 27 (2-4), 289-302
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Delibes de Castro G, Rojo Guerra M. 1996. Datos paleobotánicos sobre la turbera de La Piedra (Paramo de Tozo, Burgos). En: Ramil-Rego P, Fernández Rodríguez C, Rodríguez-Gutián M (Coord), Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica. Consellería de Cultura de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, pp 149-163
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Gómez-Orellana L. 2004. Vegetation of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany* 13, 1-22
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Gómez-Orellana L, Díaz Varela R. 2005. Palynological data on major Holocene climatic events in NW Iberia. *Boreas* 34 (3), 381-400
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Gómez-Orellana L, Ferreiro da Costa J, Díaz Varela RA. 2009. Climatic and human effects on the post-glacial dynamics of *Fagus sylvatica* L. in NW Iberia. *Plant Ecology* 203, 317-340
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Rodríguez-Gutián MA. 1997. Upland vegetation in the north-west Iberian peninsula after the last glaciation: forest history and deforestation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany* 6, 215-233
- Muñoz-Sobrino C, Ramil-Rego P, Rodríguez-Gutián MA. 2001. Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History and Archaeobotany* 10, 7-21
- Muñoz-Sobrino C, Rodríguez-Gutián MA, Ramil-Rego P. 1995. Cambios en la cubierta vegetal durante el Pleistoceno y el Holoceno en la Sierra de Ancares (NW Ibérico). En: Aleixandre Campos T, Pérez González A (Eds), Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario. Centro de Ciencias Medioambientales, Monografías 3, CSIC, Madrid, pp 309-318

- Nachasova IE, Burakov KS, Molina González F, Cámara Serrano JA. 2007. Archaeomagnetic study of ceramics from the Neolithic Los Castillejos multilayer monument (Montefrío, Spain), *Izvestiya. Physics of the Solid Earth* 43 (2), 170-176
- Naughton F, Sánchez-Goñi MF, Desprat S, Turon JL, Duprat J, Malaize B, Joli C, Cortijo E, Drago T, Freitas MC. 2007. Present-day and past (last 25 000 years) marine pollen signal off western Iberia *Marine Micropaleontology* 62 (2), 91-114
- Naughton F, Sánchez-Goñi M, Kageyama M, Bard E, Duprat J, Cortijo E, Desprat S, Malaize B, Joly C, Rostek F, Turon JL. 2009. Wet to dry climatic trend in north-western Iberia within Heinrich events. *Earth and Planetary Science Letters* 284, 329-342
- Nieto JM, Pérez A, Cabezudo B. 1991. Biogeografía y series de vegetación de la provincia de Málaga (España) *Acta Botanica Malacitana* 16, 417-436
- Nocete F. 2001. Tercer milenio antes de nuestra era. Relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir. *Arqueología*, Bellaterra, Barcelona, 191 pp
- Nocete F, Riquelme JA, Nieto JM, Buxó R, Queiroz P, Carrión JS, Gil I, Tames M. 2005. Andévalo. Patrimonio arqueológico. El yacimiento de la Junta de los Ríos. Modelo de recuperación, análisis e interpretación del registro arqueológico en la Presa del Andévalo-Huelva. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General del Agua, Confederación Hidrográfica del Guadiana
- Nonn H. 1960. Les dépôts de la "rasa" cantabrique dans sa partie occidentale (Galicie, Espagne). *Revue de Géomorphologie Dynamique*, año XI (7-8-9), 97-107
- Nonn H. 1966. Les régions cotières de la Galice (Espagne). Étude géomorphologique. *Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg. Foundation Baulig*, tomo 3, 591 pp
- Okada H, Bukry D. 1980. Supplementary modification and instruction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1979). *Marine Micropaleontology* 5, 171-187
- Olaria C. 1988. Cova Fosca. Un asentamiento meso-neolítico de cazadores y pastores en la serranía del Alto Maestrazgo. *Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques* 3, 424 pp
- Olaria C, Estévez J, Yll EI. 1982. Domesticación y paleoambiente de la Cova Fosca (Castellón). *Le Néolithique Ancien Méditerranéen. Archéologie en Languedoc*, nº especial, Montpellier, pp 107-120
- Oldfield F. 1964. Late Quaternary deposits at Le Moura, Biarritz South-West France. *The New Phytologist* 63, 374-409
- Orejas A, Sastre I. 2000. El poblamiento romano en la ZAM y la diferenciación funcional. En: Sánchez-Palencia FJ (Ed), *Las Médulas* (León). Un paisaje cultural en la Asturia Augustana. Instituto Leonés de Cultura, León, pp 253-283
- Ortiz JE, Torres T, Delgado A, Julià R, Lucini M, Llamas FJ, Reyes E, Soler V, Valle M. 2004. The palaeoenvironmental and palaeohydrological evolution of Padul Peat Bog (Granada, Spain) over one million years, from elemental, isotopic and molecular organic geochemical proxies. *Organic Geochemistry* 35, 1243-1260
- Pagés JL, Alonso A, Cearreta A, Hacar MP, Bao R. 2003. The Holocene record in the Villaviciosa estuary (Asturias, Spain). En: Ruiz-Zapata MB, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos A, Gil-García MJ, Bardaji T, Bustamante I, Martínez I (Eds), *Quaternary climatic changes and environmental crisis in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, pp 249-256
- Paillet D, Bard E. 2002. High frequency palaeoceanographic changes during the past 140,000 yr recorded by the organic matter in sediments of the Iberian margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 181, 431-452
- Pais J. 1989. Evolução do coberto vegetal de Portugal no Neogénico e no Quaternário. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 75, 67-72
- Pais J, Pais C, Pereira V, Barbosa B. 1999. Areias de Vale de Santarém. *Estratigrafia e Palinologia. Ciências da Terra* 13, 23-34
- Palacios P. 1890. Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, pp 402-403
- Palet JM, Riera S. 1997. Changements du paysage dans la plaine de Barcelone (Catalogne) de la Protohistoire au Moyen Âge. En: Burnouf J, Bravard JP, Chouquer G (Eds), *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*. CNRS, pp 259-270
- Palet JM, Orengo HA, Ejarque A, Euba I, Miras Y, Riera S. 2009. Formas de paisaje de montaña y ocupación del territorio en los Pirineos orientales en época romana: estudios pluridisciplinarios en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la Sierra del Cadí (Cataluña). *Proceedings of the 17th International Congress of Classical Archaeology* (Roma 22-26 Septiembre 2008). *Bollettino di Archeologia on-line*
- Panareda JM, Nuet J. 1979. *Geografía Física dels Països Catalans*. Ketres Editora. Barcelona, 226 pp
- Pantaleón-Cano J. 1997. Estudi palinològic de sediments litorals de la província d'Almeria. Transformacions del paisatge vegetal dins un territori semiàrid. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 188 pp
- Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Yll EI, Roure JM. 1996a. Significado de *Pseudoschizaea* en las secuencias sedimentarias de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e Islas Baleares. En: Ruiz-Zapata B (Ed), *Estudios palinológicos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares, pp 101-105
- Pantaleón-Cano J, Roure JM, Yll EI, Pérez Obiol R. 1995. Dinámica del paisaje vegetal durante el Neolítico en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e islas Baleares. *Rubricatum* 1, 29-34
- Pantaleón-Cano J, Yll EI, Pérez-Obiol R, Roure JM. 1996b. Las concentraciones polínicas en medios semiáridos. Su importancia en la interpretación de la evolución del paisaje. En: Ramil-Rego P, Fernández C, Rodríguez R (Eds), *Biogeografía pleistocena-holocena de la Península Ibérica*. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela, pp 215-226
- Pantaleón-Cano J, Yll EI, Pérez-Obiol R, Roure JM. 2001. Dinámica ambiental e intervención humana durante el Holoceno en la isla de Menorca. En: Fombella-Blanco MA, Fernández D, Valencia RM (Eds), *Palinología: Diversidad y aplicaciones*. Universidad de León, pp 161-167
- Pantaleón-Cano J, Yll EI, Pérez-Obiol R, Roure JM. 2003. Palynological evidence for vegetational history in semi-arid areas of the western Mediterranean (Almería, Spain). *The Holocene* 13 (1), 109-119
- Pantaleón-Cano J, Yll EI, Roure JM. 1999. Evolución del paisaje vegetal en el sudeste de la Península Ibérica durante el Holoceno a partir del análisis polínico. *Saguntum extra* 2, 17-23
- Parra I. 1983. Análisis polínico del sondeo CAL s1. En: Solé N, Suarez Cervera M (Eds), *Actas del IV simposio de la APLE*, Barcelona, pp 433-445
- Parra I. 1993. Desplaçaments latitudinals de la vegetació al litoral mediterrani durant els darrers 8500 anys. Un enfocament pol·l·inic i climàtic. *Revista Catalana de Geografia* 21, 37-44
- Parra I. 1994. Quantification des précipitations à partir des spectres polliniques actuels et fossils: du Tardiglaciaire à l'Holocène supérieur de la côte méditerranéenne espagnole. Tesis doctoral. Université Montpellier II, France, 217 pp
- Parra I, van Campo E, Otto T. 2005. Análisis palinológico y radiométrico del sondeo sobrestany. Nueve milenios de historia natural e impactos humanos sobre la vegetación del Alt Empordà. *Empúries* 54, 33-44

- Peinado Lorca M, Rivas-Martínez S. (Eds). 1987. La vegetación de España. Colección Aula Abierta, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 544 pp
- Pèlachs A. 2005. Deu mil anys de geohistòria ambiental al Pirineu Central Català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i el paisatge a la Coma Burg i a la Vallferrera. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 581 pp
- Pèlachs A, Pérez-Obiol R, Ninyerola M, Nadal J. 2009. Landscape dynamics of *Abies* and *Fagus* in the southern Pyrenees during the last 2200 years as a result of anthropogenic impacts. *Review of Palaeobotany and Palynology* 156, 337-349
- Pèlachs A, Soriano JM, Nadal J, Esteban A. 2007. Holocene environmental history and human impact in the Pyrenees. *Contributions to Science* 3 (3), 421-429
- Pena dos Reis R, Proença Cunha P, Barbosa B, Antunes MT, Pais J. 1992. Excursion B - Mainly continental Miocene and Pliocene deposits from Lower Tagus and Mondego Tertiary basins. *Ciências da Terra* 2, 37-56
- Peña-Chocarro L. 1999. Prehistoric agriculture in southern Spain during the Neolithic and the Bronze Age. The application of ethnographic models. *BAR International Series* 818, Oxford, 167 pp
- Peña-Chocarro L. 2000. Agricultura, alimentación vegetal en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). *Complutum* 11, 209-220
- Peña-Chocarro L. 2000. El estudio de las semillas de Peñalosa. En: Contreras Cortés F (Coord), Proyecto Peñalosa. Análisis Histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Baza, Granada, pp 237-256
- Peña-Chocarro L. 2007. Early agriculture in southern and central Spain. En: Colledge S, Conolly J (Eds), The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe. Left Coast Press & UCL, California, pp 173-187
- Peña-Chocarro L, Zapata L. 1996. Los recursos vegetales en el mundo romano: estudio de los macrorrestos botánicos del yacimiento Calle Santiago de Irún (Guipúzcoa). *Archivo Español de Arqueología* 69, 119-134
- Peña-Chocarro L, Zapata L. 2005. Trade and new plant foods in the Western Atlantic Coast: the Roman port of Irun (Basque Country). En: Urteaga Artigas MM, Noain Maura MJ (Eds), Mar Exterior. El Occidente Atlántico en época romana. Actas del Congreso Internacional, Pisa 6-9 noviembre 2003. Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma-CSIC, Roma, pp 169-178
- Peña-Chocarro L, Zapata L, García Gazólaz J, González Morales M, Sesma Sesma J, Straus L. 2005b. The spread of agriculture in northern Iberia: new archaeobotanical data from el Mirón Cave (Cantabria) and the open-air site of Los Cascajos (Navarra). *Vegetation History and Archaeobotany* 14 (4), 268-278
- Peña-Chocarro L, Zapata L, Iriarte MJ, González Morales M, Straus LG. 2005a. The oldest agriculture in Northern Atlantic Spain. *Journal of Archaeological Science* 32 (4), 579-587
- Peñalba MC. 1985. Estudio esporopolínico del Neógeno occidental de la Cuenca del Guadalquivir. Tesis de licenciatura, Universidad de Salamanca, 198 pp
- Peñalba MC. 1987. El paisaje vegetal cuaternario en el País Vasco a través de la palinología. En: Areso P (Dir), El medio físico y humano en la historia de Euskal-Herria. VI Cursos de Verano en San Sebastián, Universidad del País Vasco, San Sebastián, pp 25-37
- Peñalba MC. 1988. Analyse pollinique de quatre tourbières du Pays Basque Espagnol. *Institut français Pondichéry, travaux section sciences et techniques* 25, 65-71
- Peñalba MC. 1989. Dynamique de végétation tardiglaciaire et Holocène du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique. Tesis doctoral. Universidad d'Aix, Marsella, 165 pp
- Peñalba MC. 1990. La vegetación y el clima en los Montes Vascos durante el Pleistoceno superior y el Holoceno según los análisis polínicos. En: Cearreta A, Ugarte FM (Eds), The Environment and the West: Western Pyrenees and the Basque Mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene. Dirección de Ambiente y Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz, pp 89-96
- Peñalba MC. 1992. La vegetación y el clima en los montes vascos durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno según los análisis palinológicos. En: Cearreta A, Ugarte FM (Eds), The late quaternary in the western pyrenean region. Conferencia Internacional sobre el medio natural y el ser humano en los Pirineos occidentales y Montes Vascos durante el Pleistoceno superior y el Holoceno (Vitoria-Gasteiz 1990), Servicio editorial Universidad del País Vasco, Bilbao, pp 171-182
- Peñalba MC. 1993. Biogeografía holocena de las principales especies forestales del Norte de la Península Ibérica. *Cuadernos de sección de Eusko Ikaskuntza* 20, 391-409
- Peñalba MC. 1994. The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. *Journal of Ecology* 82, 815-832
- Peñalba MC, Arnold M, Guiot J, Duplessy JC, de Beaulieu JL. 1997. Termination of the last glaciation in the Iberian Peninsula inferred from the pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research* 48, 205-14
- Pera J. 1994. La romanització a la Catalunya interior: estudi històric-arqueològic de lesso i Sigarra i el seu territori. Tesis doctoral. Universidad Autònoma Barcelona. Bellaterra
- Pereira D. 1991. Evolução quaternária do rio Minho na região entre S. Pedro da Torre e Valença. *Memoires, Notas de Publicações do Museo do Laboratorio Mineiro e Geologico. Universidade de Coimbra* 112 (B), pp 327-347
- Pérez-Alberti A, Rodríguez-Gutián MA, Valcárcel Díaz M. 1993. Las formas y depósitos glaciares en las Sierras Septentrionales y Orientales de Galicia. En: Pérez-Alberti A, Gutiérrez Rivera L, Ramil-Rego P (Eds), La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos. Xunta de Galicia, pp 61-90
- Pérez Díaz S, López-Merino L, López-Sáez JA. 2007. Paleovegetación durante la Edad del Bronce en La Rioja Alavesa: análisis palinológico del yacimiento de Peña Parda (Laguardia, Alava). *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra* 15, 177-192
- Pérez-Jordà G. 1998. Estudio paleocarpológico. En: de Pedro Michó MJ (Ed), La Llama de Betxi (Paterna Valencia) Un Poblado de la Edad del Bronce. Serie de Trabajos Varios 94, Servicio de Investigación Prehistórica, Valencia, pp 239-245
- Pérez-Jordà G. 2003. La Paleocarpología. En: Guérin P (Ed), El Castellet de Bernabé y el Horizonte Ibérico Pleno Edetano. Serie de Trabajos 101, Servicio de Investigación Prehistórica, Valencia, pp 294-305
- Pérez-Jordà G. 2004. Cultivos y prácticas agrarias. En: Rodríguez Díaz A (Ed), El edificio protohistórico de La Mata (Campanario, Badajoz) y su estudio territorial. Consejería de Cultura de la JEx, Universidad de Extremadura, Asamblea de Extremadura, Diputación Provincial de Badajoz y CEDER "La Serena", Cáceres, pp 385-422
- Pérez-Jordà G, Alonso Martínez A, Iborra Eres MP. 2007. Agricultura y ganadería protohistóricas en la Península Ibérica: modelos de gestión. En: Rodríguez Díaz A, Pavón Soldevila I (Eds), Arqueología de la tierra. Paisajes rurales de la protohistoria peninsular, Universidad de Extremadura, Cáceres, pp 327-372
- Pérez Folgado M, Sierro FJ, Flores JA, Cacho I, Grimalt JO, Zahn R, Shackleton N. 2003. Western Mediterranean planktonic foraminifera events and millennial climatic variability during the last 70 kyr. *Marine Micropaleontology* 48 (1-2), 49-70

- Pérez-Obiol R. 1988. Histoire Tardiglaciaire et Holocène de la végétation de la région volcanique d'Olot (N.E. Péninsule Ibérique). *Pollen et Spores* 30 (2), 189-202
- Pérez-Obiol R. 1994. Análisis polínicos de sedimentos lacustres y de suelos de ocupación de La Draga (Banyoles, Pla de l'Estany). En: Mateu I, Dupré M, Güemes J, Burgaz ME (Eds), *Trabajos de Palinología Básica y Aplicada*. Universitat de València, València, pp 277-284
- Pérez-Obiol R, Julià R. 1994. Climatic Change on the Iberian Peninsula Recorded in a 30,000 Yr Pollen Record from Lake Banyoles. *Quaternary Research* 41, 91-98
- Pérez-Obiol R, Julià R. 1996. Els dipòsits lacustres de la zona de la Draga: anàlisi radiomètriques i palinològiques. *Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles* 17, 89-98
- Pérez-Obiol R, Roure JM. 1990. Aportaciones palinológicas para la interpretación de la evolución reciente del paisaje vegetal de los Monegros. *Actas VII Simposio APLE (1988)*. Granada, pp 485-491
- Pérez-Obiol R, Yll EI. 2002. Quaternary palynology of Balearic Islands. En: Ruiz MB, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos A, Gil MJ, Bardají T, de Bustamante I, Martínez I (Eds), *Quaternary Climatic Changes and Environmental Crises in the Mediterranean area*. Universidad de Alcalá de Henares, Madrid, pp 123-131
- Pérez-Obiol R, Sáez LL, Yll EI. 2003. Vestigis florístics postglacials a les Illes Balears i dinàmica de la vegetació holocènica. *Orsis* 18, 77-94
- Pérez-Obiol R, Yll EI, Pantaleón-Cano J, Roure JM. 1996. Historia de *Buxus* y *Corylus* en las Islas Baleares durante el Holoceno. En: Ramil-Rego P, Fernández C, Rodríguez M (Coord), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*. Universidad de Santiago de Compostela, pp 87-97
- Pérez-Obiol R, Yll EI, Pantaleón-Cano J, Roure JM. 2000. Evaluación de los impactos antrópicos y los cambios climáticos en el paisaje vegetal de las Islas Baleares durante los últimos 8000 años. En: Guerrero VM, Gornés S (Coords), *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, pp 73-98
- Pérez-Obiol R, Yll EI, Pantaleón-Cano J, Roure JM. 2001. Canvis en el paisatge vegetal de les Illes Balears durant el final del Quaternari. En: Pons GX, Guijarro JA (Eds), *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears 9, pp 69-89
- Perles C. 1977. *Préhistoire du feu*. Masson, Paris, 180 pp
- Petit MA. 1998. Posar a l'hora el Relloge de la prehistòria: calibració de les datacions radiocarbòniques de la prehistòria moianesa. *Modilium* 19, 3-20
- Picazo JV, Rodanés JM (Coords.) 2009. Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. El Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza). Dirección General de Patrimonio, Gobierno de Aragón. 498 pp.
- Pinto AC, Clark G, Miller A. 2006. Sopeña, un nuevo yacimiento de Paleolítico Medio y Superior Inicial en el norte de la Península Ibérica. *Actas del IV Congreso de Arqueología Peninsular, Faro (Portugal)*, pp 407-418
- Piperno DR. 2006. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. AltaMira Press. Lanham, MD, 238 pp
- Piqué R. 1996. La gestió dels recursos forestals a La Draga (Banyoles, Pla de l'Estany). *Actes I Congrés del Neolític a la Península Ibérica. Formació i implantació de les comunitats agrícoles (Gavà-Bellaterra, 27, 28 i 29 de març de 1995)*. *Rubricatum* 1, 57-63
- Piqué R. 2005. Paisaje y gestión de recursos forestales entre el VI y IV milenio cal BC en el nordeste de la Península Ibérica. En: Arias P, Ontañón C, García-Moncón C (Eds), *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Universidad de Cantabria, Santander, pp 45-52
- Planchais N, Parra I. 1984. Analyses polliniques de sediments lagunaires et côtiers en Languedoc, en Roussillon et dans la province de Castellon (Espagne); Bioclimatologie. En: Long G, Pons A (Eds), *Actes du Colloque de Bioclimatologie Méditerranéenne*. *Bulletin de la Société Botanique de France* 131, Actual. Bot., 2/3/4, pp 243-263
- Pons A, Reille M. 1988. The Holocene and Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 66, 243-263
- Postigo-Mijarra JM, Barrón E, Gómez-Manzaneque F, Morla C. 2009. Floristic changes in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands during the Cenozoic. *Journal of Biogeography* 36 (11), 2025-2043
- Postigo-Mijarra JM, Burjachs F, Gómez-Manzaneque F, Morla C. 2007. A palaeoecological interpretation of the lower-middle Pleistocene Cal Guardiola site (Terrassa, Barcelona, NE Spain) from the comparative study of wood and pollen samples. *Review of Palaeobotany and Palynology* 146, 247-264
- Postigo-Mijarra JM, Gómez-Manzaneque F, Morla C. 2008. Survival and long-term maintenance of tertiary trees in the Iberian Peninsula during the Pleistocene. First record of *Aesculus* L. (Hippocastanaceae) in Spain. *Vegetation History and Archaeobotany* 17, 351-364
- Postigo-Mijarra JM, Morla C, Barrón E, Morales-Molino S, García S. 2010. Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology* 162, 416-426
- Provan J, Bennett KD. 2008. Phylogeographic insights to cryptic glacial refugia. *Trends in Ecology and Evolution* 23 (10), 564-571
- Proyecto Las Encinas. <http://craticula.ncl.ac.uk/lasencinas/>
- Puente García E, Penas Merino A, Fombella-Blanco MA, Andrade Olalla A, Alonso Herrero E, Matías Rodríguez R, García-Rovés E. 2001. Correlación entre la vegetación actual y el espectro polínico de la turbera del puerto de San Isidro (León). En: Fombella-Blanco MA, Fernández González D, Valencia Barrera RM (Eds), *Palinología: Diversidad y Aplicaciones*. Secretariado de Publicaciones, Universidad de León, pp 109-111
- Pueyo Morer E, Muñoz Jiménez A, Parés JM. 1996. Magnetoestratigrafía preliminar de los materiales pliocenos de la cubeta de Villarroya (Sierra de Cameros, La Rioja). *Geogaceta* 20, 1029-1032
- Pulido F, Sanz R, Abel D, Ezquerro J, Gil A, González G, Hernández A, Moreno G, Pérez JJ, Vázquez F. 2007. Los bosques de Extremadura, evolución, ecología y conservación. Junta de Extremadura. Mérida, 338 pp
- Quadra Salcedo AM, Vicent AM. 1964. Informe de las excavaciones en la Cueva de los Murciélagos de Zuheros (Córdoba). Primera campaña, Noviembre 1962. *Noticiario Arqueológico Hispánico* IV (1-3), 68-72
- Querol MA, Santonja M. 1979. El yacimiento Achelense de Pinedo (Toledo). *Excavaciones Arqueológicas en España*. Ministerio de Cultura, pp 22-36
- Quézel P, Barbero M, Akman Y. 1980. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'anatolie septentrionale. *Phytocoenologie* 8 (3-4), 365-519
- Ramil-Rego P. 1993. Paleobotánica de yacimientos arqueológicos holocenos de Galicia (NO Cantábrico). *Munibe (Antropología-Arkeologia)* 45, 165-174
- Ramil-Rego P, Aira Rodríguez MJ. 1994. Datos sobre la presencia de *Pinus* L. en el NO de la Península Ibérica durante el Holoceno a través del análisis polínico. *Revista de Biología* 15, 3-13
- Ramil-Rego P, Gómez-Orellana L. 2002. Nuevos planteamientos para la periodización climática de los territorios Cántabro-Atlánticos de la península Ibérica durante el Pleistoceno Superior. *XV Congreso de Estudios Vascos, Ciencia y Cultura vasca y redes telemáticas*, Donostia, pp 69-91

- Ramil-Rego P, Aira Rodríguez MJ, Mattias F. 1995. Caracterización climática y vegetacional de la Serra de Gerês (Portugal) durante el Tardiglacial y el Holoceno: análisis polínico de A Lagoa do Marinho. Actas 3ª Reunião Quaternário Ibérico. Coimbra, pp 85-92
- Ramil-Rego P, Aira Rodríguez MJ, Taboada Castro MT. 1994. Análisis polínico y sedimentológico de dos turberas en las sierras septentrionales de Galicia (NO de España). Revue de Paléobiologie 13, 9-28
- Ramil-Rego P, Gómez-Orellana L, Muñoz-Sobrino C. 1996. Valoración de las secuencias polínicas del noroccidente ibérico para el último ciclo glacial-interglacial. En: Ramil-Rego P, Fernández Rodríguez C (Coords), Arqueometría y Paleoecología del Norte de la Península Ibérica. Cambios naturales y perturbaciones antrópicas. Férvedes, Número Monográfico 3, pp 33-116
- Ramil-Rego P, Muñoz-Sobrino C, Rodríguez-Gutián M, Gómez-Orellana L. 1998. Differences in the vegetation of the North Iberian Peninsula during the last 16,000 years. Plant Ecology 138, 41-62
- Ramil-Rego P, Rodríguez-Gutián M, Muñoz-Sobrino C. 1998. Sclerophyllous vegetation dynamics in the north of the Iberian peninsula during the last 16000 years. Global Ecology and Biogeography Letters 7, 335-351
- Ramil-Rego P, Rodríguez-Gutián MA, Muñoz-Sobrino C, Gómez-Orellana L. 2000. Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* L. in the NW Iberian Peninsula. Folia Geobotanica 35, 241-271
- Ramos A, Cunha PP. 2004. Facies associations and palaeogeography of the zancleanpiacenzian marine incursion in the Mondego cape-Nazaré area (onshore of Central Portugal). Abstracts book of the 23rd International Meeting of IAS, 227pp
- Reed JM, Stevenson AC, Juggins S. 2001. A multi-proxy record of Holocene climatic change in southwestern Spain: the Laguna de Medina, Cádiz. The Holocene 16, 707-719
- Reille M. 1991. Recherches pollenanalytiques dans l'extrémité orientale des Pyrénées: données nouvelles, de la fin du glaciaire à l'actuel. Laboratoire de Botanique historique et Palynologie 45
- Reille M, Duplessy JC. 1990. Tardiglaciaire et Holocene au Pays Basque frangais: Histoire de la végétation et chronologie dans une nouvelle séquence du Moura. En: Cearreta A, Ugarte FM (Eds), The Environment and the Human Society in the Western Pyrenees and the Basque Mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene. Dirección del Medio Ambiente y Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz, 159 pp
- Reimer PJ, Baillie MGL, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Bertrand C, Blackwell PG, Buck CE, Burr G, Cutler KB, Damon PE, Edwards RL, Fairbanks RG, Friedrich M, Guilderson TP, Hogg AG, Hughen KA, Kromer B, McCormac FG, Manning S, Bronk Ramsey C, Reimer RW, Remmele S, Southon JR, Stuiver M, Talamo S, Taylor FW, van der Plicht J, Weyhenmeyer CE. 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. Radiocarbon 46, 1029-1058
- Remy H. 1958. Zur Flora un Fauna der Villafranca-Schichten von Villarroya, Prov. Logroño/Spainen. Eiszeitalter Ggw. Bd. 9, 83-103
- Renault-Miskovsky J, Girard M. 1978. Analyse pollinique du remplissage Pléistocène du Vallonet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes). Géologie Méditerranéenne 5 (4), 385-402
- Riera S. 1995. Evolució del paisatge vegetal holocè al Pla de Barcelona, a partir de les dades pol.líniques. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona
- Riera S. 2003. Evolució vegetal al sector de Vilanova-Cubelles (Garraf) en els darrers 3000 anys: processos naturals i transformacions antròpiques d'una plana litoral mediterrània. En: Guitart J, Palet JM, Prevosti M (Eds), Territoris antics a la Mediterrània i a la Cossetània oriental. Col. Cultura Arqueologia, Generalitat de Catalunya, pp 303-312
- Riera S, Esteban A. 1997. Relations homme-milieu végétal pendant les cinq derniers millénaires dans la Plaine du Penedès (Nord-est de la Péninsule Ibérique). Vie et Milieu 47 (1), 53-68
- Riera S, Palet JM. 2005. Aportaciones de la Palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje. En: Riera S, Julià R (Eds), Transdisciplinary approach to a 8,000 yr history of land uses. I Workshop of Catalan Network for the Study of Cultural Landscapes and Environmental History. Serie Monografias del SERP 5, Barcelona, pp 55-74
- Riera S, Palet JM. 2008. Una aproximación transdisciplinar a la historia del paisaje mediterráneo: la evolución de los sistemas de terrazas con muros de piedra seca en la sierra de Marina (Badalona, Llano de Barcelona). En: Garrabou R, Naredo JM (Eds), El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo. Monografía de Historia rural 6, Sociedad Española de Historia Agraria, Prensas universitarias de Zaragoza, pp 47-90
- Riera S, Curras A, Ejarque A, Palet JM, Orenge H, Julià R, Miras Y. 2009. Variabilité climatique, occupation du sol et gestion de l'eau en Espagne de l'Âge du Fer à l'époque médiévale: intégration des données paléo-environnementales et archéologiques. En: Hermon E (Ed), Changements climatiques dans une perspective historique et systémique des interactions société-environnement naturel dans l'empire romain. Editoriale Scientifico de Naples, pp 251-280
- Riera S, Esteban A, Gómez A. 1995. El depósito turboso de la Cañada Larga del Cerro del Sotillo (1890 m, Sierra de Baza-Filabres). Estudio polínico y geomorfológico. Avance preliminar. Actas 3 Reuniao do Quaternario Ibérico, Universidade de Coimbra, Coimbra, pp 491-497
- Riera S, Estevez X, Nadal J. 2007. Systèmes d'exploitation et anthropisation du paysage méditerranéen du Néolithique Ancien à la Première Âge du Fer: le cas de la dépression du Penedès (NE de la Péninsule Ibérique). En: Richard H, Magny M, Mordant C. (Eds), Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe Occidentale. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques (CTHS), Documents Préhistoriques 21, Paris, pp 121-142
- Riera S, López-Sáez JA, Julià R. 2006. Lake responses to historical land use changes in northern SpaEn: The contribution of non-pollen palynomorphs in a multiproxy study. Review of Palaeobotany and Palynology 141, 127-137
- Riera S, Wansard G, Julià R. 2004. 2000-year environmental history of a karstic lake in the Mediterranean Pre-Pyrenees: the Estanya Lakes (Spain). Catena 55, 293-324
- Ripoll S, Pérez S, López JR, Martos JA, Muñoz M. 1997. Las estructuras de combustión en la cueva de Ambrosio. Estudio preliminar. En: Fullola JM, Soler N (Eds), El món mediterrani després del Pleniglacial (18.000-12.000 BP). Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, pp 399-409
- Riquelme Cantal JA, Moreno Jiménez F. 1999. La cueva de las Ventanas. Difusión del Patrimonio Arqueológico. Revista de Arqueología 224, 6-13
- Rivas-Martínez S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España, 1: 400.000. MAPA-ICONA, Madrid
- Roc AC, Sánchez-Goñi MF, Pérez A, Alfonso S, Jouanneau JM, Sánchez JA. 2002. Relación entre la evolución sedimentaria de la laguna de Gallocanta (Cordillera Ibérica, NE de España) y la historia de la vegetación de su cuenca durante el Holoceno. Journal of Iberian Geology 28, 123-142
- Roca JR, Julià R. 1997. Late-glacial and Holocene lacustrine evolution based on ostracod assemblages in south-eastern Spain. Geobios 30, 823-830

- Rodanés JM[®], Picazo JV. 2006. Caminos para el futuro, ventanas hacia el pasado. El Cabezo de la Cruz, una comunidad agraria de la Edad del Hierro en el valle del Ebro. Catálogo de la exposición, 111 pp.
- Rodríguez J, Allué E, Burjachs F, Cáceres I, Cuenca G, Expósito I, García N, García-Antón M, Huguet R, van Made J, Mosquera M, Ollé A, Pérez-González A, Rodríguez XP, Rosell J, Sala R, Saladié P, Vallverdú J, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E. 2011. One million years of environmental changes and cultural evolution at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews* 30, 1396-1412
- Rodríguez-Ariza MO. 1991. An anthracological approach to the vegetation of the Baza-Hués-car Basin in III millennium BC. En: Ramos A, Martínez G, Ríos G, Afonso JA (Eds), Flint production and exchange in the Iberian Southeast, III millenium BC. Universidad de Granada e Instituto Tecnológico y Geominero de España, Granada, pp 105-109
- Rodríguez-Ariza MO. 1992a. Las relaciones hombre-vegetación en el sureste de la Península Ibérica durante las edades del Cobre y Bronce a partir del análisis antracológico de siete yacimientos arqueológicos. Tesis Doctoral. Universidad de Granada
- Rodríguez-Ariza MO. 1992b. Human plant relationships during the Copper and Bronze Ages in the Baza and Guadix basins (Granada, Spain). *Bulletin de la Société Botanique de France* 139, 451-464
- Rodríguez-Ariza MO. 1996. Análisis antracológicos de yacimientos neolíticos de Andalucía, Actas del I Congreso del Neolítico en la Península Ibérica, Rubricatum 1 (1), 73-83
- Rodríguez-Ariza MO. 1997. Contrastación de la vegetación calcolítica y actual en la Cuenca del Andarax a partir de la Antracología. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1993 II, Sevilla, pp 14-23
- Rodríguez-Ariza MO. 1999. Antracología. En: Cámalich MD, Martín D (Dirs), El territorio almeriense desde los inicios de la producción hasta fines de la antigüedad. Un modelo: la Depresión de Vera y Cuenca del Río Almanzora. *Arqueología Monografías*, Junta de Andalucía, Sevilla, pp 272-288
- Rodríguez-Ariza MO. 2000. El análisis antracológico de Peñalosa. En: Contreras Cortés F (Coord), Proyecto Peñalosa. Análisis Histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Baza, pp 257-272
- Rodríguez-Ariza MO. 2000. El paisaje vegetal de la Depresión de Vera durante la Prehistoria reciente. Una aproximación desde la antracología. *Trabajos de Prehistoria* 57, 145-156
- Rodríguez-Ariza MO. 2001. Análisis antracológico de El Castillejo de Gádor (Almería). En: Gómez MB, Respalda MA, Pardo ML (Eds), Actas del III Congreso Nacional de Arqueometría. Universidad de Sevilla, Sevilla, pp 173-182
- Rodríguez-Ariza MO. 2004. Estudio antracológico de la Cueva del Toro. En: Martín D, Cámalich MD, González P (Coords), Cueva de El Toro (Sierra de el Torcal, Antequera-Málaga). Un modelo de ocupación ganadera en el territorio andaluz entre el VI y el III milenios ANE. *Monografías de Arqueología* 20, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla, pp 61-78
- Rodríguez-Ariza MO. 2006. Análisis antracológico del yacimiento solutrense de La Cueva de Ambrosio (Vélez Blanco, Almería). En: Sanchidrián JL, Márquez AM, Fullola JM (Eds), IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja. La Cuenca Mediterránea durante I Paleolítico superior (38.000-10.000 años), Málaga, pp 226-233
- Rodríguez-Ariza MO, Contreras Cortés F. 1991. Contrastación antracológica entre dos complejos estructurales del yacimiento del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). En: López P, Aranz AM, Chamorro J (Eds), *Arqueología medioambiental a través de los macrorestos vegetales*. Madrid
- Rodríguez-Ariza MO, Esquivel JA. 1989-90. Una aplicación del análisis de correspondencias en el antracoanálisis de Los Millares. *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 14-15, 81-109
- Rodríguez-Ariza MO, Montes E. 2005. On the origin and domestication of *Olea europaea* L. (olive) in Andalucía, Spain, based on the biogeographical distribution of its finds. *Vegetation History and Archaeobotany* 14, 551-561
- Rodríguez-Ariza MO, Ruiz Sánchez V. 1993. Acción antrópica sobre el medio natural en el sureste de Andalucía durante la Prehistoria reciente y época romana. *Investigaciones arqueológicas en Andalucía 1985-1992*. Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Huelva, pp 417-428
- Rodríguez-Ariza MO, Ruiz Sánchez V. 1995. Antracología y palinología del yacimiento argárico de Castellón Alto (Galera, Granada). *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1992 II, Cádiz, pp 169-176
- Rodríguez-Ariza MO, Vernet JL. 1991. Etude paléoécologique du gisement chalcolithique de Los Millares (Santa Fé de Mondújar, Almería). En: Waldren WH, Ensenyat JA, Kennard RC (Eds), *Recent developments in western Mediterranean prehistory: archaeological techniques, technology and theory*. *British Archaeological Review International Series* 573, Oxford, 16 pp
- Rodríguez-Ariza MO, Ruiz Sánchez V, Buxó R, Ros Mora T. 1996a. Palaeobotany of a Bronze Age community. Castellón Alto (Galera, Granada, Spain). *Actes du Colloque d'Archéométrie 1995 de Périgueux*. Rennes, *Revue d'Archéométrie Suppl.*, pp 191-196
- Rodríguez-Ariza MO, Valle F, Esquivel JA. 1996b. The vegetation from the Guadix-Baza (Granada, Spain) during the Copper and Bronze Ages based on Anthracology. *Arqueologia e calculatori* 7, 537-558
- Rodríguez Díaz A. 2004. El edificio protohistórico de La Mata (Campanario, Badajoz) y su estudio territorial. Consejería de Cultura de la JEx, Universidad de Extremadura, Asamblea de Extremadura, Diputación Provincial de Badajoz y CEDER "La Serena". Cáceres
- Rodríguez Díaz A, Ortiz Romero P. 1998. La Mata de campanario (Badajoz): un nuevo ejemplo de "arquitectura de prestigio" en la Cuenca Media del Guadiana. En: Rodríguez Díaz A (Coord). *Extremadura protohistórica: economía, paleoambiente y poblamiento*. Cáceres, pp 201-246
- Rodríguez Díaz A, Ortiz Romero P, Pavón I. 2000. El complejo arqueológico de La Mata (Campanario, Badajoz) en el contexto socioeconómico del postorientalizante extremeño. En: Mata Parreño C, Pérez-Jordá G (Eds). *Ibers, agricultors, artesans*. III Reunió sobre economía en el Món Ibèric. *Sguntum, Extra* 3, 101-108
- Rodríguez-Lázaro J, Robles F, Martín M, Anadón P, Utrilla R, Vázquez A. 1997. La sucesión lacustre pliocena de Villarroya (La Rioja). Principales características paleoambientales basadas en ostrácodos y moluscos. *Geogaceta* 22, 185-188
- Rodríguez-Sánchez F, Pérez Barrales R, Ojeda F, Vargas P, Arroyo J. 2008. The Strait of Gibraltar as a meeting pot for plant biodiversity. *Quaternary Science Reviews* 27, 2100-2117
- Roig S. 1994. Estudio paleobotánico de macrorestos de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia). Proyecto Fin de Carrera. ETSIM, UPM, Madrid, 150 pp
- Roig S, Gómez-Manzanegue F, Masedo F, Morla C, Sánchez-Hernando LJ. 1997. Estudio paleobotánico de estróbilos y maderas subfósiles holocenas en el yacimiento de Cevico Navero (Palencia, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 55 (1), 111-123
- Roiron P. 1983. Nouvelle étude de la macroflore plio-pleistocène de Crespià (Catalogne, Espagne). *Geobios* 16, 687-715

- Royo MA, Kunst M. 1996. Proyecto de colaboración hispano-alemán en torno a la introducción de la neolitización en las tierras del Interior Peninsular: planteamientos y primeros resultados. Cuadernos de Prehistoria de la Universidad Autónoma de Madrid 23, 87-113
- Royo MA, Kunst M. 1999a. Zur Neolithisierung des Inneren der Iberischen Halbinsel. Madrider Mitteilungen 40, 1-52
- Royo MA, Kunst M. 1999b. El valle de Ambrona: un ejemplo de la primera colonización Neolítica de las tierras del Interior Peninsular. II Congreso del Neolítico a la Península Ibérica. Valencia. Saguntum, Extra 2, 259-270
- Royo MA, Garrido R, García I, Tejedor C. 2008. Los primeros agricultores y ganaderos del Interior Peninsular. Diex años de investigaciones arqueológicas en el valle de Ambrona (Soria). Junta de Castilla y León/Caja Duero. Soria
- Royo MA, Kunst M, Garrido R, García I. 2006. La Neolitización de la meseta Norte a la luz del C-14: análisis de 47 dataciones absolutas de dos yacimientos domésticos del Valle de Ambrona, Soria, España. Archivo de Prehistoria Levantina 26, 39-100
- Ros MT. 1985. Contribució antracoanalítica a l'estudi de l'entorn vegetal de l'home del Paleolític superior a l'edat de ferro a Catalunya. Tesis de Licenciatura. Universitat Autònoma de Barcelona
- Ros MT. 1987. Anàlisi antracològica de la cova de L'Arbreda. Cypsel 6, 67-71
- Ros MT. 1988. L'aplicació de l'anàlisi antracològica a l'arqueologia catalana. Cota Zero 4, 51-60
- Ros MT. 1996. Estudi antracològic de tres jaciments de la vall de Llierca (Garrotxa, Catalunya). L'activitat humana i el medi vegetal des del Neolític Antic al Bronze Final. X Col·loqui intermunicipal d'arqueologia de Puigcerdà. Cultures i Medi de la Prehistoria a l'Edat Mitjana. Homenatge al Professor Guilaine, Ajuntament de Puigcerdà
- Ros MT, Vernet JL. 1987. L'environnement végétal de l'homme du Néolithique à l'Age du Bronze dans le Nord-Est de la Catalogne: Analyse anthracologique de la Cova del Frare St. Llorenç del Munt (Matadepera, Barcelona). Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale. Colloque International du CNRS, Montpellier, CNRS
- Ros X, Palomar J. 2003. Contexto geográfico y geológico de los yacimientos plio-pleistocenos de Incarcal (Girona, NE de la Península Ibérica). Paleontologia i Evolució 24, 13-22
- Ros X, Galobart A, Mareto J, Gode R, Ortega-Cobos D, Sintés X. 2003. Excavación de un *Stephanorinus etruscus* en las calizas de Crespià (Girona, NE de la Península Ibérica). Paleontologia i Evolució 24, 269-273
- Ros-Sala MM. 2005b. Metalurgia y sociedad en el Sureste prerromano. En Bocamina. Patrimonio minero de la Región de Murcia. Museo de la Ciencia y el Agua, Murcia, pp 39-58
- Ros-Sala MM, Carrión, JS, Navarro Hervás F, Rodríguez Estrella T, García Martínez MS, Precioso Arévalo ML, Portí Durán ME, de Miguel Ibáñez MP, Medina Ruiz J, Sánchez González MJ, Gómez Carrasco JG, Atienza Juárez G, Castilla Wandosell A. 2008. Estudio integral del yacimiento Punta de los Gavilanes (Puerto de Mazarrón, Murcia) y su entorno inmediato: Proyecto Gavilanes 2007. En: Lechuga Galindo M, Collado Espejo PE, Sánchez González MB (Coords), XIX Jornadas de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia: Cartagena, Alhama de Murcia, La Unión y Murcia, 7 de octubre al 4 de noviembre 2008. Murcia, pp 57-62
- Rosen AM, Weiner S. 1994. Identifying ancient irrigation - a new method using opaline phytoliths from Emmer Wheat. Journal of Archaeological Science 21, 125-132
- Rosser P, Fuentes C. (Coords). 2008. Tossal de les Basses. Seis mil años de historia de Alicante. Catálogo de la Exposición. Patronato Municipal de Cultura, Ayuntamiento de Alicante
- Roucoux KH, de Abreu L, Shackleton NJ, Tzedakis PC. 2005. The response of NW Iberian vegetation to North Atlantic climate oscillations during the last 65 kyr. Quaternary Science Reviews 24 (14-15), 1637-1653
- Roucoux KH, Shackleton NJ, de Abreu L, Schönfeld J, Tzedakis PC. 2001. Combined marine proxy and pollen analyses reveal rapid Iberian vegetation response to North Atlantic millennial-scale climate oscillations. Quaternary Research 56, 128-132
- Roucoux KH, Tzedakis PC, de Abreu L, Shackleton NJ. 2006. Climate and vegetation changes 180,000 to 345,000 years ago recorded in a deep-sea core off Portugal. Earth and Planetary Science Letters 249, 307-325
- Rovira N. 2007. Agricultura y gestión de los recursos vegetales en el sureste de la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente. Tesis doctoral. Universidad Pompeu Fabra/Institut Universitari d'Història Jaume Vicens i Vives, Barcelona
- Rubiales JM, García-Amorena I, García-Álvarez S, Gómez-Manzanaque F. 2008. The Late Holocene extinction of *Pinus sylvestris* in the western Cantabrian Range (Spain). Journal of Biogeography 35, 1840-1850
- Rubiales JM, García-Amorena I, García-Álvarez S, Morla C. 2009. Anthracological evidence suggests naturalness of *Pinus pinaster* in inland southwestern Iberia. Plant Ecology 200, 155-160
- Rubiales JM, García-Amorena I, Génova M, Gómez-Manzanaque F, Morla C. 2007. The Holocene history of highland pine forests in a submediterranean mountain: the case of Gredos mountain range (Iberian Central range, Spain). Quaternary Science Reviews 26, 1759-1770
- Rubiales JM, García-Amorena I, Hernández L, Génova M, Martínez F, Gómez-Manzanaque F, Morla C. 2010. Late Quaternary dynamics of pinewoods in the Iberian Mountains. Review of Palaeobotany and Palynology 162, 476-491
- Rubiales JM, Hernández L, Morla C, García-Amorena I, Sanz C, Alfaro E. 2005. Nuevas aportaciones al conocimiento de los paisajes vegetales en el Holoceno de la cuenca del Duero. Actas IV Congreso Forestal Español. SECF, Zaragoza, CD-Rom
- Rubiales JM, Hernández L, Romero F, Sanz C. 2011. The use of forest resources in central Iberia during the Late Iron Age. Insights from the wood charcoal analysis of Pintia, a Vaccaean oppidum. Journal of Archaeological Science 38, 1-10
- Ruddiman WE, McIntyre A. 1981. The North Atlantic Ocean during the last deglaciation. Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology 35, 145-214
- Ruiz Alonso M, Zapata L. 2003. Análisis antracològic del yacimiento arqueológico de Peña Parda. Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra 11, 217-252
- Ruiz-Zapata MB. 1995. Análisis polínico del yacimiento "Soto de Medinilla". Campaña de 1986-1987 en el poblado vacceo. En: Delibes G, Romero F, Morales A (Eds), Arqueología y Medio Ambiente. El Primer Milenio AC. en el Duero Medio. Junta de Castilla y León, Valladolid, pp 351-356
- Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ. 2005. Los Neandertales cantábricos: su paisaje vegetal. Monografías Museo de Altamira 20, Santander, pp 275-284
- Ruiz-Zapata MB, Andrade Olalla A, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Atienza Ballano M. 1996. Evolución de la vegetación en los últimos 6000 años en los sectores Central y Oriental del Sistema Central Español. Revista Española de Paleontología número extraordinario, 288-298
- Ruiz-Zapata MB, Dorado-Valiño M, Valdeolillos Rodríguez A, Gil-García MJ, Martín Arroyo T, Pérez-González A. 2004. Registro paleoambiental y paleoclimático del Pleistoceno Medio y Superior en depósitos fluviales del valle del río Tajo (Toledo). Zona Arqueológica 4: Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre II, Alcalá de Henares, pp 506-517
- Ruiz-Zapata MB, Fariás Arquer P, Jiménez Sánchez M, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolillos Rodríguez A. 2001. Secuencia polínica de un depósito de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias): implicaciones paleoclimáticas. En: Moreno Grau S, Rendueles B, Moreno Angosto JM (Eds), XIII

- Simposio de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española (APLE). Universidad Politécnica de Cartagena, pp 379-389
- Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos A, Martín T, Andrade A. 1998. Vegetación y paleoambientes en el Sistema Central Español. Boletín de Noticias de la APLE 1, 12-24
- Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos A, Pérez-González A. 2002. Clima y vegetación durante el Tardiglacial y Holoceno en la Sierra de Neila (Sistema Ibérico Noroccidental). Rev. Cuaternario & Geomorfología 16 (1-4), 9-20
- Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos A, Vegas J, Pérez González A. 2002. Clima y vegetación durante el Tardiglacial y el Holoceno en la Sierra de Neila (Sistema Ibérico Noroccidental). Cuaternario y Geomorfología 16 (1-4), 9-20
- Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A. 2005. El paisaje vegetal durante el Pleistoceno medio en el interior de la península. Zona arqueológica: yacimientos paleolíticos de Ambrona y Torralba (Soria). Un siglo de investigaciones arqueológicas 5, pp 214-221
- Ruiz-Zapata MB, Gómez González C, Gil-García MJ, López-Sáez JA, Baquedano E, Pérez-González A, Arsuaga JL. 2008. Comparación de las secuencias polínicas del Holoceno reciente del yacimiento arqueopaleontológico de El Calvero de la Higuera (Pinilla del Valle, Madrid) y de la turbera de Rascafría (Madrid). Geotemas 10, 1484-1486
- Ruiz-Zapata MB, Gómez González C, López-Sáez JA, Gil-García MJ, Vera MS, Mediavilla R, Domínguez F, Santisteban J. 2007b. Cambios en la vegetación durante el Holoceno reciente en el valle del Lozoya (Sierra de Guadarrama, Madrid). Revista Española de Paleontología 22 (1), 95-102
- Ruiz-Zapata MB, Gómez González C, Santisteban JI, Mediavilla R, Domínguez F, Gil-García MJ, López-Sáez JA, Vera MS. 2007a. Reconstrucción paleoambiental y paleoclimática en el entorno del Valle del Lozoya: valoración del impacto humano. Sextas Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular, pp 87-95
- Ruiz-Zapata MB, Jiménez M, Farias Arquer P, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A. 2002. Registro palinológico de un depósito holoceno del Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica). En: Moreno Grau S, Elvira Rendueles B, Moreno Angosto JM (Eds), Libro de Textos Completos. Universidad Politécnica de Cartagena, pp 391-400
- Ruiz-Zapata MB, Jiménez M, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A, Farias Arquer P. 2000. Registro palinológico de un depósito postglacial en el Parque Natural de Redes (Cordillera Cantábrica, Noroeste de España): implicaciones climáticas. Geotemas 1 (4), 279-283
- Ruiz-Zapata MB, Pérez-González A, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A, Bustamante Gutiérrez I, Gil-García MJ. 2000. Caracterización climática de las etapas áridas del Pleistoceno Superior en la Región Central Peninsular. Geotemas 1 (4), 273-278
- Ruiz-Zapata MB, Pérez-González A, Gil-García MJ, Valdeolmillos Rodríguez A, Dorado-Valiño M. 2002. La formación travertínica de Horna (Guadalajara). En: Carrasco F, Durán F, Andreo B (Eds), Análisis polínico e interpretación paleoclimática. Karst and Environment, Nerja, pp 447-452
- Ruiz-Zapata MB, Pérez-González A, Santonja M, Gil-García MJ, Dorado-Valiño M, Valdeolmillos Rodríguez A. 2003. Vegetación Mesopleistocena del polje de Conquezueta (Soria). Polen 13, 5-17
- Ruiz-Zapata MB, Vegas J, García-Cortés A, Gil-García MJ, Torres T, Ortiz JE, Galán L, Pérez-González A. 2008. Comportamiento de la vegetación durante el último máximo glaciar en la secuencia FU-1 (Laguna del maar de Fuentillejo, Campo de Calatrava, Ciudad Real). Polen 18, 37-459
- Ruiz Zapata MB, Vicente R, Dorado-Valiño M, Martín T. 1990. Datos polínicos e hidrológicos de un humedal localizado en el extremo occidental del Valle de Amblés (Ávila). En: Recio Espejo JM (Ed), Jornadas de Geografía Física y Análisis Medio Ambiental. Universidad de Córdoba, Córdoba, pp 129-137
- Rull V, González-Sampériz P, Corella JP, Morellón M, Giral S. 2010. Vegetation changes in the southern Pyrenean flank during the last millennium in relation to climate and human activities: the Montcortès lacustrine record. Journal of Paleolimnology doi: 10.1007/s10933-010-9444-2
- Saá Otero MP. 1985. Contribución a la cronología de sedimentos costeros por análisis polínico. Tesis doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Santiago de Compostela
- Saá Otero MP, Díaz-Fierros F. 1988. Contribución al conocimiento de la historia paleobotánica de la costa Sur de Galicia (NW de España). Los sedimentos de Mougás y Cabo Silleiro. En: Civis J, Valle MF (Eds), Actas de Palinología. Actas del VI Simposio de Palinología, APLE, pp 354-358
- Sadori L, Narcisi B. 2001. The postglacial record of environmental history from Lago di Pergusa (Sicily). The Holocene 11, 655-671
- Sadori L, Zanchetta G, Giardini M. 2008. Last Glacial to Holocene palaeoenvironmental evolution at Lago di Pergusa (Sicily, Southern Italy) as inferred by pollen, microcharcoal, and stable isotopes. Quaternary International 181, 4-14
- Salas L, Remondo J, Martínez P. 1996. Cambios del nivel del mar durante el Holoceno en el Cantábrico a partir del estudio de la turbera de Trengandín. IV Reunión de Geomorfología, SED Geomorfología, O Castro, pp 237-247
- Salvador L, Alía R, Agúndez D, Gil L. 2000. Genetic variation and migration pathways of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait) in the Iberian Peninsula. Theoretical and Applied Genetics 100, 89-95
- Sánchez-Goñi MF. 1990. Analyse palynologique de sites préhistoriques du Pays Basque: premiers résultats pour les grottes de Lezetxiki et Urutiaga. The Late Quaternary in the western Pyrenean region. Universidad del País Vasco, pp 207-233
- Sánchez-Goñi MF. 1991. Analyses palynologiques des remplissages de grotte de Lezetxiki, Labeko et Urutiaga (Pays Basque espagnol). Leur place dans le cadre des sequences polliniques de la cote cantabrique et des Pyrénées occidentales. De la taphonomie pollinique à la reconstitution de l'environnement. Tesis doctoral. Museum National d'Histoire Naturelle à l'Institut de Paleontologie Humaine, Paris, pp 282
- Sánchez-Goñi MF. 1992. Analyse palynologique de sites préhistoriques de Pays Basque: premiers résultats pour les grottes de Lezetxiki et Urutiaga. En: Cearreta A, Ugarte FM (Eds), The Late Quaternary in the Western Pyrenean region. Universidad del País Vasco, pp 207-233
- Sánchez-Goñi MF. 1993a. De la taphonomie pollinique à la reconstitution de l'environnement. L'exemple de la région cantabrique. BAR International Series, 207 pp
- Sánchez-Goñi MF. 1993b. Criterios de base tafonómica para la interpretación de análisis palinológicos en cueva: el ejemplo de la región cantábrica. En: Fumanal MP, Bernabeu J (Eds), Estudios sobre Cuaternario, medios sedimentarios, cambios ambientales, hábitat humano. Universitat de València, València, pp 117-130
- Sánchez-Goñi MF. 1994. L'environnement de l'homme préhistorique dans la région cantabrique d'après la taphonomie pollinique des grottes. L'Anthropologie 98 (2-3), 379-417
- Sánchez-Goñi MF. 1996. Vegetation and sea level changes during the Holocene in the Estuary of the Bidasoa (Southern part of the bay of Biscay). Quaternary 7, 207-219
- Sánchez-Goñi MF, Hannon G. 1999. High-altitude vegetational pattern on the Iberian Mountain Chain (north-central Spain) during the Holocene. The Holocene 9, 39-57

- Sánchez-Goñi MF, Cacho I, Turon JL, Guiot J, Sierro F, Peyrouquet J, Grimalt J, Shackleton N. 2002. Synchronicity between marine and terrestrial responses to millennial scale climatic variability during the last glacial period in the Mediterranean region. *Climate Dynamics* 19 (1), 95-105
- Sánchez-Goñi MF, Eynaud F, Turon JL, Shackleton NJ. 1999. High resolution palynological record off the Iberian margin: direct land-sea correlation for the Last Interglacial complex. *Earth and Planetary Science Letters* 171, 123-137
- Sánchez-Goñi MF, Landais A, Cacho I, Duprat J, Rossignol L. 2009. Contrasting intrainterstadial climatic evolution between high and middle North Atlantic latitudes: a close-up of Greenland Interstadials 8 and 12. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 10, Q04U04, doi:10.1029/2008GC002369
- Sánchez-Goñi MF, Landais A, Fletcher WJ, Naughton F, Desprat S, Duprat J. 2008. Contrasting impacts of Dansgaard-Oeschger events over a western European latitudinal transect modulated by orbital parameters. *Quaternary Science Reviews* 27 (11-12), 1136-1151
- Sánchez-Goñi MF, Loutre MF, Crucifix M, Peyron O, Santos L, Duprat J, Malaizé B, Turon JL, Peyrouquet JP. 2005. Increasing vegetation and climate gradient in Western Europe over the Last Glacial Inception (122-110 ka): data-model comparison. *Earth and Planetary Science Letters* 231 (1-2), 111-130
- Sánchez-Goñi MF, Turon JL, Eynaud F, Gendreau S. 2000. European climatic response to millennial-scale changes in the atmosphere-ocean system during the Last Glacial period. *Quaternary Research* 54, 394-403
- Sánchez-Hernando LJ, Gómez-Manzanares F, Masedo F, Morla C, del Nido J. 1999. Identificación de macrorrestos vegetales holocenos en las cuencas altas de los ríos Porma, Curueño y Esla (León, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)* 95, 31-42
- Sánchez-Palencia FJ, Fernández-Posse MD, Fernández Manzano J, Orejas A. 1996. Guía Arqueológica. La zona arqueológica de Las Médulas (León). Junta de Castilla y León, León
- Sanguino J, Montes R. 2005. Nuevos datos para el conocimiento del Paleolítico Medio en el Centro de la Región Cantábrica: la cueva de Covalejos (Piélagos, Cantabria). En: Montes R, Lasheras JA (Eds), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión*. Monografías Museo de Altamira 20, Santander, pp 489-504
- Santos L, Sánchez-Goñi MF. 2003. Lateglacial and Holocene environmental changes in Portuguese coastal lagoons 3: vegetation history of the Santo André coastal area. *The Holocene* 13, 459-464
- Santos L, Vidal Romaní JR, Jalut J. 2000. History of vegetation during the Holocene in the Courel and Queixa Sierras, Galicia, northwest Iberian Peninsula. *Journal of Quaternary Science* 15(6), 621-632
- Sanz de Siria A. 1983-1984. Aportación al conocimiento de la flora pliocénica de los alrededores de Papiol (Barcelona). *Paleontologia i Evolució* 18, 151-160
- Sanz de Siria A. 1987. Datos para el conocimiento de las floras pliocénicas de Cataluña. *Paleontologia i Evolució* 21, 295-303
- Sanz de Siria A. 1994. La evolución de las paleofloras pliocénicas de Cataluña. *Acta Geológica Hispánica* 29, 169-189
- Schiegl S, Goldberg P, Bar-Yosef O, Weiner S. 1996. Ash deposits in Hayonim and Kebara Caves, Israel: macroscopic, microscopic and mineralogical observations, and their archaeological implications. *Journal of Archaeological Science* 23, 763-781
- Schoch W, Schweingruber FH. 1982. Holzkohlenanalytische ergebnisse aus der bronzzeitlichen siedlung Fuente Alamo. Prov. Almería. Spanien. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 12, 451-455
- Schönfeld J, Zahn R, de Abreu L. 2003. Surface and deep water response to rapid climate changes at the Western Iberian Margin. *Global and Planetary Change* 36, 237-264
- Schopf JM. 1975. Modes of fossil preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology* 20, 27-53
- Schweingruber FH. 1978. *Mikroskopische Holzanatomie*. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Kommissionsverlag Zürcher AG, Zug, 226 pp
- Schweingruber F. 1990. *Anatomy of European woods WSL/FNP*, Paul Haupt Berne & Stuttgart Publishers, Stuttgart
- Scott L, Fernández-Jalvo Y, Carrión JS, Brink J. 2003. Preservation and interpretation of pollen in hyaena coprolites: taphonomic observations from Spain and southern Africa. *Palaeontologia Africana* 39, 83-91
- Sendra J, de Renzi M, Fortea FA. 2000. La flora vascular marina del konservat fossil-lagerstätte del Plioceno Superior de Cuevas del Almanzora (Almería, España). En: Díez JB, Balbino AC (Ed), *I Congreso Ibérico de Paleontología/XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Universidade de Evora, Portugal, pp 142-144
- Shackleton NJ, Chapman M, Sánchez-Goñi MF, Pailler D, Lancelot Y. 2002. The Classic Marine Isotope Substage 5e. *Quaternary Research* 58, 14-16
- Shackleton NJ, Fairbanks RG, Chiu TC, Parrenin F. 2004. Absolute calibration of the Greenland time scale: implications for Antarctic time scales and for $\delta^{14}\text{C}$. *Quaternary Science Reviews* 23 (14-15), 1513-1522
- Shackleton NJ, Hall MA, Vincent E. 2000. Phase relationships between millennial scale events 64,000-24,000 years ago. *Paleoceanography* 15, 565-569
- Shackleton NJ, Sánchez-Goñi MF, Pailler D, Lancelot Y. 2003. Marine Isotope Substage 5e and the Eemian Interglacial. *Global and Planetary Change* 757, 1-5
- Shulte L, Julià R, Burjachs F, Hilgers A. 2008. Middle Pleistocene to Holocene geochronology of the River Aguas terrace sequence (Iberian Peninsula): fluvial response to Mediterranean environmental change. *Geomorphology* 98, 13-33
- Silva CM. 2001. *Gastrópodes pliocénicos Marinhos de Portugal*. Sistemática, paleobiología, paleoecología e paleobiogeografía. Tesis doctoral. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
- Soares J. 1992. Les territorialités produites sur le littoral centre-sud du Portugal au cours du processus de néolithisation. *Setúbal Arqueológica* 9, 17-35
- Soares J, Tavares da Silva C. 2004. Alterações ambientais e povoamento na transição Mesolítico-Neolítico na Costa Sudoeste. En: Tavares AA, Tavares MJF, Cardoso JL (Eds), *Evolução geohistórica do litoral Português e fenómenos correlativos*. Universidade Aberta, pp 397-423
- Solari ME, Uzquiano P. 1994. Étude anthracologique des niveaux néolithiques de la grotte Tournié (Pardailhan, Hérault). *Archéologie en Languedoc* 18, 155-160
- Solé de Porta N, Valle MF. 1986. Estudio palinológico del Plioceno de San Onofre (Tarragona). *Estudios Geológicos* 42, 63-66
- Soler JA, Dupré M, Ferrer C, González-Sampérez P, Grau E, Máñez S, Roca de Togores C. 1999. Cova d'En Pardo, Planes, Alicante. Primeros resultados de una investigación pluridisciplinar en un yacimiento prehistórico. *Geoarqueología i Quaternari litoral*. Memorial Fumanal MP, Universitat de València, València, pp 269-281
- Soler JA, Ferrer C, Roca de Togores C, García Atienzar G. 2008. Cova d'en Pardo (Planes, Alicante). Un avance sobre la secuencia cultural. En: Hernández Pérez MS, Soler Díaz JA, López Padilla JA (Eds), *IV Congreso del Neolítico peninsular (Alicante 27-30 de noviembre de 2006)*. Museo Arqueológico de Alicante, Alicante, pp 79-89
- Spicer RA. 1991. Plant taphonomic processes. En: Allison PA, Briggs DE (Eds), *Taphonomy releasing: the data locked in the fossil record*. New York and London, Plenum Press, pp 71-113
- Stevenson AC. 1981. *Pollen studies in semi-arid environments: N.E. Irán and S.W. Spain*. Tesis doctoral. University of London

- Stevenson AC. 1984. Studies on the vegetational history of S.W. Spain. III. Palynological investigations at El Asperillo, Huelva. *Journal of Biogeography* 11, 527-551
- Stevenson AC. 1985. Studies in the vegetational history of SW Spain. II. Palynological investigations at Laguna de las Madres, Huelva. *Journal of Biogeography* 12, 293-314
- Stevenson AC. 2000. The Holocene forest history of the Montes Universales, Teruel, Spain. *The Holocene* 10 (4), 603-610
- Stevenson AC, Harrison RJ. 1992. Ancient forests in Spain. A model for land-use and dry forest management in S.W. Spain from 4000 BC to 1900 AD. *Proceedings of the Prehistoric Society* 58, 227-247
- Stevenson AC, Moore PD. 1988. Studies in the vegetational history of S.W. Spain. IV: Palynological investigations at El Acebrón, Huelva. *Journal of Biogeography* 15, 339-361
- Stevenson AC, Macklin M, Benavente J, Navarro C, Passmore D, Davis BAS. 1991. Cambios ambientales durante el Holoceno en el Valle del Ebro: sus implicaciones arqueológicas. *Cuaternario y Geomorfología* 5, 149-164
- Stika HP. 1988. Botanische Untersuchungen in der bronzezeitlichen Höhensiedlung Fuente Alamo. *Madrider Mitteilungen* 29, 21-76
- Stika HP. 1999. Erste archäobotanische Ergebnisse zu den neolithischen Ausgrabungen 1997 in Ambrona, Prov. Soria. *Madrider Mitteilungen* 40, 61-65
- Stika HP. 1999. Los macrorestos botánicos de la Cova des Càrritx. En: Lull V, Micó R, Rihuete C, Risch R (Eds), *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca. La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Consell Insular de Menorca, Barcelona
- Stika HP. 2005. Early Neolithic agriculture in Ambrona, Provincia Soria, central Spain. *Vegetation History and Archaeobotany* 14, 189-197
- Straus LG. 2003. El Mirón cave and the ¹⁴C chronology of Cantabrian Spain. *Radiocarbon* 45 (1), 41-48
- Straus LG, González Morales M. 1996. Preliminary excavations in El Mirón Cave (Ramales de la Victoria, Cantabria, Spain). *Old World Archaeology Newsletter* 20 (1), 14-18
- Straus LG, González Morales M. 1998. Report on the initial excavations in El Mirón Cave (Ramales de la Victoria, Cantabria, Spain) with emphasis on the Magdalenian occupations. *Journal of Iberian Archaeology* 0, 173-188
- Straus LG, González Morales M. 2000. The fourth excavation in "El Mirón" Cave (Cantabria, Spain, 1999). *Old World Archaeology Newsletter* 22 (2), 1-8
- Straus LG, González Morales M. 2001. The year 2000 excavation campaign in El Mirón Cave (Ramales de la Victoria, Cantabria, Spain). *Old World Archaeology Newsletter* 23 (1), 1-8
- Straus LG, González Morales M, Farrand W, Hubbard W. 2001. Sedimentological and stratigraphic observations in El Mirón. *Geoarchaeology* 16, 603-630
- Stuiver M, Reimer PJ. 1993. Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C age calibration program. *Radiocarbon* 35, 215-230
- Stuiver M, Grootes PM, Braziunas TF. 1995. The GISP2 ¹⁸O climate record of the past 16500 years and the role of the sun, ocean, and volcanoes. *Quaternary Research* 44, 341-354
- Stuiver M, Reimer PJ, Bard E, Beck JW, Burr GS, Hughen KA, Kromer B, McCormac G, Plicht J, van der Spurk M. 1998. INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40, 1041-1083
- Stuiver M, Reimer PJ, Reimer RW. 2003. CALIB Radiocarbon Calibration, version 4.4. University of Washington Quaternary Isotope Lab (QIL, Available: www.calib.org/)
- Stuiver M, Reimer PJ, Reimer RW. 2005. CALIB 6.0. Programa y documentación: <http://intcal.qub.ac.uk/calib/>
- Stuiver M, Reimer PJ, Reimer R. 2010. Calib 6.0. Available at <http://calib.qub.ac.uk/calib/>; accessed on 10/03/2008.
- Suc JP. 1976. La végétation au Pléistocène inférieur en Languedoc méditerranéen Roussillon et Catalogne. CNRS, pp 472-475
- Suc JP. 1980. Contribution a la connaissance du Pliocène et du Pleistocène inférieur des régions méditerranéennes d'Europe occidentale par l'analyse palynologique des dépôts du Languedoc-Roussillon (Sud de la France) et de la Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). Tesis doctoral. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France
- Suc JP. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307, 429-432
- Suc JP, Cravatte J. 1982. Étude palynologique du Pliocène de Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). Apports à la connaissance de l'histoire climatique de la Méditerranée occidentale et implications chronostratigraphiques. *Paléobiologie continentale* 13 (1), 1-31
- Suc JP, Zagwijn WH. 1983. Plio-Pleistocene correlations between the Northwestern Mediterranean region and northwestern Europe according to recent biostratigraphic and palaeoclimatic data. *Boreas* 12, 153-166
- Suc JP, Bertini A, Combourieu-Nebout N, Diniz F, Leroy S, Russo-Ermolli E, Zheng Z, Bessais E, Ferrier J. 1995a. Structure of West Mediterranean vegetation and climate since 5,3 Ma. *Acta Zoológica Cracoviensia* 38, 3-16
- Suc JP, Diniz F, Leroy S, Poumot C, Bertini A, Dupont L, Clet M, Bessais E, Zheng Z, Fauquette S, Ferrier J. 1995b. Zanclean (~Brunssumian) to early Piacenzian (~early-middle Reuverian) climate from 4° to 54° north latitude (West Africa, West Europe and West Mediterranean areas). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 52, 43-56
- Sugita S. 2007a. Theory of quantitative reconstruction of vegetation II: all you need is LOVE. *The Holocene* 17, 243-257
- Sugita S. 2007b. Theory of quantitative reconstruction of vegetation I: pollen from large lakes REVEALS regional vegetation composition. *The Holocene* 17, 229-241
- Tarback EJ, Lutgens FK. 1997. *Earth Science*. 8th Edition. Prentice-Hall, New Jersey
- Tarrús J. 2008. La Draga (Banyoles, Catalonia), an Early Neolithic Lakeside Village in Mediterranean Europe. *Catalan Historical Review* 1, 17-33
- Teixeira C. 1952. Flora fóssil das argilas de Vale de Carros (Alpiarça). *Comun. Serv. Geol. Portugal* 32, 11-14
- Teixeira C. 1952. Flora fóssil do Pliocénico de Vale de Santarém. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 33, 51-64
- Terral JF, Badal E, Heinz C, Roiron P, Thiébaud S, Vernet JL, Figueiral I. 2005. Paléoécologie de l'olivier et paléoclimats au Quaternaire récent en Méditerranée nord-occidentale: la mémoire du bois. *Archéo-Plantes* 2, 5-28
- The Inside Working Group, 2004-onwards. InsideWood, pp. <http://insidewood/lib.ncsu.edu/search>.
- Thery-Parisot I. 1998. Economie du combustible et Paléoécologie en contexte glaciaire et périglaciaire, Paléolithique moyen et supérieur du sud de la France (Anthracologie, Expérimentation, Taphonomie). Tesis doctoral. Université Paris I
- Thiébaud S. 1988. L'homme et le milieu végétal. Analyses anthracologiques de six gisements de pré-Alpes au Tardiglaciaire et au Postglaciaire. *Documents d'Archéologie Française* 15, Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 110 pp
- Thuiller W, Albert C, Araujo MB, Berry PM, Cabeza M, Guisan A, Hickler Th, Midgley GF, Paterson J, Schurr FM, Sykes MT, Zimmermann NE. 2008. Predicting global change impacts on plant species distributions: future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9, 137-152
- Tinner W, Lotter AF. 2006. Holocene expansions of *Fagus sylvatica* and *Abies alba* in Central Europe: where are we after eight decades of debate? *Quaternary Science Reviews* 25, 526-549

- Törnqvist TE, Janssen CR, Pérez-Alberti A. 1989. Degradación antropogénica de la vegetación en el noroeste de Galicia durante los últimos 2500 años. *Cuadernos de Estudios Gallegos* 103, 175-198
- Torras Troncoso ML, Díaz-Fierros Viqueira F, Vázquez Varela JM. 1981. Sobre el conocimiento de la agricultura en Galicia. *Gallaecia* 6, 51-59
- Turner C, Hannon GE. 1988. Vegetational evidence for late Quaternary climatic changes in southwest Europe in relation to the influence of the North Atlantic Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 318, 451-85
- Turon JL, Lézine AM, Denèfle M. 2003. Land-sea correlations for the last glaciation inferred from a pollen and dinocyst record from the Portuguese margin. *Quaternary Research* 59, 88-96
- Twitchett RJ. 2006. The palaeoclimatology, palaeoecology and palaeoenvironmental analysis of mass extinction events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 190-213
- Tzedakis PC, Roucoux KH, de Abreu L, Shackleton NJ. 2004. The duration of forest stages in southern Europe and interglacial climate variability. *Science* 306, 2231-2235
- Urteaga Artigas M. 2005. El puerto romano de Irún (Gipuzkoa). En: Urteaga Artigas MM, Noain Maura MJ (Eds), *Mar Exterior. El Occidente Atlántico en época romana*. Actas del Congreso Internacional, Pisa, 6-9 noviembre 2003. Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma-CSIC, Roma, pp 85-106
- Uzquiano P. 1988. Analyse anthracologique du Tossal de la Roca (Paléolithique Supérieur-final/Epipaléolithique, province d'Alicante, Espagne). En: Hackens T, Munaut A, Till C (Eds), *Révue PACT*, 22.IV.1, Proceedings of "Wood and Archaeology". Congress. Louvain-la-Neuve, pp 209-217
- Uzquiano P. 1992a. Recherches anthracologiques dans le secteur Pyrénéo-Cantabrique (Pays Basque, Cantabria et Asturias): Environnements et relations homme-milieu au Pléistocène supérieur et début de l'Holocène. Tesis doctoral. *Environnements et Archéologie*. Universidad de Montpellier II, 400 pp
- Uzquiano P. 1992b. L'homme et le bois au Paléolithique en Région Cantabrique, Espagne. Les exemples d'Altamira et El Buxu. En: Vernet JL (Ed), *Les charbons de bois, les anciens écosystèmes et le rôle de l'homme*. *Bull. Soc. Bot. Fr. Actualités Botaniques* 2/3/4, Paris, pp 361-372
- Uzquiano P. 1992c. The Lateglacial-Postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabria, Spain) based on charcoal analysis. *Palaios* 7. University of Southern California, LA, pp 540-547
- Uzquiano P. 1995. L'évolution de la végétation à l'Holocène initial dans le nord de l'Espagne à partir de trois sites archéologiques. *Quaternaire* 6, 77-83
- Uzquiano P. 1995. La disparition de *Picea* à la fin du Pléistocène supérieur en Région Cantabrique d'après l'anthracanalyse: déterminisme climatique et anthropique. *Comptes Rendus à l'Académie des Sciences, Paris*, t. 321, série IIa, 545-551
- Uzquiano P. 1998. La végétation cantabrique de 13000 à 9000 BP d'après l'analyse anthracologique. Habitats et ramassages de bois dans un milieu changeant. *Proceedings of the XIIIth UISPP Congress*, vol. I ABACO, Forli, Italia, pp 477-482
- Uzquiano P. 2002. Vegetation and firewood management at Cueva de la Vaquera (Segovia, Spain) between 6 and 3.7 kyrs. BP: anthracological contribution to the landscape archaeology of the Spanish Central Mountains. En: Thiébaud S (Ed), *Charcoal Analysis, Methodological Approaches, Palaeoecological Results and Wood Uses*. *Proceedings of the 2nd meeting of Anthracology Paris*, September 2000. *BAR International Series* 1063, 109-112
- Uzquiano P. 2005. El registro antracológico durante la transición Musteriense-Paleolítico Superior Inicial en la Región Cantábrica: vegetación, paleoambiente y modos de vida en torno al fuego. En: Montes R, Lasheras JA (Eds), *Neanderthales cantábricos, estado de la cuestión*. *Monografías Museo de Altamira* 20, Santander, pp 255-274
- Uzquiano P. 2007. La Antracología de las unidades musterienas y del Auriñaciense de Transición de la cueva de El Castillo (1984-2001). En: Maillo JM, Baquedano E (Eds), *Dinámica de la vegetación y de gestión del combustible*. *Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera* vol. 1, Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, pp 132-143
- Uzquiano P. 2008. Domestic fires and vegetation cover among Neanderthals and Anatomic Modern Human groups (>53-30Kyr BP) in the Cantabrian region (Cantabria, Northern Spain). En: Fiorentino G, Magri D (Eds), *Charcoal from the Past: cultural and palaeoenvironmental implications*. *Proceedings of the IIIrd International Meeting of Anthracology*. Cavallino-Lecce (Italy). 28th June-1st July 2004. *British Archaeological Reports* 1807, pp 273-285
- Uzquiano P. 2011. Paisaje vegetal, gestión del combustible y fuegos domésticos en el "Territorio de Altamira" (18-14 ka. BP) a partir del antracoanálisis de las cuevas de El Línar, Cualventi y Las Aguas (Alfoz de Loreda, Cantabria). En: Lasheras JA (Ed), "Los Tiempos de Altamira": Actuaciones arqueológicas en las cuevas de Cualventi, Línar y Las Aguas (Alfoz de Loreda, Cantabria). *Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira* 23, Ministerio de Cultura, Madrid
- Uzquiano P, Aranz AM. 1997. Consideraciones paleoambientales del Tardiglacial y Holoceno inicial en el Levante español: macrorrestos vegetales de El Tossal de la Roca (Vall d'Alcalà, Alicante). *Anales Jardín Botánico de Madrid* 55 (1), 125-133
- Uzquiano P, Zapata L. 2000. Vegetación y subsistencia durante la Edad del Bronce en el Cantábrico oriente: La cueva de Arenaza (S. Pedro de Galdames, Bizkaia). "Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica". *Actas do 3^o Congresso de Arqueologia Peninsular IX*, ADECAP, Porto, pp 51-68
- Uzquiano P, Arbizu M, Arsuaga JL, Adán G, Aranburu A, Iriarte E. 2008. Datos paleoflorísticos en la cuenca media del Nalón entre 40-32 Ka. BP: antracoanálisis de la cueva del Conde (Santo Adriano, Asturias). En: Baena J, Lario J (Eds), *Actas XII Reunión Nacional de Cuaternario AEQUA*, Ávila, 21-23 Junio 2007. *Cuaternario y Geomorfología* 22, 121-133
- Uzquiano P, Yravedra J, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Sesé C, Baena J. 2012. Human behaviour and adaptations to MIS 3 environmental trends (>53-30 ka BP) at Esquilleu cave (Cantabria, northern Spain) *Quaternary International*, 252, 82-89. Ir
- Valdeolmillos A, Dorado-Valiño M, Ruiz-Zapata MB, Gil-García MJ, Bustamante Gutiérrez I, Pérez-González A. 2002. Evolución de la vegetación durante las etapas áridas del Pleistoceno Superior-Holoceno, en la llanura Manchega. En: Moreno Grau S, Elvira Rendueles B, Moreno Angosto JM (Eds), *Libro de Textos Completos*. Universidad Politécnica de Cartagena, pp 403-414
- Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Delgado-Huertas A, Navas A, Machín J, Kelts K. 2000. Late Glacial and Late Holocene environmental vegetational change in Salada Mediana, central Ebro Basin, Spain. *Quaternary International* 73-74, 29-46
- Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Navas A, Machín J, Delgado-Huertas A, Peña-Monne JL, Sancho-Marcén C, Stevenson T, Davis BAS. 2004. Paleohydrological fluctuations and steppe vegetation during the last glacial maximum in the Central Ebro valley (NE Spain). *Quaternary International* 122, 43-55
- Valero-Garcés BL, González-Sampériz P, Navas A, Machín J, Mata P, Delgado-Huertas A, Bao R, Moreno A, Carrión JS, Schwalb A, González-Barrios A. 2006. Human impact since medieval times and recent ecological restoration in a Mediterranean lake: the Laguna Zoñar, southern Spain. *Journal of Paleolimnology* 35, 441-65

- Valero-Garcés BL, Moreno A, Navas A, Mata P, Machín J, Delgado-Huertas A, González-Sampériz P, Schwalb A, Morellón M, Cheng H, Edwards RL. 2008. The Taravilla lake and tufa deposits (Central Iberian Range, Spain) as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* 259, 136-156
- Valle-Hernández MF. 1982. Estudio palinológico del Plioceno del NE de España. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca, 204 pp
- Valle-Hernández MF. 1983. Nuevas aportaciones palinológicas al Plioceno de Can Albareda (Barcelona). *Studia Geologica Salmanticensia* 19, 151-159
- Valle-Hernández MF, Civis J. 1977. Análisis palinológico preliminar en el Plioceno de Papiol (Barcelona). *Studia Geologica Salmanticensia* 13, 59-66
- Valle-Hernández MF, Civis J. 1978. Investigaciones palinológicas en el Plioceno inferior de Can Albareda (Barcelona). *Palinología*, número extraordinario 1, 463-468
- Valle-Hernández MF, Peñalba C. 1987. Aspectos palinológicos en el Neógeno del Suroeste de España. En: Civis J (Ed), *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)*. Universidad de Salamanca, pp 153-157
- Valle-Hernández MF, Rivas-Carballo MR, Lucini M, Ortiz JE, Torres T. 2003. Interpretación paleoclimática y paleoecológica del tramo superior de la Turbera de Padul (Granada, España). *Polen* 13, 85-95
- Vallverdú J, Allué E, Bischoff JL, Cáceres I, Carbonell E, Cebrià A, García-Antón D, Huguet R, Ibáñez N, Martínez K, Pastó I, Rosell J, Saladié P, Vaquero M. 2005. Short human occupations in the Middle Palaeolithic level i of the Abric Romani rock-shelter (Capellades, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution* 48 (2), 157-174
- van den Brink LM, Janssen CR. 1985. The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Paleobotany and Palynology* 44, 193-215
- van der Knaap WO, van Leeuwen JFN. 1994. Holocene vegetation, human impact, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Dissertationes Botanicae* 234, 497-535
- van der Knaap WO, van Leeuwen JFN. 1995. Holocene vegetation sucesión and degradation as responses to climatic change and human activity in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89, 153-211
- van der Knaap WO, van Leeuwen JFN. 1997. Late Glacial and early Holocene vegetation succession, altitudinal vegetation zonation, and climatic change in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 97, 239-285
- van der Schriek T, Passmore DG, Franco-Múgica F, Stevenson AC, Boomer I, Rolão J. 2008. Holocene palaeoecology and floodplain evolution of the Muge tributary, Lower Tagus Basin, Portugal. *Quaternary International* 189, 135-151
- van der Schriek T, Passmore DG, Stevenson AC, Rolão J. 2007. The palaeogeography of Mesolithic settlement-subsistence and shell midden formation in the Muge valley, Lower Tagus Basin, Portugal. *The Holocene* 17 (3), 369-385
- van Geel B. 1978. A paleoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands. *Review of Paleobotany and Palynology* 25, 1-120
- van Leeuwaarden W, Janssen CR. 1985. A preliminary palynological study of peat deposits near an Oppidum in the Lower Tagus Valley, Portugal. *Actas Cuaternario Ibérico* 2, 225-36
- van Mourik JM. 1986. Pollen profiles of slope deposits in the Galician area (NW Spain). Tesis doctoral. Amsterdam. *Nederlandse Geografische Studies* 12, 171 pp
- Vaquero M, Allué E, Alonso S, Bischoff JL, Burjachs F, Vallverdú J. 2006. El Abric Agut (Capellades, Barcelona) y el Mesolítico de muescas en el noreste de la Península Ibérica. En: Bicho N, Verissimo H (Eds), *Do epipaleolítico a Calcolítico na Península Iberica*. Actas do IV Congresso da Arqueologia Peninsular. Faro, Universidade do Algarve, pp 113-126
- Vaquero M, Esteban M, Allué E, Vallverdú J, Carbonell E, Bischoff JL. 2002. Middle Palaeolithic Refugium, or Archaeological Misconception? A New U-series and Radiocarbon Chronology of Abric Agut (Capellades, Spain). *Journal of Archaeological Science* 29, 953-958
- Vega-Toscano G. 1988. El Paleolítico medio del Sureste español y Andalucía Oriental. Tesis doctoral. Universidad Complutense, Madrid
- Vega-Toscano G, Hoyos M, Ruiz-Bustos A, Laville J. 1988. La séquence de la grotte de la Carihuela (Piñar, Grenade): chronostratigraphie et paléoécologie du Pléistocène Supérieur au sud de la Péninsule Ibérique. En: Otter M (Ed), *L'Homme de Néanderthal*. Vol 2. L'environnement, Universidad de Lieja, pp 169-180
- Vegas J, Ruiz-Zapata MB, Ortiz JE, Galán L, Torres T, García-Cortés A, Gil-García MJ, Pérez-González A, Gallardo-Millán JL. 2008. Identificación de las principales fases áridas del Pleistoceno superior en el registro sedimentario lacustre del mar de Fuentillejo (Campo de Calatrava). *Geotemas* 10, 1467-1470
- Vegas J, Ruiz-Zapata MB, Ortiz JE, Galán L, Torres T, García-Cortés A, Gil-García MJ, Pérez-González A, Gallardo-Millán JL. 2010. Identification of arid phases during the last 50 kyr Cal BP from the Fuentillejo maar lacustrine record (Campo de Calatrava Volcanic Field, Spain). *Journal of Quaternary Science* 25 (7), 1051-1062
- Vergés JM, Allué E, Angelucci D, Burjachs F, Carrancho A, Cebrià A, Expósito I, Fontanals M, Moral S, Rodríguez A, Vaquero M. 2008. Los niveles neolíticos de la cueva de El Mirador (Sierra de Atapuerca, Burgos): nuevos datos sobre la implantación y desarrollo de la economía agropecuaria en la submeseta norte. En: Hernández-Pérez MS, Soler Díaz JA, López Padilla JA (Eds), *IV Congreso de Neolítico Peninsular (2006)*, Museo Arqueológico de Alicante (MARQ) Alicante, pp 418-427
- Vernet JL, Thiébault S. 1987. An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecological implications. *Journal of Biogeography* 14, 117-127
- Vernet JL, Bazile-Robert E, Evin J. 1979. Coordination des analyses anthracologiques et des datations absolues sur charbons des bois. *Bulletin de la Societe Geologique de France* 76, 76-79
- Vicente i Castells J. 1988. La flora fósil de Montjuïc (Barcelona). *Societat d'Historia Natural*, Santa Coloma de Gramene, 93 pp
- Vicent AM, Muñoz AM. 1973. Segunda campaña de excavaciones. La cueva de los Murciélagos, Zuheros (Córdoba), 1969. *Excavaciones Arqueológicas en España* 77
- Vieira MC. 2009. Palinología do Pliocénico da Orla Ocidental Norte e Centro de Portugal: Contributo para a compreensão da cronostratigrafia e da evolução paleoambiental. Tesis doctoral. Universidad do Minho, Braga, Portugal, 389 pp
- Villalta JF. 1952. Contribución al conocimiento de la fauna de mamíferos fósiles del Plioceno de Villarroja (Logroño). *Bol. Inst. Geol. Min.* 64, 1-204
- Villalta JF, Vicente J. 1972. Una flora del Cuaternario antiguo en las cercanías de Crespia. *Acta Geológica Hispánica* 7 (4), 120-128
- Villares Paz R. 1980. *Historia de Galiza*. Santillana, Madrid, 128 pp
- Villaverde V. (Ed). 2001. *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en tierras valencianas*. Universitat de València, Valencia
- Walker MJ, Gibert J, López MV, Vincent A, Pérez-Pérez A, Zapata J, Ortega J, Higham T, Pike A, Schwenninger JL, Zilhao J, Trinkaus E. 2008. Late Neanderthals in southeastern Iberia: Sima de las Palomas del Cabezo Gordo, Murcia, Spain. *PNAS* 105 (52), 20631-20636
- Walker MJ, Gibert J, Rodríguez-Estrella T, Carrión JS, Yll EI, Legaz A, López-Jiménez M, López-Martínez M, Romero G. 2004. Neanderthals and their landscapes: Middle Palaeolithic land use in the Segura Basin and adjacent areas of southeastern Spain. En: Conard N (Ed), *Settlement dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Tübingen Publications in Archaeology II, pp 461-512

- Watts WA. 1986. Stages of climatic changes from full glacial to Holocene in North-western Spain, southern France and Italy. A comparison of the Atlantic coast and the Mediterranean basin. In: Ghazi A, Fantechi R (Eds), EC Climatology Programme Symposium. Reidel D Publisher, Dordrecht, Sophia Antipolis, France, pp 101-112
- Westerkamp C, Demmelmeyer H. 1997. Leaf surfaces of Central European woody plants. Atlas and keys. Gebrüder Borntraeger, Berlin and Stuttgart
- Yáñez C. 2005. Evolución ambiental de las marismas del Guadalquivir durante el Holoceno reciente: estudios paleopalinológicos Mediterránea. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla
- Yáñez C, Rodríguez A, Carrión JS. 2006. Cambios en la vegetación de la franja litoral de las marismas de Doñana durante el Holoceno reciente. *Anales de Biología* 28, 85-94
- Yll EI. 1988. Análisis polínicos de una secuencia estratigráfica y de un coprolito. En: Olaria C (Ed), Cova Fosca. Un asentamiento meso-neolítico de cazadores y pastores en la serranía del Alto Maestrazgo. *Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques* 3, pp 265-278
- Yll EI. 1995. Estudi de l'evolució de la vegetació i el clima durant el Tardiglacial i el Postglacial a partir d'anàlisis políniques del Delta de l'Ebre i de Menorca. *Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. Edició Microfotogràfica. ETD Micropublicacions*, SL
- Yll EI. 1995. Análisis polínico de los yacimientos de la Edad del Hierro de Soto de Medinilla, La Era Alta y La Mota (Valladolid). En: Delibes G, Romero F, Morales A (Eds), *Arqueología y Medio Ambiente: El primer milenio AC. en el Duero Medio*. Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid, pp 357-370
- Yll EI, Carrión JS. 2003. Refugios glaciares de vegetación templada mediterránea en el sudeste español y su relación con la ocupación humana neandertal. *Polen* 13, 1-12
- Yll EI, Pérez-Obiol R. 1992. Instalación de los bosques deducida a partir del análisis polínico de un sondeo marino del Delta del Ebro (Tarragona, España). *Orsis* 7, 21-30
- Yll R, Burjachs F, Expósito I. 2009. Descobrint els paisatges del passat. *GEN-GOB Eivissa, Vila i Ses Feixes: els camins de l'aigua*, pp 19-40
- Yll EI, Carrión JS, Pantaleón-Cano J, Dupré M, La Roca N, Roure JM, Pérez-Obiol R. 2003. Palinología del Cuaternario reciente en la Laguna de Villena (Alicante). *Anales de Biología* 25, 65-72
- Yll EI, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R. 1994. Análisis polínico de una secuencia holocénica en Roquetas de Mar (Almería). En: Mateu I, Dupré M, Güemes J, Burgaz ME (Eds), *Trabajos de palinología básica y aplicada*. Universidad de Valencia, Valencia, pp 189-198
- Yll EI, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Roure JM. 1996. Importancia de *Olea* en el paisaje vegetal del litoral mediterráneo durante el Holoceno. En: Ramil P, Fernández C, Rodríguez M (Coord), *Biogeografía Pleistocena-Holocena de la Península Ibérica*. Universidad de Santiago de Compostela, pp 117-134
- Yll EI, Pantaleón-Cano J, Pérez-Obiol R, Roure JM. 1999. Cambio climático y transformación del medio durante el Holoceno en las Islas Baleares. *Saguntum*, extra 2, 45-51
- Yll EI, Pantaleón-Cano J, Roure MA. 2001. Análisis polínico de coprolitos de *Myotragus balearicus*. En: Fombella-Blanco MA, Fernández D, Valencia RM (Eds), *Palinología: Diversidad y aplicaciones*. Universidad de León, pp 205-212.
- Yll EI, Pérez-Obiol R, Juliá R. 1994. Vegetational change in the Balearic Islands (Spain) during the Holocene. *Historical Biology* 9, 83-89
- Yll EI, Pérez-Obiol R, Pantaleón-Cano J, Roure JM. 1995. Dinámica del paisaje vegetal en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e Islas Baleares desde el Tardiglacial hasta el presente. En: Alexandre T, Pérez-González A (Eds), *Reconstrucción de paleoambientes y cambios climáticos durante el Cuaternario*. Monografías del Centre de Ciencias Medioambientales-CSIC 3, pp 319-328
- Yll EI, Pérez-Obiol R, Pantaleón-Cano J, Roure JM. 1997. Palynological evidence for climatic change and human activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands). *Quaternary Research* 48, 339-347
- Yll EI, Zazo C, Goy JL, Pérez-Obiol R, Pantaleón-Cano J, Civis J, Dabrio C, González A, Borja F, Soler V, Lario J, Luque L, Siervo F, González-Hernández FM, Lezine AM, Denèfle M, Roure JM. 2002. Quaternary palaeoenvironmental changes in South Spain. En: Ruiz-Zapata MB, Dorado M, Valdeolmillos A, Gil-García MJ, Bardají T, de Bustamante I, Martínez I (Eds), *Quaternary climatic changes and environmental crises in the Mediterranean Region*. International Union for Quaternary Research (INQUA), Madrid, pp 1-13
- Zachos J, Pagani M, Sloan L., Thomas E, Billups K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. *Science* 292, 686-693
- Zamora Canellada A. 1976. Excavaciones en la Cueva de La Vaquera, Torreiglesias (Segovia). Edad de Bronce. Diputación Provincial de Segovia
- Zapata L. 2001. El uso de los recursos vegetales en Aizpea (Navarra, Pirineo occidental): la alimentación, el combustible y el bosque. En: Barandiarán I, Cava A (Eds), *Cazadores-recolectores en el Pirineo navarro. El sitio de Aizpea entre 8000 y 6000 años antes de ahora*. Veleia. Anejos Series Maior 10, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, pp 325-359
- Zapata L. 2002. Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: Análisis de restos vegetales arqueológicos. *Kobie. Anejo 4*. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao
- Zapata L, Peña-Chocarro L. 1997. Higos, ciruelas y nueces: Aportación de la arqueobotánica al estudio del mundo romano. *Isturitz* 9, 45-52
- Zapata L, Cava A, Iriarte MJ, Baraybar JP, de la Rúa C. 2002. Mesolithic plant use in the Western Pyrenees: implications for vegetation change, use of wood and human diet. En: Mason SLR, Hather JG (Eds), *Hunter-Gatherer Archaeobotany. Perspectives from the northern temperate zone*. Institute of Archaeology, University C. London, pp 96-107
- Zapata L, Peña-Chocarro L, Pérez-Jordà G, Stika HP. 2004. Early Neolithic agriculture in the Iberian Peninsula. *Journal of World Prehistory* 18 (4), 283-325
- Zapata L, Peña-Chocarro L, Pérez-Jordà G, Stika HP. 2005. Difusión de la agricultura en la Península Ibérica. En: Arias P, Ontañón R, García-Moncó C (Eds), *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Santander
- Zazo C, Lezine AM, Borja F, Denèfle M, Dabrio CJ, Lario J, Rodríguez Vidal J, Goy JL, Bardají T, Díaz del Olmo F, Cáceres L, Clemente L, Baeteman C, Rodríguez A. 1996. Holocene coastal progradation changes and peat bog development in SW Spain coast. *Mediterranean and Black Sea Shorelines MDSS Newsletter* 18, 13-17
- Zbyszewski G. 1967. Estudo geológico da bacia dos lignitos de Rio Maior. *Estudos Notas e Trabalhos do Serviço Fomento Mineiro* 17, 5-105
- Zbyszewski G. 1968. Uma ocorrência de lignito em Vale de Santarém. *Boi. Minas, Lisboa* 5 (1), 1-7
- Zilhão J, Angelucci DE, Badal E, d'Errico F, Daniel F, Dayet L, Douka K, Higham TFG, Martínez-Sánchez MJ, Montes-Bernárdez R, Murcia-Mascarós S, Pérez-Sirvent C, Roldán-García C, Vanhaeren M, Villaverde V, Wood R, Zapata J. 2010. Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 107, 1023-1028
- Zilhão J, Marks AE, Ferring CR, Bicho NF, Figueiral I. 1995. The Upper Palaeolithic of the Rio Maior basin (Portugal). Preliminary results of a 1987-1993 Portuguese-American Research Project. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 35 (4), Porto, pp 69-82

