

# ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS

Volume 19 • 2012

ACTAS DO IX CONGRESSO IBÉRICO DE ARQUEOMETRIA  
(Lisboa, 2011)



Editores Científicos: M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO / INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR  
SOCIEDAD DE ARQUEOMETRÍA APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL  
CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS

2012

**ESTUDOS ARQUEOLÓGICOS DE OEIRAS**

Volume 19 • 2012

ISSN: 0872-6086

EDITORES CIENTÍFICOS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso  
DESENHO E FOTOGRAFIA – Autores ou fontes assinaladas  
CORRESPONDÊNCIA – Centro de Estudos Arqueológicos do Concelho de Oeiras  
Fábrica da Pólvora de Barcarena  
Estrada das Fontainhas  
2745-615 BARCARENA

Os artigos publicados são da exclusiva responsabilidade dos Autores.

*Aceita-se permuta  
On prie l'échange  
Exchange wanted  
Tauschverkehr erwünscht*

ORIENTAÇÃO GRÁFICA E

REVISÃO DE PROVAS – M. Isabel Dias e João Luís Cardoso

PAGINAÇÃO – M. Fernandes

IMPRESSÃO E ACABAMENTO – Gráficas Amares, Lda. - Amares - Tel. 253 992 735

DEPÓSITO LEGAL: 97312/96

## ÍNDICE GERAL

APRESENTAÇÃO.....	9
-------------------	---

### I. ANÁLISES DE MATERIAIS

ANA ABRUNHOSA & DULCINEIA B. PINTO O contributo das análises metalográficas na caracterização cultural e estilística de adornos metálicos da Idade do Ferro. O caso do Crasto de Palheiros – Murça/Norte de Portugal .....	13
C. E. BOTTAINI, C. GIARDINO & G. PATERNOSTER Estudo de um conjunto de machados metálicos do Norte de Portugal.....	19
JOÃO LUÍS CARDOSO, S. DOMÍNGUEZ-BELLA & J. MARTÍNEZ LÓPEZ Ocorrência de contas de fluorite no Neolítico Final e no Calcolítico da Estremadura (Portugal).....	35
JOSÉ MANUEL COMPAÑA PRIETO, LAURA LEÓN REINA, CRISTINA CAPEL FERRÓN, SUSANA ESTHER JORGE VILLAR, VICTOR HERNÁNDEZ JOLÍN & MIGUEL ÁNGEL GARCÍA ARANDA Archaeometric study of Iberian pottery from “El Castillejo” (Alameda, Malaga, Spain) .....	43
FABIÁN CUESTA GÓMEZ, ÓSCAR GARCÍA VUELTA, MARC GENER, IGNACIO MONTERO RUÍZ, MERCEDES MURILLO-BARROSO, ALICIA PEREA & MARTINA RENZI Técnicas de dorado en Época Prerromana: nuevos casos de estudio en el interior peninsular.....	51
M. I. DIAS, M. J. TRINDADE, C. FABIÃO, A. SABROSA J. BUGALHÃO, J. RAPOSO, A. GUERRA A. L. DUARTE & M. I. PRUDÊNCIO Arqueometria e o estudo das ânforas lusitanas: o caso do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros, (Lisboa) e de centros produtores do Tejo.....	57
ELIN FIGUEIREDO, FILIPA LOPES, MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO, RUI JORGE CORDEIRO SILVA, JOÃO CARLOS SENNA-MARTINEZ & ELSA LUÍS Os primeiros bronzes do território Português: uma primeira abordagem arqueometalúrgica a um conjunto de machados tipo Bujões / Barcelos .....	71
MANUEL GARCÍA-HERAS, FERNANDO AGUA, JUAN F. CONDE, URSZULA KOBYLÍŃSKA & ZBIGNIEW KOBYLÍŃSKI Early Iron Age pottery production in Western Poland. An archaeometric perspective .....	79
P. C. GUTIÉRREZ, A. GARCÍA, E. CATALÁN, A. PARDO, R. CASTELLO & J. BARRIO Estudio analítico de un conjunto de vidrios procedentes del yacimiento de la Villa de El Saucedo utilizando las técnicas SEM-EDX y LIBS .....	89

NUNO INÁCIO, FRANCISCO NOCETE, JOSÉ M. NIETO, PEDRO LÓPEZ ALDANA, ANA PAJUELO, MOISÉS R. BAYONA & DANIEL ABRIL Cerámica común y campaniforme en Valencina de la Concepción (Sevilla): Indagando su procedencia a través del análisis arqueométrico . . . . .	95
NUNO INÁCIO, FRANCISCO NOCETE, JOSÉ M. NIETO, REINALDO SÁEZ, MOISÉS R. BAYONA & DANIEL ABRIL Producción y procedencia de la cerámica del poblado de Cabezo Juré (Alosno, Huelva, España): análisis arqueométrico . . . . .	105
IGNACIO MONTERO RUIZ, YOUSSEF BOKBOT, MERCEDES MURILLO-BARROSO & MARC GENER MORET Metalurgia pre-islámica en Marruecos: nuevos análisis y valoración comparativa con la metalurgia de la Península Ibérica . . . . .	113
SONIA MURCIA-MASCARÓS, CLODOALDO ROLDÁN, FRANCESCA MONTAGNER, IGNASI DOMENCH VIVES & LIDIA FONT Análisis de piezas de vidrio procedentes de la excavación <i>Mercado del Borne</i> de Barcelona . . . . .	119
CARLOS P. ODRIOZOLA, RUI MATALOTO, JESÚS MORENO-GARCÍA, RODRIGO VILLALOBOS-GARCÍA & JOSÉ MARÍA MARTÍNEZ-BLANES Producción y circulación de rocas verdes y sus productos en el SW peninsular: el caso de Anta Grande de Zambujeiro . . . . .	125
CARLOS P. ODRIOZOLA, VÍCTOR HURTADO, ELISA GUERRA DOCE, ROSARIO CRUZ-AUÑÓN & GERMÁN DELIBES DE CASTRO Los rellenos de pasta blanca en cerámicas campaniformes y su utilización en la definición de límites sociales . . . . .	143
TERESA PALOMAR, MANUEL GARCÍA-HERAS & M <sup>a</sup> ÁNGELES VILLEGA Deterioro y alteraciones de vidrios romanos en medio marino . . . . .	155
F. PEREIRA, R. J. C. SILVA, A. M. M. SOARES & M. F. ARAÚJO Estudo arqueometalúrgico de artefactos provenientes do Castro de Vila Nova de São Pedro (Azambuja, Portugal) . . . . .	163
LUIS PÉREZ RAMOS & FRANCISCO L. TORRES ABRIL Geología, litología e identificación de áreas fuente y caracterización de las materias primas líticas del yacimiento del Modo 3 de la desembocadura del río Guadalmesí (Tarifa, Cádiz) . . . . .	173
FRANCISCO TORRES ABRIL, LUIS PÉREZ RAMOS, VICENTE CASTAÑEDA FERNÁNDEZ, YOLANDA COSTELA MUÑOZ & VERÓNICA SÁNCHEZ LOAIZA Geología, materias primas y áreas de captación del sitio con tecnología solutrense de la Fontanilla (Conil de la Frontera, Cádiz) . . . . .	179
R. TRIÃES, J. COROADO & F. ROCHA Caracterização composicional e tipológica da cerâmica industrial do território de Conimbriga . . . . .	185

J. A. TUÑÓN LÓPEZ, A. SÁNCHEZ VIZCAÍNO, H. CHIAVAZZA & M. MONTEJO GÁMEZ Los colores de la cerámica Viluco y Diaguita Chilena: determinación de pigmentos utilizados en la decoración cerámica indígena del norte de Mendoza (Argentina) mediante Microespectroscopía Raman y microfluorescencia de energía dispersiva de rayos X . . . . .	193
PEDRO VALÉRIO, RUI J. CORDEIRO SILVA, TERESA R. NUNES DA PONTE, MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO & ANTÓNIO M. MONGE SOARES Estudo arqueometalúrgico das dádivas funerárias dos hipogeus do Bronze Pleno do Sudoeste da Horta do Folgão (Serpa, Portugal) . . . . .	203
<b>II. BIOMATERIAIS E ESTUDOS PALEOAMBIENTAIS</b>	
Y. CARRIÓN MARCO, E. BADAL GARCÍA & I. FIGUEIRAL Bioindicadores leñosos para conocer los cambios climáticos y antrópicos en Portugal . . . . .	211
HUGO GOMES, PEDRO P. CUNHA, PIERLUIGI ROSINA & LUIZ OOSTERBEEK Interpretation of clay mineral associations of Quaternary sediments at Alto Ribatejo (Central Portugal) . . . . .	223
<b>III. CONSERVAÇÃO</b>	
AGNÈS LE GAC, JOSÉ CARLOS FRADE, ANA MARGARIDA CARDOSO, PAULA BARROS, ELSA MURTA & ANTÓNIO CANDEIAS Elementos para uma arqueologia de misturas de cera-resina usadas como adesivos em talha e escultura policromada . . . . .	233
A. KRIZNAR, V. MUÑOZ, M. A. RESPALDIZA & M. VEGA Análisis no destructivo por XRF portátil del retablo de la Natividad del Señor del Maestro de Moguer (siglo XVI) . . . . .	241
P. PAJUELO CABEZAS, M. J. NUEVO & A. MARTÍN SÁNCHEZ Caracterización de los pigmentos en la obra del pintor costumbrista español Pérez Jiménez mediante XRF . . . . .	247
T. SILVA, S. CABO VERDE, G. CARDOSO, A. C. FERNANDES, M. J. TRINDADE, C. I. BURBIDGE, M. I. DIAS, M. L. BOTELHO & M. I. PRUDÊNCIO Perfis de contaminação e inativação microbiana em azulejos . . . . .	253
M. A. STANOJEV PEREIRA, M. I. PRUDÊNCIO, J. G. MARQUES, M. O. FIGUEIREDO, M. I. DIAS, T. P. SILVA, L. ESTEVES, C. I. BURBIDGE, M. J. TRINDADE, R. MARQUES & M. B. ALBUQUERQUE Tomografia de neutrões aplicada a azulejos dos séculos XVI e XVII – visualização para caracterização, diagnóstico e optimização de técnicas de conservação . . . . .	261
RICARDO TRIÃES, JOÃO COROADO, FERNANDO ROCHA & VIRGÍLIO HIPÓLITO CORREIA Estudo tipológico da cerâmica de construção da cidade romana de Conimbriga, Portugal – Metodologia para a conservação de estruturas arqueológicas . . . . .	267

#### IV. DATAÇÃO

J. SANJURJO-SÁNCHEZ, J. R. VIDAL ROMANÍ, M. VAQUEIRO & A. GRANDAL D'ANGLADE Datación por termoluminiscencia de cerámicas de cuevas y cavidades graníticas en el NW de la Península Ibérica . . . . .	275
--	-----

#### V. PATRIMÓNIO CONSTRUÍDO

C. ALVES O presente como chave do passado no estudo das alterações dos materiais do património cultural . . . . .	283
--	-----

M. A. ROGERIO-CANDELERA, A. Z. MILLER, A. DIONÍSIO, M. F. MACEDO & C. SAIZ-JIMÉNEZ Técnicas no destructivas para la monitorización cuantitativa y cualitativa de procesos de biodeterioro en materiales pétreos . . . . .	287
---	-----

J. SANJURJO-SÁNCHEZ & C. A. S. ALVES Isótopos estables en materiales de construcción pétreos como trazadores de los efectos de la polución . . . . .	295
---	-----

J. SANJURJO-SÁNCHEZ & M. GÓMEZ-HERAS Establecimiento de las temperaturas máximas alcanzadas en el incendio de edificios históricos por termoluminiscencia . . . . .	299
---	-----

#### VI. TÉCNICAS ANALÍTICAS E METODOLÓGICAS

GUILHERME CARDOSO, LUIZ OOSTERBEEK & M. ISABEL DIAS Construção de uma base de dados de datações de sítios arqueológicos da Península Ibérica: contribuição para o estudo de sequências cronológicas . . . . .	305
---	-----

## BIOINDICADORES LEÑOSOS PARA CONOCER LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ANTRÓPICOS EN PORTUGAL

Y. Carrión Marco<sup>1</sup>, E. Badal García<sup>1</sup> & I. Figueiral<sup>2</sup>

### Resumen

Los carbones recuperados en contextos arqueológicos son bioindicadores claves para reconstruir la historia de las especies vegetales, su área de repartición espacial y cronológica. Su identificación botánica es una herramienta precisa para descifrar los cambios climáticos y las actividades humanas en el territorio, ya que las especies vegetales se pueden datar directamente por Acelerador de Espectrometría de Masas (ASM) para interpretar los cambios. En el presente trabajo revisamos los datos antracológicos de Portugal para identificar y distinguir los bioindicadores climáticos y antrópicos, y situarlos en una secuencia temporal basada fundamentalmente en las mencionadas dataciones ASM.

*Palabras clave:* Carbón, Prehistoria, Paleoeología, Dataciones AMS

### Abstract

Archaeological charcoal is a key bioindicator used to reconstruct the bio-geographical history of plant species. Taxonomic identification and subsequent Accelerator Mass Spectrometry (AMS) dating can be used as a tool to identify and interpret the role of key plant species in terms of climate and human activities. A review of charcoal analysis data from Portuguese archaeological sites is presented here in an attempt to identify climatic and anthropogenic bioindicators and to place them in a chronological sequence mainly based on the above mentioned AMS dates.

*Keywords:* Charcoal, Prehistory, Palaeoecology, AMS radicarbon

## 1 – INTRODUCCIÓN

Las especies vegetales poseen un rango de tolerancia climática bien definido, que explican su distribución altitudinal y latitudinal en el planeta; cambios en las condiciones ambientales provocan una redistribución de las plantas, en busca de su óptimo ecológico. Algunas de estas especies, a las que llamamos bioindicadoras, tienen un rango de tolerancia climática tan preciso que permiten observar con claridad estos cambios ambientales a partir de su distribución. El carbón hallado en yacimientos arqueológicos y suelos naturales es un testimonio muy valioso de las formaciones vegetales existentes en un lugar y en un momento concreto del pasado que informa de los cambios a lo largo de una secuencia cronológica.

Desde los años 80 del siglo pasado se vienen realizando en Portugal análisis antracológicos en yacimientos del Pleistoceno superior hasta el Subatlántico (BADAL, 1987; CARRIÓN, 2005, FIGUEIRAL, 1993, 1998, 2008;

---

<sup>1</sup>Universidad de Valencia, Av. Blasco Ibáñez 28, 46006 Valencia. yolanda.carrion@uv.es; ernestina.badal@uv.es

<sup>2</sup>INRAP Méditerranée. Centre de Bio-Archéologie et d'Ecologie, UM2/CNRS/EPHE, 163 Rue A. Broussonet, 34090. Montpellier. isabel.figueiral-rowe@inrap.fr

FIGUEIRAL & JORGE, 2008; VERNET & FIGUEIRAL, 1993, entre otros), por tanto, hay un corpus importante de datos que permiten distinguir las especies bioindicadoras de los grandes cambios climáticos del último ciclo glacial, así como de la expansión de las formaciones vegetales ligadas a la explotación antrópica de las zonas forestales durante el Holoceno reciente.

## 2 - RESULTADOS ANTRACOLÓGICOS EN PORTUGAL

### 2.1 - Los paisajes del Paleolítico

Los yacimientos que poseen secuencias antracológicas del Paleolítico son aún escasos en Portugal y situados todos en la zona centro del país, al norte del Tajo. La Gruta da Oliveira (Torres Novas) ofrece una imagen para la flora del Paleolítico medio (OIS4 y OIS3), mientras que Buraca Escura (Redinha), Buraca Grande (Redinha), Gruta do Caldeirão (Tomar) y el Cabeço do Porto Marinho (Rio Maior) tienen niveles del Paleolítico superior, cubriendo así una secuencia desde el final del OIS 3 y gran parte del OIS 2 (Fig. 1; Tabla 1). Todos estos yacimientos muestran la presencia de una vegetación criófila donde *Pinus sylvestris* juega un rol importante junto a brezos y leguminosas leñosas. En Oliveira, la flora está dominada casi exclusivamente por coníferas, pinos (*Pinus* tipo *P. sylvestris*), enebros (*Juniperus* sp.), algún brezo (*Erica* sp.) y otras angiospermas que por la antigüedad del carbón está muy mal conservado lo que dificulta su identificación a un mayor grado de detalle (BADAL *et al.*, 2011).

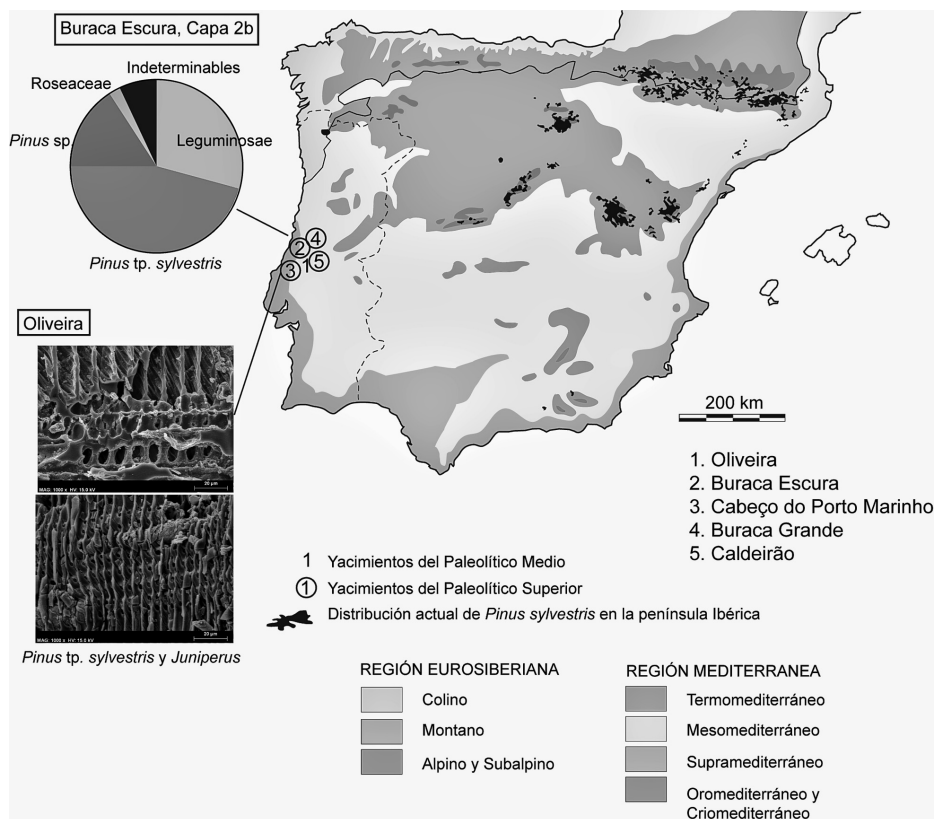


Fig. 1 - Resultados y situación de los yacimientos Pleistocenos dentro del contexto biogeográfico actual de la península Ibérica.



**Tabla 1** – Especies leñosas datadas por radiocarbono utilizando diversos métodos.

Radiocarbono (BP)	Especie	Yacimiento	Nivel	Contexto	Laboratorio	Método	Referencia
42.800 + 2300/- 1800	<i>Pinus sylvestris</i>	Gruta da Oliveira	14	Musteriense	GrA-22024	ABA	Badal <i>et al.</i> (2011)
40.900 ± 1100	<i>Pinus sylvestris</i>	Gruta da Oliveira	14	Musteriense	Beta-183537	ABA	Badal <i>et al.</i> (2011)
39.540 + 490/-410	<i>Erica</i> sp.	Gruta da Oliveira	13	Musteriense	GrA-24410	ABA	Badal <i>et al.</i> (2011)
33.960 ± 800	<i>Pinus sylvestris-nigra</i>	Esmoriz	Tronco	Natural			García-Amorena <i>et al.</i> (2007)
29.000 ± 510	<i>Pinus sylvestris-nigra</i>	Esmoriz	Tronco	Natural			García-Amorena <i>et al.</i> (2007)
28.900 ± 240	<i>Pinus sylvestris-nigra</i>	San Pedro de Maceda	Tronco	Natural			García-Amorena <i>et al.</i> (2007)
24.500 ± 260	<i>Pinus sylvestris-nigra</i>	Esmoriz	Tronco	Natural			García-Amorena <i>et al.</i> (2007)
19.910 ± 260	<i>Pinus sylvestris-nigra</i>	Esmoriz	Tronco	Natural			García-Amorena <i>et al.</i> (2007)
7.970 ± 60	<i>Olea europaea</i>	Castelejo		Mesolítico	ICEN-211	AMS	Carrión <i>et al.</i> (2010)
6.862 ± 49	<i>Juniperus</i>	Rochas das Gaivotas	C-2 Lareira 2	Mesolítico	Wk-14797	AMS	Figueiral & Carvalho 2006)
6.820 ± 51	<i>Pistacia</i> sp.	Rochas das Gaivotas	C-2 Lareira 3	Mesolítico	Wk-14798	AMS	Figueiral & Carvalho 2006)
6.740 ± 40	<i>Pinus pinea</i>	Vele Píncel I	2	Neolítico	Beta-164664	AMS	Soares &Tavares (2004)
6.540 ± 40	<i>Pinus pinea</i>	Vale Píncel I	2	Neolítico	Beta-165946	AMS	Soares &Tavares (2004)
6.490 ± 50	<i>Pinus cf. pinea</i>	Vale Píncel I	2	Neolítico	Beta-168465	AMS	Soares &Tavares (2004)
6.460 ± 40	<i>Quercus</i> sp. <i>perennifolio</i>	Vale Píncel I	2 - Est. 87	Neolítico	Beta-168462	AMS	Soares &Tavares (2004)
6.390 ± 50	<i>Olea europaea</i>	Vale Píncel I	2	Neolítico	Beta-165793	AMS	Carrión <i>et al.</i> (2010)
6.350 ± 40	<i>Olea + Pistacia</i>	Vale Píncel I	2	Neolítico	Beta-165945	Conv.	Soares & Tavares (2004)
6.055 ± 45	<i>Olea</i> sp.	Gruta da Oliveira	8 (intrusiva)	Musteriense	GrA-29384	ABA	Badal <i>et al.</i> (2011)
5.720 ± 50	<i>Pinus pinea</i>	Ponta da Passadeira	Tronco Bosque	Natural	Beta: 190879	Conv.	inédito
5.040 ± 40	<i>Pinus pinea</i>	Ponta da Passadeira	Tronco Bosque	Natural	Beta: 189082	Conv.	inédito
4.450 ± 50	<i>Pinus</i> sp.	Ponta da Passadeira	4C - Est. XXV	Neolítico	Beta: 160055	AMS	inédito
130 ± 50	<i>Erica</i> sp.	Ponta da Passadeira	4C - Est. XVII (intrusiva)	Neolítico	Beta: 160054	AMS	inédito

ABA = datación con pretratamiento ácido-base-ácido; AMS = datación por acelerador de espectrometría de masas; Conv. = datación convencional.

En los niveles del Paleolítico superior se observa una mayor diversidad de especies, entre las que destacan los pinos criófilos (*Pinus sylvestris*), las leguminosas leñosas (fabaceae), los brezos (*Erica* sp.), *Prunus*, así como el boj (*Buxus sempervirens*), que se convierte en un marcador de clima fresco y relativamente húmedo (AUBRY *et al.*, 2001). En el nivel solutrense de Gruta do Caldeirão además de la flora anterior también se documentan especies más termófilas como *Olea europaea* var. *sylvestris* pero su datación indica una introducción holocena, como ocurre en otros yacimientos (Tabla 1) (CARRIÓN *et al.*, 2010).

En el nivel Magdaleniense final del Cabeço do Porto Marinho se observa un conjunto floral característico de los paisajes tardiglaciares en Portugal: la sustitución de los pinares criófilos por los de especies de pino más termófilas (*Pinus pinaster* y *Pinus pinea*) y la expansión de especies forestales mediterráneas (*Quercus perennifolios*), fresno (*Fraxinus*), madroño (*Arbutus unedo*) y una débil representación de *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Cistus*, *Rhamnus-Phyllirea*, etc. (FIGUEIRAL, 1993; 1995).

## 2.2 – Los paisajes del Epipaleolítico-Mesolítico

Los yacimientos que ofrecen información acerca del Epipaleolítico-Mesolítico son pocos: Areeiro II (Rio Maior), el Abrigo da Pena d'Água (Tomar) y Castelejo (Torrão), los dos primeros situados en la zona centro y el último en el sur del país. Todos muestran la culminación de la dinámica iniciada en el Tardiglacial como consecuencia del cambio climático global (CARRIÓN *et al.*, 2010; FIGUEIRAL, 1998). La subida de las temperaturas se traduce en una clara irrupción y expansión de especies termófilas, entre ellas, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus-Phillyrea*, *Quercus perennifolio* o *Arbutus unedo*. Las dataciones AMS sobre carbones de *Olea* (Tabla 1) la remiten al Holoceno. La mayoría son coherentes con su posición estratigráfica y alguna son claramente intrusiones, caso de Gruta de Oliveira. En todo caso las fechas demuestran claramente la expansión de dicha especie desde principios del Holoceno por amplias zonas de Portugal (CARRIÓN *et al.*, 2010, FIGUEIRAL, 1998).

La desaparición de las especies criófilas (*Pinus* tipo *sylvestris*) junto a la expansión de los bioindicadores más termófilos (*Olea*, *Pistacia*, etc.) (Fig. 2) indican que la configuración biogeográfica quedaría establecida a principios del Holoceno y prácticamente no ha cambiado hasta la actualidad. Los pinos criófilos están sistemáticamente ausentes en las secuencias holocenas y, en su lugar, las especies más térmicas de este género (*P. pinea* y *P. pinaster*) constituyen por excelencia la vegetación característica de la franja litoral (Fig. 3).

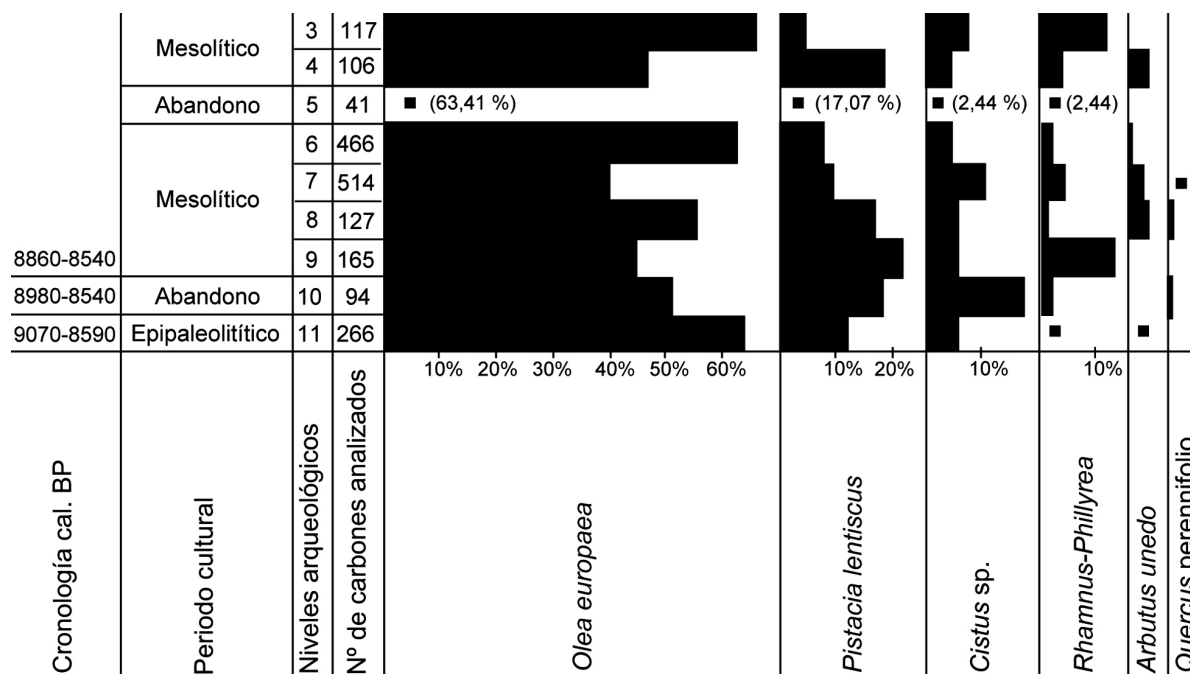


Fig. 2 – Diagrama antracológico de Castelejo (Torrão).

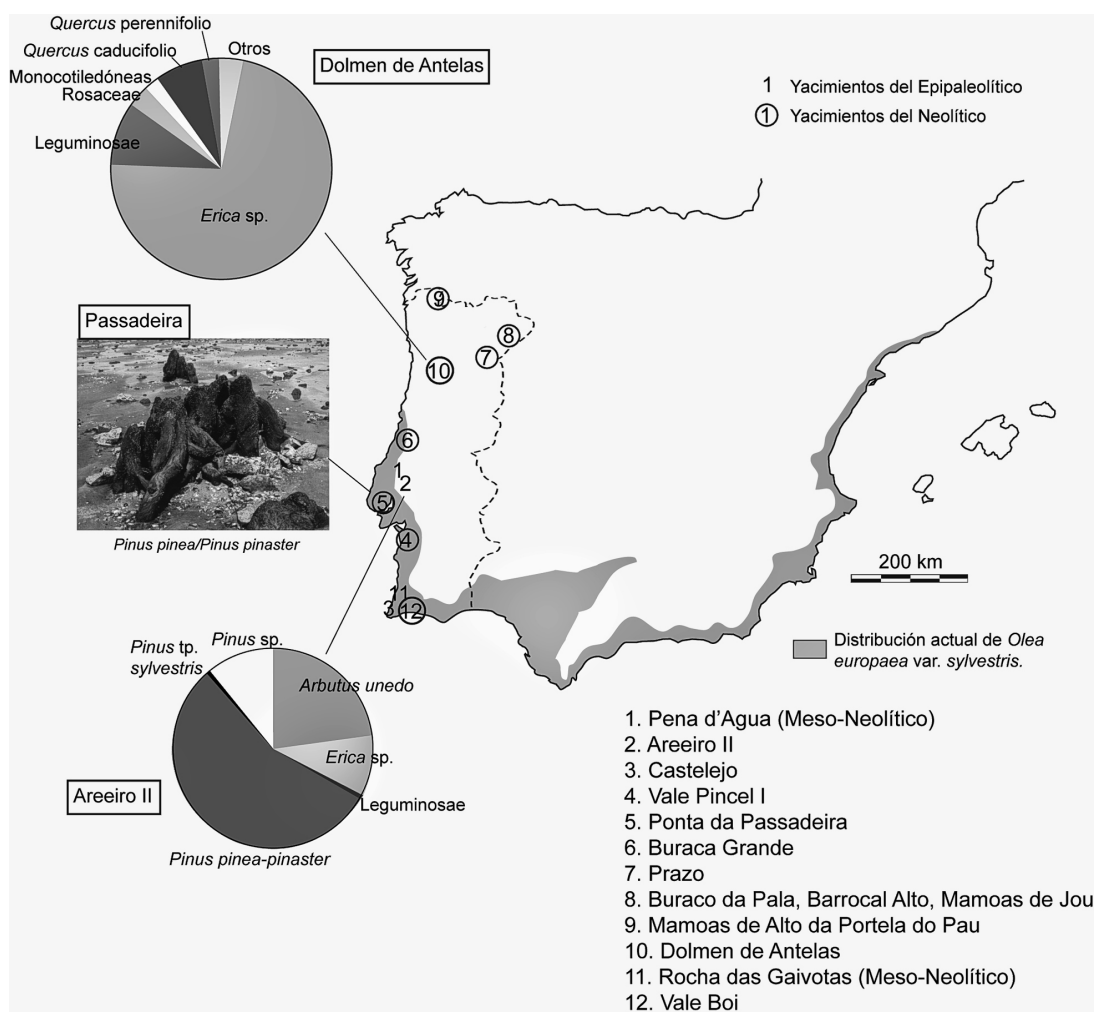


Fig. 3 – Situación y resultados de los yacimientos holocenos. El mapa muestra la distribución actual de *Olea europaea* var. *sylvestris*.

### 2.3 – Los paisajes del Neolítico

La llegada del Neolítico implica un importante cambio económico por el nuevo modo de vida de los grupos prehistóricos, que afecta a la relación de los seres humanos con el medio que les rodea. La práctica de nuevas actividades en relación con la agricultura y la ganadería (deforestación, pastoreo, tala, puesta en cultivo de tierras antes forestales, asentamientos cada vez mayores, etc.), además de la posesión de una tecnología adecuada para ello, va a provocar modificaciones en el paisaje a gran escala, que se harán patentes de forma más o menos temprana en las secuencias antracológicas del Neolítico portugués. Son más numerosos los yacimientos pertenecientes a esta cronología, ofreciendo así una secuencia desde la implantación de los primeros sistemas agrícolas hasta la plena antropización del paisaje.

La existencia de cierta continuidad de los primeros paisajes neolíticos con los del Epipaleolítico-Mesolítico es evidente en yacimientos como Buraca Grande o el Abrigo da Pena d'Água, donde la expansión de las especies termófilas origina bosques mediterráneos dominados por acebuche, lentisco, madroño, *Rhamnus-Phillyrea*, *Quercus perennifolia*, etc., que con las condiciones ombroclimáticas favorables pueden dar lugar a formaciones forestales densas.

La importancia de los pinares en las franjas costeras viene avalada por un registro excepcional en el estuario del Tajo, en la Ponta de Passadeira (Barreiro), donde se documentó un bosque fósil con numerosos tocones de árboles en posición de vida, identificados como *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* (CARRIÓN, 2005; GARCÍA AMORENA *et al.*, 2007). Dos troncos de *Pinus pinea* fueron datados por AMS (Tabla 1) y sus fechas indican que el bosque perduró entre 5.700–5.000 BP. Posteriormente, la subida del nivel del mar supuso el fin de esta formación litoral que, probablemente, quedó instalada algo más al interior, ya que el yacimiento arqueológico de Ponta de Passadeira, datado en el Neolítico final (c. 4.500 BP) sigue ofreciendo restos carbonizados de estos pinos, además de un matorral leñoso con brezos y fabáceas probablemente adaptado a las condiciones edáficas de la franja sublitoral.

La explotación de estos pinares costeros por los grupos neolíticos, que se asentaron en la franja litoral, es evidente en la presencia sistemática de restos de piñas de pino piñonero en los yacimientos, caso de Vale Píncel I (Sines), donde se encontraron tanto brácteas de piñas, como los propios piñones, una dinámica de recolección de estos frutos observada en otros yacimientos desde el Paleolítico (BADAL, 1998) y muy ligada a enclaves costeros.

En cronologías del Neolítico existe ya una clara división paisajística entre el sur y el norte del Tajo, con formaciones esclerófilas termomediterráneas al sur de este río, donde abundan importantes marcadores de carácter térmico, como el acebuche o el lentisco (FIGUEIRAL & CARVALHO, 2006); mientras que al norte, son más abundantes las especies características de los bosques mesófilos con *Quercus caducifolia* y un importante sustrato arbustivo de fabáceas leñosas y brezos, entre los que deben cohabitar diversas especies de estas dos familias. Las Mamoas 1 e 2 do Alto da Portela do Pau (Castro Laboreiro) o el Dolmen de Antelas (Oliveira de Frades) presentan esta composición entre sus restos carbonizados (Fig. 3). No obstante, las citadas formaciones de brezos y leguminosas pasarán poco a poco a dominar los espectros del Neolítico final, constituyéndose como las únicas formaciones leñosas presentes en los yacimientos sobre todo de la Edad del Bronce en todo el ámbito atlántico al norte del Tajo (FIGUEIRAL, 1993). Los brezos, en particular, se han mostrado claramente como especies muy ligadas a los efectos de la actividad antrópica y a los incendios forestales, de forma que constituyen un género perfectamente adaptado a diversos tipos de alteración del ecosistema, con gran éxito de expansión.

### 3 – DISCUSIÓN: HISTORIA DE LOS INDICADORES CLIMÁTICOS EN PORTUGAL

Las secuencias valoradas en este artículo han permitido conocer la distribución latitudinal y altitudinal de las especies leñosas por el territorio portugués en una amplia escala temporal, desde el Paleolítico medio hasta el Neolítico final, y valorar los cambios producidos en la cubierta vegetal por causas climáticas y/o antrópicas a lo largo de la misma. Las dataciones AMS se deben realizar sobre carbones identificados botánicamente, de este modo se obtienen dos informaciones: primero la botánica y después la fecha radiocarbono (BADAL, 2006). Esta secuencia de análisis permite conocer la historia de las plantas leñosas más significativas desde el punto de vista bioclimático, su distribución temporal y geográfica. La identificación botánica más la fecha AMS se convierten en una herramienta fundamental a la hora de detectar los cambios climáticos y dar precisiones de orden medioambiental: temperatura, humedad, suelos, flora local, etc.

Entre las mejores especies indicadoras de temperatura están los pinos (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*), excelentes marcadores climáticos y edáficos, cuya distribución espacial y cronológica indica los cambios ambientales de los últimos milenios. *Pinus sylvestris* es un bioindicador de condiciones frías de la alta montaña mediterránea. En Portugal, en la actualidad, sólo se encuentra en la sierra de Gerês por encima

entre los 1200 - 1400 m de altitud (Fig. 1). Por el contrario *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* son termófilos y viven desde el nivel del mar hasta la media montaña y siempre sobre suelos arenosos, descarbonatados o claramente silíceos. En la actualidad se distribuyen por amplias zonas de Portugal favorecidos, además, por plantaciones forestales recientes.

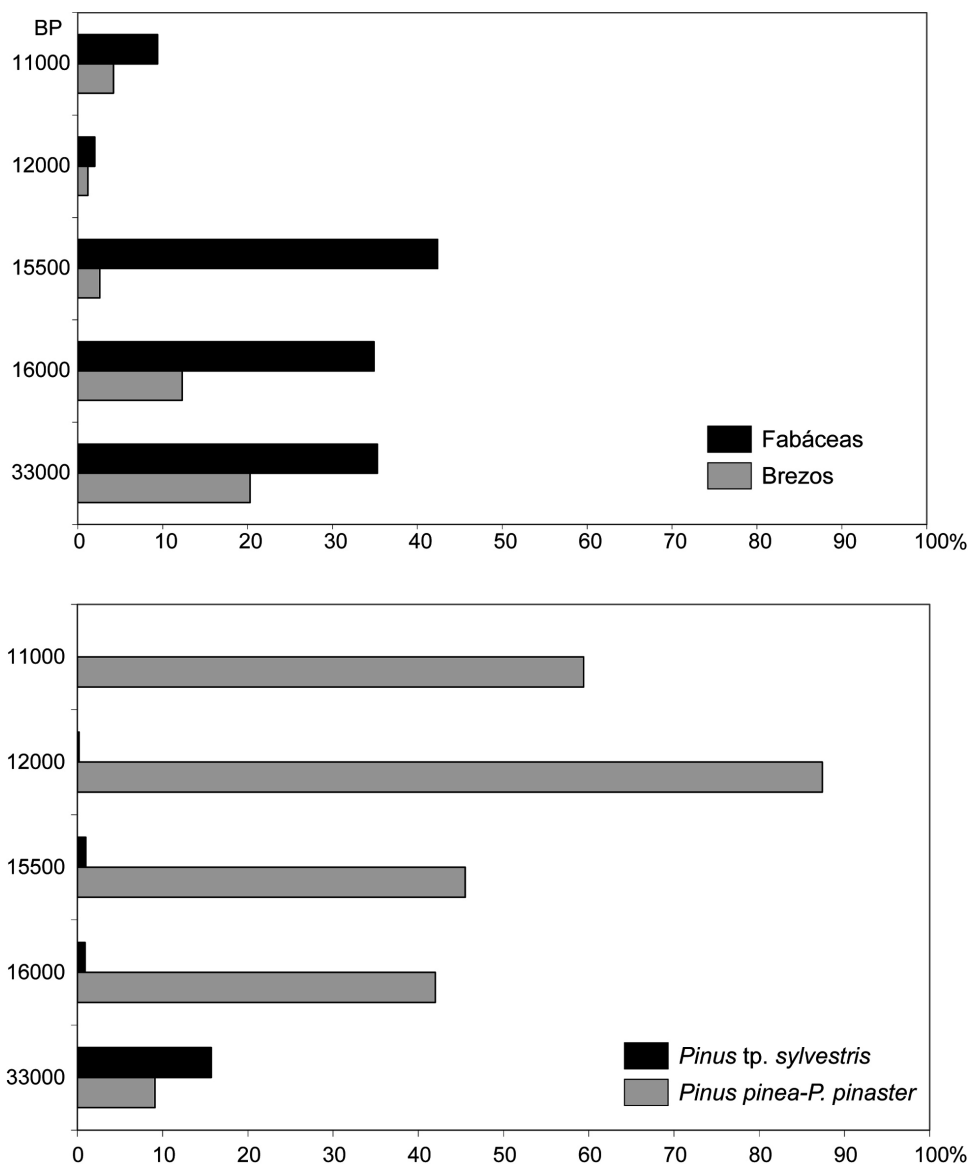


Fig. 4 - Dinámica de pinos, fabáceas y *Erica* en el OIS2.

Los análisis antracológicos demuestran que *Pinus* tipo *sylvestris* ocupó amplias zonas de Portugal durante el último ciclo glacial; llegando a zonas meridionales de la Extremadura y hasta el nivel del mar (BADAL *et al.*, 2011, GARCÍA-AMORENA *et al.*, 2007; FIGUEIRAL & CARCAILLET, 2005). Su posición estratigráfica y las dataciones radiocarbono lo sitúan desde el estadio isotópico de oxígeno 4 hasta el 2 (Fig. 4; Tabla 1). Si bien es posible que después del último máximo glacial se fuera retirando en altitud y latitud hasta su distribución actual que probablemente se alcanzó en el transito Pleistoceno-Holoceno (FIGUEIRAL & CARCAILLET, 2005).

Su presencia hasta el centro de Portugal indica unas condiciones ambientales de tipo supramediterráneo, es decir, las temperaturas media anual podrían estar entre 8 y 13 °C o incluso inferiores en las zonas del norte del país. Junto a los pinares se desarrollarían matorrales heliófilos de fabáceas y brezos (Fig. 4; Tabla 1) adaptados al frío y la xericidad pleistocena. Los datos polínicos no son concluyentes sobre los pinos por la dificultad para identificar la especie; no obstante se ha documentado *Pinus* tipo *sylvestris* en Charco de Candieira (Serra da Estrela, 1409 m. s.n.m.) durante el Tardiglacial y en Lagoa do Marinho (Serra do Gerês, 1150 m.s.n.m.) a inicios del Holoceno (RAMIL REGO *et al.*, 1993; VAN DER KNAAP & VAN LEEUWEN, 1997), lo que indicaría su retirada hacia la alta montaña como consecuencia del cambio climático global después del Pleniglacial. El declive de los pinos criófilos se acompaña del progresivo auge de los termófilos (*P. pinea* y *P. pinaster*) que culmina en el Holoceno con la configuración biogeográfica actual (Fig. 4). Las zonas litorales son colonizadas por los pinares mixtos de las dos especies termófilas y se entabla una competencia con las angiospermas típicas de los bosques esclerófilos mediterráneos: *Quercus*, *Olea*, *Pistacia*, etc.

Las especies termófilas, y en especial *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, etc. son finos bioindicadores del inicio del Holoceno en Portugal ya que aparecen sistemáticamente en contextos de termicidad cálida, del mismo modo que su distribución actual está estrechamente asociada a la franja más cálida del Mediterráneo (Fig. 3) (CARRIÓN *et al.*, 2010). Todas las fechas radiocarbono disponibles hasta el momento la sitúan en el Holoceno (Tabla 1), siendo claramente abundantes a partir del 7.000 BP en las regiones del sur (Fig. 2). Los resultados antracológicos concuerdan con los palinológicos del sur de Portugal, ya que en los estuarios del Guadiana y del Boina-Arade se documentan bosques mediterráneos de *Pinus* y *Quercus* caducifolios y perennifolios acompañados de elementos termófilos como *Olea*, *Pistacia*, *Phyllirea*, etc. (FLECHER, 2005). En la secuencia polínica de Apostiça, la base del diagrama datado en 6.950 BP muestra una dominancia de pinos, junto a *Quercus* caducifolios, con presencia de *Olea* y discreta proporción de *Erica* y otras especies de matorral. Es a partir de 5.140 BP cuando se produce un incremento del matorral en detrimento de *Quercus* y pinos, alcanzando máximos en el 2.720 BP, mientras que *Olea* se mantiene con una curva casi continua (QUEIROZ & MATEUS, 1994); lo que demuestra que las prácticas agrícolas no disminuye su presencia en la zona. Esto mismo se observa en el yacimiento de Porto das Carretas (Mourão) donde el análisis antracológico muestra un dominio de *Quercus* perennifolios y *Olea* durante el Calcolítico y la Edad del Bronce (TERESO *et al.*, 2011).

La introducción de los sistemas agrícolas en Portugal significa un cambio radical en la gestión del entorno por parte de las comunidades humanas. Desde el Neolítico hasta la Edad del Hierro se van identificado marcadores de las actividades humanas en los territorios de producción, caso de Fabaceae, *Erica* o *Cistus*, que van parejas a la intensificación de la productividad, el incremento demográfico y la alteración de los ecosistemas naturales.

#### 4 - CONCLUSIÓN

En síntesis y en base a los datos antracológicos, que recordamos hay *hiatus* cronológicos importantes, se pueden indicar los principales hitos en la historia de las especies bioindicadoras. En esencia son (Fig. 5):

– *Pinus sylvestris*: los pinos criófilos son especies fuertemente ligadas a contextos paleolíticos sin que, por el momento, se haya datado ningún individuo en contextos holoceno. No se descarta su posible pervivencia en algunos enclaves de mesomediterráneos durante las primeras fases del Holoceno, dada su abundancia en algunos yacimientos (Buraca Grande), pero hoy por hoy, no se puede demostrar con dataciones radiocarbónicas que apoyen esta hipótesis. Su declive y desaparición de las zonas bajas está íntimamente relacionado con el progresivo aumento de las temperaturas debido al cambio climático del Tardiglacial.



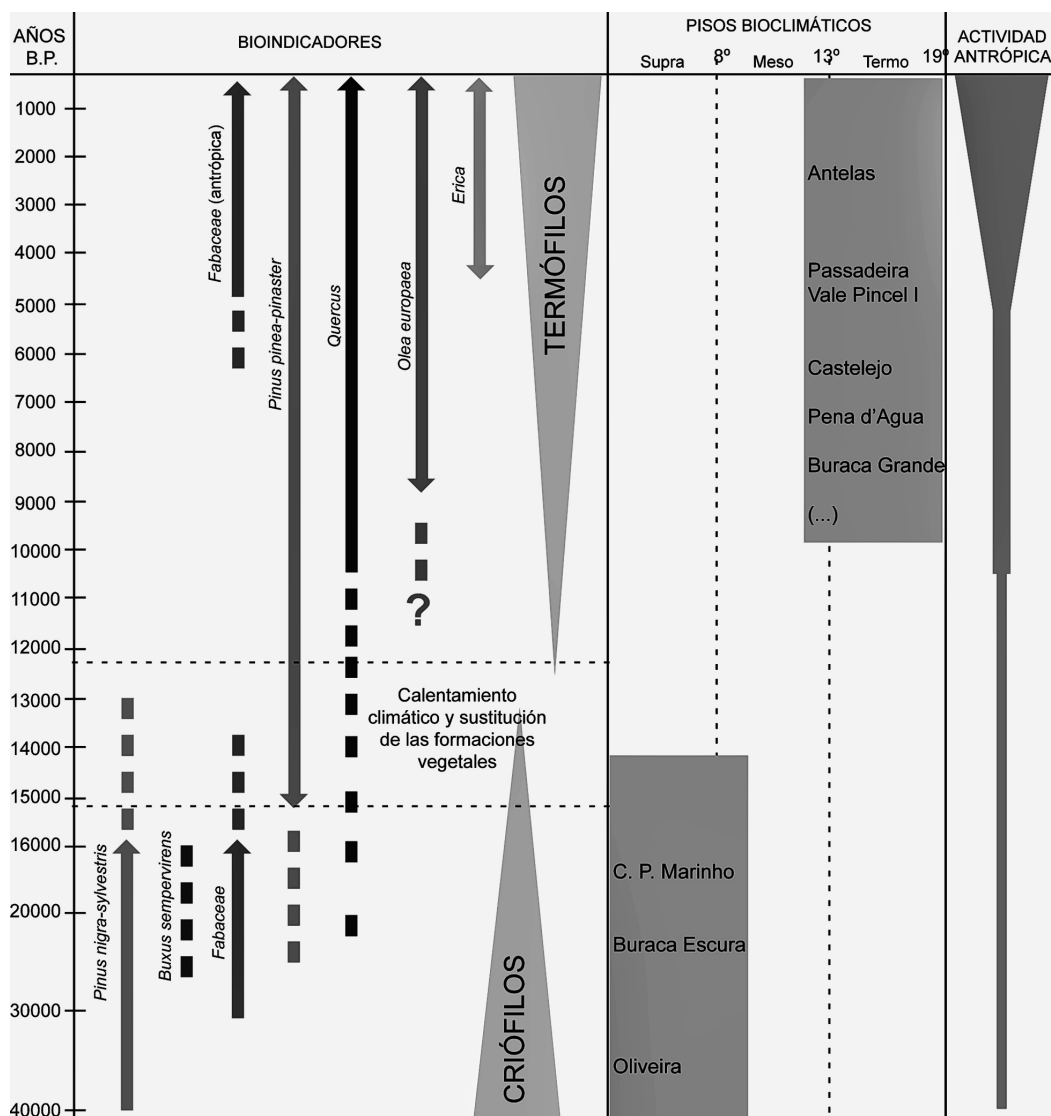


Fig. 5 – Síntesis de la dinámica de las plantas leñosas bioindicadoras y de las condiciones medioambientales en Portugal durante los últimos 40000 años.

– Dominio de formaciones abiertas de coníferas y matorrales criófilos de piornos (fabáceas) y brezos (*Erica*) durante los periodos más rigurosos del Pleistoceno. Según Frenzel *et al.* (1992) las temperaturas para el litoral atlántico peninsular oscilarían entre 6 y 10 °C de medias anuales y las precipitaciones no superan, en general, los 500 mm de media anual. Por tanto, se calcula un descenso de temperatura en relación a la actual entre 5 y 7 °C, pero en algunos puntos pudo ser mayor (BENNETT *et al.*, 1991).

– *Erica* sp.: Este género alberga muchas especies que no se pueden identificar por medio de la anatomía de la madera. Como género aparece tanto en el Pleistoceno como en el Holoceno aunque la proporción de sus restos varían siendo mucho más elevado a partir del Neolítico reciente. Se puede suponer que son especies diferentes las halladas en niveles pleistocenos de las encontradas en holocenos respondiendo a las condiciones medioambientales de cada contexto. En todo caso, *Erica* es un bioindicador claro de formaciones abiertas, heliófilas, frías en el Pleistoceno y cálidas en el Holoceno.

– *Pinus pinea*: de fuerte requerimiento edáfico porque se desarrolla sobre suelos arenosos o descarbonatados, fue frecuente en formaciones costeras de la península Ibérica. Aunque está presente durante el Pleistoceno en las zonas más meridionales de la península, su gran expansión va ligada al aumento de temperatura del Tardiglacial, observando un incremento de esta especie a partir de circa 16.000 BP. Los tocones en posición de vida de Ponta da Passadeira son muestra de pinares mixtos (*P. pinea* y *P. pinaster*) que ocuparon los estuarios, dunas y zonas litorales durante el Holoceno (Tabla 1).

– Comienzo de la curva ascendente de los taxones termófilos entorno al 16-15.000 BP en paralelo a la reducción de las formaciones de matorral criófilo.

– *Olea europaea*: las dataciones AMS realizada en carbones de *Olea* siempre son holocenas; sus restos ayudan a detectar contaminación estratigráfica puesto que cuando se encuentran en niveles pleistocenos, siempre es por procesos postdeposicionales. Es muy frecuente al sur del Tajo, pero aparece en algunos enclaves al norte y también en el piso mesomediterráneo a partir de la actividad humana en el territorio, es decir, se ve favorecida por una deforestación de la vegetación previa.

– La gestión del territorio para las prácticas ganaderas y agrícolas potenció una modificación drástica de las formaciones vegetales, es probable que los fuegos recurrentes de las zonas agrícolas y pastorales potenciaron la extensión de los matorrales antrópicos. La llamada “estepa cultural” (RAMIL, 1993) en Portugal se detecta por los brezales (*Erica*), piornales (Fabaceae) y jarales (*Cistus*). Estos matorrales se expande de forma muy clara a partir del final del Neolítico; durante la Edad del Bronce se constituye en las formaciones arbustivas muy expandidas y perfectamente adaptadas a las alteraciones antrópicas del territorio (incendios, pérdida de suelo, espacios abiertos...).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha beneficiado de los proyectos: FFI2008-01200/FISO (Ministerio de Ciencia e Innovación de España); PALEOALMONDA III (Instituto Portugués de Arqueología) y GV/2011/020 (Conselleria d'Educació, Generalitat Valenciana).

## REFERENCIAS

AUBRY, T.; BRUGAL, J.-Ph.; CHAUVIÈRE, F.-X.; FIGUEIRAL, I.; MOURA, M. H. & PLISSON H. (2001) – Modalités d'occupations au Paléolithique supérieur dans la grotte de Buraca Escura (Redinha, Pombal, Portugal). *Revista Portuguesa de Arqueologia* 4 (2), p. 19-46.

BADAL, E. (1987) – O Povoado fortificado calcolítico do Monte da Tumba (Torrão) III: estudo antracológico. *Setúbal Arqueológica* 8, p. 87-102.

BADAL, E. (2006) – Carbones y cenizas, ¿qué nos cuentan del pasado? In: CARRIÓN, J. S.; FERNANDÉZ, S. & FUENTES, N. (Coords.), *Paleoambientes y cambio climático*. Murcia: Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la región de Murcia, p. 103-116.

BADAL, E. (1998) – El interés económico del pino piñonero para los habitantes de la Cueva de Nerja. In: SANCHIDRIÁN, J. L. & SIMÓN, M. D. (Eds.), *Las culturas del Pleistoceno superior en Andalucía*. Málaga: Patronato de la Cueva de Nerja, p. 287-300.

BADAL, E. VILLAVERDE, V. & ZILHÃO, J. (2011) – The fire of Iberian Neanderthals. Wood charcoal from three new Mousterian sites in the Iberian Peninsula. *Sagvntvm Extra-11*, p. 77-78.



- BENNETT, K. D.; TZEDAKIS, P. C. & WILLIS, K. J. 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography* 18, p. 103-115.
- CARRIÓN, Y. (2005) – *La vegetación mediterránea y atlántica de la península ibérica. Nuevas secuencias antracológicas*. Trabajos Varios del S.I.P. N° 104. Diputación Provincial de Valencia. 314 p. Valencia.
- CARRIÓN, 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, p. 952-968.
- FIGUEIRAL, I. (1993) – Charcoal analysis and the vegetational evolution of North-West Portugal. *Oxford Journal Archaeology* 12 (2), p. 209-222.
- FIGUEIRAL, I. (1995) – Charcoal analysis and history of *Pinus pinaster* (cluster pine) in Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology* 89, p. 441-454.
- FIGUEIRAL, I. (1998) – O Abrigo da Pena d'Água (Torres Novas): a contribuição da antracologia. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 1 (2), p.73-79.
- FIGUEIRAL, I. (2008) – Charcoal remains from portuguese prehistoric burials: palaeoenvironment and palaeoethnology. In: D'ANDRIA, F.; DE GROSSI MAZZORIN, J. & FIORENTINO, G. (Eds.), *Uomini, piante e animali nella dimensione del sacro*. Bari: Edipuglia, p. 89-96.
- FIGUEIRAL, I. & CARCALLET, C. (2005) – A review of Late Pleistocene and Holocene biogeography of highland Mediterranean pines (*Pinus* type *sylvestris*) in Portugal, based on wood charcoal. *Quaternary Sciences Review* 24, p. 2466-2476.
- FIGUEIRAL, I. & CARVALHO, A. F. (2006) – Rochas das Gaivotas e Vale Boi: os restos vegetais carbonizados, vestígios da vegetação meso-neolítica. *Promontoria* 4, p. 81-91.
- FIGUEIRAL, I. & JORGE, S. O. (2008) – Man-made landscapes from the third-second millennia BC: the example of Castelo Velho (Feixo de Numão, north-est Portugal). *Oxford Journal of Archaeology* 27 (2), p. 119-133.
- FLECHER, W. (2005) – *Holocene Landscape History of Southern Portugal*. PhD, Cambridge University.
- FRENZEL, B.; PÉCSI, M. & VELICHKO, A. A. (Eds.) (1992) – *Atlas of Paleoclimates and Paleoenvironments of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene-Holocene*. Budapest-Stuttgart: Gustav Fisher Verlag..
- GARCÍA-AMORENA, I.; GÓMEZ MANZANEQUE, F.; RUBIALES, J. M.; GRANJA, H. M.; SOARES DE CARVALHO, G. & MORLA, C. (2007) – The Late Quaternary coastal forests of western Iberia: A study of their macroremains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 254, p. 448-461.
- QUEIROZ, P. F. & MATEUS, J. E. (1994) – Preliminary palynological investigation on the Holocene deposits of lagoa de Albufeira and lagoa de Melides, Alentejo (Portugal). *Revista de Biología* 15, p. 15-27.
- RAMIL-REGO, P. (1993) – Evolución climática e historia de la vegetación durante el Pleistoceno superior y el Holoceno en las regiones montañosas del Noroeste ibérico. In Pérez Alberti, A.; Guitián Rivera, L y Ramil-Rego, P. (Eds.), *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*. Santiago: Xunta de Galicia, p. 25-60.
- RAMIL, P.; AIRA, M. J. & ALONSO, F. (1995) – Caracterización climática y vegetacional de la Serra de Gerès (Portugal) durante o Tardiglacial y el Holoceno: análisis polínico de Lagoa do Marinho. 3.<sup>a</sup> *Reunião do Quaternário Ibérico* (Coimbra, 1993). Actas, p. 85-92.

- TERESO, J.; QUEIROZ, P.; SOARES, J. & TAVARES DA SILVA, C. (2011) – Charcoal analysis from Porto das Carretas: the gathering of wood and the palaeoenvironmental context of SE Portugal during the 3<sup>rd</sup> millennium. *Sagvntvm* Extra-11, p. 145-146.
- VAN DER KNAAP, W. O. & VAN LEEUWEN, J. F. N. (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, p. 239-285.
- VERNET, J.-L. & FIGUEIRAL, I. (1993) – The highlands of Aboboreira (North-West Portugal): ecological conditions from Middle/Late Neolithic to Early Bronze Age. Evidence from Charcoal analysis. *Oxford Journal of Archaeology* 12 (1), p. 19-28.