

# Primeros datos paleontológicos de la sección de Loma Negra (Bardenas Reales de Navarra, Mioceno inferior-medio)

## *Preliminary palaeontological data from the Loma Negra section (Bardenas Reales de Navarra, Lower-Middle Miocene)*

Oier Suarez-Hernando<sup>1</sup>, Blanca Martínez-García<sup>1</sup>, Mar González-Pardos<sup>2</sup>, Ana Pascual<sup>1</sup>, Mariano Larráz<sup>3</sup>, Francisco Javier Ruiz-Sánchez<sup>2</sup>, Juan Cruz Larrasoña<sup>4</sup> y Xabier Murelaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Estratigrafía y Paleontología, 48080-Bilbo, España. oier.suarez@ehu.es, blancamaria.martinez@ehu.es, ana.pascual@ehu.es, xabier.murelaga@ehu.es.

<sup>2</sup> Universitat de València, Departament de Geologia, 46100-Burjassot, Valencia, España. magonpar@alumni.uv.es, francisco.ruiz@uv.es.

<sup>3</sup> Universidad de Navarra, Facultad de Ciencias, Departamento de Zoología y Ecología, 31080-Iruñea, Navarra, España. mlarraz@unav.es.

<sup>4</sup> Instituto Geológico y Minero de España, Unidad de Zaragoza, 50006-Zaragoza, España. jc.larra@igme.es.

### ABSTRACT

*In this study we report a new fossil locality found in the continental sediments of the Tudela Formation (Navarre). This formation is composed of palustrine, lacustrine and distal alluvial facies that represent the sedimentary filling of the west-central sector of the Ebro Basin during the Ramblian and Aragonian (Lower-Middle Miocene). Based on the study of fossil micromammal remains, the new fossil locality can be placed within the Aragonian zone D. Paleocological data obtained from small mammals indicate that the environment should be humid and mild temperatures. With respect to the marshy area, ostracods, charophytes and gastropods define a semi-permanent freshwater environment (oligohaline to mesohaline), low energy and shallow (2 to 4 meters deep), with cold to temperate waters and lush aquatic vegetation.*

**Key-words:** Aragonian, Ebro Basin, micromammals, ostracods, charophytes.

### RESUMEN

*En este trabajo se da a conocer una nueva localidad fosilífera de la Formación Tudela (Navarra). Esta formación está compuesta por facies palustres, lacustres y aluviales distales, que representan el relleno del sector occidental-central de la Cuenca del Ebro durante el Rambliense y el Aragoniense (Mioceno inferior-medio). Basado en el estudio de los restos fósiles de micromamíferos, la nueva localidad fosilífera se sitúa bioestratigráficamente en la zona D del Aragoniense. Los datos paleoecológicos obtenidos de los micromamíferos indican que el ambiente debió ser húmedo y la temperatura templada. En lo que respecta a la zona palustre, los ostrácodos, carofitas y gasterópodos definirían un ambiente de agua dulce (oligohalina a mesohalina) semi-permanente, de poca energía y somero (entre 2 y 4 metros de profundidad), con aguas frías a templadas y abundante vegetación acuática.*

**Palabras clave:** Aragoniense, Cuenca del Ebro, micromamíferos, ostrácodos, carofitas.

*Geogaceta*, 54 (2013), 63-66.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 30 de enero de 2013

Fecha de revisión: 25 de abril de 2013

Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

## Introducción

En los últimos 20 años se llevan realizando diversas campañas de prospección y excavación en las Bardenas Reales de Navarra, en las que se han localizado numerosos yacimientos y exhumado abundantes restos de vertebrados fósiles correspondientes a peces (cipriniformes), anfibios (anuros y urodelos), reptiles (cocodrilos, tortugas, lagartos, anfisbénidos y serpientes), aves (caradriiformes y phoenicopteriformes)

y mamíferos (insectívoros, quirópteros, roedores, lagomorfos, perisodáctilos y artiodáctilos) (Murelaga, 2000; Ruiz-Sánchez *et al.*, 2012 y 2013; Grellet-Tinner *et al.*, 2012 y Suarez-Hernando, 2012).

Con los yacimientos de las Bardenas Reales de Navarra y los del área de Tarazona de Aragón (Monteagudo, Tarazona, El Buste, Melero-20, Melero-30 y la Ciesma), se cubre el intervalo temporal que va desde la zona Y hasta la zona F/G (Ruiz de Gaona *et al.*, 1946; Astibia *et al.*, 1985; Azanza,

1986; Cuenca *et al.*, 1992; Murelaga, 2000; Murelaga *et al.*, 2008).

También, de manera preliminar, en el área de las Bardenas Reales de Navarra se han estudiado ostrácodos (Murelaga *et al.*, 1997). Por lo que respecta a los restos vegetales, recientemente se ha realizado una propuesta de biozonación basada en carofitas (Gonzalez-Pardos, 2012).

Entre los años 2003 y 2006 se realizaron diversas campañas de muestreo con el fin de efectuar un estudio magnetobioes-

tratigráfico (Larrasoña *et al.*, 2006), que se han continuado hasta la actualidad, habiéndose encontrado más niveles fosilíferos. Durante la realización de estos muestreos, se ha localizado un nivel de margas grises con abundantes restos de gasterópodos, carofitas, ostrácodos, peces, lagartos, anfibios y micromamíferos (glíridos, cricétidos, esciúridos, insectívoros y lagomorfos) fósiles. Dado su interés bioestratigráfico y paleocológico, en este trabajo se presenta un estudio preliminar de los diferentes grupos taxonómicos identificados.

**Situación geográfica y geológica**

El área de estudio se sitúa en las Bardenas Reales de Navarra, terreno común que se encuentra en las cercanías de la localidad de Tudela, al SE de Navarra. Geológicamente, el yacimiento se encuentra en el borde noroccidental de la cuenca continental cenozoica del Ebro (Fig. 1), incluido en las facies fluvio-palustres de la Formación Tudela.

La Formación Tudela está formada principalmente por arcillas de tonalidades rojas, ocre, grises y beige, entre las cuales se intercalan capas de calizas lacustres, areniscas y yesos. Esta formación se interpreta como el relleno sedimentario, de la parte central de la Cuenca Navarro-Riojana, por facies palustres o lacustres y aluviales distales, provenientes de los Pirineos y la Ibérica. La edad de la Formación Tudela está comprendida entre el Ageniense y el Orleaniense (Larrasoña *et al.*, 2006).

El yacimiento descrito en este trabajo se encuentra en la ladera norte de la Plana Negra, en las cercanías de Loma Negra (LN), por lo que se le ha denominado con este topónimo. Esta nueva localidad se encuentra en unas margas de color gris oscuro situadas a muro de una alternancia de lutitas y calizas grises de aspecto sacaroideo y muy bioturbadas. La columna estratigráfica levantada en la serie de Loma Negra (Fig. 2) puede correlacionarse litoestratigráficamente con las columnas de Pico del Fraile y Sancho Abarca, que se encuentran a unos 7 Km al S y al SE, respectivamente, y que han sido objeto del estudio magnetoestratigráfico realizado por Larrasoña *et al.* (2006). Así, el nuevo yacimiento de Loma Negra (LN) quedaría situado a unos 155 metros por encima del yacimiento Pico del Fraile 1 (PF1) y a unos 15 metros por debajo del yacimiento Pico del Fraile 2 (PF2).

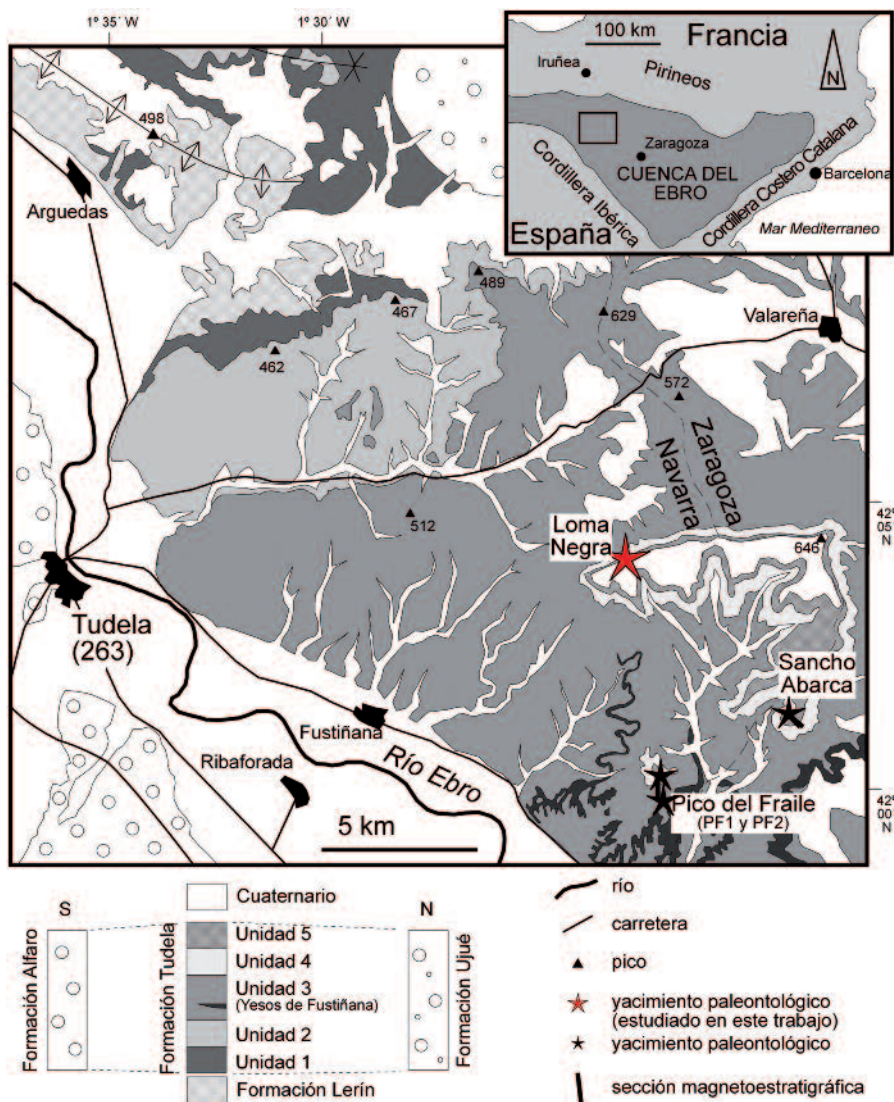


Fig. 1.- Mapa geológico de la zona estudiada. Modificado de Larrasoña *et al.* (2006).

Fig. 1.- Geologic map of study area. Modified from Larrasoña *et al.* (2006).

**Metodología**

Para recuperar los fósiles de microvertebrados se han recogido alrededor de 350 Kg de sedimento, que posteriormente se ha lavado y tamizado, utilizando como tamiz superior el de 3 mm de luz de malla y como inferior el de 0,5 mm.

Para el estudio de los ostrácodos y las carofitas se han recogido unos 500 gramos de sedimento. Esta muestra ha sido lavada y tamizada, analizándose la fracción comprendida entre 0,15 y 1 mm, extrayéndose la totalidad de los ejemplares de ostrácodos encontrados, así como un mínimo de 100 girogonitos. La identificación taxonómica, a nivel de especie, de los ostrácodos obtenidos, se ha efectuado siguiendo las clasificaciones definidas por Hartman y Puri

(1974). En el caso de los girogonitos, la clasificación de dichos órganos reproductores está basada en Feist *et al.* (2005).

El material obtenido se encuentra depositado provisionalmente en el Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

Las zonas locales usadas en el texto corresponden con las propuestas por Daams y Freudenthal (1981) para el Mioceno inferior-medio y Van der Meulen *et al.* (2012) para el Mioceno medio.

**Resultados**

De todos los fósiles de vertebrados que se han identificado en este trabajo, la mayoría (53) corresponden a micromamíferos,

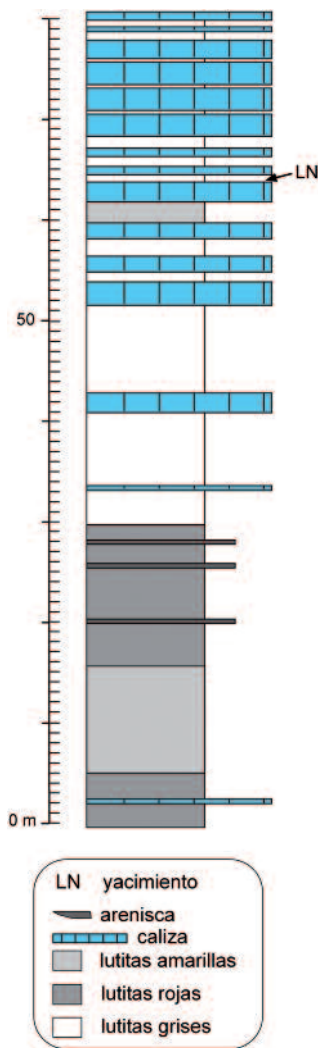


Fig. 2.- Columna estratigráfica esquemática donde se sitúa el nuevo yacimiento de Loma Negra (Mioceno inferior-medio, Navarra).

Fig. 2.- Simplified stratigraphic log with the new site of Loma Negra (lower-middle Miocene, Navarre).

aunque también se han recuperado algunos restos de peces, lagartos y anfibios, así como cascarras de huevos pertenecientes a aves que aún están por estudiar.

Del grupo de los micromamíferos se contabilizan 39 dientes (73,6% del total) pertenecientes a la especie *Vasseuromys cristinae* (Fig. 3). Ocho pertenecen a cricétidos, de los cuales 7 (el 13,2%) se adscriben a *Democricetodon* aff. *hispanicus* y uno (1,9%) a *Megacricetodon* aff. *primitivus*. El único molar (1,9%) de esquiúrido que se ha recuperado se ha asignado al género *Heteroxerus*. Del orden de los lagomorfos, solamente se ha podido identificar un único diente (1,9% del total), perteneciente a la familia Ochotonidae. De los cuatro dientes de Eulipotyphla identificados, 3 (5,6%) han

sido asignados al género *Galerix* y 1 (1,9%) al género *Miosorex*.

En lo que respecta a los ostrácodos, se han extraído un total de 87 ejemplares, de los cuales 55 han podido ser clasificados al nivel taxonómico de especie. La asociación de ostrácodos está dominada por las especies *Pseudocandona paralela* (24 valvas, 43,6%), *Pseudocandona compressa* (18 valvas, 32,7%) y *Pseudocandona* sp. (9 valvas, 16,4%), con escasos ejemplares de *Darwinula stevensoni* (2 valvas, 3,6%) y *Cypria* sp. (2 valvas, 3,6%).

Por último, se han obtenido un total de 114 girogonitos pertenecientes a 3 especies, siendo las mayoritarias *Lychnothamnus barbatus* (59 ejemplares, 51,7% del total) y *Chara notata* (50 ejemplares, 43,9%), apareciendo en menor número *Sphaerochara* cf. *davidi* (5 ejemplares, 4,4%).

Aunque el estudio de los gasterópodos está en una fase preliminar, se han podido diferenciar al menos tres taxones. La asociación está formada por las especies *Planorbis* sp., *Carychium* cf. *tridentatum* y una tercera forma indeterminada.

### Bioestratigrafía

A excepción del glírido (*Vasseuromys cristinae*), los taxones descritos en este trabajo solamente han podido ser clasificados a nivel de género. *Vasseuromys cristinae* ha sido descrito en la Cuenca del Ebro en los cercanos yacimientos de Pico del Fraile 2 (PF2) y Sancho Abarca 5 (SA5) (Ruiz-Sánchez et al., 2013), a los cuales se les ha atribuido una edad Aragoniense medio (zona D). La especie *Democricetodon hispanicus* se conoce en la Cuenca de Calatayud-Teruel en niveles del Aragoniense inferior (Mioceno inferior) de la zona B (Van der Meulen et al., 2003). En PF2 y SA5, Ruiz-Sánchez et al. (2013) citan la presencia de *Democricetodon* aff. *hispanicus*, forma que Ruiz-Sánchez et al. (2013) consideran como una nueva especie, pero cuyo escaso material les impide describirla como tal. Del género *Megacricetodon* solo se dispone de un molar en el yacimiento, atribuible a *Megacricetodon* aff. *primitivus*. Según Van der Meulen et al. (2012), la especie *M. primitivus* se localiza en yacimientos de las zonas C y la parte inferior de la zona D (Da y Db sensu Van der Meulen et al., 2012). El hasta ahora escaso material de algunos taxones impide realizar determinaciones taxonómicas más precisas. No obstante, la presencia

de *Vasseuromys cristinae* y la correlación litoestratigráfica con los yacimientos SA5 y PF2, nos lleva a considerar que la edad más probable del yacimiento Loma Negra es Aragoniense medio (parte inferior de la zona D). Se espera que en un futuro cercano se pueda disponer de más material, que ayude a ratificar esta atribución bioestratigráfica.

### Paleoecología

La asociación de micromamíferos descrita en este trabajo está dominada por la especie *V. cristinae* (73,6% del total), que por su morfología dental complicada sería una especie de preferencias ecológicas boscosas y húmedas (Daams et al., 1997). En orden de abundancia el siguiente taxón es *Democricetodon* (13,2%), al que también se le atribuyen condiciones ambientales húmedas (Daams, et al., 1997). En el yacimiento de Loma Negra solo un resto (1,9%) del esquiúrido *Heteroxerus* ha podido ser localizado. Este género ha sido asociado a ambientes más secos y abiertos. La sobre-representación relativa de taxones de ambientes húmedos y/o boscosos sobre los de ambiente seco y abierto parece denotar unas condiciones ambientales húmedas, con representación de áreas boscosas y otras abiertas, en un paisaje en mosaico.

La asociación de ostrácodos define un ambiente de agua dulce (oligohalina a mesohalina) semi-permanente y somera, con temperaturas de frías a templadas y abundante vegetación acuática. El sedimento de fondo sería preferentemente fangoso, pudiendo producirse momentos de hipoxia (Meisch, 2002).

De acuerdo a la asociación de carofitas identificada, el yacimiento se habría formado en un medio palustre de baja energía. La presencia de *L. barbatus* de forma mayoritaria, definiría una profundidad de lámina de agua de entre 2 y 4 m, con aguas frías y sin eutrofización (González-Pardos, 2012).

La asociación de gasterópodos indica la presencia de una importante masa de agua dulce, de zonas encharcadas o de riberas húmedas.

### Conclusiones

En este trabajo se presenta un nuevo yacimiento paleontológico del Mioceno inferior-medio de la Cuenca del Ebro. La aso-



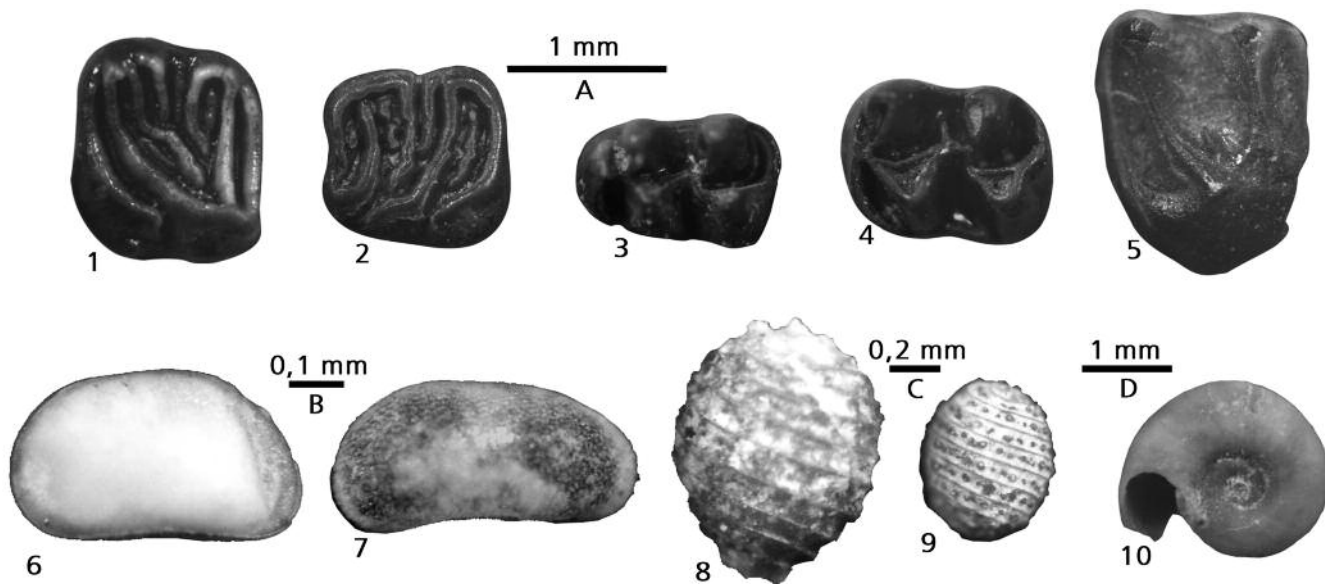


Fig. 3.- Microfósiles del yacimiento de Loma Negra (Mioceno inferior-medio, Navarra). 1-2: *Vasseuromys cristinae*; 1: M1 izq. 2: m1 izq. 3: *Megacricetodon aff. primitivus*; m1 izq. 4: *Democricetodon aff. hispanicus*; m2 izq. 5: *Heteroxerus*; M1,2 izq. 6: *Pseudocandona compressa*; valva izq. 7: *Pseudocandona parallela*; valva der. 8: *Lychnothamnus barbatus*. 9: *Chara notata*. 10: *Planorbis* sp. Escala A: 1, 2, 3, 4 y 5. Escala B: 6 y 7. Escala C: 8 y 9. Escala D: 10.

Fig. 3.- Microfossils from the Loma Negra site (Lower-Middle Miocene, Navarra). 1-2: *Vasseuromys cristinae*; 1: M1 left. 2: m1 left. 3: *Megacricetodon aff. primitivus*; m1 left. 4: *Democricetodon aff. hispanicus*; m2 left. 5: *Heteroxerus*; M1,2 left. 6: *Pseudocandona compressa*; left valve. 7: *Pseudocandona parallela*; right valve. 8: *Lychnothamnus barbatus*. 9: *Chara notata*. 10: *Planorbis* sp. Scale A: 1, 2, 3, 4 and 5. Scale B: 6 and 7. Scale C: 8 and 9. Scale D: 10.

ciación de micromamíferos permite situar el yacimiento bioestratigráficamente en la zona D del Aragoniense. Los datos paleoecológicos obtenidos indican que el yacimiento se debió formar en un medio palustre, con una columna de agua de entre 2 y 4 m y temperaturas templadas o frías. Alrededor de la masa de agua se habría desarrollado un anillo vegetal formado por bosques.

**Agradecimientos**

En la obtención y preparación del material fósil se ha contado con la inestimable ayuda de Salvador García (Aula Paleontológica de Cenicero) y Alejandro Urmeneta (Comunidad de las Bardenas Reales de Navarra), y del proyecto GIU12/35 de la UPV/EHU. Uno de los firmantes (O. S.-H.) disfruta de una beca predoctoral del Gobierno Vasco BFI-2012-118. Queremos agradecer a los dos revisores anónimos por las mejoras realizadas en el manuscrito gracias a sus sugerencias.

**Referencias**

Astibia, H., Mazo, A.V. y Santafé, J.V. (1985). En: *IV Congreso Latinoamericano de Paleontología*, 415-441.  
 Azanza, B. (1986). *Cuadernos de Estudios Borjano* 17-18, 63-126.

Cuenca, G., Canudo, J.I., Laplana, C. y Andrés, J.A. (1992). *Acta Geológica Hispánica* 27, 127-143.  
 Daams, R. y Freudenthal, M. (1981). *Scripta Geologica* 62, 1-17.  
 Daams, R., Álvarez-Sierra, M.A., Van der Meulen, A.J. y Peláez-Campomanes, P. (1997). En: *Registros fósiles e Historia de la Tierra* (E. Aguirre, J. Morales y D. Soria, Eds.), 281-296.  
 Feist, M., Grambast-Fessard, N., Guerlesquin, M., Karol, K., Huiman, L., Qifei, W. y Shenzen, Z. (2005). En: *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part B, Proctostista (Charophyta)*, vol. 1 (R. Kaesler, Ed.). The Geological Society of America & the University of Kansas, Boulder and Laurence, 177 p.  
 González-Pardos, M. (2012). *Carófitos del Mioceno Inferior de la Formación Tudela (Cuenca del Ebro, Navarra)*. Proyecto Fin de Máster, Univ. de València, 68 p.  
 Grellet-Tinner, G., Murelaga, X., Larrasoaña, J.C., Silveira, L.F., Olivares, M., Ortega, L.A., Trimby, P.W. y Pascual, A. (2012). *PLoS ONE* 7(10), 1-14.  
 Hartmann, G. y Puri, H.S. (1974). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 70, 7-73.  
 Larrasoaña, J.C., Murelaga, X. y Garcés, M. (2006). *Earth and Planetary Science Letters* 243, 409-423.  
 Meisch, C. (2002). *Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe*. Spektrum Akademischer Verlag, 469 p.  
 Murelaga, X. (2000). *Estudio de las faunas de vertebrados del Mioceno inferior de las Bardenas Reales y áreas colindantes (Cuenca del Ebro, Navarra)*. Tesis Doctoral, Univ. del País Vasco (UPV/EHU), 363 p.  
 Murelaga, X., Caballero, F. Rodríguez-Lázaro, J., Astibia, H. y Pereda-Suberbiola, X. (1997). *Geogaceta* 22, 129-132.  
 Murelaga, X., Pérez-Rivarés, F.J., Vázquez-Urbez, M. y Zuluaga, M.C. (2008). *Ameghiniana* 45, 393-406.  
 Ruiz de Gaona, M., Villalta, J.F. y Crusafont, M. (1946). *Notas y Comunicaciones del IGME* 16, 159-185  
 Ruiz-Sánchez, F.J., Murelaga, X., Freudenthal, M., Larrasoaña, J.C., Furió, M., Garcés, M., González-Pardos, M. y Suarez-Hernando, O. (2012). *Journal of Iberian Geology* 38, 349-372.  
 Ruiz-Sánchez, F.J., Murelaga, X., Freudenthal, M., Larrasoaña, J.C., Furió, M., Garcés, M., González-Pardos, M. y Suárez-Hernando, O. (2013). *Bulletin of Geosciences* 88, 131-152.  
 Suarez-Hernando, O. (2012). *Magnetobiocronología del tránsito Ramblense-Aragoniense en las Bardenas Reales de Navarra (Formación Tudela, Mioceno inferior-medio, Cuenca del Ebro)*. Trabajo Fin de Máster, Univ. de Zaragoza, 60 p.  
 Van der Meulen, A.J., Peláez-Campomanes, P. y Daams, R. (2003). *Coloquios de Paleontología, Volumen Extraordinario* 1, 385-441.  
 Van der Meulen, A.J., García-Paredes, I., Álvarez-Sierra, M.A., van den Hoek Ostende, L.W., Hordijk, K., Oliver, A. y Peláez-Campomanes, P. (2012). *Geologica Acta* 10, 159-179.