

# Paleoecología y biocronología mediante el estudio de los roedores del Pleistoceno Superior-Holoceno de la cueva del Toll (Moià, Cataluña, NE de la península Ibérica)

Mónica Fernández-García<sup>1</sup>

## Abstract

FERNÁNDEZ-GARCÍA, M. Palaeoecology and biochronology through the analyzed Late Pleistocene-Holocene rodents of the Toll cave (Moià, Catalonia, NE of the Iberian Peninsula). This paper presents the chronological, environmental and climatic data obtained when analyzing the rodent remains collected from the water-screened sediments from levels 2-4 of the "Sector Entrada" in the Toll cave (Moià, Catalonia, NE Iberian Peninsula), one of the cavities belonging to the karstic system called "Coves del Toll" (Toll Caves). From these levels, a total of 216 rodent remains corresponding to 10 rodent species has been recovered. The biochronological results show a latest Pleistocene-Holocene chronology (<35 ky BP), with Level 3 being pleistocene (>13 ky BP), and Level 2 probably holocene (<13 ky BP). The palaeoclimatic and palaeoenvironmental data indicate an open wet forest with lower temperatures and higher precipitation than nowadays for this region. Level 3 could be correlated with the Last Glacial Maximum, while Level 2 may belong to the Preboreal period. From the comparison with data obtained in other sites with a similar chronology in the northeast of the Iberian Peninsula, two transitional phases can be inferred for this period. The comparison with the Teixoneres cave studies allows obtaining the climatic and environmental evolution of the surroundings of the Toll Caves between the Middle Paleolithic and the Upper Paleolithic/Neolithic. It can be asserted that both neanderthals and anatomically modern humans lived under similar climatic and environmental conditions.

Key words: Rodentia, Late Pleistocene-Holocene, biochronology, palaeoenvironment, palaeoclimate, Iberian Peninsula.

## Resumen

El presente trabajo muestra los resultados del análisis paleoecológico, paleoambiental y bioestratigráfico del estudio de los restos de roedores obtenidos mediante lavado y tamizado de los sedimentos pertenecientes a los niveles 2-4 del Sector Entrada de la cueva del Toll (Moià, Cataluña, NE de la península Ibérica), integrada dentro del complejo kárstico de las Coves del Toll. Hasta la fecha se han recuperado un total de 216 restos de roedores, todos ellos identificados a nivel de especie, distinguiéndose 10 taxones. De los resultados biocronológicos se deduce una cronología de Pleistoceno Superior final e inicios del Holoceno (<35 ka BP), siendo el Nivel 3 pleistoceno (>13 ka BP) y el Nivel 2, posiblemente holoceno (<13 ka BP). Por otra parte, los resultados paleoclimáticos y paleoambientales evocan un bosque abierto y húmedo y un clima más frío y con mayores precipitaciones que en la actualidad. El Nivel 3 correspondería a un período más frío y húmedo, mientras que durante la deposición del Nivel 2 se experimentaría una mejora de las condiciones climáticas, aun englobándose este nivel en un período frío. El Nivel 3 podría corresponder a un momento alrededor del Último Máximo Glaciar, mientras que el Nivel 2 probablemente se asociaría al Preboreal. La comparación con yacimientos de similar cronología en el noreste de la Península Ibérica permite detectar para este período una transición en dos fases y, del contraste con los datos de la cueva de Teixoneres se observa que, tanto neandertales como humanos anatómicamente modernos habitaron este entorno en condiciones paleoambientales similares.

Palabras clave: Rodentia, Pleistoceno Superior-Holoceno, biocronología, paleoclima, paleoambiente, península Ibérica.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del presente trabajo se realiza un estudio sobre los restos de roedores hallados en el Sector Entrada, sondeo actualmente en excavación, de la cueva del Toll (Moià, provincia de Barcelona, Cataluña, NE de la península Ibérica), sometiendo a análisis un período que aparentemente aglutina ocupaciones que van desde el Paleolítico Superior hasta el Neolítico. Este trabajo tiene como objetivo genérico conocer mejor el entorno de los primeros pobladores de la cueva y la asociación en que actualmente se está trabajando mediante una reconstrucción paleoclimática y paleoambiental de la cueva del Toll

y una aproximación más acotada a la cronología de dicho sondeo del que, por el momento, no se disponen de dataciones absolutas. Los roedores, por sus requerimientos ecológicos específicos, se presentan como una herramienta muy útil tanto en las aproximaciones bioestratigráficas como en la determinación del clima y el paisaje de una determinada región.

Los objetivos específicos de este trabajo son: 1) La identificación específica de los restos de roedores presentes en la cueva del Toll y su caracterización sistemática; 2) La atribución bioestratigráfica de los niveles analizados, para facilitar la identificación del límite Pleistoceno-Holoceno que parece hallarse en el sondeo analizado; 3) Caracterizar el paleoambiente de la cueva usando las asociaciones reconocidas de roedores para obtener una reconstrucción paleoclimática y una caracterización del

<sup>1</sup> Universitat Rovira i Virgili. Av. Catalunya, 35. 43002 Tarragona, España. monica.fernandez.garcia.90@gmail.com

hábitat, y 4) Analizar la cueva del Toll en el marco de los yacimientos del noreste peninsular del Pleistoceno Superior-Holoceno que disponen de estudios de micromamíferos para determinar las implicaciones faunísticas que comporta la transición en dicho intervalo temporal en este ámbito geográfico.

## EL PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO EN CATALUÑA

*La transición del Pleistoceno Superior al Holoceno.* El Pleistoceno se extiende aproximadamente desde los 2,5 Ma hasta los 10 ka BP. En el Pleistoceno Superior, en términos generales, se distinguen los Estadios Isotópicos Marinos (MIS) 5, 4, 3 y 2. Se considera por convenio que el Pleistoceno Superior se inicia con el MIS 5e (132-116 ka BP) y se extiende hasta los 74 ka BP. Este interglaciar fue generalmente templado aunque con algunos episodios cortos de frío. Entre los 74 y 60 ka BP se estableció una tendencia general fría y seca que contó con episodios cálidos y húmedos; esta tendencia englobaría tanto el MIS 4 (71-60 ka BP), muy frío, como el MIS 3 (60-24 ka BP), en el que las temperaturas se recuperan. Hacia los 30 ka BP comenzó a nivel global la fase más aguda de la glaciación, llamada Último Máximo Glaciar (LGM), que alcanzaría su pico más alto alrededor de los 22-18 ka BP y corresponde al MIS 2 (24 – 10 ka BP) (Renault-Miskovsky, 1986; Uriarte, 2003; Arribas, 2004; Rivera, 2004; Sánchez-Goñi & d'Errico, 2005) (Tabla 1).

A partir de los 15 ka BP, en el período conocido como Tardiglaciar, ocurren tres pulsaciones térmicas sucesivas y próximas (Pre-Bölling, Bölling y Alleröd) y tres empeoramientos climáticos (Dryas I, II y III o Younger Dryas). El calentamiento definitivo se producirá durante el Postglaciar,

que se afianza aproximadamente a partir de los 10 ka BP con el inicio del Holoceno. A pesar de que el Holoceno ha sido generalmente un período más estable que el Pleistoceno, no queda exento de oscilaciones cíclicas, que permiten distinguir a nivel europeo las siguientes fases climáticas (Renault-Miskovsky, 1986; Uriarte, 2003; Arrizabalaga, 2004; Arribas, 2004; López-García, 2011):

Preboreal (10-9 ka BP), caracterizado por el inicio de un progresivo calentamiento, un retroceso de los límites de extensión del hielo y la recolonización de estas zonas por los bosques;

Boreal (9-7 ka BP), en el que se observa un rápido aumento de las temperaturas acompañado de una gran pluviosidad, pero también de importantes sequías, puesto que el clima se vuelve más irregular y dado a los extremos;

Atlántico (7-5 ka BP), cuando el deshielo alcanza su máxima expresión siendo, en consecuencia, el más cálido y húmedo de los períodos postglaciares por lo que es considerado el Óptimo Climático Holoceno;

Sub-boreal (5-2,5 ka BP), que enmarca un empeoramiento general de las condiciones climáticas, mucho más inestables e irregulares que en el período anterior y con un clima por lo general más seco; y

Sub-atlántico (2,5 ka BP-presente), bastante parecido al Atlántico, pero con una climatología más fría y húmeda.

La fauna del Pleistoceno Superior, como consecuencia de la supuesta alternancia climática, se caracteriza generalmente por una sucesión de especies asociadas al bosque y a climas cálidos que alternan con especies relacionadas con temperaturas más bajas y de entornos árticos. La adaptación a la dureza de las condiciones climáticas introduce en algunas especies modificaciones anatómicas.

Por otra parte, el Pleistoceno Superior engloba prácticamente todo el Paleolítico Medio (150-35 ka BP), conocido como la época del hombre de neandertal y momento del desarrollo de la industria musteriense (Modo 3), y el Paleolítico Superior (35-13 ka), cuando se produce la extinción de los neandertales y el máximo desarrollo de la especie *Homo sapiens*. Por otro lado, la tendencia generalmente cálida del Holoceno y el deshielo propician una rápida recolonización de los territorios antes ocupados por el hielo por parte de la fauna y la flora, que en muchas zonas habían quedado relegadas en refugios (Chaline, 1982; Carbonell, 2005; Eiroa, 2010) (Tabla 1).

*Los yacimientos del Pleistoceno Superior-Holoceno de Cataluña.* Los principales yacimientos del Pleistoceno Superior-Holoceno de Cataluña para los que se dispone de estudios sobre micromamíferos (Fig. 1) (López-García, 2011), se relacionan a continuación junto con la lista más recientemente actualizada de sus roedores.

La Cova 120 (Sales de Llierca, Garrotxa, Girona). Situada en la Alta Garrotxa, a 480 metros sobre el nivel del mar, se han diferenciado 3 niveles: el Nivel I, identificado como propio de la Edad del Bronce (datado en  $3,1 \pm 0,1$  ka BP); el Nivel II, perteneciente al Calcolítico-Bronce antiguo, con enterramientos colectivos y sin dataciones, y el Nivel III, asociado al Neolítico antiguo. La asociación de micromamíferos identificada en la Cova 120 indica un predominio de las especies asociadas a hábitats forestales, especialmente en el Nivel I (Edad del Bronce). Esta dominancia va disminu-



Fig. 1. Mapa de los yacimientos de Cataluña (NE de la península Ibérica) con estudios de micromamíferos del Pleistoceno Superior-Holoceno. En negrita, los yacimientos de cronología más cercana a los niveles 2 y 3 de la cueva del Toll (35 ka BP - inicios del Holoceno) a la cueva del Toll. Fig. 1. Location of archaeological sites in Catalonia (NE of the Iberian Peninsula) with studies on their Late Pleistocene-Holocene small-mammals. In bold, the sites with close chronology to levels 2 and 3 of the Toll Cave (35 ky BP-beginning of the Holocene).

yendo, en cronologías más recientes, en beneficio de la aparición de especies comensales como *Mus musculus* (en los Niveles II y III). Esto ha sido interpretado como un progresivo retroceso del bosque, como consecuencia de la práctica de actividades antrópicas (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985; Alcalde, 1986; Agustí *et al.*, 1987) (Tabla 2).

El Abric Romaní (Capellades, Anoia, Barcelona). Integradado dentro de la formación conocida como “la Cinglera del Capelló” en la población de Capellades, a 310 metros sobre el nivel del mar. La secuencia estratigráfica del yacimiento se extiende desde el Paleolítico Medio hasta el Paleolítico Superior. Por el momento, han sido excavados 15 niveles que van del Nivel O (58,8-56,8 ka BP) al Nivel A (datado en 38 ka BP). También se han obtenido dataciones del Nivel N (54,2 ka BP), Nivel M (54,5 ka BP), Nivel L (52,2 ka BP), Nivel K (52,3 ka BP), Nivel J (50,4 ka BP) y Nivel D (44,4 ka BP) (Bischoff *et al.*, 1988; Carbonell, 2002). En términos generales, López-García (2011) detecta que la asociación se encuentra dominada por especies de medios de bosque abierto y de ambiente húmedo, junto a cursos de agua estable. A su vez, el clima deducido parece más frío y más húmedo que el actual, pero con ciertas alteraciones. De forma más precisa, López-García (2011) ha asociado el Nivel O con el Evento de Heinrich 6 (60 ka), el Nivel N con el Interstadial 14 o 15 (54 ka), el Nivel E con el Evento de Heinrich 5 (46 ka) y el Nivel D con el Interstadial 11 (44 ka). Por otra parte, en este yacimiento se halla una de las menciones más antiguas a la aparición de *Iberomys cabrae* (Tabla 2).

La Cova de l'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany, Girona). Ubicada en el paraje de las cuevas del Reclau (Serinyà), en la cuenca lacustre de Banyoles-Besalú, a unos 200 metros sobre el nivel del mar. En este yacimiento se han distinguido 9 niveles, que se extienden del Nivel I al Nivel A, que van del Musteriense (Pleistoceno Superior) al Neolítico (Holoceno). Se han efectuado las siguientes dataciones: Nivel I (Musteriense; 39,9 ±0,9 ka BP), Nivel H (Auriñaciense; 38,5 ±1 ka BP), Nivel G (Auriñaciense; 22,5 ±0,2 ka BP), Nivel E (Gravetiense; 20,1 ±0,2 ka BP), Nivel D (Solutrense; 17,7 ±0,2 ka BP) y Nivel C (Solutrense; 17,32 ±0,2 ka BP). Los autores han observado

por lo general la predominancia de especies asociadas a espacios abiertos y la presencia de especies propias de un clima frío, con oscilaciones en determinados niveles. Concretamente el Nivel I, analizado en más detalle por López-García (2011), ilustra una temperatura más fría y húmeda que la actual y unos taxones propios de hábitats rocosos y de bosques abiertos. Por último, es destacable que en este cueva se ha documentado la primera cita de *Chionomys nivalis* y la última cita de *Microtus oeconomus* en Cataluña (Alcalde, 1986; Galobart *et al.*, 1996; Alcalde & Galobart, 2002; López-García, 2011) (Tabla 2).

La Cova de l'Avellaner (Les Planes d'Hostoles, Garrotxa, Girona). El yacimiento corresponde a una brecha abierta de una terraza travertínica en la riera de Cogolls y se encuentra a 430 metros sobre el nivel del mar. Solo se ha determinado un nivel arqueológico perteneciente al Neolítico antiguo del que no se dispone de dataciones. Según Bosch & Tarrús (1990), la asociación de micromamíferos localizada apunta hacia un ambiente húmedo y a un hábitat boscoso y de espacios abiertos, que podrían ser consecuencia de la intervención boscosa en este espacio (Tabla 2).

El Cingle Vermell (Vilanova de Sau, Osona, Barcelona). Es un yacimiento en abrigo, ubicado en el margen derecho del valle del río Ter, cerca del Vilanova de Sau, a 600 metros sobre el nivel del mar. En su interior se ha detectado un nivel de ocupación del Epipaleolítico que ha sido datado por <sup>14</sup>C en 9,76 ±0,16 ka BP (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985; Alcalde, 1986). Las especies dominantes en el nivel arqueológico del Cingle Vermell están relacionadas con espacios abiertos y boscosos (Tabla 2).

La Cova Colomera [oficialmente, “Cova de la Colomera”] (Sant Esteve de la Sarga, Pallars Jussà, Lleida). Se encuentra en el límite occidental de Cataluña, en el desfiladero de Mont-rebei en la Sierra del Montsec (Prepirineo de Lleida), a 670 metros sobre el nivel del mar. En este yacimiento se han identificado diversas ocupaciones que van de los 13-3 ka BP: un nivel del Pleistoceno Superior (CE15); tres niveles neolíticos (CE14, CE13 y CE12), los dos primeros datados en 7,06 ±0,7 ka BP y el tercero en 6,8 ±0,7 ka BP y, finalmente, dos niveles de la Edad del Bronce (EE1 y A sup.), datados en 3,96 ±0,6 ka BP y 3,49

Años BP	Fases climáticas		Períodos cronoculturales	Tecnologías	Períodos geológicos
0 - 2500	Sub-atlántico		Edad de los Metales		Holoceno
2500 - 5000	Sub-boreal				
5000 - 7000	Atlántico		Neolítico		
7000 - 9000	Postglaciar	Boreal	Mesolítico		
9000 - 10000		Preboreal			
10000 - 13000	Tardiglaciar	Younger-Dryas	Epipaleolítico	Magdaleniense / Solutrense / Gravetiense / Auriñaciense/Chatelperroniense	Pleistoceno Superior
13000 - 15000		Bölling/Alleröd	Paleolítico superior		
15000 - 35000		Paleolítico medio			
35000 - 120000	Pleniglacial				

Tabla 1. Correlación de la cronología del Pleistoceno Superior-Holoceno con las fases climáticas, los períodos cronoculturales y las tecnologías propias de cada período.

Table 1. Late Pleistocene-Holocene chronology correlation with climatic phases, chronocultural periods and technological complex for each period.

$\pm 0,5$  ka BP, respectivamente. Por lo general, se ha detectado una dominancia de taxones relacionados con medios rocosos y de bosque abierto con ambiente relativamente seco y un clima frío. Estas condiciones parecen variar con el paso al Holoceno, con un ambiente más boscoso y húmedo. El nivel CE15 estaría asociado a una fase terminal del Pleistoceno Superior relacionado con el Evento de Heinrich 1 o con el Dryas reciente. Mientras que, recientes trabajos, han identificado la Cova Colomera como un posible testimonio de un refugio interglaciar durante el Holoceno, es decir que la cueva habría actuado como refugio para especies de requerimientos fríos en un período que de forma global sería relativamente cálido (López-García *et al.*, 2010; López-García, 2011) (Tabla 2).

La Cova dels Ermitons (Sales de Llierca, Garrotxa, Girona). Cueva de origen cárstico en la orilla izquierda del río de Sant Aniol, en la Alta Garrotxa, a 370 metros sobre el nivel del mar. En este yacimiento se han establecido siete niveles: Nivel VII (estéril), Nivel VI (Paleolítico Medio), Nivel V (Paleolítico Medio), Nivel IV (Paleolítico Medio), Nivel III (Neolítico Antiguo), Nivel II (Neolítico Antiguo – Bronce Final) y Nivel I (nivel superficial removido). La única datación absoluta realizada en la cavidad se corresponde con el Nivel V y fija una antigüedad de  $36,43 \pm 0,18$  ka BP. Los autores apuntan que a pesar de la escasez de los restos de microfauna de este yacimiento, se puede observar la relación de la mayoría de los taxones con ambientes forestales (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985; Alcalde, 1986) (Tabla 2).

La Cova del Frare (Matadepera, Vallès Occidental, Barcelona). Se halla en la sierra de Sant Llorenç del Munt, en el Vallès Occidental, a 900 metros sobre el nivel del mar. El yacimiento presenta una estratigrafía arqueológica compuesta por seis niveles: Nivel 6 (Neolítico cardial;  $6,3 \pm 0,3$  ka BP), Nivel 5 (Neolítico epicardial;  $5,8 \pm 0,1$  ka BP), Nivel 4 (Edad de Bronce;  $4,4 \pm 0,1$  ka BP), Nivel 3 (Campaniforme;  $3,9 \pm 0,1$  ka BP), Nivel 2 (Bronce antiguo;  $3,5 \pm 0,09$  ka BP) y Nivel I (removido de la Edad del Hierro-Edad Medieval). De la asociación de roedores identificada Alcalde & Brunet-Lecomte (1985) y Alcalde (1986) indican una alternancia entre la dominancia de especies asociadas a bosque, presentes en los niveles más antiguos, con especies relacionadas con espacios abiertos, de los niveles más recientes. Todo ello podría explicarse por la deforestación llevada a cabo por el hombre (Tabla 2).

La Cova del Gegant (Sitges, Garraf, Barcelona). Cavidad situada en el cabo de la Punta de les Coves, entre las localidades de Sitges y Vilanova i la Geltrú. La cueva forma parte del sistema cárstico del Massís del Garraf y actualmente se encuentra parcialmente inundada por el mar. Existen un conjunto de cuatro niveles antiguos de los que actualmente se desconoce su procedencia exacta, de los cuales tan sólo los que van del Nivel III (más antiguo) al I (más reciente) contienen material arqueopaleontológico (Alcalde, 1986; López-García *et al.*, 2007). Por otro lado, las excavaciones más modernas han recuperado nuevos materiales de los siguientes niveles: Nivel V ( $55,7$  ka BP), Nivel IV ( $60$  ka BP) y Nivel III ( $49,3$  ka BP) (López-García *et al.*, 2012a). Es remarcable que la Cova del Gegant presenta restos de neandertales (una mandíbula) datada en

$52,3 \pm 2,3$  ka BP (Daura *et al.*, 2005, 2010).

La asociación de micromamíferos de los niveles de las excavaciones antiguas del Pleistoceno Superior de la Cova del Gegant se encuentra dominada por especies relacionadas con medios de bosque abierto mediterráneo, más húmedo que en la actualidad, combinado con áreas abiertas de condiciones más áridas. Los resultados climáticos indican un período frío para la secuencia analizada, que podría hallarse entre los interestadiales 22 y 18. Además, por la presencia de *Hystrix vinogradovi* y *Iberomys cabreræ*, se ha determinado una edad de entre 90-60 Ka (Alcalde, 1986; López-García *et al.* 2007) (Tabla 2). Por otra parte, de los nuevos niveles identificados, los estudios más recientes de la asociación han diferenciado dos fases ambientales. Mientras que los niveles V y IV estarían probablemente relacionados con un interestadial de los inicios del MIS 3 y muestran una presencia importante de especies de bosque y de roquedo, el Nivel III podría asociarse al inicio del Evento de Heinrich 5, debido a la observación de una reducción de la superficie de bosque en beneficio de un hábitat con más presencia de roquedo y espacios abiertos, con un clima más seco que el de los niveles anteriores y más frío que el clima actual (López-García, 2011; López-García *et al.*, 2012a) (Tabla 2).

La Balma de la Griera (Calafell, Baix Penedès, Tarragona). Se encuentra en el municipio de Calafell (Baix Penedès), a unos tres kilómetros de la actual línea de costa y a 85 metros sobre el nivel del mar. En el yacimiento, se pueden distinguir dos fases: el Nivel III identificado como Gravetiense o postsolutrense (Paleolítico Superior), datado en  $21,25 \pm 0,35$  ka BP, y el Nivel II, correspondiente a una fase epipaleolítica (Holoceno). Según Nadal (2000), la asociación de micromamíferos estudiada procede de una mezcla de material del nivel arqueológico y de las egagrópilas de aves rapaces que anidaban en la pared del abrigo que se hallaban en el nivel superficial contemporáneo. Los restos de macrofauna apuntan a un cambio de un paisaje abierto y frío a uno más boscoso y templado (Tabla 2).

La Cova de la Guineu (Torrelles de Foix, Alt Penedès, Barcelona). Ubicada en el pico de la Plana de la Pineda de la Sierra de Font Rubí (Alt Penedès), a 735 metros por encima del nivel del mar y a unos 30 kilómetros de la actual línea de costa. En la cueva se han distinguido dos niveles: el Nivel III (Epipaleolítico;  $9,8 \pm 0,8$  ka BP) y el Nivel II (Neolítico Antiguo) (Galobart *et al.*, 1991) (Tabla 2).

La Cova del Muscle (Sitges, Garraf, Barcelona). Situada en la Punta de les Coves, entre las playas de Rosés y de Les Coves, a menos de 30 metros de la Cova del Gegant. Por el momento, no se dispone de dataciones absolutas, aunque los restos de industria y fauna musteriense recuperada parecen sugerir una edad de entre 70-60 ka BP (MIS 4) (Nadal, 2000; López-García, 2011) (Tabla 2).

La Cova d'Olopte B (Bellver de Cerdanya-Isòvol, Cerdanya, Lleida-Girona). La Cova d'Olopte se halla al suroeste de la población de Olopte y se sitúa a la largo del río Duran, a 1.145 metros sobre el nivel del mar y a 35 metros sobre el nivel del lecho del río. La cavidad no dispone de dataciones absolutas, aunque Villalta (1972) relacionó la asociación de *Marmota marmota* y *Citellus major* con el Würm II (MIS 3) entre los 60-40 Ka (López-García, 2011) (Tabla 2).

	<i>Arvicola</i> sp.	<i>Arvicola sapidus</i>	<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Chionomys nivalis</i>	<i>Microtus agrestis</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	<i>M. (Terricola)</i> sp.	<i>M. (T.) duodecimcostatus</i>	<i>M. (Terricola) gerbei</i>	<i>M. oeconomus</i>	<i>Iberomys brecciensis</i>	<i>I. brecciensis-cabrerae</i>	<i>Iberomys Cabrerae</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>	<i>Pliomys lenki</i>	<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Mus musculus</i>	<i>Eliomys quercinus</i>	<i>Glis glis</i>	<i>Hystrix</i> sp.	<i>Citellus major</i>	<i>Citellus cf. superciliosus</i>	<i>Marmota marmota</i>
Cueva de Teixoneres - Nivel IIIb		X			X	X			X							X		X	X					
Cueva de Teixoneres - Nivel III		X		X	X	X	X	X	X				X			X	X		X					
Cueva de Teixoneres - Nivel IIb		X		X	X	X	X	X								X	X		X					
Cueva de Teixoneres - Nivel II					X	X											X		X					
Cova del Muscle								X	X				X				X		X		X			
Abric Romaní - Nivel O		X			X	X			X					X			X		X					
Abric Romaní - Nivel N		X							X					X			X							
Abric Romaní - Nivel L		X							X															
Abric Romaní - Nivel K		X																						
Abric Romaní - Nivel J		X				X								X			X							
Abric Romaní - Nivel I		X																						
Abric Romaní - Nivel E		X			X	X			X	X							X		X					
Abric Romaní - Nivel D		X				X			X					X			X		X					
Cova del Gegant - Nivel III*					X	X			X					X			X		X					
Cova del Gegant - Nivel II*					X				X					X			X							
Cova del Gegant - Nivel I*					X	X			X	X				X			X		X		X			
Cova del Gegant - Nivel V									X					X			X		X					
Cova del Gegant - Nivel IV																				X				
Cova del Gegant - Nivel III					X	X							X				X		X					
Cova d'Olopte B		X	X		X	X			X		X		X			X	X		X	X	X	X		X
Cova dels Xaragalls - C8						X			X					X			X		X					
Cova dels Xaragalls - C7					X									X			X		X					
Cova dels Xaragalls - C6		X		X	X	X			X				X				X		X					
Cova dels Xaragalls - C5		X				X			X								X		X					
Cova dels Xaragalls - C4					X	X			X					X			X		X					
Cova dels Xaragalls - C3					X	X			X								X		X					
Balma de la Griera (Nivell II)									X								X		X					
Cova de l'Avellaner								X									X			X				
Cova de l'Arbreda - Nivel J		X		X	X	X	X	X									X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel I		X					X	X									X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel H		X					X	X									X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel G							X	X		X							X		X	X				
Cova de l'Arbreda - Nivel F		X					X	X									X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel E		X					X	X			X						X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel D		X					X	X									X		X					
Cova de l'Arbreda - Nivel C		X					X				X						X		X					X
Cova de l'Arbreda - Nivel B		X					X										X		X					X
Cova de l'Arbreda - Nivel A		X					X	X			X		X				X		X					X
Cova d'Ermítions - Nivel V							X										X							
Cova d'Ermítions - Nivel IV																X	X		X					
Cova d'Ermítions - Nivel III							X										X		X					
Cova d'Ermítions - Nivel II-I							X	X			X						X		X					
Cova Colomera - Nivel CE15				X	X	X	X	X									X		X					
Cova Colomera - Nivel CE13-14				X	X	X			X					X			X		X					
Cova Colomera - Nivel CE12				X	X	X			X					X			X		X					
Cova Colomera - Nivel EE1				X	X	X			X					X			X		X					
Cova Colomera - Nivel A sup.									X					X			X		X					
Cova de la Guineu - Nivel III		X							X								X		X					
Cova de la Guineu - Nivel II		X							X								X		X					
Cingle Vermell		X					X	X						X	X		X		X					
Cova del Frare - Nivel 6								X						X			X		X					
Cova del Frare - Nivel 5								X						X			X		X					
Cova del Frare - Nivel 4								X						X	X		X		X	X				
Cova del Frare - Nivel 3								X						X			X		X	X				
Cova 120 - Nivel III							X	X											X					
Cova 120 - Nivel II				X			X	X						X			X	X	X	X				
Cova 120 - Nivel I		X					X							X			X	X	X	X				

Tabla 2. Especies de roedores presentes en cada uno de los yacimientos del Pleistoceno Superior-Holoceno del noreste peninsular con estudios de micromamíferos. Información de: Alcalde & Brunet-Lecompte (1985), Alcalde (1986), Nadal (2000), Alcalde & Galobart (2002), López-García *et al.* (2010), López-García (2011), y López-García *et al.* (2012a, b, c).

Table 2. Rodent species presence at each Late Pleistocene-Holocene archaeological site in the NE of the Iberian Peninsula with small-mammal studies. After Alcalde & Brunet-Lecompte (1985), Alcalde (1986), Nadal (2000), Alcalde & Galobart (2002), López-García *et al.* (2010), López-García (2011), and López-García *et al.* (2012a, b, c).

La Cova de les Teixoneres [oficialmente, “Toixoneres”] (Moià, Moianès, Barcelona). Localizada cerca del municipio de Moià, en la comarca del Bages, a unos 50 km al norte de Barcelona y a 760 metros por encima del nivel del mar. Se trata de una cavidad integrada dentro del complejo cárstico de las Coves del Toll, formado por un sistema de galerías de más de 2 km de longitud con abundantes depósitos arqueológicos de diferentes cronologías, entre los que se halla también la cueva del Toll. Por el momento, en la cueva de las Teixoneres se han identificado 15 niveles arqueopaleontológicos. Los niveles IV-I pertenecen al Pleistoceno Superior y tienen una cronología que se extiende de los 100,3 ±6,1 ka (Nivel IV) a los 14-16 ka BP (Nivel I) (Tissoux *et al.*, 2006). Los niveles II y III presentan industria musteriense y evidencias de ocupaciones neandertales. Por criterios arqueológicos, se han diferenciado los niveles IIIb, III, IIb y II (López-García *et al.*, 2012c). Los datos de la microfauna, junto a los obtenidos de otras disciplinas, indican un paisaje de bosque abierto. En lo que respecta al clima, se contrasta un clima templado y húmedo asociado al nivel III con un clima más frío y seco para el nivel II, lo que permitiría asociar el primero a algunos de los interestadiales del Pleistoceno Superior y el segundo con alguno de los Eventos de Heinrich del final del Pleistoceno. El estudio de los micromamíferos en esta cueva ha permitido, además, acotar la cronología del yacimiento de los 30-90 ka BP, situando el nivel II entre 30-60 ka BP y el nivel III entre 60-90 ka BP (López-García *et al.*, 2012c) (Tabla 2).

La Cova dels Xaragalls (Vimbodí i Poblet, Conca de Barberà, Tarragona). Es un pequeño sistema cárstico ubicado dentro del bosque de Poblet, localizado en la municipalidad de Vimbodí i Poblet (Tarragona), a 590 metros por encima del nivel del mar y en la orilla derecha del Riu Sec. En el interior de la cueva se pueden diferenciar distintos sectores: el vestíbulo correspondiente al Holoceno y donde se han hallado evidencias de enterramientos humanos y la “Sala Gran” con una secuencia pleistocena. En la Sala Gran se han establecidos dos unidades estratigráficas: la Unidad 1, compuesta de niveles que van del C1 (13,72 ±0,09 ka BP) al C4 (45,12-48,24 ka BP), y la Unidad 2, formada por los niveles C5 al C8 (el nivel C6 ha sido datado como más antiguo de 43,5 ka BP) (López-García *et al.*, 2012b). La asociación de micromamíferos de la secuencia pleistocena de la Cova dels Xaragalls muestra un paleoambiente de bosque abierto y más húmedo que en la actualidad. La secuencia evoluciona de períodos cálidos asociados a paisajes de prado abierto y seco (niveles C8 y C5) a períodos más húmedos que se corresponden a su vez con temperaturas más bajas y con una reducción del bosque (C4-C3) (López-García, 2012b) (Tabla 2).

## METODOLOGÍA

*Recogida, obtención y técnicas de estudio de las muestras de la cueva del Toll.* Los roedores empleados para la realización de éste estudio provienen de las muestras de sedimento del Sector Entrada de la Cueva del Toll. El material ha sido recuperado a lo largo de las campañas 2009, 2010 y 2011, mediante el lavado a través de dos

tamices superpuestos: el primero, del que se ha obtenido la fracción gruesa, de una luz de malla de 5 mm y el segundo, de 0,5 mm, para la fracción fina. Los restos de roedores y de otros microvertebrados han sido recuperados mediante el triado de ambas fracciones durante la excavación y, posteriormente en el laboratorio del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES).

Para la identificación y asignación de especies se han empleado las lupas binoculares Olympus SZ11 y Olympus SZ40. Las fotografías de los restos se han efectuado con un Microscopio Electrónico de Barrido de Presión Variable y Ambiental (ESEM) del Servei de Microscopia del Servei de Recursos Científics i Tècnics de la Universitat Rovira i Virgili.

Para obtener variables válidas se han realizado una serie de análisis cuantitativos y cualitativos a partir de las especies documentadas. A continuación se presentan los más importantes:

*Número de Restos (NR) y Número Mínimo de Individuos (NMI).* El NR permite conocer la cantidad de restos contabilizados para cada una de las especies identificadas, mientras que el NMI informa sobre el número absoluto de individuos de cada especie, es decir, de la estructura de las asociaciones de micromamíferos existente para cada uno de los niveles. El cálculo del NMI se realiza a partir de la contabilización del elemento esquelético más representado, teniendo en cuenta la lateralidad, si es posible. En este trabajo se muestran ambos cálculos; el NR solo se usa para indicar la cantidad de restos recuperados, mientras que el NMI se utiliza en todas las operaciones posteriores.

*Reconstrucción paleoclimática a partir de datos cuantitativos: corotipos.* Para evaluar los requerimientos climáticos de los roedores hallados en la cueva del Toll se ha realizado una clasificación de las especies identificadas en asociaciones corológicas o corotipos. Partiendo de la premisa de que las especies no están distribuidas independientemente las unas de las otras, sino que es posible distinguir patrones de distribución unitarios entre especies, pueden determinarse en Cataluña distintas asociaciones faunísticas de carácter significativo con áreas de distribución similar y con requerimientos ecológicos específicos (corotipos). Partiendo de lo formulado por López *et al.* (2006) y Sans-Fuentes & Ventura (2000), en el presente trabajo se han distinguido los siguientes (Tabla 3):

Corotipos	Especies
1	<i>Chionomys nivalis</i> - <i>Microtus (Terricola) gerbei</i> <i>Microtus arvalis</i>
2	<i>Microtus agrestis</i> - <i>Glis glis</i>
3	<i>Microtus (Terricola) duodecimcostatus</i> <i>Iberomys cabrerae</i>
4	<i>Eliomys quercinus</i> - <i>Arvicola sapidus</i> <i>Apodemus sylvaticus</i>

Tabla 3. Agrupación por corotipos de las especies de roedores halladas en la cueva del Toll.

Table 3. Chorotype classification of the rodent species from the Toll Cave.

– *Corotipo 1*: agrupa especies de requerimientos medioeuropeos que se relacionan con temperaturas bajas en verano (inferiores a 20° C), con una temperatura media anual inferior a los 10-12° C y con una precipitación anual superior a los 800 mm. Su distribución actual se sitúa en los Pirineos, en una pequeña parte al sureste de los Prepirineos y en refugios de más de 800 m por encima del nivel del mar.

– *Corotipo 2*: engloba especies medioeuropeas, que a pesar de ser de origen eurosiberiano son más tolerantes a condiciones mediterráneas, siendo el principal condicionante para esta asociación un nivel de pluviosidad relativamente elevado (precipitaciones anuales superiores a los 600 mm). Este corotipo presenta en la actualidad una distribución geográfica más amplia en Cataluña que el anterior, extendiéndose hacia territorios más meridionales y orientales.

– *Corotipo 3*: incluye especies típicamente mediterráneas. Este corotipo se registra siempre en zonas de temperaturas moderadas (temperatura anual superior a 5° C) y de condiciones húmedas (precipitaciones anuales inferiores a los 1000 mm).

– *Corotipo 4*: corresponde a especies generalistas que presentan una distribución muy amplia (*Elyomys quercinus*, *Apodemus sylvaticus*) y especies con hábitats particulares (como es el caso de *Arvicola sapidus*). Estas especies han sido incluidas en una misma asociación por no aportar mucha información a nivel climático, aunque sí a nivel ambiental.

*Reconstrucción paleoclimática a partir de datos cualitativos: Mutual Climatic Range (MCR)*. El MCR permite obtener información sobre las condiciones climáticas y el ambiente de la región en que se halla una asociación fósil, al buscar en qué regiones reside esta misma asociación de especies en la actualidad basándose en que el clima actual de dichos espacios es extrapolable al paleoclima que pudo haber existido en el área donde se han recuperado los restos (Blain, 2009; López-García, 2011).

Método habitualmente utilizado para anfibios y reptiles (Blain, 2009), López-García (2011) lo usó para especies de micromamíferos del Pleistoceno Superior, indicando que es un método útil cuando las especies empleadas tienen representantes actuales en el espacio estudiado y cuando la distribución de éstas no queda condicionada por factores ajenos al clima o el ambiente, como la presencia humana. Por esta razón de éste análisis se ha excluido la especie *Iberomys cabreræ* por tratarse de un taxón que se ha visto en recesión en muchas zonas de la península Ibérica desde el Neolítico, puesto que necesita de suelos húmedos y unas condiciones de hábitat que se han visto alteradas por la actividad humana (López-García, 2012a; Cuenca-Bescós *et al.*, 2014).

El procedimiento empleado consiste en la superposición de los mapas de distribución actual de cada una de las especies halladas en un determinado nivel, fijando las áreas geográficas de intersección, es decir, de distribución actual común. En función de las temperaturas y precipitaciones actuales de dichas regiones de intersección, conocidas mediante mapas climáticos, se pueden extrapolar las probables condiciones del clima en el momento

de deposición del nivel en cuestión. Para el presente trabajo se han utilizado los mapas climáticos establecidos por Font-Tullot (2000) y, como base para las intersecciones, los mapas de distribución específica de Palomo & Gisbert (2005). Los índices climáticos y de precipitaciones actuales de la zona de la cueva del Toll se basan en datos de Ninyerola *et al.* (2003).

*Reconstrucción paleoambiental: distribución por hábitats*. Para la obtención de datos paleoambientales, se ha empleado una modificación del método de la ponderación del hábitat formulado por Evans *et al.* (1981) y Andrews (2006). Estos autores reconocen que la mayoría de especies de mamíferos pueden ocupar rangos de hábitat variables y, por ello, establecen un método de reconstrucción de hábitats del pasado que incluye en sus resultados la totalidad de la fauna hallada, en contraposición a otros métodos que solo tienen en cuenta aquella fauna que se adscribe a un solo tipo de hábitat o que asignan a cada especie un tipo de hábitat exclusivo, como el trabajo de López-García (2011). Para ello, se distingue un número determinado de hábitats, en función de la región analizada, y a cada especie se le otorga una puntuación máxima de 1.00 que se divide en función de los hábitats preferentes de la especie, de manera que si un animal ocupa más de un tipo de hábitat se fraccionará su puntuación en concordancia con sus preferencias.

El método se presenta como doblemente válido para el presente análisis, dados los requerimientos específicos del orden de los roedores y por ser las especies analizadas, a diferencia de las de Evans *et al.* (1981), no extintas, con lo que el conocimiento de sus hábitats se basa en criterios de distribución actuales y no en extrapolaciones de género o familia. La aplicación de este método al presente estudio comporta el establecimiento de los tipos de hábitats propios de la Península Ibérica. Se han diferenciado los siguientes (Tabla 4): Prado Seco (PS), prados sometidos al cambio climático estacional; Prado Húmedo (PH), praderas perennes con pastos abundantes y suelos aptos; Bosque (B), bosques maduros incluyendo los márgenes de bosque con una cobertura de suelos moderada; Roquedo (R), áreas con un sustrato rocoso o pedregoso adecuado; y Agua (A), zonas cercanas a arroyos, lagos y lagunas.

	PS	PH	B	R	A
<i>Arvicola sapidus</i>					1
<i>Microtus arvalis</i>	0,5		0,5		
<i>Microtus agrestis</i>		0,5	0,5		
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>					
<i>Chionomys nivalis</i>				1	
<i>M. (Terricola) duodecimcostatus</i>		0,25	0,5	0,25	
<i>M. (Terricola) gerbei</i>		0,5	0,5		
<i>Iberomys cabreræ</i>		0,5	0,5		
<i>Apodemus sylvaticus</i>			1		
<i>Eliomys quercinus</i>			0,5	0,5	
<i>Glis glis</i>			1		

Tabla 4. Distribución por hábitat de las especies de roedores presentes en la cueva del Toll. PS: prado seco; PH: prado húmedo; B: bosque; R: roquedo; A: agua.

Table 4. Habitat distribution of the rodent species from the Toll Cave. PS: open dry; PH: open humid; B: woodland; R: rocky; A: water.

El hecho de que los taxones implicados sean especies que residen actualmente en la península Ibérica, ha permitido establecer la distribución de cada una de las especies de roedores en sus hábitats peninsulares. Su distribución por hábitat se ha determinado a partir de las características de hábitat propias de cada especie establecidas por Palomo & Gisbert (2005) y que se exponen en el apartado siguiente.

La nomenclatura precisa empleada respecto a la dentición de los roedores sigue a López-García (2011): 1) Arvicolinis. La nomenclatura de los arvicolinis es la propuesta por Meulen (1973) (Fig. 2A); 2) Murinos. La nomenclatura de los murinos es la utilizada por Pasquier (1974) (Fig. 2B); 3) Glíridos. La nomenclatura de los glíridos es la propuesta por Damms (1981) (Fig. 2C).

## LA CUEVA DE TOLL

La cueva del Toll forma parte del complejo cárstico conocido como "Coves del Toll", situadas al E del término municipal de Moià (comarca del Moianès), al lado del de Collsuspina (comarca de Osona), unos 50 km al norte de Barcelona; geológicamente, el complejo cárstico se desarrolla en los materiales sedimentarios de la Depresión Central Catalana (Fig. 1). La altura del conjunto respecto al nivel del mar es de unos 760 metros, mientras que sus coordenadas son 41° 48' 25" de latitud N y 2° 09' 02" de longitud E. Las cavidades se localizan en las terrazas fluviales que ha ido excavando el Torrente Mal en calizas neógenas, conformando un conjunto integrado por tres cavidades (la cueva de Teixoneres, la cueva del Toll y la Cova Morta) y una sima (l'Avenc del Bassot), situadas alrededor del actual torrente. De estas son dos los yacimientos de mayor relevancia arqueológica y los que actualmente se hallan en excavación, ubicados a escasos

metros uno del otro: la cueva del Toll y la cueva de Teixoneres (Gómez, 2001; Rosell *et al.*, 2009).

La cueva del Toll, objeto de este trabajo, constituye la principal formación cárstica del conjunto. El origen de su formación se relaciona con el río subterráneo que atraviesa esta cueva en las épocas de lluvia y que habría ido excavando y disolviendo los terrenos calizos aprovechando sus fracturas, formando una circulación subterránea con salida al Torrente Mal. El río subterráneo probablemente existía ya hace unos 1,8 millones de años, aunque la erosión de las rocas superficiales se inició durante el Mioceno (23-5,3 Ma). Las cuevas se sitúan en la Formación Tossa (Alonso *et al.*, 1976), caracterizada por las "Calizas de Collsuspina", predominantes en la zona. De color gris oscuro, compactas, mal estratificadas y afectadas por dos sistemas de diaclasas verticales orientadas principalmente de N a S y de E a O son, además, ricas en fósiles marinos tales como bivalvos, corales y foraminíferos (Gómez, 2001).

El complejo cárstico, que sigue la misma dirección que las diaclasas, está formado por dos galerías (Sur y Este) en forma de "L" y alcanza un total de 1148 m de profundidad, con un recorrido visitable de 158 m. Actualmente, la entrada principal de la cavidad se sitúa en la Galería Sur, a través de la cual se accede a un conducto rectilíneo con una anchura máxima de 3-4 m y con una longitud de unos 108 m. En este punto converge con la Galería Este (50 m), a través de la cual aún hoy día circula un riachuelo. Desde el punto de vista arqueo-paleontológico, la Galería Sur es la que presenta mayor interés. Antes de su descubrimiento, esta galería, de unos 9 m de altura, estaba rellena de sedimentos procedentes de diversos orígenes; aún hoy estos conductos conservan vestigios laterales que en algunos puntos testimonian dicha colmatación (Rosell, 2007; Rosell *et al.*, 2009).

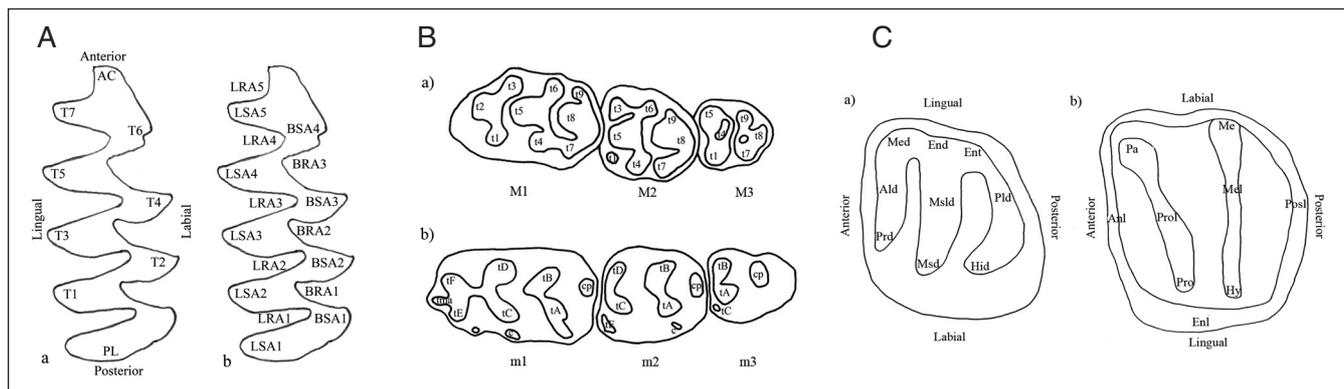


Fig. 2. A. m1 derecho de *Iberomys* en vista oclusal: a) AC, cúspide anterior; PL, lóbulo posterior; T, triángulo; b) BRA, ángulo entrante bucal; BSA, ángulo saliente bucal; LRA, ángulo entrante lingual; LSA, ángulo saliente lingual. B. a) serie dentaria superior derecha de *Apodemus*: t1-t9 tubérculos; de los cuales, t5, protocono; t6, paracono; t8, pseudohipocono o hipocono; t9, metacono; b) serie dentaria inferior izquierda de *Apodemus*: c, tubérculos accesorios labiales; cp, tubérculo accesorio posterior; tma, tubérculo medio anterior; tF, tubérculo principal antero-interno; tE, tubérculo principal antero-externo; tD, metaconido; tC, protocónido; tB, entocónido; tA, hipocónido. C. a) m3 izquierdo de *Eliomys*: Ald, anterolofido; End, endolofido; Ent, entocónido; Hid, hipocónido; Med, metaconido; Msd, mesocónido; Mslid, mesolofido; Pld, posterolofido; Prd, protocónido; b) m2 izquierdo de *Eliomys*: Anl, anteroloflo; Enl, endoloflo; Hy, hipocono; Me, metacono; Mel, metaloflo; Pa, paracono; Pro, protocono; Posl, posteroloflo; Prol, protoloflo. Figuras de López-García (2011).

Fig. 2. A. Right m1 of *Iberomys* in occlusal view: a) AC, anterior cap; PL, posterior lobe; T, triangle; b) BRA, buccal re-entrant angle; BSA, buccal salient angle; LRA, lingual re-entrant angle; LSA, lingual salient angle. B. a) Right maxilla of *Apodemus*: t1-t9 cusps; t5, protoconid; t6, paraconid; t8, pseudohypoconid or hypoconid; t9, metaconid; b) Right mandible of *Apodemus*: c, accessory labial cuspid; cp, accessory posterior cuspid or terminal heel; tma, antero-central cusp; tF, antero-labial cusp; tE, anterolabial cuspid; tD, metaconid; tC, protoconid; tB, entoconid; tA, hypoconid. C. a) Left m3 of *Eliomys*: Ald, anterolophid; End, endolophid; Ent, entoconid; Hid, hypoconid; Med, metaconid; Msd, mesoconid; Mslid, centrolophid; Pld, posterolophid; Prd, protoconid; b) Left M2 of *Eliomys*: Anl, anterolophid; Enl, endolophid; Hy, hypoconid; Me, metaconid; Mel, metalophid; Pa, paraconid; Pro, protoconid; Posl, posterolophid; Prol, protolophid. Figures from López-García (2011).

#### *Antecedentes del actual proyecto de investigación.*

Entre 1954 y 1960 se desarrollaron las primeras excavaciones sistemáticas de la cueva, a cargo de J. de C. Serra Ràfols, J. M. Thomas y J. F. de Villalta. Se centraron en la limpieza del vestíbulo de la Galería Sur y la realización de una trinchera a lo largo de la cueva y diversos sondeos (Gómez, 2001). La fauna recuperada de estas excavaciones se encuentra actualmente en el Museu de Geologia de Barcelona-MCNB; los micromamíferos encontrados fueron inventariados por López-García *et al.* (2007), hallándose las siguientes especies de roedores: *Microtus arvalis* y *Microtus (Terricola) gerbei*.

Entre 1977 y 1978 se efectuarían nuevas excavaciones promovidas por l'Institut de Prehistòria i Arqueologia de la Diputació de Barcelona, junto a un grupo de investigación prehistórica del CNRS de Toulouse (Francia). El proyecto se concentró en la excavación de distintas catas en la Galería Sur, que se paralizarían a la altura de las capas cuaternarias, alcanzando el nivel de la actual trinchera. Estas permitieron establecer una cronología relativa de las diferentes ocupaciones humanas desde el Neolítico antiguo hasta el Bronce final, cuando el hombre dejaría de adentrarse en la cavidad por el taponamiento de la entrada (Hopf, 1971; Guilaine *et al.*, 1981, 1982).

En 2003 se retomaron de nuevo los trabajos en las Caves del Toll con el inicio del actual proyecto de investigación conjunto de la Universitat Rovira i Virgili (URV), la Universitat de Barcelona (UB) y, posteriormente, del Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES). El proyecto engloba tanto la cueva de Teixonerres como la cueva del Toll.

#### *Localización y estratigrafía de las muestras estudiadas.*

Desde el año 2004, se han realizado nuevos sondeos con el objetivo de restablecer la estratigrafía y recuperar nuevos materiales. Los trabajos realizados hasta el momento se han centrado en tres sectores de la Galería Sur (Rosell, 2007; Morales & Rodríguez-Hidalgo, 2010) (Fig.4A):

– *Limpieza de la Cala C (antigua Cala D).* El sedimento recuperado de esta cala procede de una remoción subsecuente a las inundaciones de los años '80 que contienen tanto fauna claramente pleistocena como especies domésticas propias del Holoceno. También se ha recuperado un resto de *Homo sapiens* y un resto de industria ósea. Se han hallado abundantes restos, pero la descontextualización impide establecer interpretaciones destacables.

– *Excavación del Testigo M-N/34-35 (Niveles 6 y 7, según la nomenclatura asignada por J. Guilaine).* Este sondeo corresponde a la primera intervención del proyecto sobre niveles *in situ* y fue excavado con el objetivo de describir la transición estratigráfica entre los paquetes holocenos y la secuencia pleistocena. El material recuperado es escaso debido a la pequeña superficie excavada y la poca potencia de los sedimentos, solo alcanzando el Nivel 6. Se ha determinado una estratigrafía poco fiable con una mezcla de materiales holocenos y pleistocenos.

– *Excavación del Sector Entrada (P-Q/15-17).* Se trata de un testigo lateral, situado junto a la Cala C, cuya excavación empezó en 2008. Los restos de roedores estudiados en este trabajo pertenecen a este sector.

*El Sector Entrada.* Constituye uno de los pocos ámbitos donde se puede observar la sucesión estratigráfica desde el techo de la cavidad. La secuencia estratigráfica establecida hasta el momento se compone de 4 niveles, algunos con subniveles. *A priori*, puede diferenciarse una serie holocena (niveles 1 y 2) seguida de varios paquetes pleistocenos (niveles 3 y 4) (Morales & Rodríguez-Hidalgo, 2010), que se describen a continuación (Fig. 4B y 4C).

El Nivel 1 corresponde a un paquete de arcillas y arenas delimitado por una costra de desecación en su techo y una costra carbonatada discontinua en la base. La presencia de clastos es muy escasa y muestra una potencia máxima de 35 cm. El nivel colmata la cavidad hasta prácticamente alcanzar el techo en este tramo. A nivel arqueológico, se caracteriza por la presencia de cerámicas lisas informes, lo que no permite asignar una cronología relativa. También se han hallado en este nivel dos piezas de industria: un fragmento informe de sílex y un hacha de piedra pulida hecha en metaconglomerado. Por otra parte, se han recuperado 65 restos de macromamíferos y mesomamíferos asignados a 6 grupos taxonómicos (*Meles meles*, *Vulpes vulpes*, *Bos/Bison* sp., *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Ovis aries/Capra aegagrus hircus* y *Oryctolagus cuniculus*); en algunos restos se han detectado marcas de mordedura de carnívoros de pequeño tamaño y 3 restos muestran marcas de actividad antrópica.

El Nivel 2 ha sido subdividido en los subniveles 2a, 2b y 2c. El subnivel 2b se corresponde con una estructura negativa excavada en sedimentos holocenos, pero que litológicamente no se corresponde con el 2 (2a y 2c); es decir, ha sido denominado 2b porque arqueo-estratigráficamente se encuentra allí situado (entre 2a y 2c), pero en realidad pertenece a una época posterior. Su nomenclatura está actualmente en revisión. El subnivel se compone de un sedimento arenoso con un componente orgánico destacable y con una potencia máxima de 35 cm. A nivel paleontológico, se han contabilizado 48 restos faunísticos atribuidos a *Bos/Bison* sp., *Equus ferus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Ovis/Capra*, *Ursus* sp., *Vulpes vulpes*, *Meles meles* y *Oryctolagus cuniculus*, siendo los conejos y los ovi-cápridos los grupos más abundantes. Se han localizado marcas de corte, termoalteraciones y marcas de mordeduras sobre algunos de estos restos. El material arqueológico recuperado corresponde a un conjunto de 26 materiales cerámicos pertenecientes al Neolítico antiguo Cardial para los que se ha fijado una cronología relativa de 5.500-4.900 BP, identificando el subnivel como un testigo de la primera fase de ocupación neolítica de la cueva.

Paralelamente, el Nivel 2 (subniveles 2a y 2c) está compuesto principalmente por arcillas, gravas y arenas. El primero corresponde posiblemente a un episodio erosivo con aportación de gravas milimétricas y muestra una potencia máxima de 15 cm. El subnivel 2c tiene una composición muy similar a la del Nivel 1, incorporando una acumulación de clastos centimétricos alineados horizontalmente e inclinados hacia el sur de la cueva, con aspecto más carbonatado en su base y con una potencia de 20-25 cm. El Nivel 2 carece de una clara atribución cronológica, puesto que se trata de un nivel arqueológicamente estéril y que ha proporcionado escasos restos faunísticos de poco valor informativo. Concretamente, se han hallado 5 restos óseos

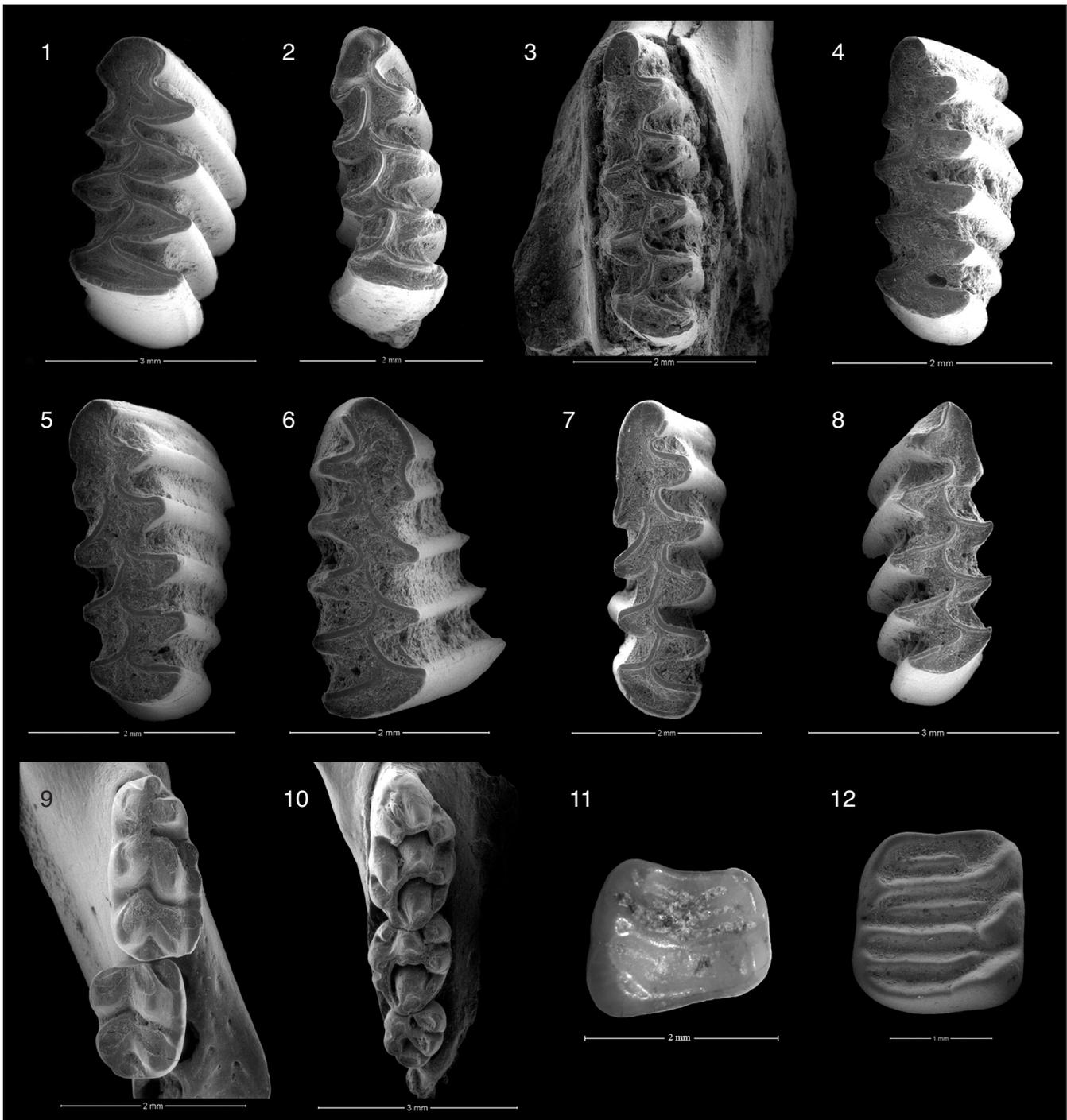


Fig. 3. Dientes de roedores de los niveles 2 y 3 de la cueva del Toll en vista oclusal. 1. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N4/Q13/190-200/1) de *Arvicola sapidus* del nivel 4 de la cueva del Toll; 2. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N3/Q18/75-85/10) de *Chionomys nivalis* del nivel 3 de la cueva del Toll; 3. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/6) de *Microtus arvalis* del nivel 3 de la cueva del Toll; 4. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N3/Q6/80-90/13) de *Microtus agrestis* del nivel 3 de la cueva del Toll; 5. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N2/P16/50-60/12) de *M. (Terricola) duodecimcostatus* del nivel 2 de la cueva del Toll; 6. m1 derecho (IPHES, TOLL10/N2/P16/50-60/8) de *M. (Terricola) duodecimcostatus* del nivel 2 de la cueva del Toll; 7. m1 izquierdo (IPHES, TOLL10/N2/50-60/55) de *M. (Terricola) gerbei* del nivel 2 de la cueva del Toll; 8. m1 derecho (IPHES, TOLL10/N2/Q16/70-80/9) de *Iberomys cabreare* del nivel 2 de la cueva del Toll; 9. Mandíbula derecha con m1 y m2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/31) de *Apodemus sylvaticus* del nivel 2 de la cueva del Toll; 10. Maxilar derecho con M1-M3 (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/9) de *Apodemus sylvaticus* del nivel 3 de la cueva del Toll; 11. m2 derecho (IPHES, TOLL10/N3/P-Q14/180-190/1) de *Eliomys quercinus* del nivel 3 de la cueva del Toll; 12. m1 derecho (IPHES, TOLL10/N3/P10/240-250/1) de *Glis glis* del nivel 3 de la cueva del Toll. Escalas: 1, 8, 10, 3 mm; 2-7, 9, 11, 2 mm; 12, 1 mm.

Fig. 3. Molars of the rodents identified in the Toll Cave levels 2, 3 and 4 in occlusal view: 1. *Arvicola sapidus* from level 4, left m1 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/190-200/1); 2. *Chionomys nivalis* from level 3, left m1 (IPHES, TOLL10/N3/Q18/75-85/10); 3. *Microtus arvalis* from level 3, left m1 (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/6); 4. *Microtus agrestis* from level 3, right 1 (IPHES, TOLL10/N3/Q6/80-90/13); 5. *M. (Terricola) duodecimcostatus* from level 2, left m1 (IPHES, TOLL10/N2/P16/50-60/12); 6. *M. (Terricola) duodecimcostatus* from level 2, right m1 (IPHES, TOLL10/N2/P16/50-60/8); 7. *M. (Terricola) gerbei* from level 2, left m1 (IPHES, TOLL10/N2/50-60/55); right 8. *M. (Iberomys) cabreare* from level 2, m1 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/70-80/9); 9. *Apodemus sylvaticus* from level 2, right mandible with m1 and m2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/31); 10. *Apodemus sylvaticus* from level 3, right maxilla with M1-M3 (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/9); 11. *Eliomys quercinus* from level 3, right m2 (IPHES, TOLL10/N3/P-Q14/180-190/1); 12. *Glis glis* from level 3, right m1 (IPHES, TOLL10/N3/P10/240-250/1). Scale bars: 1, 8, 10, 3 mm; 2-7, 9, 11, 2 mm; 12, 1 mm.

de los que tan sólo 2 han podido ser determinados a nivel anatómico y taxonómico (un fragmento de tibia de *Bos/Bison* con mordeduras y un fragmento de metatarso perteneciente a *Vulpes vulpes*). A pesar de ello, los niveles 1 y 2, presentan cierta coherencia en cuanto a la composición taxonómica, ya que todos los restos se corresponden con especies presentes en el Holoceno regional.

Finalmente, los Niveles 3 y 4 presentan una composición similar, combinando arcillas carbonatadas y laminadas, propias del encharcamiento de la cueva, con arcillas rojizas muy compactas. Se han hallado restos relativamente abundantes de fauna fundamentalmente salvaje y aspecto pleistoceno (*Equus ferus*, *Cervus elaphus*, *Ovis/Capra*, *Ursus sp.*, *Vulpes vulpes*, *Meles meles* y *Oryctolagus cuniculus*), coprolitos (algunos atribuidos a *Crocota crocuta*) y pequeños carbones. El conjunto ha sido identificado como perteneciente al Pleistoceno Superior e interpretado como el resultado de un cubil de hibernación de osos, especialmente intenso en el Nivel 4, dada la abundancia de restos de *Ursus spelaeus* y las características tafonómicas del conjunto, donde también sería importante la actividad de carnívoros como hienas y lobos. La presencia antrópica también se ve reflejada por la detección de marcas de corte y por una herramienta lítica hallada en el Nivel 3 (Morales & Rodríguez-Hidalgo, 2010; Rodríguez-Hidalgo *et al.*, 2011).

Los restos de roedores empleados para la realización de este estudio provienen de las muestras de sedimento del sondeo expuesto; concretamente, de los niveles 2 (subniveles 2a y 2c), 3 y 4. No se han incluido en el trabajo ni el nivel 1 –removido y claramente holoceno– ni tampoco el subnivel 2b, ya definido como una estructura negativa excavada en sedimentos holocenos que litológicamente no se corresponde con el Nivel 2.

## TAXONOMIA PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

La nomenclatura seguida para la clasificación taxonómica de cada una de las especies que a continuación se

presenta ha sido extraída de Wilson & Reeder (2005), confirmando y añadiendo el género y el subgénero para los micrótinos según los estudios genéticos de Jaarola *et al.* (2004), junto a los trabajos paleontológicos de Chaline (1972), Brunet-Lecomte & Chaline (1990) y Cuenca-Bescós *et al.* (2014).

Clase MAMMALIA Linnaeus, 1758  
Orden RODENTIA Bowdich, 1821  
Suborden MYOMORPHA Brandt, 1855  
Superfamilia MUROIDEA Illiger, 1811  
Familia CRICETIDAE J. Fischer, 1817  
Subfamilia ARVICOLINAE Gray, 1821  
*Arvicola* Lacépède, 1799  
*Arvicola sapidus* Miller, 1908

Fig. 3.1

**Material.** Dos primeros molares inferiores (m1) del Nivel 4 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/170-180/4; TOLL10/N4/Q13/190-200/1).

**Descripción y discusión.** En la cueva del Toll se han hallado dos molares que destacan por un tamaño muy superior al del resto de los molares de arvicolinos. Se trata en ambos casos del primer molar inferior (m1). Los dos m1 identificados están formados por 5 triángulos: tres triángulos cerrados en la parte posterior (T1, T2 y T3) y el complejo anterocónido formado por dos triángulos abiertos (T4 y T5) y la cúspide anterior (AC). El T4 y el T5 no se disponen en paralelo y el T5 en la parte lingual forma con la cúspide anterior un ángulo agudo que se inclina hacia el borde interno. Además, se detecta en ambos dientes un esmalte por lo general más grueso en la parte distal de los triángulos, de tipo *Mimomys*, que en el género *Microtus* y por una morfología redondeada de los ángulos salientes de los triángulos. Todos estos caracteres son los que permiten adscribir estos dos restos a la especie *Arvicola sapidus*. A su vez, se descarta su pertenencia a la especie *Arvicola terrestris* porque esta especie presenta una cúspide ante-

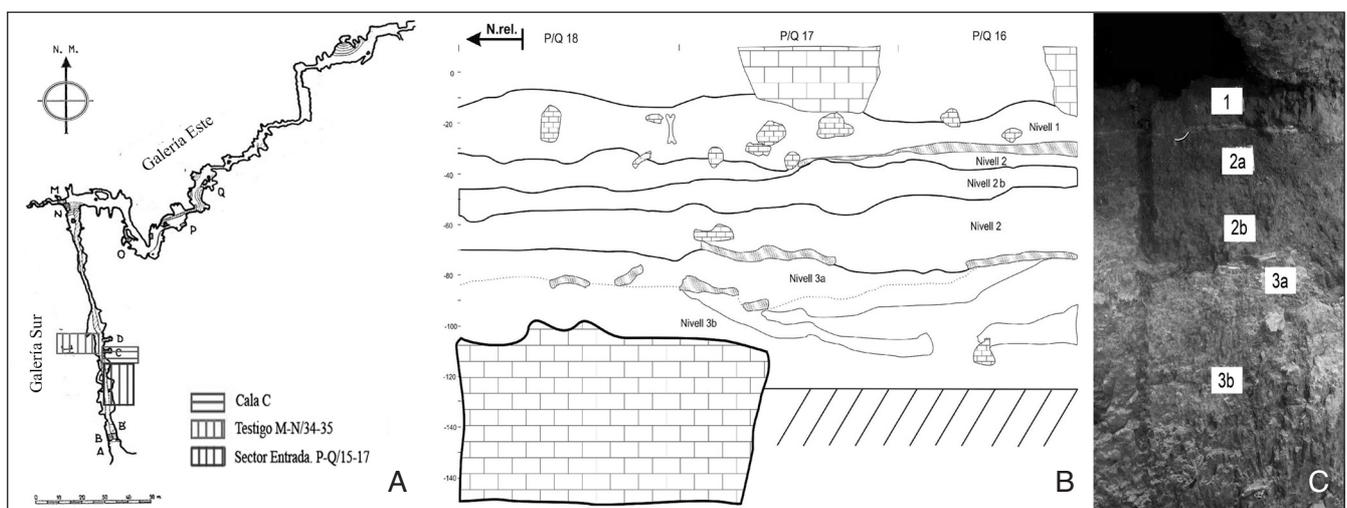


Fig. 4. Cueva del Toll: A, planta indicando los sectores actualmente en excavación; B, estratigrafía del Sector Entrada; C, fotografía de este último. Planta y estratigrafía modificadas de Morales & Rodríguez-Hidalgo (2010).

Fig. 4. Toll Cave: A, plan of the three sectors currently under excavation; B, Sector Entrada stratigraphic sequence; C, picture of the latter. Plan and stratigraphy modified from Morales & Rodríguez-Hidalgo (2010).

rior mucho más redondeada que la presentada por los citados restos y un esmalte, tipo *Microtus*, es decir, generalmente más grueso en la parte mesial de los triángulos (Gosálbez, 1987b; Blanco, 1998; López-García, 2011).

**Hábitat y distribución.** La rata de agua (*A. sapidus*) es un roedor semiacuático siempre ligado a cursos o masas de agua estable con abundante vegetación herbácea en sus márgenes; preferentemente se presenta en márgenes de cursos de agua de caudal lento con orillas arcillosas o con suelos excavables, como arroyos y acequias. También en charcas, lagunas y marismas. Ocasionalmente, se puede encontrar ocupando prados húmedos, charcas secas o zonas ligeramente turbosas. Ha sido detectada desde las tierras bajas próximas al mar hasta los 2300 m de altitud. La rata de agua se distribuye de forma continua por toda Catalunya, por toda la Península Ibérica y por gran parte de Francia (Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005; MacDonald & Barrett, 2008).

***Chionomys* Miller, 1908**

***Chionomys nivalis* (Martins, 1842)**

Fig. 3.2

**Material.** Dos m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/2; TOLL10/N3/Q18/75-85/10) y un m1 del Nivel 4 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/170-180/7).

**Descripción y discusión.** La especie *Chionomys nivalis* presenta un m1 muy característico formado por 5 triángulos cerrados (T1-T5), siendo el quinto ligeramente más abierto comunicando con la cúspide anterior (AC). Ésta tiene forma de seta o de flecha asimétrica con el lado de la parte labial inclinado hacia la parte posterior del diente. Esta es la mayor especie de topillo de tipo *Microtus* de la península Ibérica (Gosálbez, 1987b; Blanco, 1998; Louarn & Quéré, 2003; López-García, 2011).

**Hábitat y distribución.** El topillo nival (*C. nivalis*) habita en laderas de montaña o en claros de bosque, siempre en áreas donde el suelo está cubierto de piedras estables con escaso recubrimiento herbáceo. De esta forma coloniza pedrizas de montaña, los refugios alpinos y los muros de prados subalpinos. Actualmente, las poblaciones de esta especie han quedado reducidas a pequeños núcleos en biotopos concretos de regiones montañosas de altitudes elevadas. Se encuentra preferentemente entre los 800 y los 2600 m. En Cataluña, su distribución se concentra en el Alto Pirineo y en las zonas más septentrionales del Prepirineo (Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005; López *et al.*, 2006; MacDonald & Barrett, 2008).

***Microtus* Schrank, 1798**

***Microtus arvalis* (Pallas, 1778) /**

***Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761)**

Figs. 3.3-4

**Material.** *Microtus arvalis*: un m1 del Nivel 2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/17) y trece m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/P15/90-100/1 y 3; TOLL10/N3/Q6/80-90/14; TOLL10/N3/Q15/80-90/3, 5, 6, 7 y 8; TOLL10/N3/Q15/90-100/11; TOLL10/N3/Q6/19-84/1 y 9; TOLL10/N3/Q18/75-85/3 y 7). *Microtus agrestis*: tres m1

del Nivel 2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/48; TOLL10/N2/Q16/70-80/5y10) y catorce m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/Q6/80-90/13 y 16; TOLL10/N3/Q15/80-90/1; TOLL10/N3/Q15/100-110/1; TOLL10/N3/Q15/110-120/1; TOLL10/N3/Q16/79-84/2, 3, 7 y 8; TOLL10/N3/Q16/75-85/1, 4, 5 y 6). *Microtus arvalis-agrestis*: cuatro m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/P15/90-100/1; TOLL10/N3/Q6/80-90/3; TOLL10/N3/Q16/79-84/4 y 5; TOLL10/N3/Q18/75-85/8) y un m1 del Nivel 4 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/170-180/5).

**Descripción y discusión.** Los ejemplares de la cueva del Toll aquí englobados se distinguen del resto por presentar un m1 con 7 triángulos y por tener los triángulos T4-T5 cerrados, lo cual es propio del género *Microtus*. Los m1 de las especies *M. arvalis* y *M. agrestis* muestran entre ellos un gran parecido, pero hay algunos caracteres que han permitido distinguir buena parte de los restos. Por una parte, los m1 de *M. arvalis* se caracterizan por una disposición más simétrica de los triángulos, por mostrar en paralelo el T6 y el T7 y por la forma más redondeada de la cúspide anterior (AC). La confluencia del T6 y el T7 es la causante de que sus los ángulos entrantes LRA4 y BRA4 se dispongan en paralelo y de que la AC sea más redondeada que la de *M. agrestis*. Por otro lado, *M. agrestis* tiende a mostrar mayor asimetría (los triángulos de la parte lingual son normalmente más anchos que los de la parte labial) y la alternancia de los ángulos entrantes de los triángulos T4-T5 y T6-T7. A su vez, presenta una AC más angulosa, apuntada y formando un saliente hacia la parte lingual, como consecuencia de que el ángulo que une la AC con el T6 se inclina hacia la parte posterior del diente provocando que T6 y T7 no sean tan confluyentes (Chaline, 1972; Gosálbez, 1987b; Blanco, 1998; López-García, 2006; 2011). Por lo general, la detección de los respectivos caracteres expuestos ha permitido la distinción de los m1 de *M. arvalis* y los de *M. agrestis*. Pero, en ocasiones, especialmente cuando se trata de individuos juveniles, resulta muy difícil determinar la pertenencia a una u otra especie; por este motivo aquellos restos hallados en la cueva del Toll que no presentaban caracteres diagnósticos suficientes se han asignado a la categoría *Microtus arvalis-agrestis*.

**Hábitat y distribución.** El topillo campesino (*M. arvalis*) es una especie más generalista que *M. agrestis*. Acostumbra a hallarse en hábitats abiertos de clima supramediterráneo y, por lo general, en zonas con suelos no demasiado húmedos y sin vegetación alta como pastizales, prados y praderas juncuales. Evita los bosques cerrados, ocupando preferentemente prados alpinos y subalpinos. La distribución altitudinal de la especie se sitúa entre los 500 y los 2200 m. En la península Ibérica su distribución se limita los sistemas montañosos de la mitad norte, hallándose en Cataluña principalmente en el alto Pirineo y en norte del Prepirineo, sin llegar a alcanzar nunca la franja mediterránea (Gosálbez, 1987a, b; Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005; MacDonald & Barrett, 2008).

El topillo agreste (*M. agrestis*) reside en ambientes frescos y necesita herbazal alto y denso, con preferencia por el que crece en lugares húmedos. Es frecuente en zonas

de montaña y bosque y también en praderas, herbazales, márgenes de arroyos, juncales, espinares o brezales. Puede alcanzar hasta los 1900 m de altitud. Actualmente, presenta una distribución norteña, desde Lisboa hasta el litoral catalán. En Cataluña, es destacable su presencia en el Alto Pirineo, en el Prepirineo, en la región de la Tramuntana y en la mitad oriental del Altiplano Central (Gosálbez, 1987a, b; Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005; MacDonald & Barrett, 2008).

*Microtus (Terricola)* (Niethammer & Krapp, 1978)

*Microtus (Terricola) duodecimcostatus*

(de Séllys-Longchamps, 1839);

*Microtus (Terricola) gerbei* (de Séllys-Longchamps, 1847)

Figs. 3.5-7

**Material.** *M. (Terricola) duodecimcostatus*: ciento seis m1 del Nivel 2 (IPHES, TOLL10/N2/P16/50-60/1, 2, 3 y 4, TOLL10/N2/Q16/50-60/1-3, 5-16, 18-22, 25-30, 32-47, 49-54, 56-66; TOLL10/N2/Q16/65-75/1-6; TOLL10/N2/Q16/70-80/1-7, 11-14, 16, 17, 19, 23-28; TOLL10/N2/Q17/40-50/1-4; TOLL10/N2/Q17/60-70/1 y 2; TOLL10/N2/Q18/45-50/3-14); treinta y seis m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/Q6/80-90/1-12, 15, 17-19, 22-25; TOLL10/N3/Q14/180-190/1; TOLL10/N3/Q15/90-100/10; TOLL10/N3/Q16/85-95/1-6, 8-10; TOLL10/N3/Q17/75-85/1 y 2; TOLL10/N3/Q18/75-85/2, 9, 11; TOLL10/N3/Q18/100-120/1 y un m1 de Nivel 4 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/170-180/6). *M. (Terricola) gerbei*: dos m1 del Nivel 2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/70-80/18; TOLL10/N2/Q16/50-60/55).

**Descripción y discusión.** El material asociado con el subgénero *Terricola* de la cueva del Toll muestra unos m1 formados por 7 triángulos, siendo los tres triángulos anteriores (T1-T3) cerrados, el cuarto (T4) y el quinto (T5) completamente confluyentes formando lo que se denomina "rombo pitimiano" y el T6 y el T7 están ampliamente conectados y abiertos hacia la cúspide anterior. Es la disposición del T4-T5 es lo que caracteriza morfológicamente al subgénero *Terricola*, que agrupa las especies de pequeño tamaño de los denominados topillos. Por otra parte, la diferenciación entre *M. (T.) duodecimcostatus* y *M. (T.) gerbei* es complicada, pero se ha podido establecer. En la primera especie se detecta una disposición casi simétrica y paralela también del T6 y el T7, formándose un segundo "rombo pitimiano". Además, el T6 es abierto y poco inclinado. Mientras que para *M. (T.) gerbei*, T4-T5 y, especialmente, T6-T7 no se presentan tan paralelos ni simétricos y los triángulos de la parte labial T4 y, especialmente, T6 se inclinan claramente hacia la parte posterior del diente (Gosálbez, 1987b; Purroy & Varela, 2005; López-García, 2006, 2011). Tomando en cuenta las características descritas propias de cada especie se han podido identificar los restos enumerados de la cueva del Toll entre las dos especies.

**Hábitat y distribución.** El topillo mediterráneo (*M. (T.) duodecimcostatus*) es propio de medios abiertos, tanto en lugares cultivados como en campos abandonados, eriales con abundante pajonal, prados, dehesas arboladas y bordes de marismas y navas. Su presencia está condicionada por la existencia de suelos estables, húmedos, fáciles de

excavar y con abundante cobertura herbácea. Ocupa altitudes desde el nivel del mar hasta los 3000 m. Presenta requerimientos plenamente mediterráneos. Ocupa toda la Península Ibérica a excepción de un gran sector noroccidental; en Cataluña está ampliamente distribuida, ausente únicamente en el Alto Pirineo (Purroy & Varela, 2005; López *et al.*, 2006; Palomo & Gisbert, 2005).

*M. (T.) gerbei* o el topillo pirenaico es una especie forestal propia de los márgenes de bosque de alta montaña con prados de siega o subalpinos. No es una especie limitada por la altitud, ya que se puede hallar desde el nivel del mar hasta los 2000 m, sino más bien por factores climáticos: acostumbra a habitar lugares lluviosos (más de 1000 mm anuales). Por ello, nunca se adentra en zonas mediterráneas. En la actualidad se localiza en una estrecha banda septentrional que va desde Cantabria hasta el valle de Aran. En Cataluña su localización se limita a la zona del Alto Pirineo (Vigo, 2002; Purroy & Varela, 2005).

*Iberomys* Chaline, 1972

*Iberomys cabreræ* Thomas, 1906

Fig. 3.8

**Material.** Cuatro m1 del Nivel 2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/4; TOLL10/N2/Q16/70-80/8, 9 y 15) y dos m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/Q16/79-84/3; TOLL10/N3/Q16/85-95/3).

**Descripción y discusión.** Los siete molares recuperados de la cueva del Toll y asociados a la especie *Iberomys cabreræ* presentan un m1 de gran tamaño y anchura. Estos molares constan de 7 triángulos, estando los cinco posteriores cerrados, no siendo el T4 y T5 confluyentes y presentándose completamente cerrados. Estos m1 muestran, por lo general, una clara asimetría entre los triángulos de la parte labial, más estrechos, y los de la parte lingual, más anchos. Lo más característico, aun así, es que el T6 está poco desarrollado y tiende hacia la parte posterior, otorgando a la AC una forma triangular o de punta de flecha. Además el ángulo saliente del T6 (BSA4) está formado por dos pequeños lóbulos que crean un pequeño entrante, dándole una forma cuadrangular, y el ángulo saliente del T7 (LSA5) largo y estrecho (Blanco, 1998; López-García, 2011). Las características morfológicas citadas se encuentran en los especímenes analizados de la cueva del Toll. Cabe decir que el linaje del género *Iberomys* tiene un solo representante actual: el topillo de Cabrera, *Iberomys cabreræ*.

**Hábitat y distribución.** El topillo de Cabrera *Iberomys cabreræ* es una especie endémica de la península Ibérica. Habita zonas climáticas estrictamente mediterráneas, evitando climas eurosiberianos. Esta especie precisa de una cobertura herbácea que se mantenga verde todo el año, por lo que se establece en áreas con el nivel freático elevado: comunidades vegetales de juncales, gramíneas perennes y, en menor medida, carrizales y vegetación nitrófila de cuneta. Muestra preferencia por zonas vecinales a acequias y arroyos. Su rango altitudinal se extiende entre los 250 y los 1500 m. Esta especie, actualmente, no reside en Cataluña. En la península

Ibérica presenta una distribución fragmentada, causada por la presión antrópica, en el Sistema Central, las Sierras Béticas y el Sistema Ibérico y un pequeño núcleo reliquia en el Prepirineo aragonés (Blanco, 1998; Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005).

Subfamilia MURINAE Illiger, 1811

*Apodemus* Kaup, 1829

*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)

Figs. 3.9-10

**Material.** Un m1 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/70-80/19), un m2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/23), dos M1 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/24; TOLL10/N2/Q16/70-80/21), un M2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/70-80/20), una mandíbula con m1 y m2 (IPHES, TOLL10/N2/Q16/50-60/31) y un maxilar sin dientes (IPHES, TOLL10/N2/ Q18/45-50/15) del Nivel 2; un m1 (IPHES, TOLL10/N3/ P15/110-120/1), una mandíbula con m1 y m2 (IPHES, TOLL10/N3/Q15/80-90/4) y dos maxilares, ambos con M1-M3 (IPHES, TOLL10/N3/ Q15/80-90/9; TOLL10/N3/ Q6/80-90/21) del Nivel 3 y dos M1 (IPHES, TOLL10/N4/ Q13/170-180/1 y 3) y un M2 (IPHES, TOLL10/N4/Q13/ 170-180/2) del Nivel 4.

**Descripción y discusión.** Los restos hallados en la cueva del Toll atribuidos a la especie *Apodemus sylvaticus* presentan tanto en los molares superiores como inferiores distintas filas de tubérculos separadas por surcos estrechos y profundos, lo que es propio del género *Apodemus*. Los molares superiores presentan entre 3 y 4 raíces. El primer molar superior (M1) es grande y muestra tres filas de tubérculos bien diferenciadas mientras que los molares posteriores (M2 y M3) son más pequeños y van perdiendo tubérculos. Por otra parte, de los molares inferiores, el primero (m1) es el que presenta mayor interés a nivel diagnóstico. Éste tiene seis cúspides principales, las cuales en la parte mesial confluyen en una "X", dos o tres cúspides secundarias (c) en la parte labial, un tubérculo mesial (tma) y la cúspide posterior (cp) baja, redondeada y bien desarrollada. En este género podemos distinguir dos especies de ratones: *Apodemus sylvaticus* y *Apodemus flavicollis*. La distinción entre ambas no es compleja y podemos afirmar que los molares hallados en la cueva del Toll pertenecen a *A. sylvaticus* y no a *A. flavicollis* porque mientras el primero presenta el t4 y el t7 unidos en el M1 y el t9 desarrollado en el M2, *A. flavicollis* muestra el t4 y el t7 separados y un t9 sin desarrollar (Gosàlbez, 1987b; Blanco, 1998; Louarn & Quéré, 2003; López-García, 2011).

**Hábitat y distribución.** Donde no coincide con *Apodemus flavicollis*, el ratón de campo (*A. sylvaticus*) es un roedor muy adaptable, capaz de habitar desde bosques de todo tipo a matorrales, cultivos, praderas de hierba alta, pastizales, dunas, brezales, tierras de labor, márgenes de piedra y toda clase de linderos. Ocupa preferentemente zonas con buena cobertura arbustiva o arbórea, aunque en zonas de masa boscosa homogénea prefiere las áreas marginales. Ocupa un rango altitudinal que se extiende desde el nivel del mar hasta los 2000 m. El ratón de campo se distribuye de forma continua por toda Cataluña, a excepción del Delta del Ebro, y generalmente por toda la Península Ibérica (Blanco, 1998; Palomo & Gisbert, 2005).

Suborden SCIUROMORPHA Brandt, 1855  
Familia GLIRIDAE Muirhead in Brewster, 1819

Subfamilia LEITHIINAE Lydekker, 1895

*Eliomys* Wagner, 1840

*Eliomys quercinus* (Linnaeus, 1766)

Fig. 3.11

**Material.** Dos m2 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/P-Q14/180-190/1 y 2).

**Descripción y discusión.** El único representante actual en la Península Ibérica del género *Eliomys* es *Eliomys quercinus*. En la cueva del Toll únicamente se han identificado dos m2 pertenecientes a esta especie, las cuales aunque aparentemente pueden presentar cierto parecido con el género *Glis* de su misma familia, como se podrá apreciar a continuación presentan características que los pueden distinguir. En oposición a la especie *Glis glis*, se puede observar como la superficie oclusal de los molares hallados es muy cóncava y presenta dos cúspides principales prominentes en los molares centrales superiores y tres en los inferiores. Los crestas, también llamadas lofos, que unen dichas cúspides en sentido labio-lingual son más grandes pero menos complejas que las de *Glis glis*. Además, por lo general, los dientes de *Eliomys* son más pequeños que los del género *Glis*. En lo que atañe a la mandíbula, esta especie constituye la única del orden de los roedores que presenta una ventana en la parte posterior, aunque cabe decir que en la cueva del Toll no se ha hallado ninguna mandíbula completa (Daams, 1981; Gosàlbez, 1987b; Blanco, 1998; López-García, 2011).

**Hábitat y distribución.** El lirón careto (*E. quercinus*) es una especie generalista, capaz de vivir en numerosos hábitats terrestres y arbóreos. Son frecuentes en zonas pedregosas, aunque es una especie también típica en áreas de matorral denso y de diferentes tipos de bosque (encinares, alcornocales, pinares y bosques caducifolios). Es posible hallarla próxima a viviendas rurales, en tejados o muros de piedra entre cultivos. Radica en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2000 m. Se encuentra en casi toda Europa y se extiende por toda Cataluña, exceptuando el Delta del Ebro y siendo más abundante en el Pirineo que a nivel del mar (Gosàlbez, 1987a; Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005).

Subfamilia GLIRINAE Muirhead, 1819

*Glis* Brisson, 1762

*Glis glis* (Linnaeus, 1766)

Fig. 3.12

**Material.** Un m1 del Nivel 3 (IPHES, TOLL10/N3/P10/240-250/1).

**Descripción y discusión.** *Glis glis* es el mayor de los lirones europeos. La morfología descrita para esta especie ha sido detectada exclusivamente en un m1 del Nivel 3 de la cueva del Toll. Este molar se puede diferenciar de los asociados a *Eliomys quercinus*, ya que en *Glis glis* la superficie de todos sus molares es ligeramente cóncava (aunque prácticamente plana si la comparamos con *Eliomys*) y los molares centrales tienen cinco o seis cúspides poco eleva-

das unidas por crestas transversales o lófos más complejas que las del anterior género, que se dirigen de la parte labial a la lingual. En los molares inferiores, las crestas se giran hacia la parte mesial y en los superiores, hacia la parte distal. Además, los molares de *Glis glis* siempre presentará un mayor tamaño que los de *Elyomys quercinus* (Gosálbez, 1987a, b; Blanco, 1998; López-García, 2011).

**Hábitat y distribución.** El lirón gris (*Glis glis*) vive fundamentalmente en bosques caducifolios maduros y húmedos, principalmente de roble y haya, pero también castañares, avellanares y manchas de bosque mixto. Ocupa también las zonas de rocas, cuevas y cabañas ubicadas dentro del bosque. Menos común en prados y huertas. Se halla en altitudes de los 50 a los 2000 m. En la península Ibérica, ocupa la franja formada por los Pirineos, Sistema Ibérico, Sierra de la Demanda y Sistema Cantábrico hasta Galicia y Portugal. En Cataluña, sólo se halla en Cataluña Norte y en la parte central y septentrional del Principado (Palomo & Gisbert, 2005; Purroy & Varela, 2005; MacDonald & Barrett, 2008).

## ESTUDIO PALEOECOLÓGICO

Los resultados del estudio de los roedores de la cueva del Toll mediante los diferentes estudios cuantitativos y cualitativos previamente enunciados se exponen de forma detallada para cada uno de los niveles, de más antiguo a más reciente (4, 3 y 2), presentándose finalmente los resultados conjuntos de los tres niveles.

**Nivel 4.** Constituye el nivel de cronología más antigua y, por ello, el menos excavado. En este estudio solo se han contabilizado 8 restos (NR = 8), estimados en un NMI de 6 (Tabla 7). Los roedores identificados son 5: *Arvicola sapidus*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Chionomys nivalis*, *Microtus (Terricola) duodecimcostatus* y *Apodemus sylvaticus*. El número de restos es demasiado bajo como para tener en cuenta sus resultados en las presentes interpretaciones.

**Nivel 3.** Se ha identificado un total de 84 restos, estimándose un NMI de 41 (Tabla 5). Se han distinguido 8 especies de roedores: *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *Chionomys nivalis*, *M. (T.) duodecimcostatus*, *Iberomys cabrerae*, *Apodemus sylvaticus*, *Eliomys quercinus* y *Glis glis*. *M. (T.) duodecimcostatus* es la especie dominante en este nivel con una representación de un NR de 36, un NMI de 19 y un porcentaje del 46,34%. Aun y así, tenemos que reparar en la destacada presencia de otras dos especies, *Microtus arvalis* y *Microtus agrestis*, con un porcentaje del 17% cada una.

La distribución por corotipos de las especies identificadas muestra el corotipo 3 o las especies mediterráneas como el grupo mayoritario (51 %), relacionado con la alta presencia de *M. (T.) duodecimcostatus*. Son también destacables los corotipos de especies medioeuropeas: corotipo 1 (20 %) y corotipo 2 (21 %), que se relacionan principalmente con los restos de *Microtus arvalis*, *Chionomys nivalis* y *Microtus agrestis* (Fig. 5B).

Por otra parte, la intersección de las especies de este nivel sitúa la actual asociación únicamente en dos puntos del noreste peninsular; uno situado en el norte de la pro-

vincia de Huesca y otro en el noroeste de Girona, ambos en los Pirineos. Por lo general se observa un clima más frío y más húmedo que el actual, lo que se corresponde con la detectada presencia de especies de requerimientos medioeuropeos. En comparación con los actuales datos climáticos de Moia, observamos que la TMA calculada para este nivel es entre 2-3° C inferior a la actual (TMA<sub>Moià</sub> = 11-12° C), experimentándose esta bajada de temperaturas también en la TMC y la TMF en proporción similar (TMC<sub>Moià</sub> = 20-21° C y TMF<sub>Moià</sub> = 3-4° C). A su vez, las precipitaciones estimadas para este nivel son sustancialmente superiores a las calculadas en la actualidad, llegando a duplicar el nivel de PMA y a incrementarse en más de 100 mm la PMC y la PMF (PMC<sub>Moià</sub> = 30-40 mm y PMF<sub>Moià</sub> = 30-40 mm) (Fig. 5A).

De la reconstrucción de los tipos de hábitat, puede asociarse a este nivel una representación abundante del bosque (51 %), junto a un nivel elevado de praderas (32 %), siendo especialmente importante la presencia de praderas húmedas (23 %), y de zonas de roquedo (17%) (Fig. 5C).

**Nivel 2.** Este nivel ha aportado un total de 124 restos, que representan un NMI de 71 y entre los que se han distinguido 6 especies de roedores: *Microtus arvalis*, *Microtus agrestis*, *M. (T.) duodecimcostatus*, *M. (Terricola) gerbei*, *Iberomys cabrerae* y *Apodemus sylvaticus* (Tabla 6). La especie *M. (T.) duodecimcostatus* es completamente preponderante, superando la representación mostrada en

	NR	NMI	%
<i>Microtus arvalis</i>	13	7	17,07
<i>Microtus agrestis</i>	14	7	17,07
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	4	2	4,88
<i>Chionomys nivalis</i>	2	1	2,44
<i>M. (Terricola) duodecimcostatus</i>	36	19	46,34
<i>Iberomys cabrerae</i>	2	1	2,44
<i>Apodemus sylvaticus</i>	10	1	2,44
<i>Eliomys quercinus</i>	2	2	4,88
<i>Glis glis</i>	1	1	2,44
TOTAL	84	41	100

Tabla 5. Roedores del nivel 3 de la cueva del Toll. Número de restos (NR), número mínimo de individuos (NMI) y porcentaje (%), respecto al NMI, de cada taxón sobre el total de la muestra.

Table 5. Rodents from level 3 of the Toll Cave. Number of identified specimens (NR), minimum number of individuals (NMI) and percentage (%) of the MNI for each taxon on the sample total.

	NR	NMI	%
<i>Microtus arvalis</i>	1	1	1,41
<i>Microtus agrestis</i>	3	2	2,82
<i>M. (Terricola) duodecimcostatus</i>	106	61	85,92
<i>M. (Terricola) gerbei</i>	2	2	2,82
<i>Iberomys cabrerae</i>	4	3	4,23
<i>Apodemus sylvaticus</i>	8	2	2,82
TOTAL	124	71	100

Tabla 6. Roedores del nivel 2 de la cueva del Toll. Número de restos (NR), número mínimo de individuos (NMI) y porcentaje (%), respecto al NMI, de cada taxón sobre el total de la muestra.

Table 6. Rodents from level 2 of the Toll Cave. Number of identified specimens (NR), minimum number of individuals (NMI) and percentage (%) of the MNI for each taxon on the sample total.

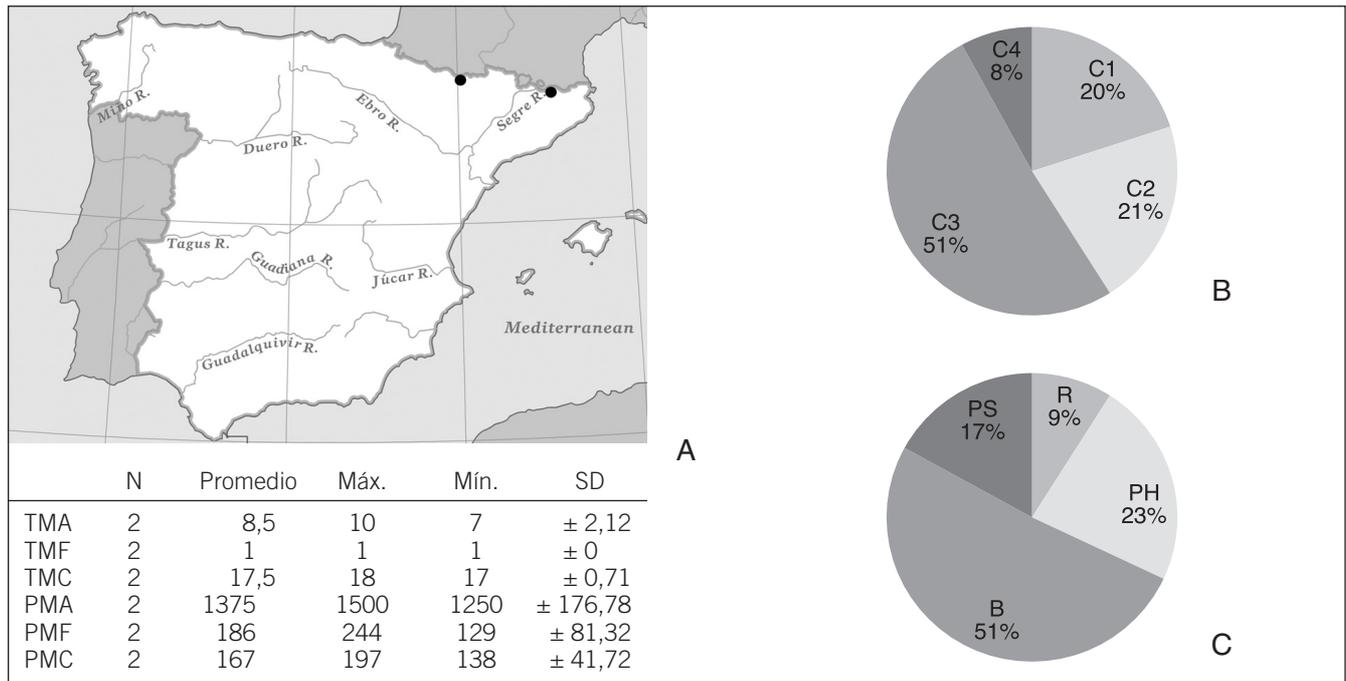


Fig. 5. A, mapa de la península Ibérica indicando la distribución actual de las especies identificadas en el nivel 3 de la cueva del Toll y tabla de temperaturas y precipitaciones obtenidas de la intersección. Abreviaturas: N, número de puntos obtenidos de la intersección; Promedio, media de los valores obtenidos; Máx, máximo de los valores obtenidos; Mín, mínimo de los valores obtenidos; SD, desviación estándar; TMA, temperatura media anual; TMC, temperatura media del mes más cálido; TMF, temperatura media del mes más frío; PMA, precipitación media del mes más frío; PMC, precipitación media del mes más cálido. Datos de temperatura en grados centígrados (°C). Datos de precipitación en milímetros (mm). B, Distribución por corotipos: C1, corotipo 1; C2, corotipo 2; C3, corotipo 3; C4, corotipo 4. C, Distribución por hábitats: PS, prado seco; PH, prado húmedo; B, bosque; R, roquedo; A, agua.

Fig. 5. A, Iberian Peninsula map with the current distribution of the identified species from level 3 of the Toll Cave and a table with temperatures and precipitation data obtained from the intersection. Abbreviations: N, number of points obtained from the intersection; Promedio, mean of the values obtained; Máx, maximum value; Mín, minimum value; SD, standard deviation; TMA: mean annual temperature; TMC: mean temperature of warmest month; TMF: mean temperature of coldest month; PMA: mean annual precipitation; PMF: mean precipitation of winter months; PMC: mean precipitation of summer months. Temperatures in Celsius degrees (°C) and precipitations in millimetres (mm). B, Chorotype distribution: C1, chorotype 1; C2, chorotype 2; C3, chorotype 3; C4, chorotype 4. C, Habitat distribution: PS, open dry; PH, open humid; B, woodland; R, rocky; A, water.

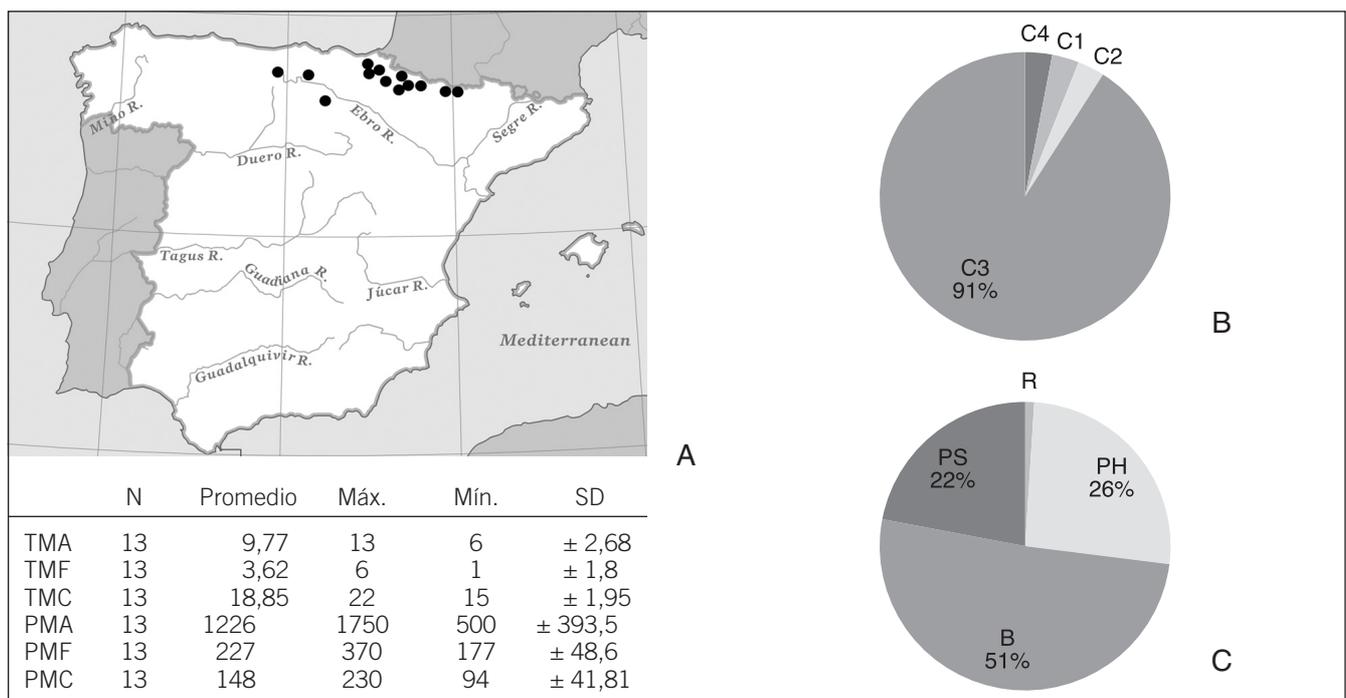


Fig. 6. A, mapa de la península Ibérica indicando la distribución actual de las especies identificadas en el nivel 2 de la cueva del Toll y tabla de temperaturas y precipitaciones obtenidas de la intersección. Abreviaturas como en la Fig. 5.

Fig. 6. A, Map of the Iberian Peninsula with the current distribution of the identified species from level 2 of the Toll Cave and a table with temperatures and precipitation data obtained from the intersection; B, C, and abbreviations as in Fig. 5.

	Nivel 2			Nivel 3			Nivel 4		
	NR	NMI	%	NR	NMI	%	NR	NMI	%
<i>Arvicola sapidus</i>	–	–	–	–	–	–	2	1	16,67
<i>Microtus arvalis</i>	1	1	1,41	13	7	17,07	–	–	–
<i>Microtus agrestis</i>	3	2	2,82	14	7	17,07	–	–	–
<i>Microtus arvalis - agrestis</i>	–	–	–	4	2	4,88	1	1	16,67
<i>Chionomys nivalis</i>	–	–	–	2	1	2,44	1	1	16,67
<i>M. (Terricola) duodecimcostatus</i>	106	61	85,92	36	19	46,37	1	1	16,67
<i>M. (Terricola) gerbei</i>	2	2	2,82	–	–	–	–	–	–
<i>Iberomys cabrerae</i>	4	3	4,23	2	1	2,44	–	–	–
<i>Apodemus sylvaticus</i>	8	2	2,82	10	1	2,44	3	2	33,33
<i>Eliomys quercinus</i>	–	–	–	2	2	4,88	–	–	–
<i>Glis glis</i>	–	–	–	1	1	2,44	–	–	–
TOTAL	124	71	100	84	41	100	8	6	100

Tabla 7. Roedores del conjunto de niveles analizados de la cueva del Toll. Número de restos (NR), número mínimo de individuos (NMI) y porcentaje (%), respecto al NMI, de cada taxón sobre el total de la muestra.

Table 7. Rodents from levels 2 to 4 of the Toll Cave. Number of identified specimens (NR), minimum number of individuals (NMI) and percentage (%) of the MNI for each taxon on the sample total.

	Datos actuales en Moia	Nivel 3					Nivel 2				
		N	Promedio	Máx.	Mín.	SD	N	Promedio	Máx.	Mín.	SD
TMA	11-12	2	8,5	10	7	± 2,12	13	9,77	13	6	± 2,68
TMF	3-4	2	1	1	1	± 0	13	3,62	6	1	± 1,80
TMC	20-21	2	17,5	18	17	± 0,71	13	18,85	22	15	± 1,95
PMA	650-700	2	1375	1500	1250	176,78	13	1226	1750	500	± 393,5
PMF	30-40	2	186	244	129	± 81,32	13	227	370	177	± 48,6
PMC	30-40	2	167	197	138	± 41,72	13	148	230	94	± 41,81

Tabla 8. Datos climáticos actuales de Moia (Ninyerola *et al.*, 2003) y datos obtenidos a través del MCR para los niveles 3 y 2 de la cueva del Toll. Abreviaturas como en la Fig. 5.

Table 8. Present climatic data from Moia (Ninyerola *et al.*, 2003) and data obtained by the MCR method for levels 3 and 2 of the Toll Cave. Abbreviations as in Fig. 5.

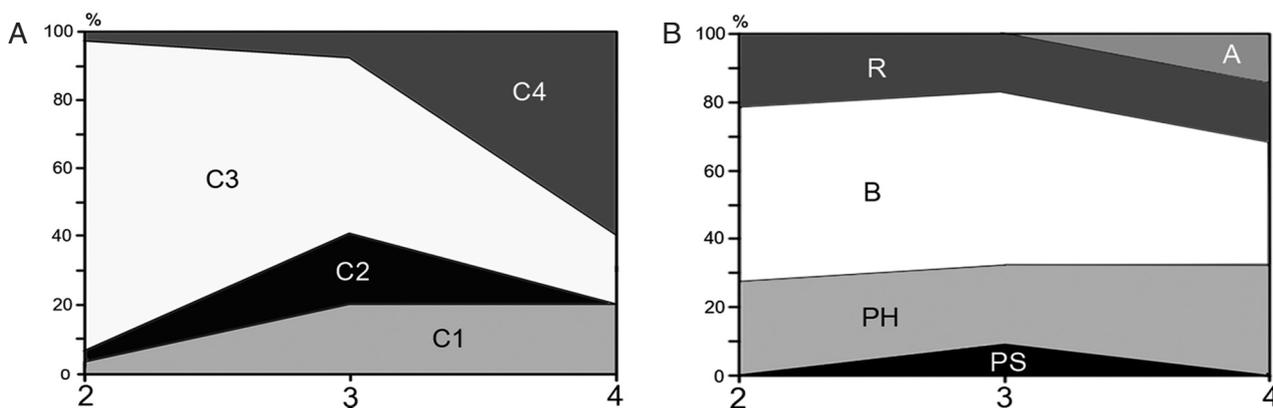


Fig. 7. Distribución por corotipos (A) y hábitats (B) de los niveles 2 a 4 de la cueva del Toll. Abreviaturas como en la Fig. 5.

el Nivel 3, con un NR de 106, un NMI de 61 y un porcentaje de más del 85 % sobre el total de la muestra, frente al resto de especies que presentan un NR y un NMI muy bajo, con una representación variable de entre el 1 % y el 5 %.

En lo que atañe a los datos climáticos, de las asociaciones corológicas representadas se deduce un predominio rotundo de las especies mediterráneas (corotipo 3), puesto que las dos especies mejor representadas son *M. (T.) duodecimcostatus* y *Iberomys cabrerae*, especies típicamente

mediterráneas asociadas a zonas de temperaturas moderadas y niveles de humedad elevados. Se observa un detrimento de los corotipos 1 y 2, por una reducción de las especies de requerimientos medioeuropeos como *Microtus arvalis*, *Chionomys nivalis* y *Microtus agrestis* (Fig. 6B).

Por otra parte, el método MCR ha permitido fijar que la asociación de roedores hallada en el Nivel 2 reside en la actualidad al norte de la península Ibérica, en regiones propias del Pirineo y Prepireneo, siendo especialmente

destacable en el norte del País Vasco. Nuevamente puede asociarse este nivel a la existencia de temperaturas bajas, junto a un nivel de precipitaciones alto. Se ha deducido que la TMA es aproximadamente unos 2° C más fría que la actual. También la TMC es 2° C más baja que en la actualidad, mientras que la TMF del presente nivel es la misma que la media actual. Las precipitaciones obtenidas para este nivel son muy superiores a las registradas en la actualidad, duplicando la PMA actual y superando en casi 200 mm la PMC actual y en más de 100 mm la PMF actual. De todo ello, se concluye un clima más frío y significativamente más húmedo para el Nivel 2 en relación a la presente climatología (Fig. 6A).

La distribución por hábitats muestra un claro predominio de las superficies de bosque (51 %), junto a una presencia bastante importante de praderas húmedas (26 %) y áreas rocosas (22 %) (Fig. 6C). La preponderancia del bosque, junto a la alta representación de los otros dos ambientes, es consecuencia directa del dominio de la especie *M. (T.) duodecimcostatus*.

**Síntesis interpretativa.** Agrupando los niveles objeto de estudio, y dejando al margen el Nivel 4 por la escasez de restos, podemos observar diferencias entre ellos. En primer lugar, tanto en el Nivel 3 como en el 2, la especie dominante es *M. (T.) duodecimcostatus*. Precisando que en el Nivel 2 su representación es claramente preponderante (85%) y que, si bien en el Nivel 3 su dominio es evidente (46,34%), *Microtus arvalis* y *M. agrestis* tienen una representación (17,07%, cada una) destacable (Tabla 7).

Este cambio cuantitativo en la composición de las faunas, se traduce en cambios en el paleoambiente y el paleoclima de la zona que si bien permiten afirmar de forma global una alta presencia de especies mediterráneas (corotipo 3) en ambos niveles (+ 50 %), muestran un incremento de las especies mediterráneas con el paso del Nivel 3 al Nivel 2, en detrimento de las especies medioeuropeas, hecho constatado por la desaparición de *C. nivalis*, la reducción de la representación de *M. agrestis* y *M. arvalis* y la ya citada preponderancia de *M. (T.) duodecimcostatus* (Fig. 7A).

Asimismo, el método de reconstrucción climática, permite detectar en los niveles estudiados unas temperaturas más frías que las actualmente definidas para la zona de Moià, siendo en el Nivel 3 donde se alcanzan las temperaturas más bajas. Se comprueba, a su vez, que el ambiente asociado a estos niveles es destacadamente más húmedo que en la actualidad. La temperatura estimada oscila entre 2 y 3° C por debajo de la actual para el Nivel 3 y entre 1 y 2° C por debajo para el Nivel 2. Paralelamente, las PMA de ambos niveles duplican la media actual, siendo la del Nivel 3 más de 700 mm superior y la del Nivel 2 más de 600 mm superior. Por lo tanto, el Nivel 2 estaría asociado a un momento menos frío y húmedo que el Nivel 3, pero a su vez con temperaturas más bajas y mayor nivel de pluviosidad que en la actualidad (Tabla 8).

Finalmente, en relación al tipo de hábitat, se detecta para los niveles estudiados una clara predominancia del bosque, posiblemente abierto y húmedo, en vista de la abundancia de especies (*M. agrestis*, *M. (T.) duodecimcostatus* y *A. sylvaticus*) con dichos requerimientos (Fig. 7B).

## DISCUSIÓN

**Bioestratigrafía y biocronología.** De los taxones identificados en la cueva del Toll, los que presentan mayor importancia desde un punto de vista biocronológico, por su aparición a lo largo del Pleistoceno Superior, son *Iberomys cabreræ*, *Chionomys nivalis* y *Glis glis*.

*Iberomys cabreræ* es en la actualidad una especie endémica de la península Ibérica que actualmente no reside en Cataluña, como consecuencia de la deforestación que ha llevado consigo la antropización y que ha conllevado la desaparición de los suelos húmedos, indispensables para la pervivencia de esta especie (López-García *et al.*, 2012a). Esta especie es la sucesora de la especie fósil del Pleistoceno medio, *Iberomys brecciansis* (Chaline, 1972) y se documenta por primera vez durante el Pleistoceno Superior en el yacimiento del Camino (Pinilla del Valle, Madrid), alrededor de los 98 ka BP (Arsuaga *et al.*, 2010). Hasta el momento la mención más antigua de esta especie en Cataluña, basándonos en dataciones absolutas, se halla en el Nivel O del Abric Romaní que consta de una cronología de entre 58,8-56,8 ka BP. Este taxón ha sido documentado en la mayoría de los yacimientos del Pleistoceno Superior en Cataluña a partir de los 60 ka BP y se extiende prácticamente durante todo el Holoceno (López-García, 2011).

Por otro lado, *Chionomys nivalis* es una especie que aparece en la Península Ibérica durante el Pleistoceno Superior, encontrándose su primera mención en el yacimiento de Camino (Pinilla del Valle, Madrid) a los 98 ka BP (Arsuaga *et al.*, 2010). Este taxón presenta en la península Ibérica una amplia distribución durante buena parte del Pleistoceno Superior, mientras que en la actualidad ha quedado relictos a pequeños núcleos poblacionales aislados, reduciéndose en Cataluña al Pirineo y al Prepirineo (Palomo & Gisbert, 2005). En Catalunya de los yacimientos estudiados sólo hay cinco yacimientos en los que se ha documentado (Cova 120, Cova de l'Arbreda, Cova Colomera, cueva de Teixonerres y Cova dels Xaragalls) y se sitúa prin-

	Cueva de Teixonerres		Cueva Toll	
	Nivel III	Nivel II	Nivel 3	Nivel 2
<i>Arvicola sapidus</i>	X	X		
<i>Microtus arvalis</i>	X	X	X	X
<i>Microtus agrestis</i>	X	X	X	X
<i>M. arvalis-agrestis</i>	X	X	X	
<i>Pliomys lenki</i>	X	X		
<i>Chionomys nivalis</i>	X	X	X	
<i>Iberomys cabreræ</i>	X		X	X
<i>M. (T.) duodecimcostatus</i>	X	X	X	X
<i>M. (Terricola) gerbei</i>	X			X
<i>Apodemus sylvaticus</i>	X	X	X	X
<i>Eliomys quercinus</i>	X	X	X	
<i>Hystrix</i> sp.	X			
<i>Glis glis</i>			X	

Tabla 9. Tabla comparativa de los taxones hallados en los niveles II y III de la cueva de Teixonerres y en los niveles 2 y 3 de la cueva del Toll. Datos de Teixonerres extraídos de López-García *et al.* (2012c).

Tabla 9. Comparison of the documented taxa from levels II and III of the Teixonerres Cave and levels 2 and 3 of the Toll Cave. Teixonerres Cave data from López-García *et al.* (2012c).



*Paleoambiente y paleoclima.* Partiendo de los resultados obtenidos, se observa con el paso del Nivel 3 al Nivel 2 una disminución de las especies medioeuropeas y medioeuropeas tolerantes a condiciones mediterráneas en beneficio de las especies mediterráneas (Fig. 9). Este cambio en la asociación se traduce en una reducción de taxones como *M. agrestis* y *M. arvalis* y en la desaparición de *C. nivalis* en beneficio de *M. (T.) duodecimcostatus*, especie que domina completamente el conjunto recuperado en el Nivel 2. Estos datos plasman una evolución de condiciones frías por la abundancia de especies medioeuropeas en el Nivel 3 a un clima más temperado en el Nivel 2, por la reducción de dichas especies y por el incremento de *M. (T.) duodecimcostatus*. Los datos obtenidos por el MCR han permitido confirmar estas hipótesis y han detectado en los niveles estudiados unas temperaturas más frías que las actualmente registradas en la zona de Moilà, siendo en el Nivel 3 donde se alcanzan las temperaturas más bajas (entre 2 y 3° C por debajo de las actuales) (Ninyerola *et al.*, 2003), y un ambiente destacadamente más húmedo que en la actualidad.

Por lo tanto, el Nivel 2 estaría asociado a un momento menos frío y menos húmedo respecto al Nivel 3, pero a su vez con temperaturas más bajas y mayor nivel de pluviosidad que en la actualidad. La presencia de *M.*

(*Terricola*) *gerbei*, asociado a requerimientos subalpinos (López-García, 2011), en el Nivel 2 puede indicar que también encontramos relictos propios de pulsaciones más frías en este nivel. Con lo cual por lo general nos hallamos en un nivel más benigno que el del Nivel 3, pero igualmente frío. El Nivel 2, en consecuencia, podría corresponder a una de las primeras fases del Holoceno (una fase fría, pero de condiciones mejores que las del Pleistoceno) o una de las últimas fases del Pleistoceno en las que ya se detecta una mejora climática, a pesar de ser aun fría.

Por otra parte, la presencia de *Chionomys nivalis* en el Nivel 3 y su ausencia en el Nivel 2 es significativa. *Chionomys nivalis* es abundante durante el Pleistoceno Superior, como en el Nivel 3, cuando habría experimentado una gran expansión por el aumento de paisajes de estepas abiertas y áridas que los períodos glaciales habrían propiciado. A su vez, a partir de los 13 ka BP, la mejora climática favorecía una recuperación y expansión de los bosques y la reducción de los hábitats abiertos a las cumbres de las montañas, lo que supondría la fragmentación del área de distribución de *Chionomys nivalis*, quedando relegado a los núcleos de poblaciones puntuales y aislados que hoy en día conocemos (Arribas, 2004; Pérez-Aranda, 2009). Por lo tanto, en cronologías más recientes (holocenas o próximas al Holoceno), como sucedería en

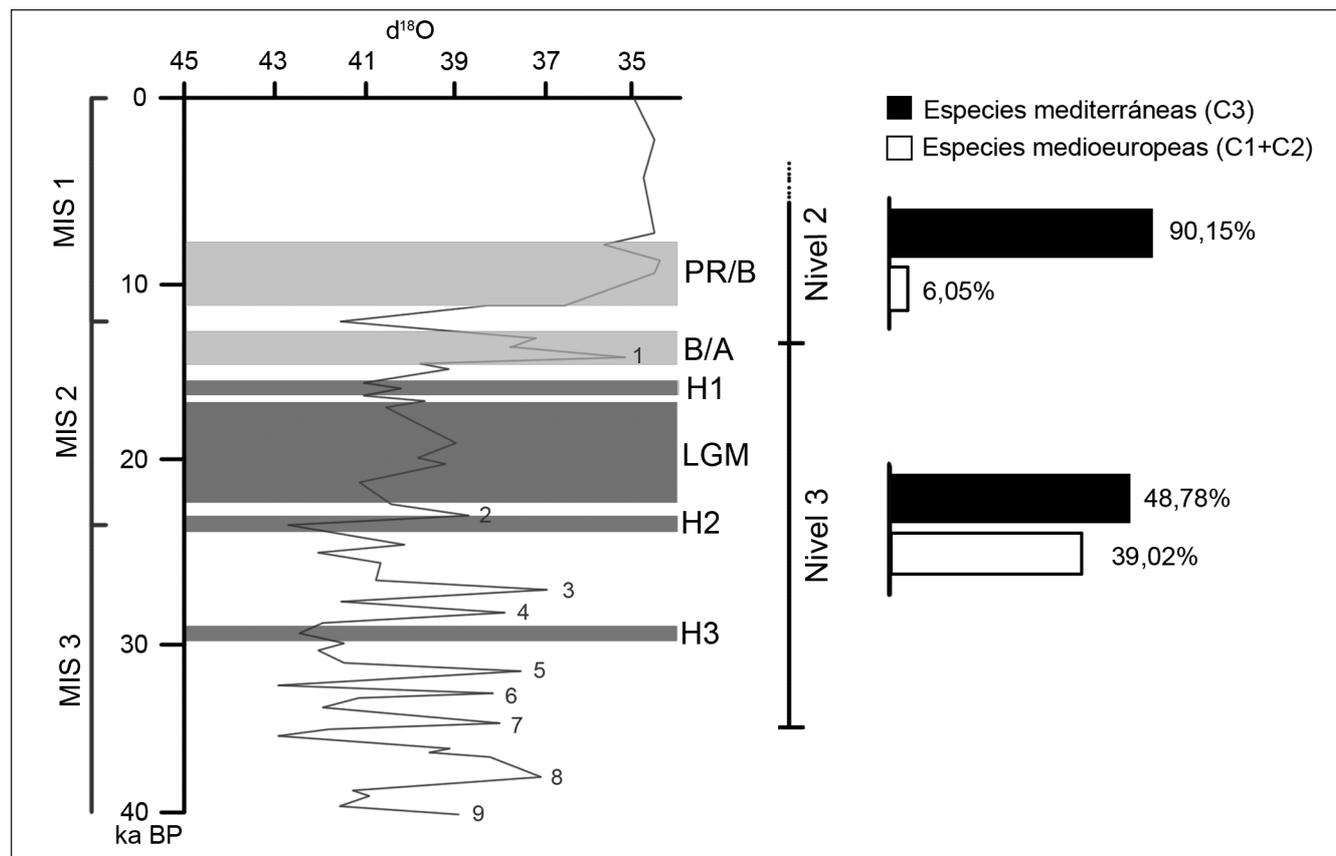


Fig. 9. Gráfica de evolución climática del Pleistoceno Superior final – Holoceno sobre la que se han ubicado los episodios a los que podrían asociarse los niveles 3 (en gris oscuro) y 2 (en gris claro) de las cuevas del Toll. A la derecha, comparación por niveles de las especies de requerimientos mediterráneos (corotipo 3, en negro) y medioeuropeos (corotipos 1 y 2, en blanco). Abreviaturas: MIS, Marine Isotope Stage; PR/B, Preboreal/Boreal; H, Heinrich Event; LGM, Last Glacial Maximum.

Fig. 9. Latest Pleistocene-Holocene climatic evolution with the location of the probable climatic episodes that could be associated with levels 3 (dark grey) and 2 (light grey) of the Toll Cave. Right, comparison by levels of the Mediterranean (chorotype 3, in black) and mid-European (chorotypes 1 and 2, in white) species. Abbreviations: MIS, Marine Isotope Stage; PR/B, Preboreal/Boreal; H, Heinrich Event; LGM, Last Glacial Maximum.

el Nivel 2, ya no se encuentra en latitudes tan bajas. Actualmente, esta especie no reside en las proximidades de la cueva del Toll y en el noreste peninsular las poblaciones de esta especie han quedado reducidas a pequeños núcleos situados en regiones montañosas de altitudes elevadas (Palomo & Gisbert, 2005).

En lo que atañe a las implicaciones de los taxones identificados respecto al paisaje, se confirma una predominancia del bosque (más del 51% en ambos niveles), probablemente abierto y húmedo, en vista a la abundancia de especies con dichos requerimientos (*M. agrestis*, *M. (T.) duodecimcostatus* y *A. sylvaticus*). La dominancia de *M. (T.) duodecimcostatus* y el descenso de la diversidad del Nivel 3 al 2 antes ya apuntada, podría llevar consigo implicaciones significativas en el paisaje. Según Margalef (1974) la disminución en la diversidad específica de un ecosistema corresponde a momentos con una vegetación más homogénea y condiciones climáticas menos predecibles, con lo cual *M. (T.) duodecimcostatus* podría testimoniar una obertura significativa del bosque y un aumento de las praderas, adecuadas para su pervivencia.

Por lo tanto, en los resultados obtenidos se pueden hallar una serie de datos que muestran de forma clara que los niveles de la cueva del Toll representan un momento más frío y húmedo que el actual y que la presencia de *Chionomys nivalis* en el Nivel 3 demuestra condiciones más frías y extremas. Mientras que su ausencia en el Nivel 2 y el considerable aumento de predominancia de *M. (Terricola) duodecimcostatus*, especie considerada mediterránea, llevan consigo una mejora climática y un apertura del paisaje.

Es difícil, al no disponer de datación absoluta, establecer una correlación entre los niveles estudiados de la cueva del Toll con los eventos climáticos experimentados en el Pleistoceno Superior final (40-10 ka BP) y los inicios del Holoceno (10 ka BP). A pesar de ello, si tomamos en cuenta los resultados climáticos expuestos y la cronología establecida podemos concretar sobre algunos de los eventos climáticos acontecidos. Por un lado, si consideramos que Nivel 3 es más reciente que los 35 ka BP y más antiguo que los 13 ka BP, las condiciones climáticas frías y húmedas que presenta se podrían relacionar con alguno de los estadiales del final del Pleistoceno, como Evento de Heinrich 3 (28-26 ka BP), Heinrich 2 (22,6-20,3 ka BP) o Heinrich 1 (15,4-13 ka BP), o bien entorno al Último Máximo Glaciar (24-16,5 ka BP) (Sánchez-Goñi & d'Errico, 2005) (Fig. 9). De la conjunción de los resultados de la macrofauna y los de la microfauna, probablemente se trate de un momento anterior o posterior al Último Máximo Glaciar (entorno a los 18 ka BP). A pesar de que los niveles sean fríos y húmedos no se considera que la asociación identificada pudiera residir en el punto más álgido de ninguno de estos eventos rigurosos, dada la alta presencia de *M. (T.) duodecimcostatus*.

Mientras que el Nivel 2, con una cronología posiblemente inferior a los 13 ka BP, parece corresponder más bien a una fase interstadial de finales del Pleistoceno como el período Bölling/Alleröd (B/A, 15-13 ka BP) o una de las primeras fases frías del Holoceno como el Preboreal/Boreal (Pr/B, 11,5-9,5 ka BP) (Uriarte, 2003; Sánchez-Goñi & d'Errico, 2005). Si tenemos en cuenta la ausencia de *Chionomys nivalis* y que posiblemente sea

posterior a los 13 ka BP, lo más probable es que el Nivel 2 se halle en la primera fase del Holoceno: el PreBoreal (entorno a los 11,5-9,5 ka BP) (Fig. 9).

*La cueva del Toll en relación a los yacimientos del Pleistoceno Superior-Holoceno de Cataluña.* Si enmarcamos estos resultados dentro de los yacimientos del Pleistoceno Superior final (40-10 ka BP)-Holoceno del noreste peninsular, podemos localizar seis yacimientos que presentan cronologías próximas a la de los niveles estudiados de la cueva del Toll, comprimida entre los 35 ka BP e inicios del Holoceno: la Cova dels Xaragalls (48,24-13,72 ±0,09 ka BP), la Cova de l'Arbreda (39,9-17,3 ka BP), la Balma de la Griera (21,25 ±0,35 ka BP), la Cova Colomera (13-3 ka BP), el Cingle Vermell (9,76 ±0,16 ka BP) y la Cova de la Guineu (9,8 ±0,8 ka BP) (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985; Alcalde, 1986; López-García, 2011) (Fig. 1). A través de estos yacimientos catalanes, podemos abarcar todo el Paleolítico Superior (35-10 ka BP) y las primeras ocupaciones de *Homo sapiens* en Cataluña. No obstante, de entre estos yacimientos, es la Cova de l'Arbreda (39,9-17,3 ka BP) la que resulta más útil para alcanzar interpretaciones completas, al presentar una secuencia estratigráfica continua y una cronología más próxima a la determinada para la cueva del Toll.

Generalmente, se observa en el noreste peninsular que a lo largo del Pleistoceno Superior final se produce una predominancia de las especies de roedores relacionadas con un clima frío (especies medioeuropeas, como *M. arvalis* y *M. agrestis*), aquellas propias de bosque abierto y prados húmedos (como *Apodemus sylvaticus* y *Eliomys quercinus*), y normalmente, también las asociadas a ambientes húmedos (Alcalde, 1986; López-García, 2011). Así ha sido descrito en los niveles C4-C1 de la Cova dels Xaragalls (48,2-13,7 ka BP) (López-García *et al.*, 2012b), en el Nivel III de la Balma de la Griera (21,2 ka BP) (Nadal, 2000) y en los niveles más antiguos de la Cova de l'Arbreda (39,9-17,3 ka BP) (Alcalde, 1986; López-García, 2011). Además, las temperaturas calculadas para estos yacimientos son entre 2 y 7° C más bajas que en la actualidad y las precipitaciones entre 60 y 350 mm mayores (López-García, 2011).

En la Cova de l'Arbreda la lista faunística es muy parecida a la de la cueva del Toll. En los niveles pleistocenos (39,9-17,32 ka BP) se observa fundamentalmente una predominancia de especies de roedores propias de espacios abiertos (*M. arvalis*, *M. agrestis* y *M. (T.) duodecimcostatus*), mientras que las asociadas a bosques presentan proporciones muy inferiores (*Apodemus sylvaticus*, *Glis glis* y *Eliomys quercinus*). Además, por lo general, la asociación se caracteriza por una importante representación de especies medioeuropeas como *M. arvalis* y *M. agrestis* (con valores superiores al 60% y representando, en ocasiones, más del 90%), lo que demuestra un clima frío y un paisaje abierto. Todas estas condiciones se ven incrementadas del nivel aurifiacense o Nivel G (22,5 ka BP) al nivel "Paleolítico indeterminado" (<17 ka BP), en los que se produce una clara disminución de la temperatura y la existencia de influencias continentales por la presencia de taxones medioeuropeos como *M. oeconomus* y *Citellus cf. superciliosus* (Alcalde & Brunet-

Lecomte, 1985; Alcalde, 1986). Esta dinámica está ilustrando posiblemente el evento del Último Máximo Glaciar. Seguidamente, el final de la secuencia estratigráfica muestra el inicio de una disminución de *M. agrestis* y *M. arvalis*, el incremento de *M. (T.) duodecimcostatus* y en general de los roedores de carácter forestal y de requerimientos mediterráneos, deduciéndose un ligero aumento de la temperatura y de la humedad (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985). Por lo general, en los niveles de l'Arbreda se deduce una TMA inferior y una PMA superior a las actuales que a medida que avanza la secuencia estratigráfica se van aproximando a los datos actuales, aumentando el primer índice y disminuyendo el segundo (López-García, 2011).

Por lo tanto, con el paso del Pleistoceno al Holoceno se observa un incremento de los taxones de requerimientos más cálidos, o especies mediterráneas, y de biotopos boscosos, en detrimento de las especies propias de espacios abiertos y ambientes fríos. Así se observa también en la Balma de la Griera, donde la fauna hallada parece indicar un cambio del nivel gravetiense o Nivel III (21,25 ka BP) con un clima bastante frío y de paisaje abierto, al Nivel II, perteneciente a una ocupación epipaleolítica (Holoceno), con ambiente más boscoso y templado, similar al actual (Nadal, 2000). También se detecta en la asociación de microfauna identificada en el Cingle Vermell (9,76 ka BP) (Alcalde & Brunet-Lecomte, 1985; Alcalde, 1986).

En definitiva, observamos a finales del Pleistoceno Superior una transición que podemos dividir en dos fases: la primera con una predominancia de especies medioeuropeas, de requerimientos fríos y de paisajes abiertos y la segunda con un incremento de los taxones mediterráneos y propios de bosques. La cueva del Toll parece encuadrarse bien en este período de transición, hallándose su asociación posiblemente más próxima a la segunda de estas dos fases, puesto que a pesar de observarse claramente esta disminución de taxones medioeuropeos, la presencia de *M. (Terricola) duodecimcostatus* ya es suficientemente abundante.

Por otra parte, el yacimiento de la cueva de Teixoneres, próximo a la cueva del Toll, nos permite contrastar la información climática y ambiental propia del Paleolítico Medio y asociada a los neandertales, con aquellos datos

ambientales que hemos obtenido sobre el Paleolítico Superior-Neolítico, a la vez que abarcar de forma continuada la evolución climática y ambiental del entorno de las cuevas del Toll. Los datos obtenidos de la microfauna de la cueva de Teixoneres para los niveles III (90-60 ma BP) y II (60-30 ma BP) muestran un clima entre 8 y 5,3°C globalmente más frío y entre 181 y 322 mm más húmedo que el actual. Ambos niveles han sido asociados a un paisaje de bosque abierto (dada la abundancia de *A. sylvaticus*), distinguiéndose una fase templada y húmeda (deducida de la presencia de *M. agrestis*, *M. (T.) duodecimcostatus* y *A. sapidus*) para el Nivel III y una fría y seca (basada en la abundancia de *M. arvalis* y *C. nivalis* y la presencia de *P. lenki*) para el Nivel II. Estos dos niveles han proporcionado industria musteriense y otras evidencias de ocupación neandertal, como marcas de corte (López-García *et al.*, 2012c).

De la comparación de los datos de la cueva del Toll y de la cueva de Teixoneres podemos hallar una lista faunística similar (Tabla 9), pero con representaciones sobre el conjunto distintas (Fig. 10). Globalmente, podemos afirmar que tanto en el Paleolítico Medio como en el Paleolítico Superior las temperaturas son inferiores a las actuales, experimentando un leve incremento en el transcurso del Pleistoceno Superior, y las precipitaciones más elevadas, especialmente en el Paleolítico Superior-Neolítico.

Podemos observar ciertas diferencias en la evolución del paisaje, pero en ambos períodos se detecta una clara predominancia del bosque, siendo ligeramente superior durante las ocupaciones neandertales. De todo ello, podemos concluir que el entorno de las cuevas del Toll no ha experimentado cambios destacadamente significativos a lo largo del Pleistoceno y que tanto neandertales como los humanos anatómicamente modernos habitaron en unas condiciones climáticas y ambientales bastante similares.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del estudio de las especies de roedores identificadas en los Niveles 2, 3 y 4 del Sector Entrada de la cueva del Toll se obtienen las siguientes conclusiones:

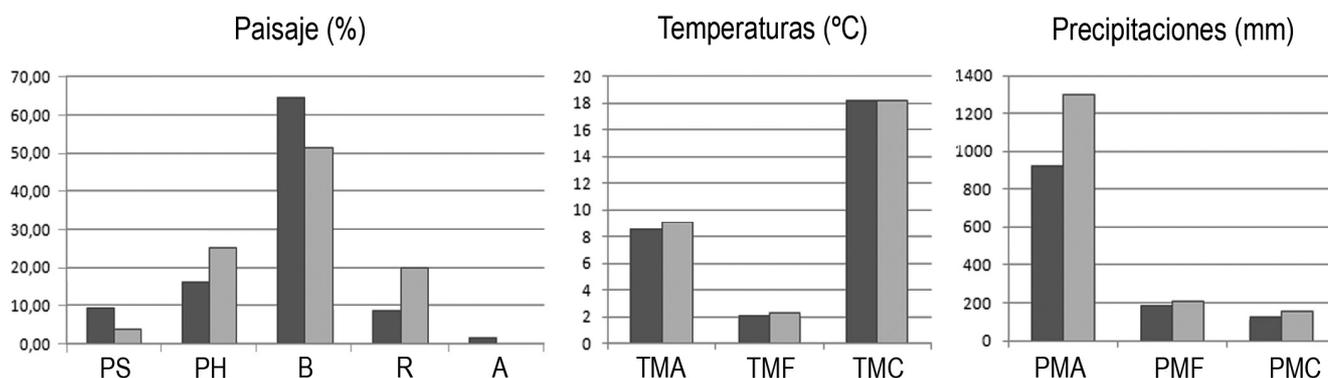


Fig. 10. Comparación ambiental y climática entre la cueva del Toll (gris claro) y la cueva de Teixoneres (gris oscuro). Abreviaturas como en la Fig. 5. Fig. 10. Environmental and climatic comparison between the Toll Cave (light grey) and the Teixoneres Cave (dark grey). Abbreviations as in Fig. 5.

Se han identificado un total de 216 restos recuperados de los citados niveles, de los que 124 pertenecen al Nivel 2, 84 al Nivel 3 y solo 8 al Nivel 4, representando respectivamente unos NMI de 71, 41 y 6. Los bajos NR y NMI del Nivel 4 impiden realizar interpretaciones para el mismo. Los restos han podido ser identificados a nivel de especie y se han diferenciado diez taxones: *Arvicola sapidus* (Nivel 4), *Microtus arvalis* (Niveles 2 y 3), *Microtus agrestis* (Niveles 2 y 3), *Chionomys nivalis* (Niveles 3 y 4), *Microtus (Terricola) duodecimcostatus* (Niveles 2 al 4), *Microtus (Terricola) gerbei* (Nivel 2), *Iberomys cabreræ* (Niveles 2 y 3), *Apodemus sylvaticus* (Niveles 2 al 4), *Eliomys quercinus* (Nivel 3) y *Glis glis* (Nivel 3).

Los resultados biocronológicos indican que los niveles estudiados se ubican entre el Pleistoceno Superior final e inicios del Holoceno (<35 ka BP) puesto que la fauna hallada es propia del Pleistoceno Superior (*Iberomys cabreræ* y *Chionomys nivalis*; < 90 ka BP) y porque la ausencia de *Hystrix* sp. (>60 ka BP) y de *Pliomys lenki* (>35 ka BP), presentes en la cueva de Teixoneres, sugieren una cronología más reciente de los 35 ka BP para ambos niveles. Mientras que el Nivel 3 sería pleistoceno (>13 ka BP), el Nivel 2 sería posiblemente holoceno (<13 ka BP) por la presencia/ausencia de *Chionomys nivalis*.

De los resultados paleoclimáticos y paleoambientales se deduce para estos niveles un paisaje dominado por un bosque abierto y húmedo y un clima entre 2 y 3° C más frío y con precipitaciones entre 700 y 600 mm superiores a las actuales, siendo el Nivel 3 el que se presenta como más frío y húmedo. En la transición del Nivel 3 al Nivel 2 se produjo una mejora de las condiciones climáticas, puesto que en el Nivel 2 se observa una disminución de las especies medioeuropeas en beneficio de las especies mediterráneas y un predominio de *M. (T.) duodecimcostatus* (85%), especie mediterránea que conlleva una mejora climática y una obertura del paisaje, aun siendo este nivel frío. El Nivel 3 podría corresponder a un momento alrededor del Último Máximo Glaciar (entorno a los 18 ka BP), mientras que el Nivel 2 probablemente se asocie al Preboreal (11,5-9,5 ka BP).

De la comparación de la asociación de roedores de la cueva del Toll con otros yacimientos del Pleistoceno Su-

perior final del noreste peninsular, podemos deducir para este período una transición en dos fases. La primera, caracterizada por un clima más frío y de paisaje abierto, representado por especies con requerimientos medioeuropeos (*M. arvalis* y *M. agrestis*) y propias de bosque abierto. Y la segunda, situada entre el final del Pleistoceno y principios del Holoceno, con un clima ligeramente más benigno y un ambiente más boscoso, deducido del aumento de la presencia de especies mediterráneas (*M. (T.) duodecimcostatus*) propias de biotopos de bosque en detrimento de las especies medioeuropeas.

La complementariedad de los resultados e interpretaciones alcanzadas en este trabajo sobre la cueva del Toll con los análisis previos de la cueva de Teixoneres permite abarcar la evolución climática y ambiental del entorno de las cuevas del Toll durante el Pleistoceno Superior y contrastar los cambios experimentados entre el Paleolítico Medio y el Paleolítico Superior. Podemos deducir para ambas fases unas temperaturas inferiores y unos niveles de precipitaciones más elevados que en la actualidad y un predominio del bosque abierto y húmedo. Por ello, tanto los neandertales como los humanos anatómicamente modernos que habitaron el entorno de las cuevas del Toll, lo hicieron en unas condiciones climáticas y ambientales bastante similares.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de un trabajo de investigación desarrollado bajo la dirección del Dr. Juan Manuel López García (Università degli Studi di Ferrara, Italia), a quien agradezco su dirección y consejos. A los actuales directores de excavación de los yacimientos del complejo de les Coves del Toll, Dres. Ruth Blasco (The Gibraltar Museum) y Jordi Rosell (Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Tarragona), así como a Juan Ignacio Morales y Antonio Rodríguez-Hidalgo, el haberme permitido estudiar el material aquí presentado. También a Joan Caparrós el triado de gran parte del material empleado. Finalmente, quiero dar las gracias a los dos revisores anónimos del original y al Dr. Jaume Gallemí, editor del mismo, sus críticas y recomendaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agustí, J., Moyà-Solà, S., Martín, E. & Marín, M. 1987. Fauna de mamíferos en el Pleistoceno inferior de la región de Orce (Granada, España). *Paleontología i Evolució. Memoria especial 1*: 73-86.
- Alcalde, G. 1986. Les faunes de rongeurs du Pléistocène supérieur et de l'Holocène de Catalogne (Espagne) et leurs significations paléoécologiques et paléoclimatiques: 1-114. *École pratique des Hautes Études-Sciences de la Vie et de la Terre, 3ème section, Paris*.
- Alcalde, G. & Brunet-Lecompte, P. 1985. Contribució al coneixement del medi i el clima durant el Pleistocè superior i l'Holocè a Catalunya, amb l'aplicació de l'anàlisi factorial de les correspondències a les associacions de rosegadors. *Paleontologia i Evolució*, 19: 49-55.
- Alcalde, G. & Galobart, A. 2002. Els petits mamífers del plistocè superior. *In* Maroto, J., Ramió, S. & Galobart, A. (eds.), "Els vertebrats fòssils del Pla de l'Estany". *Quaderns. Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles*, 23: 141-154.
- Alonso, F., Peón, A., Villanueva, O., Rosell, J., Trilla, J., Obrador, A., Ruiz, T., Estrada, A. 1976. Mapa Geológico de España 1:50.000, segunda serie, 364 La Garriga: 1-35, un mapa 1:50.000. IGME, Madrid.
- Andrews, P. 2006. Taphonomic effects of faunal impoverishment and faunal mixing. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241: 572-589.
- Arribas, O. 2004. Fauna y paisaje de los Pirineos en la Era Glaciar. 1-540. Ed. Lynx, Barcelona.
- Arsuaga, J.L., Baquedano, E., Pérez-González, A., Nohemi, M.T., García, N., Álvarez-Lao, D., Laplana, C., Huguet, R., Sevilla, P., Maldonado, E., Blain, H.-A., Quam, R., Ruiz, M.B., Sala, P., Gil, M.J., Uzquiano, P. & Pantoja, A. 2010. El yacimiento arqueopaleontológico del Pleistoceno Superior de la Cueva del Camino en el Calvero de la Higuera (Pinilla del Valle, Madrid). *In* Baquedano, E. & Rosell, J. (eds.), "Actas de la 1ª reunión de cien-

- tíficos sobre cubiles de hiena (y otros grandes carnívoros) en los yacimientos arqueológicos de la Península Ibérica": 422-442. Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares.
- Bischoff, F., Julià, R. & Mora, R. 1988. Uranium-series dating of the Mousterian occupation at Abric Romaní, Spain. *Nature*, 322: 68-70.
- Blain, H.-A. 2009. Contribution de la paléohérpétofaune (Amphibia & Squamata) à la connaissance de l'évolution de climat et du paysage de Pliocène supérieur au Pléistocène moyen d'Espagne. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 16: 39-170.
- Blanco, J.C. 1998. Mamíferos de España. Vol. II. Cetáceos, artiodáctilos, roedores y lagomorfos de la península Ibérica, Baleares y Canarias. 1-383. Ed. Planeta, Barcelona.
- Bosch, A. & Tarrús, J. (eds.). 1990. La cova sepulcral del Neolític Antic de l'Avellaner: Cogolls, Les Planes d'Hostoles, La Garrutxa. 1-125. Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona.
- Brunet-Lecomte, P. & Chaline, J. 1990. Relations phylogénétiques et evolution des campagnols souterrains d'Europe (*Terricola*, Arvicolidae, Rodentia). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série II*, 311: 745-750.
- Carbonell, E. 2002. Abric Romaní Nivell I: Models d'ocupació de curta durada de fa 46.000 anys a la Cinglera de Capellades (Capellades, Anoia, Barcelona). 1-323. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Carbonell, E. (ed.). 2005. Homínidos: las primeras ocupaciones de los continentes. 1-780. Ed. Ariel, Barcelona.
- Chaline, J. 1972. Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France. 1-395. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Chaline, J. 1982. El Cuaternario. La historia humana y su entorno. 1-312. Ed. Akal, Madrid.
- Cuenca-Bescós, G., Straus, L.G., García-Pimienta, J.C., González, M.R. & López-García, J.M. 2010. Late Quaternary small mammal turnover in the Cantabrian Region: The extinction of *Pliomys lenki* (Rodentia, Mammalia). *Quaternary International*, 212(2): 129-136.
- Cuenca-Bescós, G., López-García, J.M., Galindo-Pellicena, M.A., García-Perea, R., Gisbert, J., Rofes, J. & Ventura, J. 2014. The Pleistocene history of *Iberomys*, an endangered endemic rodent from South Western Europe. *Integrative Zoology*, en prensa (DOI: 10.1111/1749-4877.12053).
- Daams, R. 1981. The dental pattern of the dormice *Dryomys*, *Myomimus*, *Microdryomys* and *Peridryomys*. *Micropaleontological Bulletins*, 3: 1-115.
- Daura, J., Sanz, M., Subirà, M.E., Quam, R., Fullola, J.M. & Arsuaga, J.L. 2005. A Neandertal mandible from the Cova del Gegant (Sitges, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution*, 49: 56-70.
- Daura, J., Sanz, M., Pike, A.W.G., Subirà, M.E., Fornòs, J., Fullola, J.M., Julià, R. & Zilhao, J. 2010. Stratigraphic context and direct dating of the Neandertal mandible from Cova del Gegant (Sitges, Barcelona). *Journal of Human Evolution*, 59: 109-122.
- Eiroa, J.J. 2010. Prehistoria del mundo. 1-1072. Sello Editorial, Barcelona.
- Evans, E.M.N., Van Couvering, J.A.H. & Andrews, P. 1981. Palaeoecology of Miocene sites in Western Kenya. *Journal of Human Evolution*, 10(1): 99-116.
- Font-Tullot, I. 2000. Climatología de España y Portugal. 1-422. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Galobart, A., Maroto, J. & Ros, X. 1996. Las faunas cuaternarias de mamíferos de la cuenca de Banyoles-Besalú (Girona). *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario: 248-255.
- Galobart, A., García, L., Güell, A., Millán, M., Ros, M.T. & Serrano, G. 1991. Estudi de la fauna i la flora fòssils de la cova de la Guineu i el seu entorn. 1-75 pp. Barcelona. (Inédito).
- Gómez, E. 2001. Les Coves del Toll. 1-35. Associació Cultural Modilium, Moià.
- Gosàlbez, J. (ed.) 1987a. Història Natural dels Països Catalans. 13. Amfibis, rèptils i mamífers. 1-498. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- Gosàlbez, J. 1987b. Insectívors i rosegadors de Catalunya. Metodologia d'estudi i catàleg faunístic. 1-241. Ketres Editora, Barcelona.
- Guilaine, J., Barbaza, M., Geddes, D. & Vernet, J.T. 1982. Prehistoric human adaptations in Catalonia (Spain). *Journal of Field Archaeology*, 9: 407-416.
- Guilaine, J., Llongueras, M., Marcet, R., Petit, M.A. & Vaquer, J. 1981. La Cova del Toll (Moià), Barcelona. In "El Neolític a Catalunya. Taula Rodona de Montserrat": 113-122. Publicacions de l'Abadia de Montserrat, Barcelona.
- Hopf, M. 1971. Vorgeschichtliche Pflanzenreste aus Ostspanien. *Madrider Mitteilungen*, 12: 20-28.
- Jaarola, M., Martínková, N., Gündüz, I., Brunhoff, C., Zima, J., Nadachowski, A., Amori, G., Bulatova, N.S., Chondropoulos, B., Fragedakis-Tsolis, S., González-Esteban, J., López-Fuster, M. J., Kandaurov, A.S., Kefelioglu, H., Luz, M., Villate, I., Searle, J.B. 2004. Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, 33: 647-663.
- López, M., López-Fuster, M.J., Palazón, S., Ruiz-Olmo, J. & Ventura, J. 2006. Els mamífers. In Casals, F. & Sanuy, D. (ed.), "La fauna vertebrada a les terres de Lleida": 230-262. Edicions de la Universitat de Lleida, Lleida.
- López-García, J.M. 2006. Estudio sobre los roedores, insectívoros, quirópteros y anuros del Holoceno de la cueva de El Mirador. 1-145. Tesis de Licenciatura. Área de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- López-García, J.M. 2011. Los micromamíferos del Pleistoceno superior de la Península Ibérica. Evolución de la diversidad taxonómica y cambios paleoambientales y paleoclimáticos. 1-368. Ed. Académica Española, Saarbrücken.
- López-García, J.M., Agustí, J. & Cuenca-Bescós, G. 2007. Catalogue of the Late Quaternary Iberian micromammals (Rodentia, Eulipotyphla, Chiroptera) from the Museu de Geologia de Barcelona, Spain. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 15: 5-23.
- López-García, J.M., Blain, H.-A., Sanz, M. & Daura, J. 2012a. A coastal reservoir of terrestrial resources for Neanderthal populations in north-eastern Iberia: palaeoenvironmental data inferred from the small-vertebrate assemblage of Cova del Gegant, Sitges, Barcelona. *Journal of Quaternary Science*, 27(1): 105-113.
- López-García, J.M., Blain, H.-A., M., Euba, I., Bañuls, S., Bischoff, J., López-Ortega, E., Saladié, P., Uzquiano, P. & Vallverdú, P. 2012b. A multiproxy reconstruction of the palaeoenvironment and paleoclimate of the Late Pleistocene in northeastern Iberia: Cova dels Xaragalls, Vimbodí-Poblet, Paratge Natural de Poblet, Catalonia. *Boreas*, 41: 235-249.
- López-García, J.M., Blain, H.-A., Allué, E., Bañuls, S., Bargalló, A., Martín, P., Morales, J.I., Pedro, M., Rodríguez, A., Solé, A. & Oms, F.X. 2010. First fossil evidence of an "interglacial refugium" in the Pyrenean region. *Naturwissenschaften*, 97: 753-761.
- López-García, J.M., Blain, H.-A., Burjachs, F., Ballesteros, A., Allué, E., Cuevas-Ruiz, G. E., Rivals, F., Blasco, R., Morales, J.I., Hidalgo, A. R., Carbonell, E., Serrat, E. & Rosell, J. 2012c. A multidisciplinary approach to reconstructing the southwestern European Neanderthals: the contribution of Teixoneres cave (Moià, Barcelona). *Quaternary Science Review*, 43: 33-44.
- Louarn, H.L. & Quéré, J.-P. 2003. Les Rongeurs de France. Faunistique et biologie. 1-256. Editions de l'Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.

- MacDonald, D. & Barrett, P. 2008. Guía de campo de los mamíferos de España y de Europa. 1-365. Ediciones Omega, Barcelona.
- Margalef, R. 1974. Ecología. 1-951. Ed. Omega, Barcelona.
- Meulen, A. J. van der. 1973. Middle Pleistocene small mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy) with special reference to the phylogeny of *Microtus* (Arvicolidae, Rodentia). *Quaternaria*, 16: 1-144.
- Montoya, P. 1993. The porcupine *Hystrix suevica* Schlosser, 1884 from the Lower Turolian of Crevillente 2 (Spain). *Scripta Geologica*, 103: 135-149.
- Morales, J. I. & Rodríguez-Hidalgo, A. J. 2010. Memòria d'Intervenció Arqueològica. Cova del Toll. Campanyes 2008 i 2009. 1-106. Generalitat de Catalunya, Barcelona. (Inédita).
- Nadal, J. 2000. La fauna mamífera al Garraf i els seus voltants a través del registre arqueològic. III Trobada d'estudiosos del Garraf, 30: 165-170.
- Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J.M., Martín-Vide, J., Raso-Nadal, J.M. & Clavero, P. 2003. Atlas Climàtics de Catalunya. Recurso electrónico (CD-ROM). Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Palomo, L.J. & Gisbert, J. 2005. Atlas de los mamíferos terrestres de España. 1-564. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Pasquier, L. 1974. Dynamique évolutive d'un sous-genre de Muridae, *Apodemus* (*Sylvaemus*). Etude biométrique des caractères dentaires de populations fossiles et actuelles d'Europe occidentale. 1-184. Tesis doctoral inédita, Université de Montpellier, Montpellier.
- Pérez-Aranda, D. 2009. Biología, ecología, genética y conservación del topillo nival ("*Chionomys nivalis*") en Peñalara y en Sierra Nevada. 1-382. Tesis del Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad Complutense de Madrid.
- Purroy, F. J. & Varela, J. M. 2005. Mamíferos de España. Península, Baleares y Canarias. 1-165. Ed. Lynx, Barcelona.
- Renault-Miskovsky, J. 1986. L'environnement au temps de la préhistoire. Méthodes et modèles. 1-183. Ed. Masson, París.
- Rivera, A. 2004. Paleoclimatología y cronología del Würm reciente: un intento de síntesis. *Zephyrus*, 57: 27-53.
- Rodríguez-Hidalgo, A. J., Morales, J. I., Cebrià, A., Saladie, P., Blasco, R., Rosell, J. & Rivals, F. 2011. Carnivore occupations in the Toll cave site: A Cave Bear den revised. *In* Rosell, J., Baquedano, E., Blasco, R. & Camarós, E. (eds.), "Hominid-Carnivore interactions during the Pleistocene": 80-81. Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Salou.
- Rosell, J. 2007. Memòria d'intervenció arqueològica. Cova del Toll. Agost-setembre del 2006. 1-65. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. (Inédita).
- Rosell, J., Blasco, R., Cebrià, A., Morales, J.I. & Rodríguez-Hidalgo, A. 2009. Velles idees, nous paradigmes: la cova de les Teixoneres i la consolidació d'un nou projecte de recerca al Moianès. *Modilianum. Revista d'estudis del Moianès*, 41: 5-20.
- Sánchez-Goñi, M. F. & d'Errico, F. 2005. La historia de la vegetación y el clima del último ciclo climático (OIS5-OIS1, 140.000-10.000 años BP) en la Península Ibérica y su posible impacto sobre los grupos paleolíticos. *Museo de Altamira, Monografías*, 20: 115-129.
- Sans-Fuentes, M.A. & Ventura, J. 2000. Distribution patterns of the small mammals (Insectivora and Rodentia) in a transitional zone between the Eurosiberian and the Mediterranean regions. *Journal of Biogeography*, 27: 755-764.
- Sesé, C. & Sevilla, P. 1996. Los micromamíferos del Cuaternario peninsular español: cronoestratigrafía e implicaciones bioestratigráficas. *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario: 278-287.
- Tissoux, H., Falgueres, C., Bahain, J. J., Rosell, J., Cebrià, A., Carbonell, E. & Serrat, D. 2006. Datation par les séries de l'Uranium des occupations moustériennes de la grotte des Teixoneres (Moià, province de Barcelona, Espagne). *Quaternaire*, 17: 27-33.
- Uriarte, A. 2003. Historia del clima de la Tierra. 1-306. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Vigo, M. 2002. Guia dels mamífers terrestres de Catalunya. 1-240. Ed. Pòrtic, Barcelona.
- Villalta, J.F. de. 1972. Presencia de la Marmota y otros elementos de la fauna esteparia en el Pleistoceno catalán. *Acta Geológica Hispánica*, 7(6): 170-173.
- Wilson, D.E. & Reeder, D.A.M. 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference. 1-2143. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.