

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Facultad de Ciencias



Departamento de Ciencias de la Tierra, Área de Paleontología

*Trabajo final del Máster de Iniciación a la Investigación en Geología
2013*

**ANÁLISIS TAXONÓMICO DEL ORDEN CHIROPTERA
(MAMMALIA) DEL PLEISTOCENO DEL RELLENO DEL
COMPLEJO KÁRSTICO DE AGUILÓN**

Autora		Julia Galán García
Directora		Dra. Gloria Cuenca Bescós

Resumen

El orden Chiroptera es el segundo grupo de mamíferos con mayor número de especies detrás de los roedores, y uno de los grupos con mayor distribución geográfica. El estudio de los quirópteros fósiles se enmarca en el ámbito de estudio de los microvertebrados. Aparecen con bastante frecuencia en yacimientos situados en cuevas. La mayoría de las especies de murciélagos europeos actuales ya se encontraba establecida en el continente desde hace unos 2 Ma, por lo que el principal interés de este grupo es como indicador paleoambiental. El yacimiento Aguilón-P7 se encuentra en una cavidad del sistema cárstico de *Cerro Pezón*, Aguilón (Zaragoza). La datación de los materiales del relleno sitúa su depósito durante la primera mitad del periodo MIS 3 (> 46300 BP, Pleistoceno Superior). A partir del estudio de las muestras de microvertebrados de Aguilón-P7 se han identificado 11 taxones de quirópteros: *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *Myotis* gr. *myotis/blythii*, *Plecotus auritus*, *Plecotus* gr. *auritus/austriacus*, *Pipistrellus* cf. *pipistrellus* y *Miniopterus schreibersii*. El análisis tafonómico indica que la acumulación de quirópteros se debió al depósito de egagrópilas de una rapaz nocturna de hábitos generalistas. Los análisis paleoecológico y paleoclimático indican unas condiciones predominantemente boscosas, con intercalaciones de zonas más abiertas, presencia de roquedal y masas de agua superficiales de pequeña entidad, y un clima más frío y mucho más lluvioso que el actual (temperatura media anual de unos 11 °C y precipitación media anual de unos 1000 mm), pero sin llegar a ser muy severo. El estudio del resto de la fauna fósil de Aguilón-P7 aporta datos coherentes con estos resultados. Sin embargo, la comparación con otros yacimientos cercanos geográfica y cronológicamente no arroja resultados concluyentes, a falta de una serie estratigráfica más completa en Aguilón-P7, o de una datación más precisa.

Abstract

Order Chiroptera is the second more diversified group of mammals after rodents, and it is one of the most geographically dispersed. The study of bat fossils is a part of the microvertebrate analysis at a palaeontological site. Chiroptera record often occurs in cave sites. The majority of the European bat species were already established in the continent 2 Ma ago. This fact makes them interesting palaeoecological indicators. Aguilón-P7 archaeological site is located in a cave of *Cerro Pezón* karstic system in Aguilón (Zaragoza). The studied karst-cavity filling were deposited during the first half of MIS 3 (Late Pleistocene). A total of 11 bat taxa have been identified in Aguilón-P7 site: *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *Myotis* gr. *myotis/blythii*, *Plecotus auritus*, *Plecotus* gr. *auritus/austriacus*, *Pipistrellus* cf. *pipistrellus* and *Miniopterus schreibersii*. Taphonomic analysis points at deposition of pellets by nocturnal birds of prey with generalist predation habits – owls – as the accumulation origin. Palaeoecological analysis suggests a predominantly wooded environment alternated with some open lands, and the presence of rocky areas and some superficial masses of water. Palaeoclimatic analysis suggests a colder and wetter climate compared to current one – a mean annual temperature of 11°C and a mean annual precipitation about 1000 mm –, but still temperate. Data from the remaining Aguilón-P7 fauna agree with the results of this study. However, comparison to other Late Pleistocene sites of the Iberian Peninsula is not possible due to the absence of a more complete stratigraphical serie at the studied site, or a more precise dating.

ÍNDICE

I	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Marco zoológico	2
1.2.1. Evolución y filogenia de los quirópteros	2
1.2.2. Quirópteros fósiles. . Antecedentes e importancia	3
1.3. El yacimiento Aguilón P7	4
1.3.1. Situación cronológica, geográfica y geológica	4
1.3.2. Antecedentes y descripción del yacimiento	5
1.3.3. Estratigrafía del relleno kárstico ..	6
II	
2. MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.1. Preparación de las muestras	8
2.2. Material material osteológico actual de comparación	10
2.3. Equipo empleado	10
2.4. Tafonomía	10
2.5. Métodos de análisis paleoambiental y paleoclimático con micromamíferos empleados	10
2.5.1. Caracterización de la asociación fósil	11
2.5.2. Método de ponderación de hábitats	11
2.5.3. Método del rango climático común	11
2.6. Nomenclatura y biometría	13
2.6.1. Huesos craneales y piezas dentarias	13
2.6.2. Epífisis distal del húmero	14
2.6.3. Datos biométricos de comparación	15
2.6.4. Nomenclatura abierta	15
III	
3. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA	17
Género <i>Rhinolophus</i> LACEPEDE, 1779	17
Género <i>Myotis</i> KAUP, 1829	23
Género <i>Plecotus</i> GEOFFROY, 1818....	32
Género <i>Pipistrellus</i> KAUP, 1829	35
Género <i>Miniopterus</i> BONAPARTE, 1837	36
IV	
4. RESULTADOS	39
4.1. Fauna de Aguilón P7	39
4.2. Observaciones tafonómicas realizadas con quirópteros	39
4.3. Reconstrucción paleoambiental y paleoclimática con quirópteros	41
V	
5. DISCUSIÓN Y COMPARACIÓN	44
5.1. El estudio con quirópteros	44
5.2. La fauna de Aguilón P7	44
5.3. Comparación con otros yacimientos	45
VI	
6. CONCLUSIONES	47
VII	
7. AGRADECIMIENTOS	48
VIII	
8. BIBLIOGRAFÍA	49

1. INTRODUCCIÓN

Una parte fundamental del estudio de un yacimiento paleontológico consiste en el análisis de los restos fósiles de microvertebrados que han quedado registrados en él: pequeños reptiles, anfibios, aves o mamíferos. Estos restos suelen aparecer en cantidades mucho más abundantes que la macrofauna, y su estudio posee múltiples aplicaciones paleontológicas: bioestratigráficas, paleoecológicas, paleoambientales y paleoclimáticas. En este ámbito enmarca el estudio de los murciélagos o quirópteros fósiles. Si no tan frecuentes como otros microvertebrados, si son habituales en yacimientos situados en cuevas. Dos principales características de estos mamíferos los convierten en un grupo de interés en materia de reconstrucción paleoambiental y paleoecológica: por un lado, poseen preferencias de hábitat muy concretas; por otro, las principales especies actuales poseen una amplia distribución bioestratigráfica. La determinación taxonómica de los restos fósiles de quirópteros, su análisis tafonómico, y la extrapolación de datos actuales de ecología y distribución geográfica de las especies identificadas puede aportar datos sobre las características climáticas y del paisaje en el área circundante al yacimiento durante el periodo de acumulación de los restos.

El presente estudio es el resultado del trabajo de investigación que se ha llevado a cabo como proyecto final del *Máster de iniciación a la Investigación en Geología* ofertado por la Universidad de Zaragoza. El objetivo final del mismo ha sido contribuir a la investigación que el grupo *Aragosaurus* lleva a cabo en los yacimientos de Aguilón (comarca de Cariñena, Zaragoza), mediante el estudio de las especies de quirópteros presentes en el registro fósil de la Cueva P7 de *Cerro Pezón*, con cronología del Pleistoceno Superior. Sin embargo, durante el desarrollo del mismo se ha tenido la necesidad y la oportunidad de ahondar en el conocimiento que de estos animales se tiene actualmente. El principal campo de trabajo ha sido el estudio de la anatomía ósea del grupo, centrado especialmente en el cráneo y las piezas dentales. Pero también ha sido necesario adentrarse en el estudio de otros aspectos como su ecología o su distribución geográfica. Con este trabajo se espera también aportar una pequeña contribución al conocimiento de estos singulares mamíferos voladores de “misteriosos” hábitos nocturnos.

1.1. Objetivos

Con este trabajo se pretende realizar un estudio de los quirópteros presentes en la asociación fósil del relleno kárstico de Aguilón-P7. Dos principales motivos lo dotan de interés: por un lado, profundizar en el conocimiento de los caracteres identificativos en las especies de este grupo, aún insuficientemente estudiado desde el punto de vista paleontológico (no existen estudios previos en este sentido en la Comunidad Autónoma de Aragón); por otro, completar los datos referentes a la taxonomía de los micromamíferos del yacimiento Aguilón-P7. La identificación de los quirópteros presentes en el yacimiento contribuirá finalmente a la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática de la zona en esa época.

- Objetivos de esta investigación:

1) Análisis taxonómico de las especies de quirópteros presentes en los niveles del Pleistoceno Superior de Aguilón-P7 a partir de elementos diagnósticos morfológicos y biométricos.

2) Cálculo del número de restos (NR), del número mínimo de individuos (NMI) y de la abundancia relativa de cada una de las especies, y obtención de la riqueza específica de la asociación fósil.

4) Determinación del tipo de asociación fósil presente en el yacimiento de Aguilón-P7 en base a sus características tafonómicas.

5) Aproximación paleoambiental y paleoclimática realizada a partir de los quirópteros fósiles, y comparación de los resultados con los datos indicados por el resto de la fauna de Aguilón-P7 y con otros yacimientos próximos en edad y localización.

1.2. Marco zoológico

El orden Chiroptera es el único grupo de mamíferos adaptados al vuelo activo. Muchas familias han desarrollado un sistema de localización por medio de ultrasonidos (ecolocalización) mediante el que desenvolverse en ausencia de luz. También es típico de este grupo presentar un pequeño tamaño corporal y un metabolismo muy variable (Giannini, 2011). Estas singularidades les permiten explotar con éxito nichos ecológicos muy diversos, lo que ha contribuido a su enorme diversificación: es el segundo orden de mamíferos con mayor número de especies detrás de Rodentia (López-García *et al.*, 2009), y uno de los grupos con mayor distribución geográfica en nuestro planeta, únicamente ausentes en las regiones polares y en algunas islas oceánicas. Actualmente se han descrito unas 1.100 especies de murciélagos (Teeling *et al.*, 2005). En su estudio paleontológico, los quirópteros se incluyen dentro del grupo denominado informalmente “micromamíferos”, junto con roedores e insectívoros (López-García y Sevilla, 2012). Sin embargo, la evolución de los quirópteros a lo largo de la historia geológica difiere mucho de la de estos otros dos grupos.

1.2.1. Evolución y filogenia de los quirópteros

La evolución de las especies de quirópteros desde su diversificación en el Eoceno (ca. 55 Ma) (Fig. 1) ha sido en rasgos generales muy conservadora. Las familias estudiadas en este trabajo, Rhinolophidae y Vespertilionidae, aparecen en Europa desde el Eoceno Superior (Sevilla, 1988) (Fig. 1), y la mayoría de las especies de murciélagos europeos actuales (incluidas las identificadas en este trabajo) ya se encontraban establecidas en el continente hace aproximadamente 2 Ma (López-García y Sevilla, 2012).

La historia evolutiva y las relaciones filogenéticas de este orden son cuestiones que han provocado fuertes controversias en las tres últimas décadas (Jones & Teeling, 2006), y aún hoy día no están completamente resueltas. Veinte años atrás, la hipótesis vigente consideraba a Chiroptera como grupo hermano de Primates, Dermoptera (*lémures voladores*) y Scandentia (*musarañas arborícolas*). Con el apogeo de los análisis genéticos moleculares una nueva hipótesis ha cobrado fuerza, situando este orden en la clase Laurasiatheria junto con Cetartiodactyla, Perissodactyla, Carnivora, Pholidota, y Eulipotyphla (Van Den Busschet & Hofer, 2004).

El orden Chiroptera ha sido tradicionalmente dividido en dos subórdenes, Megachiroptera y Microchiroptera (Fig. 1) (Miller, 1907), en base a criterios morfológicos y a la asunción de que la ecolocalización evolucionó una sola vez (Jones & Teeling, 2006). El suborden Megachiroptera estaría integrado únicamente por la familia Pteropodidae (*zorros voladores*, grandes murciélagos carentes de ecolocalización), mientras que el suborden Microchiroptera incluiría al resto de familias (Van Den Busschet & Hofer, 2004). En 1985 Koopman propone una subdivisión dentro de los *micromurciélagos*. Por un lado agrupó a Rhinopomatidae, Rhinolophidae y Megadermatidae y por el otro al resto de familias, denominando a estos grupos Yinohiroptera y Yangohiroptera respectivamente (Fig. 1). A finales de los 90, los autores Hutcheon y Kirsch propusieron por vez primera el carácter

parafiletico del suborden Microchiroptera en base a datos obtenidos mediante estudios de hibridación de ADN (Kirsch, 1996; Kirsch & Hutcheon, 1997; Hutcheon *et al.*, 1998). Telling *et al.* propone en 2002 una nueva división: el suborden Yinpterochiroptera, formado por los antiguos *megamurciélagos* junto con cinco familias de *micromurciélagos* (Rhinopomatidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Megadermatidae y Craseonycteridae), y el suborden Yangochiroptera, que incluye al resto de los *micromurciélagos* (Jones & Teeling, 2006) (Fig. 1).

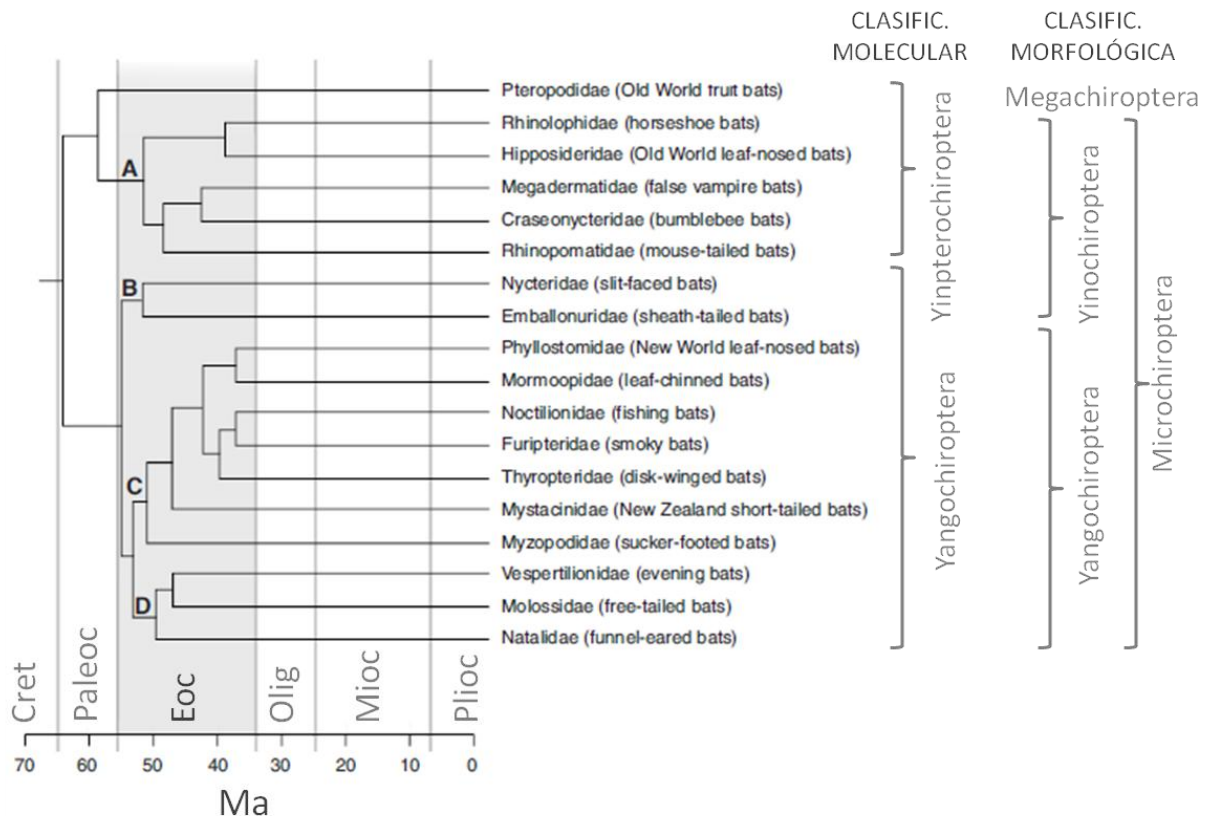


Fig. 1. Pauta de diversificación temporal del orden Chiroptera; comparación entre clasificación tradicional (criterios morfológicos) y emergente (criterios moleculares): A-D) principales linajes de murciélagos vivos con ecolocalización. Modificado de Simmons (2005) y Jones & Teeling (2006).

1.2.2. Quirópteros fósiles. Antecedentes e importancia

El estudio paleontológico de los quirópteros ha permanecido relativamente olvidado en el ámbito ibérico. La primera cita de un murciélagos fósil en España la realiza Bate (1928), y pasan más de dos décadas hasta que Villalta y Crusafont citan un nuevo resto en 1950. A partir de los 70 se suceden nuevas citas por parte de diversos autores, pero hasta 1988 no aparece una obra monográfica sobre los murciélagos fósiles del Cuaternario español, de la mano de Sevilla (1988). En los últimos años, los estudios de este grupo se han dinamizado, aunque aún queda mucho por hacer en comparación con el volumen de trabajo existente referido a otros microvertebrados.

El motivo del poco interés que despierta su estudio se debe en gran medida a su escasa abundancia en yacimientos paleontológicos comparados con roedores o insectívoros. A diferencia de estos últimos, no son frecuentemente depredados por rapaces, cuyas egagrópilas constituyen un importante factor de acumulación de huesos de microvertebrados. Los esqueletos de los quirópteros, adaptados a una forma de desplazamiento aérea, son muy livianos y frágiles, lo que limita su conservación a través de los procesos tafonómicos. La desarticulación de la estructura ósea y la destrucción de los huesos más pequeños y delicados es frecuente, como sucede en otros vertebrados. Las piezas dentales aisladas y los fragmentos

de mandíbulas, maxilares, húmeros y fémures son los elementos mejor representados en las asociaciones de quirópteros fósiles (López-García y Sevilla, 2012). A pesar de todo, existe una característica de la etología de los murciélagos que favorece la formación de yacimientos muy ricos en determinadas circunstancias, con frecuencia de preservación excepcional, y es el hábito de ciertas especies de formar grandes colonias en refugios y cuevas para la hibernación y la cría (Sevilla, 1988). Por este motivo, el estudio de los quirópteros fósiles adquiere relevancia en yacimientos rupestres, como es Aguilón-P7.

La amplia distribución bioestratigráfica de los quirópteros los hace poco adecuados para trabajos de datación, pero tiene interesantes repercusiones en otros campos. Por un lado, el estudio de los quirópteros en localidades del Pleistoceno y el Holoceno permite aplicar los principios del actualismo a las reconstrucciones de tipo paleoclimáticas y paleoambientales, puesto que suelen existir representantes actuales de las especies identificadas. Por otro lado, el conocimiento de la distribución de los quirópteros en localidades con estas cronologías puede contribuir a proporcionarnos una visión a largo plazo de los cambios en la dinámica poblacional de este grupo (López-García y Sevilla, 2012).

1.3. El yacimiento Aguilón-P7

1.3.1. Situación cronológica, geográfica y geológica

Los materiales del relleno kárstico de Aguilón-P7 han sido datados con una edad anterior a los 46300 Ma BP (Tabla 1) (Pleistoceno Superior, 127 - 11,7 ka BP). En el hemisferio norte el Pleistoceno Superior se caracteriza por una gran inestabilidad climática, pues se produce una sucesión relativamente rápida a escala geológica de periodos cálidos (correspondientes a los estadios isotópicos marinos MIS 5 y MIS 3) y periodos fríos (correspondientes a MIS 4 y MIS 2), junto con diversos episodios intermedios de agudización del frío conocidos como Eventos Heinrich y caracterizados estratigráficamente por el depósito de sedimentos de origen glaciar en los fondos marinos. Los momentos marcadamente más cálidos situados entre dichos Eventos Heinrich se denominan interestadiales. Estas variaciones climáticas están bien documentadas mediante estudios de sondeos marinos, terrestres y de hielo glaciar, aunque los mecanismos que las causan son todavía debatidos (Long & Stoy, 2013). La cronología de los materiales (Tabla 1) sitúa su depósito durante la primera mitad del periodo MIS 3, de entre 60 - 30 ka BP (Fig. 2). De acuerdo con Long & Stoy (2013), este periodo abarca 3 episodios fríos: los eventos H5 (45 - 46 ka BP), H5a (53 - 54 ka BP) y H6 (59 - 60 ka BP). Los materiales de Aguilón-P7 se situaría aproximadamente entre el H5 y el interestadial previo (Fig. 2), pero no ha sido posible obtener una datación más precisa.

OxA	Sample	Material (species)	$\delta^{13}\text{C}$	Date
	Aguilon, 41 17'47"N 1 24'40"E, Spain OxA-27902 Ag10P7K18#ind	bone (<i>Capreolus capreolus</i>)	-20.52	> 46300

Tabla 1. Fecha sin calibrar en años de radiocarbono BP (Before Present - AD 1950), utilizando la vida media de 5568 años. El fraccionamiento isotópico se ha corregido para el uso de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ medidos en el AMS. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ citados están medidos de forma independiente en un espectrómetro de masas de isótopos estables ($\pm 0,3$ por mil con respecto a VPDB). Curva de calibrado generada con el software Oxcal (v.4.2) de C. Bronk Ramsey usando los datos de INTCAL09 (Reimer *et al.*, 2009). Datos proporcionados por el RESEARCH LABORATORY FOR ARCHAEOLOGY AND THE HISTORY OF ART, University Of Oxford.

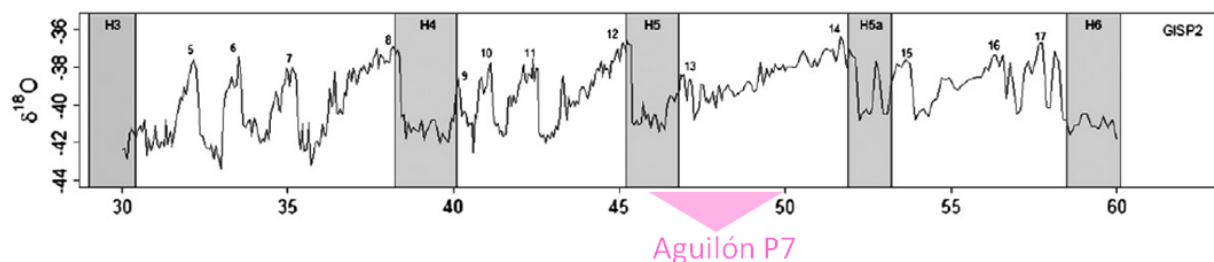


Fig. 2. Eventos de variación del clima durante el MIS 3. Curva isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ para el GISP2 core. Bandas oscuras: eventos H3, H4, H5, H5a y H6. Números sobre curva isotópica: eventos Dansgaard-Oeschger. En rojo: rango de edad estimado para los materiales de Aguilón-P7 a partir de la datación $\delta^{13}\text{C}$ (Tabla 1). Eje horizontal en ky BP. Modificado de Long & Stoy (2013).

La cueva P7 es una de las cavidades del sistema cárstico desarrollado en los materiales carbonatados del *Cerro Pezón* (Fig. 3), Aguilón (Zaragoza). Este cerro está localizado a unos 100 m al norte de la localidad de Aguilón siguiendo la carretera A-1101 que conecta dicha localidad con Villanueva de Huerva (Gisbert y Pastor, 2009). La serie estratigráfica de *Cerro Pezón* comprende materiales de origen marino depositados durante el Jurásico Superior (Malm). Como el resto de las cavidades del sistema, la cueva P7 se abre en el contacto entre la ritmita calcárea de la Fm. Loriguilla (Kimmeridgiense; Fig. 3, en color azul violáceo) y las suprayacentes calizas masivas con oncolitos de la Fm. Higuieruelas (Titónico; Fig. 3, en color azul pálido) (Cuenca-Bescós *et al.*, 2010). Durante el Pleistoceno Superior, el río Ebro a su paso por la zona central de la cuenca se caracterizaba por ser un sistema fluvial de tipo *braided* con un régimen variable en el que se alternaban intervalos de alta y baja energía, y donde la disponibilidad de agua era elevada (Luzón, 2008). La formación del sistema kárstico de *Cerro Pezón*, así como su geometría y orientación general está condicionada por la morfología de la Cuenca del Ebro y de los cursos fluviales tributarios, y los conductos se abren en la cara del cerro orientada hacia el Barranco de Valdeaguilón (Fig. 3).

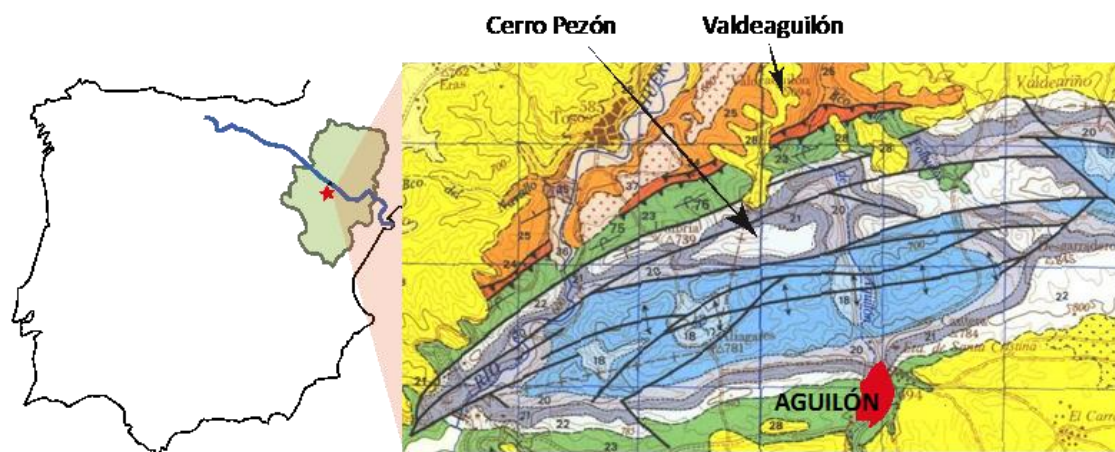


Fig. 3. Situación geográfica y geológica de Aguilón-P7. En azul: Serie Jurásica (Toarciense - Portlandiense). En verde: Cretácico Inferior. En amarillo y naranja: Serie Terciaria (Paleógeno - Mioceno Medio). En marrones claros: Cuaternario. Modificado de Mapa Geológico de España 1:50.000, Hoja nº 439 (Azuara).

1.3.2. Antecedentes y descripción del yacimiento

La cueva P7 de *Cerro Pezón* es una pequeña cavidad conocida por los habitantes de la zona y utilizada como aprisco o corral para refugiar el ganado ovino en época moderna. En el año 2003 se inspecciona y se realiza una primera topografía de la cueva durante una campaña espeleológica llevada a cabo por el Centro de Espeleología de Aragón. En el 2005 se realiza la

primera prospección paleontológica de la cueva a cargo del Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza, hallándose restos líticos y óseos del Pleistoceno Superior. Las campañas de excavación continúan durante los años 2009 y 2010 (Cuenca-Bescós *et al.*, 2010).

La cueva-P7 está constituida por una galería principal (desarrollada a favor de una fractura del cuerpo rocoso de dirección Suroeste), y varios conductos secundarios que parten de dicha galería (Fig. 4). La entrada de la cueva, denominado sector *entrada*, está conformada por un amplio porche de 9 m de anchura por 10 m de altura. Un gran bloque cierra por el Este la sección, impidiendo que la parte superior se vaciara con la erosión (Gisbert y Pastor, 2009). De la entrada parten varios conductos: el principal, *galería*, presenta unos 9 m de longitud por 4 m de altura en sentido Sur descendente (Gisbert y Pastor, 2009). La superficie que queda entre el sector *entrada* y el comienzo de los distintos conductos se denomina sector *centro*. La zona más interna de *galería*, en su extremo sur, se denomina sector *fondo*. El paso del sector *entrada* a *galería* se hace a través del sector *pendiente* (Fig. 4).

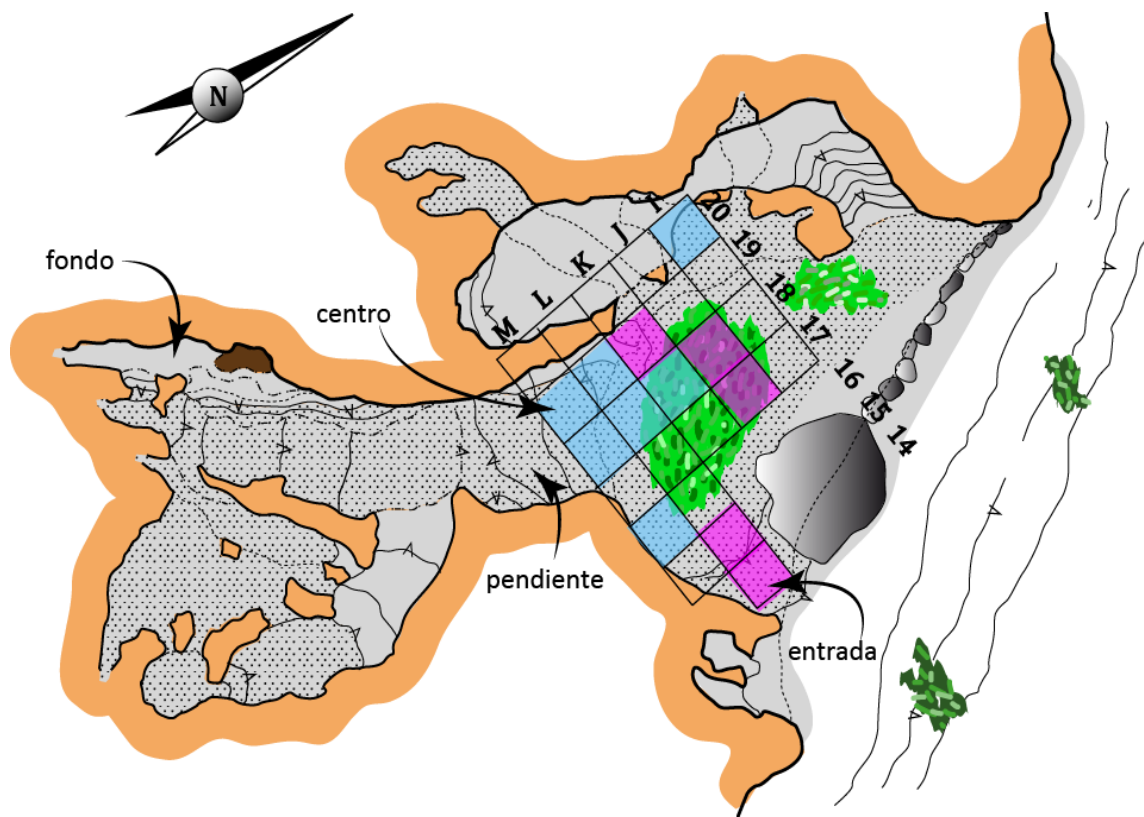


Fig. 4. Vista en planta de la cueva P7. Cuadrícula de excavación. En azul: cuadros fosilíferos excavados. En rosa: cuadros con quirópteros fósiles. Modificado de Gisbert y Pastor (2009) y Cuenca-Bescós *et al.* (2010).

1.3.3. Estratigrafía del relleno kárstico

La potencia del relleno kárstico cuaternario de la Cueva P7 es variable, siendo más potente en la entrada, aunque no se ha podido estimar su profundidad en *Galería* (Cuenca-Bescós *et al.*, 2010). La descripción de los materiales de relleno, extraída del trabajo de Cuenca-Bescós *et al.* (2010) fué realizada sobre un corte estratigráfico en el sector *pendiente* durante la campaña de 2009. De base a techo se distinguió un primer tramo (Fig. 5, 1) de aproximadamente un metro de arcillas de color rojizo pardo con pequeños fragmentos centimétricos y grandes bloques decimétricos de caliza, angulosos y heterométricos. En el segundo tramo los clastos tienen una orientación subparalela al plano de estratificación y un ligero buzamiento hacia el Sur (Cuenca-Bescós *et al.*, 2010). Dentro del segundo tramo se

diferenciaron 3 niveles: un nivel inferior (Fig. 5, 2.1) de aproximadamente 50 cm de espesor y color pardo-rojizo con algunos cantos de caliza decimétricos; un nivel intermedio (Fig. 5, 2.2) de unos 15 cm de potencia con cantos homométricos y en el que la matriz arcillosa es más rojiza; y por último, un nivel superior (Fig. 5, 2.3) de unos 20 cm, con una matriz nuevamente de color pardo-rojizo, probablemente contaminado por el suelo desarrollado en la parte superior (Cuenca-Bescós *et al.*, 2010), donde habría habido una gran cantidad de materia orgánica en descomposición inicialmente. No obstante, trabajos posteriores no han mostrado, en opinión de los autores Cuenca-Bescós *et al.* (2011), criterios claros que permitan tratar el material paleontológico de cada nivel de manera independiente, por lo que todo el conjunto ha sido tratado como un único nivel registrático.

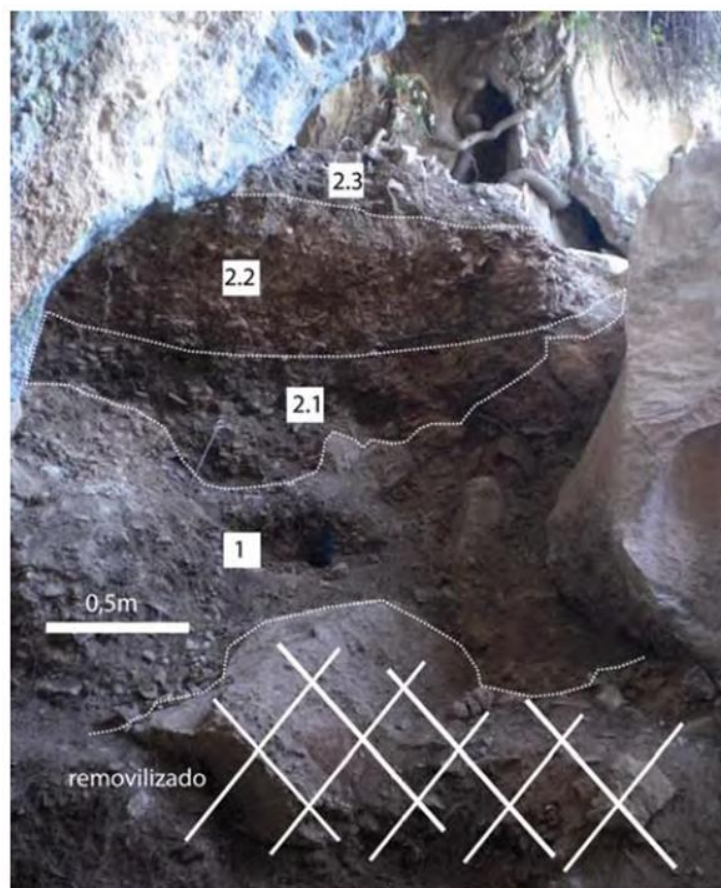


Fig. 5. Perfil estratigráfico-arqueológico del sector *pendiente* de Aguilón-P7. 1) tramo inferior. 2.1, 2.2 y 2.3) subniveles del tramo superior. Tomado de Cuenca-Bescós *et al.* (2010).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Preparación de las muestras

La preparación de muestras de microvertebrados conlleva un tratamiento laborioso cuyo principal objetivo es procesar de forma rápida voluminosas cantidades de sedimento mediante técnicas de lavado y triado, facilitando así la extracción de los restos fósiles. Durante el **trabajo de campo**, el sedimento extraído en el yacimiento debe ser clasificado y almacenado en sacos siguiendo un método de siglado que recoja la siguiente información: año de campaña, yacimiento, cuadro excavado, y profundidad (Z) o cata. Los sacos de sedimento se trasladan al centro de lavado, preferentemente situado junto a una fuente continua de agua, donde cada muestra se lava de manera independiente empleando una *plataforma de lavado*. Esta plataforma consiste en tamices de aluminio superpuestos con luces de malla decreciente y un sistema de bomba extractora de agua y mangueras colocadas sobre los tamices. El agua se hace pasar a través de los tamices (proceso de *lavado-tamizado*, Fig. 6) obteniendo un material libre del sedimento más fino y al mismo tiempo ordenado por tamaños. Después, las muestras se dejan secar y se procede a su almacenaje en bolsas de plástico. Durante todo el proceso deben mantenerse las mismas etiquetas. El **trabajo de laboratorio** consiste en el triado de las muestras, es decir, separación del material fósil del sedimento residual, y preparación del mismo para su estudio.



Fig. 6. Centro de lavado en el río Huerva, pueblo de Tosos (Zaragoza). En primer plano, bomba extractora de agua y plataforma de lavado. Al fondo a la izquierda, tamizado de sedimento directamente sobre las aguas del río.

Las muestras de microvertebrados empleadas en este trabajo fueron recogidas por el equipo de la Dr. Cuenca-Bescós en las campañas de excavación de Aguilón-P7 de los años 2005, 2009 y 2010, en las que la autora de este trabajo no participó. La cuadrícula de excavación se muestra en la Fig. 4. En el proceso de *lavado-tamizado* (Fig. 6) se usaron dos tamices de aluminio con luz de malla de 2 mm y 0,5 mm. Las muestras lavadas y triadas se encuentran almacenadas en las instalaciones del Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza (Edificio C, Campus San Francisco). Suponen un total de 47 muestras. Dado que cada muestra excavada durante estas campañas comprendía una media de 6 kg. de sedimento, alrededor de 280 kg fueron procesados. La extracción en laboratorio de los fósiles de quirópteros se ha realizado mediante un nuevo triado de las muestras con lupa binocular llevado a cabo por la autora de este trabajo. Se han recuperado 51 elementos fósiles de quirópteros (Tabla 2), todos los cuales han sido fotografiados y se muestran en el apartado de Estudio Sistemático en las Fig. 11, 13, 14, 16, 17, 18 y 19.

Fig	Sigla	EO	Lat	Esp
Fig. 11	AG'05, P7-7, S_1	fragmento maxilar	dch.	<i>R. hipposideros</i>
Fig. 13, a	AG'05, P7-7, S_1	mandíbula	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, b	Ag10 p7 J17, 180-190 nivel negro_1	mandíbula	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, c	AG'05, P7, CENTRO SUPERFICIE, MICRO_1	fragmento mandíbula	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, d	Ag10 p7 J18, 140-150_1	c	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, e	AG'05, P7-7, S_3	m1	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, f	AG'05, P7-7, S_4	m2	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, g	AG-05, P7 E Sup Micr_1	m1	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, h	AG'05, P7 C_1	m2	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, i	AG'05, P7-P Sedimento_1	m3	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, j	AG'05, P7 FS, 01_1	m3	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, k	AG-05, P7 PS_1	talónido m1	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, l	Ag10 P7 L14, 300-310_1	fragmento maxilar	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, m	AG'05 P7 CS_1	fragmento maxilar	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, n	Ag10 p7 J18, 190-200_1	C	izq.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, o	Ag10 P7 K19, 150-160_1	P4	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, p	Ag10 P7 L14, 300-310_2	C	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 13, q	AG'05, PEND-SUPER P-7_1	C	dch.	<i>R. ferrumequinum</i>
Fig. 14, a	AG'05, P7 C_2	trigónido m2	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, b	AG'05 P7 CS_2	trigónido m1	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, c	FONDO BAJO MICRO_1	trigónido m2	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, d	AG-05, P7 PS_2	trigónido m3	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, e	AG'05, P7-P Sedimento_2	talónido m1	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, f	Ag 10 P7 L14, 280-290_1	trigónido m1	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, g	AG'05, P7 FS, 02_1	P4	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, h	Aguilón 2010 P7 L14, 290-300_1	p4	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, i	AG'05, P7 SEDIMENTO CENTRO_1	p4	izq.	<i>M. cf. myotis/blythii</i>
Fig. 14, j	AG'05, P7 C_3	c	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, k	Ag10 p7 J17, 180-190_1	c	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, l	AG'05 P7 CS_3	P4	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, m	FONDO BAJO MICRO_2	P4	izq.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 14, n	AG'05, P7 P, SEDIMENTO_1	fragmento maxilar	izq.	<i>M. myotis</i>
Fig. 14, o	AG'05, PEND-SUPER P-7_2	M1	dch.	<i>M. myotis</i>
Fig. 14, p	FONDO BAJO MICRO_3	P2	dch.	<i>M. gr. myotis/blythii</i>
Fig. 16, a	AG'05, P7 FB, MICRO_1	m3	dch.	<i>M. emarginatus</i>
Fig. 16, b	FONDO BAJO MICRO_3	m2	dch.	<i>M. cf. emarginatus</i>
Fig. 16, c	Ag10 P7 L14, 300-310_3	m2	izq.	<i>M. cf. emarginatus</i>
Fig. 16, d	Aguilón 2010 P7 L14, 290-300_2	m1	izq.	<i>M. daubentoni</i>
Fig. 16, e	AG'05, P7, CENTRO SUPERFICIE, MICRO_1	C	izq.	<i>M. emarginatus</i>
Fig. 16, f	Ag 10 P7 L14, 280-290_2	fragmento mandíbula	dch.	<i>M. daubentoni</i>
Fig. 16, g	Ag 10, P7 L15, 290-300_1	M1	izq.	<i>M. daubentoni</i>
Fig. 16, h	Ag10 p7 J17/18, 220-240_1	epífisis distal húmero	izq.	<i>M. emarginatus</i>
Fig. 16, i	Ag10 p7 J18, 140-150_2	epífisis distal húmero	izq.	<i>M. bechsteini</i>
Fig. 17, a	AGUILÓN 6, DIENTES, 17/02/02_1	m1	dch.	<i>P. gr. auritus/austriacus</i>
Fig. 17, b	AG-05, P7 PS_3	trigónido m1	dch.	<i>P. gr. auritus/austriacus</i>
Fig. 17, c	AG'05, P7-P Sedimento_3	M2	dch.	<i>P. gr. auritus/austriacus</i>
Fig. 17, d	AG'05, P7 FB, FONDO B_1	C	izq.	<i>P. auritus</i>
Fig. 18	Aguilón 2010 P7 L14, 290-300_3	epífisis distal húmero	izq.	<i>Pi. cf. pipistrellus</i>
Fig. 19, a	Ag10 p7 J18, 190-200_2	epífisis distal húmero	izq.	<i>Mi. schreibersii</i>
Fig. 19, b	AG-05, P7-P_1	m2	dch.	<i>Mi. schreibersii</i>
Fig. 19, c	AG'05, P7-P Sedimento_4	C	dch.	<i>Mi. schreibersii</i>

Tabla 2. Material paleontológico de Aguilón-P7 estudiado. Fig) referencia de la figuración de la pieza en este trabajo; EO) elemento osteológico; Lat) lateralidad de la pieza; Esp) especie.

2.2. Material osteológico actual de comparación

El material empleado en el estudio de anatomía comparada pertenece a las colecciones del Área de Paleontología del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, del Grupo Aragosaurus, del Museo de Ciencias Naturales de Madrid y del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre "La Alfranca" (Gobierno de Aragón – CIAMA). El archivo de material fotografiado muestra ejemplares de la colección de la Estación Biológica de Doñana.

2.3. Equipo empleado

El instrumental empleado ha consistido en dos lupas binoculares con cámara digital acoplada, de modelo OLYMPUS SZx12 y OLYMPUS SZ-61. El *software* empleado para cada modelo de lupa en la realización y tratamiento digital imágenes son los programas MATROX INSPECTOR y LG MICRO respectivamente. El equipo pertenece al Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

2.4. Tafonomía

Existen dos tipos principales de asociaciones fósiles de quirópteros habituales en localidades kársticas: animales muertos en el interior de la cavidad (*tanatocenosis*) y acumulaciones generadas el depósito de egagrópilas o heces por parte de un depredador (Kowalsky, 1995; López-García y Sevilla, 2012). En el primer caso, se producen acumulaciones masivas en las zonas más internas de la cavidad, los restos presentan un buen estado de conservación, y generalmente predomina una o dos especies sobre el resto. En el segundo caso, las acumulaciones se producen en la entrada, los restos de quirópteros aparecen junto con los de otros microvertebrados y normalmente se trata de piezas dentarias aisladas y fragmentos de mandíbula, maxilares, y de algunos huesos largos como el húmero y fémur (Kowalsky, 1995; López-García y Sevilla, 2012). Además, los restos presentan patrones de fractura y disolución que evidencian su digestión (Andrews, 1990). Los principales animales capaces de provocar acumulaciones de este tipo con presencia de quirópteros son las rapaces nocturnas y algunos carnívoros como los zorros o las martas. No se ha observado que la predación de quirópteros sea un comportamiento generalizado y frecuente en ellos, sino más bien accidental o propio únicamente de individuos especializados (Kowalsky, 1995). Los restos depositados por mamíferos carnívoros, de origen escatológico, presentan por lo general una fracturación y corrosión muy marcadas en comparación con los restos de egagrópilas de rapaces nocturnas, puesto que el proceso de masticación-digestión al que los restos se ven sometidos es más prolongado y agresivo.

2.5. Métodos de análisis paleoambiental y paleoclimático con micromamíferos empleados

Diversos autores han propuesto métodos para cuantificar las condiciones climáticas pasadas en base a la riqueza de diferentes especies de mamíferos. En este trabajo se han empleado el *Método de Ponderación de Hábitats* (Evans *et al.*, 1981; Andrews, 1990; 2006; Fernandez-Jalvo *et al.*, 1998) y el *Método del Rango Climático Común* (Blain, 2005). Las principales limitaciones con que se encuentran los análisis de este tipo son: la presencia en un yacimiento de taxones extintos de los que se desconoce su distribución por hábitats; las diferencias en la composición taxonómica entre la asociación fósil estudiada y la palebiocenosis existente debidas a la acción de los agentes tafonómicos y/o al muestro

insuficiente; la extrapolación de datos actuales deficitarios cuando la distribución actual de una especie o grupo de especies no es bien conocida; y la extrapolación de datos actuales equívocos cuando la distribución actual de una especie o grupo de especies está fuertemente condicionada por causas ajenas a los factores climáticos y/o ambientales, como la acción antrópica. El primer paso es caracterizar la asociación fósil a estudiar.

2.5.1. Caracterización de la asociación fósil

Existen diversas vías de estimación de la composición cuantitativa y la diversidad de una asociación de taxones aplicadas al estudio de micromamíferos fósiles. La diversidad específica de una asociación fósil comprende dos variables: la riqueza específica (número total de especies) y la uniformidad de la muestra (la distribución de los individuos entre las distintas especies) (Andrews, 1995). En este estudio se ha calculado la **riqueza específica** de la muestra, y las proporciones entre individuos vienen expresadas mediante el **Número Mínimo de Individuos** (NMI) por taxón y la **densidad relativa** (en tanto por ciento) de cada especie sobre el total. El NMI es un sistema lógico de contabilización basado en el recuento de un elemento esquelético o dentario diagnóstico para cada taxón y permite contrarrestar el sesgo que conlleva cuantificar la abundancia directamente a partir del **Número de Restos** (NR) identificados, puesto que la frecuente desarticulación del esqueleto de un vertebrado durante el proceso de fosilización origina la representación múltiple de un único individuo (López-García y Sevilla, 2012). La densidad relativa se obtiene al calcular el porcentaje que el NMI para una especie supone sobre el total de individuos contabilizados.

2.5.2. Método de ponderación de hábitats

Se trata de un método basado en principios actualistas en el cuál se extrapolan los datos obtenidos en estudios ecológicos actuales, siempre y cuando los taxones fósiles estudiados tengan representantes vivos hoy en día. Consiste en definir unos hábitats tipo, y ponderar en qué medida una especie muestra preferencias por uno y otro tipo de hábitat en base a datos actuales, adjudicando distintas puntuaciones para cada medio en forma de porcentaje o sobre un máximo de 1. Para la asignación de los distintos valores en este trabajo se han utilizado los datos contenidos en el *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Ed: Palomo *et al.*, 2007). Los hábitats tipo empleados en este trabajo son: Praderas secas (Ps, praderas sometidas a cambio estacional), Praderas húmedas (Ph, praderas con cobertera siempre verde y densa), Bosque (Bo, zonas de bosque maduro junto con áreas marginales de cobertera arbórea más abierta, o parches de bosque), Roquedal (Ro, zonas de sustrato rocoso o pedregoso), Agua (Ag, masas de agua superficial y zonas aledañas).

2.5.3. Método del rango climático común

Este sistema permite cuantificar de forma aproximada los principales parámetros que definen un paleoclima: paleotemperaturas y paleoprecipitaciones. Se basa en principios actualistas y requiere que los taxones presentes en las muestras fósiles existan en la actualidad y su distribución no esté condicionada en fuerte medida por factores ajenos al clima como pueda ser la acción antrópica. El método consiste en la identificación de zonas geográficas en las que hoy en día conviven todas las especies que aparecen en una asociación fósil determinada. Una vez identificadas dichas zonas, y recurriendo a bases de datos meteorológicos actuales, se procede a describir el tipo de clima que se da actualmente en ellas y se extrapolan los datos resultantes para definir el paleoclima existente en el área de estudio en el momento de producción de la asociación fósil (Blain, 2005). Los datos de distribución de

las especies de quirópteros utilizados son los contenidos en el *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Ed: Palomo et al., 2007).

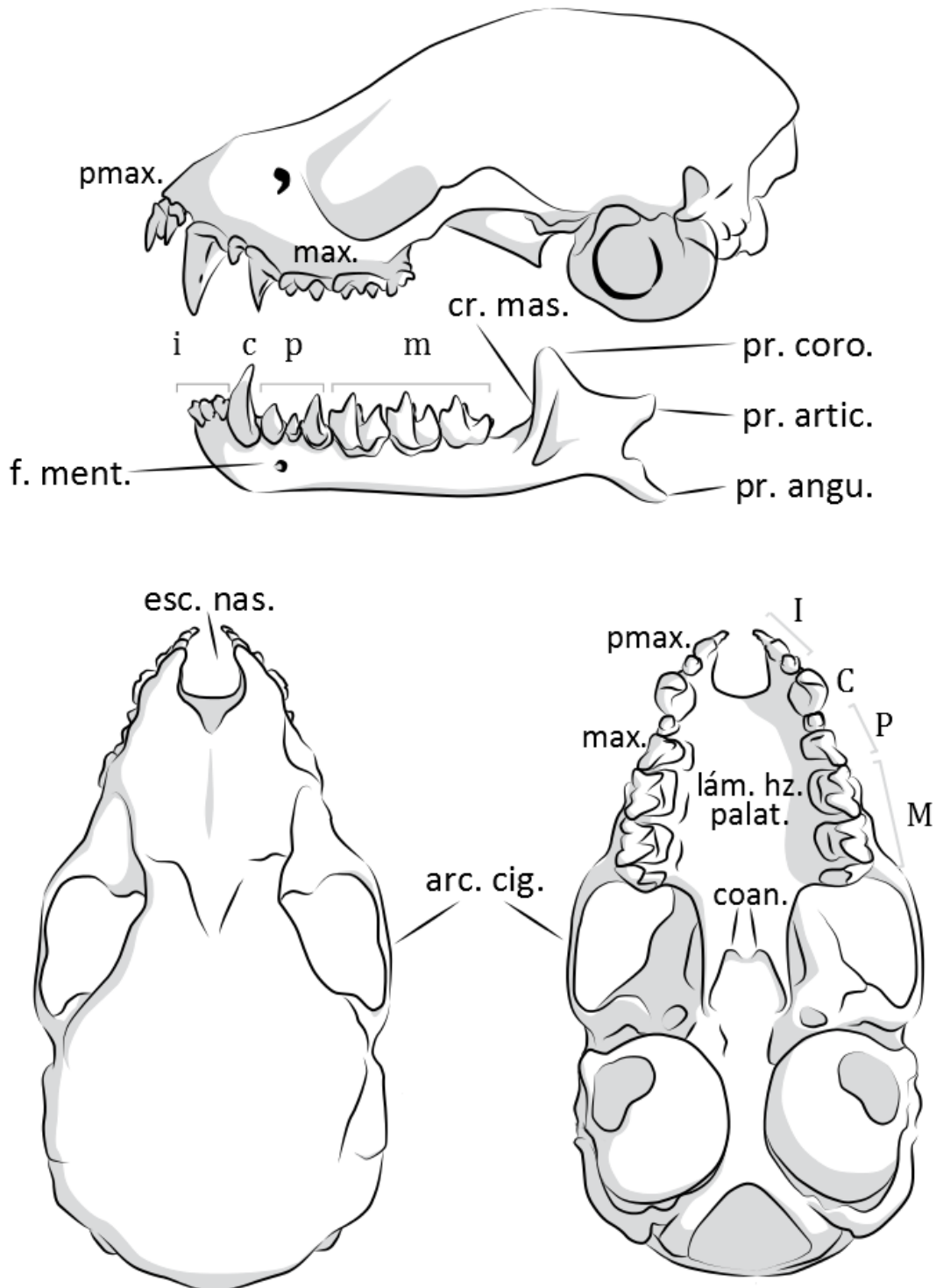


Fig. 7. Nomenclatura craneal. *Centro superior* (cráneo y hemimandíbula izquierda en vista lateral): pmax.) premaxilar; max.) maxilar; f. ment.) foramen mentoniano; cr. mas.) cresta masetérica; pr. coro.) proceso coronoides; pr. artic.) proceso articular; pr. angu.) proceso angular; i) incisivos inferiores; c) canino inferior; p) premolares inferiores; m) molares inferiores. *Izquierda inferior* (cráneo en vista dorsal): esc. nas.) escotadura nasal; arc. cig.) arco cigomático. *Derecha inferior* (cráneo en vista ventral): lám. hz. palat.) lámina horizontal del palatino; coan.) coanas; I) incisivos superiores; C) caninos superiores; P) premolares superiores; M) molares superiores. Modificado de Paz y Benzal (1990).

2.6. Nomenclatura y biometría

Los elementos fósiles estudiados en este trabajo han sido descritos sistemáticamente empleando criterios morfológicos y métricos para llegar a la identificación de los mismos y su clasificación taxonómica. Por ello es importante precisar los términos y métodos de medida empleados.

2.6.1. Huesos craneales y piezas dentarias

Los huesos craneales de los quirópteros presentan una serie de caracteres variables que permiten su identificación a nivel de género y especie. Los caracteres empleados en este trabajo aparecen en la Fig. 7.

Los dientes suelen ser los restos fósiles de quirópteros mejor conservados, y poseen caracteres diagnósticos que permiten identificar los ejemplares a nivel específico o incluso subespecífico (Sevilla, 1988). En este trabajo se ha utilizado la nomenclatura de Bruijn & Rumke (1974) y Menu (1985). Los términos empleados se señalan en la Fig. 8. Los quirópteros poseen los 3 molares propios de la dentición de los mamíferos tanto en la serie superior como en la inferior, que se numeran del 1 al 3 en sentido anteroposterior. En el caso de los premolares, ningún murciélago conocido preserva los 4 premolares propios de los mamíferos primitivos, sino que el máximo número de premolares tanto en la serie superior como en la inferior es 3 (Sevilla, 1988). En este trabajo se ha empleado la numeración propuesta por Miller (1907), asumiendo que el premolar desaparecido es el primero, por lo que la serie se numera del 2 al 4 en sentido anteroposterior. La pertenencia de una pieza dentaria a la serie superior o inferior se ha indicado mediante el uso de mayúsculas y minúsculas respectivamente, *i. e.* P4 es el cuarto premolar superior y m2 el segundo molar inferior.

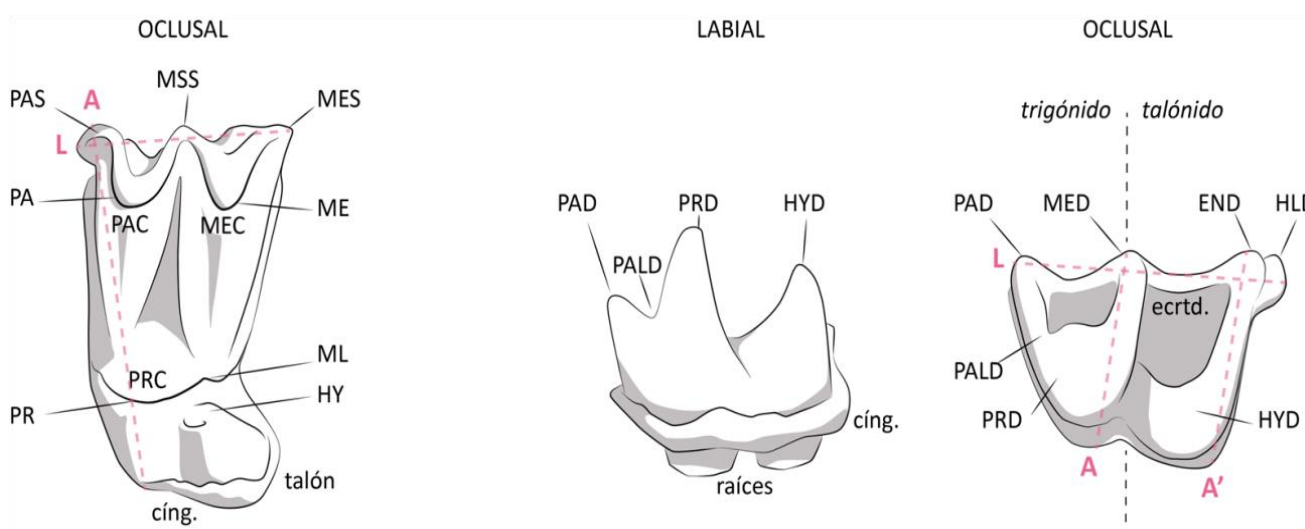


Fig. 8. Nomenclatura y biometría dentaria. *Izquierda* (M1 izquierdo en vista oclusal): PAS) parastilo; MSS) mesostilo; MES) metastilo; ME) metacono; ML) metacónulo; HY) hipocono; cing.) cingulo; PR) protocono; PRC) protocresta; PAC) paracresta; MEC) metacresta; PA) paracono; A) anchura; L) longitud. *Derecha* (m1 izquierdo en vista labial y oclusal): PAD) paracónido; MED) metacónido; END) entocónido; HLD) hipoconúlido; HYD) hipocónido; PRD) protocónido; PALD) paralófidio; cing.) cingulo; A) anchura trigónido; A') anchura talónido; L) longitud. Modificado de Sevilla (1988).

La medida de la longitud (L) es la máxima distancia entre el margen distal y mesial de cada pieza en la dirección de la serie dentaria (Fig. 8). En los M3 de vespertiliónidos se ha tomado la distancia del parastilo al metacono, que debido a la intensa reducción distal de la pieza no es paralela a la serie dental. La medida de la anchura (A) es la máxima distancia de cada pieza medida perpendicularmente a la longitud (L) en vista oclusal. En los molares inferiores se toman dos medidas: la anchura del trigónido (A), desde el metacónido a la base del protocónido, y la anchura del talónido (A'), desde el entocónido a la base del hipoconúlido (Fig. 8). En los molares superiores se mide la distancia entre el parastilo y el punto más labial de la base del protocono, que no necesariamente es perpendicular a la longitud (L).

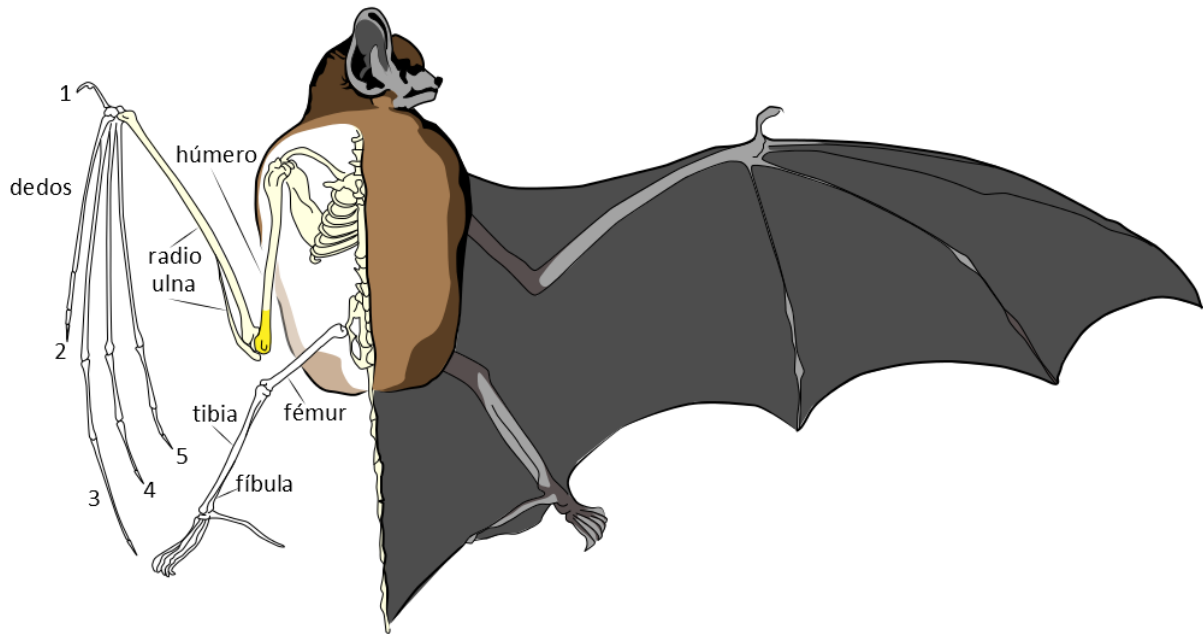


Fig. 9. Esqueleto postcraneal de quiróptero y principales huesos largos. En amarillo: epífisis distal de húmero derecho. Modificado de De Paz y Benzal (1990).

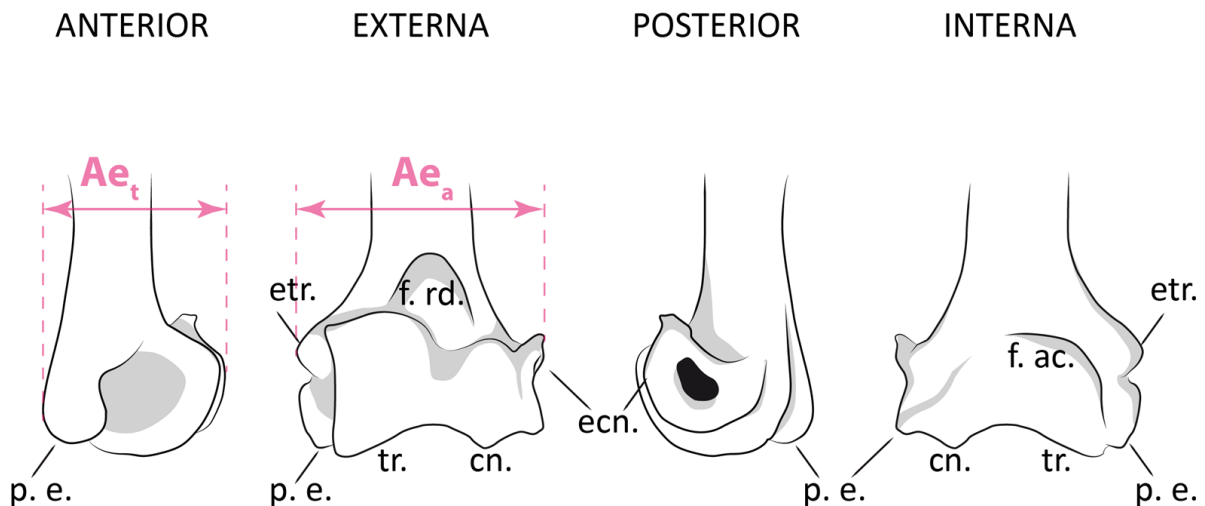


Fig. 10. Nomenclatura y biometría de la epífisis distal del húmero (húmero izquierdo en vista anterior, externa y posterior e interna): p. e.) proceso estiloides; etr.) epitróclea; tr.) tróclea; f. rd.) fosa radial; cn.) cóndilo; ecn.) epicóndilo; f. ac.) fosa antecubital; Ae_a) anchura epifisiaria anteroposterior; Ae_t) anchura epifisiaria transversal.

2.6.2. Epífisis distal del húmero

El esqueleto postcraneal de los quirópteros (Fig. 9) raramente aparece en el registro fósil, pero la epífisis distal del húmero lo hace con relativa frecuencia. Estos animales han desarrollado en la articulación del codo un dispositivo de bloqueo especializado cuya morfología está estrechamente relacionada con el tipo de vuelo, y presenta una serie de caracteres diagnósticos que permiten su identificación a nivel específico (López-García y Sevilla, 2012). En este trabajo se ha empleado la nomenclatura utilizada por Felten *et al.* (1973) para la descripción morfológica, y la utilizada por Sevilla (1990) para su orientación (Fig. 10). Las medidas utilizadas en este trabajo son: la anchura epifisiaria anteroposterior (Ae_a), y la anchura transversal a ésta, (Ae_t) (Fig. 10).

2.6.3. Datos biométricos de comparación

La comparación de medidas del material objeto de estudio con otros materiales presenta ciertas dificultades a considerar. Las medidas realizadas por distintos autores pueden no ser comparables entre sí en el caso de que no se haya empleado la misma metodología. Por otro lado, una misma especie de quiróptero puede presentar diferencias de talla más o menos significativas a lo largo del tiempo y el espacio. Según Sevilla (1988), algunas especies presentan una clina geográfica de Este a Oeste de Europa, siendo los especímenes de España y Portugal los de talla más pequeña. En este trabajo se ha utilizado la metodología de medida empleada por Sevilla (1988). La comparación biométrica de los ejemplares fósiles estudiados con material actual se ha realizado en la mayoría de los casos empleando los datos aportados por Sevilla (1988), en los que se incluían ejemplares procedentes de tanto del Este como del Oeste de Europa. Son excepciones las especies *Nyctalus lasiopterus* y *Tadarida teniotis*, cuyos datos biométricos actuales se han recogido de López-García *et al.* (2009), y las medidas para M1 de *Myotis blythii* y *Myotis myotis*, efectuadas por la autora de este trabajo sobre material actual de la colección del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, y de *Eptesicus serotinus*, efectuadas por la autora sobre material actual de las bases fotográficas del Grupo Aragosaurus. No se han obtenido datos actuales para la especie *Myotis daubentoni*, ni para los molares inferiores de *Myotis emarginatus*. La comparación biométrica de los ejemplares fósiles estudiados con material fósil de la misma edad (Pleistoceno Superior) se ha realizado cuando ha sido posible con los datos de yacimientos españoles (La Carihuela y El Reguerillo) aportados por Sevilla (1988). Para la comparación de las especies o grupos de especies *Myotis daubentoni*, *Myotis emarginatus*, *Plecotus auritus* y *Plecotus* gr. *auritus/austriacus* se han empleado datos del yacimiento francés **Santenay** aportados por Sevilla (1990).

2.6.4. Nomenclatura abierta

No todas las piezas estudiadas han podido ser asignadas con seguridad a una especie. Algunas presentan caracteres morfológicos y biométricos que se corresponden con dos especies similares entre sí. Existen análisis biométricos mediante los que piezas dentarias concretas pueden ser identificadas, mientras que las piezas que no es posible diferenciar se han asignado a un grupo de especies: *Myotis* gr. *myotis/blythii* y *Plecotus* gr. *auritus/austriacus*. Por otro lado, algunas piezas presentan aspectos correspondientes a una determinada especie, tanto en talla como en morfología, junto con caracteres anómalos o que no se han encontrado descritos en la literatura consultada referente a dicha especie. Para estos casos, se ha empleado el término *confer* (cf.): *Myotis* cf. *myotis/blythii*, *Myotis* cf. *emarginatus*, y *Pipistrellus* cf. *pipistrellus*.

3. SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Orden Chiroptera BLUMENBACH, 1979

Familia Rhinolophidae GRAY, 1866

Género *Rhinolophus* LACEPEDE, 1779

CARACTERES DIAGNÓSTICOS DENTICIÓN

Este género se caracteriza por la presencia de talón bien desarrollado en las piezas molarizadas de la serie superior (M1, M2, M3 y P4) y la ausencia de hipocono. P3 presenta menor tamaño y una leve reducción de la postparacresta y el metacono. Las piezas de la serie inferior muestran cíngulos finos y patrón Nyctalodonto, es decir, hipoconúlido y entocónido conectados. Fórmula dentaria: 1.1.2.3/2.1.3.3 (Sevilla, 1988). El premaxilar no está fusionado al maxilar, por lo que los restos craneales fósiles generalmente han perdido dicho premaxilar junto con los incisivos, y la serie dental observable “termina” en C. La escotadura nasal del maxilar presenta una morfología característica, amplia, alta y retraída, con bordes robustos. El extremo anterior del arco cigomático, en vista ventral, conecta exclusivamente con la cara labial de M3.

Rhinolophus hipposideros (BECHSTEIN, 1800) – Murciélago pequeño de herradura.

MATERIAL

1 fragmento de maxilar con P4, M1 y M2 (Fig. 11) (Tabla 3).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	p	mín.	máx.	\bar{x}	σ
P4	1	Aguilón-P7	A			1,36	
			L			0,90	
	1	La Carihuella	A			1,14	
			L			0,83	
	6	Actual	A	0,95	1,17	1,05	0,074
			L	0,81	0,9	0,85	0,03
M1	1	Aguilón-P7	A			1,60	
			L			1,45	
	4	La Carihuella	A	1,44	1,6	1,5	0,066
			L	1,36	1,56	1,44	0,074
	6	Actual	A	1,3	1,39	1,35	0,03
			L	1,26	1,42	1,35	0,059
M2	1	Aguilón-P7	A			1,58	
			L			1,34	
	1	La Carihuella	A			1,40	
			L			1,32	
	6	Actual	A	1,3	1,42	1,37	0,037
			L	1,21	1,28	1,24	0,029

Tabla 3. *Rhinolophus hipposideros* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Es el rinolofido de menor tamaño de la región Paleártica. Fórmula dentaria: 1.1.2.3/2.1.3.3. P2 está dentro de la serie dental, de modo que C y P4 no están en contacto (Sevilla, 1988).



Fig. 11. *Rhinolophus hipposideros* (fragmento de maxilar derecho). Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual.

Las piezas molarizadas de la serie superior presentan la morfología típica del género *Rhinolophus*, con talones bien desarrollados y ausencia de hipocono. P4 posee un contorno de forma aproximadamente rectangular, con un talón relativamente ancho. El cóngulo está presente alrededor de casi todo el cuello del diente. En vista labial es fino en el margen distolabial y se ensancha ligeramente hacia el mesolabial a partir de una pequeña inflexión entre las dos raíces. En vista lingual su grosor es regular a lo largo del talón (Sevilla, 1988). M1 posee un contorno cuasi cuadrangular y presenta un amplio talón que se prolonga considerablemente hacia M2. El parastilo aparece bien desarrollado y en ángulo, mientras que el metastilo es recto. El paracono es más bajo que el metacono. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial y su base se proyecta hacia adelante con respecto al talón (Sevilla, 1988). El cóngulo del talón termina contra el punto en el que la postprotocresta alcanza la base del diente. M2 presenta un contorno más bien rectangular, y su talón aparece más reducido. Parastilo en ángulo aunque más reducido que en M1, y metastilo recto. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial. El cóngulo del talón termina contra la base del protocono, mientras que la postprotocresta se une al cóngulo distal rodeando la base del metacono (Sevilla, 1988). La zona palatal y maxilar de esta especie presenta algunas singularidades con respecto a los otros rinolófidos habituales en la Península: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus euryale* y *Rhinolophus mehelyi* (Fig. 12). En vista ventral, el margen distal de la lámina horizontal del palatino aparece en una posición relativamente adelantada, de forma tal que la línea que une el borde de las dos coanas avanza hasta superar ligeramente la altura del metacono de M2. Además, el extremo posterior del hueso palatino, en la zona circundante al margen lingual de M3, termina contra la base del protocono del último molar en una posición ligeramente distal. En vista labial se aprecia el trazado de la escotadura nasal, casi vertical en la parte superior, con un escalonamiento a la altura de los premolares y fuertemente inclinada hacia adelante después, que termina sobre el alveolo del canino.

DISCUSIÓN

El material descrito presenta una serie de características morfológicas que evidencian sin lugar a dudas su pertenencia al género *Rhinolophus*: el talón de los molares superiores y P4, la ausencia de premaxilar y la morfología de la escotadura nasal. Su pequeño tamaño, la gran expansión del talón en M1 y M2 y la morfología del margen distal de la lámina horizontal del hueso palatino (Fig. 12) permiten atribuir el material de estudio a la especie *Rhinolophus hipposideros*.

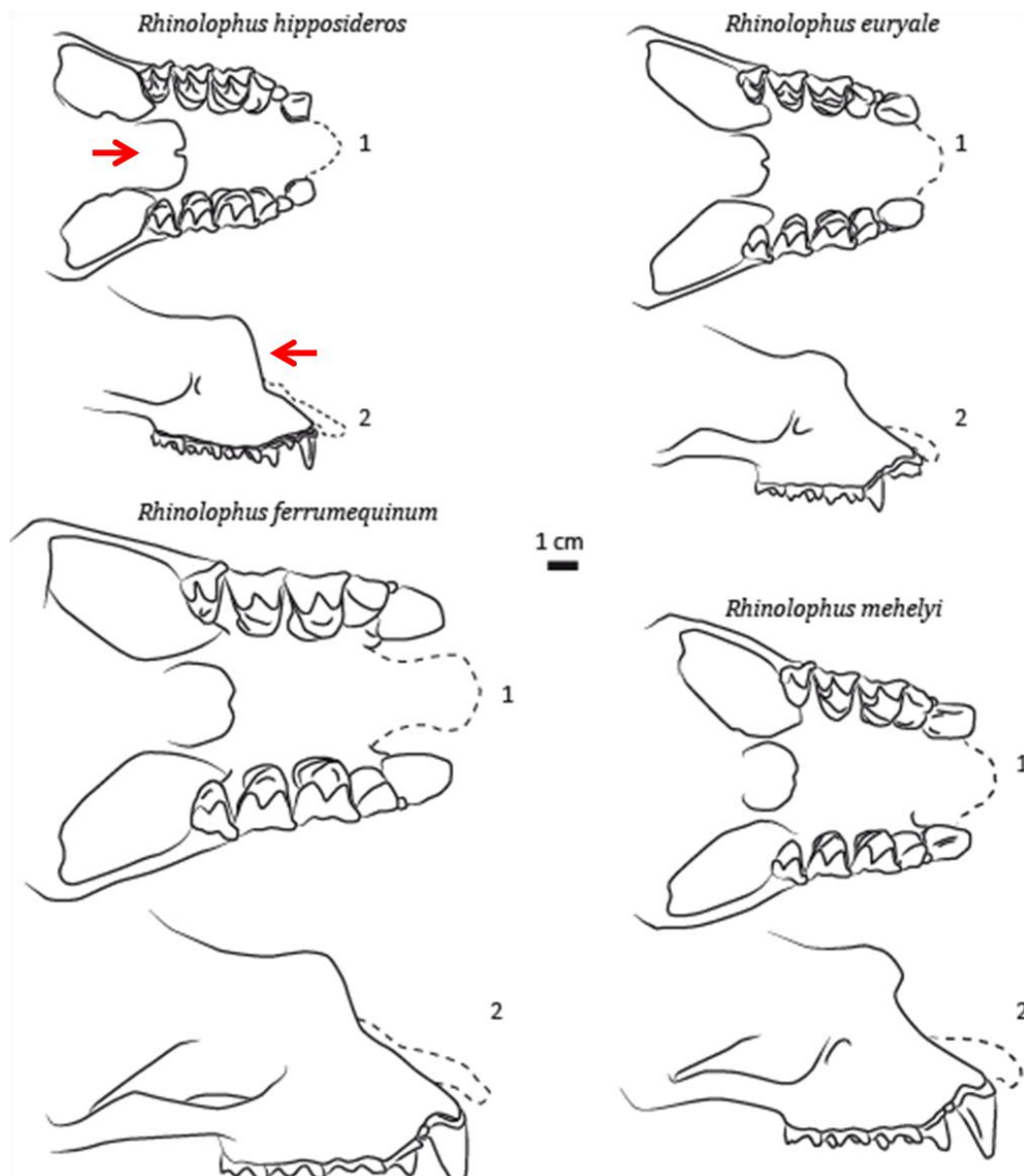


Fig. 12. Comparación morfológica entre la zona anterior del cráneo en las especies *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus mehelyi*. Vistas: (1) ventral; (2) lateral derecha.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se trata de una especie cavernícola, forma colonias de cría pero hibernan aislados. Ocupa un rango altitudinal muy amplio, de 0 a 2000 m.s.n.m., y muestra preferencia por áreas con cobertura vegetal arbustiva y arbórea con presencia de aguas superficiales, mientras que escasea en las zonas muy frías y/o muy áridas. Se distribuye a lo largo de la región Paleártica desde Irlanda hasta Cachemira, con un rango latitudinal que abarca desde las zonas montañosas de Etiopía y Sudán hasta el sur de Alemania y Polonia. Presenta una distribución amplia e irregular a lo largo de la Península Ibérica y las Islas Baleares (Migens, 2007).

Rhinolophus ferrumequinum (SCHREBER, 1774) – Murciélago grande de herradura.

MATERIAL

1 fragmento de maxilar con M1 y M2; 1 fragmento de maxilar con M3; 3 CS; 1 P4; 1 mandíbula con p4 y m1; 1 mandíbula con p4 y m1- m3; 1 fragmento anterior de mandíbula con p4; 1 c; 2 m1; 2 m2; 2 m3; 1 talónido de m1. (Fig. 13) (Tabla 4).

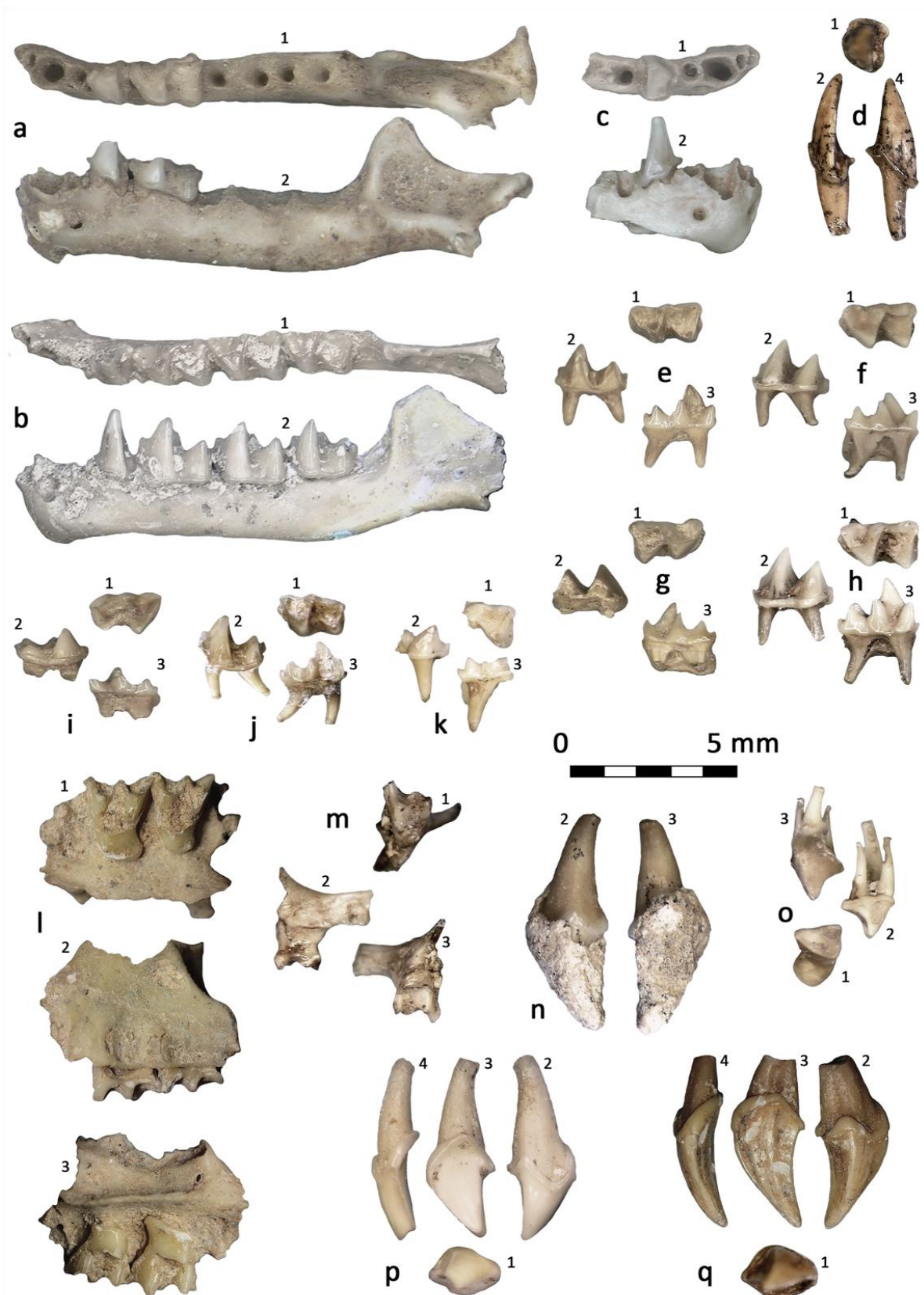


Fig. 13. *Rhinolophus ferrumequinum*: a, b) mandíbula fragmentada izquierda; c) fragmento de mandíbula derecha; d) c izquierdo; e) m1 izquierdo; f) m2 izquierdo; g) m1 derecho; h) m2 izquierdo; i) m3 derecho; j) m3 izquierdo; k) talónido de m1 izquierdo; l, m) fragmento de maxilar derecho; n) C izquierdo; o) P4 derecho; p, q) C derecho. Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual; 4) mesial.

MEDIDAS

EO	n	procedencia	p	mín.	máx.	\bar{x}	σ
C	3	Aguilón-P7	A	2,16	2,29	2,2	0,073
			L	1,44	1,57	1,48	0,071
	1	La Carihuella	A			2,32	
			L			1,68	
	5	Actual	A	1,28	1,57	1,47	0,106
	6		L	1,6	2,04	1,83	0,165
P4	1	Aguilón-P7	A			2,22	
			L			1,60	
	6	Actual	A	1,8	2,28	2,01	0,16
			L	1,32	1,76	1,52	0,178
M1	1	Aguilón-P7	A			2,66	
			L			2,11	
	6	Actual	A	2,28	2,52	2,40	0,076
			L	1,8	2,19	1,98	0,14
M2	1	Aguilón-P7	A			2,53	
			L			1,92	
	1	La Carihuella	A			2,52	
			L			2,14	
	6	Actual	A	2,29	2,52	2,43	0,084
			L	1,76	2,14	1,90	0,155
M3	1	Aguilón-P7	A			2,01	
			L			1,47	
c	1	Aguilón-P7	A			1,65	
			L			1,30	
	2	La Carihuella	A	1,48	1,6	1,54	
			L	1,22	1,28	1,25	
	6	Actual	A	1,3	1,57	1,43	0,106
			L	1	1,14	1,05	0,062
p4	3	Aguilón-P7	A	1,25	1,37	1,31	0,061
			L	1,25	1,31	1,3	0,032
	3	La Carihuella	A	1,28	1,36	1,30	
			L	1,36	1,48	1,40	
	6	Actual	A	1,12	1,38	1,22	0,1
			L	1,04	1,19	1,11	0,05
m1	4	Aguilón-P7	A	1,14	1,31	1,21	0,073
			A'	1,23	1,64	1,4	0,179
			L	2,12	2,25	2,21	0,0626
	6	Actual	A	1,35	1,71	1,47	0,131
			A'	1,48	1,71	1,48	0,13
			L	1,92	2,28	2,04	0,14
m2	3	Aguilón-P7	A	1,34	1,4	1,36	0,035
			A'	1,37	1,55	1,46	0,0904
			L	2,23	2,35	2,29	0,0606
	1	La Carihuella	A			1,56	
			A'			1,56	
			L			2,32	
	6	Actual	A	1,3	1,76	1,49	0,151
			A'	1,39	1,8	1,52	0,158
			L	1,84	2,23	1,99	0,157
m3	2	Aguilón-P7	A	1,29	1,29		
			A'	0,84	0,89		
			L	1,96	2,17		
	6	Actual	A	1,28	1,66	1,43	0,134
			A'	1,03	1,42	1,21	0,143
			L	1,68	2,04	1,83	0,154

Tabla 4. *Rhinolophus ferrumequinum* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; A') anchura 2 en molares inferiores; L) longitud.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Es el rinolofido de mayor tamaño de la Península Ibérica (De Paz, 2007). Fórmula dentaria: 1.1.2.3/2.1.3.3. P4 está en contacto con C, P2 es diminuto (a veces incluso falta) y está fuera de la serie dental (Sevilla, 1988), al igual que p3.

C es muy robusto, muestra un contorno trapezoidal y la única cúspide aparece curvada hacia atrás y formando un marcado ángulo con la raíz. Presenta tres caras: la lingual es plana, es la de mayor superficie y presenta un pequeño talón; la mesolabial es ligeramente convexa y la distolabial ligeramente cóncava. El cíngulo es continuo alrededor de todo el contorno del diente, aunque su grosor varía a lo largo del mismo, siendo máximo en el margen anterolingual (Sevilla, 1988). El cíngulo con disposición en zigzag muy marcado es característico, con inflexiones que apuntan alternativamente a la raíz y a la cúspide. P4 posee un contorno de forma aproximadamente rectangular, con un talón relativamente ancho. El cíngulo está presente alrededor de casi toda la corona salvo en la zona de contacto con M1. En vista labial es de grosor fino mientras que en vista lingual su grosor es máximo a lo largo del talón (Sevilla, 1988). M1 posee contorno subrectangular y presenta un talón bien desarrollado que sin embargo no se prolonga demasiado hacia M2. Parastilo bien desarrollado y en ángulo, carece de metastilo. Metacono considerablemente más robusto y alto que paracono. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial y su base carece de cíngulo. El cíngulo reaparece de nuevo en el talón y es continuo con el cíngulo distal (Sevilla, 1988). M2 posee un contorno rectangular, más estrecho que M1, y un talón poco desarrollado. Parastilo bien desarrollado y en ángulo, carece de metastilo. La diferencia de altura entre metacono y paracono es casi inapreciable. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial y su base, carente de cíngulo, se adelanta levemente al talón. El cíngulo del talón es continuo con el cíngulo distal (Sevilla, 1988). M3 posee un contorno subtriangular y carece de talón. Presenta un pequeño parastilo en ángulo, pero carece de metastilo. El metacono es menor que el paracono en altura y robustez. En vista lingual, el protocono está situado en el margen mesial, pero ligeramente más atrasado que en los otros molares anteriores. Leve desarrollo del metacónulo sobre la postprotocresta. En vista ventral, el margen distal de la lámina horizontal del palatino se encuentra en una posición tal que la línea que une el borde de las dos coanas cae sobre la postmetacresta de M2. El extremo posterior del hueso palatino, en la zona circundante al margen lingual de M3, termina contra la base del protocono del último molar en una posición ligeramente medial. El extremo anterior del arco cigomático, en vista ventral, conecta con la cara labial del M3.

El canino inferior, c, presenta un contorno semicircular algo irregular y posee una única cúspide, alineada con la raíz, con dos caras: una mesial convexa y una distal cóncava. El cíngulo, de grosor fino, es continuo alrededor de toda la corona. En el margen distolingual forma una pequeña expansión que se proyecta hacia p3, mientras que en el extremo mesial alcanza su mínimo grosor en la zona de contacto con el incisivo (Sevilla, 1988). El cuarto premolar inferior, p4, posee un contorno trapezoidal y dos raíces, mesial y distal. En la corona se distinguen 3 caras: una distal ligeramente cóncava, una mesolabial ligeramente convexa y una mesolingual más bien cóncava en su margen mesial y convexa en su margen distal. El cíngulo, de grosor fino, es continuo alrededor de toda la corona y alcanza su mayor grosor en el margen distal (Sevilla, 1988). El primer molar inferior, m1, presenta el trigónido abierto, formando una "V" bastante amplia. El protocónido y el metacónido se encuentran bastante próximos entre sí, y las cúspides linguales no están alineadas pues el hipoconúlido se encuentra en posición más labial que el resto. De las cúspides linguales, el metacónido es claramente la más alta. El cíngulo labial es fino y regular, mientras que en la cara lingual solo se observa un leve cíngulo en la base del trigónido (Sevilla, 1988). El segundo molar inferior, m2, presenta el trigónido abierto pero formando una "V" más cerrada que el m1. Las cúspides linguales no están alineadas pues el hipoconúlido se encuentra en posición más labial que el resto. De ellas, el metacónido es claramente la más alta. El trigónido de m3 es más cerrado que

en los casos anteriores. El talónido se encuentra reducido por la posición más labial que adopta el entocónido (Sevilla, 1988). El cóngulo labial es fino y regular. La mandíbula de esta especie se caracteriza por poseer en su margen posterior una superficie articular de contorno subrectangular. En vista labial, el proceso coronoide se proyecta cranealmente, con la cresta masetérica subperpendicular a la superficie de inserción de las piezas dentales. El margen posterior forma un ángulo casi recto con el proceso articular, que se encuentra en una posición más baja. El proceso angular se proyecta en dirección ventral y hacia el exterior. En el extremo anterior de la mandíbula se observa un mentón bastante marcado y el foramen mentoniano, de contorno circular, se sitúa bajo el alveolo de p2 o entre los alveolos de p2 y c.

DISCUSIÓN

Tanto la talla como las características morfológicas del material estudiado permiten atribuirlo sin reservas a la especie *Rhinolophus ferrumequinum*.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Especie ubicua, se localiza en cualquier medio, con un rango altitudinal de los 0 y 1600 m.s.n.m., aunque muestra preferencia por las áreas que combinan zonas de pradera con zonas arboladas. Ocupa cavernas en las que forma colonias de hibernación y cría, frecuentemente junto con otras especies. Cazan en un radio de entre 200 m y 1 km de distancia a sus refugios. Se distribuye a lo largo de la mitad sur de la región Paleártica. En Europa su límite septentrional de distribución es el Sur de Gran Bretaña, y el oriental, Grecia. Presente en casi toda la Península Ibérica, aunque no existen observaciones en algunas zonas de Aragón, Galicia, Castilla y León y Castilla La Mancha (De Paz, 2007).

Familia Vespertilionidae GRAY, 1821

Género *Myotis* KAUP, 1829

CARACTERES DIAGNÓSTICOS DENTICIÓN

Este género se caracteriza por la ausencia de talón e hipocono en las piezas molares de la serie superior. M3 presenta reducción distal, que puede ser de mayor o menor grado, pero que siempre le confiere un contorno de morfología triangular, con 3 comisuras: mesial, distolabial y distolingual. Los molares inferiores son de patrón myotodonto (el hipoconúlido se encuentra totalmente aislado del entocónido) y su cóngulo labial posee espesores de medios a gruesos. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3 (Sevilla, 1988).

Myotis myotis (BORKHAUSEN, 1797) – Murciélago ratonero grande.

Myotis blythii (TOMES, 1857) – Murciélago ratonero mediano.

Myotis gr. myotis/blythii

MATERIAL

1 fragmento de maxilar con 1 P4 y 1 M1, 2 P4, 1 M1, 2 c, 2 p4, 5 trigónidos y 1 talónido de molares inferiores (Fig. 14) (Tabla 5).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	p	mín.	máx.	\bar{x}	σ
P2	1	Aguilón-P7	A			0,99	
			L			0,80	
	5	El Reguerillo	A	1,04	1,2	1,11	0,064
			L	0,96	1,08	1,01	0,046
	6	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,12	1,26	1,19	0,057
			L	0,91	1,09	1,02	0,059
P4	6	Act (<i>M. blythii</i>)	A	0,88	0,98	0,94	0,035
			L	0,84	0,98	0,9	0,053
	3	Aguilón-P7	A	1,39	1,83	1,68	0,254
			L	1,55	1,95	1,75	0,199
	4	El Reguerillo	A	1,44	1,6	1,56	0,069
			L	2	2,12	2,04	
	6	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,38	1,82	1,58	0,157
			L	1,75	2,17	2,02	0,136
	6	Act (<i>M. blythii</i>)	A	1,19	1,4	1,28	0,074
			L	1,68	1,89	1,75	0,065
M1	2	Aguilón-P7	A	2,65	2,77		
			L	2,52	2,64		
	2	El Reguerillo	A	2,6	2,64		
			L	2,56	2,78	2,69	
	8	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,98	2,98	2,50	0,296
			L	2	2,58	2,35	0,201
	5	Act (<i>M. blythii</i>)	A	2,07	2,22	2,13	0,075
			L	2,08	2,36	2,24	0,113
c	2	Aguilón-P7	A	1,4	1,4		
			L	1,05	1,18		
	6	El Reguerillo	A	1,36	1,44	1,40	0,032
			L	1,08	1,2	1,14	0,050
	6	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,38	1,47	1,42	0,036
			L	0,98	1,26	1,11	0,113
	6	Act (<i>M. blythii</i>)	A	1,14	1,26	1,23	0,047
			L	0,76	1,05	0,97	0,105
p4	2	Aguilón-P7	A	0,98	1,12		
			L	1,41	1,43		
	6	El Reguerillo	A	1,08	1,2	1,15	0,036
			L	1,3	1,52	1,39	0,079
	6	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,19	1,33	1,25	0,051
			L	1,4	1,54	1,48	0,062
	6	Act (<i>M. blythii</i>)	A	0,98	1,05	1,02	0,031
			L	1,05	1,19	1,13	0,062

Tabla 5. *Myotis* gr. *myotis/blythii* y *Myotis myotis* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; L) longitud.

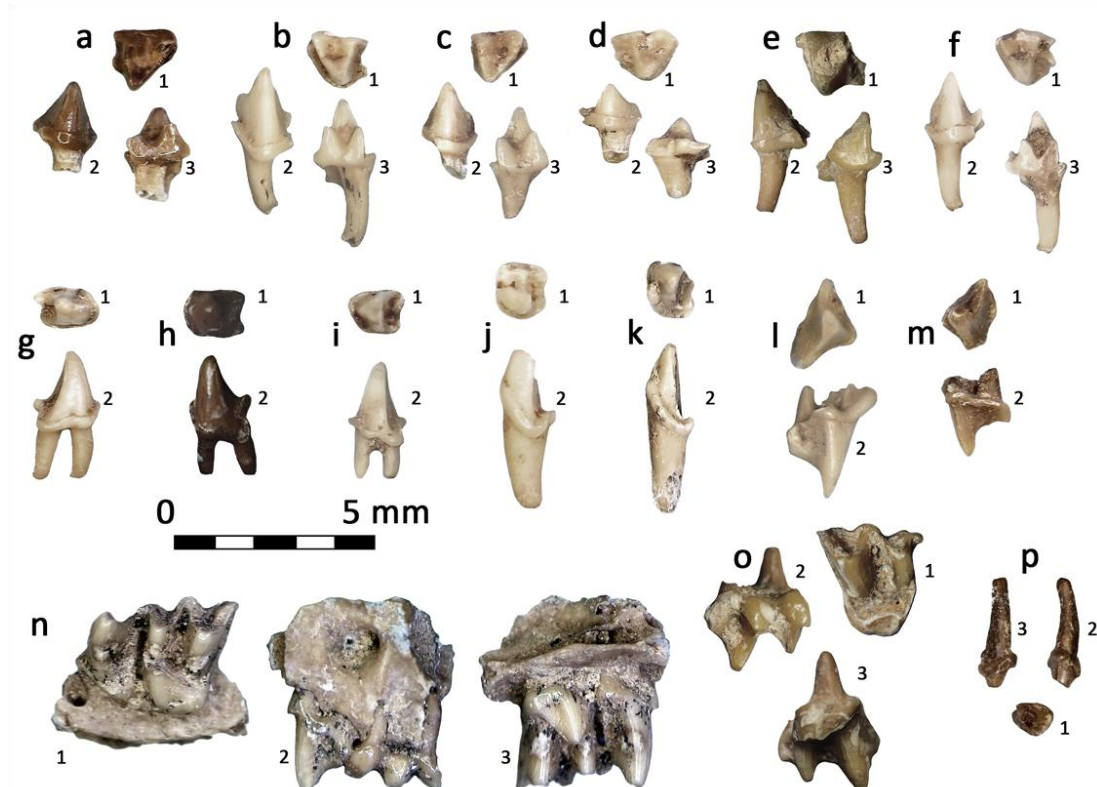


Fig. 14. Material fósil de Aguilón-P7 (Pleistoceno Superior) asignado a *Myotis* gr. *myotis/blythii*: a) trigónido de m2 derecho; b) trigónido de m1 izquierdo; c, d) trigónido de m1 derecho; e) talónido de m1 derecho; f) trigónido de m1 izquierdo; g) p4 derecho; h) p4 izquierdo; j, k) c izquierdo; l) P4 derecho; m) P4 izquierdo; p) P2 derecho. *Myotis myotis*: n) fragmento de maxilar izquierdo; o) M1 derecho. Material asignado a *Myotis* cf. *myotis/blythii*: i) p4 izquierdo. Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Myotis myotis es el mayor myótido de Europa (Garrido y Nogueras, 2007). *Myotis blythii* es ligeramente más pequeño, aunque el rango de talla de ambas especies se solapa en gran medida. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3.

P2 presenta una corona de contorno ovalado y posee una sola cúspide alineada con una raíz muy larga y estrecha. En el margen distal se observa una arista longitudinal. El cóngulo es continuo alrededor de toda la pieza, grueso e irregular (Sevilla, 1988). Se observa un desgaste muy fuerte de la corona. P4 posee una corona de contorno triangular con una sola cúspide robusta de tres caras: la labial, convexa en su margen mesial y cóncava en el distal; la mesolingual, recta; y la distolingual, suavemente cóncava. La cresta posterior traza una concavidad hacia la zona labial. El cóngulo es continuo salvo en el ángulo distolabial, donde desaparece, y presenta un espesor grueso que se hace máximo en el ángulo mesolabial (Sevilla, 1988). M1 posee contorno cuasi cuadrado. El parastilo está bien desarrollado y en ángulo, mientras que el desarrollo del metastilo es menor y aparece curvado. El metacono es considerablemente más robusto y alto que el paracono. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial y su base carece de cóngulo. El metacónulo se desarrolla sobre la postprotocresta (Sevilla, 1988).

En vista lateral del maxilar, sobre el M1, se observa la estructura formada por el foramen infraorbitario, de gran tamaño, y la fosa orbital adyacente.

El canino inferior, c, posee una corona de contorno semicircular provisto de una sola cúspide de tres caras: la mesial y la labial son convexas, y la distal es ligeramente cóncava. El cóngulo es grueso y algo irregular. Rodea casi el total de la corona, salvo en el punto de contacto con el incisivo (Sevilla, 1988), y en el margen distal presenta una pequeña inflexión proyectada distalmente y hacia la cúspide. El contorno de p4 es rectangular, elongado

mesodistalmente, y posee una única cúspide sobre el margen mesial de tres caras: la lingual es cóncava en su margen mesial y convexa en el distal; la labial es ligeramente convexa; y la distal es cóncava. El cúngulo es grueso, algo irregular y continuo a lo largo de todo el contorno de la pieza (Sevilla, 1988). En el margen distolingual la arista entre las caras distal y lingual se proyecta ligeramente hacia m1. Las piezas m1 y m2 poseen un trigónido más bien cerrado (más en m2 que en m1) carente de cúngulo lingual. La entocréstida es casi recta y las cúspides linguales están alineadas a excepción del hipoconúlido, ligeramente más labial que el entocónido. El cúngulo labial es grueso y algo irregular (Sevilla, 1988).

DISCUSIÓN

Myotis myotis y *Myotis blythii* son dos especies difíciles de diferenciar. Cuando el material de estudio se limita a dientes aislados se requiere el uso de ciertos criterios métricos para la identificación de las piezas. El principal elemento identificativo es el m3 (Sevilla, 1988), aunque también se han realizado identificaciones basadas en las medidas de los molares superiores. En este caso se ha empleado la relación entre la longitud (L) y la anchura (A) en M1, índice definido por Mein (1975) y utilizado en trabajos posteriores para separar las dos especies (Sevilla, 1983; Sevilla, 1986; López-García, 2008). Para ello se han realizado medidas en 8 ejemplares de *Myotis myotis* y 6 de *Myotis blythii* actuales proporcionados por el Grupo Aragosaurus y se han comparado con las de la muestra. Los resultados obtenidos (Fig. 15) permiten asignar con cierta fiabilidad las dos piezas de Aguilón-P7 a la especie *Myotis myotis*: un M1 aislado (Fig. 14, o) y un fragmento de maxilar con P4 y M1 insertados (Fig. 14, n). El resto de las piezas estudiadas se han clasificado como *Myotis gr. myotis/blythii*.

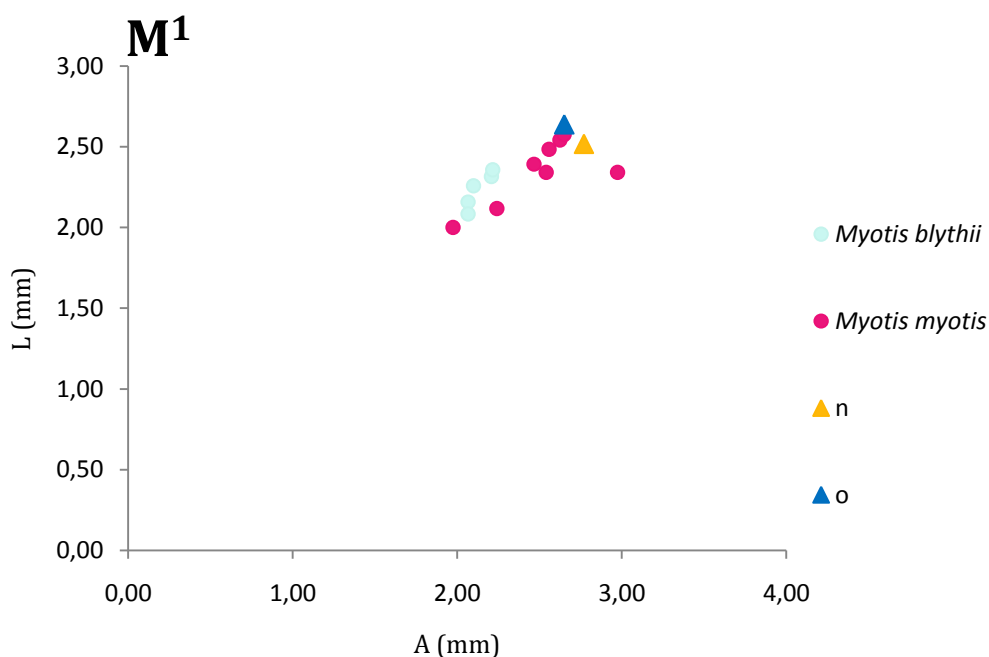


Fig. 15. Relación anchura (A) - longitud (L) de M1 medidas en ejemplares actuales de *Myotis blythii* y *Myotis myotis*. Representados con triángulos los dos ejemplares de M1 de Aguilón-P7, designados con la letra con la que figuran en Fig. 14, n y o.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Myotis myotis se ha observado en rangos altitudinales de 0 a 2060 m.s.n.m. Muestra preferencia por las zonas de bosque maduro abierto y zonas de pradera arboladas, evitando los medios semiáridos. Se distribuye a lo largo de Europa en latitudes más meridionales que los

Países Bajos, la costa germano-polaca y la península de Crimea. En la Península Ibérica es frecuente en la región mediterránea, mientras que está ausente en zonas de influencia Atlántica como Asturias y el País Vasco (Garrido y Nogueras, 2007). *Myotis blythii* se ha observado en rangos latitudinales de 0 a 2100 m.s.n.m., mostrando preferencia por las zonas de estepas y praderas. En Europa se distribuye a lo largo de las penínsulas meridionales, desde Portugal al sur de Ucrania. Los datos actuales apuntan a su presencia a lo largo de toda la Península Ibérica (Nogueras y Garrido, 2007). Ambas especies ocupan cavernas en las que forman colonias de cría.

Myotis cf. myotis/blythii

MATERIAL

1 p4 (Fig. 14) (Tabla 6).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
p4	1	Aguilón-P7	A			1,39	
			L			1,55	
	6	Act (<i>M. myotis</i>)	A	1,19	1,33	1,25	0,051
			L	1,4	1,54	1,48	0,062
	6	Act (<i>M. blythii</i>)	A	0,98	1,05	1,02	0,031
			L	1,05	1,19	1,13	0,062
	6	Act (<i>R. ferrumequinum</i>)	A	1,12	1,38	1,22	0,1
			L	1,04	1,19	1,11	0,05
	7	Act (<i>N. lasiopterus</i>)	A	1,27	1,61	1,44	0,11
			L	1	1,35	1,14	0,13
	2	Act (<i>T. teniotis</i>)	A	1,15	1,25	1,2	0,07
			L	1,08	1,12	1,1	0,03
	2	Act (<i>E. serotinus</i>)	A	0,91	0,96		
	3		L	1,05	1,07	1,06	0,012

Tabla 6. *Myotis cf. myotis/blythii* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; L) longitud. Medidas para material actual tomadas de Sevilla (1988).

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

El cuarto premolar inferior, p4, posee un contorno trapezoidal ligeramente elongado mesodistalmente y una única cúspide sobre el margen mesial de tres caras: la lingual es ligeramente convexa; la labial es convexa en su margen distal y recta en el mesial; y la distal es cóncava. El cingulo es grueso e irregular y continuo a lo largo de todo el contorno de la pieza (Sevilla, 1988). En el margen distolingual la arista entre las caras distal y lingual se proyecta ligeramente hacia m1.

DISCUSIÓN

La morfología de esta pieza difiere de la del resto de p4 asignados a *Myotis* gr. *myotis/blythii*. Sin embargo, las medidas realizadas sobre el mismo encajan con las de este grupo de *Myotis* grandes, mientras que están considerablemente alejadas de las de cualquiera de los otros géneros de murciélagos de gran tamaño de la Península: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Tadarida teniotis*, *Nyctalus lasiopterus* o *Eptesicus serotinus* (ver Tabla. 4). Tampoco su morfología general coincide con ninguna de estas 4 especies. En *Rhinolophus ferrumequinum* p4 está más reducido mesodistalmente, mientras que el resto poseen una cúspide anteriolingual desarrollada en mayor o menor medida de la que el premolar estudiado carece.

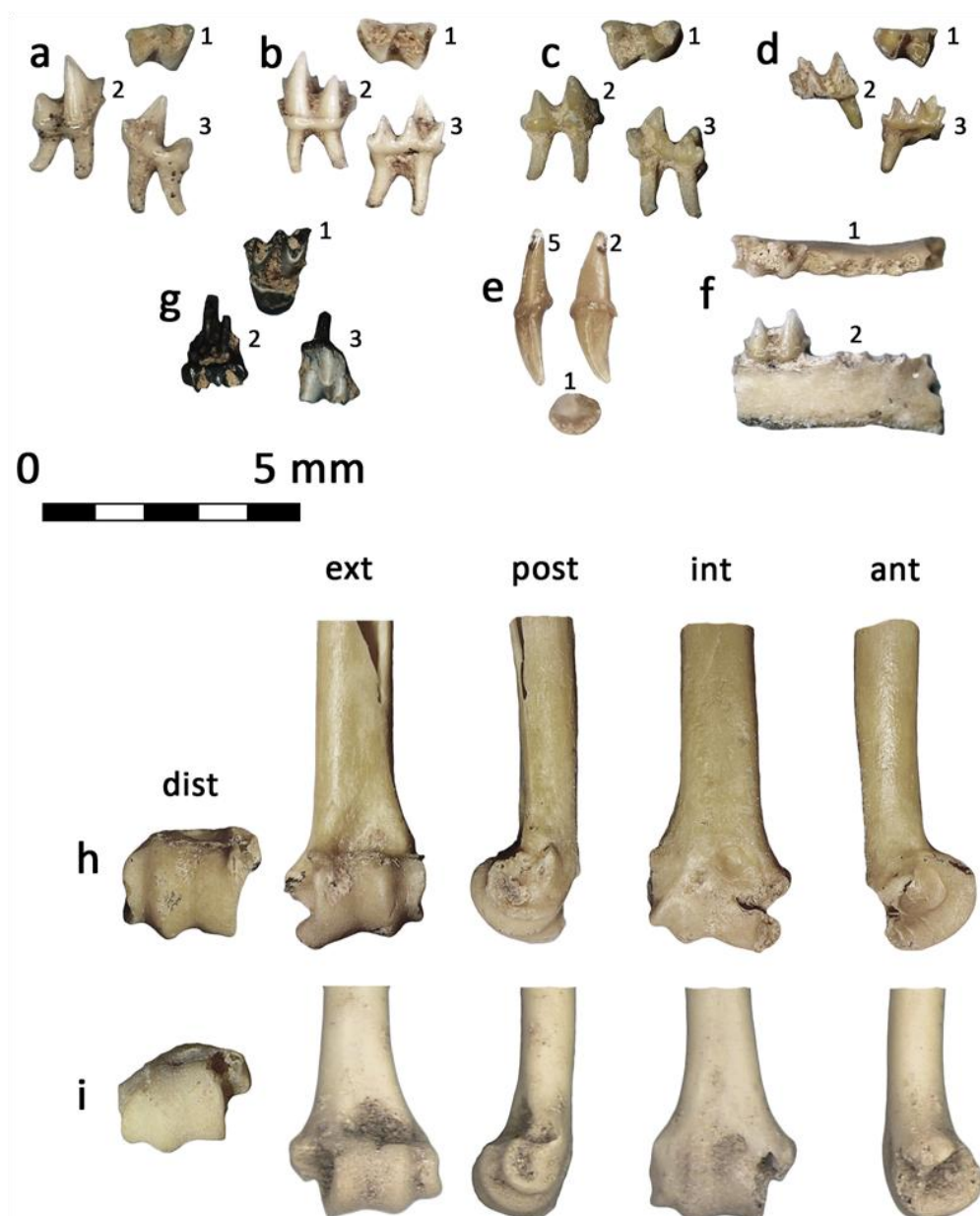


Fig. 16. *Myotis emarginatus*: a) m3 derecho; e) C izquierdo; h) epífisis distal de 1 húmero izquierdo. *Myotis cf. emarginatus*: b) m2 derecho; c) m2 izquierdo. *Myotis daubentoni*: d) m1 izquierdo; f) fragmento de mandíbula derecho; g) M1 izquierdo. *Myotis bechsteini*: i) epífisis distal de 1 húmero izquierdo. Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual; 5) distal; dist) distal; ext) externa; post) posterior; int) interna; ant) anterior.

Myotis bechsteini (KUHL, 1818) – Murciélago ratonero forestal.

MATERIAL

Epífisis distal de 1 húmero (Fig. 16) (Tabla 7).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}
Húm.	1	Aguilón-P7	Ae _t			1,98
			Ae _a			2,95

Tabla 7. *Myotis bechsteini* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; Ae_t) anchura epifisiaria transversal; Ae_a) anchura epifisiaria anteroposterior.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Se trata de un *Myotis* de tamaño mediano. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3 (Carro, 2007).

La epífisis distal del húmero presenta un proceso estilode muy reducido, y la epitroclea poco ensanchada típicos de los componentes del género *Myotis*. En vista externa, la tróclea y el cóndilo muestran una ligera inclinación hacia el epicóndilo, ambos están separados por un surco poco marcado y sus márgenes distales se encuentran a una altura similar, mientras que entre el cóndilo y el epicóndilo se observa un escalonamiento más marcado. En vista posterior el epicóndilo presenta un margen distal convexo redondeado y un margen mesial ligeramente cóncavo; la unión entre ambos forma una inflexión ligeramente apuntada pero no angulosa. La fosa antecubital está muy poco desarrollada.

DISCUSIÓN

El proceso estiloide y la epitroclea poco desarrollados, así como la morfología y disposición geométrica de tróclea y cóndilo permiten atribuir esta pieza al género *Myotis*, y su tamaño indica que se trata de una especie pequeña o media. El escaso desarrollo de la fosa antecubital, la proyección anterior del proceso estiloide prácticamente nula y la morfología del apuntamiento del epicóndilo son los caracteres empleados para asignar esta pieza a la especie *Myotis bechsteini*.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se ha observado en un rango altitudinal de 0 a 1500 m.s.n.m., con preferencia por los ambientes forestales, tanto bosques caducifolios como de coníferas. Se distribuye a lo largo de gran parte de Europa, desde Portugal hasta Ucrania incluyendo Inglaterra, así como parte de Asia Menor y el Cáucaso. En España las citas son escasas, pero están repartidas prácticamente a lo largo de todo el país (Carro, 2007).

Myotis daubentoni (KUHL, 1819) – Murciélago ratonero ribereño.

MATERIAL

1 M1, 1 fragmento de mandíbula con 1 m2, y 1 m1 (Fig. 16) (Tabla 8).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
M1	1	Aguilón-P7	A			1,52	
			L			1,35	
	19	Santenay	A				
	15		L				
m1	1	Aguilón-P7	A			0,61	
			A'			0,78	
			L			1,24	
	13	Santenay	A	0,66	0,76	0,71	0,03
			A'	0,75	0,83	0,78	0,02
			L	1,13	1,26	1,19	0,04
m2	1	Aguilón-P7	A			0,73	
			A'			0,78	
			L			1,27	
	11	Santenay	A	0,73	0,82	0,76	0,03
	10		A'	0,77	0,88	0,81	0,03
	11		L	1,12	1,23	1,17	0,03

Tabla 8. *Myotis daubentoni* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; A') anchura 2 para molares inferiores; L) longitud.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Se trata de un *Myotis* de tamaño pequeño. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3. (Boyero, 2007).

M1 presenta un contorno subtriangular. El parastilo está bien desarrollado y en ángulo, también se observa el metastilo, ligeramente curvado hacia atrás. El metacono es más robusto que el paracono y ligeramente más alto. En vista lingual el protocono se sitúa en el margen mesial y su base presenta un cóngulo lingual especialmente marcado en su margen distal. Presenta metacónulo desarrollado sobre la postprotocresta.

Las piezas m1 y m2, de patrón myotodonto, poseen un trigónido cerrado (más en m2 que en m1). Las cúspides más próximas entre sí son el metacónido y el protocónido, siendo menor la distancia entre ellas en m1 que en m2. La entocréstida es recta y las cúspides linguales están alineadas a excepción del hipoconúlido, muy ligeramente más labial que el entocónido. Destaca el gran desarrollo del entocónido, siendo este la cúspide lingual más robusta y presentando una altura semejante a la del metacónido, ambas por encima del paracónido. El paralófidio presenta una concavidad muy suave, poco marcada. El cóngulo labial es grueso e irregular. La mandíbula presenta un desarrollado talón bajo en canino, y el forámen mentoniano se encuentra bajo el alveolo de p2. El alveolo de p3 se encuentra ligeramente desplazado hacia el margen lingual de la mandíbula en comparación con el resto de la serie inferior.

DISCUSIÓN

Las piezas descritas encajan con las medidas recopiladas por Sevilla (1990) en su estudio del material del yacimiento del Pleistoceno Superior de Santenay. Otra especie de similar tamaño (talla pequeña) y patrón myotodonto de los molares inferiores es *Hypsugo savii*. Sin embargo, características como la posición del hipoconúlido y la morfología del paralófidio permiten asignar claramente este material al género *Myotis* (*Hypsugo savii* presenta un hipoconúlido desplazado hacia el margen lingual y un paralófidio de concavidad muy marcada). El pequeño tamaño de las piezas, y las características de las cúspides linguales de los molares inferiores y de la mandíbula, permiten asignarlas a la especie *Myotis daubentonii*.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se ha observado en un rango latitudinal de 0 a 1600 m.s.n.m. Se trata de una especie asociada por lo general a aguas superficiales próximas a las cuales se encuentran sus zonas de caza. Habita en cavernas y forma colonias de hibernación y de cría, aunque poco numerosas. Se distribuye a lo largo de Europa en una amplia franja de latitudes medias, desde los 63º N hasta el sur de los Balcanes. En la Península Ibérica abarca todo el territorio, aunque es más frecuente en la mitad septentrional (Boyero, 2007).

Myotis emarginatus (GEOFFROY, 1806) – Murciélago ratonero pardo.

MATERIAL

1 C, 1 M3, epífisis distal de 1 húmero (Fig. 16) (Tabla 9).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
Húm.	1	Aguilón-P7	Ae _t			2,16	
			Ae _a			2,76	
C	1	Aguilón-P7	A			0,81	
			L			1,02	
	30	Santenay	A	0,68	0,84	0,77	0,03
			L	0,81	1,13	1,02	0,08
	11	Actual	A	0,77	0,88	0,83	0,03
			L	1,12	1,19	1,17	0,029
m3	1	Aguilón-P7	A			0,93	
			A'			0,76	
			L			1,35	
	17	Santenay	A	0,78	1	0,87	0,06
	18		A'	0,64	0,8	0,70	0,04
	17		L	1,19	1,39	1,27	0,05

Tabla 9. *Myotis emarginatus* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; Ae_t) anchura epifisiara transversal; Ae_a) anchura epifisiara anteroposterior; A) anchura; A') anchura 2 para molares inferiores; L) longitud.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Se trata de un *Myotis* de tamaño pequeño-medio. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3 (Quetglas, 2007).

C presenta una corona de contorno ovalado, más largo que ancho, con una sola cúspide más bien estrecha, y alineada con la raíz. Presenta dos caras: la labial es convexa en su mitad mesial y se torna cóncava (surco longitudinal muy marcado) y convexa otra vez en su mitad distal; la lingual es aplanada. La arista distal es roma. El cíngulo es más bien grueso, y continuo alrededor de toda la pieza, si bien presenta un grosor ligeramente superior en el margen anterolabial (Sevilla, 1988). El tercer molar inferior, m3, presenta patrón myotodonto y el trigónido cerrado. Cíngulo labial de grosor medio y regular que se afina hacia los márgenes mesial y distal. Carece de cíngulo lingual. Paralófidio cóncavo, sin ángulo marcado. El talónido aparece reducido por desplazamiento labial del hipoconúlido.

La epífisis distal del húmero presenta un proceso estiloide cuyo margen distal queda aproximadamente a la misma altura que el de la tróclea, pero que se proyecta internamente en forma de oreja. La epitroclea aparece poco ensanchada. En vista externa, la tróclea y el cóndilo muestran una ligera inclinación hacia la epitroclea, ambos están separados por un surco poco marcado y el margen distal de la primera se encuentra a una altura ligeramente superior que el del segundo. Entre el cóndilo y el epicóndilo se observa un escalonamiento ligeramente más marcado. En vista posterior el epicóndilo presenta un margen distal convexo redondeado y un margen mesial casi recto. En vista interna se aprecia la fosa antecubital bien marcada.

DISCUSIÓN

Las piezas dentarias descritas pertenecen a un *Myotis* de tamaño pequeño-medio. El contorno oval de C así como el marcado surco longitudinal que presenta hacia la mitad de la cara labial son caracteres identificativos de la especie *Myotis emarginatus* que no están presentes en otros *Myotis* de tallas similares como *Myotis bechsteini*, *Myotis nattereri* o *Myotis capaccinii*. La talla de m3 coincide con las medidas para *Myotis emarginatus* y *Myotis nattereri* publicadas por Sevilla en 1990 sobre el material del yacimiento de Santny, pero es menor que las de *Myotis bechsteini*. La reducción del talónido por desplazamiento labial del hipoconúlido permite distinguirlo de *Myotis nattereri*, mientras que en *Myotis capaccinii* el desplazamiento labial del hipoconúlido es mucho más marcado que en la pieza analizada.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se ha observado en un rango altitudinal de los 0 a los 1700 m.s.n.m. Habita todo tipo de ambientes, aunque parece evitar los bosques muy cerrados, así como las zonas más calurosas y áridas. Forma colonias de cría en cavernas, pero los datos conocidos indican que hiberna fuera de la Península Ibérica. Se distribuye por el sur de Europa hasta los Países Bajos, el sur de Alemania, República Checa y Eslovaquia. Aparece en toda la Península Ibérica, aunque es poco frecuente (Quetglas, 2007).

Myotis cf. emarginatus**MATERIAL**

2 m2 (Fig. 16) (Tabla 10).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
m2	2	Aguilón-P7	A	0,8	0,83		
			A'	0,96	0,99		
			L	1,49	1,55		
	16	Santenay	A	0,75	0,95	0,84	0,05
			A'	0,82	0,99	0,90	0,04
			L	1,23	1,44	1,31	0,06

Tabla 10. *Myotis cf. emarginatus* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; L) longitud.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

El segundo molar inferior, m2, presenta patrón myotodonto y posee un trigónido cerrado. Las cúspides más próximas entre sí son el metacónido y el protocónido. La entocréstida es casi recta y las cúspides linguales están alineadas a excepción del hipoconúlido, muy ligeramente más lingual que el entocónido. Paracónido, metacónido y entocónido presentan desarrollos similares, siendo este último ligeramente más bajo. El paralófidio es cóncavo. Destaca el cíngulo labial, que es muy grueso y casi regular.

DISCUSIÓN

Las piezas descritas poseen características comunes que permiten su agrupamiento como en una misma especie, así como caracteres propios del género *Myotis*. Presentan medidas intermedias entre las de *Myotis emarginatus* y las de *Myotis bechsteini* publicadas por Sevilla (1990) sobre el material de Santenay (Pleistoceno Superior), siendo algo mayores que las presentadas en el mismo trabajo para *Myotis nattereri*. Caracteres como la morfología en vista oclusal, la disposición de entocónido y hipoconúlido (que en *Myotis bechsteini* aparecen ambas proyectadas hacia la cavidad lingual) o la morfología del paralófidio apoyan la pertenencia de las muestras analizadas a la especie *Myotis emarginatus*. No obstante, la morfología de las cúspides linguales difiere de la observada en el material de comparación actual del que se dispone, el cuál muestra un desarrollo mucho mayor del entocono que las muestras analizadas. Por este motivo se han clasificado como *Myotis cf. emarginatus*.

Género *Plecotus* GEOFFROY, 1818

CARACTERES DIAGNÓSTICOS DENTICIÓN

Este género se caracteriza por la ausencia de un talón en los molares superiores y presencia de un talón estrecho en P4. M3 aparece bastante reducido y muestra un contorno

triangular, con tres comisuras. Los molares inferiores muestran cúngulos gruesos e irregulares y patrón myotodonto. Fórmula dentaria: 2.1.2.3/3.1.3.3 (Sevilla, 1988).

Plecotus auritus (LINNEO, 1758) – Murciélago orejudo dorado

Plecotus austriacus (FISCHER, 1829) – Murciélago orejudo gris

Plecotus gr. auritus/austriacus

MATERIAL

1 C, 1 M2, 1 m1, 1 trigónido de m1 (Fig. 17) (Tabla 11).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
C	1	Aguilón-P7	A			1,10	
			L			1,19	
	66	Santenay	A	0,85	1,02	0,93	0,04
			L	1,02	1,18	1,1	0,04
	8	La Carihuella	A	0,79	1,2	1,06	0,115
			L	1,16	1,56	1,32	0,107
M2	7	Actual	A	0,9	1,04	0,98	0,043
			L	0,91	1,26	1,14	0,113
	1	Aguilón-P7	A			2,18	
			L			1,53	
	40 36	Santenay	A	1,58	2	1,80	0,07
			L	1,29	1,45	1,37	68,42
	2	La Carihuella	A	1,97	2,16	2,07	
			L	1,52	1,62	1,57	
	6	Act (<i>P. auritus</i>)	A	1,75	2,22	1,88	0,175
			L	1,33	1,5	1,42	0,022
	7	Act (<i>P. austriacus</i>)	A	1,75	1,9	1,80	0,054
			L	1,4	1,54	1,46	0,038
m1	1	Aguilón-P7	A			0,93	
			A'			1,14	
			L			1,70	
	33 34 30	Santenay	A	0,81	1,06	0,90	0,06
			A'	0,9	1,12	0,97	0,05
			L	1,33	1,54	1,39	0,05
	5 4 3	La Carihuella	A	0,8	0,94	0,87	0,06
			A'	0,96	1,1	1,02	0,05
			L	1,52	1,64	1,57	
	6	Act (<i>P. auritus</i>)	A	0,9	1,13	1,01	0,07
			A'	0,95	1,18	1,05	0,068
			L	1,33	1,5	1,41	0,055
	6	Act (<i>P. austriacus</i>)	A	0,77	1,12	1,00	0,116
			A'	0,9	1,19	1,04	0,088
			L	1,36	1,54	1,47	0,057

Tabla 11. *Plecotus gr. auritus/austriacus* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; A') anchura 2 en molares inferiores; L) longitud.

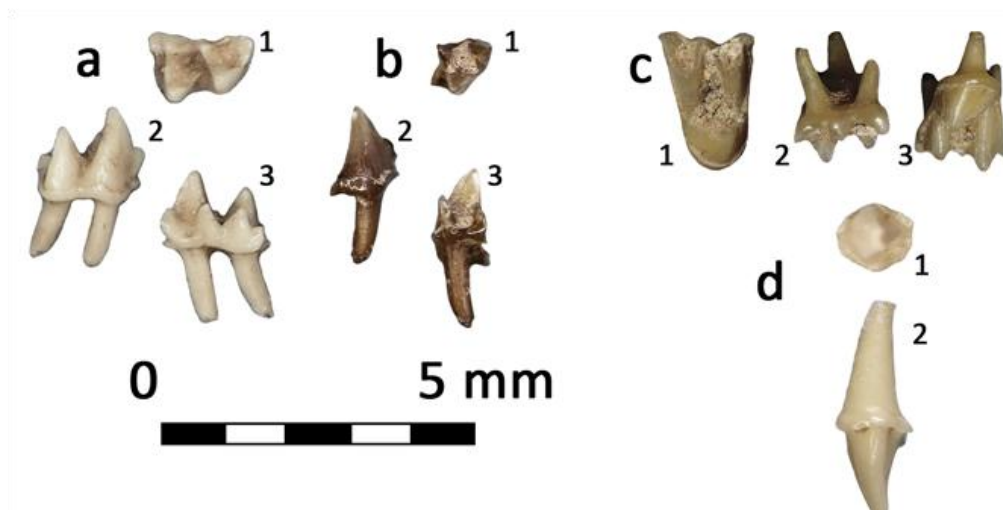


Fig. 17. *Plecotus* gr. *auritus/austriacus*: a) m1 derecho; b) trigónido de m1 derecho; c) M2 derecho. *Plecotus auritus*: d) C izquierdo. Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Son especies de murciélago de tamaño medio. Fórmula dentaria: 2.1.2.3/3.1.3.3 (Fernández-Gutiérrez, 2007; De Paz, 2007).

C posee una corona de contorno cuasi circular, ligeramente elongado en sentido mesiodistal, con una sola cúspide de dos caras: labial y lingual. La mitad mesial de ambas caras es convexa, mientras que la mitad distal es cóncava, y ambas mitades cóncavas están delimitadas por sendos surcos. La unión entre las caras labial y lingual en el margen distal se está marcada por un ángulo robusto, poco afilado. El cíngulo es continuo alrededor de toda la pieza, regular y relativamente grueso (Sevilla, 1988). M2 posee un contorno rectangular relativamente elongado en sentido labiolingual. El parastilo está bien desarrollado y en ángulo mientras que el metastilo está menos desarrollado y se curva ligeramente hacia atrás. El protocono se encuentra en la mitad mesial; el metacono es considerablemente más alto y robusto que el paracono. La postprotocresta termina contra el cíngulo distal. Toda la base del protocono, de contorno redondeado, está circundada por un cíngulo bien marcado y grueso que se prolonga distal y mesialmente (Sevilla, 1988).

Los molares inferiores presentan patrón myotodonto. Protocónido y metacónido se encuentran más próximos entre sí que las restantes cúspides. El trigónido de m1 es abierto, y en ocasiones puede tener un pequeño cíngulo lingual. En vista lingual, el paracónido, el metacónido y el entocónido son de alturas similares, más bien bajas y anchas, y la unión entre el paracónido y el metacónido aparece más deprimida. En vista oclusal están alineadas. En hipoconúlido es ligeramente más lingual que el entocónido. El cíngulo labial es grueso e irregular (Sevilla, 1988).

DISCUSIÓN

El contorno de C y la morfología de la corona son caracteres distintivos de ambas especies, así como el contorno subrectangular y considerablemente elongado en sentido labiolingual de M2, y el cíngulo y la morfología de la base del protocono. El trigónido abierto y la disposición lingual del hipoconúlido con respecto al entocónido son características que permiten distinguir m1 de estas especies de los de otros vespertiliónidos de tamaño pequeño o medio, patrón myotodonto y cíngulo grueso e irregular, como *Hypsugo savii* o los *Myotis* de talla media.

Según Sevilla (1988) las dos especies de *Plecotus* son muy difíciles de distinguir: presentan un elevado grado de similitud morfológica y los rangos de medidas de una y otra se solapan. Trabajando con dientes aislados tan solo existen criterios para separar C y P4 (Sevilla, 1988). En este caso, C se ha asignado a la especie *Plecotus auritus* en base los siguientes

criterios aportados por Sevilla: la longitud de su cúspide (menor que en *Plecotus austriacus*) y la morfología del ángulo de unión entre las caras lingual y labial (más afilada en *Plecotus austriacus* que en *Plecotus auritus*). Se ha realizado una observación propia: en *Plecotus austriacus* el cóngulo labial de C presenta una inflexión hacia la mitad de la cara cuyo ángulo apunta hacia la raíz, la cual no se observa en *Plecotus auritus*. El resto del material estudiado se ha clasificado como *Plecotus* gr. *auritus/austriacus*.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Plecotus austriacus es una especie relativamente termófila, cuyo rango latitudinal varía en función de la temperatura de la región. Sus hábitats de alimentación son muy variados, desde bosques o áreas semiforestales a zonas de cultivo. Se extiende por toda Eurasia occidental, siendo más abundante en el dominio mediterráneo aunque llega a alcanzar dominios bastante septentrionales (se ha citado en el sur de Escandinavia). Aparece frecuente en todo el territorio español excepto las Canarias, aunque no abunda (Fernández-Gutiérrez, 2007). *Plecotus auritus* se ha observado en un rango altitudinal de 0 a 1600 m.s.n.m. Muestra preferencia por los hábitats boscosos, tanto bosque caducifolio húmedo como bosque perennifolio más seco. Las zonas de caza se encuentran en un radio inferior a 1 km desde sus refugios (De Paz, 2007). Ambas especies pueden habitar cavernas ocasionalmente, y forman colonias de cría.

Género *Pipistrellus* KAUP, 1829

Pipistrellus pipistrellus (SCHREBER, 1774) – Murciélago enano.



Fig. 18. *Pipistrellus* cf. *Pipistrellus*: epífisis distal de húmero izquierdo. Vistas: dist) distal; ext) externa; post) posterior; int) interna; ant) anterior.

Pipistrellus cf. *pipistrellus*

MATERIAL

Epífisis distal de 1 húmero (Fig. 18) (Tabla 12).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}
Húm.	1	Aguilón-P7	Ae _t			1,86
			Ae _a			2,19

Tabla 12. *Pipistrellus* cf. *Pipistrellus* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; Ae_t) anchura epifisiaria transversal; Ae_a) anchura epifisiaria anteroposterior.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Es uno de los murciélagos más pequeños de Europa. Fórmula dentaria: 2.1.2.3/3.1.2.3 (Guardiola y Fernández, 2007).

La epífisis distal del húmero presenta un proceso estiloide cuyo margen distal queda a la misma altura que el margen de la tróclea, pero que se proyecta internamente de forma considerable, en forma de delta. La epitroclea aparece poco ensanchada. En vista externa, la tróclea y el cóndilo muestran una ligera inclinación hacia la epitroclea, ambos están separados por un surco poco marcado y el margen distal de la primera se encuentra a una altura ligeramente superior que el del segundo. Los márgenes mesiales de ambos se encuentran a alturas similares. Entre el cóndilo y el epicóndilo se observa un escalonamiento ligeramente más marcado. En vista posterior el epicóndilo presenta un margen distal convexo redondeado y un margen mesial casi recto; la unión entre ambos forma un abultamiento proyectado anteriormente. En vista interna se aprecia la fosa antecubital bien marcada. En vista anterior el margen distal de la tróclea y el proceso estiloide son continuos.

DISCUSIÓN

El proceso estiloide proyectado internamente en forma de delta es una característica distintiva del género *Pipistrellus*. Las medidas de la pieza de estudio encajan con las del material actual de referencia para *Pipistrellus pipistrellus*. El abultamiento entre los márgenes convexo y recto del epicóndilo es una característica identificativa de esta especie. Sin embargo, la geometría de la tróclea y el cóndilo difiere de la de *Pipistrellus pipistrellus*, donde el cóndilo es mucho más corto que la tróclea.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se trata de un quiróptero muy generalista en la selección de hábitat y caza en todo tipo de ambientes, incluso en los más humanizados. Hábitos fisurícolas, muy ocasionalmente se refugia en cuevas, y forma colonias de cría pocas numerosas. Se distribuye a lo largo de toda Europa, desde el sur de España hasta Dinamarca (excepcionalmente alcanza el sur de Suecia). Habita en toda la Península Ibérica, aunque parece más frecuente en la mitad septentrional (Guardiola y Fernández, 2007).

Género *Miniopterus* BONAPARTE, 1837**CARACTERES DIAGNÓSTICOS DENTICIÓN**

Este género se caracteriza por la presencia de un talón sin hipocono en M1, M2, M3 y P4. P2 es diminuto y a veces está ausente. P3 es grande y posee 3 raíces. M3 aparece bastante reducido y muestra un contorno subtriangular. La pieza p3 posee 2 raíces. Los molares inferiores muestran cúngulos gruesos en el trigónido y finos en el talónido, y patrón nyctalodonto. Fórmula dentaria: 2.1.3.3/3.1.3.3 (Sevilla, 1988).

Miniopterus schreibersii (KUHL, 1819) – Murciélago de cueva.

MATERIAL

Epífisis distal de 1 húmero, 1 C y 1 m2 (Fig. 19) (Tabla 13).

MEDIDAS

EO	n	procedencia	pará.	mín.	máx.	\bar{x}	σ
Húm.	1	Aguilón-P7	Ae _t			2,76	
			Ae _a			3,11	
C	1	Aguilón-P7	A			0,94	
			L			1,13	
	5	La Carihuela	A	0,84	1	0,90	0,054
	6		L	1,08	1,2	1,14	0,019
	1	El Reguerillo	A			0,88	
			L			1,08	
	8	Actual	A	0,8	0,91	0,84	0,036
			L	1,05	1,12	1,09	0,034
m2	1	Aguilón-P7	A			0,82	
			A'			0,86	
			L			1,58	
	1	La Carihuela	A			0,92	
			A'			1,00	
			L			1,52	
	8	Actual	A	0,8	1,08	1,01	0,085
			A'	0,85	1,05	0,99	0,059
			L	1,33	1,4	1,37	0,035

Tabla 13. *Miniopterus schreibersii* (medidas en mm): EO) elemento osteológico; n) número de individuos medidos; p) parámetro medido; mín.) mínimo; máx.) máximo; \bar{x}) media; σ) desviación estándar; A) anchura; A') anchura 2 en molares inferiores; L) longitud; Ae_t) anchura epifisiara transversal; Ae_a) anchura epifisiara anteroposterior.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Se trata de un murciélago de tamaño medio. Fórmula dentaria: 2.1.2.3/3.1.3.3 (De Lucas, 2007).

C posee una corona de contorno aproximadamente ovalado con una sola cúspide y alineada con la raíz. El cóngulo no es muy grueso, rodea la pieza completa y es ligeramente irregular. Se caracteriza por la presencia de 4 surcos longitudinales muy marcados, de los cuales uno se observa en el margen distolabial y los otros tres a lo largo de la cara lingual. La pieza m2 posee patrón Nyctalodonto, el trigónido es abierto y presenta un pequeño cóngulo lingual. La entocréstida forma un marcado ángulo con el entocónido. El paralófidio es cóncavo, sin escotaduras. Paracónido, metacónido y entocónido están alineadas, el metacónido es levemente más alto que las otras dos cúspides y el paso de una cúspide a otra está marcado por una zona profundamente deprimida. El hipoconúlido es más labial que el entocónido, y ambas cúspides están ligeramente proyectadas hacia la cavidad lingual. El cóngulo labial es fino en el talónido (Sevilla, 1988).

El húmero presenta un característico proceso estiloide, largo, proyectado anteriormente y aplanado en vista lateral (forma de pala). La epitroclea esta poco ensanchada. En vista craneal, el cóndilo aparece inclinado hacia la tróclea. Tróclea y cóndilo están separados por un surco poco marcado, mientras que entre el cóndilo y el epicóndilo se observa un fuerte estrangulamiento (Sevilla, 1988).

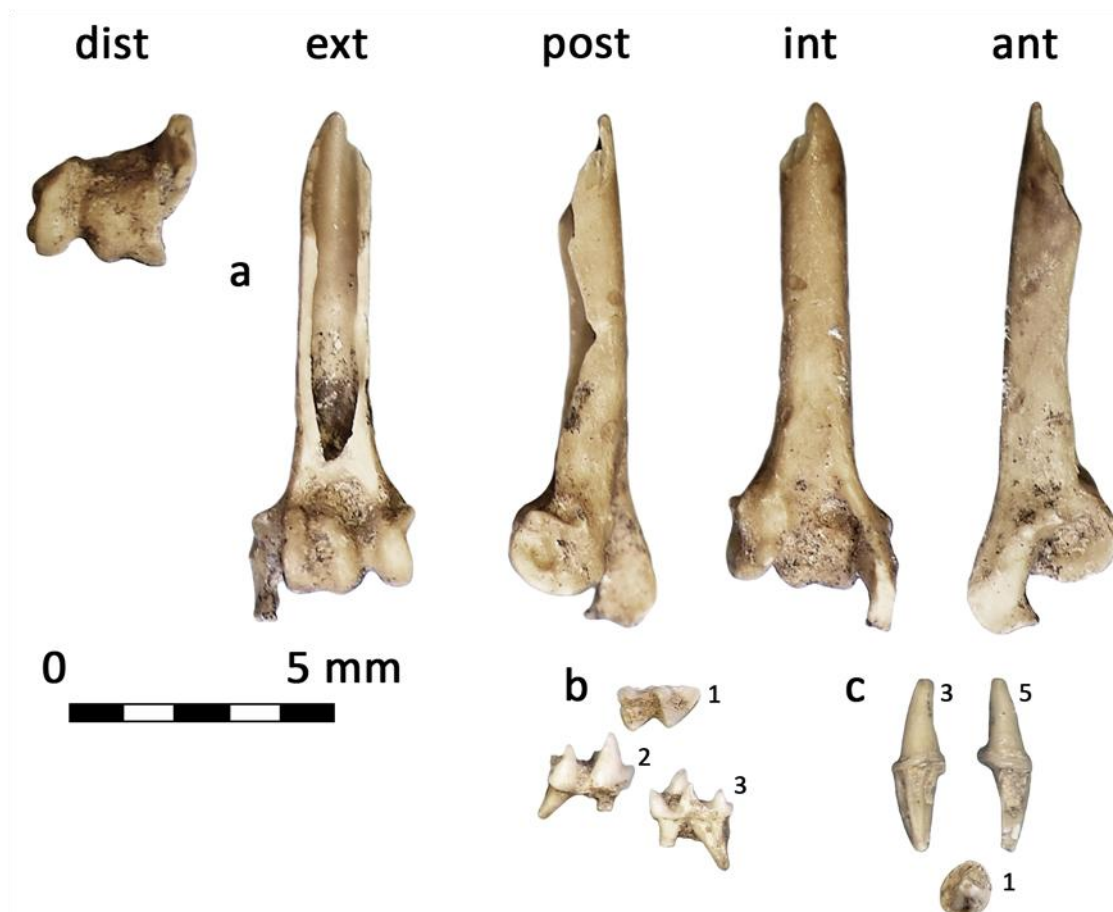


Fig. 19. *Miniopertus schreibersii*: a) epífisis distal de húmero izquierdo; b) m2 derecho; d) C derecho. Vistas: 1) oclusal; 2) labial; 3) lingual; 5) distal; dist) distal; ext) externa; post) posterior; int) interna; ant) anterior.

DISCUSIÓN

Las medidas del material analizado concuerdan con las publicadas para la especie *Miniopertus schreibersii* en la tesis de Sevilla (1988). La presencia de cuatro profundos surcos en el canino superior es un carácter distintivo de esta especie. Las marcadas depresiones entre paracónido, metacónido y entocónido, así como la disposición en ángulo de la entocréstida permiten distinguir el m2 de esta especie de otras con patrón nyctalodonto y tamaño medio. El proceso estiloides en forma de pala y el marcado estrangulamiento entre el cóndilo y el epicóndilo son caracteres identificativos de *Miniopertus schreibersii*.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL EN EUROPA

Se ha observado en un rango altitudinal de 0 a 1400 m.s.n.m. Se trata de un murciélago cavernícola que forma grandes colonias tanto de hibernación como de cría. Sus refugios se sitúan tanto en el dominio termomediterráneo como supramediterráneo, en zonas montañosas o llanas, adeshadas o arboladas. Se distribuye a lo largo de todo el sur de Europa, desde la Península Ibérica hasta el Cáucaso. Ocupa la totalidad de la Península Ibérica y las Baleares, aunque es más abundante en la franja mediterránea y la mitad sur peninsular.

4. RESULTADOS

4.1. Fauna de Aguilón-P7

La lista faunística total del yacimiento se muestra en la Tabla 14. En este trabajo han sido determinados 11 taxones del orden Chiroptera. Se han identificado con seguridad 9 especies y dos grupos de especies. La especie con mayor abundancia relativa medida a partir del NMI es *Rhinolophus ferrumequinum* (29 %), seguida por el grupo *Myotis* gr. *myotis/blythii* (18 % si se incluyen los restos asignados con seguridad a *Myotis myotis*) y *Plecotus* gr. *auritus/austriacus* (18 % si se incluyen los restos asignados con seguridad a *Plecotus auritus*). Muy por debajo están el resto de las especies, con un 6 % cada una de ellas (Tabla 16).

Gasteropoda	indet.
Squamata	indet.
Aves	indet.
Galliformes	cf. <i>Perdix</i> , <i>Lagopus</i> sp.
Accipitriformes	<i>Aquila chrysaetos</i> , <i>Gyps fulvus</i>
Passeriformes	Paseridae indet., <i>Anthus trivialis</i> , <i>Corvus corax</i> , <i>Sturnus</i> cf. <i>unicolor</i>
Chiroptera	<i>Rhinolophus hipposideros</i> , <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> , <i>Myotis myotis</i> , <i>Myotis</i> gr. <i>myotis/blythii</i> , <i>Myotis bechsteini</i> , <i>Myotis daubentoni</i> , <i>Myotis emarginatus</i> , <i>Plecotus auritus</i> , <i>Plecotus</i> gr. <i>auritus/austriacus</i> , <i>Pipistrellus</i> cf. <i>pipistrellus</i> , <i>Miniopterus schreibersii</i>
Insectivora	<i>Crocidura</i> sp.
Carnivora	<i>Ursus arctos</i> , <i>Crocuta Crocuta</i>
Artiodactyla	Bovinae indet., Caprinae indet., <i>Capreolus capreolus</i> , <i>Cervus elaphus</i> <i>Equus</i> sp.
Lagomorpha	indet.
Rodentia	<i>Apodemus</i> sp., <i>Microtus</i> sp., <i>Terricola</i> sp., <i>Iberomys cabreræ</i> , <i>Chionomys nivalis</i>

Tabla 14. Lista faunística integrada de Aguilón-P7. Basada en Cuenca-Bescós *et al.* (2011), Nuñez-Lahuerta (2013) y los resultados del presente trabajo.

4.2. Observaciones tafonómicas con quirópteros

Los restos de quirópteros fósiles estudiados tienen como componente mayoritario los molares inferiores, de los cuales algo más de un tercio están fragmentados. En orden de abundancia les siguen C, M y fragmentos de húmero. Los datos completos de composición se muestran en la Tabla 15. Las piezas dentarias muestran coloraciones que varían del blanco hueso (Fig. 20, i y ii) al pardo oscuro (Fig. 20, iv), con diversos grados intermedios (Fig. 20, iii) y

en ocasiones con un tono más rojizo. El conjunto de los restos presentan pautas de desgaste por digestión leve. Las piezas dentarias conservan prácticamente todo el esmalte salvo en algunas zonas concretas (Fig. 20, i y ii): las cavidades oclusales de algunos molares inferiores, y algunas cúspides en las restantes piezas. Los fragmentos de húmero presentan disolución preferente del tejido óseo compacto de la fosa antecubital. También las diáfisis se muestran afectadas por pequeñas marcas de disolución, aunque las fracturas aparecen escasamente redondeadas (Fig. 20, vi). Existen algunas excepciones: algunos dientes presentan una disolución más marcada (Fig. 20, iii), así como uno de los húmeros, cuyo tejido esponjoso aflora y aparece parcialmente disuelto (Fig. 20, v). En conjunto, estos elementos con marcas de disolución más intensa suponen menos de un 10 % del total de la muestra.

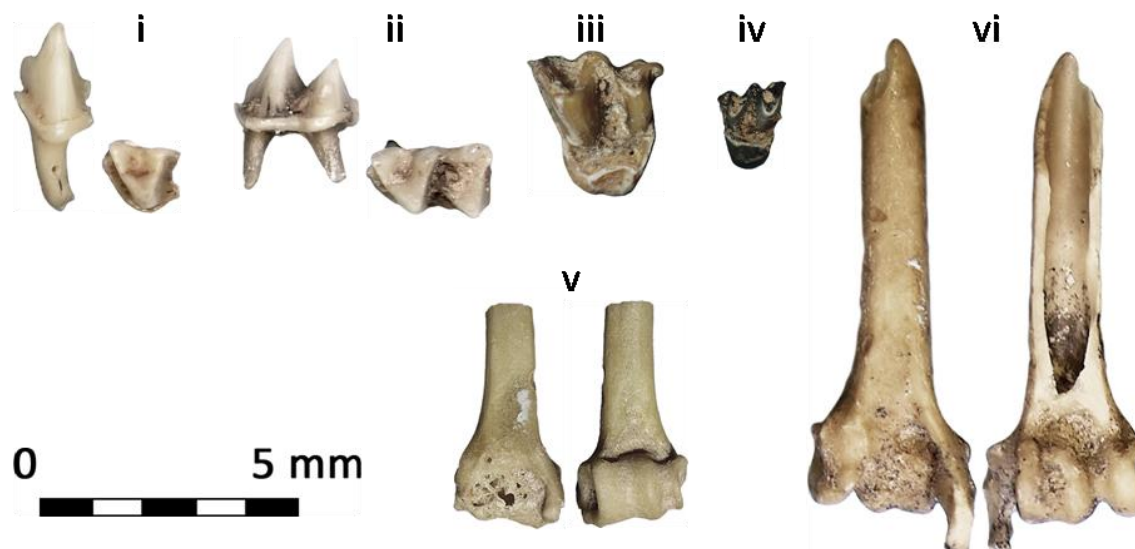


Fig. 20. Observaciones tafonómicas: i) trigónido m1 izquierdo (Fig. 14, b1 y b2), fractura habitual en molares inferiores, esmalte bien preservado; ii) m2 izquierdo (Fig. 13, h1 y h2), esmalte ligeramente disuelto en cavidades oclusales; iii) m1 derecho (Fig. 14, o1) esmalte totalmente disuelto en cavidades oclusales y parcialmente disuelto en cúspides; iv) M1 izquierdo (Fig. 16, g1) teñido de color negro; v) epífisis distal de húmero izquierdo (Fig. 18, int y ext) cavidad antecubital con tejido esponjoso expuesto, fractura diáfisis ligeramente redondeada; vi) epífisis distal de húmero izquierdo (Fig. 19, int y ext) disolución leve de fosa antecubital, diáfisis con pequeñas marcas de disolución y fractura angulosa.

EO	n	%
Fragmento maxilar	3	5,88
M	4	7,84
C	6	11,8
P2	1	1,96
P4	3	5,88
mandíbula	2	3,92
fragmento mandíbula	2	3,92
c	3	5,88
p4	3	5,88
m	12	23,5
fragmento m	8	15,7
húmero	4	7,84
TOT	51	100

Tabla 15. Composición osteológica de la muestra de quirópteros: EO) elemento osteológico; n) número de elementos en la muestra; %) abundancia de cada elemento sobre el total de la muestra, en tanto por ciento.

4.3. Reconstrucción paleoambiental y paleoclimática con quirópteros

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, el panorama para el entorno del yacimiento se podría definir en términos globales como frío y húmedo en comparación con el actual, y predominantemente boscoso.

Los valores de preferencia de hábitat asignados a cada especie según el *Método de Ponderación de hábitats* se muestran en la Tabla 16, y la composición del paisaje obtenida, en la Fig. 21. Se trataría de un paisaje donde las zonas de bosque maduro se intercalarían con algunas zonas de bosque más abierto o con zonas menos abundantes de alternancia de pradera y cubierta arbórea. Es remarcable la presencia de zonas de roca expuesta en cuyas cavidades y fisuras encontrarían presumiblemente refugio las especies cavernícolas presentes en la asociación fósil. Los datos obtenidos apuntan también a la existencia de masas de agua superficiales, que aunque de pequeña entidad suponen un factor limitante para algunas especies como *Myotis daubentoni*.

Esp	NR	NMI	%	PS	PH	Bo	Ro	Ag
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	1	1	5,88			0,6	0,2	0,2
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	17	5	29,41			0,8	0,2	
<i>Myotis myotis</i>	2	1	5,88			0,8	0,2	
<i>Myotis gr. myotis/ blythii</i>	14	2	11,76	0,2		0,6	0,2	
<i>Myotis bechsteini</i>	1	1	5,88			0,9	0,1	
<i>Myotis daubentoni</i>	3	1	5,88			0,2	0,2	0,6
<i>Myotis emarginatus</i>	5	1	5,88	0,4		0,4	0,2	
<i>Plecotus auritus</i>	1	1	5,88			0,9	0,1	
<i>Plecotus gr. auritus/austriacus</i>	3	2	11,76	0,2		0,7	0,1	
<i>Pipistrellus cf. pipistrellus</i>	1	1	5,88	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Miniopterus schreibersii</i>	3	1	5,88	0,2	0,2	0,4	0,2	
TOT	51	17	100,00					

Tabla 16. Índices cuantitativos de presencia y valores de ponderación de hábitats para cada taxón identificado: Esp) especie o grupo de especies; NR) número de restos; NMI) número mínimo de individuos; %) porcentaje sobre el número mínimo de individuos total; PS) pradera seca; PH) pradera húmeda; Bo) zonas boscosas y áreas marginales; Ro) roquedal; Ag) masas de agua superficiales.

Las regiones de la Península Ibérica ocupadas actualmente por las especies presentes en la asociación de quirópteros fósiles se muestran en la Fig. 22. Las zonas de solapamiento de hábitats obtenidas mediante el *Método del rango climático común* (explicado en el apartado 2.5.3. de este trabajo) comprenden regiones del País Vasco y Navarra, la sierra de Guadarrama (Madrid y Segovia) y el Parque Natural de Las Batuecas, en Sierra de Francia (Salamanca y Cáceres). Los datos de parámetros climáticos actuales utilizados y la localización de las estaciones meteorológicas de las que proceden se muestran en la Tabla 17. De acuerdo con el estudio de los quirópteros fósiles de Aguilón-P7, la zona de Aguilón en el Pleistoceno Superior presentaría una temperatura media anual de unos 11 °C (de -3 a -4 °C de diferencia con la temperatura media anual actual –estación meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza, Tabla 17). El contraste de temperatura entre el mes más cálido y el mes más frío sería de entre 14 y 15 °C. Los veranos presentarían temperaturas marcadamente más frías que en la actualidad (entre -5 a -5,5 °C de diferencia –estación meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza, Tabla 17), mientras que las temperaturas en invierno estarían más próximas a las actuales, aunque seguirían siendo inferiores (entre -1,5 y -2 °C de diferencia –estación meteorológica del

Aeropuerto de Zaragoza, Tabla 17). La precipitación anual media se situaría alrededor de los 1000 mm (más de 650 mm sobre el valor actual –estación meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza, Tabla 17), y la mayor parte se produciría durante el otoño y la primavera. Se trataría de un clima de tipo mediterráneo continentalizado con amplia variación de temperaturas entre la estación cálida y fría, con una temperatura global más baja que la actual y un régimen de precipitaciones considerablemente más abundantes (estación meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza, Tabla 17).

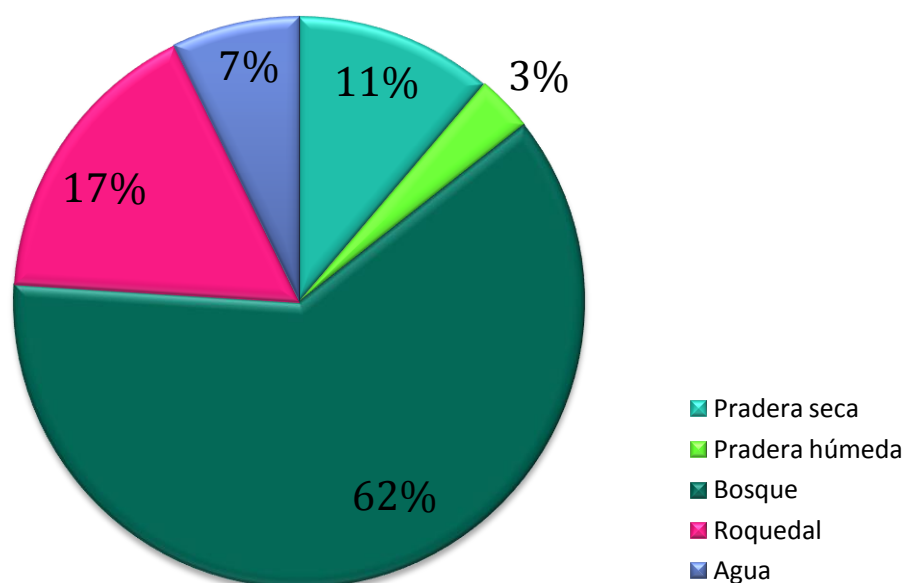


Fig. 21. Composición paleoambiental de la zona aledaña a Aguilón-P7 obtenido mediante el *Método de Ponderación de Hábitats*.

Estación meteorológica	T (°C)	T _{máx} (°C)	T _{mc} (°C)	T _{mín} (°C)	T _{mf} (°C)	P (mm)	P _{ms} (mm)	P _{mp} (mm)	HR (%)
Foronda-Txokiza	11,5	16,8	19,1	6,1	4,7	779	42	89	75
Bilbao-Aeropuerto	14,3	19,1	20,3	9,4	9	1195	74	141	72
Pamplona-Aeropuerto	12,5	17,8	20,9	7,1	5	721	40	80	68
Puerto Navacerrada	6,4	9,9	16,3	2,9	-0,6	1326	24	186	74
P. N. Las Batuecas	11				< 0	> 1000			
Zaragoza-Aeropuerto	15	20,4	24,5	9,5	6,4	318	17	44	62

Tabla 17. Datos meteorológicos actuales utilizados en el *Método del Rango Climático Común*: T) temperatura media anual; T_{máx}) temperatura máxima media anual; T_{mc}) temperatura media mes más cálido; T_{mín}) temperatura mínima media anual; T_{mf}) temperatura media mes más frío; P) precipitación total anual; P_{ms}) precipitación media del mes más seco; P_{mp}) precipitación media del mes más lluvioso; HR) humedad relativa media anual. Datos proporcionados por la AEMET (años 1971-2000). Datos para P.N. Las Batuecas proporcionados por R.E.N. de Castilla y León, Junta de Castilla y León.

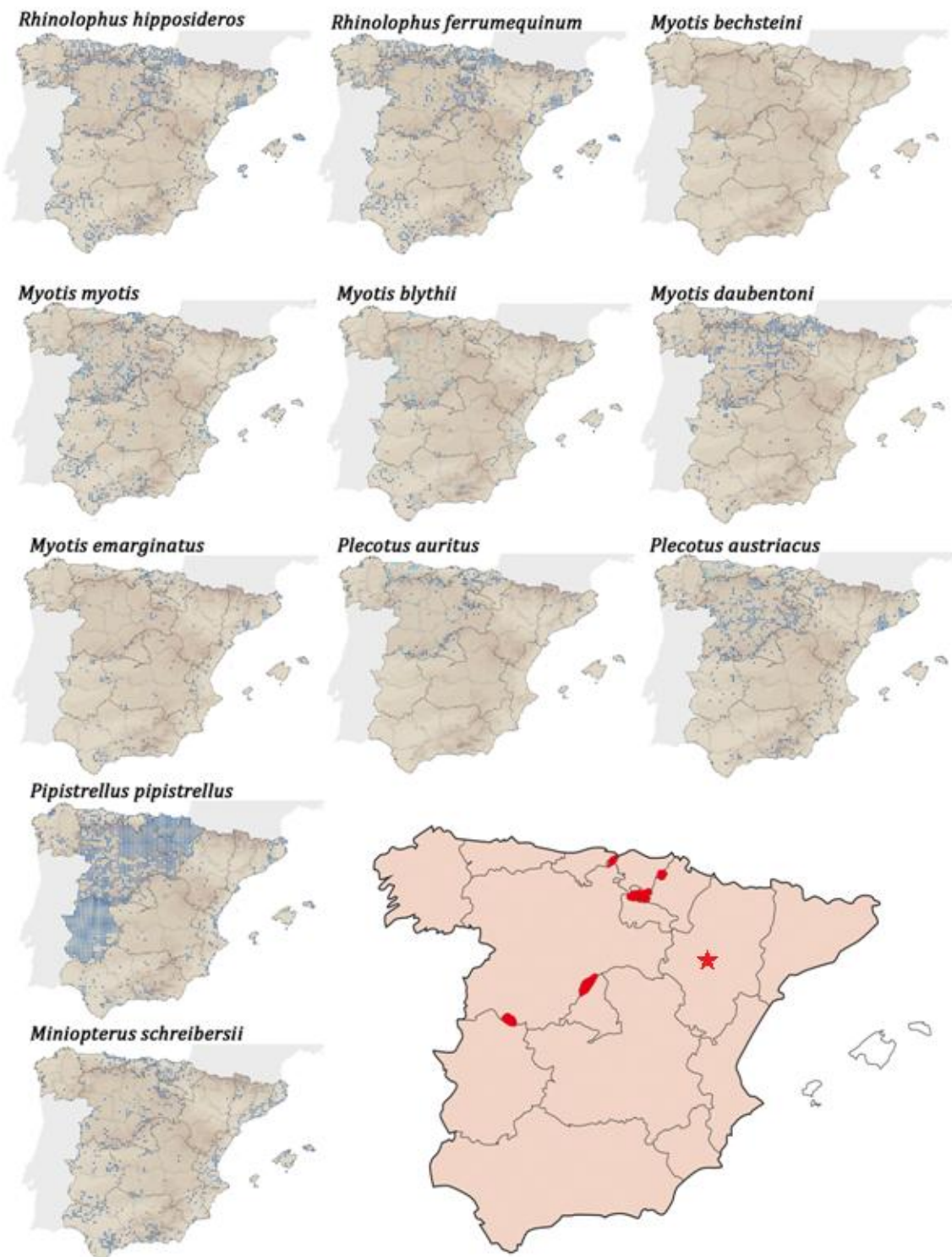


Fig. 22. Zonas de distribución actual de las especies de quirópteros identificadas en Aguilón-P7 en la Península Ibérica. Abajo a la derecha, mapa de las áreas de solapamiento, marcadas en rojo. Estrella: localización de Aguilón. Datos obtenidos de *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Ed: Palomo et al., 2007).

5. DISCUSIÓN Y COMPARACIÓN

5.1. El estudio con quirópteros

Las características de fracturación y disolución son similares en todo el material fósil analizado, lo que sugiere un proceso de acumulación semejante. Si bien algunos elementos presentan un grado mayor de disolución por digestión, suponen menos de un 10 % del total de la muestra y no se ha hallado un patrón específico o deposicional común entre ellos que permita atribuirlos a un proceso diferente. Por ello, el total de la muestra ha sido tratada como un conjunto con el mismo origen tafonómico. Los elementos osteológicos presentes, el patrón de fractura y digestión de los restos y la mayor abundancia de otros micromamíferos frente a los quirópteros sugieren que el depósito se originó debido a la acción depredadora de una rapaz nocturna al depositar sus egagrópilas en la zona más externa de la cueva. El tamaño reducido de la muestra frente a su relativamente alta diversidad específica apunta a una depredación generalista, que es la habitual en este tipo de aves. Este hecho permite suponer que la muestra aporta una buena representación de la paleobiocenosis de murciélagos de la zona circundante a Aguilón-P7, con un sesgo mínimo en los valores de abundancia específica. Todos los taxones identificados en este estudio poseen representantes actuales, de modo que los principios actualistas pueden aplicarse en lo referente a sus preferencias de hábitat. La mayoría de ellos forman colonias en cavernas y en general están adaptados a zonas boscosas de transición con áreas abiertas. *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *Myotis bechsteini* y *Plecotus auritus* indican la presencia de zonas de bosque maduro, y *Myotis daubentoni* indica la presencia de masas de agua superficiales. Las características climáticas de la zona serían más frías y más húmedas que en la actualidad, pero la presencia de *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Miniopterus schreibersii* (ligados a climas templados o moderados) indica que no se trataría de un clima muy severo.

Ciertos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de considerar la validez de los resultados. El estudio paleoecológico de este orden de mamíferos en la Península Ibérica presenta dos limitaciones: por un lado, todavía existe cierto desconocimiento de la distribución actual de estas especies. Por otro, se trata de un grupo de mamíferos cuya distribución está fuertemente condicionada por el factor humano. Además, la colección de restos de quirópteros encontrados en Aguilón-P7 es relativamente escasa, por lo que los resultados obtenidos no poseen el grado de fiabilidad estadística deseable en un trabajo de este tipo. Por ello, los resultados deben ser utilizados con cierta cautela, y han de compararse y contrastarse tanto con los datos aportados por el estudio del resto de fauna presente en el yacimiento como con los datos obtenidos en otros yacimientos de edad similar de la Península Ibérica.

5.2. La fauna de Aguilón-P7

En cuanto al paisaje, los roedores *Apodemus* sp. y *Corvus corax* son indicativos de áreas forestales. *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus* y *Ursus arctos* muestran preferencia por las zonas boscosas de transición y las zonas arboladas más abiertas, y las rapaces *Aquila chrysaetos* y *Gyps fulvus* señalan la presencia de zonas de roca expuesta. *Equus* sp. y *Anthus trivialis* son taxones propios de paisajes más abiertos. El resto de los taxones presentan hábitos de distribución bastante generalistas (Cuenca-Bescós *et al.*, 2011; Núñez-Lahuerta, 2013). Los resultados de conjunto pueden encajar con los resultados obtenidos a partir del estudio de los quirópteros.

Los taxones de Aguilón-P7 están mayoritariamente adaptados a climas templados o moderadamente cálidos: *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Ursus arctos*, *Equus* sp., *Iberomys cabreræ*, *Crocidura* sp. y *Gyps fulvus*. Incluso existe un taxón de clima tropical o subtropical: *Crocota crocata*. Sin embargo, junto a ellos aparecen dos especies propias de ambientes marcadamente fríos: *Chionomys nivalis*, el topillo nival, y *Lagopus* sp., un ave no migradora. Actualmente sólo se encuentran en la Península Ibérica en el Pirineo Axial (Cuenca-Bescós *et al.*, 2011; Núñez-Lahuerta, 2013; López-García *et al.*, 2010). Se trata de una asociación no análoga a las actuales en Europa. Este tipo de asociaciones son comunes en yacimientos del Pleistoceno Medio y Superior debido a los rápidos cambios climáticos que tuvieron lugar en el continente durante este periodo, que no tienen equivalencia en los procesos actuales. La existencia de *refugios glaciares* en los que especies adaptadas a climas más cálidos sobrevivieron en los momentos de máximos glaciares (tradicionalmente se han considerado como tales las penínsulas mediterráneas, aunque también se han propuesto regiones como el Cáucaso y los Cárpatos) está hoy en día ampliamente aceptada (Sommer & Nadachowski, 2006). El fenómeno contrario ha sido recientemente documentado, denominándose *refugios interglaciares* a aquellos lugares en los que especies adaptadas a climas severos sobrevivieron en épocas más cálidas, generalmente zonas de montaña (López-García *et al.*, 2010). Estos datos pueden concordar con los obtenidos mediante el análisis de los quirópteros fósiles, puesto que los resultados muestran temperaturas más frías que las actuales en la zona, y sin embargo aparecen taxones claramente termófilos (*Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Miniopterus schreibersii*). Un caso similar está documentado en el yacimiento de Cova Colomera, Pirineos catalanes (tránsito Pleistoceno - Holoceno) (López-García *et al.*, 2010). En lugar de observarse la ruptura típica entre la asociación de microvertebrados previa y posterior a la brusca subida de temperaturas de comienzos del Holoceno, se da un proceso más lento de incremento en la abundancia de los taxones de clima cálido a expensas de los de clima frío, pero concretamente *Chionomys nivalis* no llega a desaparecer y se mantiene presente en altitudes muy inferiores a las de su distribución actual, puesto que la barrera geográfica que suponen los Pirineos parece haber favorecido el desarrollo de un microclima en esta zona. La subida de temperaturas no fue tan marcada como en el resto de la Península, actuando como *refugio interglaciar*. En Aguilón-P7, la presencia mayoritaria de taxones de clima templado a moderadamente cálido podría indicar un escenario semejante, en el que los dos taxones de clima frío presentes, *Chionomys nivalis* y *Lagopus* sp., quedasen como reducto de un periodo frío anterior en una zona en la que la subida de temperaturas no hubiese sido muy marcada (cabe recordar que, pese a todo, se trataría probablemente de un clima más frío que el actual en la región).

5.3. Comparación con otros yacimientos

Existen en la región noreste de la Península Ibérica tres yacimientos en cuevas cuyas series estratigráficas han sido datadas a lo largo de la primera mitad del MIS 3 y que resulta de interés comparar con Aguilón-P7: Abric Romaní (Burjachs *et al.*, 2012), Cova del Gegant (López-García *et al.*, 2012) y Cova dels Xaragalls (López-García *et al.*, 2012b). La estratigrafía de estas localidades comprende niveles bien diferenciados que han permitido reconstruir variaciones paleoclimáticas y paleoecológicas de las series. Se han identificado un periodo frío correspondiente al evento H5 y un periodo cálido previo correspondiente con el interstadial

IS14. Los análisis paleoecológicos y paleoclimáticos realizados presentan los siguientes escenarios:

- Abric Romaní: para IS14 los valores de temperatura media y precipitación anual son de 11°C y 660 mm. En los niveles correspondientes a H5 no se dispone de datos con micromamíferos, pero otros análisis apuntan a temperaturas inferiores a las del interestadial y picos de aridez al comienzo y al final del periodo, aunque mayor ratio de precipitación anual entre ellos (Burjachs *et al.*, 2012).
- Cova del Gegant: no se disponen de valores precisos de temperaturas y precipitaciones. Los análisis con micromamíferos indican un aumento de la aridez durante el evento H5 en comparación con los valores de precipitación en IS14, más altos (periodo más húmedo) (López-García *et al.*, 2012).
- Cova del Xaragalls: las capas del interestadial IS14 presentan especies indicativas de clima más cálido y seco en comparación con las capas correspondientes al evento H5. Los análisis indican valores de temperatura media y precipitación anual de 10,5 °C y 800 mm para IS14, y de unos 8 °C y 1000 mm para los niveles correspondientes a H5 (López-García *et al.*, 2012).

En las tres localidades se detecta un retroceso relativo de las zonas boscosas durante el evento H5 en comparación con el interestadial IS14.

Los resultados para Aguilón-P7 de este trabajo presentan temperaturas medias anuales superiores a las de los periodos interestadiales de los yacimientos anteriores que disponen de ellas. Los valores de precipitación anual semejantes a los de los periodos húmedos para los que se dispone de datos en los yacimientos mencionados. Pese a la falta de valores precisos para la temperatura media y la precipitación anual en Cova del Gegant, el panorama climático de Aguilón-P7 podría asemejarse al periodo interestadial IS14 registrado en dicha localidad, caracterizado por ser relativamente cálido y húmedo con respecto al evento H5. No obstante, la asignación de los materiales de Aguilón-P7 al interestadial previo a H5 no puede hacerse con seguridad con los datos disponibles. Sería preciso hallar una secuencia estratigráfica más completa en la misma zona de estudio y que pudiera correlacionarse con la estudiada aquí, sobre la que fuese posible analizar las variaciones paleoclimáticas acaecidas a lo largo del MIS3 en la zona de Aguilón. Una datación más precisa de los materiales de Aguilón-P7 también contribuiría a arrojar luz sobre el problema.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha contribuido a aportar 11 nuevos taxones pertenecientes al orden Chiroptera a la lista faunística de Aguilón-P7: *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *Myotis myotis /blythii*, *Myotis bechsteini*, *Myotis daubentoni*, *Myotis emarginatus*, *Plecotus auritus*, *Plecotus auritus /austriacus*, *Pipistrellus cf. pipistrellus* y *Miniopterus schreibersii*. Entre ellas, *Rhinolophus ferrumequinum* es la especie dominante, seguida por los grupos *Myotis gr. myotis/blythii* y *Plecotus gr. auritus/austriacus*.

El proceso de acumulación de la asociación de quirópteros fósiles se originó debido a la acción depredadora de una rapaz nocturna de hábitos generalistas al depositar sus egagrópilas en la zona más externa de la cueva. Probablemente los taxones presentes en la asociación de quirópteros fósiles son representativos de la comunidad existente en la zona de Aguilón-P7 en el momento del depósito de los materiales.

Los resultados obtenidos del análisis paleoecológico y paleoclimático de la asociación de quirópteros fósiles de Aguilón-P7 sugieren un panorama para la zona del yacimiento definible en términos globales como un paisaje predominantemente boscoso con zonas transicionales y algunos parajes más abiertos, donde existirían zonas de roquedal, además de masas de agua superficial de pequeña entidad. Sería un clima mediterráneo continentalizado, más frío que el actual (aunque no muy severo) y marcadamente más lluvioso, con importante amplitud de temperaturas entre verano e invierno y valores de temperatura y precipitación media anual de 11°C y 1000 mm respectivamente. Los datos aportados por la fauna de Aguilón-P7 no contradicen los resultados del estudio con quirópteros. En comparación con otros yacimientos de la misma edad de la Península Ibérica, Aguilón-P7 presenta un clima ligeramente más cálido que el registrado durante el interestadial previo a H5, mientras que los valores de precipitaciones están próximos a los registrados en los periodos más húmedos.

Las características de la muestra empleada en la realización de los análisis paleoecológicos y paleoclimáticos hacen que los resultados obtenidos en este estudio no tengan la fiabilidad deseable en este tipo de trabajos. Para determinar con seguridad si el depósito de los materiales Aguilón-P7 se produjo durante periodo interestadial previo al evento H5, será necesario precisar con mayor exactitud la cronología del relleno kárstico y la realización de estudios futuros que permitan determinar la evolución climática en la zona durante el MIS3, de forma que los resultados aquí obtenidos puedan compararse con ellos de forma concluyente.

7. AGRADECIMIENTOS

Como colofón a este trabajo, deseo dar las gracias a las personas e instituciones que han colaborado en algún aspecto de su realización.

A la Dra. Gloria Cuenca Bescós, directora de este trabajo, quien me ha brindado la oportunidad de trabajar con ella en un campo de investigación que me apasiona, y a quien debo mi formación científica como paleontóloga de microvertebrados. Gracias también por el seguimiento, asesoramiento y toda la información proporcionada.

Al Dr. Juan Manuel López García, que ha sido de inestimable ayuda en la elaboración de este trabajo. Gracias por todos los consejos, la información aportada, las explicaciones taxonómicas a cerca de los quirópteros y la paciente y exhaustiva lectura de manuscritos.

Otras personas que han contribuido al enriquecimiento de este trabajo y merecen ser mencionadas aquí son: el Dr. Carlos Mazo, por permitirme participar en la campaña de excavación arqueológica del yacimiento Aguilón P5; aunque no fuese “mi cueva”, me ha servido para aprender mucho. José Manuel Sánchez y a Chabier Gonzalez, que durante la visita al Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de La Alfranca, todavía en los comienzos de este trabajo, nos asesoraron e ilustraron amablemente en la identificación de quirópteros. Y el Dr. Juan Tomás Alcalde, por permitirme acompañarle en su campaña de estudio de campo de los murciélagos en Soria, y también a los otros dos miembros de la “expedición”, Fede y Dani. Ha sido una experiencia de lo más instructiva.

Además, estas personas e instituciones han sido claves en la realización del trabajo, algunos de ellos sin saberlo: la Dra. Paloma Sevilla, el Dr. Joaquín Arroyo Cabrales, Josefina Barreiro, el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, la Estación Biológica de Doñana, el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de La Alfranca, y las personas que participaron en la recogida del material paleontológico de Aguilón-P7.

Este Trabajo de Final de Máster se ha realizado en el Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza con la ayuda de una beca concedida por el IUCA.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros y amigos de la facultad y del grupo de trabajo en Atapuerca, y también a mi familia y amigos ajenos a la investigación, su apoyo, su (infinita) paciencia y sus consejos. Y especialmente tengo que darle las gracias a mi compañera Carmen, por todas las discusiones científicas y el desarrollo de ideas que hemos llevado a cabo juntas. Seguimos trayectorias “paralelas”, ya sabes...

8. BIBLIOGRAFÍA

A

- Andrews, P. (1990). Owls, caves and fossils. Predation, preservation and accumulation of small mammal bones in caves, with an analysis of the Pleistocene Cave faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK. *Natural History Museum*. London. 239 p.
- Andrews, P, 2006. Taphonomic effects of faunal impoverishment and faunal mixing, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241, p. 572-589.

B

- Bate, D. M. A. (1928). Excavation of a Mousterian Rockshelter at Devil's Tower, Gibraltar, *Jour. of the Royal Anthropol. Inst.*, LVIII, p. 92-109.
- Benzal, J. y De Paz, O. (1990). Clave para la Identificación de los Murciélagos en la Península Ibérica (Mammalia, Chiroptera). *Misc. Zool.*, 13, p. 153-156.
- Blain, H-A. (2005). Contribution de la paleoherpetofaune (Amphibia & Squamata) a la connaissance de l'evolution du climat et du paysage du Pliocene superieur au Pleistocene moyen d' Espagne. *Paris, Museum National d'Histoire Naturelle. Tesis Doctoral*, 402 pp.
- Boyero, J. R. (2007). *Myotis daubentoni*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Brujin, H. & Rumke, K. (1974). On a peculiar mammalian association from the Miocene of Oschiri (Sardinia) I & II. *Konink. Nederl. Akad.*, 77, 1, p. 46-79.
- Burjachs, F. et al. (2012). Palaeoecology of Neanderthals during Dansgaard-Oeschger cycles in northeastern Iberia (Abric Romaní): From regional to global scale, *Quaternary International*, 247, p. 26-37.

C

- Carro, F. (2007). *Myotis bechsteini*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Cuenca-Bescós, G. et al. (2010). Nuevo yacimiento de vertebrados del Cuaternario del Sur del Ebro en Aguilón, Zaragoza, España. *XXVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, p. 106-108.
- Cuenca-Bescós, G. et al. (2011). Sondeos en la entrada de la Cueva P5, continuación de limpieza de la entrada en la Cueva P7 de Aguilón y labores de prospección paleontológica en el sistema kárstico del sector Muel, Jaulín, Aguilón y Mezalocha (Provincia de Zaragoza). *Informe inédito para El Gobierno de Aragón, Departamento de Educación, Cultura y Deporte, Servicio de Investigación y Difusión del Patrimonio Cultural. Dirección de Patrimonio Cultural*. Universidad de Zaragoza, Universidad de Alcalá de Henares, Universidad Complutense, Fundación Ancestros. Expedientes: 089/2009 y 137/2010. 65pp.

D

- De Lucas, J. (2007). *Miniopterus schreibersii*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- De Paz, O. (2007). *Plecotus auritus*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

De Paz, O. (2007). *Rhinolophus ferrumequinum*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

E

Evans, E. M. N. *et al.* (1981). Palaeoecology of Miocene sites in Western Kenya. *Journal of Human Evolution*, 10, p. 99-116.

F

Felten, H. *et al.* (1973). Die Bestimmung der europäischen Fledermäuse nach der distalen Epiphyse des Humerus. *Senckenbergiana Biol.*, 54, 4/6, p. 291-297.

Fernandez-Gutierrez, J. (2007). *Plecotus austriacus*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

Fernández Jalvo, Y. *et al.* (1998). Taphonomy and palaeology of Olduvai Bed-I (Pleistocene, Tanzania). *Journal of Human Evolution*, 34, p. 137-172.

G

Garrido, J. A., y Nogueras, J. (2007). *Myotis myotis*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

Gisbert, M. y Pastor, M., Editores (2009). Cuevas y Simas de la provincia de Zaragoza. *CEA, Zaragoza*, 479 pp.

Giannini, N. P. & Simmons, N. B. (2007). The Chiropteran Premaxilla: A Reanalysis of Morphological Variation and Its Phylogenetic Interpretation, *American Museum Novitates*, 3585, p. 1-44.

Gianninni, N. P. (2011). How to Study Bats: Second Edition of a Classic Some Twenty Years Later. *Journal of Mammal Evolution*, 18, p. 219-221.

Guardiola, A. y Fernández, M. P. (2007). *Pipistrellus pipistrellus*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

H

Hutcheon, J. *et al.* (1998). Basecompositional biases and the bat problem. III. The question of microchiropteran monophyly. *Philosophical Transactions, Biological Sciences*, B 353, p. 607-617.

J

Jones, G. & Teeling, E. C. (2006). The Evolution of Ecolocation in Bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 3, p. 149-156.

K

Kirsch, J. A. W. (1996). Bats are monophyletic; megabats are monophyletic; but are microbats also? *Bat Research News*, 33, p. 62.

Kirsch, J. A. W., & Hutcheon, J. M. (1997). Further on the possibility that microchiropterans are paraphyletic. *Bat Research News*, 37, p. 138.

Koopman, K. F. (1985). A synopsis of the families of bats, Part VII. *Bat Research News*, 25, p. 25-27.

Kowalski, K. (1995). Taphonomy of bats (Chiroptera), *Geobios*, 18, p. 251-256.

L

Lendinez, A. *et al.* (1986). Cartografía geológica. En: ITGE (de.). *Mapa Geológico de España* 1:50.000, Hoja nº 439 (Azuara).

- Long, J. A. & Stoy, P. C. (2013). Quantifying the periodicity of Heinrich and Dansgaard–Oeschger events during Marine Oxygen Isotope Stage 3, *Quaternary Research*, 79, p. 413-423.
- López-García, J. M. (2008). Evolución de la diversidad taxonómica de los micromamíferos en la Península Ibérica y cambio Paleoambientales durante el Pleistoceno Superior, *Tarragona, Universitat Rovira i Virgili. Tesis Doctoral*, 407 pp.
- López-García, J. M. *et al.* (2009). New evidence for the greater noctule bat (*Nyctalus lasiopterus*) in the Late Pleistocene of western Europe, *C. R. Palevol*, 484, 8 p.
- López-García, J. M. *et al.* (2010). First fossil evidence of an “interglacial refugium” in the Pyrenean region, *Naturwissenschaften*, 97, 8, p. 753-761.
- López-García, J. M. *et al.* (2012). 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, p. 105-113.
- López-García, J. M.L. *et al.* (2012b). A multiproxy reconstruction of the palaeoenvironment and palaeoclimate of the Late Pleistocene in northeastern Iberia: Cova dels Xaragalls, Vimbodí-Poblet, Paratge Natural de Poblet, Catalonia, *Boreas*, 4, 2, p. 235-249.
- López-García, J. M. y Sevilla, P. (2012). La contribución de los fósiles a la reconstrucción de las dinámicas de población de murciélagos, *Barbastella*, 5, 1, p. 12-18.
- Luzón, A. *et al.* (2008) Sedimentary record of Pleistocene paleodoline evolution in the Ebro basin (NE Spain), *Sedimentary Geology*, 205, p. 1-13.

M

- Mein, P. (1975). Les Chiroptères (Mammalia) du gisement Pléistocène moyen des Abimes de la Fage à Noailles (Corrèze). *Nouvelle Archives du Musée d'Histoire naturelle de Lyon*, 13, p. 57-67.
- Menu, H. (1985). Morphotypes dentaries actuels et fossiles des Chiroptères Vespertilioninés. le Partie: Étude des morphologies dentaries, *Paleovertebrata*, 15, 2, p. 71-128.
- Migens, E. (2007). *Rhinolophus hipposideros*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Miller, G. S. (1907). The Families and Genera of Bats, *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 57, 282 p.

N

- Nogueras, J. y Garrido, J. A. (2007). *Myotis blythii*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.
- Núñez-Lahuerta, C. (2013). Análisis taxonómico de las aves del Pleistoceno del relleno del complejo kárstico de Aguilón. *Trabajo Fin de Máster, Universidad de Zaragoza*, Inédito. 58 pp.

Q

- Quetglas, J. (2007). *Myotis emarginatus*. En: *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España* (Editores: Palomo, L. J., Gisbert, J. y Blanco, J. C.). Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid.

R

- Reimer, P. J. *et al.* (2009). IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51, 4, p. 1111-1150.

S

- Sevilla, P. (1988). Estudio Paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontologia i Evolució*, 22, p. 113-233.
- Sevilla, P. (1990). The fauna of bats from the Upper Pleistocene locality of Santenay (Côte-d'Or, France), *Quaternaire*, 1, 2, p. 101-110.
- Simmons, N. B. (2005). An Eocene Big Bang for Bats. *Science*, 307, p. 527-528.
- Sommer, R. S., & Nadachowski, A. (2006). Glacial refugia of mammals in Europe: evidence from fossil records. *Mammal Review*, 36(4), 251-265.

T

- Teeling, E. C. *et al.* (2002) Microbat paraphyly and the convergent evolution of a key innovation in Old World rhinolophoid bats. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 99, p. 1431-1436.
- Teeling, E. C. *et al.* (2005). A Molecular Phylogeny for Bats Illuminates Biogeography and the Fossil Record. *Science*, 307, p. 580-584.

V

- Van Den Busschet, R. A. & Hoofer, S. R. (2004). Phylogenetic Relationships among Recent Chiropteran Families and the Importance of Choosing Appropriate out-group Taxa. *Journal of Mammalogy*, 85, 2, p. 321-330.
- Villalta, J. F. y Crusafont, M. (1950). Un nuevo yacimiento pleistocénico en Castelldefels, *Estudios Geológicos*, VI, p. 275-285.