

XXXII JORNADAS DE PALEONTOLOGÍA

21-24
SEPTIEMBRE
2016

Molina de Aragón



GUÍA DE CAMPO

EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO Y SU PROYECCIÓN
DIDÁCTICA Y CIENTÍFICA



GEOPARQUE
COMARCA DE MOLINA • ALTO TAJO



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



**SOCIEDAD
ESPAÑOLA DE
PALEONTOLOGÍA**

XXXII JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PALEONTOLOGÍA. GUÍA DE CAMPO

**XXXII JORNADAS DE LA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA**

MOLINA DE ARAGÓN: 21-24 SEPTIEMBRE DE 2016

GUÍA DE LA EXCURSIÓN

COMITÉ EDITORIAL:

GUILLERMO MELÉNDEZ
MARTA TOMÁS
ALIZIA NÚÑEZ
JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ

ENTIDADES PATROCINADORAS

IUCA
(INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS
AMBIENTALES DE ARAGÓN)

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA (SEP)
**GEOPARQUE DE LA COMARCA DE MOLINA Y DEL ALTO
TAJO**

LOS YACIMIENTOS KÁRSTICOS CON MAMÍFEROS DEL ENTORNO DE
MOLINA DE ARAGÓN (GUADALAJARA)

Jorge Morales¹, Pablo Peláez-Campomanes¹, Patricia Pérez¹, M^a Teresa Alberdi¹, Beatriz Azanza², Martin Pickford³, María Ríos¹, Oscar Sanisidro¹, Gema Alcalde¹, Juan L. Cantalapedra⁴, Susana Fraile¹, Blanca García-Yelo¹, Ana Rosa Gómez-Cano¹, Verónica Hernández-Ballarín¹, Adriana Oliver¹, Enrique Cantero¹, Alberto Valenciano⁵ y Plinio Montoya⁶.

1. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. José Gutiérrez Abascal 2, 28006, Madrid. jorge.morales@mncn.csic.es; pablopelaez@mncn.csic.es; triciapa_ii@hotmail.com; alberdi.maita@gmail.com; maria.rios.iba@gmail.com; oscarsanisidro@gmail.com; gmar@mncn.csic.es; susana.fraile@mncn.csic.es; blancayelo@gmail.com; anarosa.bio@gmail.com; verohernandez@mncn.csic.es; mcnao831@mncn.csic.es; canteroycantero@hotmail.com 2. Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad Ciencias, Universidad de Zaragoza. azanza@unizar.es 3. Sorbonne Universités - CR2P, MNHN, CNRS, UPMC - Paris VI, 8, rue Buffon, 75005, Paris, Francia. pickford@mnhn.fr 4. Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Invalidenstr 43, Berlin 10115, Alemania. jlopezcant@gmail.com 5. Departamento de Geología Sedimentaria y Cambio Medioambiental, Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), José Antonio Novais 2, 28040 Madrid. a.valenciano@igeo.ucm-csic.es 6. Departament de Geologia, Àrea de Paleontologia, Universitat de València, Doctor Moliner, 50, 46100 Burjassot. pmontoya@uv.es

Resumen

Se describe de forma preliminar las características morfológicas y paleontológicas del yacimiento kárstico de Corral de Lobato, Molina de Aragón. Su edad es provisionalmente asignada a la unidad MN 13 (Ventiense inferior), Mioceno superior. La asociación faunística del yacimiento está compuesta principalmente por grandes mamíferos, entre los que destacan por su abundancia *Hipparion concudense* y *Gazella desperdita*. Los yacimientos kársticos neógenos del Sistema Ibérico, aunque no muy numerosos, parecen agruparse en cuatro conjuntos cuyo rango de edad abarca del Mioceno medio final MN7/8 hasta el Villafranquiense medio, MN17. Se presenta un ensayo de correlación de estos conjuntos con las Unidades Estratigráficas de la cuenca del Tajo, así como con otros acontecimientos locales y globales.

Palabras clave: Cordillera Ibérica, Neógeno, karst, cuenca del Tajo

Abstract

The morphological and paleontological features of the karstic locality Corral de Lobato (Molina de Aragón, Spain) are preliminarily described. Its age is provisionally assigned to the unit MN13 (early Ventian), latest Miocene. The faunal association is mainly composed by large mammals. Among them, *Hipparion concudense* and *Gazella desperdita* are the richest species. Even though there are not many Neogene karstic sites in the Iberian Range, it seems they can be grouped into four clusters, with ages ranging from latest middle Miocene (MN7/8) to middle Villafranchian (MN17). The correlation between those clusters and the stratigraphical units of the Tagus basin, as well as with local and global events, is tentatively made.

Key words: Iberian Chain, Neogene, karst, Tagus basin

Introducción

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

Introducción

Molina de Aragón se encuentra situado en la parte central del Sistema Ibérico. Es éste un sistema orogénico complejo que se extiende a lo largo de más de 500 Km en dirección noroeste-sureste separando la depresión del Ebro de las cuencas del Duero y Tajo hasta llegar a las cercanías del mar Mediterráneo en la provincia de Valencia. En su interior se incluye la Fosa de Calatayud- Teruel pródiga en yacimientos de vertebrados. Geológicamente el Sistema Ibérico está constituido por una cobertera de materiales mesozoicos y en menor

medida cenozoicos depositados sobre el zócalo Paleozoico y deformados por la Orogenia Alpina. La gran potencia y extensión de las rocas carbonatadas en este sistema ha favorecido el desarrollo de complejos kársticos recientes (Pleistoceno-Actual).

Por el contrario el registro paleontológico kárstico del Cenozoico en el Sistema Ibérico es bastante escaso. Probablemente este hecho responda a múltiples factores, la mayoría relacionados con el mismo proceso de karstificación (Torres, 1998), pero también hay que tener en cuenta la

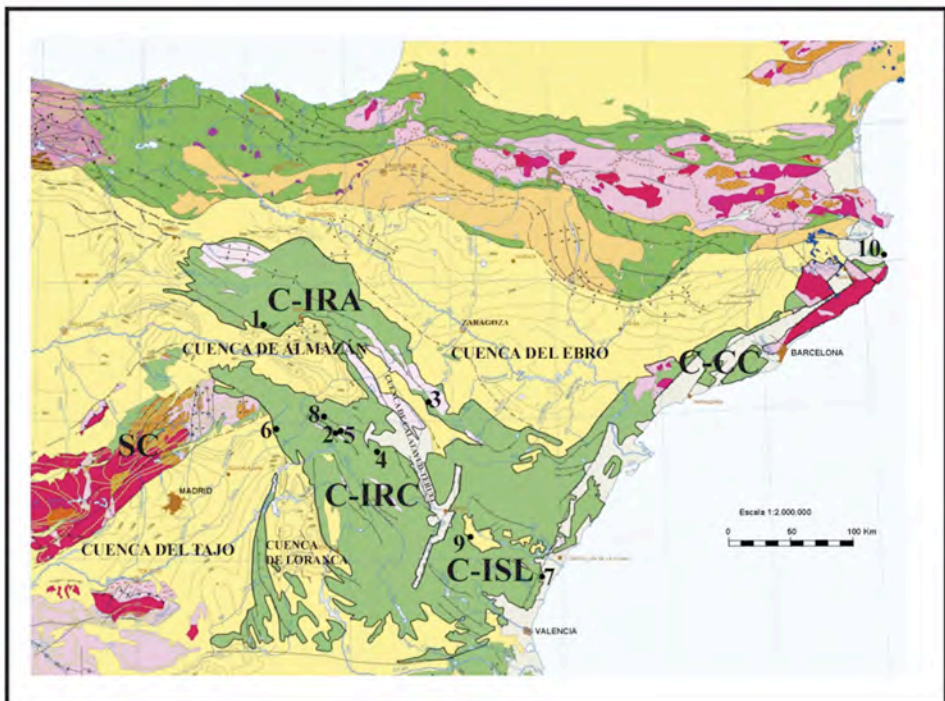


Figura 1. Situación de los yacimientos kársticos del Neógeno de la Cordillera Ibérica. C-CC: Cordillera Costero-Catalana. C-IRA: Cordillera Ibérica Rama Aragonesa. C-IRC: Cordillera Ibérica Rama Castellana. C-ISL: Cordillera Ibérica Sector Levantino. Los yacimientos se encuentran numerados de 1 al 10: 1) Escobosa de Catalañazor. 2) Molina de Aragón. 3) Cucalón. 4) Pobo de Dueñas. 5) Corral de Lobato. 6) Algora. 7) Almenara ACM y ACB4. 8) Layna. 9) Sarrión 1 y 2. 10) Islas Medas. Basado en el Mapa Tectónico de España (IGME 2004).

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

dificultad para localizar los rellenos kársticos cuando estos están incluidos en relieves antiguos localizados en áreas de montaña escasamente pobladas, como es el caso de gran parte del sistema Ibérico.

Área de Molina de Aragón

Se encuentra ubicada en la zona denominada “Parameras de Molina”, denominación fisiográfica que pone de relieve las planicies, predominantemente calizas y dolomías mesozoicas de edad Triásico-Liásico-Cretácico, situadas a una altitud entre 1200-1300 metros cortadas profundamente por la red fluvial formada por los ríos Tajo, Gallo y Mesa. Esta zona del Sistema Ibérico, es denominada “Rama Castellana” y ha funcionado como borde de algunas de las más importantes cuencas cenozoicas centrales de la península Ibérica (Tajo, Duero-Almazán y Calatayud-Teruel), siendo esta última fosa la que la separa de la también conocida como “Rama Aragonesa” que sirve de límite S-SE a la enorme depresión del Ebro. Por ello, los yacimientos estratificados con vertebrados son excepcionalmente raros, y solo en algunos casos encontramos yacimientos que se han incorporado al borde de cuenca a causa de la deformación y elevación tectónica, estos yacimientos se datan en el Paleógeno. Es su papel de área fuente de los sedimentos que rellenaron estas cuencas, el que ha predominado a nivel geológico. Sin embargo, la composición química de estas rocas, asociada a la fuerte tectonización de las mismas ha favorecido el desarrollo de procesos de karstificación de todo tipo, formándose numerosos complejos kársticos que

actualmente se encuentran en pleno funcionamiento.

En el entorno de Molina de Aragón se conocen tres rellenos kársticos en los que existen abundantes vertebrados fósiles neógenos.

Molina de Aragón

El primero de ellos se denominó Molina de Aragón, está situado al Este de la ciudad de este nombre, muy cerca de la localidad tipo del mineral Aragonito, y de hecho su descubrimiento se relaciona con el propio mineral, ya que fue un estudiante de geología holandés que durante una excursión dirigida por Peter Carls encontró fósiles en los rellenos kársticos desarrollados en las calizas del entorno. Se trata de un yacimiento con una excepcional riqueza en micromamíferos que sitúan al yacimiento dentro de biozona local H. Ocasionalmente los sedimentos contienen grandes mamíferos, entre ellos el équido *Hipparion* sp., forma que permite datar el yacimiento ya en el Vallesiense inferior (MN-9, en el comienzo del Mioceno superior)



Figura 2. Yacimiento de Molina de Aragón. Nótese la intensa karstificación de los carbonatos de la ladera.

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

La Lomilla

El segundo relleno kárstico, está situado en el término municipal de Setiles, en el paraje conocido como La Lomilla. Por el momento solo conocemos la existencia de un relleno kárstico por las rocas que han aflorado en la superficie durante los trabajos de labranza del campo, o que se encuentran acumulados en las lindes del terreno, junto con bloques de caliza y algunos espeleotemas. Como en el yacimiento anterior, la abundancia, conservación y diversidad de micromamíferos es notable, en particular de roedores. También hay presencia de peces, anfibios, reptiles, aves y grandes mamíferos. La asociación de roedores se ha datado provisionalmente como próxima al límite Vallesiense-Turoliense (Mioceno Superior).

Corral de Lobato

El yacimiento de vertebrados se sitúa al este de Molina de Aragón en las



Figura 3. Relleno kárstico del área de La Lomilla.

cercanías de la ciudad, en la ladera entre campos de labor ubicados sobre materiales jurásicos, su altitud es cercana a los 1100 m. Tentativamente

atribuimos un origen Kárstico para el yacimiento. Por una parte, no existen en el entorno materiales estratificados cenozoicos y, por otra, como veremos más adelante los sedimentos con fósiles se encuentran depositados directamente sobre las dolomías jurásicas. La acumulación de grandes mamíferos es extraordinariamente abundante, de forma que ocasionalmente llega a formar brechas óseas de diferente tipo, desde cementadas en carbonato hasta incluidas en sedimentos finos no consolidados (Pérez et al., 2013).

Resumimos las características de este excepcional yacimiento:

1) Después de las campañas de excavación (2012-2014) se ha podido comprobar que la brecha ósea aparece como una colada continua, algo inclinada, en sentido Norte-Sur.



Figura 4. Aspecto en superficie del yacimiento de Corral de Lobato

2) La brecha ósea está relleno de cavidades irregulares formadas en las dolomías mesozoicas, que al menos en el área excavada actúan como zócalo del yacimiento.

3) Cuando se extraen los sedimentos y huesos del relleno de las cavidades, en

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

la base de éstas aparece un película arcillosa muy plástica de color rojizo, que indica una deposición de detríticos finos probablemente contemporánea al propio depósito de la brecha.



Figura 5 Brecha ósea exhumada durante la excavación de 2014 en el yacimiento de Corral de Lobato



Figura 6. Excavación en Corral de Lobato. Junio de 2014

4) Cuando esta película arcillosa se retira y se limpia la superficie de las dolomías, éstas aparecen redondeadas,

sin bordes cortantes, probablemente consecuencia de un proceso de erosión por corrientes de agua, que también se observa en muchos de los restos óseos extraídos (redondeados por abrasión), aunque en este caso generalmente se encuentran cubiertos por carbonatos.

5) Si existió un límite en la vertiente Este del yacimiento, es algo que no puede ser comprobado. Es probable que el yacimiento quedase expuesto por la erosión de la pequeña vaguada actual que corre Norte-Sur, paralela al yacimiento.

6) La vertiente oeste del yacimiento está formada de techo a muro por; el suelo actual, dolomías mesozoicas y brecha ósea y materiales detríticos aún no excavados. Campañas futuras nos podrán indicar como es realmente este borde del yacimiento.

7) Enfrente del yacimiento, en la otra vertiente de la vaguada, solo se observan materiales dolomíticos, los mismos que se encuentran en todo el área, sin que se observe, al menos superficialmente, ninguna evidencia de karstificaciones. Estas, sin embargo, son bastante frecuentes en estos mismos materiales en áreas cercanas al yacimiento, y se detectan por los tonos rojizos de las arcillas de descalcificación, que tiñen llamativamente las rocas circundantes.

8) Ocasionalmente en las superficies de las dolomías se encuentran espeleotemas, pero generalmente son de pequeño tamaño. A veces aparecen rellenando pequeñas cavidades y pequeñas grietas de las dolomías en el contacto con los sedimentos detríticos. Solo en superficie hemos encontrado fragmentos de espeleotemas, en general

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

de talla pequeña, excepto uno de tamaño considerable (5 cm de espesor). Algunos de ellos muestran claramente un origen kárstico.

9) Es posible que algunos espeleotemas, por su aspecto laminar y escaso espesor sean solo rellenos de pequeñas cavidades o fisuras presentes en los carbonatos.

10) Existen evidencias de abundantes concreciones carbonáticas, a veces rodeando completamente algunos huesos, que como señalamos evidencian un redondeo por transporte en agua anterior al desarrollo de la concreción.

11) El depósito de las concreciones carbonáticas e incluso el propio redondeo de los huesos, podría explicarse si los restos hubiesen estado sumergidos en agua durante cierto tiempo, sirviendo como núcleos de deposición de los carbonatos.

Las evidencias del entorno del yacimiento de Corral de Lobato no sugieren la existencia de depósitos sedimentarios estratificados cenozoicos, al menos no son visibles en los cortes expuestos. La hipótesis de un origen kárstico para el yacimiento es la más probable. Por una lado, en los sistemas kársticos la variedad de ambientes sedimentarios es muy grande, y brechas óseas similares a la de Corral de Lobato no son extrañas. Por otra parte, aunque los únicos espeleotemas encontrados *in situ* no necesariamente indican una formación kárstica, los encontrados en superficie son claramente de origen kárstico. Algunos restos óseos con fracturas longitudinales abundantes indican una prolongada exposición a la intemperie, otros muestran un acusado desgaste con bordes redondeados, que

sugiere una amplia permanencia en medio acuático. Pero estos procesos también suceden en ambientes kársticos.

Esperemos que nuevas campañas paleontológicas y la investigación geológica en detalle pueda ayudarnos a comprender mejor este interesante yacimiento.

Carnívora	Mustelidae	Mustelidae indet.
	Hyaenidae	<i>Adcrocuta eximia</i> <i>Thalassictis hiparionum</i>
Cetartiodactyla	Felidae	<i>Amphimachairodus giganteus</i>
	Suidae	<i>Hippopotamodon major</i>
	Giraffidae	Sivatheriinae indet.
	Bovidae	<i>Tragoportax gaudryi</i> <i>Gazella deperdita</i>
	Cervidae	<i>Pliocervus aff. matheroni</i>
Perissodactyla	Equidae	<i>Hipparion concudense</i>
	Rhinocerotidae	<i>Dihoplus schleiermarcheri</i>

Figura 7. Lista faunística determinada en el yacimiento de Corral de Lobato.

El yacimiento es extraordinariamente rico en fósiles de grandes mamíferos, especialmente abundante son los restos de *Hipparion concudense* con cerca del 80% de los fósiles encontrados, seguidos en número de ejemplares fósiles por dos tipos de bóvidos; *Gazella aff. deperdita* y *Tragoportax gaudryi*, en particular la gacela está representada por un elevado número de apéndices craneales.

Los carnívoros están representados por cuatro formas, Mustelidae indet. (de pequeña talla), *Amphimachairodus giganteus* y dos especies de hienas (*Thalassictis hiparionum* y *Adcrocuta eximia*). La lista faunística se completa con un rinoceronte *Dihoplus schleiermarcheri*, un suido de gran talla *Hippopotamodon major* (Pickford, 2015), un cérvido *Pliocervus aff. matheroni*, y una jirafa de gran talla, determinada provisionalmente como Sivatheriinae indet.

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

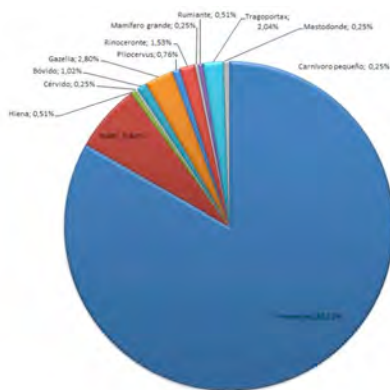


Figura 8. Distribución taxonómica de los hallazgos *in situ*. Campaña de 2014.

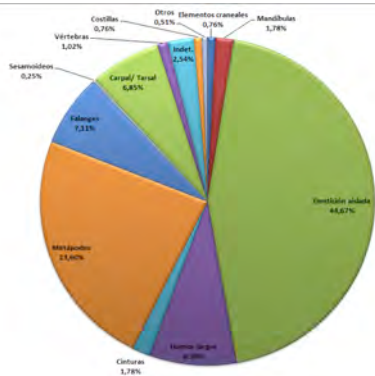


Figura 9. Distribución anatómica de los hallazgos *in situ*. Campaña de 2014. En el yacimiento se han encontrado tanto restos craneales como postcraneales del género *Hipparion*, siendo especialmente abundantes los restos dentales.

La datación preliminar del yacimiento del Corral del Lobato es de Ventiense inferior, posiblemente se situaría en la parte inferior de la unidad MN 13 (Figura 10). Las especies de carnívoros, el rinoceronte *Dihoplus* y el bóvido *Tragoportax* e *Hippotamodon* poseen rangos temporales muy amplios, al menos abarcan las tres unidades MN aquí consideradas. Sin embargo, *Hipparion concudense* tiene su última aparición en la unidad MN12.

ESPECIES	MN11	MN12	MN13
<i>Thalassietis hipparionum</i>			
<i>Aderocuta extima</i>			
<i>Amphimachairodus giganteus</i>			
<i>Dihoplus</i> cf. <i>schleimarcheri</i>			
<i>Hipparion concudense</i>			
<i>Hippotamodon major</i>			
<i>Pliocervus</i> aff. <i>matheroni</i>			
<i>Tragoportax gaudryi</i>			
<i>Gazella deperdita</i>			

Figura 10. Distribución temporal de algunas especies de mamíferos con interés biostratigráfico presentes en el yacimiento de Corral de Lobato (representadas en la columna sobrepuesta) y su rango conocido durante el final del Mioceno superior (Turoliense-Ventiense) en España.

Gazella deperdita es bastante rara en los yacimientos españoles, ha sido citada desde el final de la MN11 al comienzo de la MN13. Mientras que *Pliocervus* aff. *matheroni* aparece en la MN13. Así pues, nos encontramos con una asociación de mamíferos inédita en las cuencas españolas, muy cercana a la conocida en el yacimiento francés de Mont Leberon, situado en la parte basal de esta unidad MN13. En el importante registro de la fosa de Teruel, los yacimientos con grandes mamíferos del comienzo de la MN13 son prácticamente inexistentes, por lo que las comparaciones son necesariamente muy limitadas. No obstante, llama la atención la abundancia relativa de *Gazella deperdita*, que es la especie mejor representada en el yacimiento después de *Hipparion concudense*. Las gacelas son excepcionalmente raras durante el Turoliense y Ventiense (MN11 a MN13), generalmente representadas por pocos individuos. Sin embargo, a partir del Plioceno inferior son los ruminantes mejor representados en la mayoría de los yacimientos kársticos y estratificados) de España con pocas excepciones.

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

Otros yacimientos kársticos del Sistema Ibérico

ESCOBOSA DE CALATAÑAZOR

Hasta el presente, el yacimiento kárstico con vertebrados más antiguo conocido en este área es el de Escobosa de Calatañazor (MN7/8, Aragoniense superior, Mioceno medio). El relleno kárstico se encontró ya muy destruido debido a la explotación de una pequeña cantera para la extracción de áridos. No obstante en superficie quedó algún resto *in situ* del relleno sedimentario y sobre todo abundantes bloques aislados con una riqueza en microvertebrados extraordinaria.



Figura 11. Yacimiento de Escobosa de Catalañazor visita de los paleontólogos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, hacia 1975.

CUCALÓN (TERUEL)

El yacimiento fue dado a conocer por Adrover et al. (1982), en el que se da un lista preliminar de su fauna, estimando su edad entre las unidades MN10-MN11. Mein et al. (1993) en un estudio general sobre los múridos (roedores) determinan la presencia en el yacimiento de *Huerzelerimys minor* y explícitamente lo considera como una fisura kárstica.

ALGORA (GUADALAJARA)

Situado en las proximidades del pueblo de Algora, en una explotación de áridos en calizas y dolomías del Jurásico inferior. Estos materiales se encuentran plegados e intensamente fracturados, siendo visibles los numerosos rellenos kársticos que se acumulan en las grietas y fisuras a veces de potencia y extensión considerable. Sin embargo, a pesar de la abundancia de los rellenos kársticos, solo en un bloque, recogido por Manuel Hoyos y Carlos Martín-Escorza a principios de los años 1980, se han encontrado vertebrados fósiles. Los roedores encontrados en el bloque permiten datar, al menos uno de los rellenos, como Ventiense (Mioceno superior).



Figura 12. Canteras de áridos de Algora. Fotografía tomada en junio de 2012, se aprecia la intensa fracturación y kárstificación de los materiales mesozoicos.

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

ALMENARA (CASTELLÓN)

El complejo kárstico de Almenara-Casablanca se encuentra emplazado en una cantera abandonada cercana al pueblo de Almenara (Castellón). El karst se desarrolló sobre calizas del Triásico medio, los diferentes rellenos, con discontinuidades entre ellos, abarcan un rango temporal desde el Mioceno superior (Ventiense) hasta el Pleistoceno inferior. En particular dos de los rellenos poseen edades prepleistocenas; Almenara ACB M (Ventiense) y Almenara ACB 4 (Villafranquiense). La fauna de Almenara ACB M posee un alto interés sistemático y biogeográfico por la presencia de taxones de origen africano, que denotan la existencia en esta época de conexiones entre la península Ibérica y el norte de África (Agustí et al., 2011).



Figura 13. Relleno kárstico del Mioceno de Almenara M. Fotografía tomada en junio de 2015.

LAYNA (SORIA)

El yacimiento kárstico de Layna se encuentra cerca del pueblo de este mismo nombre, y fue el primer yacimiento paleontológico protegido en España por un organismo público (ICONA entonces dependiente del

Ministerio de Agricultura) en el año 1973. Los fósiles se encuentran en un relleno kárstico desarrollado en las carnioles del Lias inferior que está sobrepuesto a la superficie estructural de las Parameras de Molina. La riqueza



Figura 14. Yacimiento de Layna. Fotografía de la excavación dirigida por Emiliano Aguirre en el verano de 1972.

y diversidad de su fauna de vertebrados, en particular de los más pequeños, es una de las más notables del registro español. Aunque existen distintos tipos de rellenos sedimentarios, la fauna encontrada al nivel de conocimiento actual, parece homogénea. En base a la asociación de roedores se data como Rusciniense, MN15 (Plioceno inferior).

SARRIÓN (TERUEL)

El yacimiento de Sarrión se encuentra situado el denominado Cerro de los Espejos, es un karst formado en las calizas y margas del Jurásico superior que se encuentra cortado por la carretera N-234. Gran parte del complejo kárstico, que al parecer tenía dimensiones muy importantes, fue destruido intencionadamente por miedo a que se detuviesen las obras de construcción de la carretera. Cuando fue visitado por primera vez en 1971 por Rafael Adrover apenas si quedaban algunas bolsas de sedimento, de las que se obtuvieron los vertebrados

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

fósiles, principalmente micromamíferos (Adrover, 1986). Sese (2006) reconoce dos asociaciones faunísticas de edad diferente, Sarrión 2 (MN15, Rusciniense) y Sarrión 1 (MN16, Villafranquiense).

ISLAS MEDAS (GERONA)

Las Islas Medas, apenas separadas 750m de la costa, se encuentran asociadas al macizo de Montgrí que es considerado como el extremo oriental del Prepirineo, y muy cercano al límite septentrional de la cordillera Costero-Catalana. El yacimiento se encuentra ubicado en el islote denominado La Meda Grande, que mayoritariamente está formado por calizas y margas de edad Cretácico superior, que se encuentran fuertemente karstificadas. La edad atribuida al relleno kárstico fosilífero, en base a su asociación de roedores, es de MN17, Villafranquiense superior (Plioceno superior).

Discusión

En la figura 11 se puede encontrar un ensayo provisional de correlación de los yacimientos kársticos del Sistema Ibérico. A nuestro conocimiento actual el número de yacimientos kársticos registrados en el Sistema Ibérico es bastante escaso. Llama la atención la ausencia de rellenos fosilíferos kársticos con anterioridad al final del Mioceno medio (ca.12 Ma), siendo el yacimiento de Escobosa el más antiguo registrado. Por encima del karst de Escobosa se superponen cerca de 30 m de serie sedimentaria miocena que el yacimiento permite infra-datar como Aragoniense final (MN7/8). La asociación de roedores de Escobosa presenta alguna similitud con la de Nombrevilla 2, éste último yacimiento es notable por ser el

relleno sedimentario de una fisura o grieta formada en los materiales miocenos de la serie de Toril-Nombrevilla, también presenta evidencias de taxones comunes con yacimientos ante-Vallesienses de la cuenca del Vallés-Penedés. Estos dos yacimientos representan el comienzo de una tendencia a condiciones más húmedas en las cuencas centrales ibéricas, en las que poco después comienzan a extenderse los depósitos de facies lacustres.

Algo más reciente es el yacimiento de Molina de Aragón, aunque la presencia de unos pocos restos del équido *Hipparion* nos indica ya una edad Vallesiense inferior, MN9 inferior, zona H (Mioceno superior). La fauna del relleno de Molina de Aragón se correlaciona bien en edad con la de Nombrevilla 1 (Cuenca de Calatayud-Teruel), éste es uno de los yacimientos clásicos de la cuenca, los fósiles se encontraban incluidos en una brecha ósea, que en su aspecto recuerda a la de Manchones que estaba rellenado una fisura formada en los sedimentos miocenos (López-Martínez, 1989). La fauna de roedores de Molina es también cercana en edad a la de Ledanca (Cuenca del Tajo) yacimiento que aflora entre niveles calcáreos situados cerca del techo de la Unidad Intermedia, pero algo más antiguos que los del yacimiento de Cendejas de la Torre 2 situado en la parte superior de la MN9, zona I y que todavía se sitúa por debajo del límite entre las Unidades Intermedia y Superior. La importante discontinuidad que marca este límite, se reconoce en las partes centrales de la cuenca por la intensa karstificación de los carbonatos del techo de la Unidad Intermedia. En los materiales detríticos de borde de cuenca su reconocimiento

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

es más difícil. Es precisamente en estos sedimentos en los que se desarrolla el complejo pseudokárstico del Cerro de Los Batallones, datado como MN10, zonas J2/J3 (Mioceno superior), que nos suministra una aproximación en edad para la datación de la discontinuidad entre las dos unidades.

El yacimiento de Cucalón (Teruel) con una edad muy próxima al final del Vallesiense, MN 10, zona J4 (sector Este del sector Daroca-Calamocha) y el Pobo de Dueñas (borde Este de la fosa de Teruel) quizás ligeramente más moderno, MN 11, zona K representan rellenos kársticos que por su edad se superponen a la ruptura sedimentaria entre las unidades intermedia y superior de la cuenca del Tajo. Situación similar se encuentra en el área de Daroca. En la que los yacimientos estratificados de Cañada 12 y 13 ya Turolense superior, MN 12, zona L (Guerrero et al., 2011) se superponen a a los yacimientos de la MN9 (equivalentes en edad a los situados en el techo de la Unidad Intermedia en la cuenca del Tajo), señalando la presencia de un hiato temporal, correspondiente aproximadamente a las unidades MN10 y MN11, zonas locales J-K (López Guerrero et al., 2011). En el área de Calatayud la situación es algo más compleja, al incluirse los yacimientos de Cortasogas, datados en las zonas J-K, como asociados a la discontinuidad entre las Unidades Intermedia y Superior. Aparentemente aún pertenecen a la Unidad Intermedia, pero la complejidad de la zona hace que los autores no sean taxativos al respecto (Van Dam & Sanz-Rubio, 2003).

El siguiente conjunto de yacimientos kársticos se desarrolla durante el

Mioceno final, edad Ventiense. Son los complejos kársticos de Corral de Lobato, Algora y Almenara ACB M. El primero de ellos, motivo del presente trabajo, parece ocupar una posición basal dentro de esta edad, como ya se ha discutido previamente. El yacimiento de Algora con *Stephanomys ramblensis* podría corresponder a la zona local M1 o M2 (Ventiense inferior), es casi sincrónico con el yacimiento estratificado de Canteras de Iberia, cuenca del Tajo, situado en las facies carbonatadas de la Unidad Superior de la cuenca del Tajo, el yacimiento de Consuelo, incluido en facies fluviales probablemente desarrolladas sobre las facies Páramo representa una edad máxima de Plioceno inferior para el techo de esta Unidad Superior.

Mientras que Almenara ACB M se diferencia netamente de los yacimientos anteriores por la asociación de *Paraethomys* y gerbílidos, que lo situaría en la zona N (Ventiense superior). También a diferencia de los yacimientos anteriormente descritos se encuentra próximo a la costa mediterránea, y a una altitud de apenas unas decenas de metros sobre el nivel del mar actual. El yacimiento puede relacionarse con la “Crisis de Salinidad Messiniense” acaecida entre 5,6 a 5,33 Ma consecuencia de la desecación del Mediterráneo (Agustí et al., 2011).

Finalmente, el último conjunto de yacimientos kársticos posee una edad de Rusciniense superior-Villafranquiense inferior (Plioceno). Los yacimientos más antiguos del conjunto son los de Layna y Sarrión 2. Según López-Martínez (manuscrito inédito), Layna

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

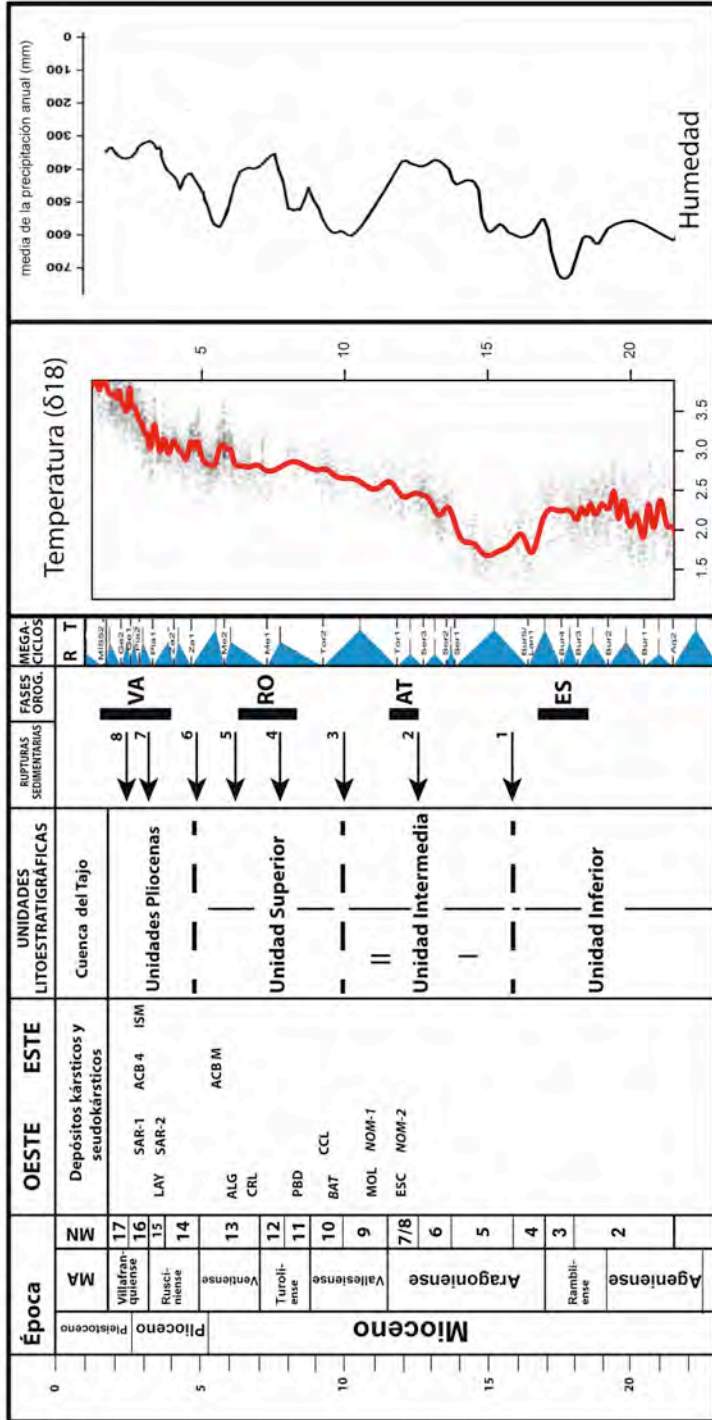


Figura 14. Ensayo de correlación de los yacimientos kársticos del Sistema Ibérico. Yacimientos kársticos: letra mayúscula regular. Seudokársticos: mayúscula cursiva. Las rupturas sedimentarias numeradas del 1 al 7, en parte corresponden a las reconocidas en López-Martínez et al. (1987) y Calvo et al. (1993): 1: Intra Aragoniense medio. 2: Intra Aragoniense superior. 3: Intra Vallesiense superior. 4: Intra Turoliense. 5: Intra Ventiliense. 6: Intra Rusciniense superior. 7: Intra Rusciniense. 8: Intra Villafrañense. Fases Orogénicas Alpinas en Pickford & Morales (1994) VA= Valáquica, RO= Rodánica, AT= Ática, ES= Estirica, su duración aproximada está marcada por las barras negras. Megaciclos en Hilgen et al.(2012). Curva de Temperatura en Zachos et al. (2008). Humedad recopilada en Morales et al. (2015), de Daams et al. (1999) y Dam (2006).

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

sería un relleno kárstico consecuencia de un proceso erosivo posterior a la fase de colmatación, que indica un descenso del nivel de base de acuíferos y un primer encajamiento de la red fluvial, con basculamiento y deformación de la superficie estructural (fase Iberomanchega-I). Durante esta fase se forma una nueva superficie de erosión datada como intrapliocena gracias al relleno de Layna. Estudios magnetoestratigráficos preliminares sugirieron una polaridad normal dentro del cron Gauss, con una posible edad de entre 3.41 y 3.17 Ma (Hoyos et al., 1987).

El karst de Sarrión está fosilizado por una secuencia detrítica conocida como formación Sarrión, que de acuerdo con la fauna del relleno al menos tendría una edad Villafranquiense inferior, MN16, datación más moderna del yacimiento (Sarrión 1). Discordante sobre esta formación se superpone la Formación La Puebla, con el yacimiento estratificado de La Puebla de Valverde de edad Villafranquiense inferior, MN17. El karst de Sarrión quedaría acotado entre dos discontinuidades, la inferior intra Rusciniense superior, MN15 (Iberomanchega-I) y la superior intra-Villafranquiense inferior MN16-MN17 (Iberomanchega-II). Finalmente, los rellenos kárstico de Almenara ACB 4 e Islas Medas de edad Villafranquiense inferior, MN16 son las evidencias más recientes que conocemos sobre rellenos de fisuras dentro del Neógeno, por su situación en la costa mediterránea, como ya mencionamos para Almenara ACS M, su relación con las fluctuaciones del nivel de mar ha sido determinante. De hecho el relleno de Islas Medas se sitúa muy cerca en altura de una rasa costera, evidencia de una

plataforma de abrasión marina situada a unos 40 m sobre el nivel del mar actual.

Conclusiones

Los yacimientos kársticos del Sistema Ibérico, en cuanto a su edad, se agrupan en cuatro conjuntos: 1) **Mioceno medio/superior**, MN7/8-MN9, se correlaciona con la subunidad II de la Unidad Intermedia de la cuenca del Tajo. Podrían suponer una reactivación del relieve Ibérico previo al depósito del techo de la Unidad Intermedia, con un aumento general de humedad. 2) **Mioceno superior** MN10/MN11, se correlaciona con la Unidad Superior de la cuenca del Tajo, que está delimitada en su base por una intensa superficie de karstificación. Su desarrollo coincide con un hiato de sedimentación bastante generalizado que al menos se detecta en amplias áreas de la cuenca del Tajo, y de la zona de Calatayud-Daroca. 3) **Ventiense**, MN13, se correlacionan con el final de la Unidad Superior de la cuenca del Tajo. El conjunto parece muy heterogéneo, los yacimientos de Corral de Lobato y Algora podrían relacionarse con una época de intensa regresión, en la que se produce una reactivación del relieve. Mientras que Almenara ACB M probablemente se relaciona con la desecación del Mediterráneo. 4) **Plioceno medio**, MN15/MN16, este conjunto se desarrolla entre dos rupturas sedimentarias, ampliamente reconocidas en distintas cuencas Ibéricas (Iberomanchega I y II), previas al desarrollo del sistema fluvial actual.

YACIMIENTOS KÁRSTICOS

Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación CGL2015-68333-P (MINECO/FEDER, UE) y Grupo de Investigación BSCH-UCM 910607. Un especial agradecimiento a Carmen Sesé por su inestimable ayuda. A Manolo Monasterio que nos puso en la senda de los yacimientos de Molina de Aragón, y que siempre nos ha prestado todo tipo de apoyo.

Referencias Bibliográficas

- ADROVER, R., FEIST, M., HUGUENEY, M., MEIN, P. et MOISENET, E. (1982). L'âge et la mise en relief de la formation détritique culminante de la Sierra Perlarada (Province de Teruel, Espagne). *C. R. Acad. Se. Paris*, . 295: 231-236.
- ADROVER, R. (1986). *Nuevas faunas de roedores en el Mio-Plioceno continental de la región de Teruel (España). Interés bioestratigráfico y paleoecológico*. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel. 423 págs.
- AGUSTI, J., SANTOS-CUBERO, A., FURIÓ, M., MARFA, R DE, BLAIN, H-A., OMS, O., SEVILLA, P. (2011). The late Neogene-early Quaternary small vertebrate succession from the Almenara-Casablanca karst complex (Castellón, Eastern Spain): Chronologic and paleoclimatic context. *Quaternary International* 243:183-191
- CALVO, J.P. et al. (1993). Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 6: 29-40.
- DAAMS, R., MEULEN, A. VAN DER, PELÁEZ-CAMPOMANES, P., & ÁLVAREZ-SIERRA, M. A. (1999). Trends in rodent assemblages from the Aragonian (early-middle Miocene) of the Calatayud-Daroca Basin, Aragón, Spain. En J. Agustí, L. Rook, & P. Andrews (Eds.), *Hominoid evolution and climatic change in Europe (The Evolution of Neogene Terrestrial Ecosystems in Europe*, Vol. 1, pp. 390–412). Cambridge: Cambridge University Press.
- DAM, J. A. VAN, (2006). Geographic and temporal patterns in the late Neogene 12-3Ma aridification of Europe: The use of small mammals as paleoprecipitation proxies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 238, 190–218.
- DAM, J. VAN & SANZ RUBIO, E. (2003). Late Miocene and Pliocene small mammals from the Calatayud Basin (Central Spain). *Coloquios de Paleontología*, Vol. Ext. 1:115-126
- LÓPEZ-GUERRERO, P., GARCÍA-PAREDES, I., VAN DEN HOEK OSTENDE, L.W, VAN DAM, J.A. ÁLVAREZ-SIERRA, M.A., HERNÁNDEZ-BALLARÍN, V. VAN DER MEULEN, A.J., OLIVER, A. & PELÁEZ-CAMPOMANES, P. (2011). Cañada: a new micromammal succession from the lower Vallesian and Turolian of the Daroca area (Calatayud-Montalbán basin, Spain). *Estudios Geológicos*, 67: 443-453.
- F.J. HILGEN, L.J. LOURENS AND J.A. VAN DAM. With contributions by A.G. BEU, A.F. BOYES, R.A. COOPER, W. KRIJGSMAN, J.G. OGG, W.E. PILLER and D.S. WILSON (2012). *The Neogene Period*.

En: The Geologic Time Scale (Eds. F.M. GRADSTEIN et al.) DOI: 10.1016/B978-0-444-59425-9.00029-9

HOYOS, M., SOLER, V., RODRÍGUEZ, E., CARRACEDO, J.C. y CHICHARRO, P.M. (1987). Posición magnetoestratigráfica de los yacimientos de vertebrados neógenos de Algora y Layna (Cordillera Ibérica). Reunión de Paleomagnetismo. Arenys de Mar.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1989). Revisión sistemática y biostratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 3 (39): 5-343.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, et al. (1987). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* 70:384-391

MEIN, P., MARTÍN SUÁREZ, E. & AGUSTI, J. 1993. *Progonomys* Schaub, 1938 and *Huerzelerimys* gen. nov. (Rodentia); their evolution in Western Europe. *Scripta Geol.*, 103: 41-64.

MORALES, J., CANTALAPIEDRA, J.L., VALENCIANO, A., HONTECILLAS, D., FRAILE, S., GARCIA YELO, B.A., MONTOYA, P. & ABELLA, J. (2015). The fossil record of the Neogene Carnivore Mammals from Spain. *Palaeobio Palaeoenv.* DOI 10.1007/s12549-015-0206-z

PÉREZ, P. et al. (2013). *Estudio preliminar de la asociación faunística turolense de Corral de Lobato (Molina de Aragón, Guadalajara)*. Trending

Topics in Palaeontology. (eds. Pilar Navas-Parejo, Carlos Martínez-Pérez & Sila Pla-Pueyo). EJIP XI. Atarfe. 85-86

PICKFORD, M. (2015) Late Miocene Suidae from Eurasia: the *Hippopotamodon* and *Microstonyx* problem revisited. *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen*, 42: 1'124.

PICKFORD, M. & MORALES, J. (1994). Biostratigraphy and palaeobiogeography of East Africa and the Iberian Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 112, 297-322.

SESÉ, C. (2006). Los roedores y lagomorfos del Neógeno de España. *Estudios Geológicos*, 62: 429-480

TORRES, T. (1998). *El karst en España*. En: Grandes cuevas y simas de España (ed. Carlos Puch). Espeleo Club de Gràci, Barcelona, 15-18.

ZACHOS, J. C., DICKENS, G. R., & ZEEBE, R. E. (2008). An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon cycle dynamics. *Nature*, 451, 279-283.