

Los fósiles de Vertebrados de Somosaguas (Pozuelo, Madrid)

The fossil vertebrates from Somosaguas (Pozuelo, Madrid, Spain)

Nieves LÓPEZ-MARTÍNEZ¹, Javier ÉLEZ VILLAR¹,
José Miguel HERNANDO HERNANDO¹, Aitor LUIS CAVIA¹, Ana MAZO²,
David MÍNGUEZ GANDÚ¹, Jorge MORALES², Israel POLONIO MARTÍN¹,
Manuel J. SALESA² e Israel M. SÁNCHEZ²

RESUMEN

Dos yacimientos de vertebrados, situados en el Campus de Somosaguas de la Universidad Complutense (Pozuelo de Alarcón, Madrid), han proporcionado unos 600 restos identificables en estados de conservación muy variados, pertenecientes a unas veinte especies de tamaños muy diversos, desde mastodontes a musarañas. Su estudio permite fechar su edad en unos 14 m.a. y reconstruir un periodo árido en la cuenca de Madrid, ocupada durante el Mioceno medio por bosques y sabanas subtropicales con fuertes avenidas y sin ríos permanentes. En estos yacimientos se puede realizar una enseñanza práctica de la Paleontología de Vertebrados, para formación de estudiantes universitarios en el estudio y la gestión del Patrimonio Paleontológico.

Palabras clave: Vertebrados, Mioceno, Madrid, Patrimonio Paleontológico.

ABSTRACT

Two vertebrate fossil sites, situated in the Universidad Complutense Campus of Somosaguas, (Pozuelo de Alarcón, Madrid, Spain) have yielded about 600 identifiable rests in different preservation states, belonging to about twenty species of highly diverse sizes, from mastodons to shrews. Their study allows dating at about 14 m.y., and reconstructing an arid climate epoch in

¹ Dept. Paleontología, Fac. C. Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

² Dept. Paleobiología, Museo Nacional de CC. Naturales, CSIC, C/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

the Madrid basin during middle Miocene times, occupied by subtropical woodlands and savannahs with strong floods and without permanent rivers. These fossil sites allow practical teaching of Vertebrate Palaeontology, and preparing university students in the Palaeontological Heritage study and management.

Key words: Vertebrates, Miocene, Madrid, Paleontological Heritage.

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos de fósiles de vertebrados del Campus de Somosaguas, de la Universidad Complutense de Madrid (UCM; ver Fig. 1), fueron descubiertos por Francisco Hernández Arteaga, alumno de la Facultad de Ciencias Geológicas. El hallazgo fue comunicado en 1996 al Departamento de Paleontología de esta Facultad, que a su vez informó al Departamento de Paleobiología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN). Este Departamento, que se ocupa desde 1981 del estudio y protección del Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid, organizó dos visitas de prospección a la nueva localidad paleontológica realizadas por miembros de su personal (S. Fraile, M. Salesa e I. Sánchez) junto con el descubridor del yacimiento. Tras la evaluación y estudio de los hallazgos se envió un informe a la Consejería de Cultura de la Comunidad de Madrid y se incluyó la localidad en la Carta Paleontológica de Madrid. Las edificaciones del Campus habían destruido probablemente parte de las concentraciones de huesos fósiles, pero la prospección realizada concluyó que ya no existía riesgo de destrucción de las zonas fosilíferas conservadas, por lo que no se consideró necesario emprender una excavación de urgencia.

En 1998 se inició el proyecto «Excavación Paleontológica Campus de Somosaguas» financiado por la UCM, para el aprendizaje de los estudiantes universitarios de Paleobiología de Vertebrados del Departamento de Paleontología la Facultad de Ciencias Geológicas. Hasta ahora se han descubierto dos yacimientos de fósiles de vertebrados, Somosaguas Norte y Sur, separados por un depósito estéril, con una edad estimada de unos 14 millones de años (Mioceno medio). Estos yacimientos presentan diversas modalidades de conservación de los huesos en ambientes de sedimentación peculiares, y se encuentran en un área de la cuenca de Madrid desprovista hasta ahora de datos paleontológicos. En este trabajo presentamos un resumen de los resultados obtenidos; los antecedentes y detalles se encuentran en otros trabajos de este mismo volumen (ver referencias en capítulo de bibliografía).

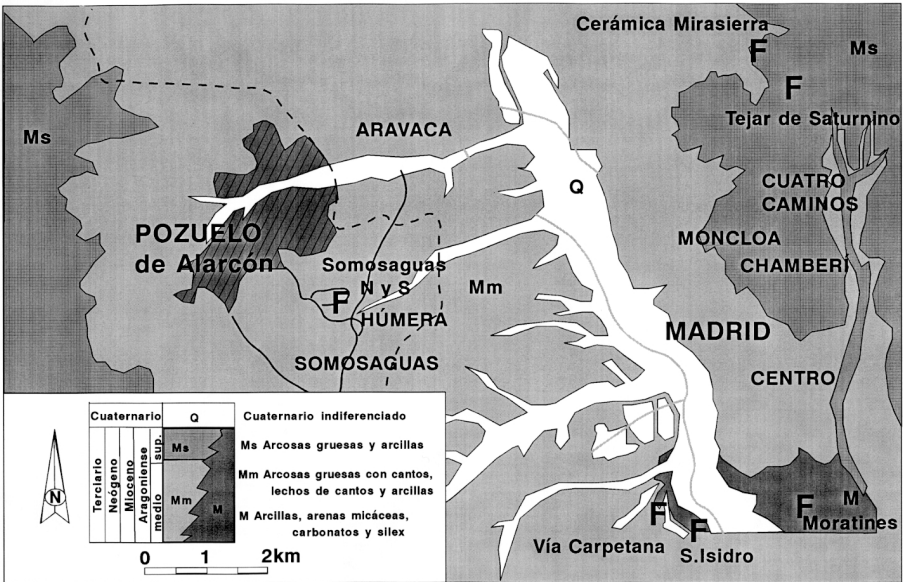
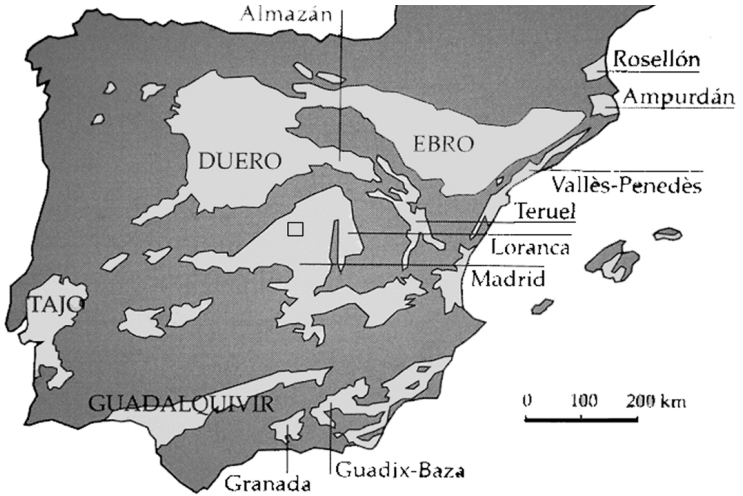


Figura 1.—Situación de la cuenca terciaria de Madrid, y detalle del mapa geológico simplificado del NW del área metropolitana de Madrid. Se indica con una F la posición de los yacimientos de Somosaguas y de otros yacimientos de vertebrados del Mioceno de Madrid.

Figure 1.—Location of Madrid Tertiary basin, and simplified geological sketch from the metropolitan NW Madrid. An F indicates the situation of the Somosaguas sites and other vertebrate fossil sites from the Miocene of Madrid.

Además de su interés científico, la situación de estos yacimientos dentro de un Campus Universitario permite su protección, accesibilidad y aprovechamiento para la iniciación de los estudiantes de Paleontología en la gestión del Patrimonio Natural Geológico y Paleontológico. Su excavación y estudio ha sido realizada por los alumnos de la especialidad de Paleontología de la Licenciatura en Geología, permitiéndoles su formación en las actividades de excavación y estudio de huesos fósiles, valoración y protección de yacimientos, y exposición y presentación de resultados al público y a los medios de comunicación. Los yacimientos de Somosaguas pueden también ser conocidos y visitados por personas e instituciones interesadas dentro o fuera de la comunidad universitaria.

DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Los depósitos del Terciario que soportan el Campus de Somosaguas ofrecen escasos afloramientos naturales, y los fósiles han aparecido en los taludes y superficies de remoción artificiales realizados hace unos veinte años durante las obras de edificación y ajardinamiento. El trabajo de campo ha permitido descubrir hasta ahora en una extensión de unos 60.000 m² al menos dos niveles diferenciados ricos en fósiles: Somosaguas Sur en un nivel estratigráfico inferior y Somosaguas Norte en un nivel superior. Ambos se encuentran en un afloramiento de unos 6 metros de potencia en total, situándose las dos principales secciones muestreadas a unos 60 m una de otra.

El yacimiento de Somosaguas Sur se encuentra a techo de un nivel arcilloso que contiene cantos de cuarzo y feldespatos de tamaños arena gruesa y grava, flotando junto a huesos pequeños y muy pequeños en una matriz de arcillas pardas que constituyen una gran proporción del sedimento. El yacimiento de Somosaguas Norte es un nivel de unos 2 m de espesor de arcosas gruesas irregularmente cementadas, con fragmentos de roca de tamaños decimétricos y huesos medianos y grandes con orientación preferente Norte-Sur, suspendidos en una matriz arenosa con granos angulosos gruesos (Fig. 2, 1) (MÍNGUEZ GANDÚ, este volumen; POLONIO MARTÍN & LÓPEZ-MARTÍNEZ, este volumen).

Los dos tipos de yacimientos con fósiles de vertebrados tienen en común un sedimento inmaduro con mala clasificación de los materiales y con elementos gruesos de composición arcósica soportados por la matriz. Estas características son propias de las llamadas «Facies Madrid», de arquitectura amalgamada y poco definida, atribuidos a depósitos de abanicos aluviales (ver antecedentes en MÍNGUEZ GANDÚ, este volumen). Sus caracte-

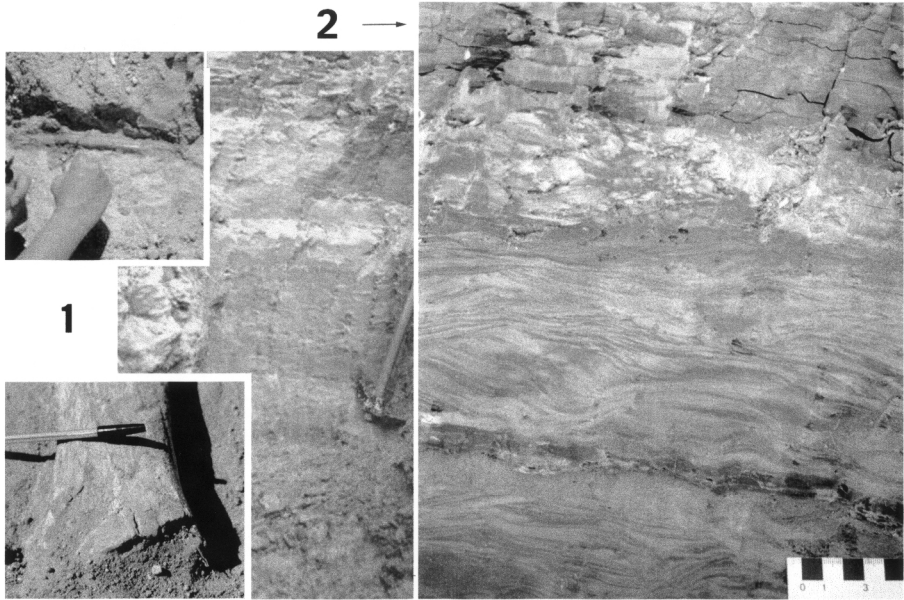


Figura 2.—Aspecto de los depósitos y detalles de los fósiles; 1, Somosaguas Norte, tramo superior de arcosas gruesas; restos óseos de vertebrados: costilla (arriba) y húmero de mastodonte juvenil (abajo, SOMN-9, ver posición en Figura 3); 2, sección Somosaguas-3, situada entre Somosaguas Norte y Sur; tramo intermedio, alternancia de arenas micáceas finas con *ripples* trepadores y arcillas sin fósiles de vertebrados.

Figure 2.—Field aspect of deposits and details of fossils; 1, Somosaguas North, upper unit with coarse arkosic sandstones; bone remains, a rib (above) and a humerus from a young mastodont (below, SOMN-9, see position in Fig. 3); 2, Somosaguas section 3 between Somosaguas North and South; intermediate unit without vertebrate bones, alternating claystones and fine micaceous sands with climbing ripples.

terísticas corresponderían a depósitos de coladas de fango (*mud-flow*) en Somosaguas Sur, y de derrubios (*debris-flow*) en Somosaguas Norte, producidas por flujos de alta densidad con dinámica de transporte en masa propios de abanicos aluviales de climas áridos. En estos medios no se conseguiría una buena clasificación de los materiales sedimentarios por falta de corrientes fluviales de aguas limpias permanentes. Los depósitos aluviales de Somosaguas no presentan evidencias de pendiente deposicional y se encontrarían alejados más de 30 km del Sistema Central, que es sin duda el área fuente primitiva del material. La notable competencia en capacidad de

transporte y la poca madurez del sedimento indicaría una gran disponibilidad de agua y de materiales detríticos en las áreas de alimentación de los abanicos.

Separando ambos yacimientos se sitúa un tramo intermedio de sedimentos muy bien clasificados sin fósiles de vertebrados, con unos 2 metros visibles de espesor máximo, formados por una alternancia de bancos decimétricos de arenas micáceas finas y arcillas pardas (Fig. 2, 2). En el sector Norte estas facies desaparecen, superponiéndose directamente los niveles fosilíferos de Somosaguas Norte sobre los de Somosaguas Sur. Las interfases entre los bancos y las láminas y estructuras sedimentarias presentan numerosas irregularidades y señales de deformación hidroplástica. Las arenas micáceas presentan *ripples* trepadores (*climbing ripples*) propios de corrientes de aguas limpias con gran capacidad de carga, que frenan y descargan rápidamente al remansarse o al desembocar en un medio de aguas tranquilas.

Este tipo de depósitos se han denominado «Facies Guadalajara» y representan depósitos distales respecto a las Facies Madrid, producidos en los márgenes de los medios lacustres por la desembocadura de los abanicos aluviales. Suelen encontrarse al Sur y al Este del área de Madrid en la orla paleo-lacustre (ver MÍNGUEZ-GANDÚ, este volumen). Su aparición al NW en la zona de Somosaguas es inesperada e indicativa de la existencia durante el Mioceno medio de niveles de base locales, alejados del lago central y probablemente desconectados de él.

PALEONTOLOGÍA Y DATACIÓN

En Somosaguas Norte se excavó durante 1998 una superficie de 50 m² y un volumen de unos 16 m³, realizándose un total de 118 días/persona de trabajo, y durante 1999 una superficie de 60 m² y un volumen de 20 m³, con un esfuerzo de 35 días/persona. En total se han recuperado 211 huesos de macrovertebrados y centenares de esquilas (Fig. 3).

En Somosaguas Sur se realizó en 1998 una cata de unos 4 m² y 3,5 m³, extrayéndose unos 50 kg de muestra para su lavado y tamizado. Este sedimento se trató primero en el campo, con tamices de malla de 2 cm y 0,7 mm, y posteriormente en el laboratorio, donde se separaron fracciones de 2 mm, 1,5 mm, 1 mm y 0,7 mm para selección de microvertebrados al microscopio. De esta muestra se han recuperado más de cuatrocientos dientes de micromamíferos, constituyendo el yacimiento de mayor densidad de micromamíferos que tenemos noticia hasta ahora, aparte de los formados en rellenos kársticos. En 1999 se amplió Somosaguas Sur hasta alcanzar una

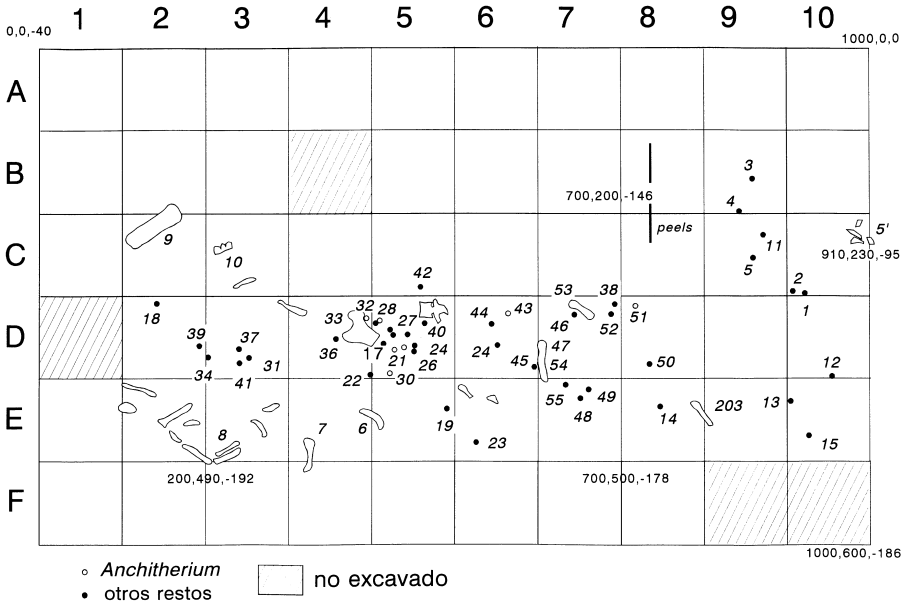


Figura 3.—Plano de la excavación de Somosaguas Norte. Se indican en diversos puntos los valores de las coordenadas arbitrarias de referencia x-y-z. Cada cuadrícula mide un metro de lado; el Norte se sitúa a la izquierda. El yacimiento de Somosaguas Sur se sitúa aproximadamente 60 m al Sur.

Figure 3.—Plane of the excavation at Somosaguas North. Values of arbitrary reference coordinates x-y-z are indicated at several points. Each square side measures 1 meter. North at the left. The fossil site Somosaguas South is situated about 60 m at the South.

extensión de 5,5 m² y se abrieron entre ambos yacimientos tres catas (Somosaguas 2, de 3 m² x 0,5 m; Somosaguas 3, de 2,5 m² x 1,5 m; y Somosaguas 4, de 1 m² x 3 m), con el fin de conectar los afloramientos Norte y Sur, que mostraban muy distintos tipos y sucesiones de sedimentos. En total se tamizaron en 1999 unos 80 kg de sedimento que aún no han sido tratados.

Las arcillas del tramo intermedio han sido intensamente muestreadas para obtener palinomorfos, sin resultados positivos hasta ahora.

Se han identificado en total veintidós especies de vertebrados, entre las cuales diecinueve son de mamíferos (Fig. 4), que se detallan a continuación por grupos y por yacimientos:

	Somosaguas Norte	Somosaguas Sur
Mamíferos		
mastodontes (<i>Gomphotherium angustidens</i>)	X	
équidos (<i>Anchitherium</i> cf. <i>A. cursor</i>)	X	X
rumiantes		
cérvidos (aff. <i>Heteroprox</i> sp.)	X	
bóvidos (<i>Tethytragus</i> sp.)	X	
móschidos (<i>Micromeryx</i> sp.)	X	X
cerdos (<i>Conohyus</i> sp.)	X	X
carnívoros (<i>Hemicyon</i> cf. <i>H. sansaniensis</i>)	X	
<i>Amphicyon</i> sp.	X	
<i>Pseudaehurus</i> sp.	X	
<i>Mustelidae</i> indet.)	X	
roedores		
hamsters (<i>Megacricetodon collongensis</i>)		X
<i>Fahlbuschia darocensis</i>)		X
lirones (<i>Armantomys aragonensis</i>)		X
<i>Microdyromys complicatus</i>		X
<i>Microdyromys monspelliensis</i>)		X
ardillas terrestres (<i>Heteroxerus grivensis</i>)		X
lagomorfos pikas (<i>Lagopsis penai</i>)		X
insectívoros		
erizos (<i>Galerix exilis</i>)		X
musarañas (<i>Miosorex grivensis</i>)		X
Lagartos lacértidos		X
ánguidos		X
Tortugas		X

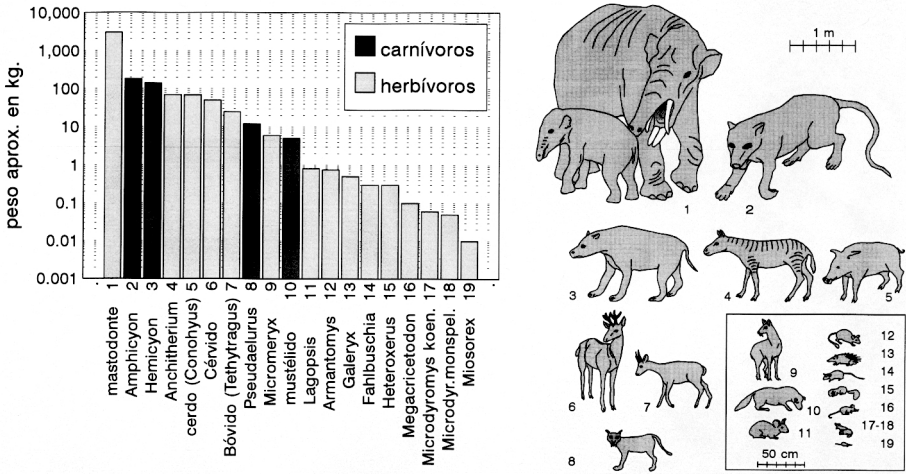


Figura 4.—Representación de las 19 especies de mamíferos registradas en el Mioceno medio de Somosaguas. A la derecha, reconstrucción de su aspecto en vida; a la izquierda, cenograma de tamaños (escala semilogarítmica de pesos). Los pesos de *Anchitherium cursor* y *Conohyus* se han estimado a partir de SÁNCHEZ *et al.* (1998) y FORTELIUS *et al.* (1996) respectivamente.

Figure 4.—Representation of the 19 mammal species recorded in the middle Miocene of Somosaguas. At the right, reconstruction of life aspect; at the left, cenogram of sizes (semilogarithmic scale of weights). The weight of *Anchitherium cursor* and *Conohyus* have been estimated according to SÁNCHEZ *et al.* (1998) and FORTELIUS *et al.* (1996) respectively.

Las diferencias de composición entre los dos yacimientos se atribuyen a factores tafonómicos, que han preservado de forma diferencial distintos restos de organismos de paleocomunidades de composición muy similar a la de otros yacimientos del Mioceno medio de la cuenca de Madrid (MORALES *et al.*, 2000). Los restos taxonómicamente más informativos han sido estudiados por LUIS CAVIA & HERNANDO HERNANDO (microvertebrados), MAZO (mastodontes), SALES & MORALES (carnívoros), SALES & SÁNCHEZ (équidos) y SÁNCHEZ (rumiantes) (todos en este volumen).

Además de los restos identificables, se han observado más de un millar de fragmentos o esquirlas no identificables de huesos con fracturas originales, producidas durante el proceso de fosilización. De los centenares de esquirlas recogidos se han estudiado una veintena de ejemplares en lámina delgada, observándose en la mayoría de ellos distintas señales de biocorro-

sión, unas probablemente producidas por microorganismos saprofitos y otras posiblemente por líquenes (ver CUEZVA ROBLEÑO & ÉLEZ VILLAR, este volumen; POLONIO MARTÍN & LÓPEZ-MARTÍNEZ, este volumen).

El excelente estado de conservación de muchos de los fósiles ha permitido hacer un estudio paleohistológico de los fragmentos de huesos en lámina delgada, que indica el estadio de desarrollo individual y sirve para detectar a grandes rasgos la composición demográfica de las poblaciones de donde proceden los huesos (CUEZVA ROBLEÑO & ÉLEZ VILLAR, este volumen). Corroborando lo que indican los estudios taxonómicos, el estudio paleohistológico del hueso ha permitido comprobar que muchos de los individuos que fosilizaron en Somosaguas Norte y Sur eran ejemplares infantiles o juveniles.

La composición de las asociaciones de mamíferos de Somosaguas es característica del Mioceno medio, al igual que la mayoría de asociaciones registradas del Terciario de la cuenca de Madrid (MORALES *et al.*, en prensa). En Somosaguas es posible conocer la biocronología de la asociación con mayor precisión, gracias sobre todo a las proporciones de especies de micromamíferos, al tamaño relativamente grande del hamster *Megacricetodon collongensis* y a otros criterios. Según estas indicaciones las asociaciones de Somosaguas se asemejan a la de la localidad madrileña de Arroyo del Olivar, incluyéndose en la unidad MN5 del final del Aragoniense medio (LUIS CAVIA & HERNANDO HERNANDO, este volumen). Esta unidad biocronológica corresponde aproximadamente al período temporal de la biozona E en la cuenca de Calatayud-Daroca, donde la biozonación de micromamíferos se ha podido calibrar con la escala geocronométrica por medio de sucesiones magnetoestratigráficas, atribuyéndose a esta biozona E una edad de unos 14 millones de años (ver referencias en LUIS CAVIA & HERNANDO HERNANDO, este volumen).

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

En Somosaguas coinciden al menos dos yacimientos superpuestos y con distintos tipos de fosilización: uno con restos de grandes vertebrados y otro sobre todo con restos de pequeños vertebrados, situados en dos capas de sedimentos fosilíferos diferentes separados por niveles estériles. Esta superposición de dos episodios de fosilización de vertebrados en un mismo lugar es excepcional en la cuenca de Madrid, aunque es frecuente en pequeñas cuencas intramontañosas como las de Calatayud-Teruel.

No se conocen con precisión los procesos de formación que han dado origen a los yacimientos particulares del Mioceno de Madrid. En general, se

requiere un proceso de concentración de huesos fósiles para formar yacimientos de vertebrados. Algunos podrían ser debidos a catástrofes, como inundaciones, erupciones volcánicas u otros tipos de crisis que provoquen mortalidad en masa. Otros podrían ser cementerios de animales viejos o enfermos. Se dan también casos de yacimientos de tipo trampa, como el de Cerro Batallones en Madrid (MORALES *et al.*, 2000). Por último, el transporte hidrodinámico podría concentrar rápidamente restos de vertebrados dispersos producidos durante un largo tiempo, como parece ser el caso en Somosaguas.

Los restos del yacimiento Sur, que muestran mayor integridad, están contenidos en un depósito mal clasificado con mucha arcilla, lo que sugiere un proceso de sedimentación por transporte y decantación de una colada de fango. Los restos más recientes del yacimiento Norte, que muestran mayor desintegración, están contenidos en un depósito con gravas suspendidas en arenas arcósicas gruesas, indicando sedimentación por transporte en masa de una colada de derrubios. En ambos casos el proceso hidrodinámico podría haber concentrado restos dispersos tras haberlos englobado y transportado una mayor o menor distancia, respectivamente en Somosaguas Norte y Sur.

Intercalados entre ambos se encuentran depósitos de arenas finas separadas por arcillas, indicando sedimentación tranquila por corrientes de aguas limpias que se remansaron rápidamente al desembocar en un medio léntico. Esta intercalación es indicativa de la conservación del agua en depresiones locales en medio de la llanura aluvial, tras periodos de lluvias torrenciales que producirían los depósitos de coladas propios de climas áridos.

La superposición de ambos yacimientos sugiere la existencia en Somosaguas de un lugar atractivo para los animales del Mioceno, en cuyos alrededores se acumularían las poblaciones de diversos grupos de herbívoros con sus crías, y donde se produjeron sus muertes en proporciones relativamente elevadas. La sucesión de depósitos sugiere que el atractivo lo produciría probablemente la existencia de una zona de encharcamiento de agua en medio de un paisaje relativamente seco. El depósito de ambiente léntico presenta varios episodios sucesivos, lo que indica que la masa de agua debió permanecer durante bastante tiempo en la zona. Los animales podrían haber muerto durante los períodos de sequía y sus restos más o menos fragmentados, corroídos y cubiertos de líquenes, incluso previamente enterrados, pudieron ser arrastrados por avenidas torrenciales que formaron los depósitos de coladas con huesos.

Los yacimientos de Somosaguas presentan un interés especial por registrar todos los tamaños de vertebrados, desde los más grandes a los más pequeños. Las paleocomunidades de Madrid presentan una composición muy

constante a lo largo del Mioceno medio (entre 17 y 11 millones de años), pero es excepcional encontrar casi todas las especies en una misma localidad (MORALES *et al.*, 2000). Los dos yacimientos de Somosaguas en conjunto presentan la mayor riqueza específica registrada en el Mioceno medio de Madrid: un total de diecinueve especies entre mastodontes, équidos anquiterinos, cerdos, ciervos, antílopes, ciervos almizcleros, carnívoros, pikas, hamsters, lirones, ardillas terrestres, erizos y musarañas (Fig. 4), además de tortugas y lagartos. No aparecen peces, anfibios ni cocodrilos, ausentes asimismo en la cuenca de Madrid aunque suelen aparecer en esta época en otras regiones. Seguramente aparecerán nuevas especies al aumentar la intensidad del muestreo, como los rinocerontes que son frecuentes en el Mioceno de Madrid, o los carnívoros que suelen pasar más desapercibidos, pero es probable que estemos relativamente cerca del número máximo de especies registrables, dada la constancia y homogeneidad en la composición de las decenas de diferentes asociaciones estudiadas hasta ahora.

La proporción relativamente alta en los dos yacimientos de Somosaguas de restos de individuos inmaduros (infantiles y juveniles), tanto en mastodontes como en anquiterinos, ciervos, carnívoros y cerdos, sugiere que se trata de especies que vivían y se reproducían en la región, no divagantes o migradores. Ello nos permite inferir las condiciones paleoambientales en base a sus tamaños y modos de vida.

Una estimación aproximada del peso de los mamíferos de Somosaguas permite construir una curva o cenograma, método ideado por J. A. Valverde (CSIC) y aplicado a las asociaciones fósiles por Alberdi (MNCN) y Legendre (CNRS, Francia). Las comunidades de bosque tropical húmedo contienen muchas especies de tamaños regularmente decrecientes, y sus cenogramas se representan como rectas de suave pendiente, sin escalones (LÉGENDE, 1989). El cenograma de Somosaguas por el contrario (Fig. 5) se asemeja a los de comunidades propias de climas áridos, con pocas especies, recta de pendiente relativamente fuerte y con algunos escalones bruscos.

En la representación del cenograma de Somosaguas hemos distinguido las especies de mamíferos carnívoros y herbívoros. Se observa cómo al igual que en la actualidad, los primeros suelen situarse próximos a los escalones de tamaño que existen entre los segundos (Fig. 5). Los herbívoros muy pequeños y los muy grandes suelen escapar a los predadores, que ocupan tamaños medios. La situación más peligrosa para un herbívoro está representada en las comunidades mediterráneas actuales por los lagomorfos (conejos y liebres), que reciben una doble presión de predación por parte de los carnívoros de tamaños inmediatamente inferiores y superiores a ellos (VALVERDE, 1967). Este lugar lo ocupa en Somosaguas el ciervo almizclero, situado por su tamaño entre dos especies de carnívoros. Es probable que existieran y no se

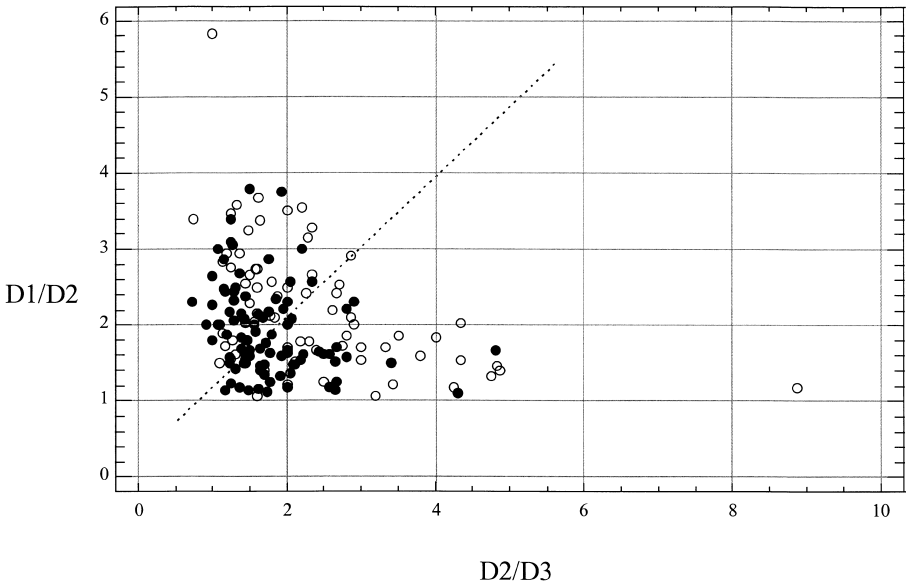


Figura 5.—Gráfico de dispersión de dos índices que expresan la forma de dos de las caras (diagrama de Flinn) de una muestra de 164 esquirolas de Somosaguas Norte. Los elementos alejados a lo largo del eje de ordenadas tienen formas alargadas, mientras que los alejados en el eje de abscisas tienen formas aplanadas. La línea discontinua representa la posición de los elementos de forma cúbica. Signos con en la Figura 6.

Figure 5.—Scatter plot of 164 bone fragments from Somosaguas North, using shape indexes of two sides (Flinn diagram). The elements with high Y-axis values have an elongated shape, while those with high X-axis values are plane-shaped. The dashed line represents the position of the elements havig a cubic shape. Signs as in Figure 6.

hayan registrado otras especies de carnívoros de tamaño intermedio entre los del mustélido y de *Lagopsis*, que aprovecharan junto con las aves rapaces la abundante biomasa de los micromamíferos.

La mayoría de las especies presentes en Somosaguas son herbívoros terrestres de clima cálido. Algunos serían posiblemente pastadores de hierba o granívoros, como el gran lirón hipsodonto, las ardillas terrestres y los bóvidos, propios de paisajes abiertos y relativamente áridos. Otros serían ramoneadores de hojas blandas, como los mastodontes, ciervos y ciervos almizcleros, y se asocian con un ambiente boscoso húmedo. Los ánguidos son reptiles subterráneos asociados también a ambientes húmedos y suelos muy bien desarrollados. Los équidos anquiterinos habitarían asimismo zonas bos-

cosas, aunque la especialización corredora de *Anchitherium cursor* sugiere que viviría en un biotopo algo más abierto, quizá en ambiente intermedio de matorrales con árboles dispersos.

Una posible forma de conciliar estos tipos de ambientes en clima cálido (tropical o subtropical) sería una sabana arbolada recorrida por bosques-galería a lo largo de los ríos. Pero en Madrid no había ríos permanentes. Nos lo indica la ausencia de peces y cocodrilos, así como la extensión e inmadurez de los sedimentos aluviales transportados en masa. Estos sedimentos son propios de abanicos áridos, que en Madrid muestran una notable extensión y capacidad de transporte. Cuando aparecen depósitos bien clasificados, éstos son de arenas finas con *climbing ripples* y arcillas en finas capas rítmicas, impropios de canales fluviales. Indican por el contrario aguas que se remansan al encontrar su nivel de base. Había mucha agua pero caía en episodios relativamente intensos y breves, que provocaban amplias riadas en vez de ríos, con coladas de fango o de derrubios; al frenar las avenidas, se producirían zonas de encharcamiento en las depresiones.

Esta fase árida en la Península Ibérica, también registrada en otras regiones, coincide con un enfriamiento que se detecta en los océanos y continentes en latitudes altas hace aproximadamente unos 14 millones de años. Hasta entonces el clima tropical había dominado incluso en latitudes muy altas. Justo cuando en el Norte aparecen señales de clima templado y casquetes glaciares, los vertebrados en Madrid testimonian la existencia de un periodo de aridez. El binomio «enfriamiento al Norte - aridez al Sur» seguirá funcionando después, comprobándose especialmente durante las glaciaciones cuaternarias. Inversamente, los periodos de calentamiento se acompañan con un incremento de la humedad. Esta clave del metabolismo del planeta es de gran interés para conocer su evolución futura.

CONCLUSIONES

En Somosaguas se han registrado por primera vez al NW de Madrid fósiles de vertebrados del Mioceno medio (Aragoniense medio, unidad MN5), de unos 14 millones de años de antigüedad. Los fósiles aparecen fragmentados y dispersos en dos niveles de depósitos arcósicos de coladas de fango (Somosaguas Sur) y derrubios (Somosaguas Norte), propios de las «Facies Madrid», producidas por transporte en masa en medios de abanicos aluviales de clima árido. Inesperadamente aparece intercalado entre ambos niveles un depósito sin huesos de alternancia de arenas micáceas con ripples trepadores y arcillas, propio de las «Facies Guadalajara» de orla lacustre.

Los fósiles se encuentran diseminados y fragmentados, con señales de biocorrosión por distintos tipos de microorganismos. Se han identificado veintidós especies de vertebrados, entre ellas diecinueve especies de mamíferos de todos los tamaños, desde mastodontes a musarañas, muchos de ellos representados por individuos juveniles. La mayoría de las especies son herbívoros terrestres de clima cálido. Las especies acuáticas, como peces, anfibios y cocodrilos están ausentes. Algunas especies son propias de paisajes abiertos y áridos, mientras otras indican paisajes boscosos húmedos y suelos desarrollados. Se infiere la existencia de un mosaico de ambientes abiertos, boscosos y transicionales, con clima fundamentalmente árido y sedimentación brusca y episódica. La superposición de dos yacimientos diferentes en un mismo lugar se atribuye a la existencia de un nivel de base local donde se mantendría el agua remansada entre periodos de lluvias torrenciales que producirían las coladas. El agua retenida atraería a los vertebrados que morirían en las proximidades durante los periodos de sequía, sobre todo los individuos juveniles.

AGRADECIMIENTOS

En el proyecto paleontológico de Somosaguas han intervenido hasta ahora las siguientes personas: Nieves LÓPEZ MARTÍNEZ (directora, Universidad Complutense de Madrid), Jorge MORALES ROMERO (codirector, Museo Nacional de Ciencias Naturales), Manuel J. SALESA e Israel M. SÁNCHEZ (becarios MNCN), Soledad CUEZVA, Javier ÉLEZ, José Miguel HERNANDO, Aitor LUIS, David MÍNGUEZ e Israel POLONIO (alumnos monitores UCM), Jesús GUERRERO, Marta FUENTES, Andrea PANTALIONI (alumnos 1998), Juana M^a CORRAL, Rocío DE LA CASA, Mario LUCAS, Yaiza LUQUE, Patricia MARTÍN, Sonia MORALES y Fernando VERDÚ (alumnos 1999), con la desinteresada ayuda de Lara AMEZUA, Susana FRAILE, Elena GÓMEZ, Raquel LÓPEZ, Manuel NIETO y Dolores PESQUERO, y la colaboración y el asesoramiento científico de los paleontólogos Dres. Remmert DAAMS (profesor de la UCM recientemente fallecido), Ana MAZO, Antonio ROSAS y Pablo PELÁEZ-CAMPOMANES (MNCN) y de la sedimentóloga Dra. Margarita DÍAZ MOLINA (UCM). Numerosos profesores de la Facultad de CC. Geológicas nos han prestado su apoyo y consejos. Hemos recibido financiación y personal respaldo del Rectorado de la Universidad Complutense de Madrid, de los Decanatos de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología y de la Facultad de Ciencias Geológicas, y del Departamento de Paleontología de esta Facultad. El Departamento de Paleobiología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) realiza su investigación en el marco del Convenio de Colaboración con la

Comunidad de Madrid a través de la Dirección General de Patrimonio Histórico Artístico de la Consejería de Educación. A todos ellos expresamos nuestro sincero agradecimiento.

Recibido el día 15 de octubre de 1999

Aceptado el día 14 de marzo de 2000

BIBLIOGRAFÍA

- CUEZVA, S. & ÉLEZ, J. (este volumen). Estudio preliminar de la microestructura de los huesos fósiles de mamíferos de Somosaguas (Mioceno, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.
- CUEZVA, S. & ÉLEZ, J. (este volumen). Reconocimiento del estadio de desarrollo en la microestructura de los huesos fósiles de mamíferos (Somosaguas y Layna). *Coloquios de Paleontología*.
- FORTELIUS, M., VAN DER MADE, J. & BERNOR, R. L. 1996. Middle and Late Miocene Suidae of Central Europe and the Eastern Mediterranean: Evolution, Biogeography, and Paleocology. In: R. L. BERNOR, V. FAHLBUSCH & H. W. MITTMANN (Eds.): *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*, 348-377. Columbia University Press. New York. 487 pp.
- LÉGENDRE, S. 1989. Les communautés de mammifères du Paléogène (Éocène supérieur et Oligocène) d'Europe occidentale: structures, milieux et évolution. *Munchner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* **16**: 1-110.
- LUIS CAVIA, A. & HERNANDO HERNANDO, J.M. (este volumen). Los microvertebrados del Mioceno medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.
- MAZO, A., (este volumen) Estudio de los Mastodontes del yacimiento de Somosaguas, Madrid. *Coloquios de Paleontología*.
- MÍNGUEZ GANDÚ, D. (este volumen). Marco estratigráfico y sedimentológico de los yacimientos miocenos de Somosaguas (Madrid, España). *Coloquios de Paleontología*.
- MORALES, J., NIETO, M., AMEZÚA, L., FRAILE, S., GÓMEZ, E., HERRÁEZ, E., PELÁEZ-CAMPOMANES, P., SALESA, M. J., SÁNCHEZ I. M. & SORIA, D. (Eds.) (2000). *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid*. Serie Arqueología, Paleontología y Etnografía, 6, Comunidad Autónoma de Madrid, 371 pp.
- POLONIO MARTÍN, I. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (este volumen). Análisis tafonómico de los yacimientos de Somosaguas (Mioceno medio, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.
- SALESA, M.J. & MORALES, J., (este volumen). La fauna de carnívoros del yacimiento aragoniense de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.

- SALESA, M.J. & SÁNCHEZ, I.M., (este volumen). Estudio de los restos de *Anchitherium* Meyer 1834 del yacimiento de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.
- SÁNCHEZ, I.M. (este volumen). Los rumiantes (Mammalia, Artiodactyla) del yacimiento de Somosaguas (Aragoniense medio-superior, Madrid). *Coloquios de Paleontología*.
- SANCHEZ, I. M., SALESA, M. J. & MORALES, J. 1998. Revisión sistemática del género *Anchitherium* Meyer 1834 (Equidae; Perissodactyla) en España. *Estudios Geológicos*, **54** (1-2): 39-63.
- VALVERDE, J.A. 1967. *Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres*. Doñana monografías CSIC, Doñana.

