

□ A R Q U E O L O G Í A □
P A L E O N T O L O G Í A
Y □ E T N O G R A F Í A □

6

MONOGRAFICO
"PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO
DE LA COMUNIDAD DE MADRID"

Coordinado por Jorge Morales

COMUNIDAD DE MADRID

ARQUEOLOGÍA
PALEONTOLOGÍA
Y ETNOGRAFÍA

6

MONOGRÁFICO

**«Patrimonio Paleontológico de la
Comunidad de Madrid»**

Serie de la
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
COMUNIDAD DE MADRID

MADRID 2000

Coordinación de la Serie

Fernando Velasco

Coordinación del volumen

Jorge Morales *et al.*

Diseño y maquetación

Manuel Nieto



Esta versión forma parte de la Biblioteca Virtual de la **Comunidad de Madrid** y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma.



www.madrid.org/publicamadrid

Tirada: 1.500 ejemplares
Coste unitario: 2.335 pesetas
Edición: 12/99

Depósito legal: M-9.734-1991
I.S.S.N.: 1131-6241
Imprime: **B.O.C.M.**



*A la memoria de Manuel Hoyos Gómez,
compañero y amigo del alma*



Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid

Editores: J. Morales, M. Nieto, L. Amezua, S. Fraile, E. Gómez, E. Herráez, P. Peláez–Campomanes, M. J. Salesa, I. M. Sánchez y D. Soria.

Madrid, 2000

AUTORES DE ESTE LIBRO	xi	ÍNDICE
AGRADECIMIENTOS	xiii	
PRESENTACIÓN	xv	
PRÓLOGO	xvii	
INTRODUCCIÓN	1	
1. HISTORIA	7	
Historia de la paleontología madrileña	9	
Introducción	9	
Los orígenes de la paleontología madrileña	9	
Siglo XIX	13	
De 1900 a la guerra civil (1936-1939)	21	
De la postguerra a la actualidad	28	
Fotografías de excavaciones paleontológicas históricas realizadas en		
La Comunidad de Madrid	35	
Introducción	35	
Los materiales y los autores	35	
Las fotografías	36	
La Comunidad de Madrid y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.)		
Un nuevo escenario para la paleontología madrileña	43	
Los yacimientos paleontológicos dentro del término municipal de Madrid:		
el Pasillo Verde Ferroviario, Cuña Alhambra-Latina y actuaciones limítrofes	47	
Introducción	47	
El Pasillo Verde Ferroviario (P.V.F.)	48	
Últimos yacimientos descubiertos en la zona de las terrazas del Manzanares	53	
2. FLORAS Y FAUNAS FÓSILES DE MADRID	57	
GEOLOGÍA	58	
Marco geológico general. Unidades geológicas de Madrid y su evolución	59	
Unidades geológicas de Madrid	59	
Evolución geológica de Madrid	63	

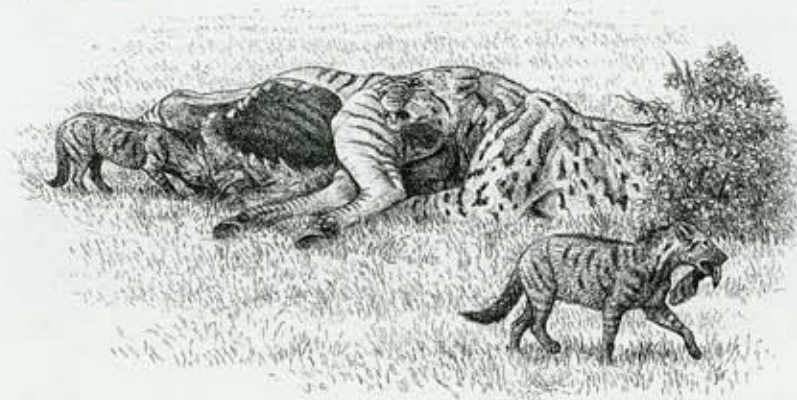
PALEOBOTÁNICA	66
Patrimonio paleobotánico de la Comunidad de Madrid. Asociaciones vegetales del Cretácico superior	67
Introducción y antecedentes	67
Marco geológico	67
Evolución sedimentaria	70
Descripción paleobotánica de los yacimientos	71
Paleoecología y tafonomía	79
Conclusiones	82
TERCIARIO	84
Marco general del Terciario	85
Concepto y divisiones	85
Faunas de mamíferos	87
Paleogeografía	91
Tectónica	92
GEOLOGÍA DEL MIOCENO	94
Geología del Mioceno de Madrid	95
Estratigrafía y ambientes sedimentarios de la Unidad Inferior del Mioceno	96
Estratigrafía y ambientes sedimentarios de la Unidad Intermedia del Mioceno	98
BIOESTRATIGRAFÍA	102
Bioestratigrafía de las faunas de mamíferos del Mioceno de Madrid: datación de las unidades estratigráficas	103
Análisis de similitud	105
Datación de las unidades estratigráficas	109
FAUNAS DEL MIOCENO	110
Mioceno inferior	111
Mioceno medio	112
Aragoniense medio (faunas con <i>Hispanotherium</i>): biozona D	112
El final del Aragoniense medio: biozona E	121
Aragoniense superior	125

Los vertebrados fósiles de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid)	130
Introducción	130
Metodología	131
Contexto geológico	132
Tafonomía y fosilización	133
Los macrovertebrados	135
Los microvertebrados	135
Lista faunística y datación	137
Reconstrucción paleoambiental	138
Tafonomía	140
Yacimientos con tortugas gigantes	144
Yacimientos con tortugas asociadas a mamíferos	144
Yacimientos relacionados con facies lacustres	147
Estudio mineralógico y geoquímico del yacimiento Paracuellos 5 (Madrid)	150
Estudio petrográfico	151
Estudio mineralógico mediante difracción de rayos X	153
Estudio geoquímico	153
Paleoecología	155
Especies indicadoras	156
Composición cuantitativa	158
Cenogramas	161
Espectros de diversidad	164
Estudio de la diversidad ecológica	170
Reconstrucción paleoambiental	171
Patrones de diversidad y recambio faunístico en las faunas de mamíferos aragoneses de la Comunidad de Madrid	173
Análisis de la diversidad	174
Análisis del recambio faunístico	175
MIOCENO SUPERIOR: EL YACIMIENTO DE EL CERRO DE LOS BATALLONES	178
El yacimiento de el Cerro de los Batallones	179
Introducción	179
Estratigrafía del yacimiento	181
Las excavaciones	185
Edad del yacimiento	186
Lista faunística	186
Tafonomía	188

Interacciones paleoecológicas de la asociación de carnívoros del yacimiento de Cerro de los Batallones	190
Anatomía funcional y nicho ecológico	190
Abundancia relativa	192
Ausencia de hiénidos grandes	195
Duración del periodo de actividad de la trampa	196
Factores que influyen en la susceptibilidad de atrapamiento	196
Interpretación de la distribución por edades	199
Conclusiones	200
Importancia y futuro del yacimiento de Cerro de los Batallones	202
EL CUATERNARIO	204
Cuaternario	205
Introducción	205
Divisiones del Cuaternario	205
Las faunas cuaternarias de mamíferos	208
El Cuaternario de Madrid	210
La sedimentación cuaternaria y los yacimientos paleontológicos	210
Vertebrados del Pleistoceno de Madrid	216
Introducción	216
Yacimientos y faunas	218
Pleistoceno inferior	218
Pleistoceno medio	219
Pleistoceno medio/Pleistoceno superior	231
Pleistoceno superior	233
Edad incierta dentro del Pleistoceno	234
Comentarios generales sobre la fauna, bioestratigrafía, paleoecología y paleoclimatología	238
Conclusiones	242
SISTEMÁTICA	244
Quelonios fósiles del Neógeno de Madrid	245
Introducción	245
Las tortugas de Madrid	246
Aves fósiles de Madrid	247
Terciario	247
Cuaternario	248

Los carnívoros fósiles del Neógeno madrileño	248
Introducción	248
Historia evolutiva	249
El registro fósil de los carnívoros en Madrid	249
Orden Rodentia	256
Taxa registrados en Madrid	258
Otros micromamíferos	262
Proboscídeos de la Comunidad de Madrid	261
Definición y características de los proboscídeos	263
Historia	263
Clasificación y parentesco con otros animales	264
Registro de proboscídeos en la Comunidad de Madrid	266
Los rinocerontes fósiles de la Comunidad de Madrid	270
Subfamilia Aceratheriinae	271
Subfamilia Rhinocerotinae	272
Équidos fósiles de la Comunidad de Madrid	274
Chalicotheriidae	277
Artiodactyla	278
GLOSARIO	284
Apéndices craneales de los rumiantes	285
Apéndices de tipo epifisario	285
Apéndices de tipo apofisario	285
La dentición de los mamíferos	287
Partes del diente	287
Tipos de dentición	288
Tipos de dientes	288
Adaptaciones locomotoras en los mamíferos	290
Modificaciones adaptativas	291
Taxones de vertebrados definidos en Madrid	293
Clase Reptilia	293
Clase Mammalia	293

PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE MADRID	295
El marco legal y administrativo	297
Marco legal	297
Marco administrativo	301
La gestión y protección del patrimonio paleontológico	302
Gestión	302
Protección	308
Inventario y Valoración	316
Valoración de los yacimientos. Aplicación de criterios	316
Yacimientos miocenos. Tabla de valoración	319
Caracterización de los yacimientos. Aplicación de criterios	322
Yacimientos miocenos. Tabla de caracterización	325
Valoración y caracterización de los yacimientos de plantas mesozoicas	328
Valoración y caracterización de los yacimientos cuaternarios	329
Carta paleontológica	331
Comentario a la carta paleontológica. Estado actual de los yacimientos	331
Mapa de distribución de los yacimientos con plantas mesozoicas	331
Mapa de distribución de yacimientos miocenos: municipio de Madrid	332
Mapa de distribución de yacimientos miocenos: resto de la Comunidad	334
Mapa de distribución de los yacimientos de vertebrados cuaternarios	336
Mapa general de protección	338
El desarrollo del Patrimonio Paleontológico. Conclusiones	340
BIBLIOGRAFÍA	343



Reconstrucción de una escena en las proximidades del yacimiento Cerro de los Batallones. Dos ejemplares del hiénido *Protictitherium crassum* intentan robar algunos despojos de un cuerpo de équido (*Hipparion* sp.), abatido por un félido con dientes de sable, *Machairodus aphanistus*.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

Consejería de Cultura

Marques de Cubas, 21
28014 Madrid

Dirección General de Patrimonio Artístico

Pilar Mena
Emilia Nogueras
Fernando Velasco

**AUTORES DE ESTE
LIBRO**

IANIGLA-CRICYT

Parque Gral. San Martín
C.C. 330. 5500 Mendoza, Argentina
Esperanza Cerdeño

MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES

C/ José Gutiérrez Abascal, 2
28006 Madrid

Departamento de Colecciones

Daniel Agut	Gabriel Chicote
Luis Alcalá	Carmen Diéguez
Jesús Caballeros	Yolanda Torres

Departamento de Geología

Eduardo Rodríguez Badiola
Manuel Hoyos

Carlos Martín-Escorza

Departamento de Paleobiología

Marta Alonso	Manuel Nieto
Lara Amezua	Pablo Peláez-Campomanes
Mauricio Antón	Benigno Pérez
Susana Fraile	Manuel J. Salesa
Elena Gómez	Antonio Sánchez
Esther Herráez	Israel M. Sánchez
Ana V. Mazo	Begoña Sánchez-Chillón
Laureano Merino	Carmen Sesé
Jorge Morales	Dolores Soria

Enrique Soto

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Ciencias Geológicas

Avda. Complutense, s/n.

28040 Madrid

Departamento de Sedimentología

José Pedro Calvo

Departamento de Paleontología

Aitor Luis Cavia

Nieves López-Martínez

Remmert Daams

Israel Polonio Martín

Javier Élez

David Mínguez

José Miguel Hernando

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

Facultad de Biología

C/ Dr. Moliner, 50

Burjassot

46100 Valencia

Departamento de Geología

Plinio Montoya

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Facultad de Ciencias

50009 Zaragoza

Departamento de Geología

Beatriz Azanza

Han sido muchas las personas que han colaborado por diversos medios para que este libro salga adelante.

En primer lugar, queremos agradecer la colaboración de la Comunidad de Madrid, que ha posibilitado no sólo la publicación de este libro, sino también la investigación del patrimonio paleontológico. En particular a los Técnicos Arqueólogos del Servicio de Patrimonio Histórico (Pilar Mena, Antonio Méndez, Fernando Velasco) y a Jaime Lafuente, actual jefe del Servicio de Inventario y Documentación. A Víctor Antona, jefe del Servicio durante los años 1990-1993. Todos ellos han prestado siempre interés a nuestra preocupación por conocer y proteger el patrimonio paleontológico, y son ya muchos los años de colaboración estrecha entre este departamento de la Comunidad y el MNCN, gracias a la cual se han descubierto numerosos yacimientos y poco a poco se va completando la Carta Paleontológica.

Luis Lafuente Batanero, del Consejo de Patrimonio, nos aclaró diversos conceptos jurídicos y nos asesoró sobre aspectos concretos de la legislación del Patrimonio en artículos anteriores, que nos han servido de base para la redacción del capítulo de Patrimonio Paleontológico de la C.M.

El Instituto Arqueológico Municipal (parque Fuente del Berro) nos mostró los materiales y restos fósiles de varios yacimientos de Madrid que guarda en sus instalaciones, nos dieron todo tipo de facilidades para realizar fotos, y tam-

bién nos brindaron información e ilustraciones para documentar la historia, la labor de la institución y sus precedentes. Muy especialmente, queremos agradecer la atención que nos prestó Enrique de Carrera.

También, queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a Emiliano Aguirre, siempre fuente inagotable de información y consejo para todos nosotros. A Maite Alberdi por su fundamental contribución al conocimiento de la paleontología madrileña y su desinteresada ayuda.

A Javier Córdoba, Ana Inés e Isabel Inés por su disposición y ayuda en todos los temas de diseño y maquetación. Gracias por enseñarnos a usar el Quark.

Antonio Ruiz Bustos nos brindó su ayuda en todo momento y sus datos sobre la fauna y la bioestratigrafía del Cuaternario.

A Javier Capitán y a TOLSA por su inestimable ayuda durante los años de excavación del yacimiento del cerro de Los Batallones.

José L. Sánchez Messeguer nos facilitó datos valiosos sobre descubrimientos de fósiles en los principios de la paleontología, así como donde podíamos encontrarlos documentados.

Javier Lario nos prestó fotos y nos indicó algunos matices de protección del patrimonio geológico.

Isabel Rábano (I.G.T.M.E.) y Manuel San-

AGRADECIMIENTOS

tonja (Museo de Salamanca) donaron fotos que ilustran varios de los capítulos.

En todos estos años, ha habido muchas personas que intervinieron en las excavaciones que han aportado el conocimiento de la riqueza paleontológica que posee la Comunidad de Madrid. Queremos hacer una especial mención a todos esos excavadores, por su entusiasmo y su compañía.

El Museo Nacional de Ciencias Naturales, al que pertenecemos muchos de los participantes del libro, puso a nuestra disposición las instalaciones y servicios que necesitamos para su realiza-

ción. Especialmente agradecemos la colaboración y ayuda del Servicio de Restauración (Paloma Gutiérrez y Blanca Gómez), el Servicio de Colecciones de Paleontología (Javier Sánchez Almazán y Begoña Sánchez), el Servicio de Bibliotecas y Archivos, el Servicio de Diseño Gráfico (José Arroyo y Miguel Vela) y el Servicio de Fotografía con Rogelio Sánchez a la cabeza. Agradecer también la ayuda de Rafael González en la elaboración de los difractogramas, a María Isabel Ruiz y M. Asunción Vallejo por su colaboración en la elaboración de los análisis químicos y a José Bedoya por las fotografías al microscopio electrónico.

La mayoría de las fotografías y dibujos que ilustran el presente libro han sido realizadas por diferentes miembros del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los autores de figuras que no pertenecen a este centro aparecen citados en los pies de las dichas figuras. Los autores del MNCN y las figuras que han aportado son los siguientes: **Ana V. Mazo**: Figuras 2.152, 2.156 y 2.158. **Begoña Sánchez y Esperanza Cerdeño**: Figuras 2.160, 2.161 y 2.162. **Carmen Diéguez**: Portada página 72, Contraportada página 89; figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15. **Carmen Sesé**: Portada página 210; figuras 2.118, 2.124, 2.126, 2.127 y 2.128. **Esther Herráez**: Figuras 1.52, 2.147, 2.148, 2.149, 2.150, 2.151. **Israel M. Sánchez y Manuel Nieto**: Figuras 2.64, 2.69 y 2.181. **Israel M. Sánchez**: Contraportada página 99; figuras 2.38, 2.61, 2.103, 2.130, 2.132, 2.133, 2.135, 2.138, 2.140, 2.141, 2.143, 2.144 a, 2.153, 2.163, 2.165 (A y D), 2.166, 2.171, 2.172, 2.174, 2.177, 2.179, 2.183, 2.189 y dibujos de texto página 268. **Jorge Morales**: Figuras 1.44 b, 1.45, 1.46, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34, 2.35, 2.36, 2.37, 2.39, 2.40, 2.41, 2.43, 2.45, 2.46, 2.48, 2.50, 2.51, 2.53, 2.86, 2.87, 2.88, 2.89, 2.90, 2.92, 2.93, 2.105, 2.112, 2.113, 2.115, 2.119, 2.120, 2.122, 2.125, 2.136, 2.137, 2.139 b, 2.169, 2.170 (B), 2.173, 2.175, 2.176, 2.178 y 2.185. **Lara Amezua**: Figura 2.184. **Laureano Merino**: Figuras 2.65, 2.66 y 2.67. **Luis Alcalá**: Contraportada página 107; figuras 1.40 y 1.44 a. **Manuel Hoyos**: Portada página 100; figuras 2.108 a y b, y 2.117. **Manuel J. Sales**: Portada página 290; figuras 2.144 b, 2.165 (C), 2.182, 2.186, 2.187 y 2.188. **Manuel Nieto**: Portada página 64. **Mauricio Antón**: Portada página 1, Portada página 63, Portada página 116, Portada página 184, hojas dobles página 121, hojas dobles página 129, hojas dobles página 133; figuras 2.42, 2.95, 2.96, 2.97, 2.98, 2.100, 2.101, 2.102, 2.114, 2.131, 2.142, 2.159, 2.168 y 2.170 (A). **Pablo Peláez**: Figura 2.145. **Susana Fraile y Manuel Nieto**: Portada página 108; figura 2.2. **Susana Fraile**: 2.134. **Vicky Quiralte e Israel M. Sánchez**: Dibujos de texto páginas 264, 265 y 267.

Me es grato presentar el Tomo 6 de esta serie, sobre los resultados de las actuaciones paleontológicas realizadas en los últimos quince años en la Comunidad de Madrid. En este tiempo, los convenios y acuerdos suscritos entre esta Consejería y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), han permitido gestionar muy satisfactoriamente este patrimonio tan complejo.

Desde la asunción de las competencias en materia de patrimonio por la entonces Dirección General de Patrimonio Cultural, hubo que superar una primera etapa en el que el M.^o de Cultura pretendía sustraer la paleontología del patrimonio cultural, vinculándolo al medioambiental y geológico. Resuelto ese extremo, su evolución ha ido pareja al de la arqueología, con la que en líneas generales comparte planteamientos metodológicos.

Podemos hablar de varias fases de desarrollo, en lo que se refiere a su gestión por parte de la Comunidad. En una primera fase se abordó el inventario de los yacimientos conocidos, tanto de los orígenes de la investigación madrileña, allá por el último tercio del siglo pasado con los hallazgos de los primeros restos de «elefantes» en las terrazas del Manzanares, como de los diferentes descubrimientos producidos como consecuencia de obras, explotación de gra-

veras o infraestructuras en general. A continuación se rastrearon sistemáticamente las unidades geológicas en las que tradicionalmente aparecían restos. Como resultado se descubrieron un gran número de nuevos yacimientos, sorprendentes en nuestro territorio tanto por su cantidad como por su calidad. Consecuencia de todo ello, ha sido la declaración de importantes zonas paleontológicas como Bien de Interés Cultural: las zonas de Paracuellos del Jarama, la de Ciudad Pegaso/ O'Donnell «Cantera del Trapero» o las Terrazas del Manzanares, de Madrid.

Las explotaciones de áridos, tan abundantes en los últimos años por su asociación al desarrollo de la construcción y la nueva urbanización, han permitido controlar grandes movimientos de tierra en los que los hallazgos pueden calificarse como espectaculares: La trampa natural del Cerro de Batallones en Torrejón de Velasco, ha permitido valorar el conjunto de carnívoros terciarios más importantes de Europa, solo comparable al yacimiento de «el Rancho La Brea» en Hollywood, Estados Unidos de América; El Pasillo Verde Ferroviario en Madrid, ha posibilitado aumentar el número de especies terciarias presentes en la Comunidad, como los restos de oso panda enano o la jirafa de tres cuernos. Los recientes yacimientos investigados en Móstoles, de gran riqueza, nos per-

PRESENTACIÓN

mitirán en breve proponer una nueva zona paleontológica para su declaración.

Vemos por tanto, que la actividad sería, constante y siempre en aumento, realizada en el terreno de la paleontología,

es la línea de trabajo que esta Consejería de Educación seguirá desarrollando en los próximos años, en aras a una adecuada protección, gestión y divulgación, de unas páginas de nuestra historia poco conocidas.

Fdo. Gustavo Villapalos Salas

EL CONSEJERO DE EDUCACIÓN

Desde que en 1985 la Comunidad de Madrid asumió plenas competencias en materia de Cultura hasta el momento actual, con la reciente promulgación, en julio de 1998, de la Ley de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid ha habido una constante preocupación por parte de la Consejería de Educación en la protección y desarrollo de nuestro Patrimonio Paleontológico. Este hecho ha de ser entendido en el contexto en el que se desarrolla la sociedad del comienzo del nuevo milenio, en el que la cultura ha dejado de ser patrimonio de pocos para extenderse a todo el conjunto social, abarcando campos de conocimiento y por lo tanto de patrimonio cada vez más amplios y diversos.

La Ley del Patrimonio Histórico de la Comunidad así lo ha entendido cuando afirma «El conocimiento del pasado de la Humanidad, en sentido amplio, y de una sociedad, en sentido estricto, nos proporciona los criterios fundamentales para entender el presente y, aún más, para crear el futuro».

La Paleontología es el dominio del conocimiento del pasado, desde lo más remoto hasta los tiempos en los que la evolución del hombre ha alcanzado la capacidad de comprender su entorno, desarrollando su propia cultura, la que hoy estudiamos y protegemos como parte intrínseca de la propia evolución de nuestra especie.

Nuestra comunidad es extraordinariamente rica en yacimientos paleontológicos, que abarcan numerosos períodos

de tiempo, en los que la naturaleza y su biodiversidad eran completamente diferentes de la que hoy conocemos. La Paleontología nos permite conocer estos paisajes y los organismos que los habitaron, de manera que todo este conjunto de yacimientos, fósiles y conocimientos generados en el curso de su estudio forman parte de nuestro Patrimonio Histórico.

El libro que presentamos evidencia con claridad todos estos aspectos, desde la propia historia del Patrimonio Paleontológico de la Comunidad hasta su estado actual. Intenta poner al alcance de todos el progreso realizado durante estos años sobre la Paleontología madrileña. Es una prueba palpable del acierto de la política cultural de la Comunidad cuando apostó por incluir a la Paleontología con categoría propia al mismo nivel que otros patrimonios, lo que ha posibilitado el seguimiento de numerosas obras urbanísticas, que han sacado a la luz yacimientos paleontológicos excepcionales.

Hoy podemos afirmar con orgullo que en menos de 15 años de gestión cultural por parte de la Comunidad de Madrid conocemos más yacimientos y disponemos de una documentación fósil extraordinariamente mejor que en los casi 200 años de historia anterior. Nuevos yacimientos, nuevos géneros y especies definidos en nuestra comunidad, nuevas y más rigurosas aproximaciones al conocimiento de la evolución de los organismos y ambientes del pasado; incluido el primer estudio en profundidad sobre uno de

PRÓLOGO

los yacimientos más extraordinarios del registro paleontológico mundial, la trampa de carnívoros miocenos del cerro de los Batallones en Torrejón de Velasco.

Todo ello fruto de la novedad de incluir la Paleontología como recurso cultural y patrimonial individualizado pero inseparable del resto de nuestro rico Patrimonio. Este aspecto patrimonial es tratado en profundidad, la Paleontología encuentra ahora un marco legal novedoso dentro del cual debe gestionarse. Es, por tanto, importante conocer las peculiaridades de este Patrimonio, cuales son los criterios de inventario y valoración de los yacimientos paleontológicos, cuales son los peligros potenciales que los amenazan y que áreas son susceptibles de contribuir a incrementar el registro fósil. En otras palabras como combinar la protección y desarrollo de este Patrimonio.

Con este libro la Comunidad de Madrid intenta poner al alcance de sus ciudadanos todas las posibilidades culturales existentes en el mundo actual, enrique-

ciendo su Patrimonio sin exclusiones de ningún tipo, y poniendo a disposición de sus ciudadanos todo aquello que pueda satisfacer su curiosidad, interés, su deseo de conocimiento, aspectos que inciden en la expresión del bienestar de una sociedad moderna y evolucionada.

Su publicación expresa de la mejor manera el trabajo de las Instituciones Públicas encargadas de la gestión del Patrimonio, en nuestro caso de la Consejería de Educación, el acierto en la colaboración con otras instituciones, en este caso particular con el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Todo ello posibilita que hoy podamos presentar realidades concretas sobre parte del Patrimonio Histórico de Madrid, menos conocido que otros, pero no por ello menos importante. Expresa las ventajas de una política de protección del Patrimonio ambiciosa, preventiva, que intenta adelantarse a su tiempo y sobre todo la firme voluntad de la Comunidad de Madrid de hacer de la Cultura la base de su desarrollo para el siglo que está comenzando.

Victoria Marín Pérez

LA DIRECTORA GENERAL DE PATRIMONIO HISTÓRICO-ARTÍSTICO



Introducción

La paleontología hoy no es una ciencia del pasado (aunque éste sea el objeto de su estudio, en un sentido amplio), sino una ciencia del futuro, sujeta, como otras, al cambio conceptual que en los albores del siglo XXI está experimentando la sociedad actual en sus diferentes componentes (científico, económico, social, etc.). Si la palabra «fósil» tiene acepciones diferentes y controvertidas, siempre relacionadas con lo viejo, a veces descalificativas, conviene señalar que éste es circunstancial y anecdótico. Los fósiles son simplemente documentos del pasado, pero que nos ilustran fehacientemente sobre una enorme cantidad de procesos relacionados con la historia de la naturaleza, con la evolución de nuestro planeta y de los seres que lo han poblado.

A nivel científico presentan una solidez comparable a cualquier otro documento histórico, antrópico o natural.

Ciertamente, los fósiles poseen numerosas cualidades, en China, por ejemplo, han sido tradicionalmente utilizados en su farmacología (los vulgarmente conocidos como dientes y huesos de dragones). Los restos orgánicos fosilizados se pueden encontrar en acumulaciones enormes, formando yacimientos de hidrocarburos (petróleo), carbón, rocas industriales, etc. Son objetos ornamentales, a veces, de belleza extraordinaria, por tanto sujetos al coleccionismo y al comercio. Escondidos en las entrañas de la tierra, su descubrimiento es una aventura, sujeta a los avatares de la naturaleza y de sus pobladores. Detrás de

cada paleontólogo existe un ansia de descubrir, de conocer, de documentar...

Pero, sobretodo, los fósiles son evidencias, patentes, tangibles, impresas en las rocas de los procesos biológicos del pasado; son, como ha señalado Emiliano Aguirre, vestigios de actos orgánicos pretéritos. Los fósiles constituyen los documentos más sólidos para conocer el pasado de la naturaleza, y evidentemente este componente da una vertiente histórica a la paleontología. Pero en nuestra ciencia, se alían numerosas disciplinas que colaboran íntimamente en dilucidar los procesos sufridos por la naturaleza en sus más de 3.000 Ma de historia; desde el conocimiento de los primeros compuestos bioquímicos hasta el origen del hombre, pasando por una larga y compleja secuencia de acontecimientos a cual más atractivo: evolución y origen de las especies, extinciones, ritmos de los cambios, paleodiversidad, ambientes y paisajes del pasado, paleogeografía, y un largo etcétera..

En España y más concretamente en Madrid, la paleontología es una ciencia joven, moderna, pero, aún lejos de mostrar toda su potencialidad. Si nos detenemos un poco en el capítulo histórico del presente libro, podemos comprender por qué esto es así; sólo en los últimos 20 años en nuestro país se han aunado dos componentes esenciales para el desarrollo de cualquier investigación: estabilidad social y recursos económicos. Estos últimos todavía son escasos, considerablemente menores de los que deberían corres-

INTRODUCCIÓN

Jorge Morales

ponder a un país con el potencial económico del nuestro.

La paleontología no es una ciencia marginal, países tan diferentes y distantes en el tiempo y cultura (Kenia, Etiopía, Estados Unidos, Japón) la contemplan como una parte importante de su historia, de su patrimonio, como un recurso cultural más.

En España nos hemos unido tarde a este proceso, pero estamos comprendiendo su alcance. La paleontología está saliendo del dominio científico y se entronca con el interés de una sociedad que quiere comprender cada vez más cosas de su entorno, de su pasado.

En esta línea hemos intentado construir este libro que, como repetimos más adelante, es más un comienzo que un final. Hemos repasado con amargura la historia de la paleontología madrileña, tardía, precaria, interrumpida, abandonada durante décadas. Queremos y deseamos que este proceso histórico, general para todas las ciencias, haya sido enterrado definitivamente. El seguimiento patrimonial de algunas de las grandes obras urbanísticas de Madrid (Pasillo Verde Ferroviario, ampliación de Barajas) o la reciente promulgación de la Ley del Patrimonio Histórico de Madrid invierten esa tendencia secular de ignorancia hacia el pasado paleontológico de nuestra tierra.

La descripción de nuestro patrimonio paleontológico nos ha llevado, como no, una parte importante de nuestro trabajo. Un aspecto fundamental en cual-

quier investigación es la difusión de los conocimientos alcanzados, pero compaginar los diferentes aspectos que confluyen en la paleontología con su divulgación en sentido amplio, no es tarea fácil y esperamos que este apartado, en el que intentamos poner al día lo que conocemos sobre los fósiles de Madrid, lo haya conseguido; para ello hemos ilustrado en la medida de lo posible la mayor parte de aquellos paisajes y de los seres que los poblaron. Aprovechamos estos capítulos para ampliar la información existente sobre uno de los yacimientos más extraordinarios conocidos, la trampa natural del Cerro de los Batallones (Torrejón de Velasco), o valorar la paleontología cuaternaria de Madrid, injustamente postergada durante años.

La paleontología es inseparable de la geología, y como tal la hemos tratado en el correspondiente apartado del libro, mostrando y explicando aquellos sucesos que dieron a la cuenca de Madrid su configuración actual, como ha sido posible la conservación de los restos fósiles, y por qué ellos se encuentran en unas determinadas zonas, o será posible encontrarlos donde todavía no se ha hecho.

Por otro lado, hemos querido dedicar una especial atención a la paleontología como parte del Patrimonio Histórico de Madrid, de acuerdo a la nueva Ley, y con el convencimiento de que éste es el camino a seguir para asegurar la protección de los yacimientos, su estudio y su transmisión al resto de la sociedad.

Para ello, intentamos ser pioneros en la gestión del patrimonio paleontológico, aproximándonos a cómo debemos tratarlo desde este punto de vista. Repasamos las leyes, normas, adelantamos inventarios y su valoración, para concluir en una propuesta de conservación de los yacimientos paleontológicos de Madrid. En realidad, desbrozamos el camino a seguir, pero creemos que lo hacemos con seriedad, estudiando en detalle lo que conocemos y lo que es posible conocer y, sobre todo, haciendo una llamada urgente de atención al resto de la sociedad. En Madrid el proceso de urbanización, en el sentido más amplio, es demole-

dor: la necesidad de nuevas infraestructuras, de materiales de construcción, la remoción de tierras y las explotaciones mineras adquieren una intensidad jamás vista. Es fundamental que la sociedad tome conciencia y colabore en la conservación de nuestro entorno y sus yacimientos, para conocer los secretos que aún se guardan en el interior de la tierra. El coste de la inversión es ínfimo comparado con los recursos económicos movilizados, y sobre todo, con el valor que guarda el patrimonio paleontológico de nuestra comunidad, y con los beneficios que aportará a nuestra sociedad y las generaciones venideras.



Reconstrucción del ambiente del yacimiento de Paracuellos 3 (dibujo original de Miguel Sánchez).

Capítulo 1



Historia

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la paleontología madrileña, como el de las demás disciplinas y ciencias, se ha visto determinado por las distintas épocas y circunstancias de nuestra historia. Los personajes e instituciones protagonistas han sido variables y diversos, y condicionaron y/o fueron condicionados por los momentos de esplendor y decadencia que los regímenes políticos, conflictos religiosos y otros avatares dejaron caer sobre la sociedad en su conjunto.

Las primeras noticias de fósiles en Madrid se pierden en la mitología y leyendas, son pequeños retazos de hallazgos que recogen crónicas, cartas, etc., que a su vez lo recogían de otras fuentes.

Los comienzos de la afición a los fósiles, aunque remotos, no están fidedignamente atestiguados y son numerosos los documentos, archivos y colecciones que se han perdido, pero aún así hemos intentado recopilar lo que ha llegado a nosotros en el apartado denominado «Los orígenes de la paleontología».

El resto del capítulo hemos intentado ordenarlo de una manera cronológica; sin embargo, la diversidad de personajes, instituciones, y la complejidad de algunos de ellos que merecían mención aparte, nos ha llevado a hacer pequeños saltos dentro de esta secuencia temporal, de forma que se puedan analizar los distintos periodos así como las interrelaciones entre todos los profesionales e instituciones que estuvieron implicados.

Por otro lado, el desarrollo de las excavaciones sistemáticas en paleontología data de este siglo. En sus primeros momentos consistían más en una recogida de fósiles que en su análisis detallado, sin un método adecuado de seguimiento de los yacimientos tal como lo entendemos hoy en momento, pero que dio resultados en su día, sobre todo de acuerdo con las posibilidades de medios e infraestructura con las que contaban, siempre desgraciadamente escasos. Esto es importante a la hora de analizar el texto que nosotros presentamos, como también quien quiera dirigirse a las fuentes originales; así cuando se habla de excavaciones llevadas a cabo en tal o cual localidad, se refieren realmente a pequeñas recolecciones, prospecciones, sondeos, etc. También hay que ser cautos a la hora de analizar las distintas fechas atribuidas a los descubrimientos de los yacimientos; muchas veces les constaba la existencia de hallazgos, pero éstos no habían sido convenientemente publicados, lo cual ha dado lugar a lo largo del tiempo a datos erróneos transmitidos posteriormente por diversos autores.

LOS ORÍGENES DE LA PALEONTOLOGÍA MADRILEÑA

La primera noticia referente a posibles vertebrados fósiles de Madrid proviene de una crónica árabe que habla sobre restos de gigantes en las cercanías de lo que hoy sería la Almudena (cuadro 1.1); así Al-Himyari recoge un dato de la «historia» de Ben Hayyan cuando nos cuenta que durante la construcción en el siglo IX de un foso en el Castillo de

HISTORIA DE LA PALEONTOLOGÍA MADRILEÑA

Elena Gómez y Jorge Morales

Madrid se encontró una tumba con un gigante que medía 57 codos de largo (102 palmos, cada uno de ellos aproximadamente 22 cm), que tal vez fueran huesos desconectados, puesto que la dimensión es excesiva, y el cual tenía una caja craneana de un volumen de 8 arrobas; el hallazgo fue confirmado por el Cadí de la ciudad (Hidalgo *et al.*, 1989; Truyols, 1988).

Ana V. Mazo, también nos cuenta en su capítulo dedicado a los proboscídeos de Madrid cómo, durante el reinado de Felipe III, fue encontrado en una calle cercana a Fuencarral un colmillo tan enorme que los anticuarios lo atribuyeron a un monstruo prehistórico.

Es probable que a lo largo de la historia de Madrid estos hechos se repitiesen ocasionalmente; y por lo que hoy conocemos, lo que llama la atención es encontrar tan pocas noticias sobre más hallazgos.

Se podría esperar que la historia científica de la paleontología madrileña hubiese empezado en el siglo XVIII, al mismo tiempo que comenzaba en otros países europeos. Sin embargo, no tuvo un comienzo ni precoz, ni brillante, en realidad podemos decir que comenzó tarde, a destiempo. A pesar del esfuerzo renovador de los Borbones, de la creación en 1772, del «Real Gabinete de Historia Natural» por el

Cuadro 1.1. Crónica árabe de Al-Himyari sobre los gigantes encontrados en la Almudena, en Ramón Hidalgo Monteagudo *et al.*, 1989.

MADRID SEGÚN AL-HIMYARI

« Ciudad importante de Al-Andalus, levantada por el emir Mubammad ben Abd al-Rahman. Desde Madrid basta el puente de Maqueda, que marca el límite extremo del territorio musulmán, hay treinta y una millas.

Se halla en Madrid cierta tierra con la que se fabrican marmitas que pueden ser utilizadas para la cocción durante veinte años, sin que por esto se quiebren. Los alimentos que en ellas se preparan no se descomponen en épocas de gran calor. Entre las mejores obras de defensa que existen se encuentra el castillo de Madrid: fue construido por el emir Mubammad ben Abd al-Rahman. Ben Hayyan se refiere, en su «Historia», al foso que fue cavado en torno a la muralla de Madrid y con este motivo dice: «Al cavar se halló una tumba que contenía un cadáver gigantesco de 57 codos de largo, es decir, de 102 palmos, desde la almohada que sostenía la cabeza hasta la punta de los pies.

Esto fue confirmado por un informe del cadí de Madrid que se había trasladado en persona para verle, y por testigos presenciales. Tal magistrado declaró que el volumen de la caja craneana del cadáver podía calcularse en 8 arrobas, aproximadamente. ¡Gloria a Aquél que ha grabado Su Signo en todas las cosas!.

Madrid es una pequeña ciudad y una pequeña plaza bien defendida. En la época en que era musulmana estaba provista de una mezquita aljama, donde se pronunciaba regularmente la oración. Esta ciudad se encuentra en las proximidades de Toledo.»

*(Del «Kitab al-Rawd al-Mitar fi Jabar al-Aqtar»
de ABD ALMUNIM AL-HIMYARI (según versión francesa de Lévi-Provençal).)*

rey Carlos III (figura 1.1 a y b), y la llegada de los restos del megaterio a Madrid en 1789, que tuvieron una gran repercusión internacional, y que terminaron siendo publicados por Cuvier en 1812, no existe ningún trabajo sobre fósiles de Madrid durante el siglo XVIII. Podemos afirmar que los naturalistas de la época no tuvieron un interés excesivo en el tema, no había paleontólogos en el sentido estricto de la palabra. La sociedad científica española vivía ajena al nacimiento y desarrollo de una nueva ciencia, la paleontología, que estaba dando una nueva

dimensión temporal e ideológica al mundo orgánico en el que se incluía el hombre.

Sí conocemos noticias sobre hallazgos paleontológicos en Madrid, pero estos nunca fueron estudiados, pasaron a engrosar sótanos o colecciones, ajenos al devenir científico.

El primer documento sobre la presencia de restos fósiles en las cercanías del Puente de Toledo está confirmada por la publicación de las gacetas de Madrid de 27 de noviembre de 1778 y 15 de



Figura 1.1. a). Primer emplazamiento del Real Gabinete de Historia Natural (Alcalá, 13). b). Representación del Museo Nacional de Ciencias Naturales en los Altos del Hipódromo, sede de la Institución desde 1912. Archivo del MNCN.



Constitución y de Oñales.

M Elch Baxi de Belgrado es quien aspira con mas ansia á ocupar el puesto del Capitan Baxi ó Almirante, pero algunos sostienen que sus diligencias serán inútiles, y aun señalan para aquel alto empleo á Chira-Oman-Bé Baxi y natural de Stanchio. Estas noticias son intermpevas mientras subsiste el Baxi Hassan en el mar con su escuadra; y de la qual han entrado en el puerto de Bujukdere á la entrada del canal un navío de línea y dos galeras, una que se traxió á la casa de su regreso. Si el resto de ella se alenxse del mar negro recóndose á librar: á alguno de nuestros puertos cuyo caso parece natural se podría éter por mas espacio que el de Sínop) será indicio vóluntario de un próximo ajuste entre la Puerta Otomana y la Corte de Petersburgo, la qual sigue no obstante enviando tropas á la Criméa, en donde manda actualmente el General Szworoff en lugar del Príncipe Prostorowski, quien por hallarse indispuesto ha pasado á tomar aguas á Alemania.

Al Viré depueto, cuyos caudales confiscados á favor del Erario ascenden á 12 millonés de pesos en dinero, sin contar muchas alhaxas de precio, se le ha dado tomozo según una pública; como se executó antes con virós dependientes suyos, con el fin de decubrir si tiene mas tesoros, y dónde se hallan encubiertos.

Varietas 12 de Oñales.

EN una de las últimas sesiones de la Dieta en que se procedió

Madrid 17 de Noviembre.
EL. Mantes de esta semana se vió la Corte de gala en celebradón del cumpleaños de la Sra. Infanta Gran Duquesa de Toscana. S. M. ha concedido Compañía de Granaderos en el Regimiento de Infantería de la Plaza de la Havana á D. Joseph Ligada Capitan de Fusileros del mismo Cuerpo: otras dos de Fusileros del propio á D. Miguel Almonacid agregado á él en la misma clase, y á D. Bartolomé Morales Teniente de dicho Regimiento.

También ha nombrado S. M. para una Plaza de Oidor de la Audiencia de Sta. Fé á D. Pedro Catani Abogado de los Reales Consejos; y para el Corregimiento de Tañá en el distrito de la Audiencia de Charcas al Doñ. D. Miguel Gregorio de Zamalloa.

Atendiendo al Rey á la distinguida calidad de D. Juan Maria de Medina y Torres Caballero del Orden de Alcátara, y á los particulares servicios de su casa, se dignó S. M. hacerle merced de título de Castilla para sí, sus herederos y sucesores; y habiéndole recalcado por su fallecimiento esta gracia en su hermano D. Francisco Antonio de Medina y Torres Caballero del mismo Orden, y Capitan del Regimiento de Milicias de México, ha tonsado la denominacion de Conde de Medina y Torres.

En las excavaciones que se hacen junto al puente de Toledo á mano izquierda saliendo por la puerta del mismo nombre para la formación de aquellos caminos se han encontrado á fines de Setiembre á vara y media de profundidad en un terreno duro, y duro algunos huesos de elefante, es á saber: las puntas de los dos cuernillos, 2 grandes trozos de uno de ellos, varios pedazos de una de las muelas grandes, la choqueruela de una rodilla, y otros diferentes fragmentos. Los pedazos de colmillo representan ser de un elefante de triplicada magnitud: que el que se dió el año pasado, y se colocó en el Real Gabinete de Historia natural, y se hallan en verdadero estado de petrificación, registrados en ellos con un lente de mediano aumento algunas partículas cristalizadas. Si los trabajadores hubiesen procedido con advertencia, como se tendrá desde ahora, puede ser que se hubiese hallado entero y petrificado el esqueleto de un elefante, que es verisímil entubier allí desde el tiempo en que volviendo Anibal de su expedicion contra los Vaccos, fue acometido y desbaratada la retaguardia de su exercito en que habia quinientos elefantes, con pérdida de parte del depueto, por los Carpatanos y Oñales á la parte de acá del Tajo; y en cuyas aguas fueron derrotó después fingiendo fuga, haciéndoles entrar en ellas en regu-

180
nucio suyo; y volviendo contra el pays, le taló y sujetó. = Los fragmentos recogidos se han colocado en el Real Gabinete de Historia natural.

El Reglamento y anexos con que el Rey N. S. es ha dignado ampliar y favorecer el comercio libre de España á India, se vendió al público desde el día primero de Diciembre próximo en la Librería de Pedro Marfina en la calle de las Carreras frente del Correo.

Continuacion del prospecto de las Lecciones de Agricultura y Jardineria.

- Clase 1. Agricultura del campo.**
1. Enseñará el modo de cultivar toda suerte de tierra. Explicará el uso de los mejores instrumentos y herramientas que usa los buenos Agricultores y Jardineros de estos paises.
 2. La diversa preparación de tierra, con el cultivo que se requiere para todo genero de frutas, plantas y granos.
 3. El cultivo de granos y hierbas para alimentar animales, con el modo de preparar diversas abonos para que rindan abundante fruto, y el modo de preservacion de hierbas vivas.
 4. El método para mejorar el estiércol y aumentarle á fin de engrasar las tierras y fecundarlas.
 5. El método de recoger y conservar toda especie de abonos y granos para sembrar como para el uso de la vida.
 6. El cultivo de los granos con el conocimiento de las diversas qualidades de hierbas que pueden mejorar la leche, la manteca y el queso, y el modo de extinguir las hierbas vivas.
 7. El modo de hacer y preparar los plantíos de toda suerte de fructas, y demás arboles y plantas para que crezcan seguramente en cualquier terreno, y la curacion de sus males.
 8. La asociacion ó modo de intercalacion. La manera de podar en tiempo, para asegurar abundante fruto. Modo de elegir y conservar.
 9. La plantacion de los árboles de gran copa para sombra, y de los que sirven para leña, se aconseja, y las prevenciones para su utilidad y evitar que se pudran.
 10. La plantacion de morera, curacion de sus enfermedades, y cuidado que se debe observar quando se coge la hoja.
 11. La plantacion de las viñas segun las diversas potencias de terreno, el modo de podarlas, el de remendarlas, y las inclinaciones que se las deben hacer segun la qualidad de la tierra y de la estacion para sacar mejor fruto.
 12. El modo de hacer el vino al uso de los paises mas contrarios por la existencia de ellos, con las prevenciones para que no se achen á perder al ser transportar.
 13. De la plantacion de los olivos tanto en las colinas como en las llanuras, su poda y curacion de sus enfermedades, y el modo de hacer buen aceite.
 14. La siembra de toda suerte de plantas para hacer aceite, como el Colza y otras: el modo de sacar aceite de hierbas insulas y salvajes con poco dispendio, y el de clarificarlo con la separacion de toda el sedimento, y de la parte crasa é inutil.
 15. La siembra del cáñamo y lino, y el modo de curarlos para que el hilo sea blanco y fuerte.
 16. El cultivo del ardo, y de lo que pertenece á esta clase.
- (Se concluirá en la inmediata.)

En la Imprenta Real de la Gazeta calle de las Carreras.

A

B



Varietas 2 de Diciembre de 1778.

A Seguran se confirió al Conde Twardowsky Mariscal que fue del último Consejo permanente la Waiwodia de Lublin luego que se verificó vacante. Entre las juntas que dieron cuenta del fruto de sus tareas á la última Dieta ninguna ha merecido mas elogios que la de educacion, pues segun los estados que presentó de sus caudales, le quedan en caja 129, 116 florines, y no obrante los crecidos gastos que se le han ofrecido. Como la citada Dieta ha dexado á disposicion del Rey 12 Siemoras y otras haciendas Reales de Polonia y Lituania, se han presentado muchas pretendencias á ellas; pero S. M. ha declarado que solo las concederá á los que mas se señalaren en el servicio de la patria y del mismo Soberano.

Noticias 5 de Diciembre.

Con motivo del nacimiento del Príncipe heredero ha concedido S. M. á todos los verdaderos patriotas el permiso que solícitaban con muchas instancias de formar en memoria de tan feliz sucesor un Colegio de educacion, contribuyendo para juntar los fondos necesarios á este establecimiento las personas académicas de todo el Reyno, que se hallan en estado de hacerlo sin particular gravamen.

Diciembre.

44 Capitan D. Joseph Muguira: en el de Burgos al Teniente también de Granaderos D. Francisco Caballero: en el de América al Teniente D. Pedro de Leon; y en el de Banderas al Capitan agregado al propio Regimiento D. Francisco Roive de Sella.

Igualmente ha concedido el Rey grado de Teniente Coronel de Infantería al Capitan del Real Cuerpo de Artillería D. Vicente de los Rios; y grado de Capitan á los Tenientes de los Regimientos de Granada y 1.º de Tropa ligera de Castuñá D. Joseph Parés y D. Narciso Valera, y al de Granaderos del de Banderas D. Juan Corral.

También ha promovido S. M. á Teniente Coronel é Ingeniero en 2.º de sus Exercitos, Plazas y Fronteras al Capitan é Ingeniero ordinario D. Andrés Amat Tortosa.

Son muchas las petrificaciones de huesos de elefantes que continúan encontrándose en las excavaciones junto al puente de Toledo. Ultimamente se han podido sacar á colmillos enteros, el uno de mas de una vara de largo, y el otro de media. También se han hallado pedazos que por sus medidas indican ser de 6 elefantes diferentes, de cuyos colmillos hay 9 pedazos, y porcion de muelas. Asimismo se han encontrado dientes de otro animal no conocido; y todo se vió depositado en el Real Gabinete de Historia Natural.

D. Agustin de Idiáquez y Horja Gefé de Escuadra de la Real Armada murió en Cadix el 17 del mes próximo pasado á los 77 años y 4 meses de su edad: habiendo servido á S. M. en dicho Cuerpo por espacio de mas de 61 años desde Guardamarina en la 1.ª formacion de esta Compañía el año de 1717, señalando su valor, zelo, y amor al Real servicio en 14 combates navales, en el mando de escuadras, departamento, y otras varias comisiones.

Tras de las Pastorales, Píbilos y Dedicaciones del Ilmo. Sr. D. Joseph Xavier Rodriguez de Arriano Arzobispo de Burgos. Se hallará en Madrid en casa de Sánchez, y en Burgos en la de Felipe Saez.

Vila y hechos de Ezequiel González; hombre de buena índole, honesto y compuesto por sí mismo; recientemente corregida en esta obra la relacion que en dos tomos en R.º se hallará en la Librería de Andrés de Soto frente de la puerta principal de S. Ginés.

En la Imprenta Real de la Gazeta calle de las Carreras.

Figura 1.2. Gacetas de Madrid del 27 de noviembre de 1778 (a) y del 15 de enero de 1779 (b), informando sobre el descubrimiento de huesos de elefante en el Puente de Toledo.

enero de 1779 (figura 1.2 a y b), en las que se daba noticia del descubrimiento de huesos de elefante en las excavaciones realizadas junto a dicho puente, y que en opinión de Graells (1897) seguramente serían los mismos fósiles que él vio en el Museo de Historia Natural. En la primera de las gacetas, el autor del artículo consideraba que el elefante pertenecía a las hordas de Aníbal (con 40 elefantes), que recibieron una acometida «por los carpetanos y orcadés á la parte de acá del Tajo,...». En ambas se cita que los restos que se fueron encontrando fueron depositados en el Real Gabinete de Historia Natural.

SIGLO XIX

Habrà que esperar al comienzo del siglo XIX, para encontrar algo parecido a una comunicación científica sobre fósiles de Madrid, se trata de una carta fechada en 1806, del naturalista francés Proust al químico, también francés, Lamerthiere, en la que comunica el hallazgo de restos fósiles de elefantes en la base del Puente de Toledo. Esta carta fue conocida por el barón de Cuvier que la recogió en su obra *Recherches sur les ossements fossiles*. El mismo Paz Graells aclaraba que el hallazgo no podía haberse dado en la base del puente, pues la última obra de cimentación de la que había constancia databa de 1732, siendo más probable que los restos provinieran de alguna intervención en las inmediaciones.

Hasta bien entrado el siglo XIX no tenemos noticias sobre la paleontología en Madrid; el fenómeno no es extraño, la

primera parte de este siglo fue turbulenta, ya que a la invasión francesa siguió el reinado de Fernando VII, épocas de inestabilidad y confrontación, nada más alejadas del marco propicio para el desarrollo científico.

Será en 1837, cuando Ezquerza del Bayo (figura 1.3) en sus «Indicaciones Geognósticas sobre las formaciones terciarias del resto de España» da a conocer la existencia de restos de grandes mamíferos terciarios en la parte baja del Cerro de San Isidro del Campo y en los cimientos del puente de Toledo. Aunque en muchas publicaciones aparece el descubrimiento de San Isidro fechado en 1862 y atribuido a Casiano del Prado, el yacimiento es evidente que fue conocido y visitado por distintos autores desde mucho antes.

Ezquerza del Bayo (1793-1859) continuó con sus investigaciones en años sucesivos y así en 1839 encontró restos en el cerro de Almodóvar, cercano a Vallecas; en 1840 comunica el hallazgo de los primeros fósiles cuaternarios en el cerro de San Isidro, además de insistir en la presencia de fósiles terciarios en la misma localidad. A él se debe que los fósiles fueran estudiados por los paleontólogos más eminentes de la época. Por ejemplo, Kaup y por von Meyer, abriendo luz sobre la edad terciaria de parte del territorio de Madrid. En particular, Kaup determinó un molar superior y otro inferior de *Palaeotherium aurelianense* que fué la primera representación de un fósil de Madrid, y que con posterioridad sirvieron para que von Meyer (1844) determinase la especie *Anchi-*



Figura 1.3. Ezquerza del Bayo (1793-1859). Cortesía de la Dra. Isabel Rábano (IGTE).

therium ezquerrae (estos fósiles formaron parte de la colección del profesor Bronn, en Stuttgart, que fue luego adquirida por el Museo de Cambridge en Estados Unidos).

Según nos cuentan Royo y Gómez y Menéndez Puget (1929, Hoja nº 559 del mapa de Madrid), la paleontología en esta época (desde 1837 a 1876), estuvo muy ligada a la geología, condicionada fundamentalmente por la realización del mapa geológico. Habría que señalar que este hecho responde en cierta medida a un proceso económico en parte ajeno al desarrollo científico en parte íntimamente relacionado con él, el de la

explotación de los recursos mineros (Vicens Vives, 1982). Vernet Ginés (1988) señala cómo la ruptura que supuso a la cultura española la guerra de la Independencia y las luchas políticas del reinado de Fernando VII afectaron menos al desarrollo de la geología, dado el interés en continuar la explotación de las minas españolas (cuadro 1.2). Así, personajes como Ezquerro del Bayo, tachado de afrancesado o Casiano del Prado, de ideas liberales, aunque sufrieron diversos avatares (Ezquerro del Bayo pasó unos años en Francia a causa de su cargo como secretario del rey extranjero, Casiano del Prado fue encarcelado en 1818 por libe-

Cuadro 1.2. Desarrollo de la Geología en España. La Geología, por causas económicas ligadas a la explotación de los recursos minerales, tuvo un mayor desarrollo que otras disciplinas de las Ciencias Naturales (Vicens Vives, 1982).

EL DESARROLLO DE LA GEOLOGÍA Y MINERÍA EN ESPAÑA.

Durante el siglo XIX, en pleno trance de la expansión industrial, España se convierte en una de las zonas mineras más estimadas del continente.

En 1877, era el primer país de Europa en la producción de minerales de hierro, plomo y cobre.

En este desarrollo, se aprecian varias etapas:

- Después de la Guerra de Independencia hasta 1839.

Hacia 1826 hay un creciente interés por la minería impulsado por el Ministro de Hacienda, López Ballesteros, y sus colaboradores.

- Etapa de recuperación minera de 1839 a 1868.

Se promulga la Ley del 25 de octubre de 1839, que reglamenta en sentido amplio los aprovechamientos minerales en toda España.

- Expansión minera de 1869 a 1880.

Se instalan diversos monopolios extranjeros con concesión de minas a perpetuidad, pasa la riqueza minera a disposición de Inglaterra y Francia.

- Establecimiento de la producción minera nacional, de 1880 a 1990.

Aparición de la industria siderúrgica en el País Vasco.

ral) pudieron más tarde seguir con sus proyectos geológico-mineros y no tuvieron tantos obstáculos como los que encontraron científicos de otras ramas.

En la Comisión formada, para la realización de la Carta geológica de la provincia de Madrid y la general del reino, coincidieron dos personajes: Mariano de la Paz Graells (1809-1898) y Casiano del Prado (1797-1866). El primero, catedrático de zoología del Museo de Ciencias Naturales y director del mismo como representante en la Comisión de la sección zoológica, y el segundo, perteneciente al Instituto Geológico y Minero, como encargado de la sección geológica.

Ambos estuvieron implicados en los hallazgos cuaternarios del Cerro de San Isidro, aunque de manera diferente y no ausente de cierta polémica; Graells (1897) nos cuenta exhaustivamente las circunstancias en que se desarrollaron estos acontecimientos. En la primavera de 1847, unos operarios en el Tejar de las Ánimas le comunicaron la presencia de grandes huesos que reconoció como elefantes y recogió, depositándolos en el Gabinete de Historia Natural. Tres años después los jornaleros del mismo tejar vinieron a avisarle de nuevos hallazgos, los cuales confirmó, y entonces entró en tratos con el dueño del terreno para la compra y excavación de los fósiles, gestionando que los gastos fueran por cuenta de la Comisión del Mapa Geológico. Según Graells, la excavación fue realizada con ayuda de sus alumnos, y se hicieron las notificaciones pertinentes a la Comisión, con los informes dados por el propio M. de la Paz Graells y

Casiano del Prado. Dicha comisión a su vez la trasladó al Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas.

También reproduce una comunicación de 1850 en la que comunica al señor Director de Instrucción Pública un amplio informe dando cuenta de las características geológicas y paleontológicas de los descubrimientos, sin citar para nada que en ellos hubiese participado Casiano del Prado.

En 1864, estos acontecimientos se reflejaron de manera diferente por Casiano del Prado, que afirmaba su participación directa en la exhumación de los fósiles de 1850, lo que sin duda indujo a Graells a escribir el párrafo final de la página 564 de la obra que mencionábamos antes. «En 1864, D. Casiano del Prado publicó con bastantes inexactitudes, en una Memoria presentada á la Junta General de Estadística, titulada: Descripción Física y Geológica de la provincia de Madrid, pág. 184 y 85, noticias sobre los huesos fósiles de elefantes, que vió por primera vez en los sótanos de la Escuela de Minas, dónde fueron depositados por la sección zoológica de la primitiva Comisión del Mapa Geológico de España. El Sr. Prado no asistió á la exhumación elefantina referida, no pudo ver *in loco* lo que refiere, y únicamente aprovechó las noticias anteriormente publicadas y lo que pudo examinar en los ejemplares conservados.»

No obstante, con independencia de esto, a Casiano del Prado (figura 1.4) le debemos su magnífica monografía de 1864 sobre la provincia de Madrid, en la



Figura 1.4. Casiano del Prado (1797-1866). Cortesía de la Dra. Isabel Rábano (IGTE).

cual figuran ejemplares del cerro de San Isidro, Puente de Toledo y otras localidades de Madrid. Su obra y su recopilación de la paleontología de vertebrados quedaron como testimonio de una época de regeneración que tardaría décadas en ser continuada.

Al igual que Ezquerro del Bayo, Casiano del Prado tuvo estrechos contactos con paleontólogos de otros países, Gervais, Lartet, Falconer,... De hecho, la determinación de *Rhinoceros Matritensis* fue atribuida por él a Lartet, sin embargo, como la descripción y figuración se hacen por primera vez en su obra, los autores posteriores se la atribuyen a Casiano del Prado. Este mismo autor narra en su obra como con M. de Verneuil y Luis Lartet, durante una excursión en 1862 a San Isidro, encontraron los primeros vestigios de industria lítica, uno de los cuales mereció un trabajo del propio Verneuil con E. Lartet, al año siguiente.

Royo y Gómez y Menéndez Puget (1929) nos comentarán «fue Casiano del Prado el que con más detenimiento y el que de un modo más concienzudo estudió la Geología madrileña». Para afirmar más adelante sobre su descripción de Madrid «a pesar de haber sido publicada en el año 1864, tendrá que ser consultada siempre por quien desee investigar en esa materia».

Quizás convendría aquí hacer una breve reflexión sobre esta primera época de la paleontología madrileña, reflexión un tanto negativa. Pues, si bien es cierto que finalmente los fósiles terciarios y

cuaternarios de Madrid entraban en la historia, y serían ampliamente citados por los paleontólogos más afamados del momento, no hubo ninguna intencionalidad por parte de los naturalistas españoles en su estudio directo. En efecto, tanto Ezquerro del Bayo, como Casiano del Prado, son casi meros transmisores de una documentación, que si, ciertamente, ven de interés para sus estudios geológicos, no están capacitados para su investigación. Con todo, por ejemplo, del Prado, puede considerarse pionero de la prehistoria española, a la que demostró una predilección especial (Ayarzagüena, 1998).

Graells (1897) nos comentará al respecto, en los párrafos introductorios del capítulo dedicado a la fauna mastodológica fósil, y con el encabezamiento de Advertencia, lo siguiente: «En mi concepto, en España no puede alcanzar aún la Paleontología la altura á que ha llegado en otros países, porque, en general, los que se dedican aquí á tales estudios carecen de base para comprenderlos». Insistiendo en este hecho, añadirá: «A los ingenieros de minas también les faltan estos estudios, pues no les son obligatorias para su carrera las asignaturas superiores fito y zoográficas, y, por regla general, sus conocimientos sobre los seres orgánicos son poco más extensos de los que suelen darse en el período del Bachillerato de nuestros Institutos». Pero Graells, en esa misma advertencia, no parece muy inclinado a profundizar en el terreno de la paleontología de mamíferos, ya que comienza por afirmar «No habiéndome sido posible comprobar todas las especies de mamíferos fósiles

que por diferentes personas se citan como halladas en nuestra península, me li-mito á indicar su existencia, dejando la responsabilidad científica del descubrimiento y de la clasificación á los naturalistas que lo hayan anunciado ó hecho».

A modo de ejemplo, Graells recibió el 29 de febrero de 1868 una carta dirigida por Lucio del Valle (Escuela de Caminos), comunicándole el hallazgo de grandes mamíferos en el Cerro de la Plata y poniendo a su disposición dichos fósiles para su estudio (Barreiro, 1992). Estos fósiles jamás merecieron ninguna consideración por su parte, como refleja Sáenz (1949).

Volviendo a Royo Gómez y Menéndez Puget (1929) tenemos una visión, igualmente negativa, de la paleontología madrileña durante el resto del siglo XIX, al afirmar éstos que, después del trabajo de Casiano del Prado «puede decirse que se terminan las investigaciones paleontológicas en los alrededores de Madrid durante el siglo pasado, pues los catálogos de Graells (con descripción de los restos de *Elephas* de San Isidro), de Calderón y de Mallada, no aportan nuevos datos». La única excepción, mencionada por estos autores, será el descubrimiento de tortugas gigantes en el Arroyo Meaques en 1872 por Bolívar.

Con el comienzo de siglo el panorama paleontológico de Madrid era desolador. Según nos explica Graells, cuando él llegó al Museo en 1837 la colección de fósiles era verdaderamente exigua, reducida a algunos fragmentos de una defensa de elefante y al famoso esque-

leto de megaterio, joya única por entonces en todos los museos de Europa. El final del siglo no es mucho mejor, a pesar de que las colecciones de fósiles se habían incrementado, sobre todo por mediación de Juan Vilanova; pero los fósiles provenían del extranjero y de algunas localidades españolas, sin que haya constancia de recolecciones sistemáticas en los yacimientos madrileños.

La visión un tanto crítica de Graells no tuvo un efecto revulsivo en la paleontología madrileña, que siguió languideciendo. La propia personalidad de Graells no favorecería este cambio de rumbo necesario; al respecto Hernández-Pacheco (1944) en su prólogo a la obra de Barreiro sobre la historia del Museo Nacional de Ciencias Naturales, señala «Graells era de carácter dinámico, enérgico, emprendedor, con gran afición por el conocimiento de la naturaleza, especialmente por los estudios zoológicos y botánicos. Pero su mismo dinamismo e inquieta actividad hizo que no fuera un importante investigador científico, saltando de un problema a otro, de los que solía tener visión certera». Insistirá este autor más adelante de esta manera «Como ya hemos dicho, no debe considerarse a Graells como un investigador de altura en las Ciencias de la Naturaleza. Tuvo, como naturalista, rasgos de gran acierto, pero le faltó constancia y persistencia para el cultivo de una especialidad».

Sin embargo, el descubrimiento de San Isidro dió un impulso al conocimiento de la prehistoria y cuaternario; el hallazgo de industria lítica por Verneuil y su

Figura 1.5. Juan Vilanova i Piera (1821-1893). Reproducido de Meléndez, 1953.



publicación hizo que este yacimiento se comparará con el de Somme en Francia y que comenzará una búsqueda de analogías en distintos yacimientos, centrada fundamentalmente en las terrazas del Manzanares.

En las siguientes décadas del siglo hay pocos descubrimientos y figuras relevantes. Entre ellas, se encuentra Juan Vilanova i Piera (1821-1893, figura 1.5), naturalista destacado en diversos campos, que tuvo un papel fundamental en los estudios prehistóricos de la época, destacando su conocimiento y difusión del yacimiento de San Isidro.

Barreiro (1944) nos introduce la historia de este investigador: con la intención de crear una cátedra en geología, se buscó un profesor competente que se preparara en el extranjero donde ya se impartía esta disciplina, y que a su vuelta pudiera hacerse cargo de tal plaza. Vilanova era entonces ayudante de la clase de zoología en el Museo y él fue la persona propuesta por Graells para que viajara en 1849 a Francia. Allí inició relaciones con distintos científicos y profesores, introducido por Isidoro Geoffroy de Saint Hilaire, a partir del cual conoció a Guérin Meneville, poseedor de diversas colecciones entomológicas de las que podía facilitarle buenos ejemplares, dispuesto a contactar con Graells y el Museo de Madrid. En 1850, fue admitido en la Sociedad Entomológica de Francia y en la Sociedad Geológica de París. Una vez introducido se dedicó a fomentar los cambios entre el Museo de París y el de Madrid y realizar las comisiones que se le encomendaban desde éste. Coleccio-

nes de entomología, reptiles y peces, conchas, rocas y fósiles empezaban a llegar, no sólo de Francia sino de Suiza, etc. A su vez, Vilanova recorría Francia en diversas excursiones geológicas. Conociendo también a Sismonda y Studer, este último le recomendó que fuera a Viena donde se encontraban las mejores colecciones de rocas y fósiles a la vez que se llevaban a cabo estudios muy desarrollados de paleontología. Después de sus cuatro años de estudios en el extranjero, regresó a España para impartir las clases de geología, en la plaza de nueva creación en el Museo de Ciencias.

En 1872, escribe *Origen, Naturaleza y Antigüedad del Hombre*, en el que presta especial atención al yacimiento de San Isidro (figura 1.6) y hace un compendio de los conocimientos sobre la prehistoria de la humanidad.

Más tarde, en 1873 cambia la enseñanza de geología por la de paleontología. Vilanova siguió prestando atención a los yacimientos españoles, fundamentalmente los cuaternarios. Respecto a San Isidro, recalca en numerosas ocasiones su importancia a partir de artículos que aunque no eran exhaustivos aportaban información diversa obtenida por él en el yacimiento o de la documentación que llegaba a sus manos. Por otro lado, su amistad con Sautuola y su propia intuición, hizo que se convirtiera en el primer defensor de la autenticidad de las pinturas de Altamira, así como uno de sus primeros divulgadores, aún a pesar de la dura polémica existente.

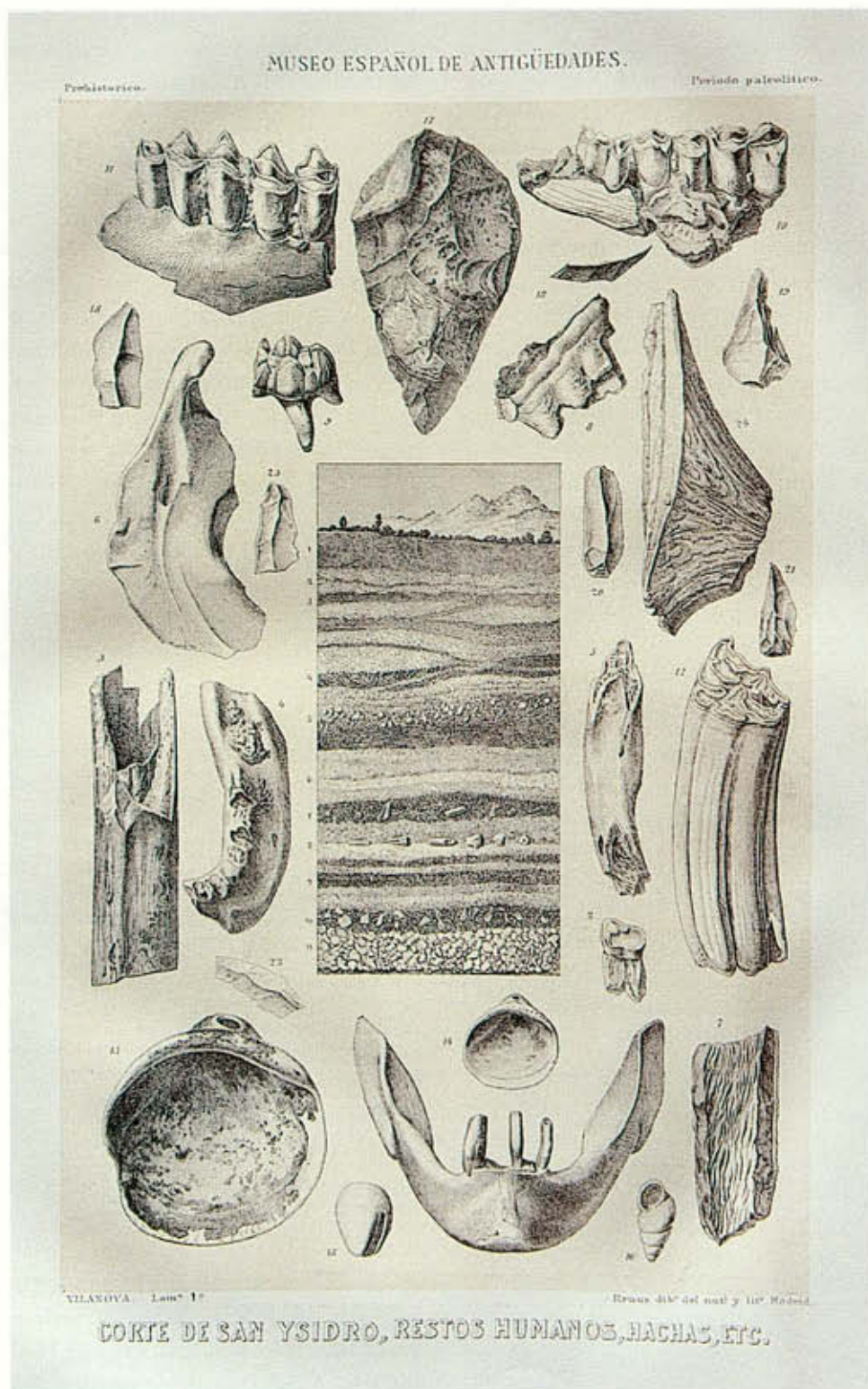


Figura 1.6. Lámina del artículo «Estudios sobre lo prehistórico español» de Vilanova y Pera, ilustrando el corte y hallazgos del yacimiento de San Isidro.

Vilanova debe considerarse como la figura más prominente del siglo XIX en el estudio del cuaternario, no sólo como científico sino como incansable divulgador y maestro de generaciones posteriores.

Continuador y discípulo de Vilanova y paréntesis de transición al nuevo siglo es Manuel Antón y Ferrándiz (1849-1929). Doctor en ciencias físico-químicas, y en ciencias naturales, tuvo desde el principio una especial preocupación por la antropología física y por la historia natural del hombre en su sentido más amplio. Desde el año 1885 estuvo al frente de la Sección de Antropología del Museo de Ciencias Naturales, en cuyo laboratorio impartió lecciones sobre el tema, pasando luego a ser el director

del Museo de Antropología, y finalmente, desde 1892, ocupó una cátedra de Antropología en la facultad de Ciencias.

Su libro *«Antropología o Historia Natural del Hombre»* es una síntesis de sus conocimientos sobre el tema y el enfoque de la antropología física en la España de la época (figura 1.7). Pero además su interés le llevó a analizar restos de diversos yacimientos arqueológicos y paleontológicos de los que pudiera obtener datos sobre nuestros ancestros y son numerosos los artículos en los que habla sobre antiguos habitantes de Madrid y sus alrededores (M. Antón y Ferrándiz, 1897 a y b; 1910). Aunque hay que tener cautela con algunas de las filiaciones que tanto él como sus compañeros y discípulos hicieron entonces (Cromagnon, cráneos magdalenienses,...) que luego se han comprobado muchos más modernos, con todo es evidente el empuje que Manuel Antón dió a la antropología de nuestro país (figura 1.8).

Su labor fue continuada por numerosos discípulos de los cuales algunos llegaron a ser antropólogos ilustres del siglo XX, como Luis de Hoyos Sáinz, Telesforo de Aranzadi, o Francisco de las Barras y de Aragón.

Los fósiles madrileños encontrados en este siglo tuvieron gran importancia y repercusión en muchos investigadores nacionales y extranjeros. Madrid se convirtió en una de las áreas clásicas de la paleontología de Vertebrados, sin embargo, en nuestro país la paleontología continuó su marcha científica errática. No

Figura 1.7. Portada del libro de Manuel Antón y Ferrándiz. 1903.





Figura 1.8. A lo largo del siglo XIX el interés por la paleontología humana fue constante en la mayoría de los naturalistas. Periodo actual (Holoceno), según grabado del MNCN.

obstante, se habían sentado las bases para el florecimiento que experimentaron la paleontología y la prehistoria españolas durante el primer tercio del siglo XX.

DE 1900 A LA GUERRA CIVIL (1936-1939)

Con el comienzo del siglo existe un sentimiento generalizado de renovación científica motivado por el reciente desastre de la pérdida de las últimas colonias, que algunos sectores sociales achacaban a la falta de preparación técnica y científica (Sánchez Ron, 1988). Dentro de este proceso de modernización cabe destacar la creación de un nuevo ministerio, el de Instrucción Pública y Bellas Artes (Decreto de 28 de abril de 1900).

Estos primeros años fueron fructíferos para el Museo que comenzó una activi-

dad inusitada no conocida desde el siglo XVIII. Su reactivación viene determinada en parte por el nombramiento de Don Ignacio Bolívar y Urrutia (1850-1944), en 1901, como director del mismo. Sus objetivos desde el principio fueron la activación de los laboratorios, ordenación de las colecciones y la reorganización y acopio de fuentes documentales para la Biblioteca y Archivo del Museo (de 1901 a 1911 se aumentó la biblioteca del museo en unas 100 publicaciones de historia natural, entre libros y folletos). Además se rodeó de colaboradores y discípulos con intereses científicos que permitieran el progreso de la investigación en el Museo (Barreiro, 1992).

El Museo se independizó de la universidad en 1907. Además, por el Real Decreto de 11 de enero de 1907

(Gaceta de 18 de enero) se crea la Junta de Ampliación de Estudios, aunque no tuvo pleno desarrollo hasta 1910, tras la caída de Maura. En este año, el MNCN se incorpora a la Junta de Ampliación de Estudios junto con otros museos, siendo director el propio Bolívar.

La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) intentó llevar a cabo una política de modernización de la investigación española. En este marco y a instancias de Eduardo Hernández Pacheco se creó una nueva comisión, que contó además con el apoyo de Enrique de Aguilera y Gamboa, Marqués de Cerralbo, y de Santiago Ramón y Cajal, que entonces era secretario general de la JAE. Dicha organización que comenzó orientada a estudios prehistóricos en cuevas pronto pasó a cubrir un campo más amplio. Por la Real Orden del 26 de mayo de 1913 se convierte en la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, que contó enseguida con el apoyo incondicional del Conde de la Vega del Sella. Los trabajos que se realizaron dieron lugar a una publicación aperiódica desde 1915 hasta 1934, las «Memorias de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas» (CIPP).

Como cuenta Royo y Gómez (1928), el desarrollo de la paleontología y el resurgir del Museo se experimenta desde 1904 y más claramente desde 1914, con los trabajos de Eduardo Hernández-Pacheco (1872-1965, figura 1.9), Francisco Hernández-Pacheco (1899-1976), a los que hay que añadir al pro-

pio José Royo y Gómez (1895-1961). A su vez la prehistoria madrileña experimentó su propio impulso, ya más independiente de la paleontología, desde 1916, con las investigaciones llevadas a cabo por Obermaier, Pérez de Barradas y Wernert, aunque todos estos autores se dedicaron a la paleontología y a la prehistoria madrileña en general. De hecho, ellos hicieron hincapié en dar a conocer la gran riqueza de fósiles miocenos y cuaternarios que contenían los alrededores de Madrid, con especies que eran identificadas por primera vez no sólo en nuestro país sino en Europa, intentando que la paleontología española alcanzase el nivel de investigación que ya tenía en el resto del continente.

Antes de estos autores, a comienzos del siglo existen algunos trabajos incipientes sobre hallazgos madrileños, como el de Azpeitia, profesor de la Escuela de Minas, que en 1903, describe los restos del mastodonte descubierto en el Cerro de la Plata. En 1906, Zulueta y Amoedo encuentran en la base del Cerro de Almodóvar un caparazón y huesos de una «gigantesca» tortuga.

Para conocer un poco las circunstancias de la paleontología madrileña en estos años, podemos analizar el trabajo de Eduardo Hernández Pacheco de 1914, «*Los vertebrados terrestres del mioceno de la Península Ibérica*», en el que además de ofrecer su catálogo de especies, nos cuenta: «El estudio del terciario español, por lo que hace á la meseta, está poco más adelantado que en los tiempos de Ezquerria y Prado...». Concretamente, con respecto a la investigación

Figura 1.9. Eduardo Hernández-Pacheco (1872-1965).



de los fósiles afirma: «Dificulta el estudio de los vertebrados fósiles españoles la falta de los ejemplares mencionados ó descritos por los autores; pues la mayoría se han perdido, existiendo tan sólo una mínima parte en las colecciones de los centros oficiales. Además, el número de especies de las que existen buenas láminas, es escaso». Algunos de los ejemplares a los que se refiere Pacheco se conservan en la actualidad en las colecciones del Museum Nationale d'Histoire Naturelle de París, según ha podido comprobar recientemente uno de nosotros (J.M.), y llegaron allí presumiblemente por medio de Lartet y Verneuil (figura 1.10 a y b).



Figura 1.10. a) Molar de mastodonte procedente del Cerro de San Isidro (perteneciente a la Colección Verneuil). b) Nota explicativa sobre otros restos del yacimiento, ambos en las colecciones del Museum Nationale d'Histoire Naturelle, París.

Este mismo autor publicará en 1915, con la colaboración de Dantín Cereceda, «*Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia*», que aunque no se refiere específicamente a Madrid, merece mencionarse, puesto que es considerada la primera obra monográfica dedicada a los vertebrados terciarios de España (Sequeiros, 1988).

Desde 1914 a 1928, Hernández-Pacheco combina, dentro de sus actividades diversas, el estudio de los yacimientos terciarios y cuaternarios de Madrid. Junto con Royo y Gómez, en 1916, describen restos de tortugas gigantes y útiles prehistóricos en el Cerro de los Ángeles. En 1917, describe las tortugas gigantes del Cerro de los Mártires en la ladera noreste del Cerro del Viso definiendo la especie *Testudo bolivari*. Hacia 1920 se descubren nuevos restos fósiles del terciario, hallados en las obras de canalización del Manzanares, en el yacimiento conocido como La Hidroeléctrica que él dará a conocer en 1921. Posteriormente, en 1927 habla de restos fósiles de grandes mamíferos en las terrazas del Manzanares y, en 1928, en su trabajo sobre los ríos de España y sus terrazas menciona los yacimientos cuaternarios de Madrid. A partir de este momento su interés sobre la paleontología madrileña es menor y se dedicó a multitud de estudios entre los que destacan sobremanera el estudio de la prehistoria de la cornisa cantábrica, la geología española y africana, y la fisiografía general. El número de sus publicaciones es inmenso y toca diversos temas, todos con una impecable visión y labor científica.

Eduardo Hernández-Pacheco, además, se rodeó de distintos investigadores de disciplinas muy diversas, entre los que se encontraba José Royo y Gómez (figura 1.11), geólogo al que formó científicamente desde que éste entró en el laboratorio de geología del Museo de Ciencias Naturales, y así, pronto intervinieron juntos en diversas investigaciones paleontológicas y científicas por la Península Ibérica (Sos Baynat, 1962).

Ya hemos comentado su primer trabajo juntos sobre paleontología de Madrid y nuevamente en el 17 escriben una breve nota sobre «Pedernales tallados en el Cerro de los Ángeles». En los años si-

guientes, sin embargo, la labor de Royo en Madrid se centró más en los aspectos geológicos que paleontológicos.

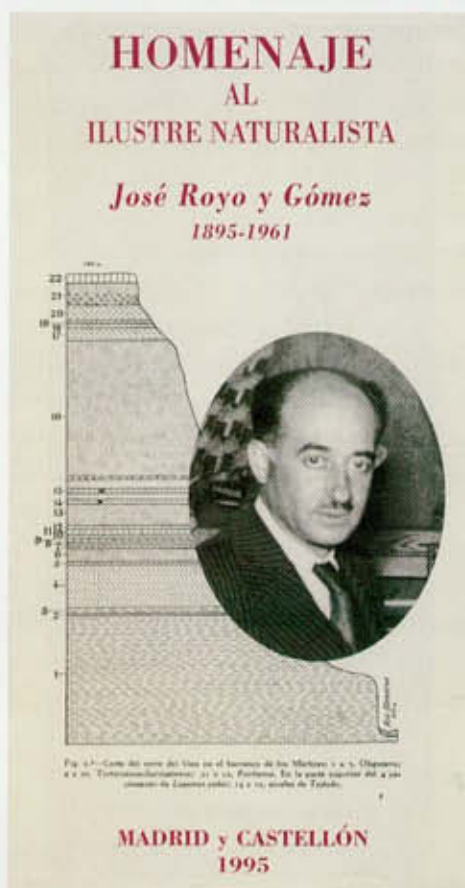
No obstante, señalábamos anteriormente que a partir de los años 20, comenzaron los descubrimientos de nuevos e importantes yacimientos, particularmente en la ribera del río Manzanares. Royo y Gómez contribuyó en este nuevo interés, así, en 1921 da a conocer el hallazgo de tortugas gigantes en las obras del Cuartel de la calle Moret, aunque sus mayores aportaciones vendrán a partir de 1928.

Son los años de la realización de la Hoja de Alcalá de Henares (1928), y de la de Madrid (1929), encargadas por el Instituto Geológico Minero. Royo y Gómez se encargará específicamente de la paleontología y prehistoria en estos trabajos. En ellos sintetiza los datos conocidos hasta el momento y aporta información sobre nuevos yacimientos. Es de destacar la definición de la primera especie de un micromamífero que se realiza en Madrid, se trata de *Lagopsis penai*.

En 1930, José Royo y Gómez fue nombrado Jefe de la recientemente creada Sección de Paleontología en el MNCN, y se dedicó a la inmensa labor de catalogación y revisión de todos los ejemplares fósiles de las colecciones.

Hasta su exilio siguió contribuyendo de manera decisiva al conocimiento de la geología y paleontología de España y de Madrid en particular. Al respecto señalamos el descubrimiento de tortugas gigantes durante los primeros años 30

Figura 1.11. Foto de José Royo y Gómez y dibujo propio del corte del Cerro del Viso, ilustrando la carátula del Homenaje al Ilustre Naturalista, celebrado en el MNCN en 1995.



con motivo de las obras de edificación de la Ciudad Universitaria o la descripción de nuevos mamíferos fósiles en el Cuaternario de Madrid.

Las incursiones de estos dos profesores en la prehistoria fue desigual, para Royo y Gómez fue una parte de su trabajo sobre Madrid, para Hernández-Pacheco una parte fundamental en su carrera científica, que casi finalizó con su obra *Prehistoria del solar Hispánico* publicada en 1959. De esta forma, ambos tuvieron estrechas relaciones con los distintos investigadores que también se ocuparon de la disciplina.

Sin embargo, el campo de la Prehistoria y de la paleontología del Cuaternario en Madrid debe su impulso más importante a varias figuras científicas surgidas casi en paralelo, a las de los dos científicos del Museo. En particular a Hugo Obermaier, Paul Wernert y José Pérez de Barradas.

Hugo Obermaier (1877-1946) se incorporó a la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas en 1915, a la vez que a los laboratorios del MNCN; fue profesor agregado y Wernert ayudante agregado, siendo su superior inmediato Hernández-Pacheco, lo que les permitió ejercer la investigación en un momento político difícil para los extranjeros, supuestamente implicados en la primera guerra mundial. En cualquier caso, su integración a la Comisión fue tremendamente fructífera.

Hasta el año 1917, época en la que Obermaier publica el yacimiento de Las

Carolinas que había sido descubierto en 1911 por Alejandro Guinea- los únicos descubrimientos cuaternarios de Madrid se referían al sempiterno yacimiento de San Isidro. Un año después, junto a Paul Wernert publicaría el de las Delicias (1918). En 1921 publicaba el Cuaternario de las Canteras de Vallecas. Luego, año tras año, los descubrimientos se van sucediendo, de forma que Pérez de Barradas en su síntesis de 1926 contabiliza hasta 16 yacimientos en la ribera del río Manzanares y eso sólo en el término municipal de Madrid.

Sin embargo, la unión a dicha institución duró poco, finalizando en 1919. Moure Romanillo (1996) nos relata los detalles de la ruptura con Hernández-Pacheco. La escisión sin duda debió afectar al campo de actuación de todos estos científicos, así Pérez de Barradas en la citada memoria de 1926 señala a propósito del yacimiento del Sotillo, que había sido estudiado por Wernert y el propio Pérez de Barradas, a cuenta de la JAE: «La colección resultante, que se encuentra en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, no ha podido ser estudiada ni publicada, por causas ajenas a nuestra voluntad.»

Hugo Obermaier, tras diversas vicisitudes y conflictos interinstitucionales fue nombrado catedrático de Historia Primitiva del Hombre de la Universidad Central en 1922, plaza desde la cual continuó su labor divulgadora sobre los conocimientos que se tenían del paleolítico y del hombre fósil, objeto de estudio que mantuvo toda su vida, con va-

rias reediciones de su obra original (Obermaier, 1916-1925). También continuó algunos de los estudios que había comenzado de Madrid, producto de ellos es «Yacimientos paleolíticos del valle del Jarama (Madrid)» en 1930, aunque su labor se dedicó más a otras localidades de la prehistoria española, especialmente en las cuevas de Altamira y el arte rupestre levantino.

El pronunciamiento de 1936 le sorprendió en Oslo, donde acudía a un congreso. Aunque se le instó en varias ocasiones para su vuelta y recuperación de plaza, fue retrasando la situación hasta que en agosto de 1939 hizo una renuncia formal de la cátedra, que fue ocupada por su discípulo Santa Olalla (y en los años 50 por Almagro Basch). Hugo Obermaier ocupó una plaza en la Universidad Católica de Friburgo hasta el final de su vida y sólo en el año 1939 hizo una fugaz visita a España.

Las otras dos figuras de la prehistoria madrileña fueron los ayudantes y discípulos de Obermaier, Paul Wernert y Pérez de Barradas. Juntos publicaron entre 1919 y 1924 más de media docena de trabajos sobre yacimientos paleolíticos de Madrid. De ellos, Wernert abandonó el país antes de que los acontecimientos de la guerra tomaran otro desarrollo. Pérez de Barradas superó la guerra civil, pero a partir de 1939 su labor cambió de rumbo, dedicándose a la antropología y fundamentalmente a la etnografía, y sólo marginalmente a la prehistoria, salvo los contactos que mantuvo con la disciplina y su investigación debido a sus car-

gos en distintas instituciones relacionadas con la materia.

Toda esta época tiene un final largo, duro y finalmente abrupto, es el tiempo de la instalación de la 2ª República en 1931, del gobierno del Frente Popular en 1936 y de la Guerra Civil hasta 1939. El conflicto afectará de manera diferente a todos los científicos mencionados, algunos de los cuales se verán obligados al exilio.

En 1936 se cierra el Museo. La contienda supuso la destrucción del aparato productivo del país que a su vez llevará al retroceso social incluyendo el caso de la paleontología, como el resto de las ciencias naturales.

Una reflexión antes de comenzar con una nueva etapa de la paleontología madrileña; antes de la Guerra Civil parecía haberse instalado un marco idóneo para su desarrollo, bien es cierto que subyacían problemas importantes, muchos de ellos de tipo infraestructural, que ya hemos mencionado. Pero también es verdad que durante este primer tercio del siglo se desarrollaron las bases para la moderna paleontología y la estructuración actual de la prehistoria. Los trabajos científicos que llevaron a cabo Hernández Pacheco, Royo y Gómez y en su campo Obermaier, Wernert y Pérez de Barradas son conceptualmente modernos, tienen una gran capacidad de análisis y síntesis que hasta hace pocos años no se volvió a conseguir. Probablemente, sus discípulos podían haber continuado esta labor si la guerra no hubiera truncado todo el

organigrama de la ciencia en España. Todo lo hecho anteriormente no tendrá continuidad (Truyols, 1988), y después vendrán unas nuevas condiciones socio-políticas que marcarán durante décadas el quehacer científico de España.

En relación a la paleontología del Cuaternario propiamente dicha, conviene ir aún más lejos, los prehistoriadores que trabajaron en los yacimientos de Madrid, estuvieron condicionados por una idea esencial, la reconstrucción de la historia del hombre, y si bien no hallaron fósiles humanos, ésta ocupó un lugar totémico; baste recordar alguno de los títulos de las publicaciones de Obermaier. Poca atención dedicaron a

los fósiles madrileños; sus determinaciones fueron imprecisas, sin figuración de los restos ni descripción de los mismos. En todo el trabajo de síntesis de Pérez de Barradas (1926) no aparecerá figurado ningún fósil.

Con respecto a los paleontólogos del Terciario, el panorama es desigual; dieron a conocer numerosos yacimientos, describieron algunos fósiles y sobre todo contribuyeron a un buen conocimiento de la geología de Madrid. Pero, paleontológicamente hablando ni Hernández-Pacheco, ni Royo y Gómez, por citar a las dos figuras señeras, publicaron trabajos de envergadura sobre la descripción de la fauna de mamíferos terciarios madrileños. No obstante, conviene insistir en que fue una gran generación de científicos, la primera que como tal se ocupaba de la paleontología de Madrid, truncada prematuramente por la Guerra Civil (figura 1.12).



Figura 1.12. a) Vista del Cerro de San Isidro en 1909, fotografiado por E. Hernández-Pacheco. b) Monumento instalado en el antiguo emplazamiento de los yacimientos del Cerro San Isidro.

DE LA POSGUERRA A LA ACTUALIDAD

La reestructuración de la posguerra tampoco afectó positivamente a la investigación española. Ya antes de terminar la contienda civil, en la llamada zona nacional, en mayo de 1938 se decreta la disolución de la JAE, y el ministerio del que dependía pasa ahora a ser de la Instrucción Pública y Sanidad. Se llevan a cabo diversas depuraciones del personal investigador y se establecen muchos cánones de actuación e investigación; los estudios evolutivos no serán bien considerados ni por tanto fomentados, centrándose las investigaciones de prehistoria en momentos ya propiamente «históricos».

Por su parte, el Museo fue incorporado al CSIC como uno de sus centros propios, pero sin ser verdaderamente atendido y limitando muchas de sus actividades. Fue paulatinamente dividido, de forma que, en 1940 se crea el Instituto José de Acosta de Investigaciones Zoológicas, el Instituto Español de Entomología en 1941 y el Lucas Mallada de Investigaciones Geológicas en 1942. Se suprimía la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Además, desde 1935 a

1954 los cargos de director, vicedirector y algunos de los jefes de sección fueron asignados a catedráticos de la universidad, lo cual quitaba independencia al Museo, y sus intereses e investigaciones estaban supeditados a los de la otra institución. Los trabajos de investigación propiamente dichos y su publicación entran en letargo y únicamente se hacen pequeñas campañas de excavación y tentativas de estudio (Aguirre, inédito).

Los datos que se tienen de los años 40 hasta comienzos de los 60 reflejaban cierta desorganización. Muchos de los hallazgos eran casuales debidos a obras, actuaciones de minería, etc. y que teniendo noticia el Servicio de Arqueología del Instituto Arqueológico Municipal de Madrid, eran recogidos y depositados en éste (Rus, 1983).

Este Instituto (figura 1.13 a) tiene su origen, por un lado, en el antiguo Museo Prehistórico Municipal, que se había formado con distintas colecciones de yacimientos de Madrid donadas al Ayuntamiento (entre ellas parte de los materiales del valle del Manzanares que había reunido D. Emilio Rotondo Nicolau; figura 1.13 b y c) y otras de las que obraban en su poder, y por otro, en la labor del Servicio de Investigaciones Prehistóricas (E. de Carrera y A. Martín Flores, 1995; Quero Castro, 1995/1996). Con la publicación de revistas y manuales editados por la Imprenta municipal, se inició una tarea de divulgación y recogida de datos sobre hallazgos arqueológicos, que tenía como objetivo realizar el *Mapa prehistórico de la Provincia*

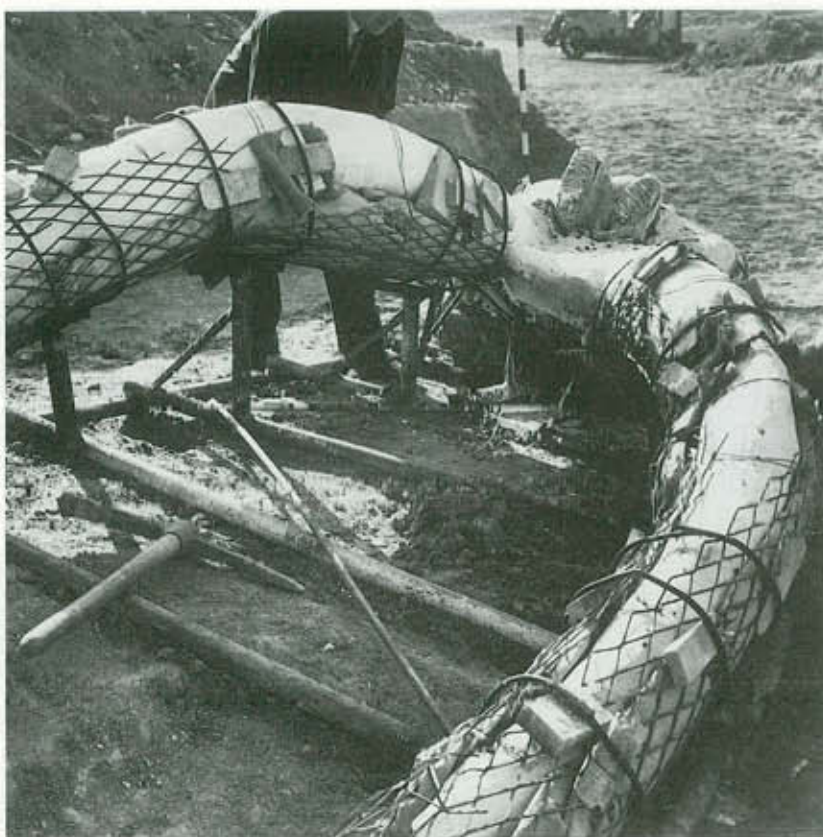
Figura 1.13. a) Instituto Arqueológico Municipal. Parque Fuente del Berro. b) y c) Catálogo y billete de entrada al Museo Proto-Histórico Ibérico.



de Madrid, así como conseguir más materiales para los fondos del Museo Municipal que se empezaba a formar. En 1930, se crea el Servicio de Investigaciones Prehistóricas, con una publicación propia, el Anuario de Prehistoria Madrileña (hasta 1936, ya que la guerra también cortó el curso de esta edición). Durante la posguerra, el Museo Municipal fue el único que continuó la labor de recogida y comprobación de hallazgos que venía haciendo el Museo Prehistórico Municipal (Quero Castro, 1995/1996).

En 1953, a instancias del Conde de Mayalde, se aprueba la creación del Instituto Arqueológico Municipal, con el fin de que se encargara de las colecciones existentes en el Museo Municipal, y organizara la investigación en los yacimientos prehistóricos de Madrid. Con esta Institución se inició una labor de seguimiento de obras, canteras de extracción de áridos, etc., para salvar los restos, y se solicitó la declaración de Monumento Histórico Artístico de algunas zonas (que era la figura de protección vigente entonces), siendo por tanto pionera en algunas de las medidas que hoy son inherentes a las intervenciones paleontológicas y arqueológicas. Como cuenta Quero, se buscaba la recuperación del patrimonio en su ciclo completo, incluyendo la prevención, excavación, restauración, exposición y publicación científica de los restos.

De esta época son los descubrimientos de *Bos primigenius* en Orcasitas en el año 1949 (comunicado por el contratista Emilio Muñoz) y de *Palaeoloxodon*



antiquus en el mismo yacimiento, del arenero de Adrián Rosa en Getafe en 1962, etc. (figura 1.14 y 1.15). Entre 1962 y 1977, sin embargo, la falta de medios materiales y humanos hizo que el Instituto decayera, en parte motivada por problemas políticos y pérdida de influencia de sus directores. En el tiempo que duró la actividad del instituto hubo algunos errores por no poseer los medios y la preparación adecuados, aparte de los problemas comentados, no obstante, gracias a la actuación de esta institución y de las personas que lo integraron, se tuvo conocimiento de más de 150 yacimientos (arqueológicos y paleontológicos), que de otra forma hubieran desaparecido sin ningún tipo de información y registro que los docu-

Figura 1.14. Extracción de *Palaeoloxodon antiquus* localizado en Orcasitas, 21/12/1959. Cortesía del Instituto Arqueológico Municipal.



Figura 1.15. Extracción del *Gomphotrium angustidens* localizado en Tetuán de las Victorias. Cortesía del Instituto Arqueológico Municipal.



Figura 1.16. Dr. Miquel Crusafont i Pairó (1910-1983) fotografiado por Rafael Molins

mentara. El organismo municipal ha mantenido después épocas de altibajos, que se acentuaron con el traspaso de competencias de las autonomías, al no quedar claro por la administración el papel de cada institución.

En cuanto a la paleontología propiamente dicha, habrá que esperar a los años 50 a que tímidamente, de la mano de los paleontólogos catalanes del Museo de Sabadell (Miguel Crusafont, figura 1.16; y José F. de Villalta), vuelvan a retomarse los estudios sobre los vertebrados fósiles de Madrid. A ellos se debe la descripción de un nuevo género de rinoceronte, *Hispanotherium*, basado en la especie atribuida a Prado, *Rhinoceros matritensis*. Por la misma época, describirán *Triceromeryx pache-coi*, nuevo género y especie de rumian-

te definido sobre material de La Hidroeléctrica. También darán cuenta de hallazgos de vertebrados fósiles en los alrededores de Paracuellos del Jarama (Crusafont y Golpe, 1971).

Sin embargo, el número de paleontólogos de vertebrados es tan escaso en España, y los yacimientos tan abundantes, que el interés por parte de los profesionales catalanes en los yacimientos de Madrid es efímero.

A finales de los años 50 comienza la actividad investigadora de Emiliano Aguirre (figura 1.17), que será decisiva para el desarrollo ulterior de la paleontología madrileña. Personalidad de amplia formación naturalista y especialmente interesado en la paleontología humana y en la evolución. Su incorporación primero al departamento de paleontología de la UCM y poco más tarde al Instituto Lucas Mallada del CSIC, como jefe de la Sección de paleontología de Vertebrados y Humana, será decisiva para la formación de toda una generación de geólogos, biólogos y paleontólogos, muchos de los cuales retomaran los estudios sobre Madrid. Su revisión sistemática de 1969 sobre los elefantes fósiles es ya una obra paleontológica de concepción moderna. Aguirre ha sido pionero de nuevos campos, señalaremos que fue uno de los primeros que llamó la atención sobre el «valor patrimonial» de los fósiles; y aunque él no se ocupó directamente de los fósiles de Madrid, salvo en algunas ocasiones (Meléndez y Aguirre, 1958; Pérez González *et al.*, 1970; Arsuaga y Aguirre, 1979; etc.) fomenta-

rá los estudios multidisciplinarios sobre el terciario y cuaternario de España, incluyendo nuestra comunidad. Finalmente, Emiliano Aguirre será el gran impulsor de la paleontología humana en nuestro país, gracias a sus investigaciones sobre el Cuaternario de la Sierra de Atapuerca.

El desarrollo económico experimentado por nuestro país durante la década de los 60 dió lugar a nuevas condiciones sociales y con ellas al despegue de la investigación en numerosos ámbitos. Coincide con una época de apertura en todos los terrenos y no es de extrañar que numerosos geólogos y paleontólogos extranjeros cubran el vacío de investigadores.

A su vez, la prehistoria experimenta un cambio de visión y actuación con el discurso sobre distintos modelos teóricos y de método que empiezan a llegar del extranjero en la eclosión cultural del momento. Comienzan excavaciones en la península con cierto impacto como las de Torralba por Clark Howell a partir de 1962, que vuelven a llamar la atención sobre el potencial de los yacimientos de Madrid. Aparecen nuevamente estudios sobre la geología de las terrazas del Manzanares como el de Vaudour (1969). Es notable la presencia de paleontólogos ocupados en la investigación del terciario español (primero Hans de Bruijn, Paul Sondaar, y después, Matthijs Freudenthal, Remmert Daams, Albert van der Meulen...) gracias a los cuales se desarrollará el estudio de los micromamíferos fósiles.

Paralelamente, en los años 70, surge una nueva generación de prehistoriadores españoles que se ocupan de nuestros yacimientos paleolíticos. Destacan los trabajos en el valle del Jarama, y más concretamente en el yacimiento de Áridos en Arganda (figura 1.18). Aunque ya desde 1968 se conocían hallazgos faunísticos, de 1971 a 1976 se realizaron excavaciones sistemáticas que concluirán en la publicación *Ocupaciones Achelenses en el Valle del Jarama*, editada por M. Santonja, N. López Martínez, y A. Pérez González (1981). Esta obra puede considerarse modelo de los estudios cuaternarios de Madrid por su visión multidisciplinar e integradora (figura 1.19).

A partir de ahora, los fósiles asociados a los yacimientos cuaternarios también son objeto de estudio, algunos ejemplos son: Arriaga (López y Sesé en Rus, 1989; Soto en Rus, 1989; Sanchiz, 1991), Pinilla del Valle (Alfárez *et al.*, 1982), etc. Otros trabajos importantes

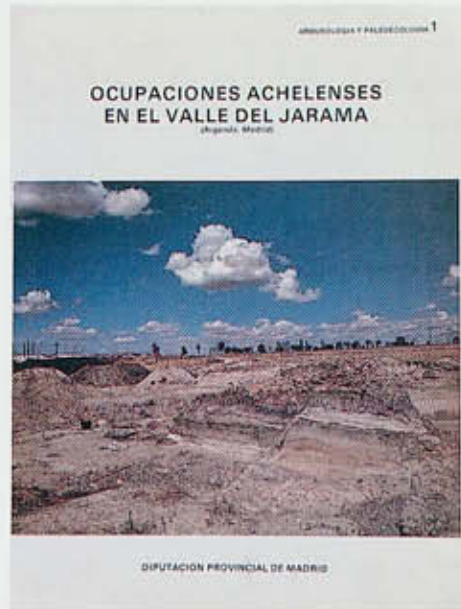


Figura 1.17. Dr. Emiliano Aguirre Enríquez (El Ferrol, 1925).



Figura 1.18. Yacimiento de Áridos I. Campaña de excavación 1976. Cortesía de Manuel Santonja.

Figura 1.19. Monografía sobre los yacimientos cuaternarios del Valle del Jarama. Yacimientos de Áridos. 1980.



sobre fauna cuaternaria serán los de Trinidad de Torres (1974) en la cueva del Reguerillo; Mazo, 1994 y 1995; Soto y Sesé, 1987 y 1991; Sesé y Ruiz Bustos, 1992.

El patrimonio paleontológico de Madrid se amplía en 1952 con el descubrimiento de vegetales fósiles en Torrelaguna. Como ha contado Diéguez *et al.* en este mismo volumen, hay que esperar a los años 80 para que se continúen los trabajos en esta zona (Álvarez Ramis, 1981 a y b). De 1986 a la actualidad se describirán nuevos hallazgos paleobotánicos en la Comunidad (Diéguez, 1986; Diéguez *et al.*, 1993).

Volviendo al Terciario, en 1974, Coplaco encarga al MNCN un informe sobre los yacimientos paleontológicos del Corredor Madrid-Guadalajara, primera señal de un interés de la administración hacia el patrimonio paleontológico.

En 1979, se descubre un nuevo yacimiento terciario en la propia ciudad de Madrid (c/ Moratines). El hallazgo se debió al paleontólogo Trinidad de Torres, vecino de la zona, y fue comunicado por Alberdi *et al.* (1981).

A comienzos de los años 80, el panorama va cambiando progresivamente y, la Diputación Provincial de Madrid comienza a comprender y valorar el patrimonio paleontológico. El Museo Nacional de Ciencias Naturales está creciendo, y con él los paleontólogos. Durante estos años los estudios sobre la paleontología y geología de Madrid se suceden, y se alcanza un alto nivel de conocimiento sobre lo que comienza a llamarse cuenca de Madrid. Se inician proyectos de investigación sobre el terciario de la región de Madrid (figura 1.20), con una proyección multidisciplinar, como fue el «Estudio Paleontológico y Estratigráfico del terciario del triángulo: Cerro el Viso-Cerro de Almodóvar-Cerro de los Guardias (Madrid), financiado por la Excm. Diputación Provincial de Madrid (1978-1983). Estos trabajos se divulgarán, junto a los realizados por cuaternaristas e historiadores, en una exposición celebrada en el castillo de Manzanares del Real «Madrid en sus orígenes». Se realizan los primeros trabajos monográficos sobre mamíferos fósiles de Madrid, como la descripción de mastodonte de Tetuán de las Victorias (Mazo, 1976), el estudio de *Anchitherium* del Puente de Vallecas (Herráez y Alberdi, 1983), la revisión de *Hispanotherium* (Cerdeño y Alberdi, 1983), o síntesis generales como la de Alberdi *et al.* (1984).



Son los años de la realización del «Plan Madrid. Estudio integral del subsuelo del municipio de Madrid», financiado mediante un convenio entre el I.G.M.E., la Excmo. Diputación de Madrid y el Excmo. Ayuntamiento de Madrid, coordinado por José Pedro Calvo Sorando (1982-1983); desde el MNCN se realizará la paleontología del Terciario y participará en la realización de un inventario sobre los yacimientos; en esta labor patrimonial es destacable la labor del geólogo Ernesto Gallegos. Calvo *et al.* (1986) publicarán un resumen con los resultados obtenidos.

El resultado de esta febril actividad se tradujo en un elevado nivel de conocimiento sobre la paleontología de vertebrados de Madrid, habiéndose incrementado de forma notable el número y calidad de los yacimientos de vertebrados fósiles (algunos descubrimientos notables se debieron al geólogo Fernando Junco, como los de Henares 2 o Paracuellos 5), lo que justificará la edición de un trabajo colectivo sobre «Geología y paleontología del Terciario continental de la Provincia de Madrid» editado por Alberdi, en 1985 (figura 1.21).

Se realiza en 1985-86 el mapa a escala 1:50.000 de Madrid (Plan Magna), que actualizaba el que en 1929 habían realizado Royo-Gómez y Menéndez Puget, la publicación verá la luz en 1989. La paleontología del Terciario será hecha en colaboración entre la UCM y el MNCN, el resumen por López Martínez y Morales (1989). López-Martínez *et al.* (1987) contribuirán de manera decisiva al conocimiento de los micromamíferos miocenos del área de Madrid.

A partir de 1985, el MNCN se reorganiza completamente, refundiéndose los institutos que habían sido desgajados después de la guerra civil; el Museo cuenta en la actualidad con un departamento de paleobiología dedicado fundamentalmente a la investigación en paleontología de vertebrados, particularmente en las áreas de mamíferos y humana. Además, cuenta con dos secciones dedicadas a la conservación de las colecciones de paleontología; una de invertebrados y paleobotánica, y otra de vertebrados y prehistoria, con conservadores propios. También ha jugado un papel importante en la fundación y desarrollo de varias sociedades científicas, entre las que destacan para

Figura 1.20. Perspectiva del Cerro de Almodóvar, donde se aprecia el corte con los afloramientos de fósiles. Fotografía de J.P. Calvo.



Figura 1.21. Portada del libro-síntesis sobre el Terciario de Madrid, 1985.

el objeto de nuestro estudio la Sociedad Geológica Española y la Sociedad Española de Paleontología.

Sin duda, todos estos últimos hechos han posibilitado la continuidad de los trabajos de paleontología de vertebrados en nuestro entorno, en los que la Comunidad de Madrid ha puesto un empeño especial, como se comenta más adelante. Con el seguimiento de obras urbanísticas como la del «Pasillo Verde Ferroviario» se inicia un nuevo periodo, y los excelentes frutos obtenidos lo serán en gran parte debido a la planificación paleontológica (Alcalá y Morales, 1994). Nuevos yacimientos van a ver la luz a partir de 1990, entre ellos destacan los de Estación Imperial, Paseo de las Acacias, los de la cuña Alhambra-Latina, Cerro de los Batallones, y un largo etcé-

tera. Estos hallazgos han sido y serán estudiados en diversos trabajos: Morales *et al.* (1992; 1993); Herráez (1993); Ginsburg *et al.* (1997), Sánchez *et al.* (1998). En este último trabajo se revisa la sistemática del género *Anchitherium* y se describen nuevas especies en Madrid como *Anchitherium matritense*, *Anchitherium alberdiae*, *Anchitherium procerum* y *Anchitherium cursor*.

Quedan otros muchos trabajos en curso, hay ambiciosos proyectos paleontológicos en marcha, y por primera vez, a lo largo de la historia de la paleontología madrileña existen las condiciones idóneas para su desarrollo. Esperamos que el presente volumen contribuya de manera decisiva al conocimiento de nuestro patrimonio paleontológico y su protección.

Figura 1.22. Reconstrucción geológica del subsuelo del Municipio de Madrid, dibujada por Teresa Morales para la exposición «Madrid en sus orígenes», Hoyo de Manzanares, 1983.



INTRODUCCIÓN

En el Museo Nacional de Ciencias Naturales se tienen guardadas en el Archivo un buen número de fotografías de algunos investigadores que formaron parte de la institución. Principalmente es numerosa la colección de fotografías de Royo y Gómez que estuvo, desde 1914 destinado en el MNCN, y cuya labor investigadora se desarrolló básicamente en las cuenca del Duero y Tajo, por lo que, lógicamente, son de estas zonas de donde se dispone de más cantidad (superior a 5.000) de material de este autor, el cual a su vez es del que más volumen fotográfico se dispone (Cuenca y Martín Escorza, 1988). Y de Eduardo Hernández-Pacheco, quien desde 1910 se incorporó como Jefe de Geología al MNCN y en el que desarrolló prácticamente la totalidad de su labor investigadora, que asimismo tuvo como pivote fundamental la Meseta de la que nos ha dejado unas excelentes fotografías.

LOS MATERIALES Y LOS AUTORES

Royo y Gómez tuvo que marchar de España en 1939 y quizá por esa razón no se dispone de ningún negativo de todas sus fotografías y puede ser que éstos se hayan perdido para siempre según conversaciones que se han mantenido con su hija, residente en Venezuela. Lo que queda, sin embargo, se conserva muy bien y son positivos, todos ellos pegados a un cartón en el que, su esposa escribió con tinta las anotaciones que le indicaba Royo y Gómez. De tal manera que en la mayoría de ellas están registradas el mes y

año en que fueron obtenidas así como el lugar y una somera descripción, principalmente geológica, del mismo.

También hay tomas de inestimable valor realizadas por Eduardo Hernández-Pacheco, que fue también profesor de geología del MNCN y gran aficionado a la fotografía. Si bien la cantidad no es grande, la calidad es notable.

De las fotografías de E. Hernández-Pacheco se dispone, por el contrario, de los negativos, que tienen un soporte en placas de cristal o de celuloide siempre de tamaño superior a 7 x 8 cm. Algunos de los celuloides se han tenido que tratar para que recuperaran su forma plana, pues con el tiempo habían adquirido un enrollamiento tal que era imposible su manipulación para sacar copia.

FOTOGRAFÍAS DE EXCAVACIONES PALEONTOLÓGICAS HISTÓRICAS REALIZADAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Carlos Martín Escorza



Figura 1.23. Madrid. Nivel de margas sarmatienses en que aparecieron restos de *Testudo bolivari*. Puente de la Princesa. E. Hernández-Pacheco la impresionó en una placa de cristal de 9 x 12 cm que se conserva en el MNCN (Archivo Fot. N.º. 6395).

LAS FOTOGRAFÍAS

De entre todo el material disponible sólo un centenar corresponden a temas paleontológicos de la Comunidad de Madrid. Y vistas todas ellas se han seleccionado aquellas fotografías que presentan mejor calidad, en conservación, nitidez de la imagen y también más expresión ambiental del yacimiento y de las circunstancias (persona, utensilios, etc) de su excavación.

La figura 1.23 corresponde al lugar de hallazgo de una *Testudo*. Se cita su existencia en Hernández-Pacheco (1921), Royo y Gómez *et al.* (1929) y en Royo y Gómez (1935). Corresponde a un nivel de margas miocenas.

De algunas de las fotografías, como es el caso de la Figura 1.24, nos ha llegado una detallada descripción del lugar, realizada por el propio autor, pero no parece que haya referencia al hallazgo en la literatura publicada. Quizá su descu-

bridor pretendiera luego incluir su estudio dentro una monografía general o artículo corto, pero por ejemplo en el caso expuesto bien pudo suceder que su autor, J. Royo y Gómez, dedicado en esos años a la política no tuviera lógicamente tiempo para realizarlo, y después, ya forzado a exilarse, el asunto quedó pendiente y sin acabar.

Hay, igual que alguna de las ya citadas, otras fotografías para las que no se han encontrado más referencias. Como quiera que por su temática o por su visión panorámica se consideran de calidad, decidimos exponerlas incluso con los pies textuales que el mismo autor nos ha dejado anotados (figura 1.25).

Visitando los terrenos en los que se estaba construyendo la Ciudad Universitaria, Royo y Gómez se encuentra, en septiem-

Figura 1.24. (izda). Madrid. Yacimiento del Arenero de Bos. Barrio de Usera. Julio, 1931. J. Royo y Gómez. la realizó con una película Leica; sólo se conserva el positivo de 8,5 x 12 cm. (Archivo Fot. MNCN, nº 3165).

Figura 1.25. (dcha). Madrid. Parte de la pelvis de *Elephas* en los aluviones con capas de arcillas de la tejería de la calle del General Ricardos, pasando el puente de Toledo hacia Carabanchel. Febrero, 1917. E. Hernández-Pacheco la realizó por medio de una película de 10 x 15 cm que se conserva. (Archivo. Fot. MNCN, nº 6349).





Figura 1.26. Madrid. Vista general de las excavaciones de la *Testudo bolivari* de la Ciudad Universitaria. Al fondo, la Casa de Velázquez y la Facultad de Filosofía y Letras. Desde el NE. Septiembre, 1934. J. Royo y Gómez la realizó con película Leica; sólo se conserva su positivo de 8,5 x 12,5 cm. (Archivo Fot. MNCN, nº 1907).

bre de 1934, un caparazón de *Testudo bolivari* en lo que son actualmente los jardines del Paraninfo. El hallazgo motivó que se planificara una excavación que se realizó durante cuatro días con personal del MNCN y el cedido por la propia Universidad de Madrid sobre cuyos terrenos se encontraba (figura 1.26). En total aparecieron 3 caparazones de tortuga que dieron pie a que Royo y Gómez volviera a insistir en la edad miocena de estas capas (Royo y Gómez, 1934; 1935).

De la terraza fluvial de San Isidro quedaban restos que eran explotados como areneros. En el cerro de San Isidro, situado al SE del cementerio, se descubrieron los primeros restos de mamíferos cuaternarios de Madrid (Ezquerro del Bayo, 1837-1845; en: Royo y Gómez *et al.* 1929) y también los primeros utensilios del Paleolítico inferior. Estos cerros han desaparecido, pero quedan

registradas las sucesiones estratigráficas realizadas en ellos por Royo y Gómez *et al.* (1929) y por Riba (1957). Además de algunas fotografías como la ya histórica que se muestra en la Figura 1.27.

Fue Ignacio Bolívar, entonces director del Museo Nacional de Ciencias

Figura 1.27. Madrid. Cerro de San Isidro. Corte completo. Foto de L. Menéndez Puget, ingeniero de Minas y colaborador de Royo y Gómez. Otoño, 1929. Positivo de 8,5 x 12 cm. (Archivo Fot. MNCN, nº 1861). Es parecida a la publicada por Royo y Gómez *et al.* (1929).





Figura 1.28. Madrid. El arroyo de los Meaques (Casa de Campo) en el lugar en donde apareció el primer caparazón de *Testudo bolivari*. Año, 1929. J. Royo y Gómez la sacó a través de una placa de cristal de 6,5 x 9 cm; se conserva sólo el positivo de 10 x 15 cm. (Archivo Fot. MNCN, nº 1413)

Naturales quien en 1872 encontró en el arroyo Meaques de la Casa de Campo un caparazón completo de *Testudo* (Bolivar, 1872). El lugar fue visitado después de algunos años por Royo quien obtuvo la fotografía adjunta ya publicada en Royo *et al.* (1929). El ejemplar fue preparado deficientemente y no se pudo conservar (Royo y Gómez, 1935).

Figura 1.29. Madrid. Yacimiento de mamíferos sarmatienses del Puente de Vallecas, corte del norte. E. Hernández-Pacheco la realizó con película de 9 x 12 cm, que se conserva. (Archivo Fot. MNCN, nº 6559).



Figura 1.30. Madrid. Arcillas arenáceas del Sarmatiense con restos de mamíferos junto a la carretera de Vallecas-Puente de Vallecas. Corte del Sur. E. Hernández-Pacheco la realizó con película Leica de 9 x 12 cm que se conserva. (Archivo Fot. MNCN, nº 6396).



Las figuras 1.29 y 1.30 son yacimientos de vertebrados que se referencian en Hernández-Pacheco (1921).

En la figura 1.31 se puede ver en primer plano al profesor Royo y Gómez (con boina) durante la extracción de los restos de *Mastodon* excavados. Este lugar está citado por Royo *et al.* (1929) y allí está fotografiada una de las piezas extraídas ya limpia y restaurada.

El yacimiento del km 5 de la carretera de Extremadura, en Carabanchel Bajo, está citado por Royo y Gómez *et al.* (1929). Se encontró en el arenero de Antolín García, junto al Tejar del Olivillo, y dió: dos fragmentos de defensa superior y un trozo de molar de *Mastodon angustidens* y un pedazo de costilla, quizá del mismo animal (op. cit.).

En Alcalá de Henares, en las laderas del cerro del Viso, se encontraron restos de «tortugas gigantes» en el ter-



Figura 1.31. Madrid, Carabanchel Bajo. Bloques ya excavados con las defensas de *Mastodon* del arenero de Antolín García en la carretera de Extremadura, Km 5. Otoño, 1928. Autor: Menéndez Puget. Se conserva el positivo de 8 x 13 cm. (Archivo Fot. MNCN, n° 2491).

Figura 1.32. Madrid, Carabanchel Bajo. Yacimiento de la defensa de *Mastodon*. Carretera de Extremadura Km 5. Año: 1929. J. Royo y Gómez la realizó impresionando una placa de cristal de 6,5 x 9 cm; sólo se conserva el positivo de 6 x 15 cm. (Archivo Fot. MNCN. N° 3418).

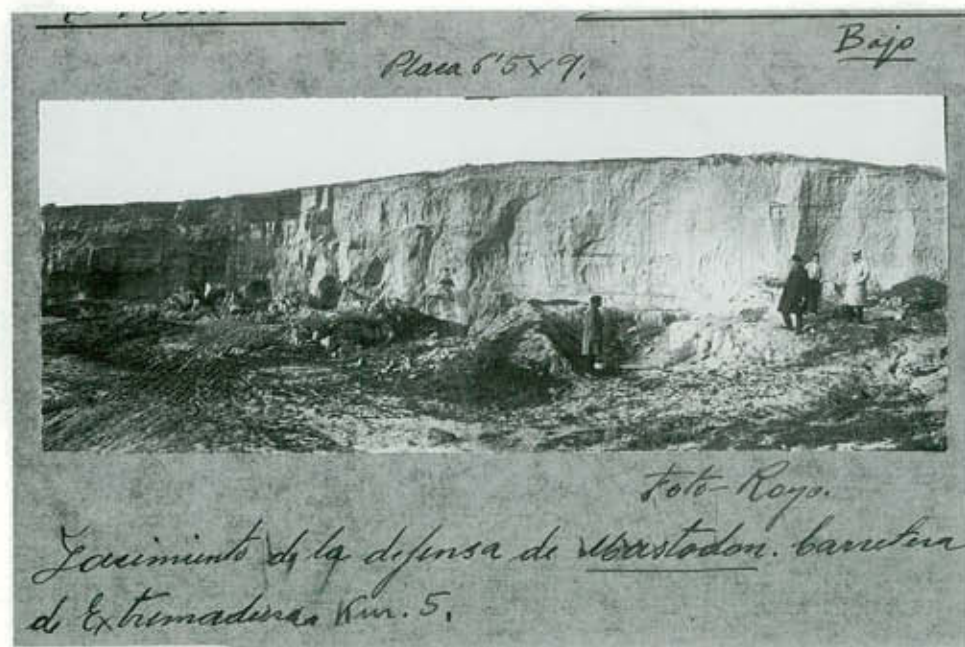


Figura 1.33. Madrid, Villaverde. Arenero de Barbas, excavación del cráneo de bisonte. Abril, 1935. J. Royo y Gómez la realizó con película Leica; sólo se dispone del positivo de 8 x 12,5 cm. (Archivo Fot. MNCN, n° 2494).



Figura 1.34. Madrid, Villaverde. Arenero de Barbas, excavación del cráneo de bisonte. Abril, 1935. J. Royo y Gómez obtuvo esta fotografía sobre película Leica; sólo se conserva el positivo en un tamaño de 8,5 x 12,5 cm. (Archivo Fot. MNCN, n° 3163). Esta fotografía fue publicada en el periódico YA el 10 de mayo de 1935.

cio final de la serie, entre margas verdosas a unos 150 m por encima del río Henares (Hernández-Pacheco, 1917). El hallazgo y consiguiente extracción se hizo de algunos de los ejemplares;

la hicieron el mismo E. Hernández-Pacheco, J. Royo y Gómez, entonces ayudante del MNCN, el también ayudante e hijo de aquel, Francisco Hernández-Pacheco y Molina, preparador del mismo Museo. Durante las visitas que se hicieron a este lugar se encontraron varias zonas con restos fósiles de tortugas. Algunos ejemplares de estas *Testudo* fueron llevados al MNCN donde, tras su estudio, se determinaron como correspondientes a la nueva especie *Testudo bolivari* (Hernández-Pacheco, 1921).

De este conjunto paleontológico se publicaron también otras fotografías realizadas por L. Menéndez Puget en el estudio monográfico de la hoja geológica de Alcalá de Henares (Royo y Gómez, 1928; Royo y Gómez y Menéndez Puget, 1928).



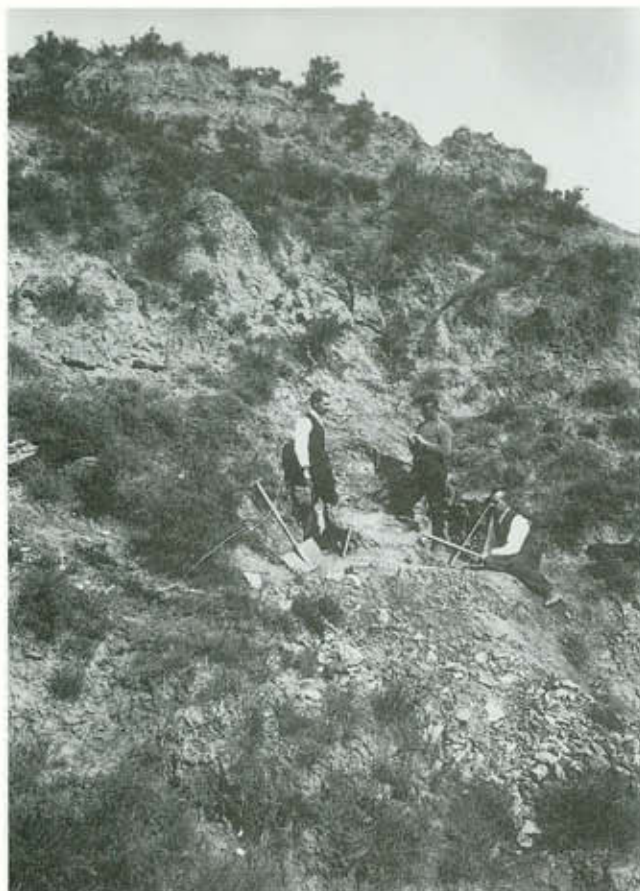


Figura 1.35. Madrid, Alcalá de Henares. Yacimiento de tortugas miocenas en el cerro del Viso. Extracción de un ejemplar. Febrero de 1927. Eduardo Hernández-Pacheco la registró por medio de una placa de cristal de 10 x 15 cm que se conserva en el MNCN. (Archivo Fot. N° 6552)



Figura 1.36. Madrid, Villaverde. Arenero de Barbas, excavación del cráneo de bisonte. Abril, 1935. J. Royo y Gómez la impresionó sobre película Leica. Ahora sólo se conserva el positivo en tamaño 8,5 x 13 cm. (Archivo Fot. MNCN, n° 3162).



Figura 1.37. Madrid, Alcalá de Henares. Extracción de la primera *Testudo bolivari* encontrada en el Barranco de los Mártires del cerro del Viso. Mioceno. Febrero de 1917. E. Hernández-Pacheco la realizó por medio de una placa de cristal de 10 x 15 cm que se conserva en el MNCN. (Archivo Fot. N° 6427).



Figura 1.38. Madrid, Alcalá de Henares. Espaldar de una tortuga en el cerro del Viso, durante su extracción del terreno. Mioceno. Abril, 1917. E. Hernández-Pacheco la impresionó en placa original de cristal de 10 x 15 cm que se conserva en el MNCN. (Archivo Fot. N° 6428).

Como se ha señalado en el capítulo precedente, los años finales de los 70 y la primera parte de los años 80, marcan un momento de gran desarrollo de la paleontología de Madrid; Plan Madrid, Mapa Geológico, publicación de la monografía editada por M.T. Alberdi (1985) sobre la paleontología del Terciario de Madrid, etc.

Parte de esta actividad se había realizado desde el Museo Nacional de Ciencias Naturales con el concurso de la Diputación Provincial de Madrid, que había financiado el proyecto «Estudio Paleontológico y Estratigráfico del terciario del triángulo: Cerro del Viso-Cerro de Almodóvar-Cerro de los Guardias», coordinado por M.T. Alberdi, desde 1978 a 1983, germen de la actual colaboración entre el actual Departamento de Paleobiología del Museo y la Consejería de Educación de la Comunidad.

Las relaciones entre el Museo y la institución provincial (cuyas competencias, poco más tarde, serán asumidas por la Comunidad de Madrid), se van a mantener de manera constante a lo largo del tiempo, aunque evidentemente los cambios organizativos sufridos provocaron alguna discontinuidad.

En 1985, la Comunidad Autónoma de Madrid recibió plenas competencias en materia de Cultura, incluyendo su patrimonio arqueológico y paleontológico. Un año después, se regulaban las intervenciones en el patrimonio arqueológico y paleontológico, bajo la Dirección General de Patrimonio

Cultural de la Consejería de Cultura. Conforme la Comunidad de Madrid va asumiendo sus competencias culturales, las relaciones entre el Departamento de Paleobiología y la Consejería de Educación se van intensificando progresivamente. El proceso respondió al interés de ambas instituciones en considerar que los fósiles madrileños también formaban parte del patrimonio cultural de Madrid (Velasco, 1991; Alcalá y Morales, 1992).

El papel jugado por la Comunidad de Madrid en la paleontología ha tenido vertientes muy diferentes que merece la pena considerar. Por una parte la aplicación de la Ley del Patrimonio Histórico Español, incluyendo ya la paleontología como sujeto cultural. De tal hecho proviene la declaración de protección de las terrazas del Manzanares, eje tradicional de la prehistoria y paleontología madrileña, pero también las primeras zonas de carácter exclusivamente paleontológico, como las de O'Donnell-Trapero, Paracuellos 1 y Paracuellos 2. Todas estas declaraciones, promovidas por la Comunidad de Madrid, contaron con el asesoramiento científico del Departamento de Paleobiología.

Estas declaraciones se han mostrado muy efectivas para el seguimiento de la ingente actividad urbanística en estas áreas de protección. Este control, regulado por la Ley 16/85 del PHE y por la propia Comunidad de Madrid, condiciona las licencias de obra a la autorización emitida por la Dirección general de Patrimonio Cultural, una vez realizada la

LA COMUNIDAD DE MADRID Y EL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES (C.S.I.C.). UN NUEVO ESCENARIO PARA LA PALEONTOLOGÍA MADRILEÑA

Jorge Morales y Fernando Velasco

actuación de prospección y en su caso excavación, documentándose convenientemente los posibles restos del solar.

Tal fue el caso del «Pasillo Verde Ferroviario» durante los años 1992-93, o el seguimiento más reciente de la tercera pista de Barajas (años 1997-98). Pero también, de manera individualizada como se ha hecho en las áreas periféricas del Pasillo Verde, en la Cuña Alhambra-Latina, en Paracuellos del Jarama, etc.

Todo este proceso ha sido decisivo para la paleontología de Madrid, puesto que difícilmente se habría podido recuperar el patrimonio paleontológico, en los niveles alcanzados, sin el apoyo legal y práctico realizado por la Comunidad. Los frutos de esta política no han tardado en verse; el resultado es evidente, en poco más de una década hemos acumulado mayor cantidad de información que en el resto de los casi 200 años de historia anterior, vía nuevos yacimientos y colecciones paleontológicas ahora obtenidos con rigor.

La participación del Departamento de Paleobiología ha sido activa todo el tiempo, siempre poniendo a disposición de la Comunidad de Madrid su experiencia científica y su infraestructura. Al mismo tiempo, se convertía en el depositario de los bienes paleontológicos madrileños, encargándose de su restauración y conservación.

A partir de 1991, mediante el proyecto financiado por la Comunidad de Madrid, «El Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid: estado actual y

perspectivas» dirigido por uno de nosotros (JM), se comienza a considerar los aspectos patrimoniales de la paleontología. Ciertamente la preocupación es anterior ya que habían sido tenidos en cuenta durante el desarrollo del Plan Madrid, pero no se habían formalizado convenientemente, sin una continuidad clara. En dicho trabajo se sentaban las bases para un desarrollo diferente de la paleontología de vertebrados madrileña, buscando una unión entre los aspectos científicos y los culturales.

Poco más tarde, en 1992, se empiezan a suceder los descubrimientos paleontológicos del Pasillo Verde, de Alhambra, de Batallones, etc. La Comunidad de Madrid, que ya lleva años implicada en la realización de la Carta Arqueológica, ve conveniente iniciar un proceso similar para el patrimonio paleontológico. Mediante convenios de colaboración con el Museo Nacional de Ciencias Naturales se realiza la primera versión de Carta Paleontológica de Madrid, que se concluye en 1994, incluyendo sólo los yacimientos terciarios (desde dicha fecha se actualiza anualmente).

La exposición «*Madrid antes del Hombre*» patrocinada por la Comunidad de Madrid y abierta al público en 1993 en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, supone el definitivo espaldarazo para esta nueva política sobre la paleontología madrileña. La exposición será readaptada y preparada para itinerar por toda la comunidad durante los dos siguientes años. El catálogo de dicha exposición, coordinado por Morales (1993), dará cuenta de los nuevos des-

cubrimientos realizados, entre ellos el más extraordinario es «la trampa de carnívoros del Cerro de los Batallones» en Torrejón de Velasco (figura 1.39).

Los éxitos de estas actuaciones son evidentes, y podrán seguirse en detalle más adelante; sin duda los sucesivos

convenios entre la Comunidad de Madrid y el Museo Nacional de Ciencias Naturales, los han posibilitado, al igual que las actuaciones de los profesionales que han trabajado en el seguimiento de los numerosos solares controlados, o las múltiples excavaciones de urgencia ejecutadas durante los últimos años.

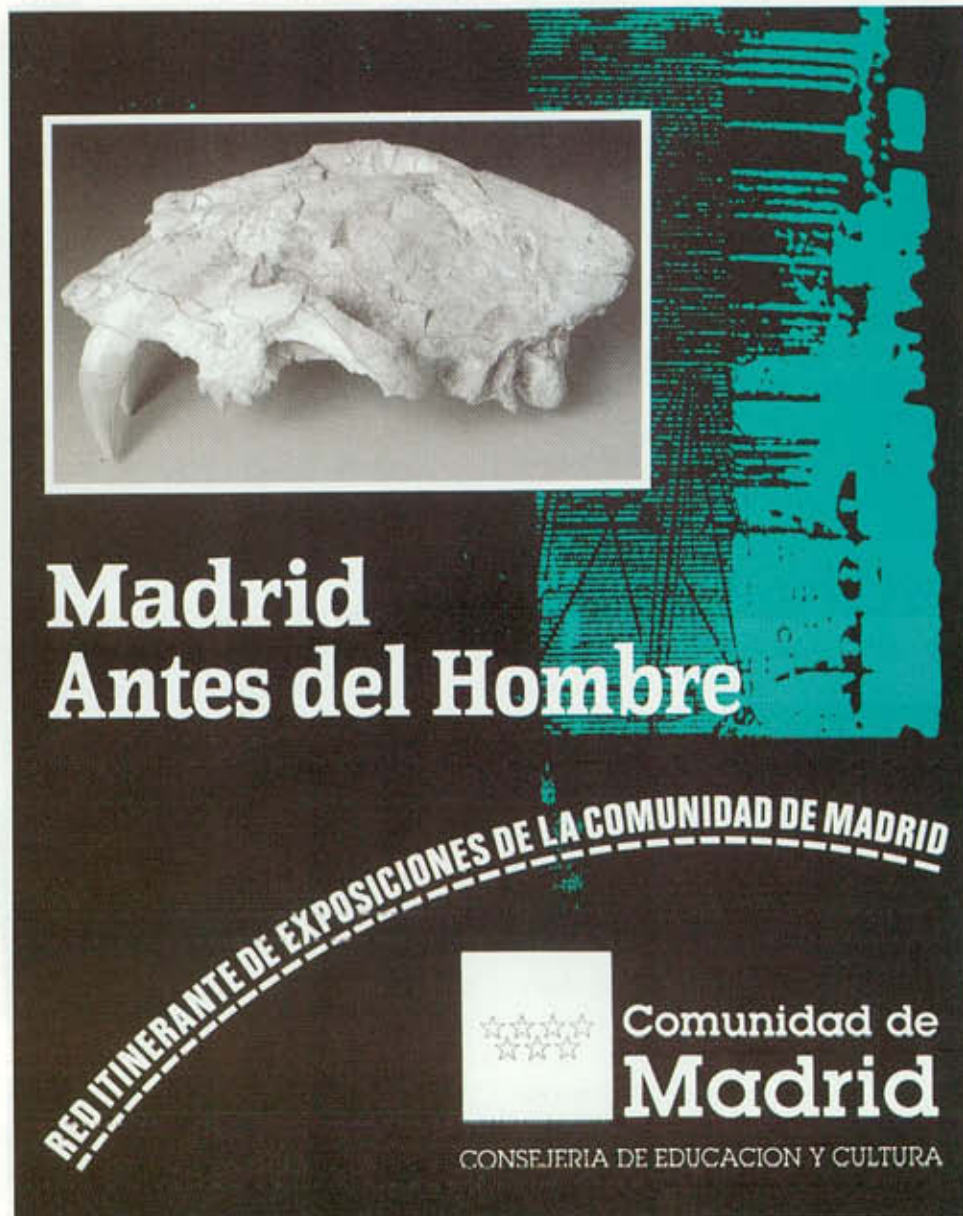


Figura 1.39. Portada del folleto divulgativo de la exposición «Madrid antes del Hombre».

La presente monografía no es más que la continuación de este proceso de colaboración, intentando poner al día el estado de conocimiento de la paleontología madrileña, no sólo de los aspectos científicos, que regularmente se hacen en las publicaciones especializadas, sino actualizando la Carta Paleontológica, ahora ampliada a los yacimientos con plantas mesozoicas y a los yacimientos con vertebrados cuaternarios.

El objetivo es que las medidas de protección actuales, que todavía no ha cubierto todo el área de potencial paleontológico, se amplíen. Es, por tanto, necesario y urgente el desarrollo de nuevas zonas paleontológicas, en áreas como Moraleja de Enmedio, Móstoles, Redueña, Guadalix, etc.. En esta línea se ha desarrollado el capítulo dedicado a Gestión del patrimonio paleontológico, de manera que la política aplicada a los bienes paleontológicos, sea similar a la que ya se aplica para el resto del patrimonio, recalcando la necesidad de desarrollo de actuaciones de carácter preventivo, que excluyan las zonas paleontológicas de las áreas de destrucción (urbanismo, minería, etc.), merced a su inclusión en el planeamiento municipal.

En esta línea debemos felicitar al actual equipo gestor de la Dirección General de Patrimonio Histórico Artístico de la Comunidad de Madrid por el impulso y decidido apoyo que está prestando al patrimonio paleontológico, tanto en su protección como en su vertiente socio-cultural, resultado de tantas investigaciones financiadas tanto con recursos propios como privados.

Independientemente de las nuevas perspectivas que abre la Ley de PHM a los profesionales de la paleontología, (que, ahora, podrán participar con pleno derecho en los seguimientos de las actuaciones urbanísticas realizadas en las zonas de protección paleontológicas), es necesario incidir en el carácter multidisciplinario del patrimonio histórico, en la urgencia de formar técnicos especializados en la protección del patrimonio histórico y, en particular, lograr una integración entre paleontólogos y arqueólogos, que van a compartir áreas de trabajo y problemáticas análogas.

No obstante, conviene hacer una llamada de atención sobre la necesidad de incorporar paleontólogos en la estructura de la Dirección General de Patrimonio Cultural, de forma que ésta abarque más sólidamente la definitiva e irrevocable inclusión de la paleontología dentro del patrimonio histórico madrileño.

Sin duda, con la promulgación de la nueva Ley de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid, asistiremos a una nueva época, en la que no sólo se debe asegurar la protección y uso racional del patrimonio paleontológico; sino, también, su potenciación cultural. Parece fuera de dudas que la colaboración entre la Comunidad de Madrid y el Museo Nacional de Ciencias Naturales tiene ante sí un importante reto y es esperable que junto al rico legado histórico depositado en nuestra comunidad, pueda incluirse con «carácter propio» la documentación fósil, como testimonio de un pasado de la naturaleza del que no podemos ni debemos prescindir.

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX se despertó el interés por el origen prehistórico de Madrid, y desde entonces los estudios sobre yacimientos prehistóricos y paleontológicos se han mantenido hasta la actualidad. Un buen ejemplo puede quedar reflejado con el descubrimiento, por Casiano del Prado y Valle, junto con E. de Verneuil y L. de Lartet (1863), de los primeros hallazgos prehistóricos de España, se trataba de los restos paleolíticos del Cerro de San Isidro, verdadero nacimiento de la prehistoria madrileña y española. En los capítulos anteriores se da cuenta detalladamente de los avatares de estos descubrimientos, y de los efectuados con posterioridad.

Si el conocimiento de la prehistoria y paleontología vivieron momentos de esplendor en el primer tercio del siglo XX, siendo los estudios sobre la ocupación pretérita de esta zona de Madrid uno de los focos más importantes de investigación de toda Europa, con la Guerra Civil Española toda esta dinámica se terminará bruscamente.

Entre los años de la posguerra y los 60 la destrucción de yacimientos, tanto arqueológicos como paleontológicos fue muy intensa, favorecida por el incremento de la construcción y la explotación de áridos en el Manzanares. El momento de mayor auge se va a producir hacia los años 70. Desde esta fecha y hasta el año 1985 en que son transferidas las competencias a la Comunidad de Madrid las intervenciones, tanto arqueológicas como paleontológicas, en el ámbito de las te-

rrazas del Manzanares se van a reducir a un escaso número de yacimientos, localizados en su mayoría fuera del término municipal de Madrid. Cabe destacar dentro de este municipio el yacimiento de la calle Moratines (1980).

A partir del año 1985 la Comunidad de Madrid, y en concreto la Dirección General de Educación y Cultura, inicia la realización de la Carta Arqueológica con el fin de otorgar la figura máxima de protección a esta zona que ya desde el siglo pasado había sido considerada como una de las más ricas de Europa, tanto arqueológica como paleontológica. Para la confección de la carta arqueológica y paleontológica se contó con la colaboración y el trabajo del Museo Municipal en la persona de su directora Dña. Carmen Priego, además de la importante labor de equipo de especialistas dirigido por D. Mario Menéndez Fernández, profesor titular de la Universidad Nacional de Educación a Distancia de Madrid y reconocido paleolitista, así como paleontólogos del Museo Nacional de Ciencias Naturales en colaboración con el departamento de paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Con los datos ofrecidos por estos trabajos y con los que contaba la Dirección General de Patrimonio Cultural, se inició el expediente de declaración, con la categoría de Bien de Interés Cultural, de la Zona Arqueológica de la Terrazas del Manzanares, incoándose dicho expediente el día 1 de marzo de 1990, declarándose definitivamente el 25 de noviembre de 1993 por Real Decreto

LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS DENTRO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE MADRID: EL PASILLO VERDE FERROVIARIO, CUÑA ALHAMBRA-LATINA Y ACTUACIONES LIMÍTROFES

Esther Herráez Iguualador, Pilar Mena Muñoz y M^a Emilia Noguera Montegudo

113/1993. El ámbito de protección del B.I.C. abarca ambas márgenes del río Manzanares, desde el Pardo hasta el término municipal de Getafe. Esta declaración se encontraba amparada en la Ley 16/85 de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español. Con unos meses de antelación, marzo del mismo año, el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid protegía algunos yacimientos aislados, arqueológicos y/o paleontológicos ubicados en las terrazas del Manzanares. Entre ellos es de interés destacar el yacimiento de Puente de Toledo (1806), San Isidro (1862) y Cerro de las Ánimas (1847).

A partir de la incoación y declaración de la Zona Arqueológica de la Terrazas del Manzanares con la máxima figura de protección (Bien de Interés Cultural), fueron de aplicación tanto la Ley 16/85 como el Plan General vigente. Al amparo de esta protección legal cualquier obra que supusiera remoción de terreno conllevaba la realización previa de una excavación sistemática, cuya dirección estaría a cargo de un arqueólogo y un

paleontólogo. Dicha obligatoriedad quedaba, además, expresamente reflejada en los dictámenes emitidos por la Comisión Local de Patrimonio Histórico de Madrid de la Consejería de Educación y Cultura y la Comisión de Control y Protección del Patrimonio de la Gerencia Municipal de Urbanismo, la cual examina todos los proyectos de nueva edificación, rehabilitación, etc., que afectan a esta zona declarada.

Al amparo de toda esta legislación que protegía y exigía el estudio de los yacimientos arqueológicos y paleontológicos conservados en la cuenca del Manzanares, fueron llevados a cabo los proyectos de investigación del Pasillo Verde Ferroviario, la construcción del túnel, telescopio y cocheras del metropolitano de Madrid en la zona de Cuña Alhambra-Latina, además de otras intervenciones fuera de estos dos grandes proyectos pero que se encuentran dentro de la Zona Arqueológica y Paleontológica de las Terrazas del Manzanares.

En la actualidad la zona arqueológica que nos ocupa, así como la del Recinto Histórico de Madrid y la paleontológica de Ciudad Pegaso se encuentran protegidas por el vigente Plan General de Ordenación Urbana de abril de 1977, y la ley 10/1998 de 9 de julio de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.

El PASILLO VERDE FERROVIARIO (P.V.F.)

Este gran proyecto ha constituido una de las operaciones urbanísticas más importantes y de mayor envergadura dentro del casco urbano de Madrid capital

Figura 1.40. Cartel de las obras del Pasillo Verde Ferroviario.





Figura 1.41. Vista aérea de la zona de influencia del Pasillo Verde Ferroviario. Cortesía del Consorcio Urbanístico del Pasillo Verde Ferroviario.

(figura 1.40 y 1.41), afectando directamente a más de un millón y medio de metros cuadrados de suelo en una de las zonas más ricas en yacimientos arqueológicos y paleontológicos de la Comunidad de Madrid, el valle del Manzanares.

El objetivo principal era recuperar una zona de Madrid que se encontraba muy deprimida debido a la localización en ella de una serie de instalaciones de tipo industrial que dividían el distrito municipal de Arganzuela. Afectaba al Sector sur de la zona céntrica madrileña abrazada por el río Manzanares, M-30, Las Rondas y la calle de Méndez Alvaro -fundamentalmente el distrito de Arganzuela- con una gran influencia por el trazado del ferrocarril de contorno que unía las estaciones de Príncipe Pío, Peñuelas, Delicias y Atocha.

Este proyecto se realizó en dos grandes fases: una primera de *actuación* sobre la vía férrea, reutilizando la antigua trama ferroviaria, enterrando la vía a su paso por el distrito de Arganzuela, consolidando el corredor Príncipe Pío-Atocha para el tráfico de viajeros.

El proyecto de enterramiento se dividió en cinco tramos:

- Tramo A- Puente de los Franceses-Príncipe Pío. Empresa Constructora: CUBIERTAS Y MOZOV.
- Tramo B- Campo del Moro-Plaza de Francisco Morano. Empresa Constructora: DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES.
- Tramo C- Plaza de Francisco Morano-Plaza de Peñuelas. Empresa Constructora: FERROVIAL.
- Tramo D- Plaza de Peñuelas-Paseo de las Delicias. Empresa Constructora: CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS.
- Tramo E- Paseo de las Delicias-Méndez Álvaro. Empresa Constructora: CUBIERTAS Y MOZOV.

La segunda fase de este proyecto se centró en el área periurbana del Pasillo Verde, transformando una gran superficie de suelo afectado desde el siglo pasado por las instalaciones ferroviarias e industriales, con la creación de grandes zonas verdes, de equipamiento, servicios terciarios y áreas residenciales.

Para llevar a cabo el Proyecto, se constituyó el Consorcio Urbanístico del "Pasillo Verde Ferroviario", formado por el Excmo. Ayuntamiento de Madrid y la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (RENFE), para gestionar y ejecutar un conjunto de obras en el ámbito del Pasillo Verde Ferroviario, modificando el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (vigente desde marzo de 1.985), incluyendo las cesiones de suelo y la ejecución de la obra de infraestructura urbanística ferroviaria, así como la construcción de equipamientos, dotaciones e instalaciones previstas.

Los primeros movimientos de tierras de este proyecto se iniciaron en Junio de 1990 y correspondieron al tramo E comenzándose sucesivamente los otros tramos.

En abril de 1991 se comenzaron las obras de vaciado en la antigua Estación

Imperial (figura 1.42 y 1.43), para el enterramiento de la vía, lo que supuso un gran movimiento de tierras que permitió observar los potentes niveles de relleno sobre los que se asentaba la mayor parte de la estación. En el área más cercana a la plaza de Francisco Morano, en el corte sur se observaban unos niveles de echadizo formados por una brecha calcárea, arenas con cantos dispersos y niveles de arcillas muy negras y arenas finas micáceas. Al revisar detalladamente este corte se comprobó la existencia de restos fósiles en estos dos últimos niveles, por lo que se planteó una excavación de urgencia. Aunque los restos encontrados se hallan inmersos en un nivel de echadizo, su excavación proporcionó 64 dientes de micromamíferos y más de 300 restos fósiles de macromamíferos. El vertido de este sedimento con restos fósiles se realizó antes de la construcción de la Estación Imperial (1881), y no creemos que venga de muy lejos, ya que los yaci-

Figura 1.42 Vista de las obras realizadas en la Estación Imperial. Puede observarse debajo de la construcción de la derecha un nivel más oscuro, que corresponde al yacimiento paleontológico.





Figura 1.43. Nota de prensa sobre el descubrimiento del yacimiento de Estación Imperial. Tomado de la revista Via Libre (nº 331, año 1991).

mientos cercanos, tanto históricos como modernos, se encuentran en este tipo de sedimento (Puente de Toledo, Hidroeléctrica, Moratines, etc.). Entre los restos fósiles encontrados destacamos la presencia de *Magerictis imperialensis* nov. sp., fósil cercano al pequeño oso panda que representa el hallazgo más antiguo conocido del grupo (1).

En el transcurso del control de las obras en el tramo A (Puente de los Franceses-Príncipe Pío) comenzadas a finales de 1991, en el parque de la Bombilla, en unos niveles de arenas cuaternarias se encontró, en enero de 1992, un pequeño fragmento de diente cuya morfología corresponde a la familia Rinoce-rotidae, sin que se pueda aportar mayor información (2).

Durante todo el movimiento de tierras que conllevó este gran proyecto se re-

cogieron en los niveles propicios, varias muestras para la obtención de microfau- na, en la gran mayoría dió positivo, encontrando, aunque escasos, algunos fragmentos de huesos de macromamí- feros, pero por desgracia ningún diente, por lo que no se pudo realizar ningún tipo de clasificación taxonómica.

La segunda fase del Pasillo Verde Ferroviario, fue la actuación sobre su zona periurbana, que se ha ido llevando a cabo de forma paulatina desde 1991, según se iban vendiendo las parcelas colindantes al este con el P.V.F.

La primera parcela en la que se realizó una peritación con resultados positivos, en julio de 1991, estaba situada en la zona de influencia del Pasillo Verde Ferroviario, lindante con su tramo C (Paseo Imperial- Plaza de Peñuelas) en las cercanías de la Plaza de Ortega y

(1) (2). Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Emilia Noguera Montegudo



Figura 1.44. a) Vista general de las obras del P.V.F. en los alrededores del Paseo de las Acacias. b) Vista del yacimiento Paseo de las Acacias, durante la excavación.



(3). Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Emilia Nogueras Monteagudo

Munilla. Con motivo de la prospección llevada a cabo para la construcción del aparcamiento del Hotel Rafael propiedad de la empresa REYAL S.A., se encontró el yacimiento al que denominamos "Paseo de las Acacias" (figura 1.44

a y b). Toda la superficie del solar conservaba un relleno considerable y variable según las zonas. Por debajo de este nivel de relleno se encontró un nivel de arcillas laminadas con abundante materia orgánica en donde comenzaron a aparecer numerosos restos fósiles pertenecientes a macromamíferos y micromamíferos. En este yacimiento se realizó, por primera vez dentro del casco urbano de Madrid, una excavación sistemática. Al finalizar la excavación se habían recuperado cerca de 2.000 piezas clasificables y 155 dientes de micromamíferos (roedores, insectívoros y lagomorfos). Entre los restos encontrados hay que destacar la presencia de *Dorcatherium* y *Procervulus* géneros desconocidos hasta la fecha en Madrid (3).

En julio de 1994 se descubrieron dos nuevos puntos fosilíferos con motivo de las prospecciones realizadas en dos par-

celas situadas en las antiguas instalaciones de la Estación de Peñuelas (área de influencia perimetral del Pasillo Verde Ferroviario, entre el Paseo de la Esperanza, la calle Majuelo, la calle Palo de Rosa y la Calle Gasómetro), propiedad ambas, de la empresa REYAL S.A.: "Paseo de la Esperanza 7"(4) y "Gasómetro 6"(5). El primero de ellos estaba situado en donde hoy se levanta el edificio existente entre las calle Ceiba, Majuelo, Palo de Rosa y el Paseo de la Esperanza y el segundo se encontraba bajo el bloque de viviendas situado entre las calles Majuelo, Ceiba, Palo de Rosa y Gasómetro, en este último yacimiento solamente se ha encontrado micromamíferos.

Justo en frente de estas parcelas, también en la calle Gasómetro (yacimiento de Gasómetro 4), en el solar propiedad de GHIBEL S.A., se encontraron nuevos restos pertenecientes a macromamíferos y micromamíferos. Hoy día el solar donde estaba el yacimiento, al igual que en los otros casos, está ocupado por un edificio de viviendas que corresponde a la calle Gasómetro números 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, y 30 (6).

ÚLTIMOS YACIMIENTOS DESCUBIERTOS EN LA ZONA DE LAS TERRAZAS DEL MANZANARES

En esta extensa área se han encontrado en los últimos años cinco nuevos yacimientos fosilíferos.

En el verano de 1991, con la apertura de la calle del Concejal Francisco J. Jiménez, fue notificada la existencia de restos fósiles al departamento de

Paleobiología del Museo Nacional de Ciencias Naturales y a la Consejería de Cultura. Los restos se encontraban a ambos lados de la calle en un nivel de arenas arcillosas.

Con motivo de la prospección realizada en noviembre de 1991 en la parcela denominada Alhambra, propiedad de VITRA COOP., se pudo excavar parte de este yacimiento el cual dió numerosos restos fósiles de macromamíferos. Este punto fosilífero se denominó Alhambra-1 (7).

En diciembre de 1991, durante la construcción del parque de la Cuña Verde de Latina, llevada a cabo por la empresa FERROVIAL en el talud efectuado en la Vía Carpetana se encontraron los restos de tres tortugas gigantes miocenas, de éstas una estaba bastante bien conservada pudiéndose extraer casi entera (8).

Posteriormente, en mayo de 1992, en la prospección de una nueva parcela en la zona de Alhambra, propiedad de la Corporación Financiera Valenciana S.A., se extrajeron varios fragmentos pertenecientes al menos a tres tortugas gigantes miocenas (yacimiento de Alhambra-2) (9).

La instalación de las cocheras para el METRO, la realización del túnel de acceso a éstas y del telescopio, dió la oportunidad de realizar una prospección y excavación de urgencia en esta rica zona de Madrid. Estas obras fueron realizadas por la Consejería de Transportes, quien costeó las prospecciones previas.

(4) Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Pilar Arias Cabezudo

(5) Directores de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador, D. José Luis Soriano Carrillo y Dña. Nuria Gil Guzmán

(6) Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Isabel Baquedano Beltrán

(7) Directores de la excavación Dña. Susana Consuegra y D. Laureano Merino Cristóbal.

(8) Directores de la excavación D. Jorge Morales Romero y Dña. Esther Herráez Igualador

(9) Directores de la excavación D. Laureano Merino Cristóbal y Dña. Ana Pernia y Dña. Josefina Enamorado



Figura 1.45. Asta de ciervo fósil (*Heteroprox moralesi*) del yacimiento de Alhambra-Túneles. En el yacimiento existen importantes concentraciones de fósiles cortadas por la calle Alhambra. El hallazgo fue comunicado por el geólogo D. Javier González que había leído en la prensa el descubrimiento de vertebrados en la Estación Imperial.

Se efectuó una primera excavación de urgencia en la acera sur de la Calle del Concejal Francisco J. Jiménez para así completar la excavación comenzada en la parte norte del yacimiento en noviembre del año anterior (yacimiento de Alhambra-Túneles). La riqueza de restos y la importancia de los mismos, ya que es el primer yacimiento del Aragoniense superior encontrado dentro del casco urbano de Madrid, motivó que la Dirección General de Patrimonio Cultural se hiciera cargo económicamente de una nueva excavación en noviembre de 1994 (10). El resultado de estas excavaciones ha sido la recuperación de más de 3.000 restos de macrovertebrados (figura 1.45), de 50 dientes de micromamíferos y varias placas de tortuga y mandíbulas de pequeños reptiles.

Al nordeste de este yacimiento en una amplia zona de más de 21.000 m² destinada a la construcción de las cocheras de Laguna para el Metropolitano de Madrid se realizaron las prospecciones previas a la construcción y el posterior

seguimiento de las obras durante el año 1993. El resultado de este trabajo fue la obtención de varios restos de tortugas gigantes, 10 dientes de roedores (cricétidos), 5 dientes de lagomorfos, un diente y un astrágalo de un pequeño artiodáctilo (*Caenotherium*) (11).

Además de las intervenciones llevadas a cabo en el ámbito del P.V.F. y Cuña Alhambra Latina, el nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, de 1997, ha supuesto la recalificación de suelo en el sur de Madrid, ello ha conllevado un incremento importante de obras de nueva urbanización, nueva edificación, instalación de servicios, etc. Al amparo de estas intervenciones se han realizado alrededor de 400 peritaciones arqueológicas y paleontológicas que han permitido el estudio de nuevos yacimientos en estos últimos años.

Entre ellos cabe destacar el yacimiento de "PAR Esperanza" (figura 1.46), excavado en septiembre de 1994, construido por GRD PROYECTOS Y OBRAS (12). Durante el mes de octubre de 1998 se descubre un nuevo yacimiento en la "Calle Bolívar", dentro del Estudio de Detalle 2.17 de la misma, afectando a dos parcelas, siendo en la B1, propiedad de PROSA, S.A. (13), los restos recuperados pertenecen a una tortuga gigante miocena y artiodáctilos (*Bunolistriodon* y *Caenotherium*); el yacimiento continúa hacia la parcela B2, propiedad de ZONA GEST (14) en la que se recuperaron fragmentos de caparazón y dos miembros anteriores, en conexión anatómica, de una tortuga gi-

(10) Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Susana Consuegra

(11) Directores de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y D. Susana Consuegra

(12) Directores de la excavación D. Bienvenido Maquedano y D. Gonzalo Bernal

(13) Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Pilar Arias Cabezudo

(14) Directores de la excavación D. José Luis Soriano Carrillo y Dña. Nuria Gil Guzmán



Figura 1.46. Yacimiento de P.A.R. Esperanza, fotografía tomada en 1994, durante las excavaciones paleontológicas.

gante, así como fragmentos de caparazón de tortugas de menor tamaño pertenecientes a una especie diferente.

Además de estos yacimientos se han encontrado en las diferentes prospecciones llevadas a cabo en el casco urbano de Madrid, diversos restos de microfauna, entre estos destacaremos:

Los hallazgos realizados en junio de 1994, con motivo de la peritación llevada a cabo en la calle Fuendetodos nº 26 en el Barrio de Goya distrito de Latina, en donde se encontró un fragmento de diente perteneciente a un lagomorfo, cuya morfología nos indica la presencia del género *Lagopsis* (15).

En la Parcela 4 situada entre las calles Majuelo, Ceiba, Gasómetro y el Paseo de las Acacias, calle Gasómetro, en el

área de influencia perimetral del Pasillo Verde Ferroviario, y en el edificio colindante con los de los yacimientos de Gasómetro 6, Gasómetro 4 y Paseo de la Esperanza 7. Se encontró en una muestra recogida para la obtención de microfauna, un diente de *Fablbuschbia koenigswaldi*. Esta prospección se realizó en noviembre de 1994 (16).

Dentro del área de influencia perimetral de P.V.F., junto al tramo E y en la parcela, propiedad de la Empresa Municipal de la Vivienda, y delimitadas por las calles Tomas Bretón, Alabastro, Párroco Eusebio Cuenca y Circón se recogieron, en un nivel de arcillas marrones, un fragmento de diente de lagomorfo, posiblemente *Lagopsis*, y un diente de *Megacricetodon* cf. *collongensis*. Esta intervención fue realizada en diciembre de 1994 (17).

(15) Directores de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Antonia Gianini

(16) Directores de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Isabel Baquedano

(17) Directoras de la excavación Dña. Esther Herráez Igualador y Dña. Nuria Gil Guzmán y Dña. Pilar Arias Cabezudo

Los materiales procedentes de las intervenciones citadas se encuentran en depósito en el Museo Nacional de Ciencias Naturales.

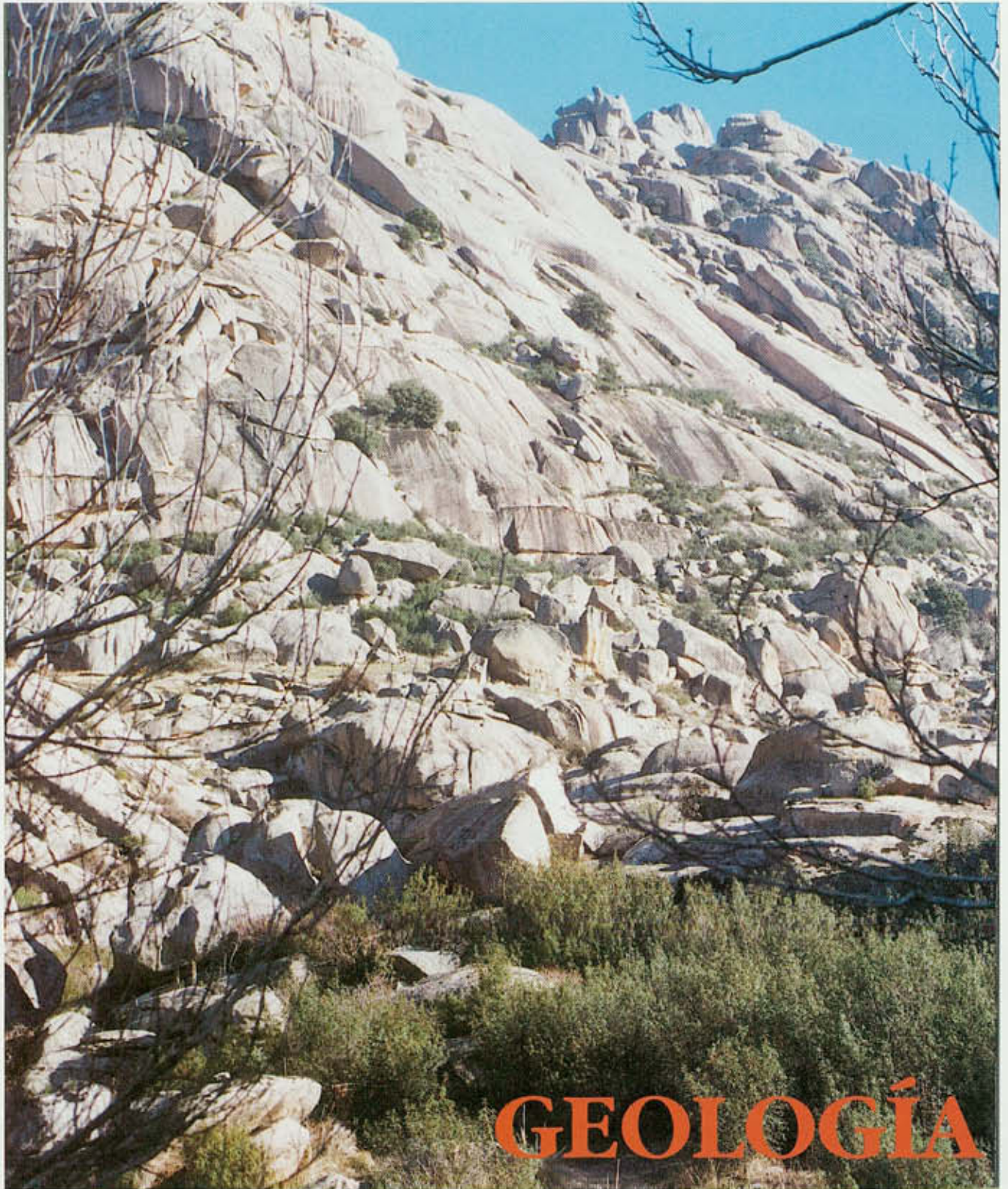
Capítulo 2



Floras y faunas fósiles de Madrid

Tres conjuntos diferentes de yacimientos paleontológicos han sido considerados en nuestro trabajo:

- *Yacimientos con plantas mesozoicas, situados en el área de Torrelaguna.*
- *Yacimientos de vertebrados terciarios (principalmente con mamíferos), que en Madrid todos son de edad Mioceno; este conjunto ha suministrado una gran cantidad de hallazgos, algunos de ellos de extraordinaria importancia.*
- *Yacimientos de vertebrados cuaternarios, incluyendo sólo los que contienen restos paleontológicos bien determinados o conocidos, que probablemente son sólo una mínima parte de los yacimientos con fósiles cuaternarios existentes en Madrid, indicando la urgencia de una revisión de los fondos cuaternarios depositados en los museos de Madrid.*



GEOLOGÍA

Ubicada en el centro de la Península Ibérica, la Comunidad de Madrid forma parte, desde un punto de vista geológico, del Sistema Central Español, el cual pertenece a una unidad geológica mayor, el Macizo Hespérico o Macizo Ibérico, y de la Cuenca de Madrid, denominada tradicionalmente Fosa o Cuenca del Tajo (Figura 2.1).

Geográficamente, los relieves montañosos integrados dentro del Sistema

abarcen unas dos terceras partes del territorio de la Comunidad, se caracterizan por presentar una morfología de superficies, están en las proximidades de la Sierra, y de mesetas o páramos, ambas excavadas por valles fluviales, dentro de los cuáles destacan los de los ríos Alberche, Guadarrama, Manzanares, Jarama, Henares, Tajuña y Tajo, este último definiendo el límite meridional de la Comunidad de Madrid (Figura 2.2).

MARCO GEOLÓGICO GENERAL. UNIDADES GEOLÓGICAS DE MADRID Y SU EVOLUCIÓN

José Pedro Calvo

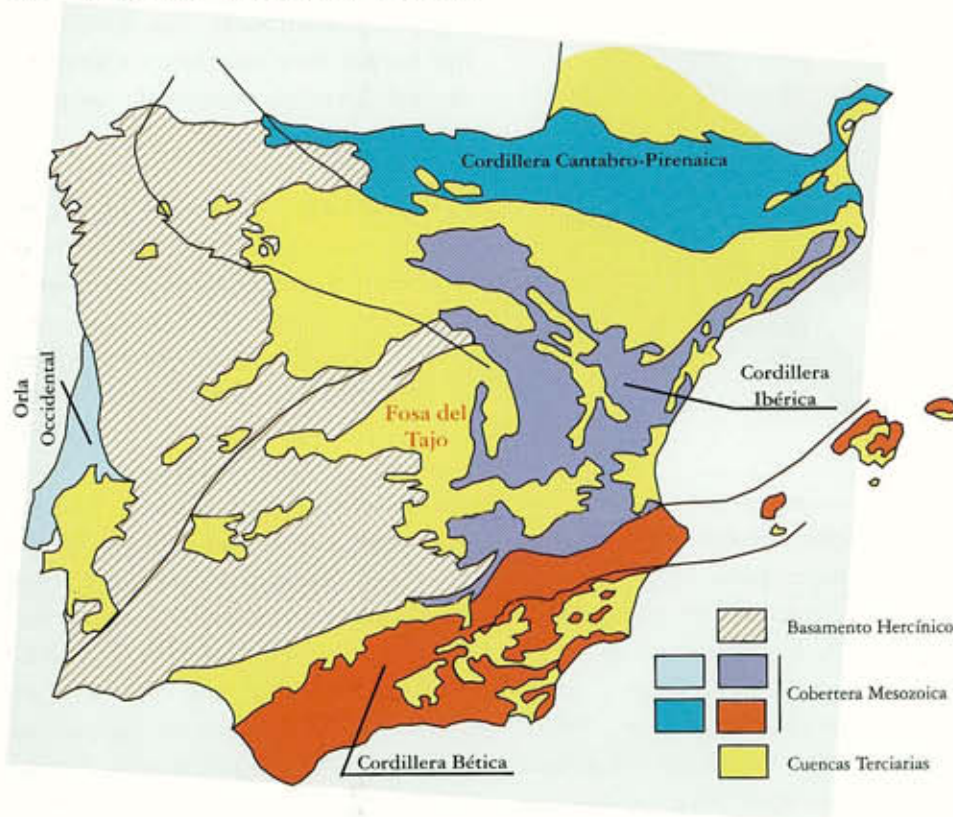


Figura 2.1. Situación de la Cuenca de Madrid (denominada en la figura Fosa del Tajo) en el centro de la Península Ibérica (Modificada de Julivert, 1983).

Central que aparecen en la parte noroeste de la Comunidad de Madrid constituyen las sierras de Guadarrama, Somosierra, y otras, con cotas por encima de los 1600 m. Las zonas correspondientes a la Cuenca de Madrid, que

UNIDADES GEOLÓGICAS DE MADRID

En el dominio de la Sierra afloran principalmente rocas magmáticas y metamórficas, desprovistas de cobertera sedimentaria excepto en el valle del

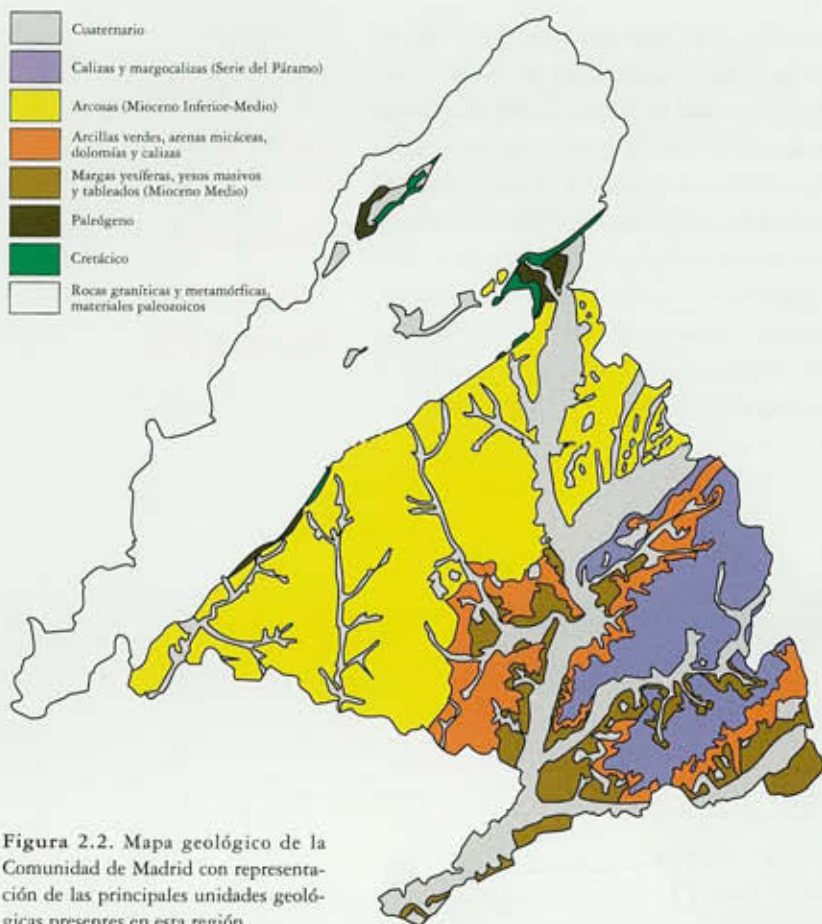


Figura 2.2. Mapa geológico de la Comunidad de Madrid con representación de las principales unidades geológicas presentes en esta región.

Lozoya y en otras pequeñas áreas. Los materiales ígneos plutónicos, que constituyen la mayor parte de la Sierra de Guadarrama, consisten en granodioritas (*sensu lato*) y leucogranitos, con claro predominio de monzogranitos y granitos biotíticos (Villaseca *et al.*, 1993). Corresponden a intrusiones plutónicas cuyo emplazamiento principal tuvo lugar posiblemente entre 310 y 280 millones de años (Carbonífero superior). La presencia de filones de pórfidos y rocas pegmatíticas asociados a las rocas plutónicas es el resultado de procesos tardíos durante la Orogenia Hercínica. Por su parte, las rocas metamórficas presentan una amplia variedad composicional,

destacando en la parte occidental (Sierra de Guadarrama) la abundancia de gneises, esquistos y migmatitas, resultado de un proceso de granitización de sucesiones metasedimentarias (García Cacho y Aparicio Yagüe, 1984), y en la parte oriental (Somosierra) la existencia de potentes series con grado de metamorfismo variable, desde muy bajo a medio. La edad de estas sucesiones metamórficas abarca desde tiempos pre-ordovícicos hasta el Carbonífero. Composicionalmente, los materiales que forman estas sucesiones metamórficas son variados, dominando las pizarras y cuarcitas.

La distribución espacial del ámbito en que afloran predominantemente rocas plutónicas y metamórficas asociadas a los granitos frente al ámbito compuesto de forma mayoritaria por materiales metamórficos de menor grado, tiene una repercusión directa en el tipo de depósitos terrígenos que se acumularon durante el Terciario en la Cuenca de Madrid, al proceder de áreas fuente de distinta composición según el área considerada. No obstante, antes de entrar en los aspectos relativos a la sedimentación terciaria, que caracteriza el dominio de la Cuenca de Madrid, es obligado hacer referencia a las formaciones sedimentarias de edad cretácica que se adosan discordantemente a los materiales plutónicos y metamórficos en la parte sur de la Sierra. Los depósitos cretácicos, con un espesor que supera los 200 m, consisten inicialmente en materiales terrígenos, conocidos como Facies Utrillas, y posteriormente en una sucesión bastante continua de se-

dimentos carbonáticos formados en ambientes marinos, dentro de los que se reconocen algunos intervalos continentales durante los que se produjo la acumulación de restos vegetales de cierta entidad. Hacia el techo de las formaciones cretácicas se observa un nuevo ciclo de sedimentación, discordante sobre los depósitos netamente marinos previos, que registra el tránsito a condiciones sedimentarias continentales, las cuáles serán predominantes, por no decir exclusivas, a lo largo del Eoceno. Es durante este periodo cuando se depositó una potente sucesión de sedimentos terrígenos y evaporitas que llega a alcanzar varios centenares de metros de espesor en algunos puntos (IGME, 1990 a, b).

El resto del registro paleógeno, que abarca el Eoceno superior y el Oligoceno (Portero y Olivé, 1983), reposa mediante paraconformidad o en suave discordancia angular sobre la sucesión paleógena anteriormente señalada. Consiste en unos 750 m de sedimentos margosos y carbonatados que en vertical pasan a depósitos terrígenos progresivamente más gruesos.

La sucesión miocena, en la que se ubica la mayor parte de los yacimientos de vertebrados de Madrid, se sitúa discordantemente sobre los materiales paleógenos y, frente a la escasa representación areal de éstos, constituye el conjunto de sedimentos más extendido en la región. Los depósitos miocenos, que llegan a presentarse con un espesor directamente observable en afloramiento de casi 200 m, son de naturaleza muy

variada: gravas, arenas, arcillas, carbonatos, yesos y otros tipos de evaporitas. El espesor de sedimentos anteriormente indicado es, no obstante, parcial dado que el espesor real de materiales miocenos puede ser cifrado, mediante datos de geofísica profunda (Racero, 1988; Querol, 1989), en más de 500 m.

La composición litológica de los depósitos miocenos dista de ser homogénea, observándose en ellos numerosos cambios laterales de facies, particularmente cuando se comparan los sedimentos próximos a la zona de la Sierra con los aflorantes en zonas meridionales de Madrid. Aparte de estas variaciones en sentido horizontal, son observables también cambios notables en la vertical, que en ocasiones aparecen marcados por discontinuidades tales como superficies de karstificación o rupturas netas en la tendencia de la sedimentación. Es sobre esta base sobre la que se han distinguido tres unidades estratigráficas mayores dentro del registro mioceno de la Cuenca de Madrid: Unidad Inferior (Ramblense-Aragoniense medio), Unidad Intermedia (Aragoniense medio-Vallesiense) y Unidad Superior (Vallesiense-Turolense) (Alberdi *et al.*, 1985; Calvo *et al.*, 1993). La descripción detallada y los comentarios sobre los ambientes de sedimentación en que tuvo lugar el depósito de estas unidades, en particular de la Unidad Inferior y Unidad Intermedia del Mioceno, en la Comunidad de Madrid se presentan en un apartado posterior.

Los depósitos de edad Plioceno forman, en términos relativos, una delgada capa

de sedimentos, fundamentalmente terrígenos, que, en partes centrales de la cuenca, están cubiertos por una costra calcárea de algunos metros de espesor. Estos depósitos constituyen el registro neógeno más reciente previo al encajamiento de la red fluvial cuaternaria.

Las relaciones geométricas entre los dos dominios distinguidos, Sierra y Cuenca, así como la interpretación de la estructura de ambos han sido objeto de modelizaciones que en algunos casos presentan notables diferencias entre sí. En la figura 2.3 se muestran dos de los esquemas propuestos para la estructura

en profundidad de la Cuenca de Madrid y sus relaciones con los bordes O y E (Sistema Central y Sierra de Altomira). Las diferencias más sobresalientes radican en la morfología del basamento sobre el que se dispone toda la sucesión terciaria que rellena la cuenca así como en la geometría de las fallas que limitan los bordes de cuenca. Un contraste entre las ideas relativas a la estructura del Sistema Central y su modo de emplazamiento durante el Paleógeno puede obtenerse en Martín Escorza (1983), Warburton y Alvarez (1989), Vegas *et al.* (1990) y De Vicente *et al.* (1996).

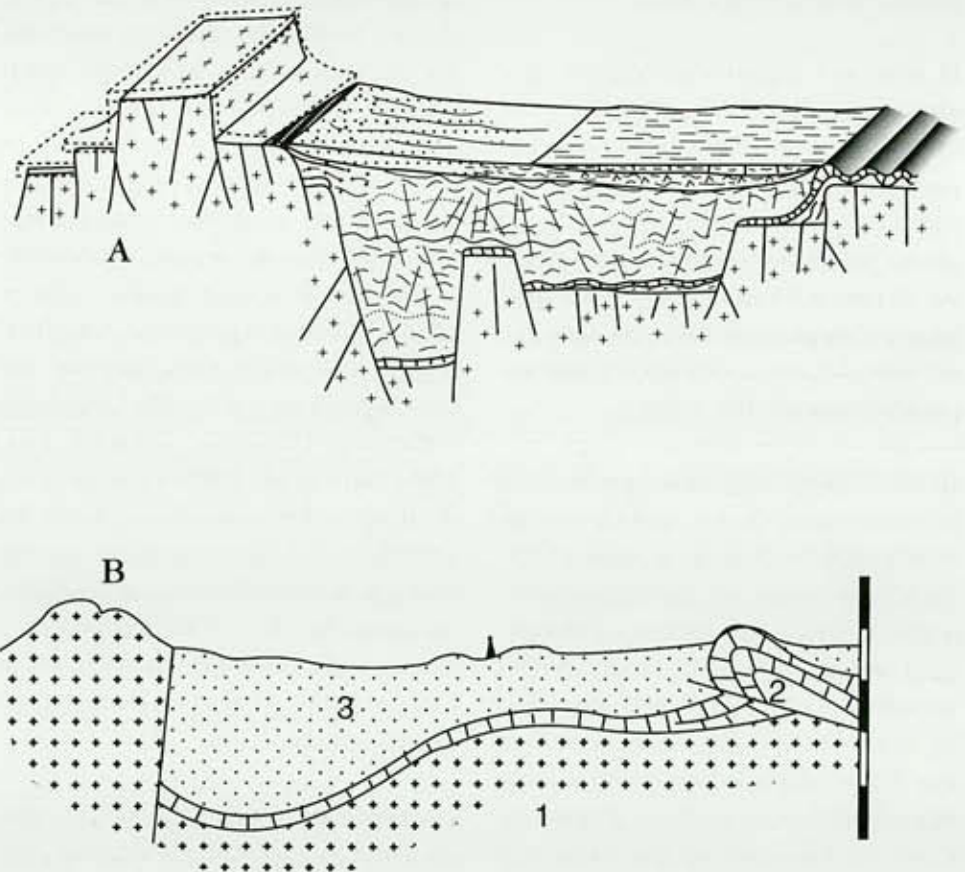


Figura 2.3. Cortes geológicos de la Cuenca de Madrid y sus márgenes occidental (a la izquierda en ambos casos) y oriental (Sierra de Altomira).

A) Corte geológico basado en datos geofísicos gravimétricos y magnetométricos mostrando supuestas irregularidades del zócalo sobre el que se depositó la serie terciaria; la escala vertical está exagerada y la profundidad máxima de sedimentos desde la superficie se supone del orden de 3.500 m (Modificado de Martín Escorza, 1983).

B) Corte geológico basado en datos de sísmica de reflexión en el que se muestra la asimetría del zócalo, aunque sin presencia de fracturas; 1.- rocas granítico-metamórficas, 2.- Cretácico indiferenciado, 3.- Terciario indiferenciado (modificado de Junco y Calvo, 1983).

EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE MADRID

Los materiales que forman la parte del Sistema Central comprendida dentro del territorio de la Comunidad de Madrid se depositaron y emplazaron a lo largo del Paleozoico y fueron afectados por la deformación consiguiente a la Orogenia Hercínica. Las sucesiones de depósitos acumulados desde antes del Ordovícico sufrieron plegamientos y fracturación bajo condiciones metamórficas (Capote, 1985). Las estructuras tectónicas observables en estos materiales se originaron esencialmente durante el Carbonífero Superior. En los momentos finales de la extensión ligada a la tectónica Hercínica tuvo lugar la intrusión de la mayoría de los cuerpos graníticos.

Al no haber registro de materiales del periodo comprendido entre el Paleozoico superior y el Cretácico medio, los trazos de la historia geológica de la región de Madrid quedan bastante difuminados, pudiéndose indicar tan solo que, tras el final del ciclo Hercínico, se produjo una importante etapa de fracturación, existiendo también una moderada actividad hidrotermal y magmática que dió lugar a diques de composición variada. En este intervalo temporal de casi 200 millones de años, el territorio de Madrid debió quedar expuesto de forma prácticamente total a la acción de la erosión y, si se produjo el depósito de materiales sedimentarios, éstos fueron arrasados, no quedando vestigios de ellos ni en afloramiento ni en profundidad, tal como ponen de manifiesto las investigaciones geofísicas realizadas en la Cuenca de Madrid (Querol, 1989).

No es hasta el Cretácico medio, hace alrededor de unos 100 millones de años, cuando una amplia transgresión marina deja una neta impronta de sedimentos en Madrid y en zonas más hacia el oeste, en un momento en que la Sierra de Madrid no existía como tal relieve, tal como demuestra el hecho de que formaciones sedimentarias cretácicas similares se encuentran a un lado y otro de lo que actualmente es esta sierra (Alonso y Mas, 1982). La sucesión de sedimentos cretácicos indica una evolución rápida desde materiales depositados en ambiente continental a sedimentos formados por una enorme contribución de organismos marinos, que marcan la pauta de lo que fue la sedimentación durante el Cretácico superior en esta región. Esta amplia invasión del mar duró, en conjunto, más de 30 millones de años.

Hacia el final del Cretácico, durante el Campaniense, las condiciones de sedimentación arriba apuntadas empezaron a variar, comenzando un ciclo de sedimentación nuevo, discordante sobre los depósitos abiertamente marinos anteriores, con una tendencia regresiva que culminó en la acumulación de una potente sucesión terrígena y evaporítica de carácter claramente continental.

Este ciclo sedimentario de tránsito entre condiciones marinas y continentales abarca así el final del Cretácico y buena parte del Eoceno. Entre la parte final del Eoceno y el inicio del Oligoceno, o quizás antes según algunos autores (IGME 1990b), tiene lugar el comienzo del emplazamiento y elevación del Sistema

Central. Fruto de este proceso se depositaron, en suave discordancia angular sobre los sedimentos del Paleógeno inferior, materiales terrígenos que corresponden al avance de sistemas de abanicos aluviales en los que se acumularon los materiales erosionados del nuevo relieve emergente, depositándose más hacia el centro de la cuenca sedimentos lacustres carbonatados y evaporíticos. Los sondeos profundos y la información geofísica disponible (Querol, 1989) ponen de manifiesto la gran importancia en volumen que los depósitos paleógenos tienen en el relleno de la Cuenca de Madrid. Lamentablemente, no existen observaciones en detalle que permitan una interpretación precisa de sus condiciones de sedimentación ni de la distribución de paleoambientes.

Durante el Mioceno, la Cuenca de Madrid fue rellenada por una potente sucesión de sedimentos, todos ellos en facies continentales. Emplazada la Sierra como un relieve importante al norte de la región, este relieve fue la fuente de suministro esencial de los materiales terrígenos, de composición arcósica, en clara relación con el carácter granítico y gneísico de los materiales del Sistema Central, que forman las unidades marginales miocenas. El depósito de estas unidades arcósicas tuvo lugar en un complejo de abanicos aluviales que se extiende unos 20 km desde el borde de la Sierra hacia el sur. En una franja que se localiza en la parte meridional del casco urbano de Madrid y se continúa al este por la vertiente derecha del río Henares y al oeste y sur por Getafe hasta Illescas, las arcosas pasan lateralmen-

te a depósitos de granulometría más fina, arenas y arcillas con progresivas intercalaciones de carbonatos o de evaporitas, representando este cambio lateral de facies el tránsito de la parte distal de los abanicos aluviales a márgenes lacustres. La sección observable en el área de Paracuellos de Jarama patentiza de forma neta la existencia de tal cambio transicional de facies (Alonso *et al.*, 1986). Más hacia el E, en el área de Torrejón de Ardoz y Alcalá de Henares, las facies miocenas son, por el contrario, de composición litarenítica o arcósico-litarenítica mixta, reflejando un área de procedencia diferente a la que suministró arcosas en el área urbana de Madrid y zonas adyacentes al norte y oeste (Calvo *et al.*, 1989a).

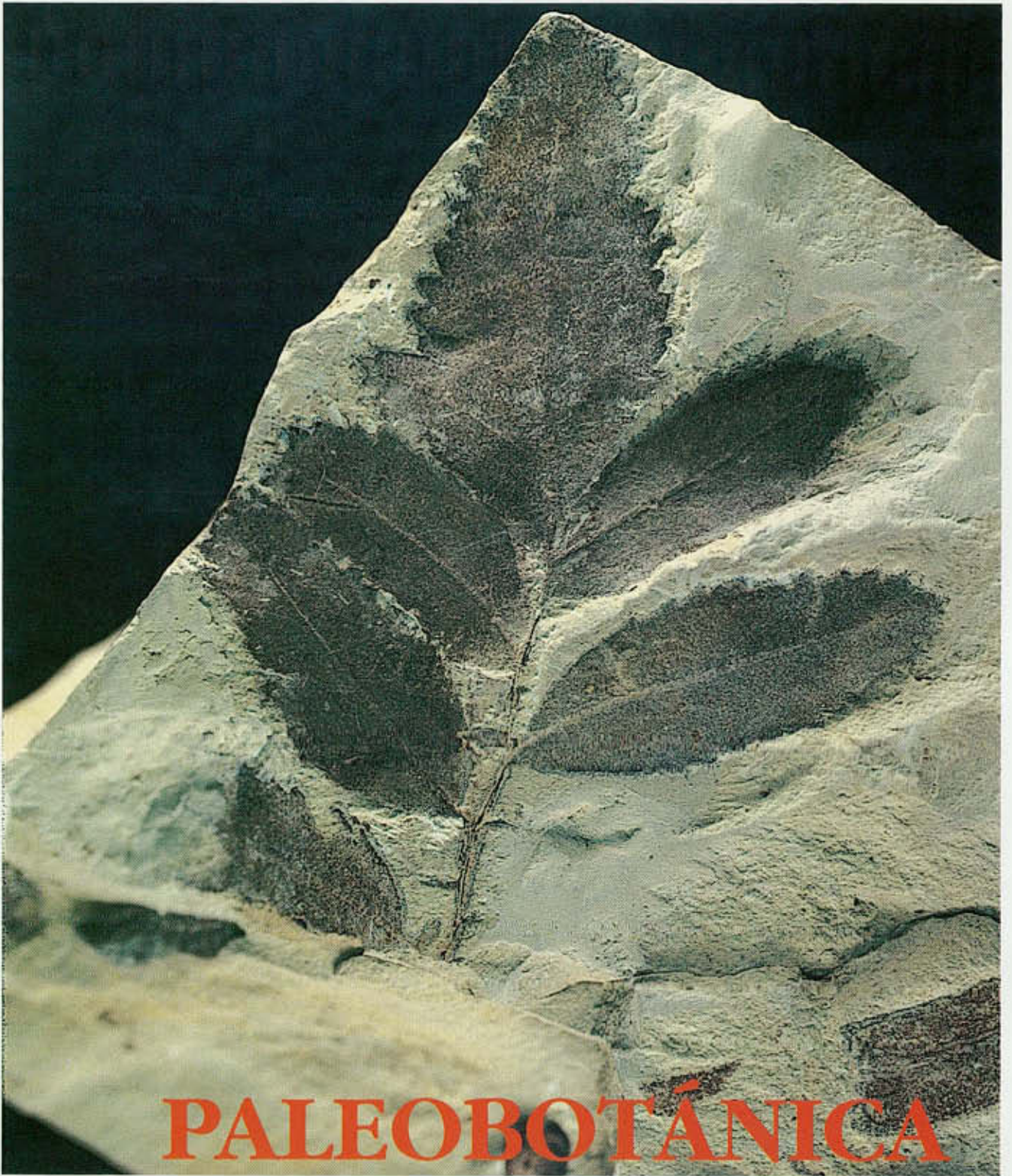
La parte central de la Comunidad de Madrid se caracteriza por contener depósitos miocenos que en su mayor parte están constituidos por materiales evaporíticos, estos particularmente bien reconocibles en los farallones de los valles del río Jarama, del río Tajuña y del río Tajo. No obstante, sobre estos depósitos evaporíticos (yesos fundamentalmente, aunque también anhidrita, halita y sulfatos sódicos, estos últimos constituyendo un importante recurso minero de la región) se disponen sedimentos carbonáticos de edad igualmente Mioceno, aunque algo más reciente (gran parte del Mioceno medio y algo del Mioceno superior). La diferencia entre unos y otros materiales superpuestos en áreas centrales de la cuenca pone de manifiesto la existencia de las distintas unidades estratigráficas en que se divide el registro mioceno de la región. Entre

el depósito de la Unidad Inferior y el depósito de la Unidad Intermedia tuvo lugar una reactivación importante del relieve de la Sierra que contribuyó a la expansión de los abanicos aluviales arcóscicos hacia el sur. Se llamará la atención en el hecho de que tanto los sedimentos evaporíticos que forman la Unidad Inferior como los depósitos esencialmente carbonáticos que forman la Unidad Intermedia se depositaron en lagos cerrados, de muy escasa profundidad, rodeados por abanicos aluviales (Calvo *et al.*, 1989b). Este panorama cambió durante el Mioceno superior debido a un nuevo reajuste tectónico de la región, de forma que la sedimentación en este último periodo estuvo controlada por fallas N-S, desarrollándose cursos fluviales de esta dirección que acumula-

ron gravas y arenas erosivamente discordantes sobre los estratos de la Unidad Intermedia del Mioceno. El contacto entre esta unidad y los sedimentos suprayacentes viene además marcado por una importante superficie de karstificación. El techo del Mioceno superior está formado por calizas, comúnmente conocidas en la región como «Calizas del Páramo», que se depositaron en lagos de agua dulce muy someros. Por último, los sedimentos de edad Plioceno forman una delgada capa de sedimentos fundamentalmente terrígenos que, en partes centrales de la cuenca, está cubierta por una costra calcárea de algunos metros de espesor, que constituye el depósito más reciente previo al encajamiento de la red fluvial cuaternaria.



Imagen de satélite en falso color (modificado del catálogo de la exposición Amada Tierra).



PALEOBOTÁNICA

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El primer estudio estrictamente geológico en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, lugar donde se encuentran ubicados los yacimientos de plantas, se debe a Capote (1978) quien describe el metamorfismo y la tectónica de la zona. A este trabajo le siguen otros que tratan sobre estudios cartográficos (Sopeña, 1980), sedimentológicos (Alonso, 1981; Mas, 1982) del borde norte y sur de esta sierra, respectivamente. Un trabajo reciente (Gil y García, 1996) sintetiza y define el conjunto de las sucesiones sedimentarias del Cretácico del Borde Meridional del Sistema Central; no han sido hasta la fecha objeto de un estudio minucioso y específico, pero podemos decir que presentan las siguientes características generales:

- Un tramo inferior terrígeno y uno superior carbonatado.
- Gran variedad de facies a lo largo de todo el área de estudio.
- Predominio de los depósitos de facies litorales y marinas someras.
- El conjunto aparece afectado en general por procesos diagenéticos como: dolomitizaciones y recristalizaciones.
- Importante disminución del espesor de E a O.
- Presencia de discontinuidades estratigráficas: discordancias, superficies de alteración, etc. (Gil y García, 1996).

Desde un punto de vista paleobotánico, el primer trabajo se debe a Menéndez

Amor (1952), quien describe de forma somera el yacimiento de Torrelaguna (primer yacimiento con vegetales fósiles descubierto en la zona). Tras 30 años en los que aparentemente no existen estudios paleobotánicos de la zona, en el año 1980 se publican listados taxonómicos de macrorrestros (Álvarez Ramis, 1980). Posteriormente se estudia el yacimiento bajo el aspecto micropaleontológico dando a conocer los pólenes y esporas fósiles en él encontrados (Álvarez Ramis, 1981b; Álvarez Ramis *et al.*, 1984). Gómez Porter (1984) describe someramente cuatro niveles con macroflora en los alrededores del embalse de "El Vellón". Años después, se descubre el yacimiento de Soto del Real, cuyas características geológicas, paleobotánicas y paleoecológicas fueron descritas de forma general (Diéguez, 1986). Recientemente (Diéguez *et al.*, 1993) se realizó un trabajo de síntesis sobre las diferentes floras encontradas.

En la actualidad se están realizando estudios sobre estos yacimientos utilizando las técnicas más avanzadas, con el fin de establecer nuevas determinaciones geológicas, paleoecológicas y paleobotánicas. (Diéguez *et al.*, en prep.)

MARCO GEOLÓGICO

El Cretácico en la Comunidad de Madrid, aflora en una estrecha banda con forma de elipse truncada, situada en la vertiente Sur de la Sierra de Guadarrama dentro del Sistema Central español. Éste es un rejuvenecimiento alpino (Paleógeno superior-Neógeno) del zócalo hercínico de la Placa Ibérica.

PATRIMONIO PALEOBOTÁNICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID. ASOCIACIONES VEGETALES DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Carmen Diéguez, Daniel Agut, Jesús Caballero, Gabriel Chicote y Yolanda Torres.

Limitando el Sistema Central (al norte y al sur) encontramos materiales mesozoicos en los que destacan los depósitos de Plataformas carbonatadas del Cretácico superior de la Cordillera Ibérica.

Los afloramientos estudiados se ubican entre las localidades de Torrelaguna, Guadalix de la Sierra y Soto del Real, habiéndose realizado el correspondiente estudio sedimentológico y paleontológico en las dos últimas.

Durante el Permo-Triásico, hace unos 248 millones de años, finalizaron los últimos movimientos extensivos del Proceso Orogénico Hercínico. Se mantuvo durante el Triásico una dinámica de desgarres que, posteriormente durante el Cenozoico, marcaría las pautas de deformación frágil del Sistema Central (Etapa Alpina) (Capote, 1983). Casi simultáneamente, más al este, movimientos extensivos (fallas normales) con direcciones NE-SO, daban lugar a una cuenca sedimentaria mesozoica. Ésta, con la compresión Alpina posterior al Cretácico superior, dió lugar al Orógeno Ibérico (Aulacógeno Celtibérico) (Capote, 1983).

Dentro de los diferentes episodios en el proceso extensivo de la cordillera Ibérica, y con relación al área de estudio (borde sur de la Sierra de Guadarrama, perteneciente al Sistema Central y a la rama Castellana de la Cordillera Ibérica), las diferentes etapas estratigráficas y parte de las tectónicas comienzan en el Albiense. Es a partir de este piso, cuando se reanuda la etapa de flexura (adelgazamiento cortical) y se empieza a generar la cuenca. Las primeras facies sedimentarias tienen una relación directa con el basamento Hercínico (compuesto por rocas plutónicas y metamórficas), que como consecuencia de la fracturación, está produciendo estructuras de tipo graben donde dichas facies se van depositando.

Así, en el Cenomaniense, nos encontramos con sedimentos siliciclásticos (arcillas, arenas y gravas) de naturaleza fluvial, pertenecientes a las Facies de Utrillas. Posteriormente, debido a la apertura de la cuenca y la entrada del mar, durante el Turoniense Superior hasta el límite Turoniense-Coniaciense, aparecen sedimentos litorales siliciclásticos. Son esencialmente arenas con estratificación cruzada y arcillas. Por correlación con el borde norte del sistema Central, se determinaron como «Formación de Arenas y Arcillas de Segovia» (Alonso y Mas, 1982), redefinidas en el borde sur como «Unidad de Arenas de Valdemorillo» (Gil y García, 1996). Dentro del tramo I en la columna de Guadalix de la Sierra (figura 2.4), las facies descritas son similares y contemporáneas a la mencionada unidad, interpretándose como pertenecientes a ésta.



Figura 2.4. Columna estratigráfica de uno de los afloramientos de Guadalix de la Sierra.

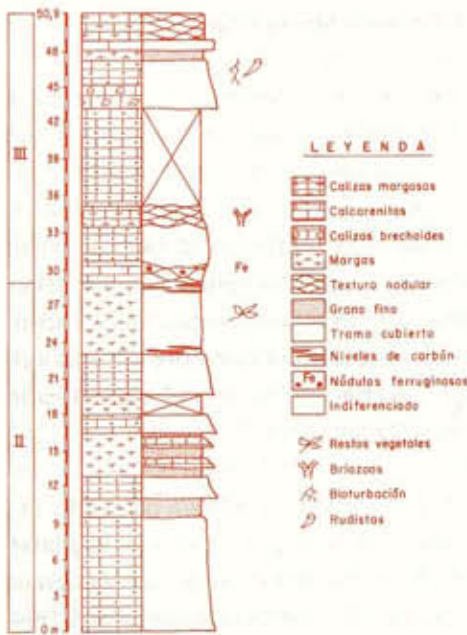


Figura 2.5. Columna estratigráfica del afloramiento de Soto del Real.

Dentro del límite Turoniense-Coniaciense y en el Coniaciense inferior, el medio de sedimentación continua siendo litoral poco profundo, con facies mixtas y progresivamente más carbonáticas. Ya sea por la propia tectónica reinante o por elevaciones del nivel del mar (transgresiones) a lo largo del Coniaciense, la estratigrafía nos indica la presencia de facies carbonáticas, cada vez más distales (más marinas). Así es en este periodo de tiempo, donde se produce la interacción entre la zona emergida y la continental. Relacionados con esta etapa, los tramos II de las columnas de Guadalix de la Sierra y Soto del Real (figuras 2.4 y 2.5, respectivamente), presentan bancos calcareníticos-dolomíticos con alternancia de margas y arcillas, ocasionalmente con restos vegetales. Son etapas de colmatación,

con secuencias intermareales (dolomías y calcarenitas), alternando con otras de menor energía, que corresponden a una plataforma somera (Alonso y Mas, 1992). De esta forma, ligada al litoral, encontraríamos un área restringida donde se produce la decantación y en la que se acumulan los mencionados restos vegetales puntualmente bien conservados, y asociados a niveles de materia orgánica (figura 2.6). Por la edad y la estratigrafía, se consideran estos tramos como «Formación Dolomías del Embalse de la Tranquera» (Floquet *et al.*, 1982; Gil *et al.*, 1996).

Ya en el Coniaciense superior, la evidente subida del nivel del mar, se manifiesta con la aparición de facies propias de zonas submareales. La «Formación Dolomías de Hortezuolos» (Floquet *et al.*, 1982; Gil *et al.*, 1996) está caracterizada por paquetes de calcarenitas y dolomías con rudistas a muro, además de calizas nodulares y facies más margosas a techo (Gil y García, 1996). El tramo III de la columna

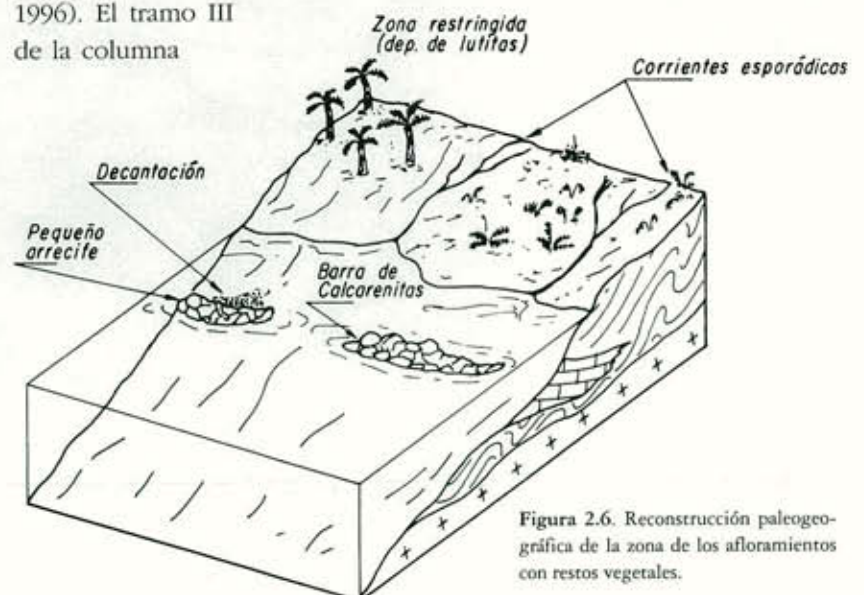


Figura 2.6. Reconstrucción paleogeográfica de la zona de los afloramientos con restos vegetales.

de Soto del Real se corresponde con la formación descrita, presentando con claridad estas litologías.

Debido a la continuidad de los procesos tectónicos extensivos, durante el Santiense y el Campaniense, las facies son cada vez mucho más distales, presentando litologías como calizas y margas propias de zonas profundas.

Finalmente, durante de Campaniense superior, la etapa de flexura finaliza (termina la tectónica extensiva) dando lugar a la etapa compresiva alpina. Se produce la colmatación de la cuenca y la aparición de medios otra vez más litorales como llanuras mareales y sebkhas supramareales, equivalentes a la «Formación Dolomías y Margas de Valle de Tabladillo» (Alonso y Mas, 1982).

EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA

A pesar de la dificultad que entraña el asignar un medio de génesis a cada uno de los tramos debido a la escasez de estructuras sedimentarias que nos faciliten la labor, sí podemos, al menos, hacer una primera aproximación. Así, debemos recordar que los materiales encontrados en la zona son todos ellos de origen marino, y presentan un marcado carácter litoral.

Dentro de los yacimientos en que hemos trabajado, y debido a la fragilidad de los macrorrestos vegetales, podemos asignar el carácter más proximal (respecto a la costa) a los tramos en que hallamos fragmentos de vegetales (tramo II en ambas columnas). Por otro lado, el material al que se puede atribuir un ca-

Figura 2.7. Afloramiento de Torrelaguna, hoy día inexplorable. Se observan el tramo similar al tramo II de la columna de Guadalix de la Sierra y Soto del Real.



rácter más distal (hacia el interior de la cuenca sedimentaria) es el tramo superior del yacimiento de Soto del Real.

Según esto y desde el Cenomaniense, se produciría una retrogradación sedimentaria (retirada de la línea de costa hacia el océano), que llegaría a su clímax durante el Turoniense superior o ya en su límite con el Coniaciense. Por encima de estos sedimentos encontramos materiales de plataforma, indicando una progradación sedimentaria (avance de la línea de costa hacia el continente).

Esta pauta en la sedimentación, observada en ambos yacimientos, viene referida en la bibliografía de la zona (Alonso y Mas, 1982).

cos (Álvarez Ramis, 1981) e histoquímicos (Álvarez Ramis *et al.*, 1984).

Los restos vegetales se presentan, en una pequeña proporción, como impresiones de hojas, correspondiendo la mayoría de ellos a compresiones con cutícula, que son atribuibles en su totalidad, a ramas y hojas del género *Frenelopsis* (figura 2.8).



Figura 2.8. Momificación de *Frenelopsis*. Torrelaguna.

DESCRIPCIÓN PALEBOTÁNICA DE LOS YACIMIENTOS

El yacimiento de Torrelaguna, situado en las afueras de esta población, consta de varios afloramientos uno de los cuáles se encuentra en la actualidad inexplorable, por haber sido cubierto (figura 2.7). Las asociaciones de pólenes encontradas indican una edad Cenomaniense para el yacimiento. Los fósiles vegetales colectados han correspondido tanto a tejidos y esporomorfos (esporas y granos de polen) (Álvarez Ramis, 1980a) como a macrorrestos (ramas con hojas y hojas aisladas) (Álvarez Ramis, 1980b; Diéguez *et al.*, 1993). De éstos últimos se realizaron estudios anatóni-

La composición de macrorrestos de la flora (cuadro 3.1; página 78) muestran que ésta tenía una escasa diversidad y un dominio numérico de restos atribuibles a dos especies de gymnospermas que representan, según el punto de colecta, del 80 al 100% de los fósiles encontrados. Las angiospermas que, en el caso de estar presentes representan el 20% restante, muestran una mayor diversidad con cinco diferentes taxa, mientras que otros grupos muy comunes en otras floras de la misma edad, tales como helechos, cycadofitas y bennettitales están ausentes.

	Guadalix de la Sierra	Soto del Real	Torrelaguna
Filicales			
<i>Cladoblebis</i> sp.	•		
<i>Coniopteris hymenophylloides</i> Brgt.		•	
<i>Gleichenites giesekianus</i> (Heer) Seward		•	
<i>Gleichenites norfemskioldii</i> (Heer) Seward		•	
<i>Sphenopteris</i> sp.	•		
<i>Weichselia</i> sp.	•		
Licopodiales			
<i>Lycopodites</i> sp.		•	
Cycadales			
<i>Tenozamites insignis</i> (Font.)	•	•	
Coniferales			
<i>Araucariacites</i> sp.	•		
<i>Araucariaceae</i> sp.		•	
<i>Brachiphyllum</i> sp.	•		
<i>Eatidus curvifolia</i>		•	
<i>Frenelopsis oligostomata</i> Romariz	•		•
<i>Frenelopsis</i> sp.	•	•	•
<i>Frenelopsis</i> cf. <i>alata</i> (Feist.) Knobloch	•		
<i>Genitzia elegans</i> Corda	•		
<i>Genitzia</i> sp.		•	
<i>Glyptostrobus</i> sp.?	•		
<i>Pagiophyllum</i> sp.		•	
<i>Podocarpus eocenica</i> Unger	•		
<i>Sequoia reichembachii</i> (Geinitz) Heer	•	•	
<i>Sequoites concinna</i> Heer		•	
<i>Sequoites primaeva</i> Corda	•		
<i>Sphenolepis debile</i> Heer	•		
<i>Sphenolepis kurriana</i> (Dunker) Schenk	•		•
<i>Taxodiaceae</i> sp.		•	
<i>Widdringtonia</i> sp.	•		
Angiospermas dicotiledóneas			
aff. <i>Banksia tenuifolia</i> Berry	•		
<i>Caesalpinites</i> sp.	•		
cf. <i>Cissites crispus</i> Vel.			•
<i>Cinnamomum brotheri</i> Teix	•		•
<i>Cboffatia francheti</i> Saporta	•		
<i>Dammarites</i> sp.			•
<i>Eucaliptus genitzii</i> Heer	•	•	•
<i>Fraxinus articulata</i> Laurent	•		
<i>Grevillea constans</i> Vel.	•		
<i>Lauraceae</i> sp.	•		
<i>Laurophyllum palaeocretacicus</i>		•	
<i>Leguminosites infracretaceous</i> Saporta		•	
<i>Liridendron</i> sp.	•		
<i>Magnoliaephyllum palaeocretacicus</i> (Sap.) Teix.	•	•	
<i>Myrica</i> cf. <i>acutiloba</i> Brgt.	•		
<i>Myrica</i> sp.	•		
<i>Myricaephyllum</i> sp.	•		
<i>Quercus pseudodrymeja</i> Vel.	•		
<i>Quercus triangularis</i> Goepp.	•		
<i>Salicites</i> sp.	•		
<i>Salix</i> sp.	•		
<i>Sapindopsis angusta</i> (Heer.) Seward and conway	•		
<i>Sapindopsis</i> sp.	•		
<i>Sassafras</i> sp.	•		
Angiospermas monocotiledóneas			
<i>Phyllotaenia</i> sp.	•	•	

Cuadro 2.1. Lista de presencia/ausencia de taxa en los yacimientos estudiados.

Por otra parte, el estudio micropaleontológico (cuadro 2.2), corrobora la abundancia de restos de *Frenelopsis*, tanto por los granos de polen atribuidos a este género (62%), como por la existencia de restos cuticulares de hojas que, tras su estudio histológico, demuestran corresponder a esta gimnosperma y que se encuentran en una alta proporción. Faltan, como en el caso de los macrorrestos, esporas de los otros grupos señalados. Sin embargo, y aunque en pequeña proporción, denotan la presencia de otras gimnospermas, como gnetales y abietáceas, y aún mayor diversidad en el grupo de las angiospermas que la mostrada por los macrorrestos. La mayoría de pólenes encontrados son atribuibles al grupo *Normapollis*, que corresponde a angiospermas primitivas. Por otra parte, fueron encontrados cistes (órgano de resistencia para vida latente) de dinoflagelados que, al tratarse de organismos marinos, indican una situación costera del medio de deposición donde

se formó el yacimiento, independiente del lugar donde vivieron las plantas. Éstas, debieron vivir formando comunidades arbustivas y arbóreas en lugares cercanos a la costa bajo un clima cálido y seco.

Si bien los macrorrestos tanto de gimnospermas como de angiospermas presentan, como indicábamos anteriormente, una baja diversidad, la composición polínica indica una diversidad media. Esta diferencia puede deberse a causas tafonómicas al ser mucho más resistentes los restos de *Frenelopsis* que el de otros géneros de ambos grupos. Así mismo, la abundancia de *Classopollis* apunta a idéntica causa, al ser un polen anemófilo muy resistente, más numeroso y con una mayor área de dispersión.

El yacimiento de Guadalix de la Sierra presenta diferentes afloramientos, en forma de canteras, de los que han sido estudiados cinco (figura 2.9). Los listados taxonómicos, tanto de la macroflora



Figura 2.9. Un afloramiento de Guadalix de la Sierra, que ha sido explotado como cantera.

Esporas	
<i>Aequitriradites</i> sp.	•
<i>Apiculatisporites</i> fsp.	•
<i>Birrestisporites potonii</i> Delc. Y Spr.	•
<i>Calamospora</i> fsp.	•
<i>Camerozonosporites</i> cf. <i>bammeni</i> van Ameron	•
<i>Camerozonosporites berkemensis</i> Kr.	•
<i>Cicatricisporites</i> cf. <i>venustus</i> Deak.	•
<i>Cicatricisporites pseudorogensis</i> Th. Y Pfl.	•
<i>Densoisporites</i> cf. <i>perinatus</i> Couper	•
<i>Densoisporites velatus</i> Weiland y Krieger	•
<i>Krutzchisporites</i> sp.	•
<i>Leiotriletes doregensis</i> Kds.	•
<i>Patellasporites</i> sp.	•
<i>Patellasporites</i> cf. <i>distaverrucosus</i> (Bren.) Kemp.	•
<i>Stereisporites antiquasporites</i> (Wilson y Webst.) Dett.	•
<i>Uvaesporites</i> cf. <i>neerlandicus</i> Herngr. e. a .	•
<i>Uvaesporites</i> fsp.	•
Gimnospermas	
<i>Abietinaepollenites microrreticulatus</i> Groot y Penny	•
<i>Abietinaepollenites</i> sp.	•
<i>Alisporites bilateralis</i> Roure	•
<i>Alisporites grandis</i> (Cook) Dett.	•
<i>Araucaricites australis</i> Cooper	•
<i>Araucaricites hungaricus</i> H. Deak	•
<i>Calliasporites segmentatus</i> (Balme) Bev.	•
<i>Classoidites classoides</i> (Pfl.) Poc. Y Hans	•
<i>Classoidites glandis</i> van Ameron	•
<i>Eppedripites multicostatus</i> Brenner	•
<i>Gnetaceaeipollenites</i> sp.	•
<i>Inaperturopollenites dubius</i> Th. Y Pfl.	•
<i>Inaperturopollenites</i> sp.	•
<i>Perinopollenites elatoides</i> Couper	•
<i>Pityosporites constrictus</i> Singh.	•
<i>Speripollenites</i> sp.	•
Angiospermas	
<i>Aetropollenites triangulus</i> Kds. Y Din.	•
<i>Boltenbagenipollis cretacicus</i> Kds. Y Din.	•
cf. <i>Labrapollis rotundoides</i> W. Kr.	•
<i>Complexiopollenites rugulatus</i> Kds.	•
<i>Complexiopollis</i> fsp.	•
<i>Complexiopollis vulgaris</i> Paceltova y Krutzsch.	•
<i>Cupuliferiadeaeipollenites</i> fsp.	•
<i>Emscheripollis inflatus</i> Paceltova y Krutzsch	•
<i>Emscheripollis saxonicus</i> Paceltova y Krutzsch	•
<i>Felderipollenites triangulus</i> Kds. Y Herngr.	•
<i>Foveopollenites</i> fsp.	•
<i>Graminidites subtiliglobosus</i> (Trev.) W. Kr.	•
<i>Hungariipollis krutzschii</i> Gock.	•
<i>Hexipollenites</i> fsp.	•
<i>Interporopollenites</i> cf. <i>vancampoae</i> Kds. Y Heg	•
<i>Interporopollenites elsikii</i> Kds.	•

Cuadro 2.2. Listado de palinomorfos.

Guadalix de la Sierra ¹ Torrelaguna ²**Angiospermas** (continuación)

<i>Interporopollenites endotriangulus</i>	Heg. Kds. Y Pard.	•	
<i>Interporopollenites</i>	fsp.	•	
<i>Interporopollenites gregusii</i>	Kds.	•	
<i>Interporopollenites initium</i>	Pfl.	•	
<i>Interporopollenites ornatus</i>	Kds. Y Heg	•	
<i>Interporopollenites plicatus</i>	Kds. Y Heg	•	
<i>Interporopollenites proporus</i>	W. Kr.	•	
<i>Interporopollenites turgidus</i>	Tsch.	•	
<i>Labrapollis rotundatis</i>	W. Kr.	•	
<i>Longanupollis</i>	fsp.	•	
<i>Magnoporopollis</i>	fsp.	•	
<i>Megatripollis</i>	fsp.	•	
<i>Megatripollis santoniuis</i>	Groot y W. Kr.	•	
<i>Monosulcites minimus</i>	Cookson	•	
<i>Neotriangulopollis piolensis</i>	Groot y Kr.	•	
<i>Nudopollis apertus</i>	Pfl.	•	
<i>Nudopollis thiergartii</i>	(Pot.) Pfl.	•	
<i>Oculopollis orbicularis</i>	Gocz.	•	
<i>Oculopollis praedicatus</i>	W. Kr.	•	
<i>Oculopollis principalis</i>	sfsp. <i>typicus</i> Weyl. Y Krieg.	•	
<i>Orapollis</i>	fsp.	•	
<i>Papillopollis</i>	fsp.	•	
<i>Papillopollis granulatus</i>	Kds. Y Pitt.	•	
<i>Papillopollis granulatus</i>	subfsp. <i>minor</i> Kds. Y Pitt.	•	
<i>Papillopollis megagrulatus</i>	Kds. Y Pitt.	•	
<i>Pecakipollis bobemensis</i>	Paceltova y Krutzsh	•	
<i>Pecakipollis verrucatus</i>	Paceltova y Krutzsh	•	
<i>Piolencipollis piolensis</i>	Groot y Krutzsh	•	
<i>Polyporopollenites</i>	fsp.	•	
<i>Pompeckjiodaepollis</i>	sp.	•	
<i>Pseudopapillopollis</i>	sp.	•	
<i>Psilatricolpites psilatus</i>	Pierce	•	
<i>Punctatricolpites</i>	fsp.	•	
<i>Retitricolpites germeraadi</i>	Roch. Y Sch.	•	
<i>Rocheipollenites triangulus</i>	Kds. Y Din.	•	
<i>Scabratricolporites</i>	cf. <i>araliaceoides</i> Roch. Y Sch.	•	
<i>Semioculopollis minutus</i>	Kr. Y Paclt.	•	
<i>Subtriporopollenites constans</i>	Pfl.	•	
<i>Tetrapollis competitor</i>	W. Kr.	•	
<i>Translucentipollenites triangulus</i>	Kds. Y Din.	•	
<i>Triangulopollis parvus</i>	Kds. Y Din.	•	
<i>Tricolpites reticulatus</i>	Couper	•	
<i>Trudopollis</i>	cf. <i>granulosus</i> Kds. Y Herngr.	•	
<i>Trudopollis</i>	fsp.	•	
<i>Trudopollis variabilis</i>	Tsch.	•	
<i>Vacuopollis</i>	aff. <i>bobemicus</i> Paceltova y Krutzsh	•	
<i>Vacuopollis bobemicus</i>	Paceltova y Krutzsh	•	
<i>Vacuopollis</i>	fsp.	•	
<i>Vacuopollis orbopyramis</i>	Pfl.	•	
<i>Vacuopollis orbopyramis</i>	Pfl. f. <i>magna</i> Kds.	•	
<i>Vacuopollis sernoensis</i>	Paceltova y Krutzsh	•	

como de la microflora, se muestran muy similares dada la unidad del yacimiento, aunque con particularidades propias debidas a diferentes procesos, como tafonómicos o paleogeográficos.

A pesar de estas peculiaridades, que se ven aumentadas si tenemos en cuenta los distintos tramos de la columna estratigráfica, de forma general, podríamos destacar las siguientes características. En primer lugar la escasez de restos de filicales y su baja diversidad, de los que sólo se han encontrado fósiles atribuibles a tres taxa: *Sphenopteris* sp., *Weichselia* sp., *Cladopplebis* sp. (Álvarez Ramis, 1980).



Figura 2.10. *Ctenozamites insignis* (Fontaine) Harris. Compresión con cutícula. Guadalix de la Sierra.

Las gimnospermas son muy abundantes con restos de ramas con hojas, bien conservados en forma de impresiones y de compresiones con y sin cutícula. Dentro de las gimnospermas es de reseñar la abundancia de restos de una especie de cicadales: *Ctenozamites insignis* (Fontaine) Harris (figura 2.10) y de diferentes representantes

de las Taxodiáceas, mientras que los de *Frenelopsis* aún siendo abundantes, se presentan en menor cantidad que en los otros yacimientos de la zona.



Figura 2.11. Impresión de una bráctea de un cono de araucariácea. Guadalix de la Sierra.

Dentro de las taxodiáceas, son muy numerosos los restos de *Sequoia reichebachii* (Geinitz) Heer y los pertenecientes a lo que parece ser una nueva especie fósil de taxodiáceas con características muy semejantes a la de las actuales especies: *Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl. y *Taxodium distichum* (L.) Rich. (Diéguez *et al.*, en prep.). Son, así mismo, muy comunes las brácteas de conos de araucariáceas (figura 2.11), aunque, hasta la fecha, no se han registrado hojas o ramas de especies de esta familia.

Las angiospermas, por su parte, están representadas por hojas o fragmentos abundantes y que denotan una alta diversidad con un total de 22 taxa diferentes entre los que destaca por su alta



Figura 2.12. Compresión con cutícula muy carbonizada. *Sapindopsis angusta* (Heer) Seward. Guadalix de la Sierra.

representación y buena preservación la especie *Sapindopsis angusta* (Heer) Seward (figura 2.12).

Los estudios palinológicos (cuadro 2.1) arrojan un total de 22 taxa de pteridophytas; 31 taxa de gimnospermas y 79 taxa de angiospermas, de los cuáles 27 corresponden a angiospermas primitivas. Esta composición palinológica indica una flora en la que las plantas con flores dominaban la comunidad vegetal que se desarrollaría en zonas próximas a los cursos de agua (angiospermas) y cerca de la zona costero-litoral (*Frenelopsis* y ciertas taxodiáceas). Tanto las cicadales como el resto de gimnospermas encontradas ocuparían zonas alejadas tanto del litoral como de los cursos de agua.

El yacimiento de Soto del Real fue descubierto en 1986 al realizarse una calicata para la obtención de recursos hídricos. Se realizaron dos campañas de colecta y se dió a conocer su descubrimiento mediante una publicación (Diéguez, 1986). Actualmente este afloramiento se encuentra cubierto. El otro afloramiento corresponde a un talud de la vía férrea (figura 2.13).

Tras los primeros estudios realizados, el yacimiento presenta un innegable interés debido a su riqueza en número de ejemplares. A ésta hay que añadir la diversidad de los restos, tanto en cuanto a los tipos de estructuras orgánicas fosilizadas (hojas, tallos, estructuras reproductivas, etc.), como a los tipos de preservación o a los grupos taxonómicos a los que los restos pueden ser atribuidos.

Por otra parte, las distintas plantas encontradas son poco abundantes en España, y sólo se conocen a partir de pequeñas floras con una diferente, y menor, diversidad y composición.



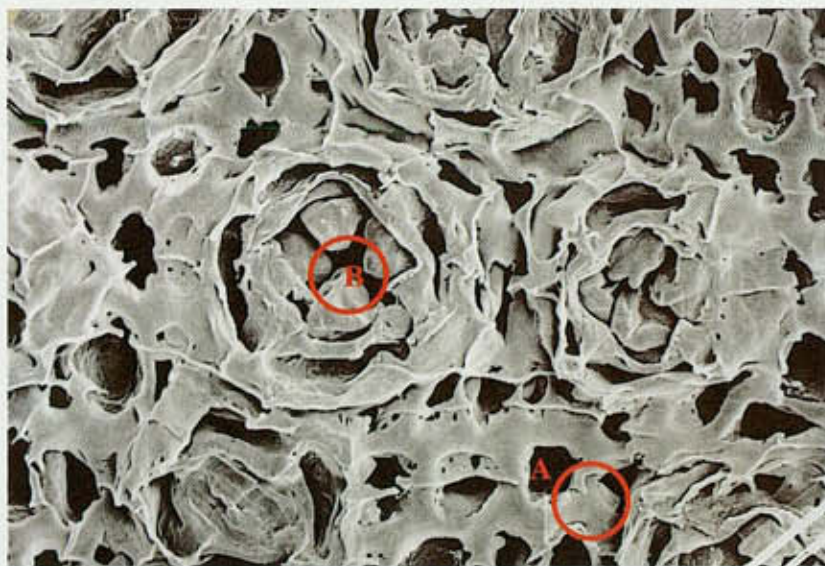
Figura 2.13. Afloramiento de Soto del Real correspondiente al talud de la vía férrea.



Figura 2.14. Momificación de *Pseudofrenelopsis* sp. Se observan las partes sin materia orgánica que han quedado como impresiones.

En la composición florística de Soto del Real destacan las siguientes características: en primer lugar la escasez de helechos, grupo casi completamente ausente, mientras que las gimnospermas están ampliamente representadas, fun-

Figura 2.15. Cutícula de *Pseudofrenelopsis* en la que se distinguen células epidérmicas (a) y estomas hundidos en las papilas (b), observada al M.E.B.



damentalmente mediante grupos como las cycadales y las coniferales, estas últimas con varias familias: paxodiáceas, podocarpáceas y cheirolepidáceas, cuyos restos corresponden tanto a ramas con hojas, como a troncos y a estróbilos. En menor cantidad, pero también bien representadas en forma de restos foliares, aparecen angiospermas. La presencia de estos elementos florísticos, unida a la de ramas de último orden con hojas de una conífera taxodiácea de pequeño tamaño, han permitido llegar, en una primera aproximación, a determinar que el paleoambiente dominante en la zona durante este periodo del Cretácico, estaba marcado por la aridez o por la presencia de una alta salinidad.

Algunos restos colectados, incluyendo una conífera probablemente del tipo *Metasequoia* y las hojas de angiospermas, están en un estado, mayor o menor, de buena preservación. Esto ha hecho posible la realización de diversos trabajos de laboratorio, para su observación al microscopio electrónico de barrido (figuras 2.14 y 2.15). Este trabajo es absolutamente necesario debido al polimorfismo foliar que presentan algunos grupos de gimnospermas y que hace que los restos foliares pertenecientes a una misma especie, hayan sido muchas veces atribuidos a especies, e incluso familias diferentes.

En el futuro, será necesario ampliar los estudios anatómicos a microscopio electrónico de barrido a todos aquellos ejemplares que lo permitan, para llegar a una exacta determinación de los res-

tos, siendo de esta manera casi el primer material español de angiospermas fósiles, estudiado en España, mediante técnicas modernas de laboratorio y realizar los estudios litológicos y estratigráficos necesarios para el encuadramiento de esta flora en su contexto geológico.

La elaboración de un listado taxonómico con determinaciones precisas, permitirá una adecuada comparación con otras floras de edad similar de la Península Ibérica, especialmente las «clásicas» de Portugal, así como de otras regiones, como el este de Norteamérica donde aparecen ciertos elementos comunes en la misma elevada proporción, reflejando la historia tectónica de estas zonas, en su día conectadas.

PALEOECOLOGÍA Y TAFONOMÍA

El conjunto de las floras encontradas en la vertiente Sur de la Sierra del Guadarrama muestran una serie de elementos florísticos (cicadales, *Frenelopsis* y *Weichselia*) que por sus características morfológicas: troncos muy engrosados, epidermis gruesas con estomas hundidos, posesión de papilas en los estomas, etc., son buenos indicadores de un clima marcadamente estacional, cálido y húmedo en invierno y tórido y seco en verano. Además, diferentes especies de los géneros *Frenelopsis* y *Weichselia* se consideran habitantes de zonas costero-litorales, hecho que se confirma en las floras estudiadas por los datos geológicos que poseemos en la actualidad.

Si se tiene en cuenta la composición florística de los diferentes yacimientos

encontrados, la vegetación que poblaba la vertiente sur de la Sierra del Guadarrama en el Cretácico Superior constaba de tres estratos de vegetación: herbáceo, arbustivo y arbóreo.

El estrato herbáceo estaría constituido por filicales, licopodiales y angiospermas monocotiledóneas, aunque estas últimas en una baja proporción ya que sólo se han encontrado restos de un taxa del grupo (*Phyllotaenia*). Si bien las angiospermas monocotiledóneas son indicativas de ambientes áridos, las filicales y licopodiales nos indican una cierto grado humedad. Este estrato de vegetación parece no estar muy extendido dado el bajo número de restos preservados, aunque como veremos más adelante, puede tratarse de un problema tafonómico y no real.

El estrato arbustivo o semiarborescente estuvo representado por los diferentes taxa de cicadales y algunos pertenecientes a las cheirolepidiáceas, familia exclusivamente fósil dentro de las coníferas, con una gran plasticidad tanto morfológica como ecológica, y entre las que se encuentran representantes arbustivos (*F. ramossissima*) y árboles de gran tamaño (*Pseudofrenelopsis parceramosa*) y ciertas angiospermas.

El estrato arbóreo comprendería diferentes taxa de coníferas como: ciertas especies de *Frenelopsis*, *Brachiphyllum*, *Sequoia*, *Pagiophyllum* y la casi totalidad de las angiospermas.

Algunos de estos géneros, p.e. *Sequoia* y *Frenelopsis*, podrían haber alcanzado

un gran porte si consideramos que los representantes actuales de *Sequoia* pueden llegar a 100 m de altura.

Si bien la paleoecología de la zona presenta una manifiesta igualdad, no es igual en cuanto a la tafonomía que es característica de cada afloramiento.

En el análisis tafonómico de los diferentes afloramientos y con objeto de poder deducir los procesos bioestratigráficos, que comprenden desde la muerte del ejemplar hasta su enterramiento, y fosildiagenéticos, desde el enterramiento hasta la obtención, se han tenido en cuenta:

1. **Tipo de preservación.** Nos permite deducir, dentro de la fase bioestratigráfica, el tipo y duración del transporte de los restos, si existió descomposición cuticular y si el enterramiento fue rápido y, dentro de la fase fosildiagenética, la existencia e intensidad de los diferentes procesos de compactación, cementación y recristalización ya que la madurez de la materia vegetal depende de la historia a que estuvo sometida. Así, las momificaciones son frecuentes en aquellos sedimentos que no han sufrido sobrecalentamiento u oxidación mayor de lo que las características de la cutina puedan soportar sin alterarse (Diéguez *et al.*, 1989).
2. **Proporción restos determinados/indeterminados.** Permite deducir el tipo y duración del transporte teniendo en cuenta el tamaño de los restos encontrados. En el caso de

que el transporte se realizara por medio de un curso de agua, un mayor porcentaje de fragmentos indeterminables indicaría un mayor tiempo de residencia en el medio, tanto por distancia entre el área fuente y el medio de deposición como por el nivel energético del propio medio de transporte.

3. **Proporción de grupos taxonómicos.** Los tejidos vegetales se comportan de distinta forma, bioestratigráfica y fosildiagenéticamente, debido a su diferente composición y textura, siendo algunos de ellos más resistentes que otros a estos procesos, lo que puede dar lugar a una sobrerrepresentación de aquellos más resistentes a la destrucción. Este hecho, que tiene que ser tenido en cuenta desde el punto de vista tafonómico, es de gran ayuda en la reconstrucción de la paleocomunidad vegetal.

En el yacimiento de **Torrelaguna** se dan las siguientes características:

1. **Tipo de preservación.** Los restos por nosotros estudiados corresponden en un 95% a momificaciones y en un 5% a compresiones. Desde un punto de vista de preservación es el yacimiento que la presenta mejor y en él faltan las impresiones.
2. **Proporción restos determinados/indeterminados.** No se encuentra ningún resto que no pueda ser determinado, debido a la buena preservación de los restos y a la poca biodiversidad que presenta el yacimiento.

3. Proporción de grupos taxonómicos. Los restos encontrados corresponden en su totalidad a gimnospermas de la familia cheirolepidiaceae. Dado que los restos de cheirolepidiaceas son extraordinariamente resistentes y que existen otros afloramientos dónde se han encontrado restos de angiospermas, consideramos que la ausencia de éstas es debida a causas tafonómicas y no a un reflejo real de lo que fue la comunidad vegetal.

En los diferentes afloramientos de **Guadalix de la Sierra** encontramos:

1. Tipo de preservación. Los restos se encuentran bien conservados en forma de compresiones con cutícula (61,56%) y momificaciones (27,11%) e impresiones (11,33%). Hay que destacar el elevado número de momificaciones que nos indica un corto tiempo de enterramiento, además de los procesos fosildiagenéticos señalados, y que es el único yacimiento de la zona que presenta impresiones. Por otra parte, muchas de ellas con recristalizaciones que indicarían procesos diagenéticos con somerización del área de depósito.

2. Proporción restos determinados/indeterminados. En este caso se ha encontrado el 15,33% de restos indeterminables debido a su pequeño tamaño. Aunque es superior a la encontrada en el yacimiento de Soto del Real, sigue siendo una proporción muy baja que nos indicaría, como en el caso anterior, una pro-

ximidad del área fuente al área de deposición y/o un corto período de permanencia en agua.

3. Proporción de grupos taxonómicos. La proporción encontrada es de un 27,56% de cicadales, 22% de coníferas y 35,11% de angiospermas. Como en el caso anterior las Angiospermas están en menor proporción que las gimnospermas pero su número ya corresponde con diversas floras del Crétacico superior, pudiéndose atribuir la alta proporción de gimnospermas a causas tafonómicas.

El análisis de **Soto del Real** indica:

1. Tipo de preservación. Los restos se encuentran bien conservados en forma de compresiones con cutícula muy carbonizada (90,5%) y momificaciones (9,5%) faltando restos en forma de impresiones lo que es un hecho inusual en las floras estudiadas.

2. Proporción restos determinados/indeterminados. Esta proporción se considera muy importante para poder deducir la proximidad-lejanía del lugar de vida al medio de deposición. Últimos trabajos tafonómicos indican que estaría más relacionada con el tiempo de residencia en el agua de los restos hasta su depósito. En cualquier caso, los restos indeterminables encontrados en Soto del Real están en muy baja proporción (12,27%) indicándonos que los vegetales vivían muy cerca del lugar de depósito y que su permanencia en el agua sería corta.

3. Proporción de grupos taxonómicos. En Soto del Real se dan las siguientes proporciones: cicadales 25,45%; coniferales 43,29% y angiospermas 13,72%. Esta composición en la que la proporción de gimnospermas (cicadales más coniferales) es mucho mayor que la de angiospermas suele ser típica de floras de edad comprendida entre el Aptiense y el Cenomaniense. En este sentido, la flora en principio fue considerada dentro de este intervalo. Nuevas investigaciones parecen indicar una edad Coniaciense inferior, momento en que las floras están ampliamente dominadas por restos de angiospermas. Todo esto nos lleva a considerar que la proporción señalada se debe o bien a causas paleoecológicas (existencia de un microclima) o bien, lo que parece mucho más probable, a causas tafonómicas dada la mayor resistencia a la destrucción y por tanto mayor posibilidad de fosilización de los restos de gimnospermas.

CONCLUSIONES

La restos vegetales fósiles hasta ahora encontrados en la Comunidad de Madrid indican la existencia de, al menos, tres floras bien establecidas, con diferentes estratos de vegetación, con una alta biodiversidad (53 taxa de macrorestos de 5 grandes grupos y 141 taxa de palinomorfos) y una buena preservación que se desarrollaron durante el Cretácico superior en la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama, bajo un clima marcadamente estacional, cálido y

húmedo en invierno y tórrido y seco en verano, en una zona próxima al mar. El estudio geológico realizado confirma la existencia de esta zona costero-litoral, correspondiente a una de las regresiones marinas que tuvieron lugar en el área de estudio durante el Cretácico superior.

El estudio tafonómico preliminar realizado realza la importancia de estas floras por su extraordinaria preservación y permite reconstruir los diferentes procesos que tuvieron lugar desde la separación de los restos (hojas, ramas, estructuras reproductivas) del individuo vegetal, por causas intrínsecas (p. e. abscisión foliar) o extrínsecas (tormentas, rayos, fuertes vientos), o la muerte de éste y el momento en que fueron colectados permitiendo, de esta manera, realizar una reconstrucción de los procesos que tuvieron lugar en la zona.

Desde un punto de vista patrimonial, las floras estudiadas tienen un enorme interés dada su composición, estado de preservación y la escasez de floras de esta edad estudiadas hasta el momento en España. Por otro lado, los últimos estudios realizados nos indican que sólo han sido encontrados una mínima parte de los posibles afloramientos de la zona, que muestra una mayor riqueza de la hasta ahora encontrada. El estudio conjunto de la floras fósiles de Soto del Real, Torrelaguna y Guadalix de la Sierra, y de otras que probablemente aparecerán en este área, con el de las del centro y del este de España, hará posible aportar valiosos datos que serán de gran utilidad en la solución de uno

de los grandes enigmas de la paleobiología como es el de la radiación de las angiospermas o plantas con flores, por un lado y por otro reconstruir la historia

de la vegetación de la Península Ibérica durante el Cretácico y, al tratarse de edades sucesivas en las distintas localidades, el origen de la flora actual.





TERCIARIO

CONCEPTO Y DIVISIONES

El Terciario es la época o Era de la historia de la Tierra comprendida entre 65 millones de años y 1,6 millones de años. Algunos autores han querido incluir esta última parte (1,6 Ma hasta el presente) dentro de la Era Terciaria. Sin embargo, la mayoría la separan en otra Era diferente, el Cuaternario, en la que la evolución humana aparece con un protagonismo altamente individualizado.

El Terciario ha sido denominado la edad de los mamíferos, en contraposición a la edad de los reptiles que se desarrolló durante el Mesozoico. Ciertamente durante esta época se ha producido una espectacular radiación evolutiva de los vertebrados mamíferos, de forma que han ocupado la práctica totalidad de los nichos ecológicos disponibles. Con el hombre, los mamíferos han ido aún más lejos, ensayando la colonización de medios altamente especializados, incluidos los extraterrestres.

El Terciario se divide en dos grandes partes, Paleógeno y Neógeno, en referencia a la antigüedad de sus faunas. El Neógeno a su vez se divide en dos series, Mioceno, en el que se encuentran la totalidad de las faunas registradas en la comunidad de Madrid (entre 23,8 a 5,3 Ma) y Plioceno (entre 5,3 y 1,6 Ma). En sedimentos marinos la subdivisión del Neógeno se ha realizado en función de cambios observados en la composición de los organismos planctónicos fósiles, habiéndose definido seis divisiones cronoestratigráficas para el Mioceno y tres para el Plioceno.

La dificultad de utilizar las divisiones cronoestratigráficas marinas en los sedimentos continentales ha llevado a los paleontólogos y geólogos que trabajan en ese dominio a proponer diferentes escalas cronológicas basada en fósiles de ambientes continentales. De esta forma, se han establecido, por un lado, edades de mamíferos cuyos límites están basados en diferentes eventos faunísticos pero sin relación con los sedimentos que contienen dichos fósiles y, por otro lado, pisos continentales en los que dichos eventos van asociados a secciones estratigráficas de referencia. Además de estas divisiones mayores se han propuesto otras escalas basadas en las asociaciones faunísticas que aportan una mayor precisión temporal. Entre estas las más extendidas son la escala de zonas MN (Mammal Neogene Zones) propuesta por Mein (1975) a nivel europeo y la de Daams *et al.* (1998) que hace referencia a diferencias faunísticas observadas en yacimientos españoles.

Dentro de los pisos continentales definidos para el Mioceno queremos destacar el Aragoniense, ya que abarca la mayor parte del registro paleontológico de mamíferos en Madrid. El Aragoniense fue definido por Daams *et al.* (1977) estableciendo como límite inferior la primera aparición del équido *Anchitherium* y como límite superior la aparición de otro équido, *Hipparion*. Sin embargo, ante la menor abundancia del área tipo del Aragoniense (área de Daroca-Villafeliche, Zaragoza) en yacimientos de macromamíferos y puesto que las subdivisiones de este piso continental estaban basadas principalmente en aso-

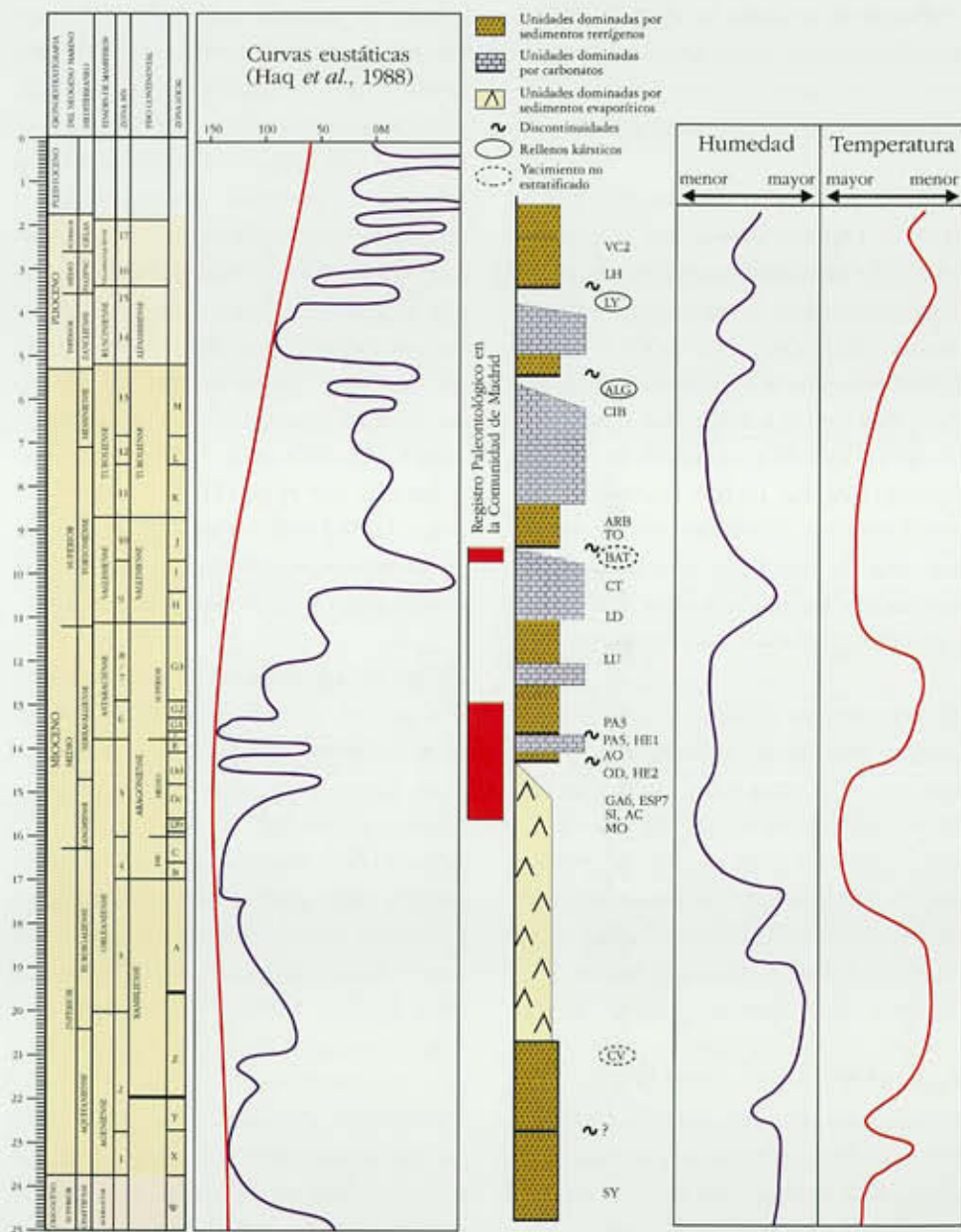
MARCO GENERAL DEL TERCIARIO

Susana Fraile, Lara Amezcua, Jorge Morales, Manuel Nieto, Pablo Pelaez-Campomanes, Manuel J. Salesa e Israel M. Sánchez

ciaciones de micromamíferos, Daams *et al.* (1987) proponen como evento faunístico, que marque el límite inferior del Aragoniense, la aparición de cricétidos del género *Democricetodon* sin que el límite superior sufriese modificación alguna. En este último trabajo también se

proponen unas subdivisiones del Aragoniense: inferior (zonas B y C), medio (zonas D y E) y superior (zonas F y G). Las correlaciones establecidas con las otras escalas, tanto continentales como marinas, así como con la escala temporal son las indicadas en la figura 2.16.

Figura 2.16. Divisiones temporales del Neógeno utilizadas en los trabajos realizados en este volumen. Correlación con las curvas estáticas, paleoclimáticas y sección litoestratigráfica sintética de la cuenca de Madrid. En rojo, el registro conocido en la Comunidad Autónoma de Madrid. Abreviaturas: AC: Acacias; ALG: Algora; AO: Ayo del Olivar; ARB: Arbantones; BAT: Batallones; CIB: Canteras de Iberia; CT: Cendejas de la Torre; CV: Colmenar Viejo; ESP: Esperanza 7; GA6: Gasometro 6; HE1,2: Henares 1,2; LD: Ledanca; LH: Las Higuera; LU: Lupiana; LY: Layna; MO: Moratines; OD: O'Donnell; P3,5: Paracuellos 3,5; TO: Torija; SI: San Isidro; SY: Sayatón; VC2: Valverde de Calatrava 2.



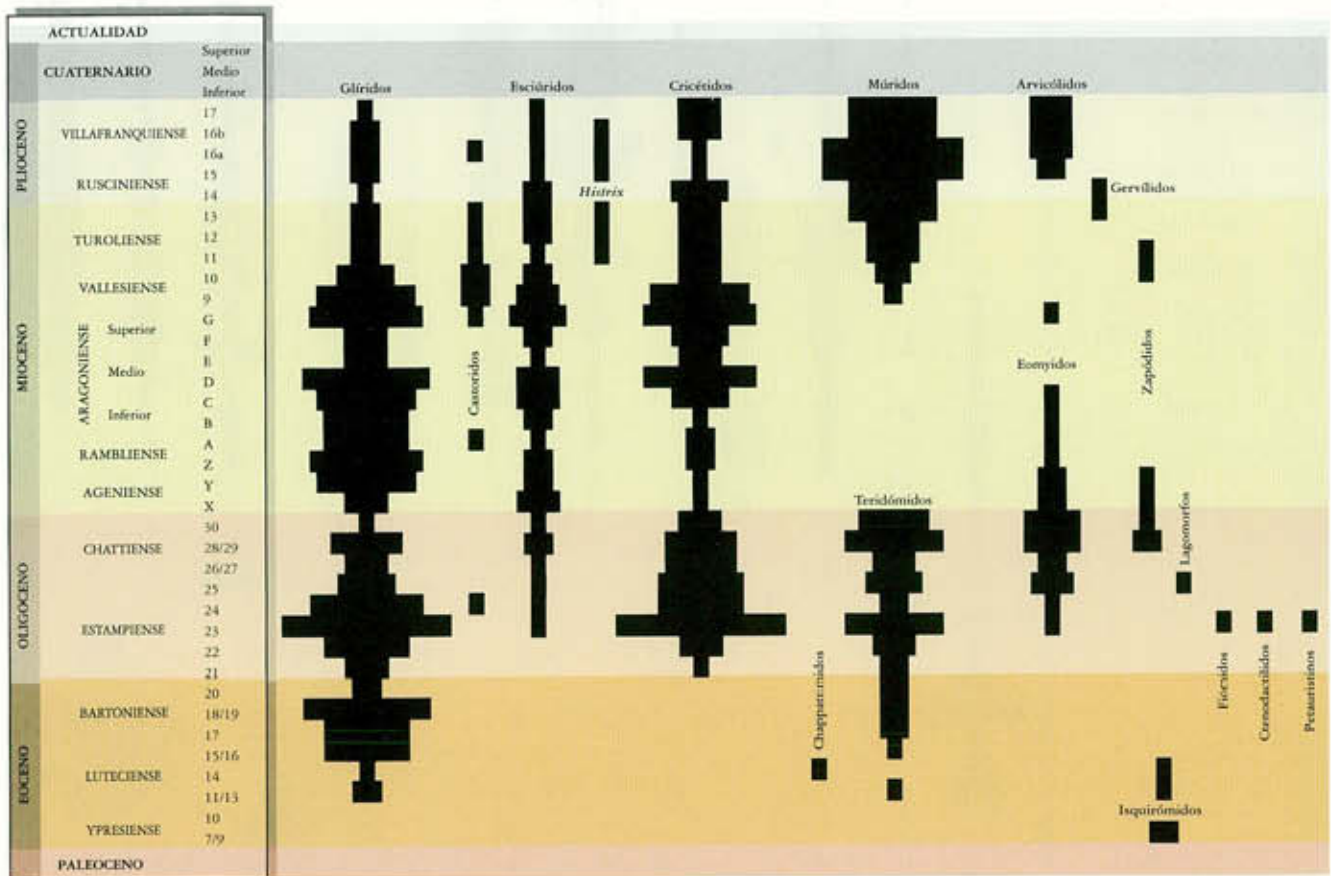
Un segundo piso continental del Mioceno con representación paleontológica en Madrid es el Vallesiense, definido en la cuenca del Vallés-Penedés (Cataluña) y que corresponde al comienzo del Mioceno superior; la inmigración del équido *Hipparion* sirve como indicador biostratigráfico en las áreas continentales para marcar el inicio de este periodo de tiempo.

FAUNAS DE MAMÍFEROS

Durante el Terciario las faunas de mamíferos experimentaron varias radiaciones adaptativas que, poco a poco, fueron configurando la fauna actual de mamíferos (figuras 2.17; 2.18; 2.19). En

la Península Ibérica las faunas paleógenas más antiguas conocidas provienen de yacimientos situados en el prepirineo de la provincia de Lérida, datados como paleocenos, y que han suministrado dientes de multituberculados y condilartros. Algo más moderno es el yacimiento de Silveirinha (Portugal), datado como Eoceno inferior, en el que existe una gran diversidad de mamíferos: condilartros, marsupiales, murciélagos, creodontos, carnívoros, insectívoros, roedores, artiodáctilos y perisodáctilos primitivos. En España se conocen otros yacimientos del Eoceno en diversas cuencas españolas, como la del Ebro, Duero, Tajo; en estas faunas se ha producido ya la sustitución de los condilar-

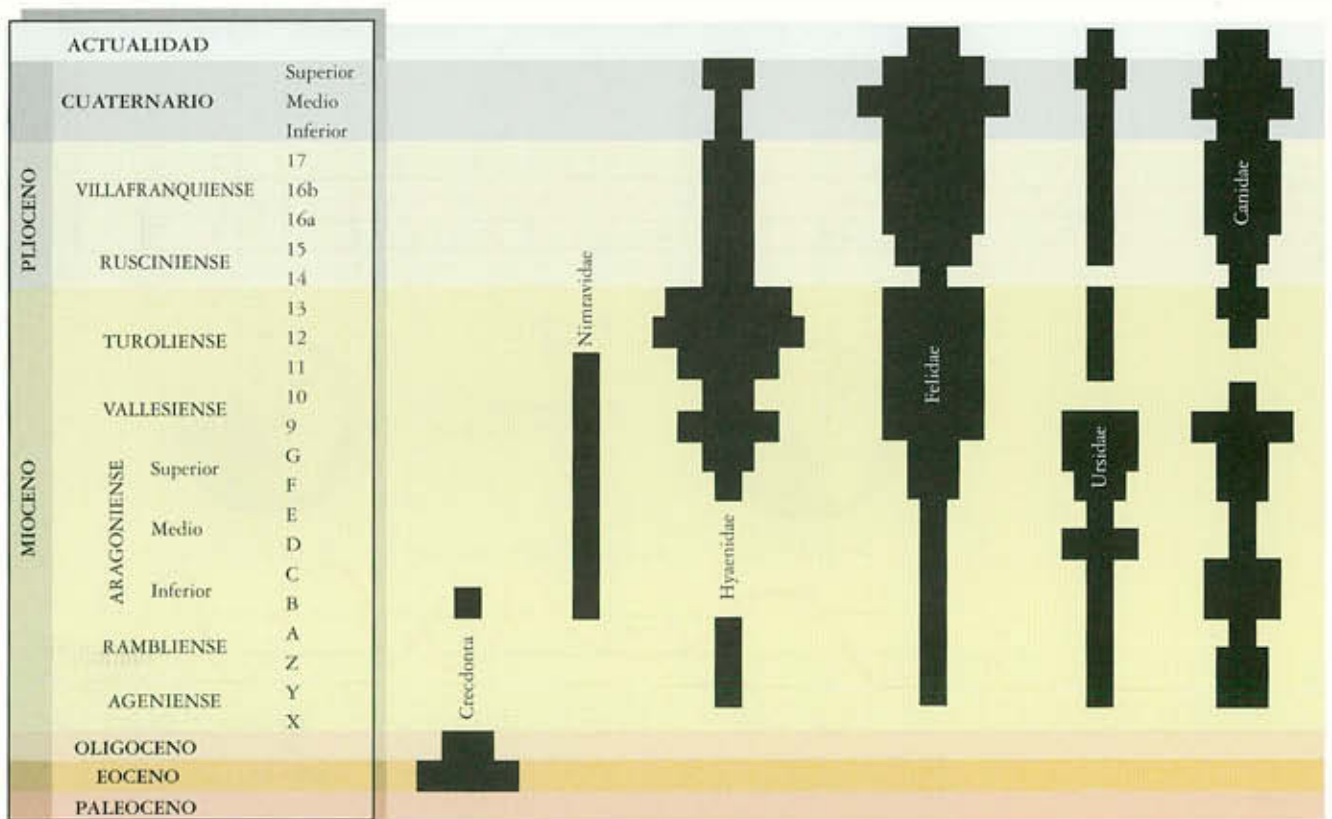
Figura 2.17. Registro fósil de los roedores presentes en el Terciario de España. Lagomorfos neógenos no representados en la figura.



continente al inicio del Oligoceno, hace unos 35 Ma, y que se denominó «Grand Coupure Faunistique» (El Gran Corte Faunístico); Europa, que como hemos mencionado había permanecido aislada hasta ese momento, se conecta con Asia a través del estrecho de Turgai, en los montes Urales, con lo que las faunas orientales penetran en suelo europeo, produciéndose la sustitución de las formas endémicas por los nuevos inmigrantes. Así, llegan a Europa, erizos, musarañas, ardillas, castores, hámsters, félidos, úrsidos, mustélidos, rinocerótidos, calicotéridos, tapires y varios grupos de artiodáctilos. Se calcula que penetraron en Europa unas 22 familias, de las cuáles 12 han dejado descendientes actuales (López-Martínez

y Thaler, 1974; Morales y Nieto, 1997). No existen muchos yacimientos en España que hayan registrado esta época, pero alguno de ellos como el de Carrascosa del Campo (Cuenca) o Los Barros (Avila) tienen un alto interés para el conocimiento en nuestro país de estas faunas. Asociaciones faunísticas posteriores, ya dentro del Mioceno, estaban formadas por anficiónidos, rinocerontes, tapíridos, pangolines, y ruminantes, que en esa época estaban experimentando una interesante diversificación. Las condiciones climáticas inferidas para el comienzo del Mioceno inferior indican una vuelta a condiciones climáticas cálidas y húmedas, de tipo tropical o subtropical (Morales y Nieto, 1997).

Figura 2.19. Registro fósil de los carnívoros presentes en el Terciario de España.

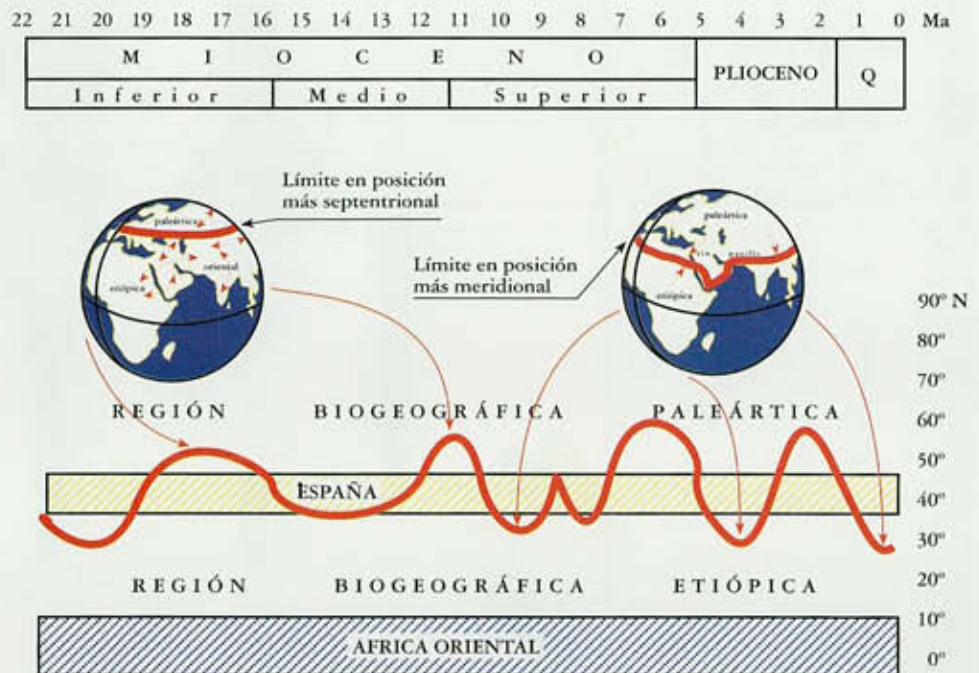


Los fenómenos de sustitución de faunas no son un hecho aislado en la historia de nuestro planeta, y son de gran importancia para comprender la historia evolutiva de los mamíferos; así Pickford y Morales (1994) han identificado entre Europa y Africa hasta cuatro grandes eventos de este tipo en los últimos 22,5 Ma. Lo más interesante es que al estudiar las faunas americanas y euroasiáticas, se observa que los cambios se han producido de forma sincrónica, por lo que parecen responder a fenómenos globales. En el caso particular de la Península Ibérica y Africa, parece ser que los límites entre la zona Paleártica y la Etiópica cambiaron latitudinalmente (figura 2.20). Estas fluctuaciones latitudinales de los límites entre zonas biogeográficas pueden deberse a dos procesos, que no son excluyentes: la anchura de la zona tropical puede au-

mentar o reducirse en diferentes periodos de tiempo (*bipótesis de los cinturones ecoclimáticos*), o simplemente la zona Tropical puede cambiar de localización, es decir, trasladarse en dirección norte-sur (*bipótesis del movimiento graticular*).

Las faunas de vertebrados fósiles de Madrid más antiguas se registran en la parte superior del Terciario, durante el Mioceno (entre los 21 Ma a los 10 Ma), coinciden con el periodo de tiempo en que se estaban originando los grandes grupos de mamíferos que forman las comunidades actuales (rumiantes, perisodáctilos, carnívoros, roedores, proboscídeos, etc.). De ahí su interés al suministrar información de gran valor para el conocimiento del origen de las asociaciones de mamíferos actuales.

Figura 2.20. Fluctuaciones latitudinales del límite entre las regiones biogeográficas tropical y boreal durante el Neógeno. Modificado de Pickford y Morales (1994).



PALEOGEOGRAFÍA

El escenario en el que se desarrollaron las faunas de vertebrados miocenas de Madrid comenzó a configurarse hace unos 20 millones de años, durante el Mioceno inferior. En esta época la colisión entre las placas continentales de África-Arabia con la de Asia, en el área de Turquía, interrumpió la continuidad marina del Tethys, al separar el Mediterráneo del Océano Índico.

Esta nueva configuración va a condicionar de forma decisiva la evolución de las faunas de mamíferos en Europa occidental, y por tanto en España. El pasillo de tierra formado servirá de corredor para las grandes migraciones de mamí-

feros de la época, y jugará un papel importante como filtro climático y biogeográfico durante la mayor parte del Mioceno (Pickford y Morales, 1994).

A diferencia de grandes áreas de Europa que son casi irreconocibles durante gran parte del Mioceno (figura 2.21), lo que es hoy la Península Ibérica, en sus trazos generales se acerca mucho a su configuración actual. Los mapas de la figura 2.22, modificados de López-Martínez (1989) muestran el desarrollo de las grandes cuencas españolas durante el Mioceno inferior, medio y superior. En ellos se puede observar que durante el Mioceno inferior y medio existen grandes cuencas sedimentarias continentales plenamente activas como son las del Duero, Tajo, Ebro, Almazán y Calatayud. Estas cuencas de carácter endorreico, muestran un comportamiento similar con depósitos centrales carbonáticos y evaporíticos; y detríticos en los bordes. Durante este periodo, el clima alcanza un máximo relativo de aridez, aunque se registran a menor escala varias oscilaciones en la humedad. La temperatura es cálida registrándose ambientes semidesérticos en algunas cuencas como es el caso de la de Madrid (López-Martínez, 1989).

Durante el Mioceno superior gran parte de la Península Ibérica presenta una geografía similar a la actual. Algunas de las grandes cuencas del Mioceno medio siguen funcionando, pero la mayoría de ellas se han colmatado o están a punto de hacerlo, como es el caso de la cuen-

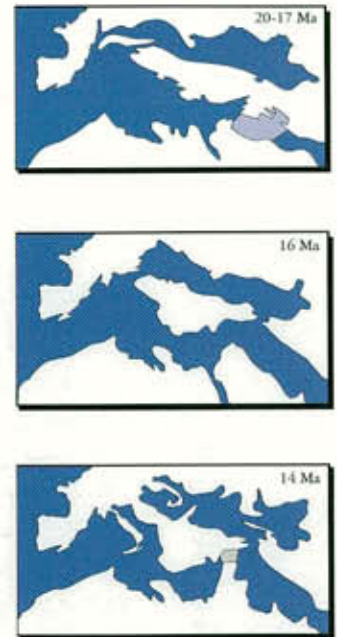


Figura 2.21. Reconstrucción paleogeográfica del Mediterráneo durante el Mioceno. Modificado de Rögl y Steininger (1984).



Figura 2.22. Mapas paleogeográficos de la Península Ibérica. A: Mioceno inferior-medio (23 a 12 Ma). B: Mioceno superior (12 a 6 Ma). Modificado de Lopez-Martínez (1989).

ca del Tajo, en la que los depósitos carbonáticos se extienden ampliamente, sellando el registro anterior. En el golfo del Guadalquivir la sedimentación marina adquiere un gran desarrollo, con formación de arrecifes coralinos bordeando los taludes de las islas del archipiélago que testimonian condiciones tropicales, relativamente cálidas. Los grandes espesores de evaporitas indican también condiciones áridas para este período (López-Martínez, 1989).

TECTÓNICA

La época de desarrollo de las faunas miocenas de Madrid cubre aproximadamente un lapso temporal de unos 12 millones de años, existiendo un excelente continuidad para parte del Mioceno medio, entre los 15,5 a 13 millones de años. Esta fue una época de fuerte actividad tectónica a nivel global, en particular se observa una aceleración en el levantamiento de los Himalayas y de los Alpes, existiendo fluctuaciones considerables del nivel del mar. La repercusión en el clima debió ser muy importante, manifestándose una variación notable en el tipo e intensidad de la estacionalidad, acercándose más al modelo actual que al existente con anterioridad al Mioceno, en el que la estacionalidad estaba escasamente marcada (Morales *et al.*, 1992).

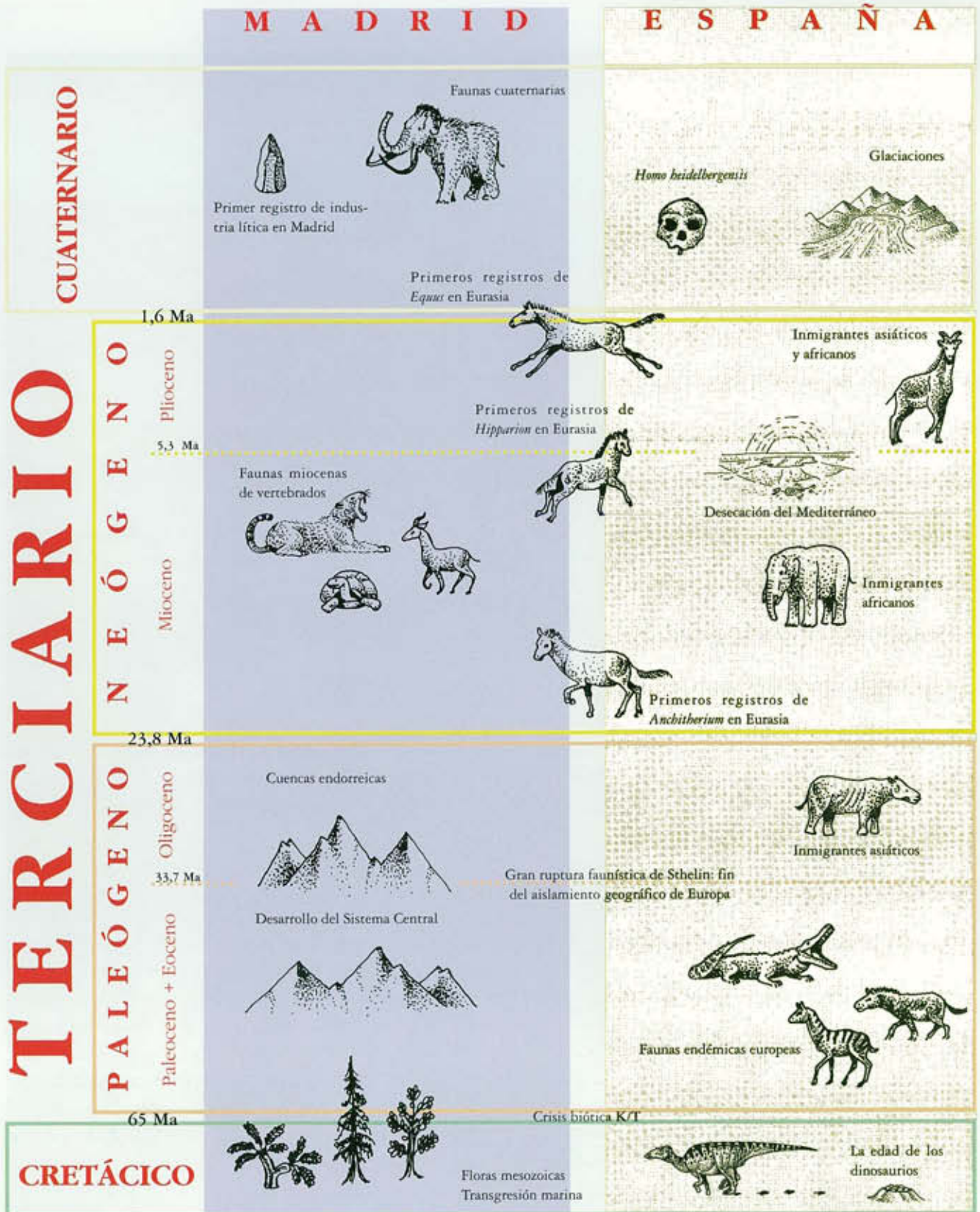
Esta fase de intensa actividad tectónica global esta bien registrada en la cuenca de Madrid, documentándose dos importantes fases tectónicas en menos de un millón de años. La coincidencia de estas

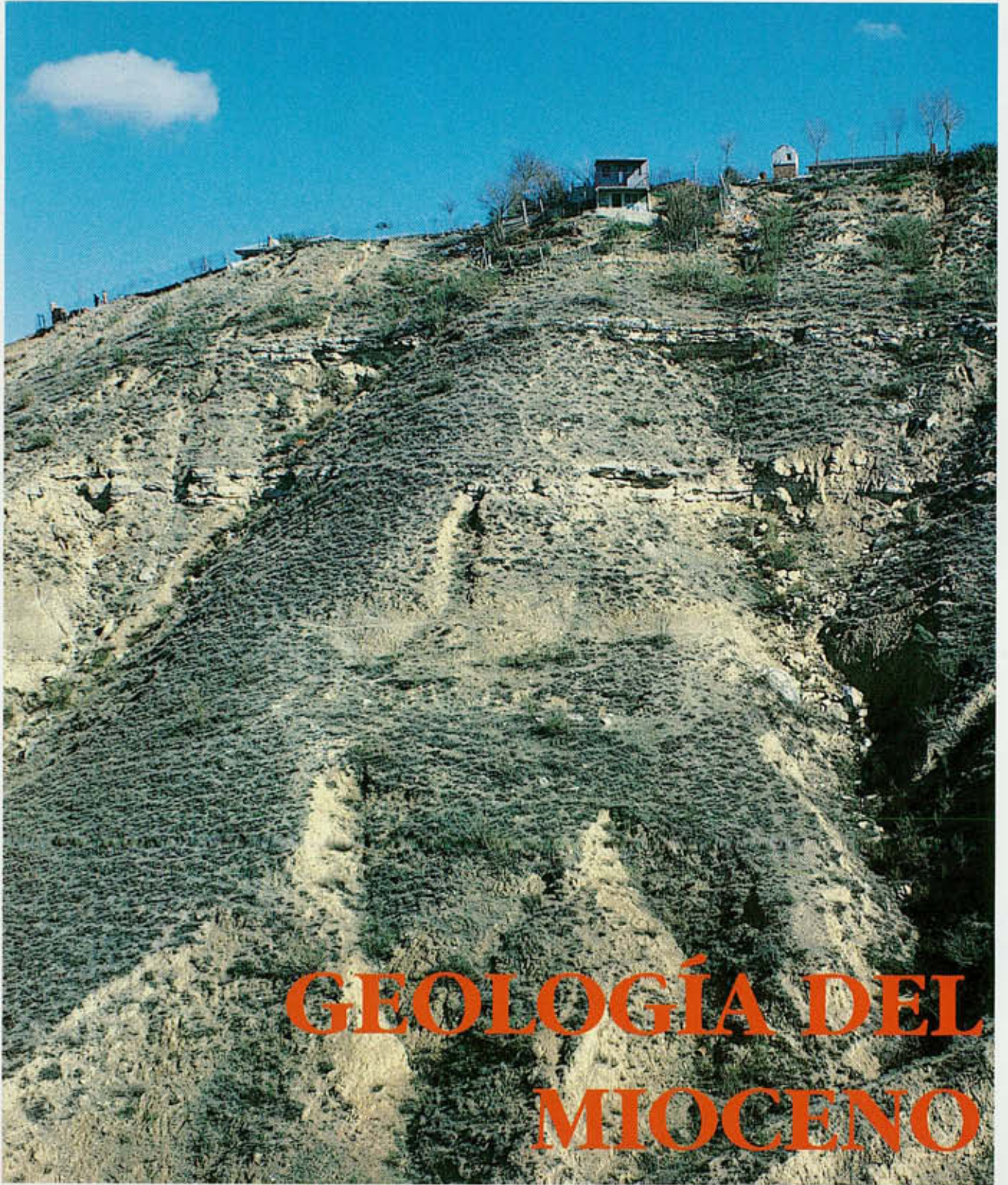
fases con bruscas oscilaciones del nivel del mar y con el momento de máxima aridez y temperatura registrado para el Mioceno en el ámbito europeo, marcan de forma elocuente a las faunas fósiles de este momento en Madrid.

Este periodo de cambio faunístico entre el Mioceno inferior y medio tuvo una dimensión planetaria, de hecho ha sido registrado en las faunas de Norteamérica, Europa y Africa, sirviendo para definir periodos de tiempo o edades; así, por ejemplo, el comienzo del Hemigfordiense, en Norteamérica, coincide con la invasión de 6 ó 7 linajes de mamíferos procedentes del Viejo Mundo. En Europa se registra la entrada de 7 linajes procedentes de Norteamérica y Africa; en esta última se produce en ese momento la entrada de 21 linajes de grandes mamíferos desde Eurasia y Norteamérica (Pickford y Morales, 1994).

En España, durante el cambio faunístico del final del Mioceno inferior se produce la llegada del équido americano *Anchitherium*, que experimenta una notable radiación en nuestra península (Sánchez *et al.*, 1998). También se registran por primera vez mastodontes, deinoterios, creodontos, rumiantes con apéndices craneales, y otros mamíferos. La aparición de los rumiantes con apéndices craneales es uno de los hechos más destacables, pues rápidamente sustituyen a las formas inermes, dando lugar a una notable radiación adaptativa; primero cérvidos y paleomerícidos, y después bóvidos y jiráfidos (Morales y Nieto, 1997).

En la página opuesta: Resumen del registro geológico y paleontológico de la Comunidad de Madrid y acontecimientos más relevantes del registro español desde el Cretácico superior a la actualidad.





**GEOLOGÍA DEL
MIOCENO**

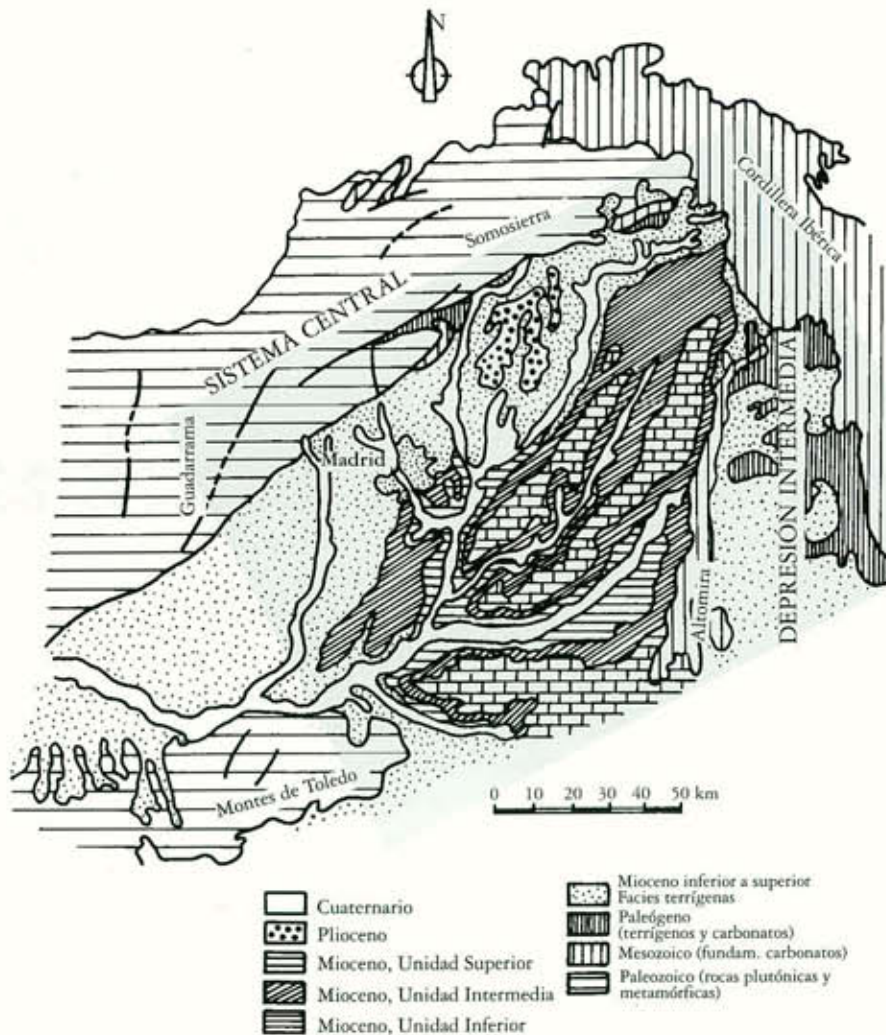
Los comentarios hechos anteriormente sobre la evolución geológica de la Comunidad de Madrid ilustran sobre los rasgos estratigráficos y los condicionantes estructurales de la sedimentación en esta región durante el Mioceno. El espesor del conjunto de las formaciones miocenas en la cuenca es superior a los 500 m, aunque con variaciones según su mayor o menor proximidad al Sistema Central. La composición litológica de los depósitos miocenos dista de ser homogénea,

observándose en ellos numerosos cambios laterales de facies, particularmente cuando se comparan los sedimentos próximos a la zona de la Sierra con los aflorantes en zonas meridionales de Madrid. Aparte de estas variaciones en sentido horizontal, son observables también cambios notables en la vertical, que en ocasiones aparecen marcados por discontinuidades tales como superficies de karstificación o rupturas netas en la tendencia de la sedimentación. Es sobre esta base sobre la que se han dis-

GEOLOGÍA DEL MIOCENO DE MADRID

José Pedro Calvo

Figura 2.23. Esquema geológico de la Cuenca de Madrid mostrando la distribución de las unidades estratigráficas mayores distinguidas dentro del registro sedimentario mioceno. (Modificado de J.P. Calvo).



tinguido tres unidades estratigráficas mayores dentro del registro mioceno de la Cuenca de Madrid (figuras 3.23 y 3.24): Unidad Inferior (Rambliese-Aragoniense medio), Unidad Intermedia (Aragoniense medio-Vallesiense inferior) y Unidad Superior (Vallesiense superior-Turoliense) (Alberdi *et al.*, 1985; Calvo *et al.*, 1993).

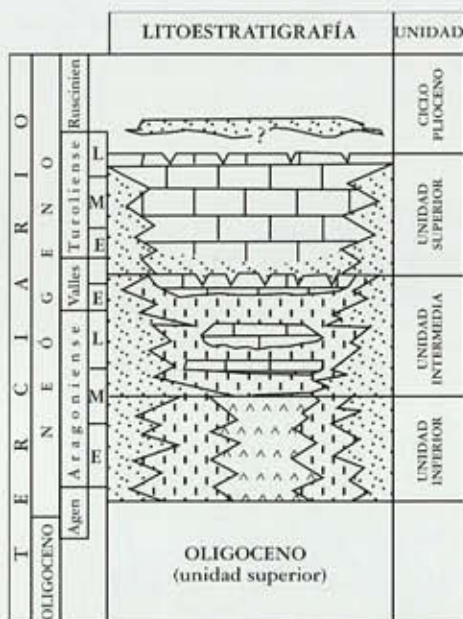


Figura 2.24. Esquema litoestratigráfico del Neógeno de la Comunidad de Madrid con indicación de las unidades estratigráficas mayores distinguidas. (Modificado de J.P. Calvo).

La descripción detallada y los comentarios sobre los ambientes de sedimentación en que tuvo lugar el depósito de estas unidades, en particular de la Unidad Inferior y de la Unidad Intermedia del Mioceno, en la Comunidad de Madrid, se presentan a continuación, dado que es en éstas donde se encuentra la práctica totalidad de los yacimientos de vertebrados hasta ahora conocidos.

Dentro de la Unidad Superior del Mioceno, los hallazgos de restos de ver-

tebrados son muy escasos y las piezas recogidas no presentan suficiente valor paleontológico. Ello redundará en una relativa falta de precisión en la cronoestratigrafía de esta unidad que, sin embargo, y por correlación con otros puntos de la cuenca, abarcaría un periodo entre el Vallesiense superior alto y el Turoliense.

ESTRATIGRAFÍA Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA UNIDAD INFERIOR DEL MIOCENO

Los depósitos correspondientes a esta unidad afloran en los valles de la región con un espesor que no supera los 150 m, siendo ésta una potencia parcial ya que, mediante perfiles sísmicos, se reconocen espesores que duplican al menos esa cifra. El contacto entre la base de la unidad y las formaciones paleógenas infrayacentes es discordante en las zonas marginales de la cuenca (Rodríguez-Aranda *et al.*, 1991) y reposa en paraconformidad sobre ellos en zonas centrales (Racero, 1988). La datación de los términos más inferiores de esta unidad toma como base el hallazgo de un molar de Paleomerícido, que tentativamente se atribuye al Rambliese. El límite superior de la unidad corresponde a una discontinuidad marcada por la presencia de depósitos terrígenos, yesos detríticos y carbonatos, todos ellos correspondientes a la Unidad Intermedia, sobre los niveles del techo (lutitas, yesos) de la Unidad Inferior. Localmente se observa que estos niveles de techo están karstificados. La datación de la parte alta de la Unidad Inferior se ha llevado a cabo a partir de las faunas de micromamíferos encontra-

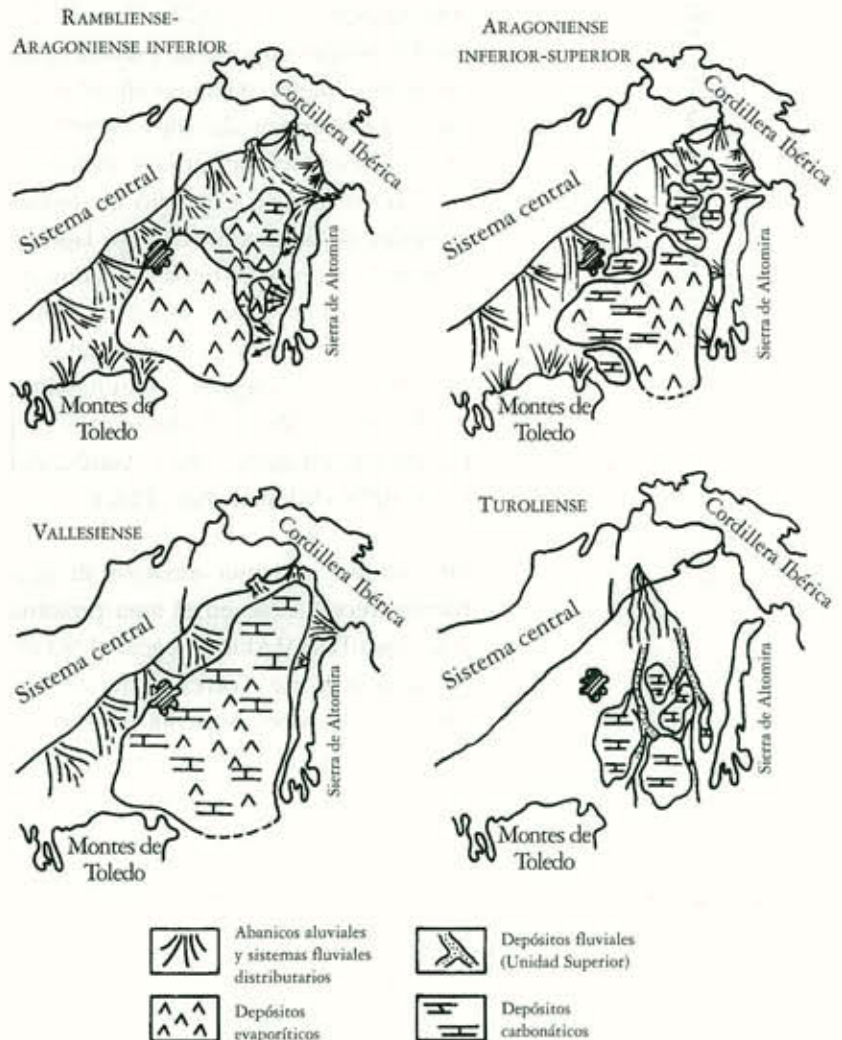
das en los yacimientos de O'Donnell y Ciudad Pegaso, ambos en el límite oriental del casco urbano de Madrid.

La distribución de ambientes sedimentarios en los que se acumularon los depósitos de la Unidad Inferior del Mioceno se adecúa a un modelo centrípeto de sistema lacustre hidrológicamente cerrado, en el que las orlas de sedimentos detríticos abastecidos desde los relieves montañosos circundantes (Sistema Central y Cordillera Ibérica al norte y noreste, Sierra de Altomira al este, y Montes de Toledo al sur) gradan lateralmente a depósitos terrígenos más finos y, finalmente, en zonas centrales de la cuenca, a depósitos de precipitación química de carácter evaporítico (figura 2.25). Los medios deposicionales en que se formaron las orlas de sedimentos detríticos corresponden a abanicos aluviales y sistemas fluviales distributarios cuya arquitectura es variable según el borde de cuenca considerado (Calvo *et al.*, 1989a; Rodríguez Aranda *et al.*, 1991; Alonso Zarza *et al.*, 1993).

En el territorio comprendido dentro de la Comunidad de Madrid, la mayor parte de las facies de abanico aluvial correspondientes a la Unidad Inferior son de composición arcósica, resultado de la erosión de los materiales graníticos y metamórficos de alto grado de la Sierra del Guadarrama. La baja calidad de los afloramientos de arcosas impide una buena caracterización sedimentológica de estas facies que, en conjunto, pueden interpretarse como propias de abanicos aluviales lateralmente coalescentes, de carácter árido o semiárido.

Las facies distales de estos abanicos consisten en arcillas arenosas con intercalaciones subordinadas de canales rellenos de arenas y depósitos de arroyada de geometría tabular. La transición lateral de estas facies es hacia arcillas, más o menos arenosas, rojizas, con moteados verdosos o grises, arenas micáceas, niveles de carbonatos y, progresivamente, cuanto más al sur, yesos. La extensión lateral de estos depósitos abarca una franja de unos 2 km. Es en esta asociación de facies donde se en-

Figura 2.25. Evolución paleogeográfica de los sistemas deposicionales mayores (aluviales y lacustres) en la Cuenca de Madrid a lo largo del Mioceno (modificado de De Vicente *et al.*, 1996)



cuentran los yacimientos de edad Aragoniense medio de Moratines, San Isidro, Paseo de las Acacias, O'Donnell y Ciudad Pegaso, estos dos últimos a techo de la Unidad Inferior y correspondientes a la zona Dd.

Desde un punto de vista paleoambiental, esta compleja asociación litológica caracteriza un sistema palustre, consistente en zonas pantanosas surcadas por corrientes de agua de funcionamiento efímero y afectadas por desecaciones periódicas. El emplazamiento de este sistema palustre y su evolución a lo largo del tiempo supone la existencia de un abastecimiento de aguas aflorantes al pie de los abanicos aluviales, definiendo un área diferenciada del lago evaporítico abierto que se extendió en partes centrales de la cuenca. En este lago se depositaron diversos tipos de sedimentos evaporíticos (yeso, anhidrita, halita, dolomita, magnesita), con mineralogías en ocasiones complejas (thenardita, glauberita, polihalita), alternantes con materiales terrígenos finos (García del Cura, 1979; Ordóñez *et al.*, 1991).

En contraste con esta zonación de ambientes reconocible en el área próxima a la ciudad de Madrid, y hacia el SO de ésta, el área de Torrejón de Ardoz-Alcalá de Henares presenta un registro sedimentario caracterizado por la presencia de arcillas rojizas con intercalaciones de canales rellenos de arena y capas tabulares arenosas que, hacia el centro de cuenca, pasan a arcillas grisáceas-verdosas con creciente presencia de evaporitas. Esta relación lateral de facies es característica de sistemas alu-

viales amplios de bajo gradiente que evolucionan a ambientes de llanura lútica seca y posteriormente a llanura salina (Calvo *et al.*, 1989a).

ESTRATIGRAFÍA Y AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA UNIDAD INTERMEDIA DEL MIOCENO

La Unidad Intermedia presenta notables diferencias con la unidad infrayacente, siendo la más destacable la ausencia de facies salinas similares a las descritas en esta última unidad. Por el contrario, la asociación de facies lacustres en las zonas centrales de la cuenca está dominada por la presencia de carbonatos (calizas y dolomías) y yeso, este último típicamente de carácter bioturbado (Rodríguez-Aranda *et al.*, 1991; Rodríguez-Aranda y Calvo, 1998). El límite entre ambas unidades viene en general definido por este contraste litológico que, en muchos puntos, queda subrayado por la presencia de facies terrígenas sobre los depósitos evaporíticos. Ello es debido a la progradación de los sistemas aluviales que dieron lugar a la orla de sedimentos detríticos de esta unidad (ver figura 2.27) como resultado de la elevación del Sistema Central durante el Aragoniense medio (De Vicente *et al.*, 1996). Esta reactivación del borde norte de la cuenca tuvo lugar durante el Aragoniense medio (Calvo *et al.*, 1989b). Por su parte, el límite superior de la Unidad Intermedia viene marcado por el desarrollo de una amplia superficie de paleokarstificación sobre los depósitos carbonatados lacustres con que culmina la unidad (Cañaveras *et al.*, 1996). Los yacimientos de verte-

brados más recientes encontrados en estos depósitos carbonáticos superiores se sitúan fuera de la Comunidad de Madrid pero, en cualquier caso, indican una edad Vallesiense inferior (Sesé *et al.*, 1990). La posición estratigráfica del yacimiento de Batallones, de edad Vallesiense superior, será comentada posteriormente por tratarse de un hecho específico en cuanto a la relación geométrica que presenta con los depósitos finales de la unidad. Sobre la citada superficie de paleokarstificación, que posiblemente se formó a lo largo de varias centenas de miles de años durante el Vallesiense superior (Cañaveras *et al.*, 1996), se dispone la Unidad Superior del Mioceno, que brevemente hemos comentado al inicio de este apartado. La organización interna de la Unidad Intermedia aparece complicada por la existencia de una discontinuidad de orden menor dentro de ella, marcada por una nueva reactivación del Sistema Central durante el Aragoniense superior.

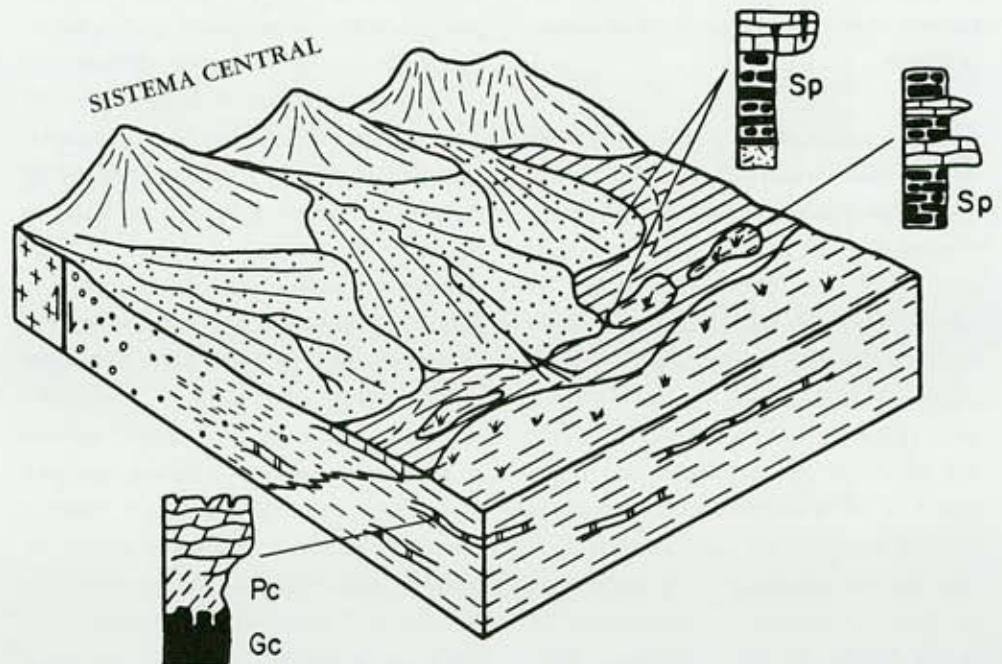
En la Comunidad de Madrid, el espesor de la Unidad Intermedia supera escasamente los 100 m, siendo en el área de Paracuellos de Jarama donde aparece más claramente expuesta y donde es posible observar mejor algunos de los cambios laterales de facies que presenta esta unidad (Alonso *et al.*, 1986). Al igual que ocurría con la Unidad Inferior del Mioceno, los depósitos más próximos a la Sierra están formados por sedimentos arenosos de composición arcósica que se acumularon en un sistema de abanicos aluviales coalescentes. Las facies distales de estos abanicos, carac-

terizadas por arcillas arenosas con capas intercaladas de sepiolita y paleosuelos carbonatados, contienen varios de los yacimientos de vertebrados (Cantera Traperos, Cerro de Almodóvar, Paracuellos 5, Alhambra-Tuneles) que caracterizan el Aragoniense medio y parte del Aragoniense superior en el área urbana de Madrid y sus inmediaciones. La transición entre los abanicos aluviales y el sistema lacustre instalado hacia el centro de cuenca durante este periodo se realiza a través de una asociación compleja de arcillas verdes y rosadas, arenas micáceas, yesos detríticos y carbonatos (esencialmente dolomías), interpretada como correspondiente a un sistema palustre que se extendió en una franja de 2 a 3 km de anchura a lo largo del sur de la ciudad de Madrid y hacia el límite con la provincia de Toledo (Calvo *et al.*, 1989a; Calvo *et al.*, 1995). Este sistema palustre consistió en un mosaico de zonas pantanosas surcadas por corrientes ocasionales que, episódicamente, experimentaron desecación debido a la oscilación de la lámina de agua en periodos climáticos contrastados. Los yacimientos de vertebrados de Arroyo del Olivar y Puente de Vallecas aparecen en este tipo de facies. El abastecimiento hidrológico, bien mediante flujos de agua subterránea, bien mediante escorrentía superficial, debió ser lo suficientemente eficaz como para mantener una cobertera vegetal bastante constante que queda patentizada por la profusión de estructuras de raíces y las acumulaciones locales de restos vegetales carbonizados. Dicho ambiente es similar al observado en regiones semiáridas actuales donde se emplazan

sistemas lacustres de carácter moderadamente evaporítico (Jones *et al.*, 1986). En este tipo de ambientes tiene lugar la formación de depósitos de arcillas magnesianas (sepiolita, esmectitas) mediante precipitación directa o bien transformación de arcillas previamente acumuladas. La figura 2.26 muestra un modelo idealizado del ámbito en que tiene lugar este tipo de sedimentación (Calvo *et al.*, 1986). Hacia facies más centrales en la cuenca, los depósitos lateralmente equivalentes a los anteriormente descritos consisten en alternancias de arcillas verdes y carbonatos laminares, con un incremento progresivo en facies yesíferas, dentro de las cuáles la litofacies más característica es la de yesos de color crema con abundante bioturbación por larvas de insectos (Rodríguez-Aranda y Calvo, 1998).

Los yacimientos de Paracuellos 3 y Cerro de los Batallones se ubican en situaciones paleoambientales marcadamente diferentes a las de la mayoría de los yacimientos de vertebrados hallados en esta unidad. Así, el yacimiento Paracuellos 3, de edad Aragoniense superior, está contenido en un nivel de arcillas arenosas algo oscuras que se intercalan entre depósitos arcóscicos de granulometría relativamente gruesa, los cuáles son típicos de la parte superior de la Unidad Intermedia en el área de Paracuellos de Jarama. De acuerdo con esto, la presencia de dicho yacimiento coincide con un momento de estabilización del funcionamiento de los abanicos aluviales arcóscicos, cuando sólo se depositaron sedimentos debidos a arroyadas fangosas, dando lugar a encharcamientos efímeros en las zonas de

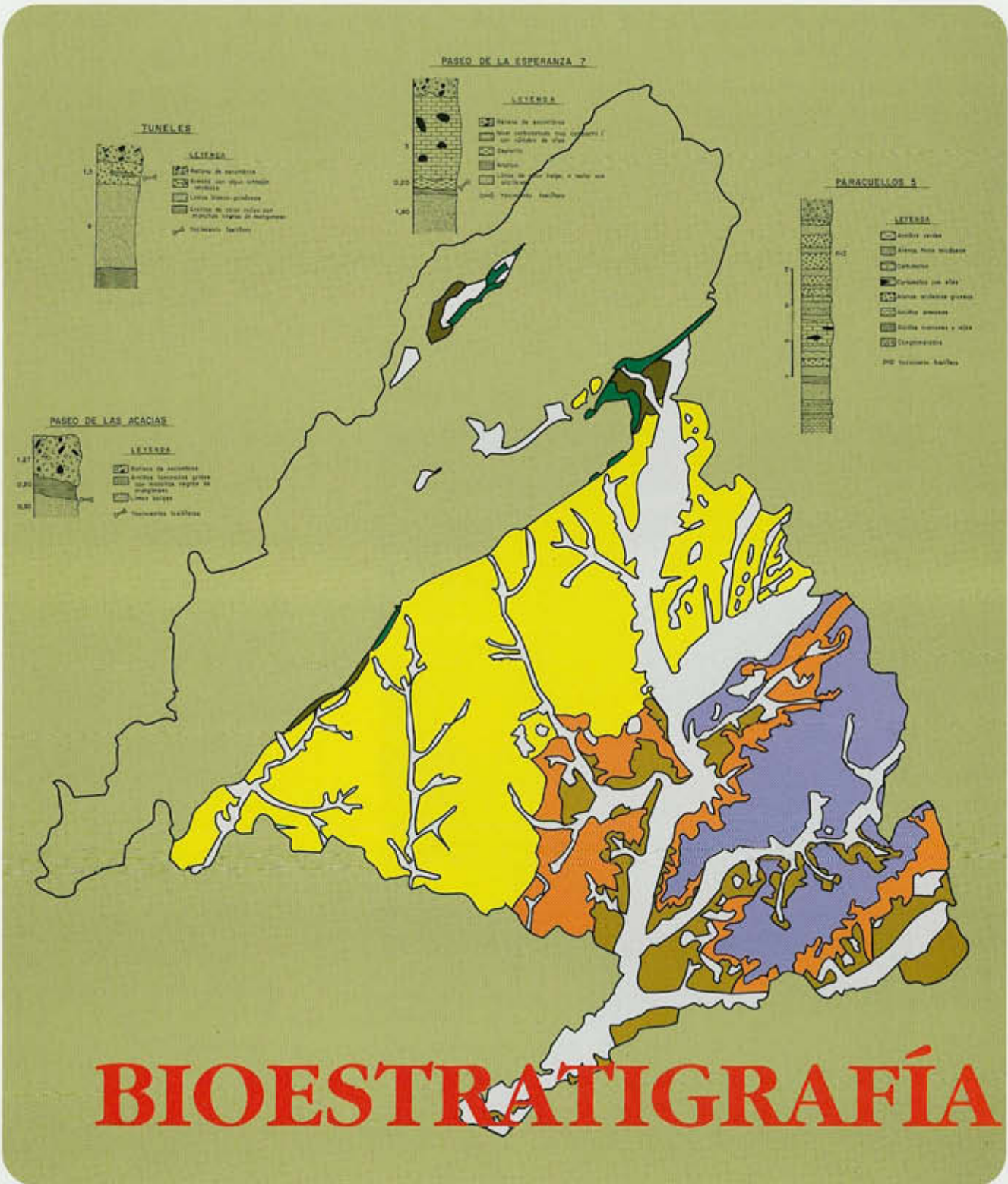
Figura 2.26. Bloque diagrama esquemático representando las relaciones laterales de facies entre abanicos aluviales arcóscicos, facies distales de estos abanicos y ambientes lacustres marginales. Las secuencias sedimentarias que acompañan el bloque muestran el tipo de arcillas autógenas presentes en los diferentes subambientes (Sp: sepiolita; Gc: bentonitas de color verde; Pc: bentonitas de color rosado) (modificado de Calvo *et al.*, 1986).



abanicos. Por su parte, el yacimiento de Cerro de los Batallones (Morales *et al.*, 1992) corresponde a una acumulación de enorme riqueza de restos de macro y microvertebrados en el relleno de una fisura, incluida dentro de los niveles más superiores de la Unidad Intermedia, por

lo que probablemente supone un registro sedimentario y temporal desarrollado en un periodo en que el relleno general de la cuenca estaba detenido, previamente a la sedimentación de la Unidad Superior en partes centrales de la Cuenca de Madrid.





Desde las síntesis bioestratigráficas de los años 80 (Alberdi *et al.*, 1985; López-Martínez *et al.*, 1987; López-Martínez y Morales, 1989) se ha realizado un importante trabajo sobre las faunas de mamíferos del Mioceno de Madrid. Como convenientemente se ha explicado, en algo más de una década numerosos nuevos yacimientos han visto la luz, y con ellos la información sobre este periodo de tiempo se ha multiplicado.

Ahora se puede probar con claridad que las faunas miocenas de Madrid se extienden a lo largo de unos 5 millones de años, de manera casi continua durante una parte del Mioceno medio (entre los 15,5 a 13 millones de años) con posterioridad a esta edad sólo un par de registros aislados, entre los que cabe destacar el Cerro de los Batallones ponen en evidencia la existencia de yacimientos del Mioceno superior, de edades comprendidas entre los 12 a 10 millones de años.

Existe en la cuenca del Tajo una continuidad en el registro paleontológico entre los yacimientos del Mioceno medio y los pertenecientes al Mioceno superior, aunque geográficamente las áreas con yacimientos de esta última edad se sitúan fuera de la comunidad de Madrid, en la provincia de Guadalajara (figura 2.16; página 92).

La mayor parte del registro paleontológico mioceno de Madrid se concentra en una banda de sedimentos paralela al sistema Central, *grosso modo* en sentido NE-SO, en la que prácticamente se incluye todo el área urbana del municipi-

pio de Madrid. Esta banda está ocupada por sedimentos correspondientes a facies distales de abanicos aluviales y facies arcillosas ligadas a áreas lacustres someras, en las que se debieron dar condiciones necesarias para la formación de yacimientos de vertebrados continentales, es decir, fueron las zonas más favorables para el desarrollo de asociaciones de mamíferos, probablemente por sustentar una vegetación más variada y también las más favorables para la preservación de los restos óseos de los animales. En algo menos de 100 metros de sucesión sedimentaria, la comprendida entre las cotas de los 600 a los 700 metros se encuentran la mayor parte de los yacimientos del Mioceno medio de Madrid. Los nuevos datos sobre las faunas de micromamíferos de la cuenca de Madrid (Herráez, 1994) nos permiten establecer una sucesión de faunas desde la biozona D hasta la G (figura 2.27).

Dentro de la biozona D, las asociaciones de roedores permiten distinguir dos subunidades superpuestas estratigráficamente; la subunidad Dc, representada en las denominadas «Facies Peñuela» de los alrededores del Cerro de San Isidro y del área de la ribera del Manzanares (yacimientos de San Isidro, Paseo de las Acacias, Moratines, etc.), y la subunidad Dd representada por la fauna de O'Donnell, y en el corredor del río Henares por la fauna de Henares 2 (término municipal de los Santos de la Humosa). La biozona E puede reconocerse en la fauna de Puente de Vallecas, compuesta sólo por macromamíferos, y la encontrada en el colector de la calle

BIOESTRATIGRAFÍA DE LAS FAUNAS DE MAMÍFEROS DEL MIOCENO DE MADRID: DATACIÓN DE LAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

Pablo Peláez-Campomanes, Beatriz Azanza, José Pedro Calvo, Remmert Daams, Esther Herráez, Jorge Morales, Manuel Nieto y Dolores Soria

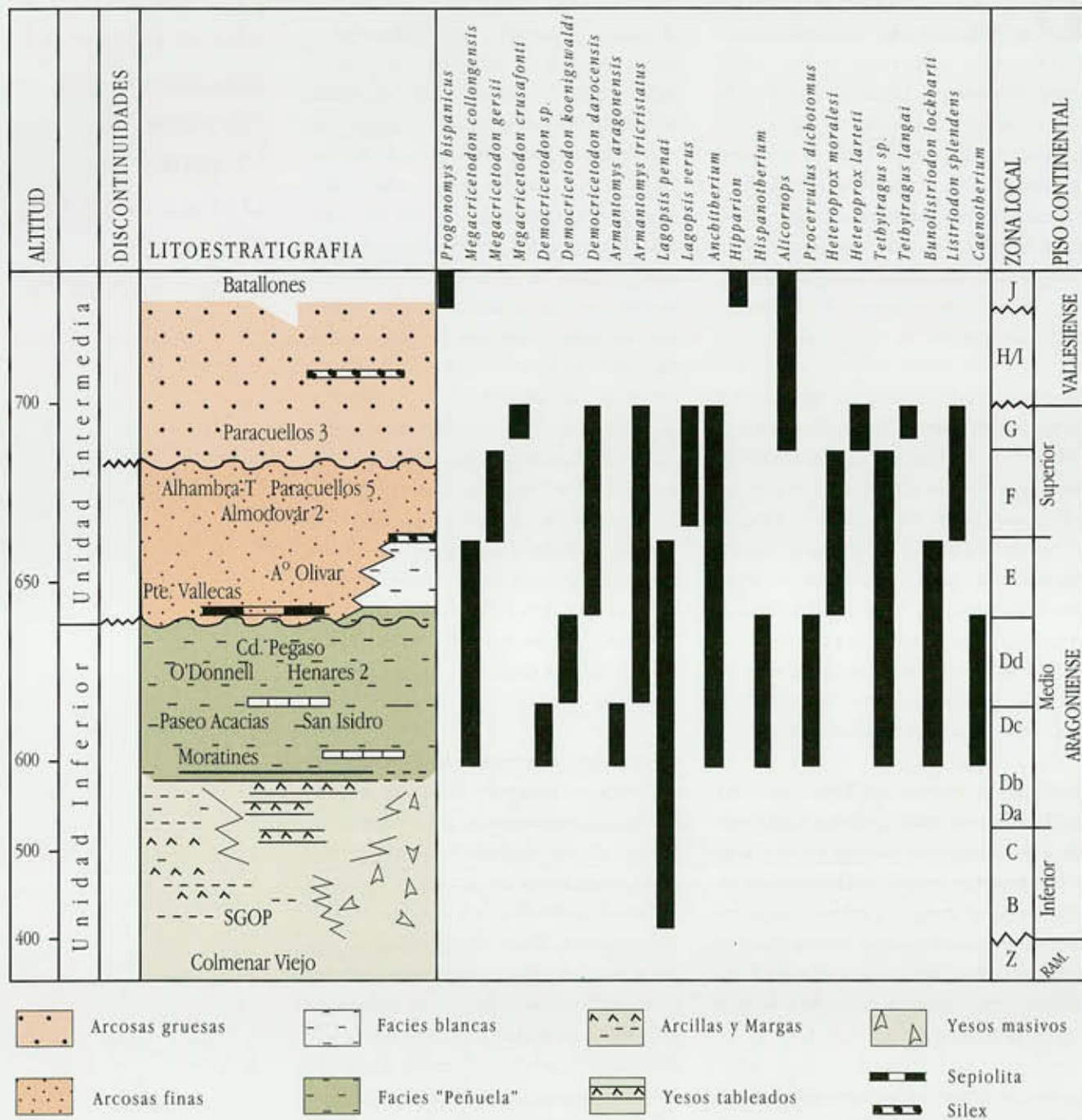


Figura 2.27. Biostratigrafía de los yacimientos del Mioceno medio y superior de Madrid. Esquema litoestratigráfico de las unidades Inferior e Intermedia. Distribución temporal de las especies más representativas litoestratigráficamente. Zonas locales según Daams *et al.*, (1999). Abreviaturas: VALL: Vallesiense; RAM: Ramblense.

Arroyo del Olivar. Las diferencias faunísticas con respecto a las de la biozona D son bastante tenues; desaparición de *Hispanotherium* y *Caenotherium*, aparición de *Heteroprox moralesi*, que viene a sustituir a *Procervulus dichotomus*, y las sustituciones de *Democricetodon konigswaldi* y *Armantomys aragonensis*, respectivamente por *Democricetodon darocensis* y *Armantomys tricristatus*.

La biozona F, ahora bien representada en yacimientos como Alhambra-Tuneles, Paracuellos 5 y Henares 1, situado este último en el corredor del río Henares (Los Santos de la Humosa), se caracteriza por la sustitución del suido bunodont *Bunolistriodon lockbarti* por la forma lofodonta *Listriodon splendens*; en los micromamíferos se produce la sustitución de *Megacricetodon collongensis* y *Lagopsis penai*, por *Megacricetodon gersii* y *Lagopsis verus*, respectivamente.

La biozona G está representada en el área de Paracuellos del Jarama y en Moraleja de Enmedio, aunque este último yacimiento todavía tiene que estudiarse con mayor profundidad. La aparición de un rinoceronte, *Alicornops simorreense*, la sustitución de *Heteroprox moralesi* y *Tethytragus* sp. por *Heteroprox larteti* y *Tethytragus langai*, y en roedores la sustitución de *Megacricetodon gersii* por *Megacricetodon crusafonti*, permiten diferenciar a estos yacimientos de los de la biozona anterior.

ANÁLISIS DE SIMILITUD

Las unidades más estables y aceptadas en la biocronología continental están

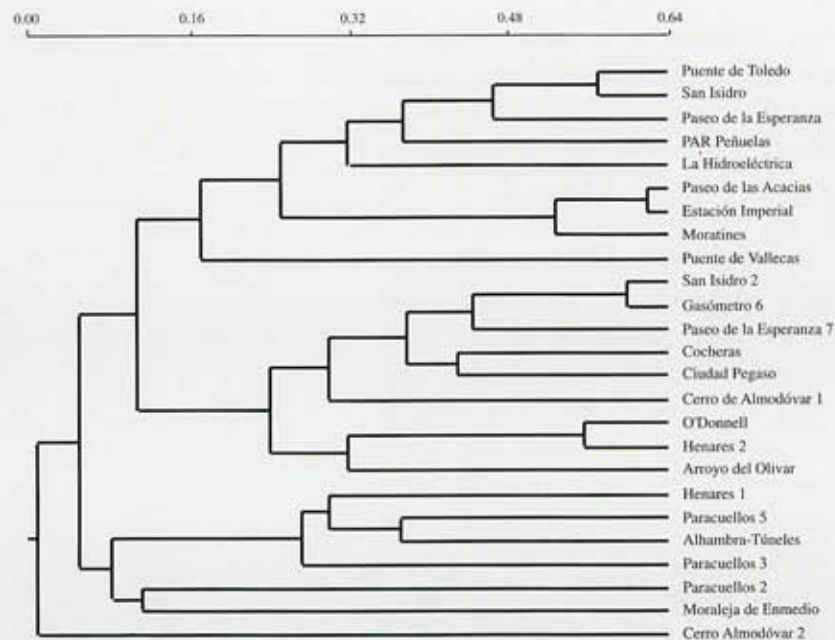
delimitadas por cambios bruscos en las faunas de mamíferos debidos a procesos de extinción, radiación adaptativa y dispersión. En este sentido, las unidades biocronológicas representan lapsos de tiempo durante los cuales las comunidades de mamíferos tienen una cierta homogeneidad taxonómica; la discontinuidad entre ellas puede denotar una reestructuración de la comunidad asociada a importantes cambios en las condiciones ambientales (Alberdi *et al.*, 1997). Dado que cada fauna local representa un registro parcial o muestra de esas comunidades homogéneas, asumimos que su agrupación y ordenación a partir de la presencia conjunta de taxa permite reconocer una secuencia de unidades biocronológicas. Los análisis de cluster permiten establecer dichas agrupaciones basándose en la mayor o menor similitud entre las distintas faunas locales en función de la presencia/ausencia compartida de taxa.

Para el estudio de las faunas aragonesas de la Comunidad de Madrid se empleó el programa NTSYS-PC versión 1.8 (Rohlf, 1993) utilizando el análisis de cluster basado en el promedio no ponderado (UPGMA) ya que en este método cada fauna mantiene el mismo peso en todos los niveles de agrupamiento de manera que la distorsión con relación a la matriz de similitud es menor (Hazel, 1970; Shi, 1993). Dadas las peculiaridades del registro continental, las ausencias compartidas no son indicativas de similitud entre faunas, sino que por el contrario introducen mayor sesgo tafonómico, ecológico y/o geográfico (Alberdi *et al.* 1997). Por ello, no han si-

do utilizadas en el computo de datos. Dentro del abanico de índices de similitud que no tienen en consideración las ausencias compartidas, se escogió el coeficiente de Jaccard, ya que tiene únicamente valores positivos entre 0 y 1, es métrico, simétrico, poco afectado por las diferencias en el tamaño de la muestra y presenta una relación casi lineal con el incremento en el número de taxa compartidos (Shi, 1993). La matriz básica de datos puede obtenerse a partir de las tablas presentes en las figuras 2.33, 2.43 y 2.49. Para evitar sobrerepresentación de algunas especies, los taxa nominados con cf. se incluyeron en el taxón nominal y algunos nominados como sp. o indet. se eliminaron. La distorsión de los dendrogramas resultantes con relación a la matriz de similitud se ha estimado mediante el coeficiente de correlación cofenética (CCC). Se realizaron 3 análisis en Q-mode, es decir relacionando las fau-

nas locales entre sí en función de la presencia compartida de taxa, cuyos resultados pueden observarse en las figuras 2.28, 2.29 y 2.30. El dendrograma de la figura 2.28 se obtuvo cuando se incluyeron en el análisis la totalidad de las faunas locales aragonesas de la Comunidad de Madrid. Si bien existe una separación clara entre las faunas del Aragonense medio y del superior, las zonas locales de Daams *et al.* 1999 no aparecen reflejadas. Ello es debido a que dichas zonas han sido establecidas mediante criterios de aparición y extinción de roedores, y en nuestro análisis se han incluido tanto macromamíferos como micromamíferos, dándose la particularidad de que son escasas las faunas con representación de ambos grupos. Así, cuando se analizan separadamente las faunas con representación de micromamíferos, las agrupaciones que se obtienen (figura 2.29) coinciden básicamente con las zonas de Daams *et al.* 1999. Un tercer análisis se realizó incluyendo sólo las faunas con representación de macromamíferos aunque se excluyeron algunas faunas pobres (O'Donnell, Henares 2, Arroyo del Olivar, Cocheras, Ciudad Pegaso y Paseo de la Esperanza 7) para evitar la introducción de ruido. Los dendrogramas que se obtuvieron muestran una separación clara entre las faunas que se incluyen en la zona Dc y el resto, aunque quizás está sobrevalorada por el hecho de que no se ha incluido ninguna fauna perteneciente a la zona Dd (figura 2.30). Por otra parte, llama la atención que Puente de Vallecas (zona E) se agrupe con las faunas pertenecientes a las zona F y G, sugiriendo que la principal reestructura-

Figura 2.28. Dendrograma (Q-mode) obtenido cuando se incluyeron en el análisis la totalidad de las faunas locales aragonesas de la Comunidad de Madrid. CCC=0.83407.



ción de la fauna de mamíferos (tránsito Aragoniense medio-superior) ocurre antes en las comunidades macromamíferos que en las de micromamíferos.

El análisis de similitud nos permite demostrar que si atendemos exclusivamente a la composición de micromamíferos de los yacimientos, estos se agrupan en torno al 50% de similitud, en cinco conjuntos correspondientes a las biozonas Dc, Dd, E, F y G. Estas biozonas se asocian así mismo en dos conjuntos mayores, uno correspondiente al Aragoniense

medio (Dc, Dd, E) y otro al Aragoniense superior (F, G). Cuando sólo se consideran los taxa de grandes mamíferos, las agrupaciones obtenidas son algo más ambiguas en cuanto a su correspondencia con las biozonas establecidas. Con todo, los dos grandes conjuntos, Aragoniense medio y Aragoniense superior, son fácilmente discernibles y dentro de este último la separación entre los yacimientos de las biozonas F y G es neta. La asociación de Puente de Vallecas con las faunas del Aragoniense superior es la única nota discordante. De hecho la pro-

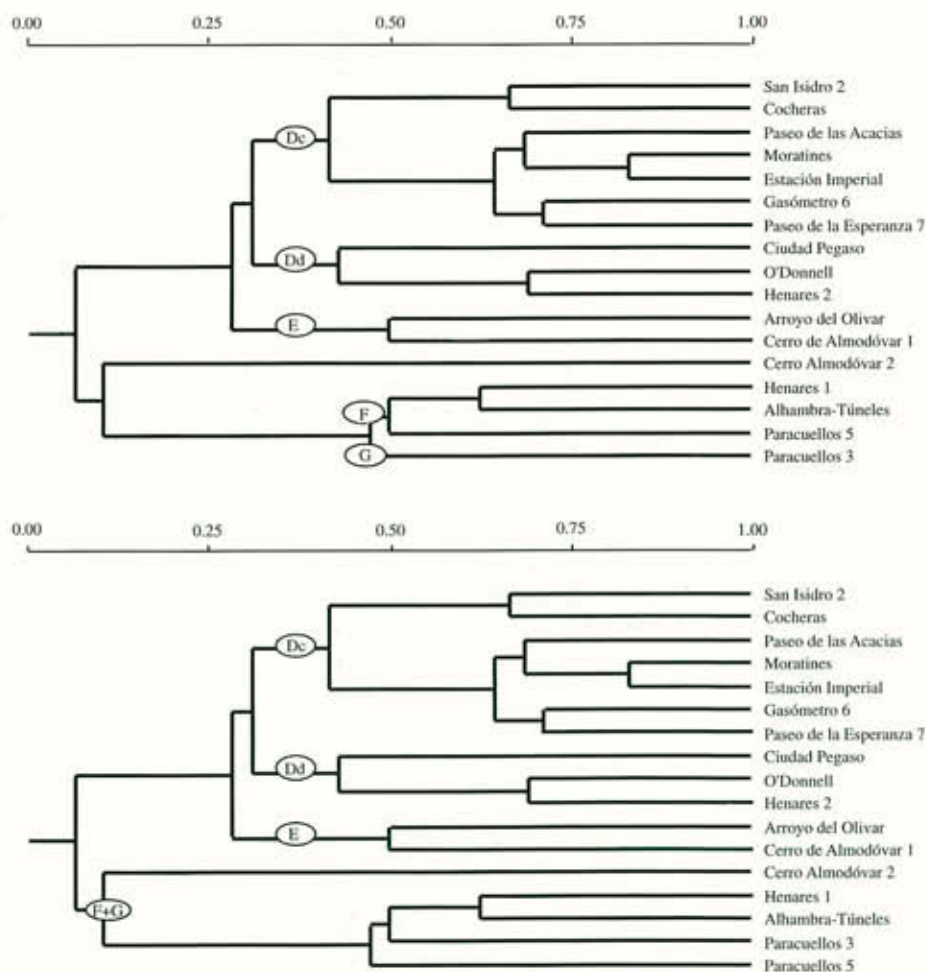
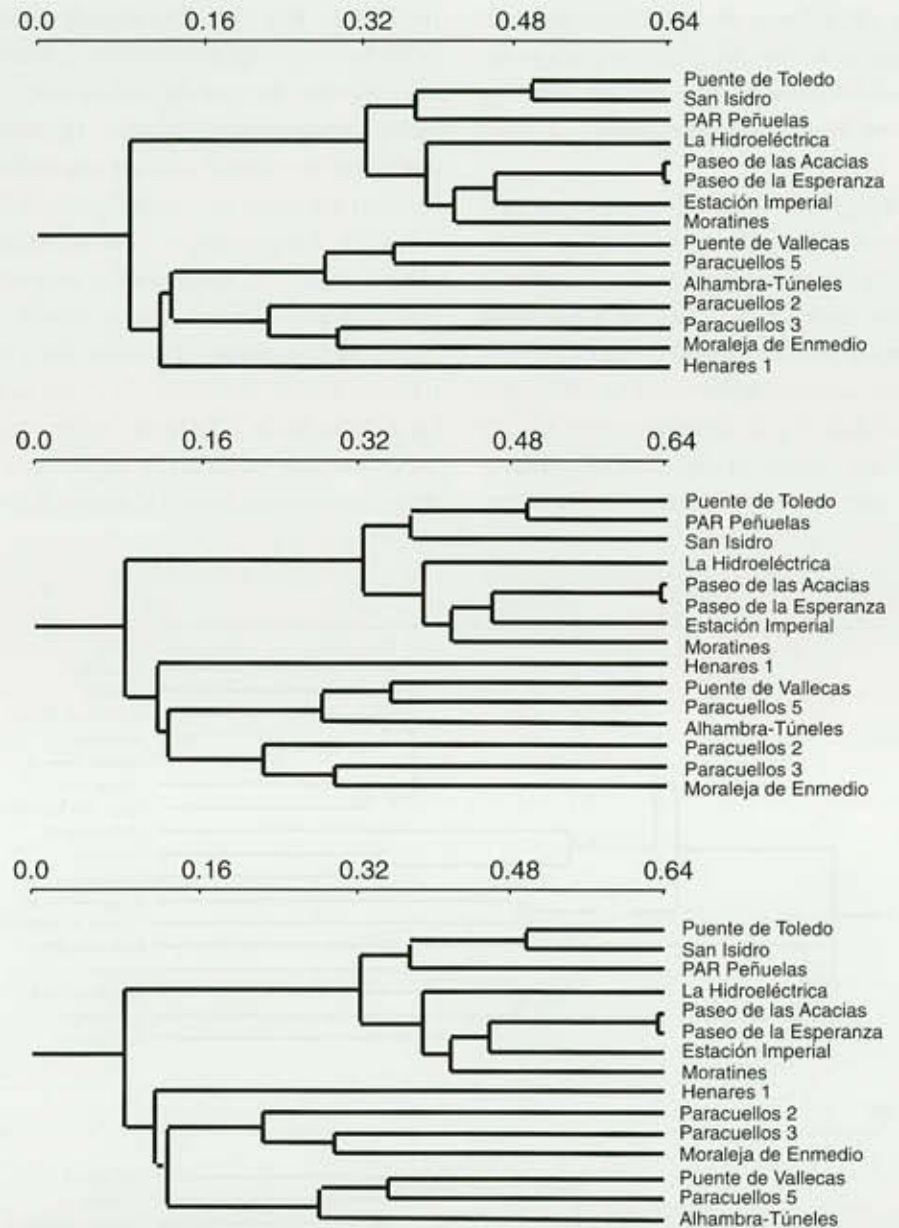


Figura 2.29. Dendrogramas (Q-mode) obtenidos cuando se incluyeron en el análisis sólo las faunas locales aragonienses de la Comunidad de Madrid con representación de micromamíferos. CCC=0.93528.

Figura 2.30. Dendrogramas (Q-mode) obtenidos cuando se incluyeron en el análisis sólo las faunas locales aragonesas de la Comunidad de Madrid con representación de macromamíferos (se excluyeron las faunas pobres de O'Donnell, Henares 2, Arroyo del Olivar, Cocheras, Ciudad Pegaso y Paseo de la Esperanza). CCC=0.93528.



ximidad de la asociación de grandes mamíferos de este yacimiento con los del Aragoniense superior ya fue señalada por Morales y Soria (1985), quienes encontraron una notable continuidad entre estas faunas, sólo distinguibles entre sí por la presencia de suidos diferentes. Que en el análisis Puente de Vallecas se

haya agrupado con los yacimientos del Aragoniense superior, se debe en parte a este hecho, pero también puede achacarse a la escasa representación de grandes mamíferos en los yacimientos de la biozona Dd, que enfatizaría la distancia entre los yacimientos de la biozona Dc y los de la E. No obstante, las agrupacio-

nes obtenidas al considerar la similitud de toda la fauna (macro y micromamíferos) responde perfectamente a la edad y distribución en biozonas previamente discutida.

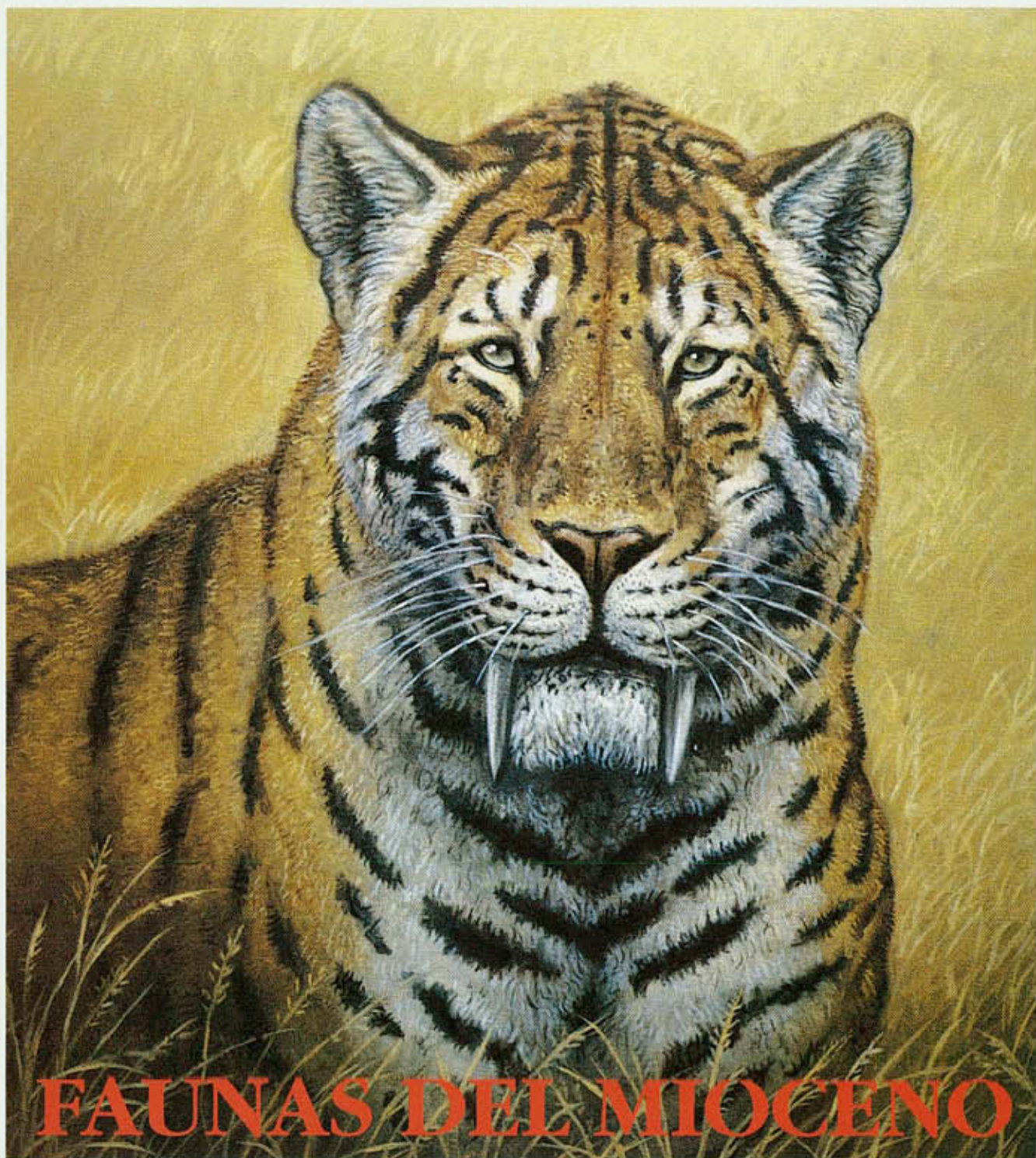
DATACIÓN DE LA UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

En neta discontinuidad con las faunas del Aragoniense, existen tres dataciones adicionales: en Colmenar de Oreja (cerca de Valdelaguna), la presencia de *Hipparion* permite datar como Mioceno superior las Facies Páramo; en el Cerro de los Batallones, yacimiento de edad Vallesiense superior, cuya relación con las facies infrayacentes es todavía imprecisa. Y finalmente el yacimiento de Colmenar Viejo, que representa la fauna de mamíferos más antigua de la comunidad de Madrid, datada como Mioceno inferior, aunque no presenta una relación estratigráfica clara con el resto de la secuencia terciaria.

Estas faunas de mamíferos, junto a las existentes en el resto de la Cuenca del Tajo, nos permiten datar con mayor precisión las unidades estratigráficas descritas en el capítulo anterior. La base de la Unidad Inferior posee una datación imprecisa, un diente decidua en Barajas de Melo determinado como *Palaeomyricidae* indet. nos permite asignar una edad mínima de Rambliense superior (biozona A) a la parte basal de esta unidad. El techo de la Unidad Inferior había sido previamente datado como Aragoniense medio, habiéndose incluido la ruptura sedimentaria que separa la Unidad Inferior de la Unidad Intermedia

en la biozona D; ahora es posible precisar esta datación. La subunidad Dc está representada en las «Facies Peñuela» de los alrededores del Cerro de San Isidro y en el área de la ribera del Manzanares (yacimientos de San Isidro, Paseo de las Acacias, Moratines, etc.), mientras que la subunidad Dd estaría representada por las faunas de Henares 2 y O'Donnell. Este último yacimiento está situado por debajo de la ruptura sedimentaria que marca la separación entre ambas unidades estratigráficas. En el estado actual de conocimiento, esta ruptura sedimentaria sólo puede datarse como situada entre las biozonas Dd y E.

La Unidad Intermedia, cuya base está datada como biozona E, está ampliamente desarrollada en la Comunidad de Madrid, sin que la parte alta posea en este ámbito geográfico yacimientos paleontológicos. El techo puede datarse al norte de la comunidad, ya en la provincia de Guadalajara, en particular gracias al yacimiento de Cendejas de la Torre 2, de edad Vallesiense inferior, biozona I (Sesé *et al.*, 1990). El yacimiento del Cerro de los Batallones situado en el techo de esta unidad, y de edad Vallesiense superior, biozona J, por el momento no debe considerarse a efectos de datación del techo de esta unidad, dadas las evidencias de su génesis como debida al relleno de una fisura. La Unidad Superior, representada en la parte más oriental de la Comunidad de Madrid, posee escaso registro paleontológico, tanto en la Comunidad de Madrid, como fuera de ella, habiéndose datado como Vallesiense-Turolense (Sanz *et al.*, 1992).



Dolores Soria, Lara Amezua, Remmert Daams, Susana Fraile, Esther Herráez, Jorge Morales, Manuel Nieto, Pablo Pelaez-Campomanes, Manuel J. Salesa e Israel M. Sánchez

Pocos datos se conocen sobre las faunas del Mioceno inferior de Madrid, probablemente el yacimiento de Colmemar Viejo (La Encinilla) representa la fauna más antigua del Mioceno conocida en nuestra comunidad. Es éste un yacimiento muy atípico, formado en una pequeña depresión entre materiales graníticos, los fósiles están englobados en una brecha arcósica altamente silificada que por su dureza impide la extracción de los dientes y huesos, a pesar de su excelente conservación. El yacimiento nunca ha sido excavado convenientemente, conociéndose una asociación faunística muy diferente a la habitual de los yacimientos aragoneses de Madrid, compuesta por las siguientes especies; dos carnívoros, *Herpestides* sp. y *Ambicyon giganteus*, un rinoceronte, *Protaceratherium minutum*; un jabalí, *Hyoherium major* y un rumiante primitivo, *Andegameryx* sp. (figura 2.31).

La edad de esta asociación por correlación con las conocidas en la cuenca de Loranca puede establecerse como Ramblense, probablemente pertene-

ciente a la parte más baja de esta edad de mamíferos. La ausencia de micromamíferos, y la escasa cantidad de fósiles obtenidos no permite una reconstrucción paleoambiental precisa. Ésta sólo puede inferirse por correlación con las faunas de la cuenca de Loranca, interpretadas como desarrolladas en ambientes cálidos, secos y estacionales.

Un segundo dato corresponde al hallazgo de *Lagopsis penai* en el lavado de un testigo del sondeo realizado en la sede del Servicio Geológico de Obras Públicas (S.G.O.P.), la muestra extraída a 212 m. de profundidad, proporcionó una mandíbula casi completa de este pequeño lagomorfo. El resto se encontraba incluido en facies arcillosas, negruzcas y micáceas. La dentición de esta mandíbula es similar a la encontrada en los yacimientos del Mioceno medio de la cuenca de Madrid, y sólo la profundidad del sondeo nos indica que este hallazgo podría corresponder a una edad más antigua (Aragoniense inferior), y que los sedimentos en los que se encontró podrían corresponder a la Unidad Inferior (López *et al.*, 1987).

MIOCENO INFERIOR



Figura 2.31. Fragmento de mandíbula (M₂-M₃) de *Andegameryx* sp. procedente del yacimiento de Colmemar Viejo.

MIOCENO MEDIO

Las faunas del Mioceno medio representan el conjunto más importante de yacimientos con mamíferos fósiles, en edad se distribuyen en cinco unidades, dos pertenecientes a la biozona D (Dc y Dd), biozona E, biozona F y biozona G.

ARAGONIENSE MEDIO (FAUNAS CON *HISPANOTHERIUM*): BIOZONA D

La mayor parte de los yacimientos clásicos con mamíferos fósiles de Madrid y muchos de los más recientes encontrados en el área urbana corresponden en edad a la parte media del Aragoniense medio, su edad absoluta vendría a situarse entre los 15,5 y 14,1 millones de años, lo que en la escala de tiempo geológico corresponde a la parte media del Mioceno.

Estas asociaciones faunísticas han sido denominadas «Faunas con *Hispanotherium*» en función de la presencia en ellas de un peculiar rinoceronte, *Hispanotherium matritense* (especie definida por Casiano del Prado (1864) en San Isidro, como *Rhinoceros matritensis*, y con la que Crusafont y Villalta (1947) definieron el género *Hispanotherium*). Este rinoceronte que probablemente carecía de cuernos, poseía unas extremidades largas y gráciles, adaptadas a la carrera, y a diferencia de otros rinocerontes de la misma época, sus dientes eran hipsodontos, y estaban completamente rellenos de cemento, siendo por lo tanto muy apropiados para su alimentación a base de vegetales duros, como las gramíneas (figura 2.32).

El término «Fauna con *Hispanotherium*» fue propuesto por el paleontólogo portugués Miguel Telles Antunes en 1979, con el propósito de denominar a un conjunto de faunas de la Península Ibérica en las que esta especie era fácilmente reconocible. Para este paleontólogo estas faunas se habían desarrollado durante un pequeño lapso temporal, compartiendo una evolución tectónica común, caracterizada por un importante acontecimiento tectónico, la denominada Fase Neocastellana.

Trabajos recientes han demostrado que este rinoceronte no era endémico de la Península Ibérica, ya que ha sido encontrado en yacimientos de Francia, Caucaso, Turquía, Paquistán, Mongolia, y China, e incluso formas muy próximas en África. (Cerdeño y Alberdi, 1983; Cerdeño, 1987, 1993), y que por otra parte, tanto en España como fuera, el lapso temporal de su distribución es más amplio de lo pensado. De hecho en España, al menos se extiende desde los 17,5 millones de años hasta los 14,1 millones de años, con todo, el término se sigue utilizando para designar a estas peculiares faunas.

Curiosamente el conocimiento de estas «Faunas con *Hispanotherium*» era muy limitado. En Madrid, su presencia sólo había sido detectada en el yacimiento del Puente de Toledo, pobremente conocido, por lo que las características de la asociación faunística eran casi anecdóticas con unas pocas especies de mamíferos de talla media y grande, pero poco más. Fuera de Madrid, los yacimientos con este rinoceronte eran

Figura 2.32. Premolar superior (P³) de *Hispanotherium matritense* procedente del yacimiento de Puente de Toledo.



relativamente pobres, como los del área de Lisboa, o no habían sido convenientemente excavados, como los de Calatayud-Teruel. Durante los últimos años, nuestro conocimiento del registro fósil español ha aumentado vertiginosamente, y hoy conocemos variadas faunas con *Hispanotherium*, perfectamente documentadas. Entre estas destacan las de Tarazona (Zaragoza) y las de La Retama (Cuenca), siendo asimismo notables las encontradas en Madrid durante el transcurso de las obras del Pasillo Verde Ferroviario (Estación Imperial) o las de las áreas perimetrales a esta obra (Paseo de las Acacias y Paseo de la Esperanza).

Estas nuevas faunas con *Hispanotherium* de Madrid, algunas de ellas de gran riqueza, han contribuido decisivamente a un conocimiento mejor de esta época. Así, se pensaba que estas faunas se habían desarrollado en medios abiertos, bajo unas condiciones cálidas y secas, esto explicaba la ausencia de algunos taxones, como ciervos, tragúlidos, etc., interpretados como habitantes de ambientes cubiertos y húmedos; y por otra parte estas condiciones extremas también explicarían la baja diversidad de la fauna de mamíferos que hasta entonces se conocía.

Las faunas con *Hispanotherium* en Madrid se distribuyen a lo largo de un periodo de tiempo de algo más de un millón de años, abarcando dos biozonas del Aragoniense medio, las biozonas Dc y Dd. En líneas generales estas biozonas presentan una fauna muy homogénea, diferenciándose entre sí por

pequeños cambios en algunas líneas evolutivas de roedores y, a veces, por pequeños cambios cualitativos en la composición de estos pequeños mamíferos. Aunque existen grandes mamíferos representados en ambas biozonas, sólo en las faunas de la biozona Dc los macromamíferos y micromamíferos son abundantes y podemos pensar que su paleobiocenosis es representativa.

Los yacimientos del Aragoniense medio se encuentran geográficamente restringidos a áreas muy concretas. Los de la biozona Dc se concentran en las facies verdes, de carácter predominantemente arcilloso, del entorno del río Manzanares comprendido entre el cerro de San Isidro/Puente de Toledo hasta el Cerro de La Plata. El área debió ser extraordinariamente rica en yacimientos de mamíferos, pero también al coincidir con una de las zonas urbanizadas desde antiguo, sólo con el seguimiento de las obras del Pasillo Verde Ferroviario hemos tenido acceso directo a algunos yacimientos. El resto de los yacimientos de la biozona Dc se encuentran en los alrededores de la nueva pista de Barajas, y en las partes inferiores de la serie del Cerro de los Guardias, que, geológica y geográficamente, pueden ser incluidos en el entorno del aeropuerto de Barajas.

En dos puntos aislados, se reconocen faunas ricas en micromamíferos que son algo más modernas, y por lo tanto incluidas en la biozona Dd. El primero de ellos, situado en las cercanías del apeadero de O'Donnell (encontrado en el transcurso de las obras del plan de sa-



Figura 2.33 (páginas siguientes). Situación geográfica, listas faunísticas y reconstrucción general de los yacimientos de la biozona D (faunas con *Hispanotherium*).

LAS FAUNAS CON

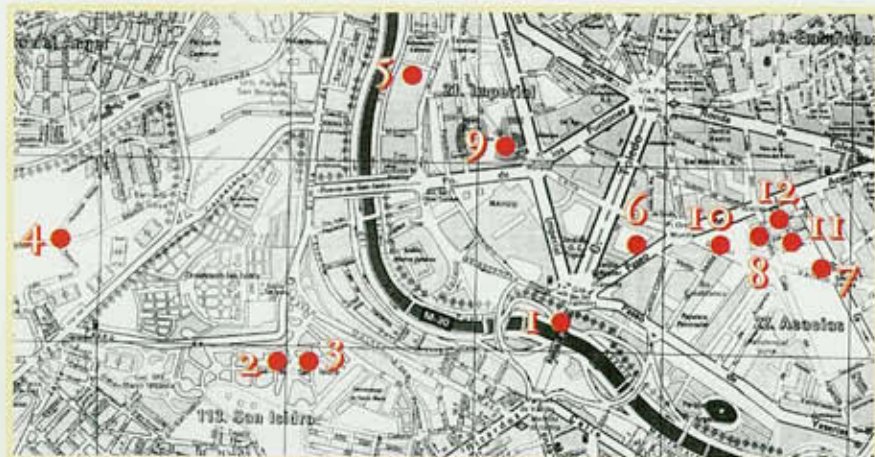


EDAD:

ARAGONIENSE MEDIO (MIOCENO MEDIO). ENTRE 17,5 Y 14,1 MILLONES DE AÑOS

Comentarios

Estas faunas se desarrollaron en un paisaje abierto y relativamente seco, en condiciones climáticas cálidas. Están muy bien representadas en el área urbana de Madrid, en sedimentos margo-arcillosos tradicionalmente denominados «peñuela», ampliamente distribuidos en los alrededores del río Manzanares entre la Estación Imperial y la Estación de Peñuelas.



- 1 Puente de Toledo
- 2 San Isidro
- 3 San Isidro 2
- 4 Cocheras
- 5 La Hidroeléctrica
- 6 Paseo de las Acacias
- 7 Moratines
- 8 Par Peñuelas
- 9 Estación Imperial
- 10 Gasómetro 6
- 11 Paseo de la Esperanza
- 12 Paseo de la Esperanza 7
- 13 Ciudad Pegaso
- 14 O'Donnell
- 15 Henares 2

Figura 2.34. Vista del yacimiento de O'Donnell en el momento de su descubrimiento.



neamiento integral de Madrid, realizado a comienzos de los años 80; figura 2.34) y el segundo, Henares 2, encontrado en las cercanías del río Henares, en el término municipal de los Santos de la Humosa (también durante los primeros años de la década de los 80, aunque el hallazgo se debió a las prospecciones realizadas por la Empresa Nacional de Uranio, ENUSA).

Figura 2.35. Yacimiento de Estación Imperial descubierto durante las obras del Pasillo Verde Ferroviario.



Aunque, en líneas generales, las ideas anteriormente mencionadas sobre las faunas con *Hispanotherium* se mantienen, ahora son matizables. Dos yacimientos de Madrid han suministrado información que nos ayuda a un conocimiento más exacto de esta época: Estación Imperial y Paseo de las Acacias. El primero de ellos, encontrado en el curso de las obras del Pasillo Verde Ferroviario, ha suministrado pruebas de que la diversidad de estas faunas era mucho más elevada de lo que se había pensado (figura 2.35). En particular, el hallazgo de pequeños carnívoros muestra una buena diversidad de mustélidos. Estos pequeños carnívoros, representados en el yacimiento por al menos tres especies, incluyen representantes próximos a las mofetas, y lo que sin duda es uno de los hallazgos más notables de los últimos años, el descubrimiento de la forma más antigua relacionada con el panda rojo o



Figura 2.36. Vista del yacimiento del Paseo de las Acacias.

pequeño panda (*Aiulurus fulgens*). Los pandas rojos en la actualidad están restringidos a zonas de bosques densos de montaña en Birmania, Nepal y China, y pueden soportar temperaturas relativamente bajas. La forma de Madrid, denominada *Magerictis imperialensis* por Ginsburg *et al.* (1997) es muy lejana en el tiempo a la actual, pero sus adaptaciones dentarias son las mismas.

Sin duda, la fauna que nos da una mejor idea de como eran las biocenosis de Madrid durante esta época, es la del Paseo de las Acacias (figura 2.36), encontrada durante el seguimiento de las obras perimetrales al Pasillo Verde Ferroviario. Las vicisitudes de su descubrimiento y las características del yacimiento han sido detalladas en un capítulo anterior. Entre los elementos nuevos para las faunas de Madrid, destacan dos; el hallazgo de ciervos primitivos, determinados como *Procervulus*

dichotomus y de tragúlidos determinados como *Dorcatherium crassum*.

Procervulus dichotomus (figura 2.37) es uno de los primeros cérvidos conocidos en el registro fósil, típico del Mioceno inferior y medio, su distribución abarca



Figura 2.37. Astas de *Procervulus dichotomus* halladas en el yacimiento de Paseo de las Acacias.

numerosos yacimientos de Europa y como la mayor parte de los representantes de la familia ha sido interpretado como habitante de medios boscosos templados. *Dorcatherium crassum* es el típico tragúlido del Mioceno medio de Eurasia. La familia Tragulidae está restringida en la actualidad a áreas tropicales altamente forestadas de África y Asia oriental, habitando las áreas fluviales; de hecho, a las especies que se integran en el género se las considera como ripícolas (típicas de los ríos). La anatomía del esqueleto, incluyendo dentición, no ha cambiado en los tragúlidos desde el Mioceno inferior; algunos autores los consideran incluso como fósiles vivientes, razones que evidencian que las formas fósiles ocupaban en un hábitat similar al de las actuales.



Figura 2.39. Mandíbula de *Tetbytragus langai* del yacimiento de Paseo de las Acacias.

mente simple, en vez de los dientes altos, prismáticos y complejos de los caballos, cebras y asnos actuales. Estas adaptaciones indican que las especies de *Anchitherium* de estos yacimientos podían comer vegetales más blandos que *Hispanotherium*, y si habitaron medios abiertos, estos habrían sido más próximos a las praderas arbóreas que a sabanas áridas o subáridas. En Estación Imperial y Paseo de las Acacias los restos de *Anchitherium* están representados en un porcentaje superior al 50%, que nos hace pensar en un buen desarrollo en el área de praderas húmedas.

El resto de la fauna de grandes mamíferos de estos yacimientos se corresponde bien con la esbozada en el capítulo de generalidades; destaca la presencia abundante de un antílope primitivo, *Tetbytragus* sp. (figura 2.39), más próximo a los bóvidos africanos que a los euroasiáticos, y cuya dentición es estructuralmente más moderna que la de la mayoría de los bóvidos europeos conocidos en esta época. De mastodontes, algunos de ellos representados por fósiles espectaculares, como el cráneo encontrado en el yacimiento de Mirasierra (hoy depositado en el Museo Municipal de Madrid); cerdos con dentición bunodonta determi-



Figura 2.38. Holotipo de *Anchitherium alberdiae* procedente del yacimiento Paseo de las Acacias.

Otro aspecto interesante deducido del estudio de la fauna de Estación Imperial y Paseo de las Acacias es la gran abundancia de fósiles de *Anchitherium*, representado en estos yacimientos por dos especies diferentes descritas recientemente, *Anchitherium matritense* en el primero y *Anchitherium alberdiae* en el segundo (figura 2.38). *Anchitherium* es el primer representante de la familia de los caballos (Equidae) que se registra en el Mioceno de Europa. Este caballo primitivo era estructuralmente muy lejano a los miembros actuales de la familia, todavía conservaba tres dedos funcionales en las patas (en vez de uno como en las formas modernas), y sus dientes poseían coronas bajas con morfología relativa-

nados como *Bunolistriodon lockharti* y ocasionalmente *Conohyus simorreense* (figura 2.40), que es un suido aún poco especializado pero que comienza a hiperdesarrollar los premolares, que alcanzarán una talla gigantesca en representantes posteriores de su línea evolutiva; cervoides del grupo de los paleomerícidos, entre los que destaca *Tricero-meryx pachecoi*, género y especie definidos en el yacimiento de La Hidroeléctrica, siendo este uno de los raros ruminantes conocidos en el registro fósil con protuberancias craneales múltiples, dos encima de las órbitas y una tercera bifurcada en forma de Y en la nuca. Aún es abundante *Caenotherium miocaenicum*, último representante de los artiodáctilos primitivos del Paleógeno de Europa.



Figura 2.40. Mandíbula de *Conohyus simorreense*.

En los carnívoros, fuera de los mustélidos anteriormente mencionados, son frecuentes, *Amphicyon* y *Hemicyon*; ocasionalmente se encuentran félidos de talla pequeña y media del género *Pseudaelurus*, y pequeñas hienas clasificadas como *Protictitherium*, género aún próximo a las actuales ginetas y mangostas, en el que se encuentra el

origen de las hienas modernas. Hallazgos recientes en los yacimientos de Barajas prueban la presencia de un mustélido de gran talla, próximo al glotón actual (*Gulo gulo*).

Hasta el hallazgo de la fauna de Moratines (Alberdi *et al.*, 1981), los únicos datos sobre micromamíferos de Madrid eran muy pobres, conociéndose hallazgos aislados, como el de *Lagopsis penai* en Alcalá de Henares (Royo Gómez, 1929) y *Cricetodon* sp. en Campo Real (Royo Gómez y Menéndez Punget, 1928). En Moratines por primera vez se evidenció la existencia en Madrid de asociaciones de micromamíferos, que más tarde han aparecido en muchas áreas de la comunidad (figura 2.41).

Las asociaciones de micromamíferos de los yacimientos con *Hispanotherium* son bastante constantes, tanto a nivel de las especies representadas como en los porcentajes con la que lo hacen cada uno de ellas. En todos los yacimientos aragoneses, junto a una o dos es-

Figura 2.41. Obras en la calle Moratines, en el mismo área en el que se descubrió el yacimiento que lleva este nombre.



pecies de lagomorfos (conejos), aparecen diversas especies de roedores (hasta un máximo de 9) pertenecientes a tres familias (Cricetidae, Sciuridae y Gliridae). Esta constancia llama poderosamente la atención y, al menos a nivel de micromamíferos, podemos ver una cierta continuidad en los géneros representados, de forma que los cambios entre especies o sustituciones entre ellas nos permiten distinguir con claridad las cinco biozonas del Aragoniense representadas en Madrid.

La interpretación paleoambiental de estas asociaciones de micromamíferos parece indicar condiciones cálidas y medio abierto y seco, lo que aparentemente es algo contradictorio con lo interpretado para algunas especies de grandes mamíferos. No obstante, estas asociaciones están lejos de ser homogéneas, al igual que ocurre a las de macromamíferos. Así, en Estación Imperial y Paseo de las Acacias los gliridos están representados por valores cercanos al 50%, en detrimento de la abundancia, también muy elevada de los cricétidos. Son en las faunas de Henares 2 y O'Donnell en las que los cricétidos se hacen claramente dominantes llegando a porcentajes de abundancia cercanos al 60%, o incluso superiores. En todas estas asociaciones el porcentaje de ardillas terrestres permanece más o menos constante con unos porcentajes nunca superiores al 20%.

Si suponemos que el grupo de las ardillas terrestres de Madrid, tenían hábitats similares de los representantes actuales, preferentemente secos y cálidos (xerófi-

los), podríamos pensar que en el entorno de los yacimientos deberían haber estado presentes áreas de este tipo. Pero también podemos inferir que la variación en la representación porcentual de cricétidos/gliridos podría responder a otros condicionantes, como de hecho se puede sostener por la edad ligeramente más moderna de estos dos yacimientos. Podría postularse que a nivel de micromamíferos se detectaría un incremento de aridez hacia el final de la biozona D.

Estudiando un problema similar en las asociaciones de grandes mamíferos de las Faunas con *Hispanotherium* de La Retama (Cuenca), Morales *et al.*, (1993) encontraron una dependencia entre la abundancia de *Hispanotherium* y el tipo de ambiente paleogeográfico en el que se había formado la tafocenosis (asociación fósil). De forma que yacimientos como Estación Imperial y Paseo de las Acacias en los que *Hispanotherium* es menos abundante que en otras tafocenosis, se habrían formado en ambientes con charcas o pequeñas lagunas más o menos permanentes. La existencia de estas áreas húmedas con vegetación abundante parece fuera de dudas, y a este hábitat se asigna el género *Anchitherium*, cuya predominancia en los yacimientos de la zona D está fuera de dudas. Es posible que asociaciones de micromamíferos como la de Henares 2 y O'Donnell simplemente representen ambientes con menos humedad. Probablemente todas estas faunas se desarrollaron bajo condiciones de temperatura altas.

EL FINAL DEL ARAGONIENSE MEDIO: BIOZONA E

Una asociación faunística atribuible al final del Aragoniense medio, biozona E, puede reconocerse en las faunas de Madrid. Representada por el momento sólo por dos yacimientos; Puente de Vallecas y Arroyo del Olivar. La historia de estos dos yacimientos es diferente, Pte de Vallecas fue encontrado hacia principio de los años 20 y aunque debía ser una fauna extraordinariamente rica, no fue excavado metódicamente. En realidad en esta época a penas si se realizaban excavaciones sistemáticas, y la mayor parte de los fósiles de pequeño tamaño no eran tenidos en cuenta. Por esta razón las inferencias sobre su composición cualitativa y cuantitativa deben ser vistas con ciertas reservas (figura 2.42). La fauna de Arroyo del Olivar fue encontrada en los comienzos de los años 80 cuando se realizaban las obras para la construcción de un colector,

dentro del Plan de Saneamiento Integral de Madrid, el yacimiento se encontraba a 6 metros por debajo del nivel actual de la calle de este nombre, cercana al estadio de fútbol del Rayo vallecano, cuando los paleontólogos del Museo Nacional de Ciencias Naturales llegaron la mayor parte de los sedimentos con fósiles habían sido extraídos y llevados a un vertedero, en el que se pudo recuperar una discreta asociación faunística, mas representativa a nivel de micromamíferos que a nivel de macromamíferos (figura 2.43).

A pesar de estas limitaciones mencionadas ambos yacimientos se complementan bien, y nos ofrecen una buena visión de la existencia de un cambio faunístico gradual con respecto a las faunas de la época anterior. Este momento del final del Aragoniense medio debió tener una duración bastante limitada, no más de unos cientos de miles de años, y la mayor parte de las formas



Figura 2.43. Vista del yacimiento de Arroyo del Olivar (foto M. T. Alberdi).

Figura 2.42. Reconstrucción del yacimiento de Puente de Vallecas. En primer término se observan tres ejemplares de *Heteroprox moralesi* y, al fondo, mastodontes de la especie *Gomphotherium angustidens*.

ARAGONIENSE



EDAD:

ARAGONIENSE MEDIO FINAL. ENTRE 14,1 Y 13,8 MILLONES DE AÑOS

Comentarios

Las faunas de esta edad se encuentran en facies distales de abanicos aluviales, su composición indica condiciones ambientales menos extremas, más templadas y húmedas que las de las faunas precedentes.



- 1 Arroyo del Olivar
- 2 Puente de Vallecas
- 3 Cerro Almodóvar 1
- 4 Cerro Almodóvar 2
- 5 Henares 1
- 6 Paracuellos 5
- 7 Alhambra-Túneles

Figura 2.44. Situación geográfica, listas faunísticas y reconstrucción del paisaje de los yacimientos madrileños del Aragoniense medio final (Biozona E).

registradas son heredadas del periodo anterior, caso de los mastodontes, jabalíes, *Anchitherium*, etc. Sin embargo, aparentemente *Hispanotherium* la forma más típica de la época anterior ha desaparecido, siendo sustituida por un rinoceronte con dentición braquiodonta, que además es muy escaso.

Anchitherium –representado por la especie *A. matritense* en Puente de Vallecas y *A. cursor* en Arroyo del Olivar– es, como en los yacimientos con macromamíferos de la biozona D, la forma más abundantemente representada, y sin duda nos habla de una cierta persistencia de las condiciones ambientales generales. Los antílopes, moderadamente abundantes en los yacimientos precedentes, son extraordinariamente abundantes, aunque también representados por una especie idéntica a los de la biozona D, *Tethytragus* sp., y sólo en el caso de los ciervos existe una aparición llamativa, la de *Heteroprox moralesi*, forma relacionada con *Procervulus*, que muestra un aumento de talla

y un engrosamiento del asta en la separación entre el pedículo y la bifurcación, a modo de protorseta, con todo probablemente las astas seguían siendo perennes. Esta abundancia de cérvidos contrasta con su relativa escasez en las faunas con *Hispanotherium* y manifiestan una tendencia hacia condiciones de temperatura más moderada y hacia el desarrollo de un paisaje con mayor cobertura arbórea.

En la composición de la fauna de roedores se detecta la aparición de *Democricetodon darocensis*, sustituyendo a la especie del mismo género presente en la biozona anterior. A grandes rasgos parece no existir una diferencia acusada entre las faunas de micromamíferos de la zona E y las precedentes de la zona D, únicamente podría destacarse un empobrecimiento en el número de especies de roedores con preferencias de hábitats abiertos, lo que sería compatible con las condiciones ambientales inferidas en base a las asociaciones de macromamíferos.

Figura 2.45. Vista del yacimiento de Alhambra durante su excavación en febrero de 1992.



ARAGONIENSE SUPERIOR

Biozona F

El primer conjunto faunístico del Aragoniense superior corresponde a los yacimientos de la biozona F, representados en la comunidad de Madrid en el área de la calle Alhambra, Paracuellos 5 (Paracuellos del Jarama) y en Henares 1 (Los Santos de la Humosa).

Los yacimientos de la calle Alhambra descubiertos recientemente son los únicos, aún no completamente destruidos que existen en la propia ciudad de Madrid (figura 2.45); la historia de su descubrimiento ha sido tratada ya en otro capítulo; se encuentran en sedimentos arenosos asociados a las facies distales de los abanicos aluviales. Los de Paracuellos 5 y Henares 1 fueron descubiertos en el curso de las prospecciones realizadas por ENUSA en busca de minerales radioactivos durante el comienzo de la década de los 80. Paracuellos 5 se encuentra situado en limos carbona-

tados asociados a bordes de charca entre canales arenosos, mientras que el de Henares 1 se sitúa en canales arenosos del término municipal de los Santos de la Humosa (figura 2.46).

Las diferencias de las asociaciones faunísticas con las del Aragoniense medio son a nivel cualitativo muy tenues, se detecta la desaparición de *Caenotherium miocaenicum* (figura 2.47), la sustitución del jabalí bunodonto *Bunolistriodon lokarbi*, por una forma próxima con dentición lofodonta, *Listriodon splendens*. Así como cambios en la composición de las asociaciones de roedores como es la sustitución de *Megacricetodon collongensis* por dos especies del mismo género; *Megacricetodon gersii* y *Megacricetodon rafaelli*, o la sustitución del típico lagomorfo *Lagopsis penai* por *Lagopsis verus*.

Cuantitativamente estas asociaciones presentan pocas diferencias con las del Aragoniense medio, en macromamíferos sigue siendo predominante *Anchi-*



Figura 2.47. Fragmento de maxilar de *Caenotherium miocaenicum* procedente del yacimiento de O'Donnell.



Figura 2.46. Vista del área del yacimiento de Paracuellos 5.

ARAGONIENSE SUPERIOR



Reconstrucción del paisaje del Aragoniense Superior basada en la información del yacimiento de Paracuellos 3 (por Mauricio Antón).

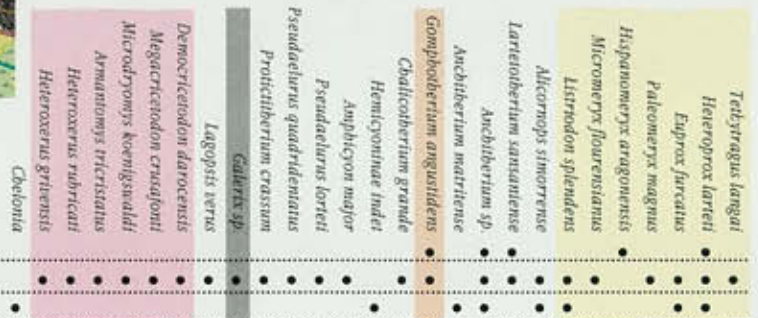


EDAD:

ARAGONIENSE SUPERIOR. (MIOCENO MEDIO). ENTRE 13,8 Y 11,1 MILLONES DE AÑOS

Comentarios

Las faunas de esta edad coincidieron con el momento de mayor desarrollo de los abanicos aluviales procedentes del Sistema Central, lo que indica la existencia de un período de fuerte estacionalidad climática, con alto contraste entre las estaciones secas y húmedas. Están ampliamente representadas en Madrid y, en general, los yacimientos poseen acumulaciones fósiles de gran riqueza.



- 1 Paracuellos 2
- 2 Paracuellos 3
- 3 Moraleja de Enmedio



Figura 2.48. Vista general del yacimiento de Moraleja de Enmedio.

therium, con porcentajes cercanos al 50% de los fósiles determinados, destacando la abundancia de cérvidos y bóvidos, aunque con porcentajes de abundancia similares a los encontrados en la biozona E.

Ambientalmente no parecen detectarse cambios significativos entre el final del Aragoniense medio (biozona E) y el comienzo del Aragoniense superior (biozona G), esto viene avalado tanto por el tipo de facies sedimentarias como por el tipo de asociaciones faunísticas. Las condiciones climáticas seguían siendo similares, temperatura moderada, más fría que durante las faunas con *Hispanotherium*, y ambientes con agua estacional que permitían el desarrollo de zonas con cierta vegetación arbórea, similar a los bosques de galería de las zonas áridas subtropicales.

Biozona G

El segundo conjunto faunístico del Aragoniense superior (biozona G) está representado en diversas zonas de la comunidad de Madrid, sin duda el yacimiento más importante es el de Paracuellos 3, situado en el cerro de los Guardias en Paracuellos del Jarama; a esta edad pertenece el de Moraleja de Enmedio y con más dudas los yacimientos de Móstoles, aunque en este último caso los datos conocidos son todavía insuficientes.

El yacimiento de Moraleja de Enmedio (figura 2.48) fue descubierto por Juan Ayllón en el curso de la realización de la carta arqueológica, siendo excavado en junio de 1992 durante el desarrollo del Curso de Arqueología Urbana, dirigido por Pilar Arias, Esther Herráez y José Sánchez. El yacimiento es extraordinaria-

Figura 2.49 (página opuesta). Situación geográfica, faunas y reconstrucciones del paisaje de los yacimientos del Aragoniense superior.

Figura 2.50. Vista del yacimiento de Mostoles 1 y detalle de mandíbula de *Gomphotherium angustidens* del mismo yacimiento.



mente rico y extenso, destacando la abundancia de placas, algunas muy completas, de tortugas gigantes, pero también se han extraído restos notables de mamíferos, entre ellos un cráneo casi completo del rinoceronte *Alicornops simorreense*. Los yacimientos de Móstoles, situados en materiales arcósicos del de-

nominado «Parque Natural del Soto», fueron excavados de forma preliminar en 1993 por Ana V. Mazo. Hasta el presente se han localizado cuatro afloramientos en este área, pero probablemente existen otros muchos, es destacable la abundancia en algunos de ellos de restos de mastodontes (figura 2.50).

Los yacimientos de Paracuellos del Jarama fueron dados a conocer por Crusafont y Golpe en 1973, que citaron dos diferentes niveles. La ausencia de información sobre el contexto geológico de dichos afloramientos, y la existencia de fauna en numerosos puntos de la zona, imposibilita el reconocimiento exacto de los lugares estudiados por este autor. Excavaciones realizadas por el Departamento de Paleobiología han venido a documentar varios yacimientos en la zona. El más importante es el de Paracuellos 3 (figura 2.51), situado en limos arenosos asociados a facies de inundación.

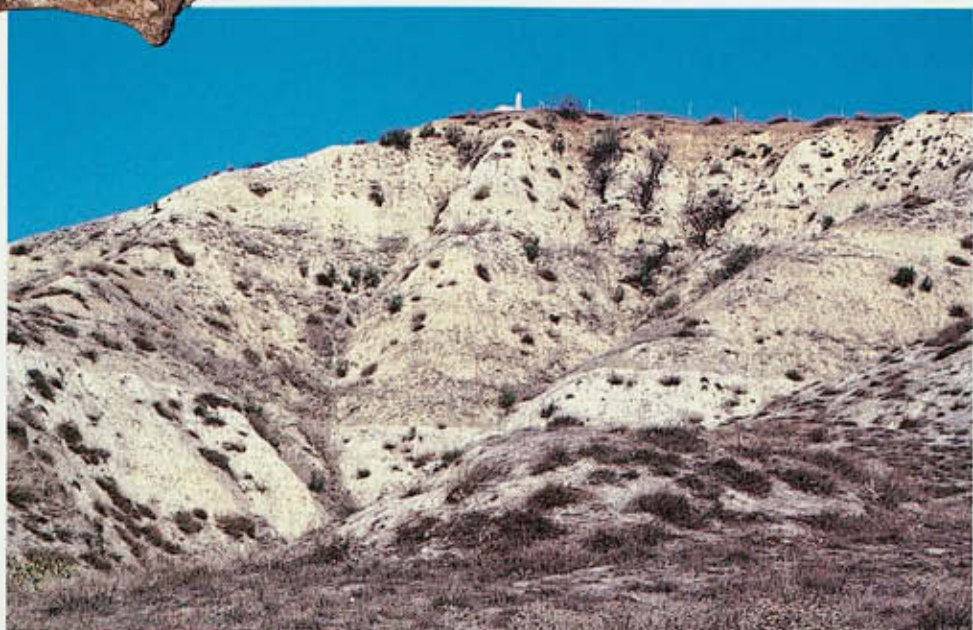


Figura 2.51. Vista general del yacimiento de Paracuellos 3.

Las faunas de la biozona G del Aragoniense superior sí muestran diferencias muy significativas con respecto a las de la biozona F. Los cambios son muy netos, podríamos señalar la casi desaparición del común y predominante *Anchitherium*, algunos pocos ejemplares todavía certifican su presencia, pero ya como elemento residual. Por el contrario aparece un nuevo rinoceronte, de forma súbita y con una presencia casi abrumadora, es *Alicornops simorreense*, rinoceronte con extremidades cortas, casi acondroplásico (figura 2.52). Una especie derivada de las faunas anteriores es el antílope *Tetbytragus*, aquí representado por la especie que sirvió para definir el género, *T. langai*. Este antílope es también muy abundante y junto con *A. simorreense* constituyen la inmensa mayoría de los hallazgos. Otras formas aparecen por primera vez en estas faunas; sin duda la más interesante es *Euprox furcatus*, que es el primer ciervo con astas caedizas, como es típico de los representantes actuales de la familia, este hecho es fácilmente detectable por la presencia de roseta en las astas. Otra especie es *Calicotberium grande*, el caballo gorila, representante de un grupo de perisodáctilos con garras en vez de pezuñas y estructura parcialmente bípeda (figura 2.53). A nivel de la fauna de micromamíferos destaca la sustitución de las dos especies de *Megacricetodon* por una nueva especie *M. crusafonti* que es extraordinariamente abundante, alcanzando más del 75% de representación en el yacimiento de Paracuellos 3. El resto de la fauna de roedores no presenta diferencias significativas con la conocida en los yacimientos de la biozona F.



Figura 2.52. Cráneo de *Alicornops simorreense* del yacimiento de Moraleja de Enmedio (fotografía: Rogelio Sánchez).

Las faunas de la zona G del Aragoniense superior coinciden con un momento de fuerte desarrollo de los abanicos aluviales procedentes del sistema central. Por el tipo de concentración de los fósiles y su enorme extensión se podría pensar en acumulaciones de tipo catastrófico, probablemente debidas a sequías prolongadas. Las dos especies más abundantes en el yacimiento *Alicornops simorreense* y *T. langai* pueden interpretarse como habitantes de medios relativamente abiertos, la primera probablemente ligada a pastos o praderas húmedas con vegetación arbórea y la segunda con mayor tolerancia a medios más secos. El modelo paleogeográfico inferido es compatible con las preferencias ambientales de las dos especies, y permite pensar que en algunas zonas se pudo desarrollar vegetación arbórea, que explica la presencia de ciervos y otras especies racionadoras. Es probable que las condiciones medias de temperatura no hubiesen sido diferentes de la de las biozonas anteriores, pero sí se puede pensar en una mayor cantidad de agua, aunque distribuida de manera estacional.

Figura 2.53. Falange II de *Calicotberium grande*. Yacimiento de Paracuellos 3.



LOS VERTEBRADOS FÓSILES DE SOMOSAGUAS (POZUELO DE ALARCÓN, MADRID)

Nieves López Martínez, Javier Élez Villar, José Miguel Hernando Hernando, Aitor Luis Cavia, David Mínguez Gandú, Israel Polonio Martín, Manuel J. Salesa, Ana V. Mazo e Israel M. Sánchez

INTRODUCCIÓN

El yacimiento de fósiles de vertebrados del campus de Somosaguas fue descubierto en 1989 por el antiguo alumno del Departamento de Paleontología D. Francisco Hernández Artega. El hallazgo fue comunicado en 1996 al Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid, que informó al Museo Nacional de Ciencias Naturales, cuyo Departamento de Paleobiología trabajaba habitualmente en la Comunidad de Madrid. Este departamento dirigió un informe sobre el yacimiento para la Consejería de Cultura de la Comunidad de Madrid, redactado por D^a Susana Fraile Gracia, con los hallazgos realizados en dos campañas de prospección acompañados por el descubridor del yacimiento.

El interés de estos yacimientos es múltiple; la diversidad de fauna que contienen y el peculiar medio de fosilización permiten aproximarnos a la historia de la región hace aproximadamente unos 14 millones de años, a su medio, su clima, los vertebrados que la habitaron, la formación de los materiales del subsuelo. Los fósiles de grandes mamíferos tienen valor museístico y permiten su exhibición en exposiciones. La situación, extensión y riqueza de los afloramientos permiten su accesibilidad y aprovechamiento para la iniciación de los estudiantes en el estudio del patrimonio paleontológico-geológico.

Por su ubicación en el campus de la Universidad, el proyecto de estudio y

protección de este yacimiento de grandes vertebrados, servirá para la enseñanza de la excavación de fósiles a los alumnos de Paleozoología de Vertebrados, y al mismo tiempo como patrimonio paleontológico de interés para cuantas personas quieran visitarlo para ampliar conocimientos.

Este proyecto, subvencionado por la Universidad Complutense (Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas y Vicerrectorado de Investigación) ha permitido realizar a los alumnos asistentes prácticas de iniciación a la investigación paleontológica (prospección, preparación de un proyecto, excavación, presentación de resultados), y difundir entre la comunidad universitaria y el público en general el valor del rico patrimonio paleontológico que contiene el subsuelo de la Universidad Complutense, y de Madrid en general. En él, han intervenido 21 personas: Nieves López (directora, Universidad Complutense de Madrid), Jorge Morales (codirector, Museo Nacional de Ciencias Naturales), Manuel J. Salesa e Israel M. Sánchez (paleontólogos del MNCN), Jesús Guerrero, Marta Fuentes, Andrea Pantalioni, David Mínguez, José Miguel Hernando, Javier Élez, Soledad Cuezva, Aitor Luis e Israel Polonio (alumnos de la UCM), con el asesoramiento y colaboración de los paleontólogos Dres. Remmert Daams (UCM), Antonio Rosas y Ana V. Mazo (MNCN) y la desinteresada ayuda de Lara Amezua, Susana Fraile, Dolores Pesquero (las tres, paleontólogas del MNCN), Elena Gómez (arqueóloga), y Raquel López.

METODOLOGÍA

El proyecto comienza con las actividades de prospección, que se llevaron a cabo por los alumnos de la asignatura de Paleozoología de Vertebrados (Licenciatura de Geología, U.C.M.). Una vez localizado el yacimiento, debido a la presencia de numerosas esquilas de hueso por la superficie del terreno, y tras disponer todos los trámites necesarios, se continuó con la fase de excavación.

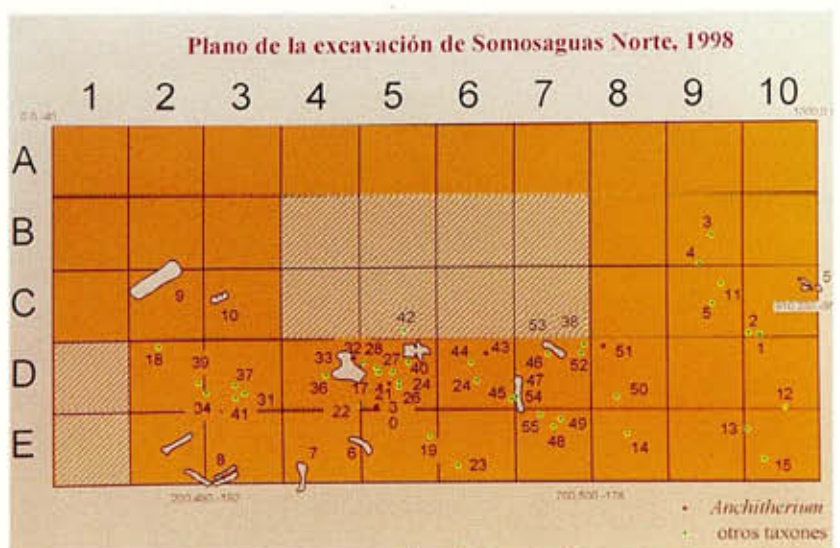
Excavación

Para la fase de excavación, se cuadrículó una superficie de terreno de 50 m² en celdas de 1 m², lo cual nos proporciona las coordenadas X e Y necesarias para orientar los restos encontrados, y utilizando la profundidad como coordenada Z (figura 2.54). Esto nos proporciona un sistema de referencia tridimensional en el que los fósiles quedarán situados en el espacio. Los fragmentos pequeños eran depositados en una bolsa en cada celdilla, mientras que de los restos grandes identificables se tomaron datos precisos de localización espacial y orientación. Durante la excavación, se descubrió un segundo yacimiento con abundantes microvertebrados. De este modo se tienen dos afloramientos ricos en fósiles: el sector norte, con huesos de grandes vertebrados sobre todo, y el sector sur con predominio de restos de microvertebrados.

El yacimiento de microvertebrados requiere una metodología de extracción totalmente diferente de la requerida en un yacimiento de macrovertebrados

como es Somosaguas norte. Es necesario, en primer lugar, extraer una buena cantidad de sedimento para que sea procesada posteriormente. Para ello, el sedimento se seca en una superficie expuesta al sol, y una vez seco, se introduce en recipientes con agua para, con esto, conseguir la total disgregación de los terrones de arcilla sin que los microfósiles sufran demasiado daño. Se continúa con la técnica conocida como lavado-tamizado, que consiste en pasar el sedimento por tamices con diferentes luces de malla (2 cm y 0,5 mm), bajo un chorro de agua a presión. De este modo descartamos todas las partículas inferiores a un cierto tamaño en el que será difícil encontrar microfósiles, mientras que en la malla queda retenida la fracción que nos interesa. Posteriormente se realiza un segundo tamizado, esta vez en seco, con luces de malla de 2 mm, 1,5 mm, 1 mm, 0,7 mm y 0,5 mm. Con esto se consigue aumentar la concentración de restos en el sedimento y al mismo

Figura 2.54. Cuadrícula de la excavación y posición de los restos en Somosaguas norte.



tiempo disminuir considerablemente el volumen de muestra que trataremos posteriormente en el laboratorio.

En el proceso de excavación se han recuperado unos doscientos fósiles identificables de vertebrados que pertenecen a los siguientes grupos taxonómicos: mastodontes (*Gomphotherium angustidens*), équidos (*Anchitherium* sp.), rumiantes (cérvidos, bóvidos y mósquidos), suiformes, rinocerontes, carnívoros, roedores, pikas, aves y tortugas. Además, han aparecido más de un millar de fragmentos no identificables de huesos cuyas fracturas son originales, producidas durante el proceso de fosilización.

Se han realizado un total de 118 días-persona de trabajo, excavándose una superficie de 50 m² y un volumen de unos 16 m³ en el sector Norte, y unos 4 m²-3,5 m³ en el sector Sur, tamizándose 50 kg de muestra.

Técnicas de laboratorio

Se han realizado una serie de láminas delgadas, para el estudio al microscopio de la histología fósil, englobando los fragmentos de hueso fósil en resina poliéster y puliéndolos con carborundo de distintas granulometrías (320, 600, 800 y 1.000 sucesivamente), tras hacer cortes orientados longitudinalmente y transversalmente de las muestras; pulido con alúmina de 0,3 micras y pegado a un cristal, es cortado y rebajado por la otra cara con carborundo hasta llegar a los espesores adecuados (10–20 micras) y, finalmente, pulido de nuevo.

Respecto a la muestra de microvertebrados, se procedió, una vez en el laboratorio, a la selección o triado de los microfósiles con la ayuda de una lupa binocular para continuar con el montaje de los restos en una plastelina no grasa y posterior siglado.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Localizados en el término municipal de Pozuelo de Alarcón dentro del Campus que la Universidad Complutense de Madrid tiene en Somosaguas, los yacimientos paleontológicos de Somosaguas sur y Somosaguas norte representan los yacimientos del Mioceno medio más occidentales del área de Madrid (Figura 2.55).

El yacimiento de Somosaguas sur, en el que se han encontrado restos fósiles de macro y microvertebrados aparece en materiales arcillosos que, hacia techo, pasan a arenas finas micáceas en las que se reconoce laminación cruzada propia de "climbing-ripples" ó ripples trepadores (estructuras sedimentarias que nos señalan un episodio de deceleración de la corriente en el medio, junto con una importante tasa de sedimentación de material fino). Estos materiales podrían interpretarse como las facies más distales de un abanico aluvial.

Por su parte el yacimiento de Somosaguas norte, en el que han aparecido numerosos restos fósiles de macrovertebrados, se encuentra representado en sedimentos arcósicos heterogéneos, que incluyen fragmentos de roca centimé-



Figura 2.55. Mapa de situación y contexto geológico de Somosaguas.

tricos dispersos y niveles de sepiolita muy irregulares y de muy pequeño espesor. Un análisis al microscopio de una muestra de este material nos revela que los granos de cuarzo son muy angulosos y que los feldespatos están poco alterados, indicativo de un grado bajo de madurez. Estas arenas, que ocupan una posición superior a los materiales del yacimiento anterior (figura 2.56), corresponderían en buena parte a procesos de transporte en masa posiblemente producidos en forma de manto de arroyada. El depósito de las arcosas queda integrado dentro de un sistema de abanicos aluviales cuyo abastecimiento se realiza a partir del desmantelamiento de los granitoides y rocas metamórficas del sistema central caracterizando tales depósitos arcósicos las zonas medias y distales de estos abanicos (Alberdi *et al.*, 1985).

El análisis litoestratigráfico del relleno mioceno de la cuenca de Madrid ha

permitido la diferenciación de tres unidades: Unidad Inferior, Unidad Intermedia y Unidad Superior (Juncos y Calvo, 1983; Alberdi *et al.*, 1985). Los materiales en los que se encuentran los yacimientos de Somosaguas sur y norte formarían parte de la Unidad Intermedia. Esta unidad comprende el periodo de tiempo transcurrido desde el Aragoniense medio hasta el Vallesiense superior según Calvo *et al.* (1993).

TAFONOMÍA Y FOSILIZACIÓN

La localidad paleontológica de Somosaguas, está constituida por dos yacimientos con asociaciones fosilíferas distintas en cuanto al número de restos, disposición y conservación dentro de materiales cuya génesis es diferente.

La abundancia relativa de los restos por unidad de superficie tiene valores variados según la zona considerada dentro de los yacimientos.

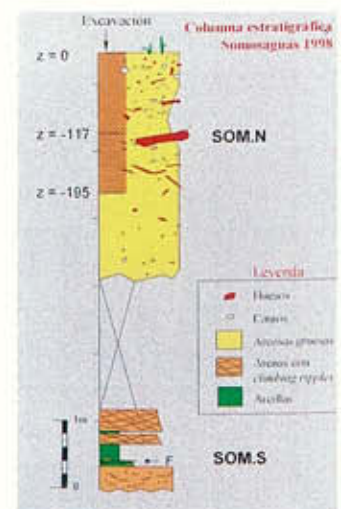


Figura 2.56. Columna estratigráfica de los yacimientos de Somosaguas norte y Somosaguas sur.

Los restos presentes en el yacimiento situado más al norte, no presentan un patrón general de agrupamiento, ni conexión anatómica; se trata de restos dispersos con direcciones preferentes en su mayor parte NW-SE (figura 2.57); en estos restos se pueden observar distintos grados de alteración debido a factores físicos y paleobiológicos, entre los cuáles destacan procesos de fracturación y corrosión por presión-descompresión y una alteración producida por líquenes que provoca una pérdida sucesiva de la estructura ósea.

La conservación a nivel histológico es casi perfecta (figura 2.58), en ellas se pueden observar los cuerpos osteonales

Figura 2.57: Nivel de costillas en el yacimiento de Somosaguas norte (foto Nieves López *et al.*).

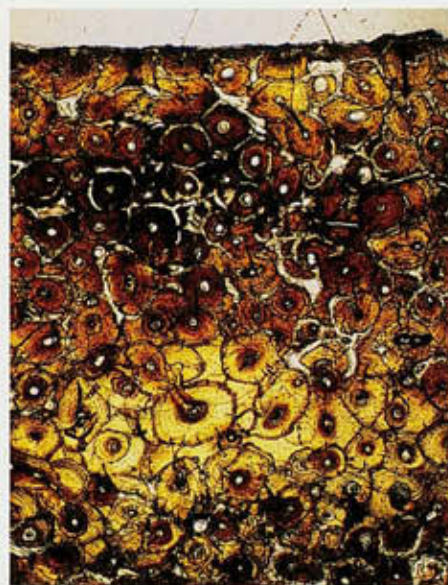


Figura 2.58. Microfotografía de un corte transversal de hueso de mastodonte (foto UCM).

(circulares) con sus anillos de crecimiento, los osteocitos con sus ramificaciones citoplasmáticas (puntos ovalados oscuros) y los procesos de sustitución de las osteonas típicos de vertebrados (nomenclatura de Paniagua, 1997).

En el yacimiento sur existe una mayor abundancia de restos en conexión con un menor grado de alteración y mejor conservados.

Todo ello nos hace pensar en restos re-sedimentados, autóctonos con el sedimento en el sector norte lo que coincidiría con el análisis sedimentológico de los materiales interpretados como un transporte en masa o debris-flow; en cambio en el sector sur al presentar un mayor número de restos menos transportados y acumulados, estaría en consonancia con un origen de los depósitos más distal y de menor energía.

LOS MACROVERTEBRADOS

Mastodontes

La campaña de excavaciones de 1.998 ha proporcionado una serie diversa de restos fósiles pertenecientes al grupo de los proboscídeos, entre ellos los que destacan un fragmento de premolar de leche, un premolar, un fragmento de molar, un resto de diente definitivo con raíz, un fragmento proximal de fémur y un húmero junto con numerosas costillas (figura 2.57) y esquirlas, que por su tamaño nos hacen pensar que puedan pertenecer a este grupo.

Los restos suelen aparecer fragmentados algunos de ellos incluso redondeados y en bajas concentraciones y en algunos niveles las costillas aparecen claramente orientadas por una corriente tractiva; sólo se han encontrado restos de este taxón en las arcosas de Somosaguas norte y aquí aparece en todos los niveles excavados.

Se han identificado al menos tres individuos con edades diferentes: un infantil (dentición de leche), un subadulto (pre-molar definitivo poco gastado) y un adulto (fémur y molar).

En base a las características morfológicas y métricas del premolar y el fémur los restos pueden ser adscritos a *Gomphotherium angustidens*, fósil típico del Aragoniense medio y abundante en la cuenca de Madrid en yacimientos como Puente de Toledo, La Hidroeléctrica o los yacimientos del Pasillo Verde.

Se han realizado láminas delgadas de la diáfisis del fragmento de fémur, observándose que la conservación de la histología ósea es prácticamente perfectamente. Este material está en estudio.

LOS MICROVERTEBRADOS

Como ya hemos comentado, Somosaguas sur constituye una concentración de microfósiles de bastante importancia, tanto por su riqueza, como por su diversidad taxonómica.

Hasta el momento se han identificado aproximadamente unas 200 piezas dentales, además de haberse rescatado un número igualmente elevado de restos óseos. Todo esto en una primera fase de excavación en la que ni si quiera se ha terminado de triar todo el sedimento del que se dispone, por lo que es de esperar que aumente el número de taxones cuando se concluyan las labores de triado y se desarrollen posteriores campañas de excavación.

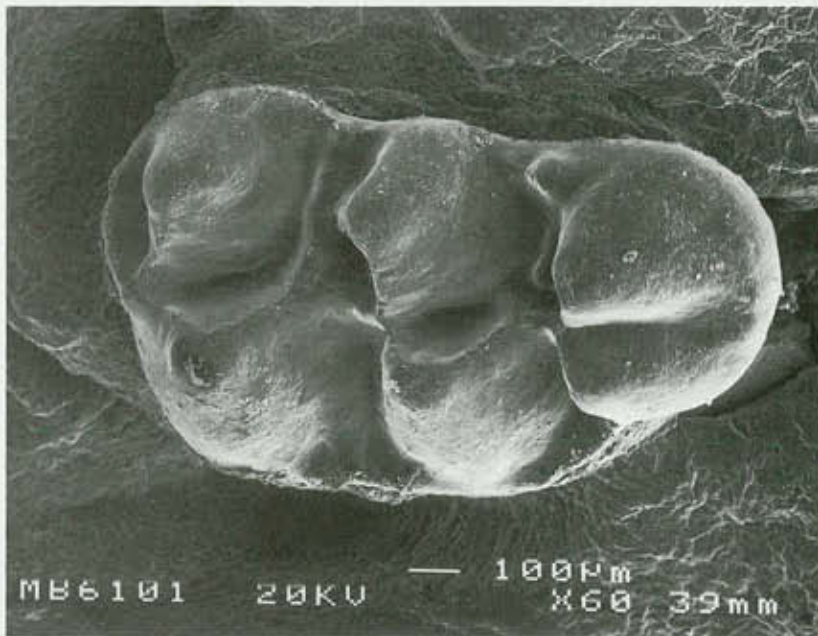
Los taxones más representativos que han sido hallado dentro de estas microfaunas comprenden fundamentalmente roedores, de los que tenemos representantes de las familias Sciuridae, Cricetidae y Gliridae; aparecen además lagomorfos, insectívoros, carnívoros sin determinar e incluso saurios (reptiles) como lacértidos y ánguidos.

Conviene, a continuación, comentar la importancia y características generales de algunas de las especies (López Martínez *et al.*, 1987) más abundantes y representativas del yacimiento.

F. Cricetidae

Megacricetodon collongensis (fig. 2.59). Es uno de los hámsters más frecuentes en el Mioceno de Europa occidental. El género *Megacricetodon* se extiende desde el Aragoniense Medio hasta el Vallesiense inferior, haciéndose especialmente abundante en el Aragoniense Superior, donde llega a constituir el 85% de la fauna de roedores (cuadro 2.3). Esta enorme superpoblación hace que se le atribuya un modo de vida gregario, a modo de plaga temporal como algunos roedores actuales (microtinós), en un hábitat de terreno abierto, de tipo sabana o estepa cálida.

Figura 2.59. Fotografía al microscopio electrónico de un M¹ derecho de *Megacricetodon collongensis* (foto UCM).



Fablbuschia darocensis. Se trata de otro cricétido de talla bastante superior a la de *Megacricetodon*. El género *Fablbuschia* es típico del Aragoniense de la Península Ibérica, y constituye junto a *Megacricetodon* la especie más abundan-

te en Somosaguas Sur (cuadro 2.3). Este género es indicativo de altas temperaturas (Van der Meulen & Daams, 1992).

F. Gliridae

Armantomys tricristatus. Se trata de un lirón de gran talla endémico de la Península Ibérica. Los molares de este lirón, con crestas muy elevadas e inclinadas, ausencia de centrolofos y crestas accesorias, corona muy alta (hipsodoncia), le atribuyen un tipo de alimentación especializado en vegetación dura, por lo que debió vivir en un hábitat de tipo estepario. La atribución de este género a un hábitat de estepa cálida, viene confirmado a menudo por su asociación con *Lagopsis* y *Heteroxerus*, como es el caso de Somosaguas.

Armantomys aparece en España en el Mioceno Inferior, y se extingue al final del Mioceno Medio, coincidiendo con la crisis del Vallesiense que supone un enfriamiento general del Mediterráneo.

Microdyromis koenigsvaldi. Se trata de un pequeño lirón, aproximadamente del tamaño de un ratón doméstico, que aparece en Europa en el Oligoceno Superior y se extingue al final del Aragoniense. Es especialmente abundante en determinados yacimientos del Sur de Francia y Suiza, en donde había pequeños enclaves microclimáticos, apareciendo junto a numerosos primates. Por esta razón, este género se considera un bioindicador termófilo que desaparece en el Vallesiense con la crisis climática que inicia un ciclo de clima templado.

La importancia de los microvertebrados es múltiple, pues no sólo contribuyen a aumentar enormemente la diversidad y riqueza de un yacimiento, sino que constituyen una magnífica herramienta bioestratigráfica, como veremos a continuación, además de proporcionarnos una valiosa información sobre el clima de la época y las condiciones ambientales en general.

LISTA FAUNÍSTICA Y DATACIÓN

Los taxones encontrados en el yacimiento de Somosaguas son:

- Gomphotherium angustidens*
- Anchitherium* sp.

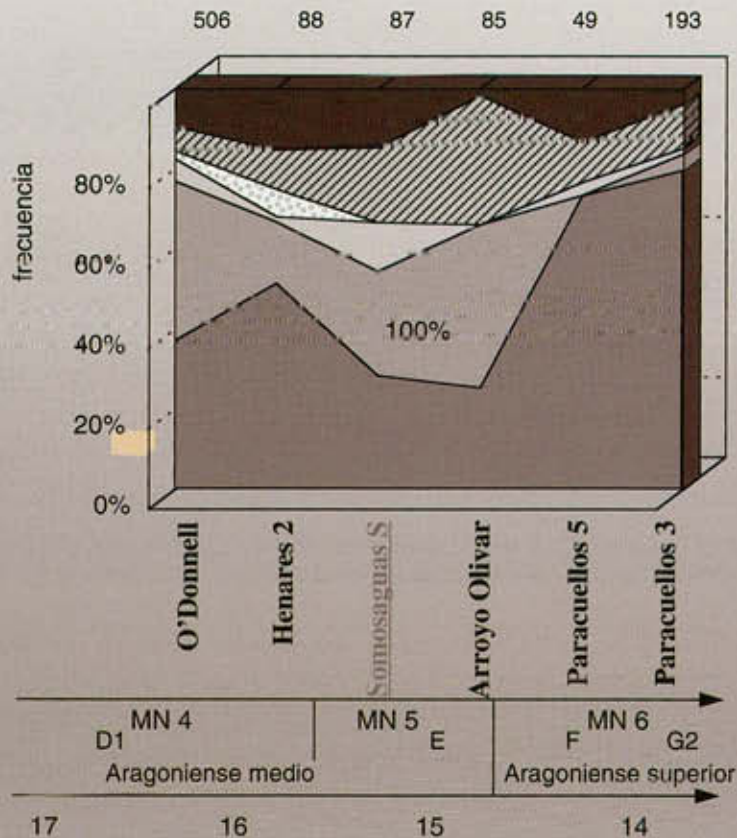
- Amphycion* sp.
 - Suidae indet.
 - Cervidae indet.
 - Tetbytragus* sp.
- en el yacimiento norte, y:

- Megacricetodon collongensis*
 - Falbuschia darocensis*
 - Armantomys tricristatus*
 - Microdyromys koenigsvaldi*
 - Heteroxerus* sp.
 - Lagopsis* sp.
 - Galerix* sp.
 - Micromeryx* sp.
 - Anguidae indet.
 - Lacertilia indet.
 - Chelonia indet.,
- en el yacimiento sur.

Cuadro 2.3. Proporción de M1+M2 de distintos roedores del Mioceno de Madrid. En la horizontal se representan distintos yacimientos de la comunidad de Madrid, incluido Somosaguas; en la vertical las frecuencias en tanto por ciento.

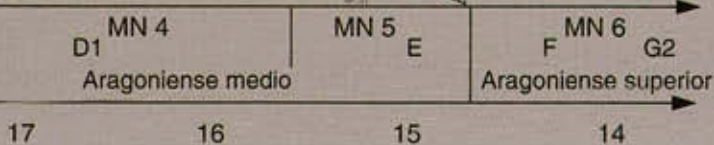
Roedores fósiles del Mioceno de Madrid

- *Heteroxerus*
- ▨ *Armantomys*
- ▩ *Pseudodryomys*
- *Microdyromys*
- *Falbuschia*
- *Megacricetodon*



Edad

millones años



La datación del yacimiento nos apoyamos en los datos que nos proporcionan los microvertebrados de la zona sur, que son más precisos que los datos de macrovertebrados de la zona norte.

En Somosaguas el tamaño de los molares de *Megacricetodon collongensis* es grande (por ej: la media de longitud de M1 es 1,46 mm y la media de la anchura es 0,94 mm), similar al de Arroyo del Olivar (Herráez, 1993). Por otro lado, la proporción de restos de *M. collongensis* es de 35% (Cuadro 2.3), similar a la que tiene en el yacimiento de Arroyo del Olivar (Herráez, 1993). Esta proporción es relativamente menor que la que alcanza en el Aragoniense superior.

La especie *Falbuschia darocensis* nos acota por la base el intervalo de edad, porque esta especie reemplaza *Falbuschia koenigswaldi* en el Aragoniense medio reciente.

Gracias a estos resultados se puede llegar a la conclusión, que la edad de este yacimiento es Aragoniense medio final, correspondiente a la zona E o MN 5.

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

La reconstrucción del pasado de la Tierra parte de la observación de señales de procesos antiguos que interpretamos en base a modelos de procesos actuales. Pero sólo debemos basarnos en procesos inmanentes, que sean esenciales al funcionamiento del planeta. De lo contrario no haremos sino proyectar al pasado la imagen del presente, distorsionando la realidad histórica.

¿Qué nos indican las señales observadas en Somosaguas?. Encontramos una concentración de restos de grandes y pequeños vertebrados en una extensión de unos 60.000 m². Si miramos en detalle vemos que no es una única capa de sedimentos con huesos sino dos niveles independientes, separados por otros estériles. Se trata por tanto de dos yacimientos superpuestos y con dos tipos de fosilización diferente.

Los restos del yacimiento sur muestran mayor integridad y un proceso de depósito por decantación. Los del yacimiento norte, más reciente, indican una gran desintegración de restos en lo que, posiblemente, constituye un depósito de tracción y transporte en masa.

¿Porqué coinciden en un mismo lugar dos procesos diferentes que conservan huesos. En muchos casos no conocemos las causas de la formación de los yacimientos de vertebrados. Algunos podrían ser debidos a catástrofes, como inundaciones o crisis de mortalidad en masa. Conocemos un caso en Madrid, el yacimiento del Cerro de los Batallones, que podría ser una trampa vertical de tipo arenas movedizas. Los demás son como los de Somosaguas, capas horizontales que concentran huesos en distintos tipos de sedimentos. No puede ser casualidad la presencia de dos yacimientos superpuestos, pero aún no podemos asegurar el origen de ninguno de ellos.

A grandes rasgos, las diferentes asociaciones de vertebrados que se han registrado en el Mioceno de Madrid mues-

tran composiciones similares. Las asociaciones de fósiles no deben confundirse con las comunidades de organismos, pero pueden estudiarse con métodos similares. Este es un gráfico llamado bio-cenograma que ordena las especies de vertebrados identificadas en Somosaguas en función del peso estimado de sus individuos adultos. La escala vertical es logarítmica, porque las diferencias son tan grandes que el más pesado es un orden de magnitud superior al siguiente, y los más pequeños también. Este diagrama, ideado por el Dr. Valverde, permite comparar las asociaciones entre sí y observar los vacíos entre grupos, la situación de los depredadores respecto a los herbívoros, y la pendiente general que es más plana en asociaciones más ricas y avanzadas en la sucesión ecológica.

Somosaguas contiene, como otros yacimientos madrileños, restos de mastodontes, équidos primitivos (*Anchitherium* sp.), ciervos, antílopes, mosquitos, cerdos, pikas, erizos, hámsters, lirones y ardillas terrestres, además de carnívoros, tortugas y saurios. No encontramos peces ni cocodrilos, que suelen aparecer en esta época en otras regiones como la cuenca de Loranca. Somosaguas presenta un interés especial por registrar todos los tamaños de vertebrados, desde los más grandes a los más pequeños. Falta confirmar la existencia de rinocerontes, de los que tenemos indicios así como de aves y musarañas. Seguramente aparecerán nuevas especies al aumentar la intensidad del muestreo.

Los yacimientos de Somosaguas contienen una proporción relativamente alta

de restos de individuos inmaduros, infantiles y juveniles, tanto en mastodontes como en équidos, ciervos y cerdos. Ello sugiere que se trata de especies que vivían y se reproducían en la región, no divagantes o migradores, lo que nos permite inferir las condiciones paleoambientales en base a sus modos de vida.

Una mayoría de las especies presentes son herbívoros terrestres de clima cálido. Algunos, como los grandes lirones, las ardillas terrestres y los antílopes son propios de paisajes abiertos de medios áridos. Otros, como *Anchitherium*, los ciervos y los mosquitos, precisan un paisaje boscoso más o menos abierto.

Una posible forma de conciliar un clima tropical con ambos tipos de paisajes es una sabana arbolada recorrida por bosques-galería a lo largo de los ríos. Pero en Madrid no había ríos permanentes. Nos lo indican los sedimentos muy poco alterados, inmaduros, sin canalizar, sin separar lateralmente arenas y arcillas, depositados en capas relativamente extensas y finas, y la ausencia de restos de peces y cocodrilos. Estos sedimentos parecen producidos por mantos de arroyada propios de abanicos áridos, pero de una extensión e intensidad de transporte excepcionalmente eficiente. Había mucha agua, pero caía en episodios relativamente intensos y breves, que provocaban riadas en vez de ríos.

Esta fase árida en la Península Ibérica, que se detecta también en otras regiones, coincide con el enfriamiento que se detecta en los océanos y continentes

en latitudes mayores 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. Ello nos da una clave del metabolismo del planeta, de gran interés para conocer su evolución futura.

TAFONOMÍA

Israel M. Sánchez, Luis Alcalá, Susana Fraile, Plinio Montoya y Jorge Morales

La tafonomía es la rama de la paleontología que estudia los mecanismos de formación de los yacimientos de fósiles, y los procesos de preservación de éstos. Posee una estrecha relación con la paleoecología, pero a diferencia de ésta que estudia, a través de los restos de las entidades paleobiológicas y/o de sus huellas de actividad, el conjunto de fenómenos que afectaban a la comunidad viva (biocenosis), la tafonomía estudia todos los fenómenos que han afectado a estos elementos producidos hasta la actualidad (asociación registrada) (figura 2.60).

La producción de entidades que van a entrar en el proceso de fosilización puede llevarse a cabo por la muerte de los organismos, o bien por realización, es decir, cualquier proceso diferente a la muerte del organismo (huellas, coprolitos, huevos, plumas, mudas, dientes de leche desprendidos, etc.). En este proceso se produce una entrada de información desde la Biosfera a la Litosfera, lo que se conoce como acumulación.

Un fósil no sólo puede estar producido por una entidad biológica del pasado, sino también por su actividad. Así, se consideran fósiles tanto aquellos de restos directos, como las evidencias indirectas fruto del comportamiento. Esta segunda categoría la componen los icnofósiles, entre los que se incluyen las estructuras de bioerosión (como las marcas de dentición de carnívoros y roedores), así como las estructuras de bioturbación, como por ejemplo las huellas de pisadas y los restos de madrigueras. También se incluyen en la categoría de icnofósiles los coprolitos (excrementos fosilizados).

El que un resto de una entidad paleobiológica se conserve o no como fósil y, en el caso de que así sea, el grado de conservación de dicho fósil, va a depender tanto de factores extrínsecos como intrínsecos. Los factores extrínsecos están referidos fundamentalmente a las características físicas y químicas del ambiente y, asimismo, de los sedimentos una vez que ha tenido lugar el enterramiento; los factores intrínsecos se relacionan con la

morfología, la anatomía y los biomateriales de los que se compone el resto.

Por estas razones, los restos que aparecen en los distintos yacimientos pueden variar mucho entre sí. En la mayor parte de los yacimientos de vertebrados (caso que nos ocupa en este trabajo y cuyos ejemplos particulares vamos a utilizar de aquí en adelante), los restos consisten en huesos y dientes aislados, raramente

hallamos huesos articulados y cráneos, y en contadas ocasiones esqueletos más o menos completos y articulados. Son sumamente raros aquellos yacimientos que muestran un grado excepcional de conservación y en los que aparecen evidencias de partes blandas de los organismos. Hay que reseñar que existen yacimientos de vertebrados formados exclusivamente por restos de micromamíferos, pero estos no van a ser tratados aquí en profundidad.

La historia tafonómica puede dividirse en dos partes bien diferenciadas: una vez que se ha producido el resto (por muerte de la entidad biológica o por un proceso de realización), éste puede quedar expuesto durante cierto tiempo antes de ser enterrado, y esta fase comprendida entre la formación de la enti-

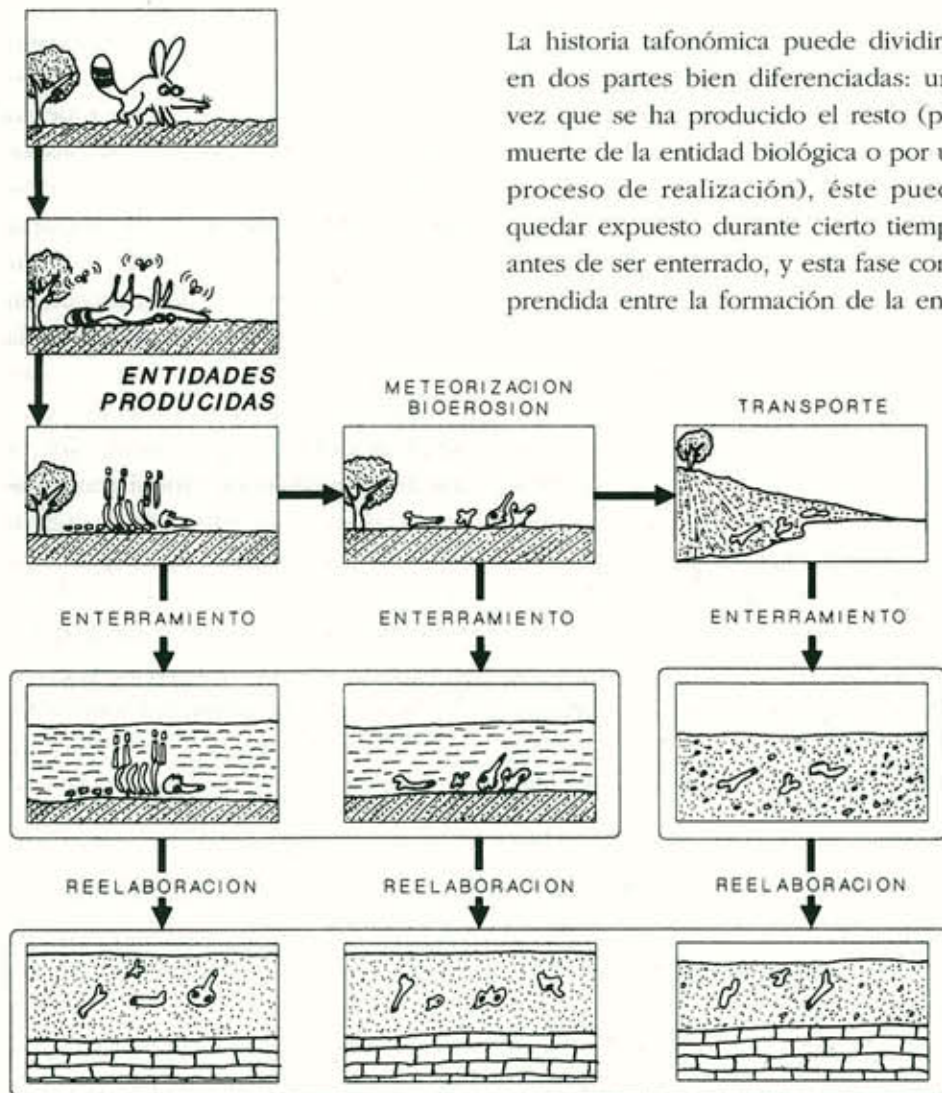


Figura 2.60. Procesos de formación de yacimientos (modificado de Alcalá y Montoya, en prensa)

dad producida (o de la asociación producida) y el enterramiento, se denomina etapa bioestratinómica. Y el lapso temporal transcurrido entre el enterramiento y la aparición de la entidad (o de la asociación) registrada, se conoce como etapa fosildiagenética (lo que ocurre desde que se entierra el resto hasta que nosotros lo encontramos).

Durante la etapa bioestratinómica se producen dos de las fuentes principales de alteración de una entidad o asociación producida: la exposición subaérea, que conlleva básicamente los procesos de meteorización y bioerosión, y la resedimentación, que consiste en el desplazamiento de los restos sobre el sustrato antes de su enterramiento. Cuando la entidad producida queda expuesta en condiciones subaéreas puede sufrir diversos procesos de deterioro entre los que se encuentran los fenómenos de putrefacción, la desarticulación, la meteorización, la bioerosión, el transporte hidráulico, etc; estos procesos pueden solaparse en el tiempo. Cuanto más rápido sea el enterramiento, más posibilidades habrá de que quede preservado de todos estos procesos transformativos. La fuente más importante de resedimentación es el transporte hidráulico, que puede dar lugar a asociaciones compuestas por elementos provenientes de distintos lugares, ya que el agua es capaz de transportar estos elementos a distancias considerables. De esta forma podemos dividir los restos que componen una asociación fósil en autóctonos y alóctonos; los primeros son los que se han conservado en su área de producción (fueron enterrados allí donde mu-

rieron), y los segundos son los que han sufrido transporte, y por tanto, se conservan fuera de su área de producción (murieron y fueron transportados hasta la zona donde se acumularon).

Durante la etapa fosildiagenética se produce la fosilización en sentido estricto, y también actúan una serie de fenómenos de origen físico-químico (como la mineralización), geológico (como la compactación) y biológico (alteración de restos por raíces o microorganismos, por ejemplo), cuyo resultado es la modificación de los restos enterrados. Además, en esta etapa puede producirse un proceso denominado reelaboración, que consiste en el desenterramiento y movilización de los restos procedentes de un material ya enterrado, lo cual puede provocar una alteración drástica de la asociación fósil original. Una consecuencia de la reelaboración es la formación de asociaciones formadas por elementos separados en el espacio y en el tiempo, es decir, lo que se conoce respectivamente como asociaciones mezcladas y asociaciones condensadas (figura 2.61).

Según estos conceptos, los elementos que componen una asociación registrada pueden ser de tres tipos: resedimentados (si han sufrido resedimentación), reelaborados (si han sufrido reelaboración) y acumulados (si no han experimentado ninguno de estos procesos), pudiendo una misma asociación estar constituida por más de un tipo de elementos. La acumulación constituye el primer proceso, y en ocasiones el único, de entrada de información en la Litosfera. Tanto las entidades acumula-

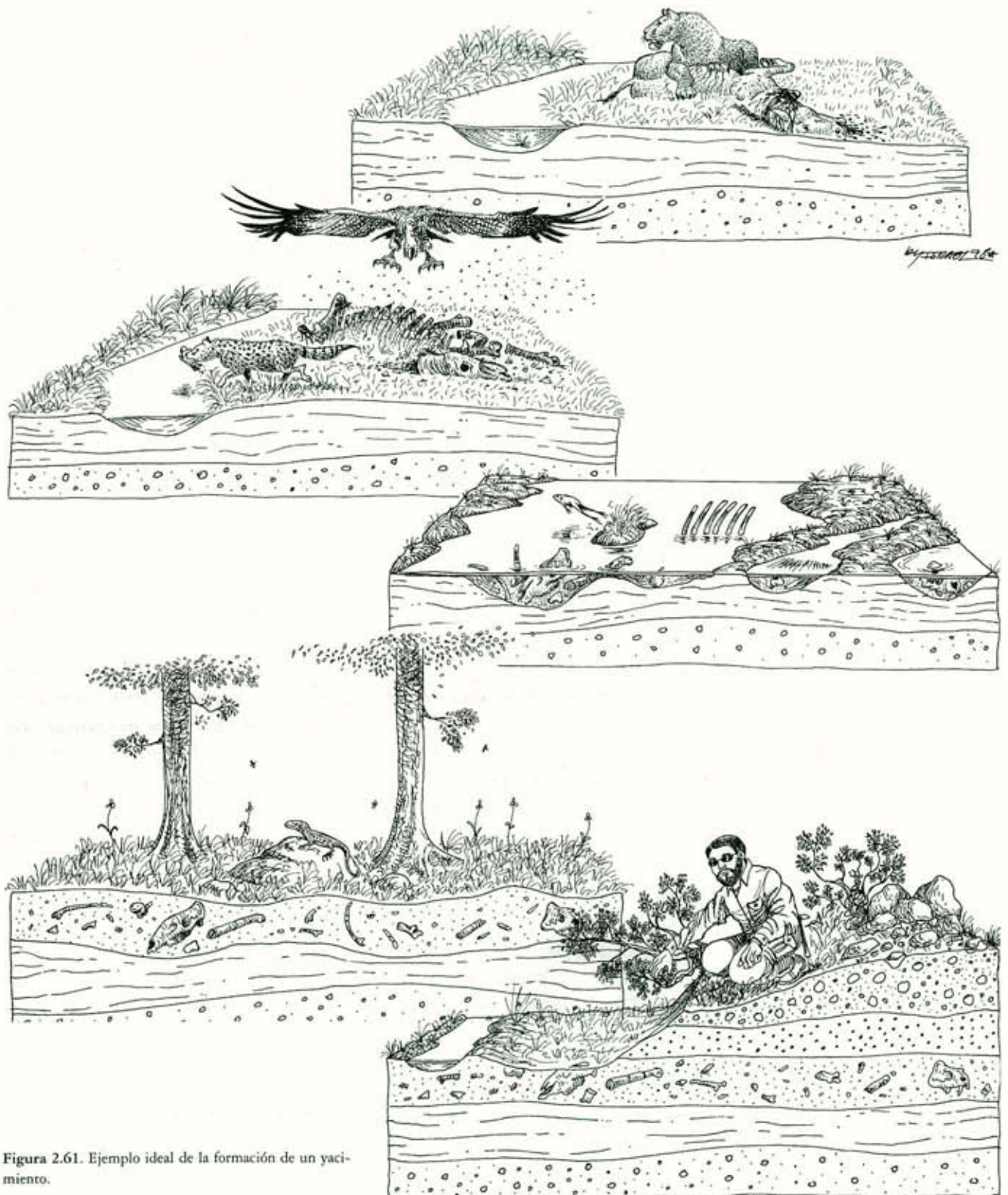


Figura 2.61. Ejemplo ideal de la formación de un yacimiento.

das como las resedimentadas pueden convertirse, mediante reelaboración, en entidades reelaboradas, pudiendo repetirse el proceso más de una vez.

Ya que sólo se conserva una pequeña parte de los restos producidos por los organismos, y que además se produce una conservación diferencial de unos elementos respecto de otros, existe una transformación de la información, es decir, hay una pérdida de información paleobiológica y un incremento en la información tafonómica. Por esto, además de la información que nos ofrece sobre la biocenosis original, una asociación fósil aporta información acerca del ambiente de producción, así como de los procesos ocurridos desde la producción de los restos hasta que en la actualidad los encontramos en forma de fósiles.

Por tanto, se puede llegar a la conclusión de que los fenómenos que ocurren antes y después de la muerte de los organismos alteran la estructura de las asociaciones originales, de tal forma que las asociaciones registradas son imágenes distorsionadas, en mayor o menor grado, de las biocenosis originales. Este hecho es de suma importancia en paleobiología y suscita el que los es-

tudios tafonómicos estén adquiriendo una gran importancia de cara a la interpretación paleobiológica, y en particular paleoecológica, de los fósiles y de sus asociaciones.

La Comunidad Autónoma de Madrid cuenta con una magnífica representación de yacimientos con vertebrados fósiles del Mioceno; desgraciadamente los estudios tafonómicos son todavía bastante incipientes. No obstante, en las líneas siguientes intentaremos aproximarnos a esta problemática, más con la intención de abrir un nuevo camino de investigación que con la de extraer conclusiones.

En este capítulo trataremos los aspectos tafonómicos de los yacimientos de vertebrados miocenos de Madrid, con la excepción del yacimiento del Cerro de los Batallones, que es tratado con posterioridad de forma individualizada, al tratarse de un yacimiento especial, con una conservación excepcional de sus fósiles y producido de manera muy diferente al resto de los yacimientos miocenos de Madrid.

YACIMIENTOS CON TORTUGAS GIGANTES

Uno de los hechos más característicos de los sedimentos miocenos de Madrid es la proliferación de yacimientos con quelonios; la especie representada mayoritariamente es *Cheirogaster bolivari* (familia Testudinidae), forma de tortuga gigante que fue definida en Alcalá de Henares por Hernández-Pachecho en 1917 (figura 2.62). Los restos de tortugas gigantes, desde placas aisladas has-

Figura 2.62. Reconstrucción de *Cheirogaster bolivari* del Mioceno medio. Esta tortuga gigante llegaba a tallas superiores al metro de longitud. Dibujo de Miguel Sánchez.



ta ejemplares casi completos se distribuyen a lo largo y ancho de la geografía de la provincia de Madrid. De hecho, muchos de los yacimientos inventariados sólo poseen restos de estos animales. Los hallazgos de placas aisladas, en la mayoría de los sitios, ni siquiera han sido considerados como yacimientos, ya que tal es su abundancia en determinadas facies, (como en los sedimentos arcóscicos del área de Paracuellos del Jarama) que sería imposible su individualización cartográfica. Este hecho se repite en numerosas zonas de la comunidad, como en el área del corredor del río Henares (Alcalá de Henares), Cerro de Almodóvar, Casa de Campo-Ctra. de Extremadura, etc. Sin embargo, en estas mismas áreas, el hallazgo de ejemplares completos, con un grado de conservación variable, es asimismo muy frecuente. Hallazgos de caparazones completos se han producido en Alcalá de Henares, Paracuellos, Cuña Alhambra-Latina, Ciudad Universitaria, Fuenlabrada, etc.

A pesar de lo dicho anteriormente, en los yacimientos de mamíferos los hallazgos de tortugas son más raros, con la excepción de tres localidades: Moraleja de Enmedio, Paracuellos 3 y Henares 1.

Parece fuera de duda que las tortugas gigantes fósiles fueron extraordinariamente abundantes durante el Mioceno medio en Madrid. Cuando analizamos el estado de conservación de los restos vemos que éste varía desde la presencia de caparazones completos hasta placas aisladas, pero rara vez encontramos asociados a los caparazones restos de

su esqueleto apendicular o craneal (excepciones existen en el yacimiento clásico de Ciudad Universitaria, en los nuevos yacimientos de Barajas y en el todavía más reciente de la calle Bolívar). El caparazón de las tortugas gigantes es un resto anatómico sólido, pero que sólo puede conservarse entero si se entierra con cierta rapidez y si ese enterramiento no ha sufrido ningún tipo de erosión posterior. Este tipo de formación es por lo tanto frecuente en Madrid, y se produce tanto en facies arcóscicas de todo tipo, como en las facies distales de los abanicos aluviales, pero no se conoce en las típicas facies «peñuela». En estas mismas facies arcóscicas los restos de placas de tortugas son tan extraordinariamente abundantes y están tan fragmentados que estas acumulaciones deben ser interpretadas como casos típicos de resedimentación.

La inferencia de que las tortugas gigantes fósiles de Madrid tenían un modo de vida diferente al de otros vertebrados es casi directa. Las tortugas gigantes actuales, al igual que todos los representantes de la familia Testudinidae, son herbívoras, alimentándose de una gran variedad de plantas, incluso aquellas que, como los cactus, están adaptadas a los ambientes más áridos. Es conocida su resistencia a la sed, hecho que se debe principalmente a su capacidad de beber y acumular grandes cantidades de agua, y sobre todo a su habilidad para producir agua metabólica a partir de la grasa almacenada en los tejidos, lo que junto a su bajas tasas metabólicas (y por tanto, escasa evaporación de agua en la respiración y otros proce-

sos), les permite sobrevivir durante largos periodos de tiempo sin beber. No obstante, es frecuente encontrar concentraciones de individuos adultos en charcas, o tomando baños de barro fresco, probablemente tanto para termorregular como para combatir a los parásitos. Esta preferencia ocasional en áreas de charcas podría explicar las concentraciones de tortugas fósiles de las zonas arcillosas del área de la cuña Latina-Alhambra, en la que en el yacimiento de Alhambra 2, en una extensión muy reducida, se han llegado a encontrar caparazones de hasta 7 tortugas gigantes; la mayoría de ellos han sido encontrados por las máquinas excavadoras, y por lo tanto se encuentran en mal estado de conservación, aunque todos ellos correspondían a caparazones completos.

YACIMIENTOS CON TORTUGAS ASOCIADAS A MAMÍFEROS

Este es el caso de Moraleja de Enmedio, Paracuellos 3 y Henares 1; en los tres casos, los restos de tortuga son abundantes y aunque nunca están los caparazones completos es frecuente encontrar partes bastante completas de peto o espaldar, junto con placas aisladas de todos los tamaños. En estos yacimientos, a diferencia de los anteriores, sí se encuentran huesos del esqueleto apendicular de las tortugas. Los restos de mamíferos de estos tres yacimientos tienen características similares: no existen elementos óseos articulados, y hay una amplia gama en el estado de conservación de los huesos, que varía desde completos y perfecta-

mente conservados, hasta fragmentos de todos los tamaños.

Los tres yacimientos poseen en común su gran extensión, y en particular Paracuellos 3 y Moraleja de Enmedio son los dos yacimientos más extensos de la comunidad de Madrid. Algunos fósiles encontrados nos suministran datos interesantes sobre la asociación; por ejemplo el cráneo bastante completo de *Alicornops simorreense* de Moraleja de Enmedio muestra una conservación excepcional, ya que sólo ha perdido los nasales, y sin embargo muestra huellas de golpes producidos durante el transporte (figura 2.63). Por las características de las huellas de estos golpes se puede afirmar que estas se produjeron en un momento en el que el hueso todavía estaba fresco, y que fueron fruto de un transporte con cierta violencia. La misma distribución de los huesos en el sedimento, en una capa extensa y de escaso espesor, con una concentración preferencial en niveles arcillosos entre arcosas avala que los huesos fueron transportados en masa.

En estas condiciones, dicha asociación estaría formada mayoritariamente por elementos resedimentados, existiendo indicios de elementos reelaborados. Este tipo de concentración responde perfectamente al modelo que podría esperarse de sedimentos relacionados con facies distales de abanicos aluviales, sujetos a una fuerte estacionalidad con alternancia entre estaciones secas y húmedas; durante estas últimas se producen masas de fangos que arrastran y erosionan las capas subyacentes

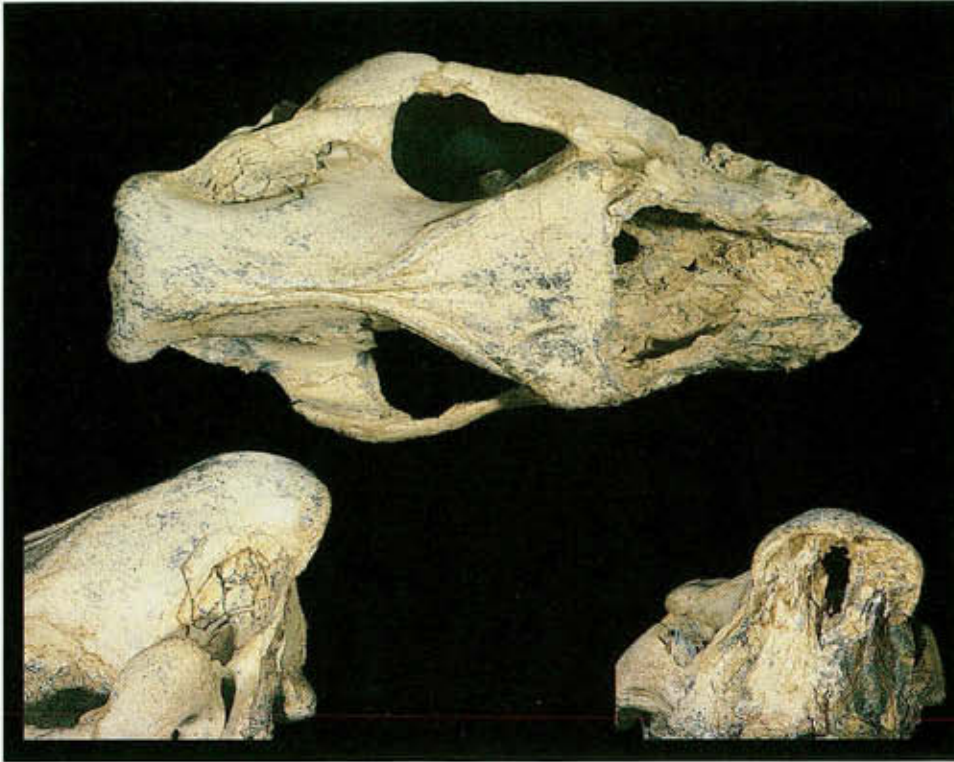


Figura 2.63. Craneo de *Alicornops simorreense* procedente del yacimiento de Moraleja de Enmedio. Detalle de las fracturas producidas durante su transporte previo al enterramiento y mineralización.

englobando huesos ya sedimentados y depositando al mismo tiempo aquellos que se han producido durante la estación seca, proceso que sería responsable de los elementos reelaborados.

YACIMIENTOS RELACIONADOS CON FACIES LACUSTRES

Un tercer modelo puede inferirse en los yacimientos madrileños, relacionados con las áreas húmedas formadas en las zonas de transición entre los abanicos aluviales y las áreas palustres. En estas áreas se formaría un conjunto de zonas más o menos pantanosas sobre un sustrato arcilloso capaz de retener el agua durante un cierto tiempo, y en el que se desarrollaría desde una vegetación arbustiva hasta una más arbórea; ésta últi-

ma aparecería en aquellas zonas con manantiales o acumulaciones de agua más permanentes.

Este tipo de facies muestra una gran complejidad tanto sedimentológica como ambiental. La mayor parte de los yacimientos con mamíferos se distribuyen en estas facies, pero dentro de ellas se pueden distinguir diversos tipos de acumulaciones de huesos, que nos indican la existencia de diferencias entre ellos.

Un primer tipo de asociación se encuentra en las facies distales de los abanicos, en arcillas arenosas con capas intercaladas de sepiolitas y paleosuelos carbonatados; éste es el caso de los yacimientos de la Cantera del Trapero, Cerro de Almodóvar y Alhambra-

Túneles. En estos yacimientos los restos de mamíferos son predominantes, pero todavía se encuentran con frecuencia placas de tortugas de talla gigante.

Un segundo tipo de asociación se encuentra en las facies de transición entre los abanicos aluviales y el sistema lacustre situado en el centro de la cuenca. En esta zona de transición se instalaría una franja palustre de 2 ó 3 Km de ancho, consistente en un mosaico de zonas pantanosas surcadas por corrientes ocasionales que, episódicamente, experimentaron desecación debido a la oscilación de la lámina de agua en periodos climáticos contrastados (Calvo *et al.*, 1995 y Calvo en este volumen).

En los yacimientos incluidos en estas facies, los restos de tortuga son notablemente escasos en comparación con los anteriores. Los fósiles son ya mayoritariamente pertenecientes a mamíferos, tanto de pequeño como de gran tamaño.

Dentro del segundo tipo existen diferencias notables entre los yacimientos, presumiblemente debido a la existencia de subambientes diferentes; yacimientos como Arroyo del Olivar y Puente de Vallecas se habrían formado en las zonas más alejadas del sistema lacustre, concretamente en las zonas más cercanas a las partes distales de los abanicos aluviales. Mientras que los yacimientos de Moratines, O'Donnell, La Hidroeléctrica, Paseo de la Esperanza, Paseo de las Acacias, y todos los yacimientos clásicos encontrados en las facies «peñuela» se situa-

rían en los bordes de las charcas, es decir en las áreas más húmedas de este sistema palustre.

El yacimiento de Paracuellos 5 responde a un tipo similar de depósito: las facies sedimentarias corresponden a sedimentos de borde de charca, pero éstas estarían incluidas en canales arenosos relacionados con los abanicos aluviales.

Información muy actualizada se ha obtenido en alguno de los yacimientos excavados recientemente, en particular en los del Paseo de las Acacias y Paseo de la Esperanza.

En el primero de estos yacimientos se comprueba que aunque no existen elementos óseos articulados, sí es frecuente encontrar elementos asociados; éste es el caso de la extremidad anterior de un *Amphicyon major*, de restos dentarios juveniles de un suido y de un tragúlido, entre otros. La evidencia de un transporte muy limitado parece clara; es, por lo tanto, probable que muchos de los restos se hubiesen depositado en las cercanías de las charcas, existiendo un enterramiento relativamente rápido para esos elementos. Sin embargo, en Paseo de las Acacias se comprueba la existencia de numerosos restos óseos totalmente irreconocibles, no tanto por su estado de fragmentación sino por su estado de alteración; asimismo ciertos huesos presentan evidencias de compresión postsedimentaria con desplazamientos y fracturaciones, de forma que podemos deducir que procesos diagenéticos posteriores han afectado a la asociación producida. Sin descartar que,

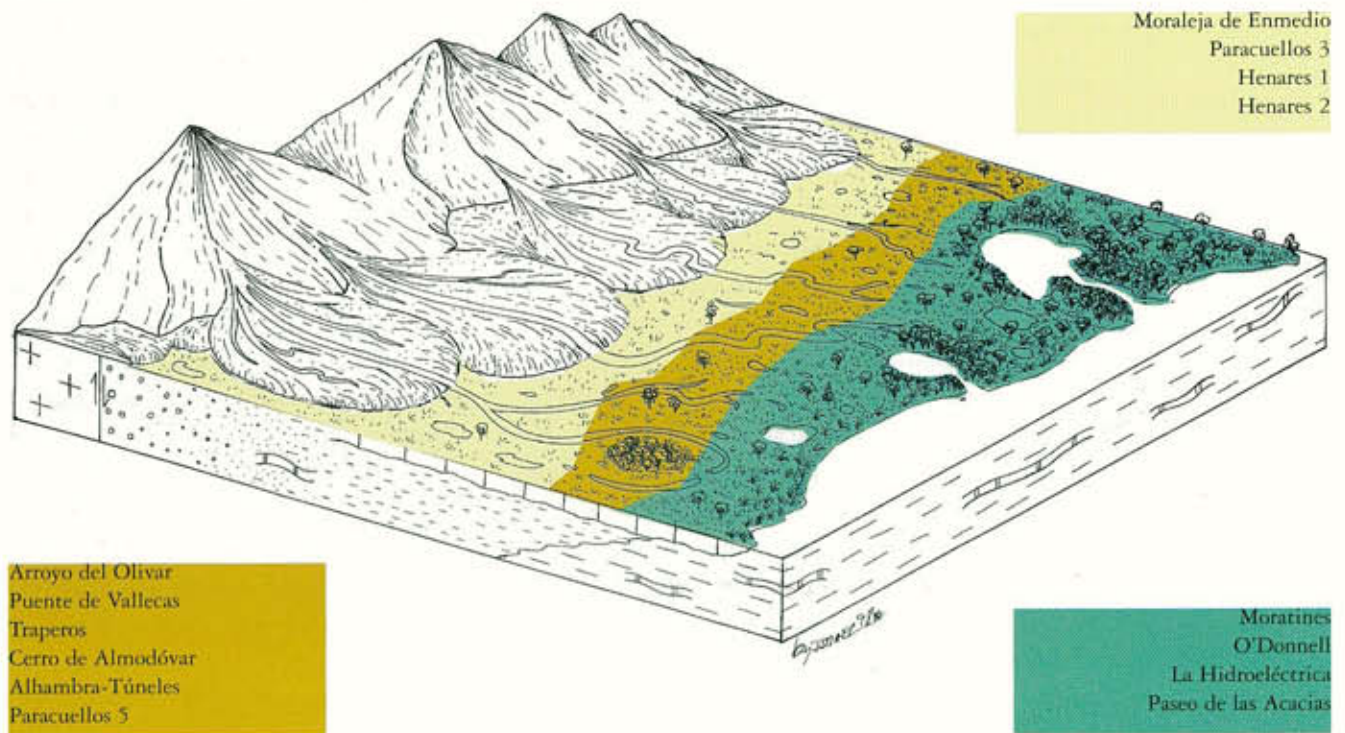
en este tipo de ambientes, los restos sufren el carroñeo, pisoteo y exposición a la intemperie que afecta sobremanera a su preservación.

Dentro de estos tres modelos se encuadran la mayoría de los yacimientos miocenos de Madrid. No obstante, a lo largo del pasado se ha perdido demasiada información paleontológica, o lo que es lo mismo, la información actual es todavía muy limitada. Yacimientos como el del Barrio de la Estrella, destruido sin misericordia y en el que los pocos datos obtenidos indicaban la existencia de una enorme acumulación y concentra-

ción de huesos de mastodonte, podría ser un caso diferente de los aquí descritos, como ocurre al yacimiento del Cerro de los Batallones.

Otro aspecto a considerar, como se ha dicho anteriormente, es la formación de los yacimientos constituidos exclusivamente por micromamíferos. Asimismo, los estudios de los procesos geoquímicos producidos en los restos de los vertebrados es, por todo lo apuntado anteriormente, de sumo interés, y constituye una línea de investigación muy prometedora que actualmente estamos desarrollando en las asociaciones fósiles.

Figura 2.64. Bloque diagrama detallando la distribución de yacimientos en los ambientes sedimentarios.



ESTUDIO MINERALÓGICO Y GEOQUÍMICO DEL YACIMIENTO PARACUELLOS 5 (MADRID)

Laureano Merino Cristóbal
Eduardo Rodríguez Badiola

Dentro de las investigaciones paleontológicas que actualmente se están llevando a cabo en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, cabe mencionar el estudio mineralógico y composición química de los huesos y dientes fósiles de diversos taxones de yacimientos del Neógeno español, así como los cambios diagenéticos que en ellos tienen lugar. Nos pareció de gran interés profundizar en este campo dadas las posibilidades de aplicación en el conocimiento tafonómico de los restos óseos fósiles.

Las técnicas empleadas en el estudio han sido las siguientes: difracción de rayos X, para la determinación de la mineralogía de las muestras; el microscopio petrográfico y el electrónico de barrido ayudan a reconstruir la historia diagenética que ha afectado a los huesos a través de la observación de la cementación de las cavidades; mediante la fluorescencia de rayos X y la espectrometría de absorción atómica se han realizado los análisis geoquímicos que contribuyen a desvelar la naturaleza y grado de diagénesis del hueso fósil. Dichos análisis aportan información básica sobre la proporción, distribución y comportamiento de un rango de elementos mayoritarios, minoritarios y traza en orden a determinar el papel que juegan en los procesos diagenéticos.

Partiendo de la composición química de los huesos actuales y comparándola con la de los restos fósiles, se pueden reconocer las posibles ganancias o pérdidas de determinados elementos durante los procesos de fosilización.

Los huesos están formados por dos componentes íntimamente ligados: una fase mineral (70%) y una matriz orgánica compuesta principalmente por colágeno. Está bien establecido que la fase mineral del tejido óseo de los vertebrados actuales es un hidroxapatito (Montel, 1977; Elliot *et al.*, 1985) cuya fórmula es $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$.

Después del enterramiento de estos restos óseos, comienza una etapa de cambios diagenéticos que modifican su estructura y composición original. En esta etapa fosildiagenética los cambios químicos producidos están en función de las propiedades del sedimento circundante, del ambiente químico del lugar de enterramiento y del tipo de tejido óseo (Parker y Toots, 1980). Sólo un pequeño porcentaje de todos los huesos enterrados fosilizan; la mayoría son destruidos por distintos procesos: corrosión, perforación, abrasión, calentamiento, fracturación, disolución, compactación, etc.

Excepcionalmente se han descubierto animales fósiles cuyos tejidos blandos están muy bien conservados. Estudios realizados por Martill (1994) han atribuido este fenómeno a lo que se ha llamado «fosilización instantánea». Se trata de la fosfatización, un procedimiento mediante el cual los tejidos blandos quedan mineralizados, es decir, modificados o sustituidos por fosfato de calcio.

Entre el hueso y el medio ocurren cambios químicos por sustitución iónica sin alterar la estructura del tejido óseo. En ocasiones, esta estructura puede verse alterada por procesos de disolución y

recristalización de nuevos minerales. Como el hidroxiapatito es algo inestable en el medio sedimentario, el ion hidroxilo suele quedar sustituido por otros iones. Determinados cationes como el Sr^{2+} , Na^+ y Mg^{2+} pueden sustituir al Ca^{2+} ; el F⁻ y el Cl⁻ al OH⁻ y el CO_3^{2-} al PO_4^{3-} (Sillen y LeGeros, 1991).

Por enriquecimiento de algunos elementos se pueden identificar diferentes fases minerales en el apatito de los huesos. Puede predominar el F y, en este caso, se forma el fluorapatito; cuando es el Cl, se origina el cloroapatito e hidroxiapatito si hay un predominio de OH. Los iones PO_4^{3-} son sustituidos frecuentemente por iones CO_3^{2-} , originándose así carbonatos apatitos como la dahllita y francolita.

El hueso, dentina y esmalte tienen distintas propiedades físicas. El hueso es muy poroso y permeable, y por tanto, más susceptible a las transformaciones químicas del hidroxiapatito. Por el contrario, el esmalte no tiene poros, es más denso y resistente a los cambios químicos y suele permanecer inalterado durante la fosilización (Carlson, 1990). La dentina es intermedia aunque más parecida al hueso.

Debido a esta estructura más compacta del esmalte, los procesos diagenéticos que sufre tienen lugar más lentamente y en un menor grado que en la dentina y el hueso. Como consecuencia de esto, es el esmalte el resto fósil que mejor conserva la composición original.

Se ha considerado de interés el estudio del yacimiento Paracuellos 5 como re-

presentativo de los yacimientos del Mioceno de Madrid, eligiéndose un esmalte (PAV-1), una dentina (PAV-2) y un metápodo (PAV-3) de *Gomphotherium angustidens* para la realización del presente estudio. También se han estudiado las mismas partes esqueléticas (ELF-1, ELF-2 y ELF-3) de un elefante actual (*Loxodonta africana*) para comparar los cambios mineralógicos y geoquímicos que se han producido.

ESTUDIO PETROGRÁFICO

El estudio de la mineralogía y textura del cemento de las cavidades óseas, resulta de gran utilidad para la reconstrucción de la historia diagenética de los huesos fósiles. Para ello se han empleado el microscopio petrográfico y el microscopio electrónico de barrido (MEB).

Los análisis de láminas delgadas del metápodo (PAV-3) de *G. angustidens* de este yacimiento, muestran que sus estructuras histológicas originales están bien preservadas (figura 2.65). Los canales de

Figura 2.65. Lámina delgada en sección transversal de un metápodo de *Gomphotherium angustidens* del yacimiento Paracuellos 5 (PAV-3). Se puede apreciar la estructura circular de los sistemas de Havers (nícoles cruzados).

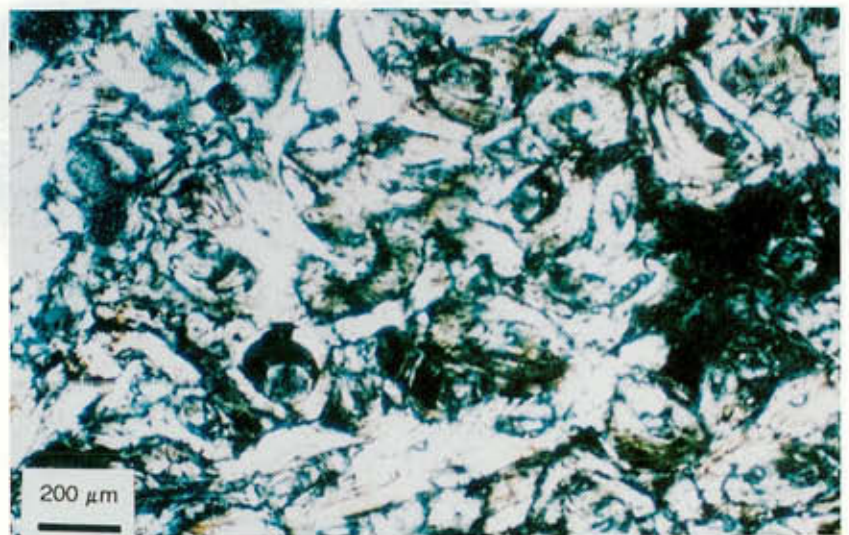


Figura 2.66. Micrografía (MEB) de un cristal de feldespato-K en un poro del metápodo de *Gomphotherium angustidens*.

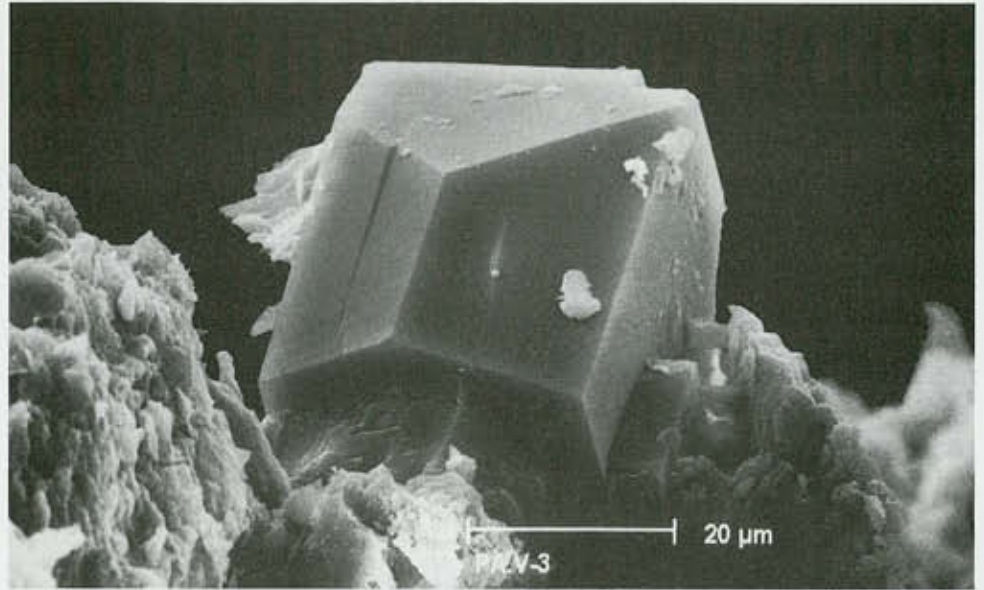
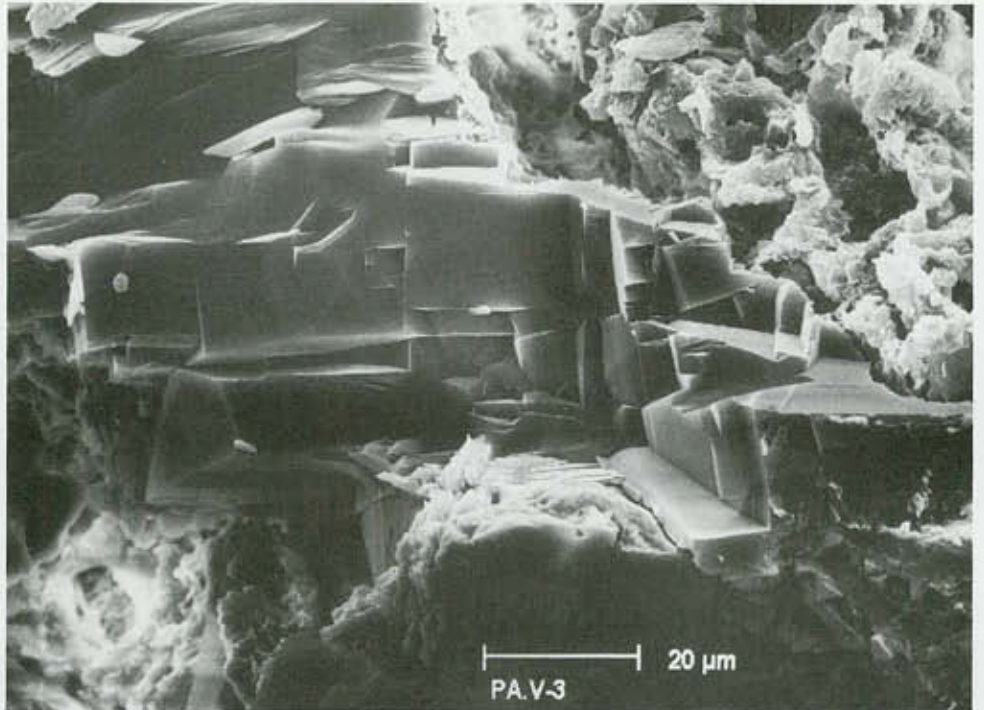


Figura 2.67. Micrografía (MEB) de cristales de calcita relleno un poro del metápodo de *Gomphotherium angustidens*.



Havers aparecen rellenos de cuarzo, feldespatos, arcillas (estas últimas rodeando los bordes de los poros) y cemento de calcita. Los granos detríticos fueron introducidos en los poros del hueso me-

cánicamente, durante una fase de exposición subaérea. Después del enterramiento a poca profundidad, los poros de los huesos fueron cementados por un mosaico de cristales de calcita «equant».

Se ha observado al MEB un cristal de feldespato-K dentro de una cavidad ósea (figura 2.66), algunos granos de cuarzo y cristales de calcita (figura 2.67) tapizados con finas películas de arcilla.

ESTUDIO MINERALÓGICO MEDIANTE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Las distintas fases minerales de los componentes de las tres muestras de *G. angustidens* se han identificado mediante estos análisis, empleándose el método de polvo en los tres casos. Los difractogramas se representan en la figura 2.68.

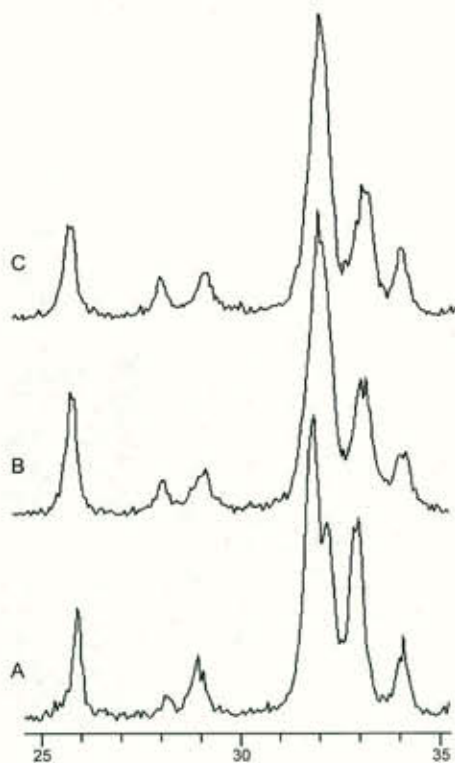


Figura 2.68. Difractogramas de rayos X entre 25° y 35° 2θ de las muestras pertenecientes a *Gomphotherium angustidens* del yacimiento de Paracuellos 5. A. Esmalte (PAV-1). B. Dentina (PAV-2). C. Metápedo (PAV-3).

Un primer examen de estos difractogramas revela una diferente definición cristalográfica, más acusada en el esmalte (PAV-1) con respecto a la dentina (PAV-2) y el metápedo (PAV-3). Sus picos son más agudos y de mayor resolución lo que indica un desarrollo superior de la cristalinidad.

Los picos de las reflexiones del hidroxiapatito son los predominantes en el esmalte y los del carbonato fluorapatito en la dentina y en el metápedo.

ESTUDIO GEOQUÍMICO

Se han realizado los análisis químicos de los esmaltes, dentinas y metápedos del elefante actual y de *G. angustidens* (Cuadro 2.4).

En estas muestras se han analizado los componentes mayoritarios: CaO, P₂O₅, CO₂, los minoritarios: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, Na₂O, K₂O, F, Cl, SO₃ (ambos en forma de óxidos y expresados en tanto por ciento en peso de la muestra total) y los elementos traza: Sr, Ba, Cu, Zn, Co, Ni, V, Cr, La, Ce (expresados en partes por millón). También se ha analizado el contenido en agua constitucional de las seis muestras y la materia orgánica (MO) en la dentina y metápedo del elefante actual, por ser componentes originales mayoritarios del material óseo.

El análisis de las muestras actuales nos es útil para comparar su composición con las muestras fósiles y determinar el enriquecimiento o pérdida de elementos que han sufrido éstas.

Observando la composición química de las muestras se aprecia que están constituidas fundamentalmente por CaO y P₂O₅, tanto las actuales como las fósiles, y en mayor concentración en los esmaltes que en las dentinas y metápodos.

El esmalte fósil sufre un ligero incremento composicional de calcio respecto al actual. En la dentina y metápodo fósiles el incremento es más acusado, debido a que ambos son más porosos y permeables que el esmalte y por tanto más susceptibles a los fenómenos diagenéticos. Gran parte del contenido de calcio de estas muestras fósiles procede de la precipitación de calcita en los poros.

El contenido de fósforo en los esmaltes y metápodos de las muestras actuales y fósiles es prácticamente igual, aumentando ligeramente en la dentina de *G. angustidens*. Por tanto, los procesos de fosilización prácticamente no influyen en la proporción de fósforo en restos fósiles.

Las cantidades de CO₂ en las muestras actuales son algo inferiores a las de las fósiles, lo que indica que ha habido un enriquecimiento diagenético en carbonato, fundamentalmente por precipitación de calcita.

En cuanto a los elementos minoritarios, en casi todos ellos se aprecia un

Cuadro 2.4. Composición química de las muestras pertenecientes a esmalte, dentina y metápodo de un elefante actual (*Loxodonta africana*) y *Gomphotherium angustidens* del yacimiento de Paracuellos 5 (ELF-1, ELF-2, ELF-3, PAV-1, PAV-2 y PAV-3, respectivamente).

Óxidos (%)	ELF-1	ELF-2	ELF-3	PAV-1	PAV-2	PAV-3
SiO ₂	0,037	0,084	0,019	0,189	0,090	3,907
TiO ₂	0,003	0,002	0,003	0,002	0,005	0,027
Al ₂ O ₃	0,008	0,000	0,000	0,000	0,040	1,014
Fe ₂ O ₃	0,009	0,007	0,006	0,017	0,015	0,140
MnO	0,0009	0,0020	0,0010	0,0090	0,0120	0,0112
MgO	0,376	1,970	0,625	0,280	0,130	1,147
CaO	51,430	40,011	35,071	52,425	52,282	51,152
Na ₂ O	1,382	0,810	0,810	0,870	0,400	0,161
K ₂ O	0,050	0,026	0,046	0,024	0,017	0,174
P ₂ O ₅	38,924	32,362	28,248	38,336	36,194	28,641
CO ₂	5,230	4,600	5,420	6,020	6,420	6,950
MO		17,220	21,280			
H ₂ O	2,180	1,610	8,900	0,820	1,480	2,580
F	0,712	0,778	0,625	2,152	3,374	3,085
Cl	0,224	0,010	0,027	0,171	0,007	0,004
SO ₃	0,073	0,185	0,222	0,112	0,234	0,237
TOTAL	100,64	99,67	101,30	101,42	100,70	99,23
Trazas (ppm)						
Sr	384,0	396,0	294,0	712,0	699,0	1178,0
Ba	23,0	52,0	43,0	178,0	196,0	395,0
Cu	10,0	0,8	0,0	2,5	2,0	13,0
Zn	80,0	71,0	110,0	64,0	16,0	25,0
Co	0,3	2,0	1,0	4,0	5,0	1,8
Ni	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V	0,0	0,0	0,0	4,0	15,0	16,0
Cr	7,0	0,0	2,0	9,0	7,0	6,0
La	4,0	0,0	0,0	8,0	18,0	92,0
Ce	5,0	0,0	0,0	6,3	15,6	23,0

incremento de sus concentraciones en las muestras fósiles, especialmente en los metápodos. El sodio y el cloro disminuyen su proporción en los procesos de fosilización debido a la lixiviación, siendo sus contenidos superiores en el esmalte actual y fósil. El magnesio y el potasio, también sufren una pérdida composicional en el esmalte y dentina fósil.

Dentro de los elementos traza, destaca el Sr por su alto contenido, tanto en las muestras actuales como en las fósiles por el enriquecimiento que han experimentado. El Zn es el segundo elemento traza en abundancia en las muestras actuales, después del Sr, pero durante el proceso de fosilización es lixiviado por

ser muy móvil, lo que contribuye a su pérdida diagenética en las muestras fósiles. El resto de los elementos aumentan su contenido en las muestras de *G. angustidens*.

El presente estudio ha mostrado que el material óseo del yacimiento Paracuellos 5, ha sufrido una serie de transformaciones diagenéticas durante la fosilización. La mayoría de los elementos se han enriquecido (Ca, Si, Al, F, etc.) especialmente en metápodo y dentina, como consecuencia de su estructura porosa, otros han sufrido una pérdida (Cl, Na, Mg, K y Zn) por lixiviación, y por último algunos no sufren cambios importantes en su concentración, como es el caso del P.

La Paleoecología es la parte de la Paleontología que estudia las relaciones entre los organismos fósiles y su ambiente. Su relación con otras disciplinas es amplia, en particular con la morfología funcional, la tafonomía y la geología (sedimentología, geoquímica, etc.).

En general, en paleoecología se utilizan dos tipos de aproximaciones:

- Autoecología: se basa en el estudio de las características de las especies presentes en los yacimientos, de forma que mediante el estudio de su morfología funcional, podemos deducir qué tipo de nicho ecológico ocupaban.

- Sinecología: es el estudio de toda la paleocomunidad, y en él se aplican diversos métodos procedentes de la ecología (cenogramas, diversidad, espectros de diversidad, etc.).

Hasta la fecha, las aproximaciones paleoecológicas que se han realizado sobre las faunas de Madrid eran preferentemente de tipo autoecológico; así, Alberdi *et al.* (1985), López-Martínez *et al.* (1987), López-Martínez y Morales (1989) interpretaron estas faunas como asociadas a paisajes abiertos (sabana), de clima seco y subtropical. Esta interpretación se basó en una serie de datos referidos a las formas presentes o ausentes, como la ausencia de peces y gasterópo-

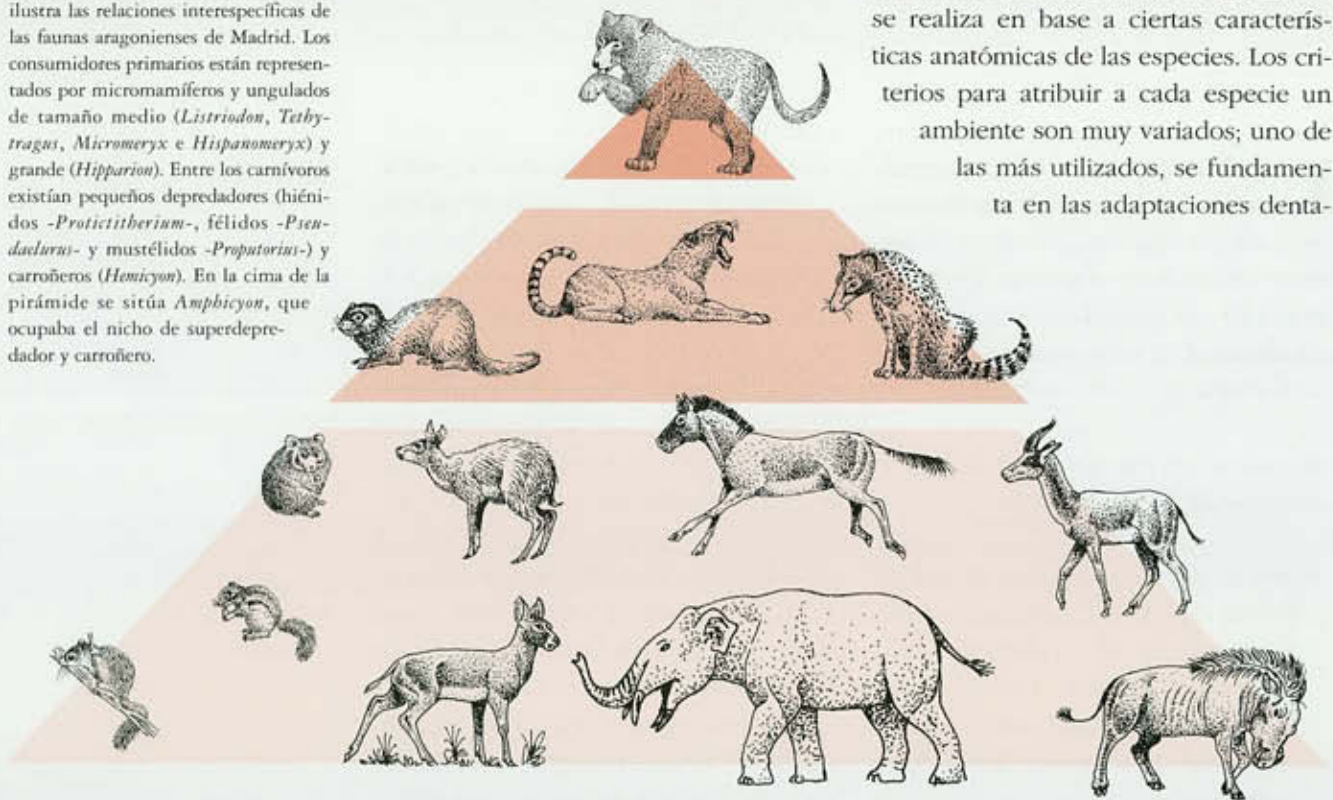
PALEOECOLOGÍA

Lara Amezua, Manuel J. Salesa, Benigno Pérez, Pablo Peláez-Campomanes, Susana Fraile, Jorge Morales y Manuel Nieto

dos, la dominancia en algunos yacimientos de reptiles (tortugas, serpientes, etc.) sobre los mamíferos, la escasa diversidad específica, con una o dos especies dominantes en cada grupo y yacimiento, o el reconocimiento de algunas especies marcadores característicos de terrenos áridos como *Heteroxerus*, *Armantomys*, *Hispanotherium* y *Tetbytragus*.

Otros datos utilizados eran la ausencia de taxones de ambiente cubierto húmedo, como ardillas arbóreas, castores, primates, *Dicrocerus*, Deinotheridos, etc. y la presencia de taxones interpretados como termófilos, caso de *Lagopsis*, *Microdiromys*, *Hispanotherium*, *Alicornops simorreense*, *Triceromeryx* y *Listriodon*.

Figura 2.69.- Pirámide trófica que ilustra las relaciones interespecíficas de las faunas aragonienses de Madrid. Los consumidores primarios están representados por micromamíferos y ungulados de tamaño medio (*Listriodon*, *Tetbytragus*, *Micromeryx* e *Hispanomeryx*) y grande (*Hipparion*). Entre los carnívoros existían pequeños depredadores (hiénidos -*Protictitherium*-, félidos -*Pseudaelurus*- y mustélidos -*Proputorini*-) y carroñeros (*Hemicyon*). En la cima de la pirámide se sitúa *Amphicyon*, que ocupaba el nicho de superdepredador y carroñero.



Otro factor importante que avalaba esta interpretación es la abundancia, en los sedimentos aragonienses de Madrid, de minerales fibrosos de arcilla, como sepiolita, para los que se suponen unas condiciones de formación en ambientes áridos y cálidos. Esta formación de sepiolita coincide en el tiempo con la fase cálida y árida detectada en el Mioceno medio del Tethys en base a la alteración del cuarzo y a los análisis isotópicos de conchas marinas.

ESPECIES INDICADORAS

Una de las formas más comunes de interpretar paleoambientes, se basa en atribuir, a una o varias especies representadas en los yacimientos, un tipo de hábitat determinado. Esta interpretación se realiza en base a ciertas características anatómicas de las especies. Los criterios para atribuir a cada especie un ambiente son muy variados; uno de los más utilizados, se fundamenta en las adaptaciones denta-

rias, en particular el grado de hipsodoncia de la dentición (altura de la corona de los dientes yugales); así, las especies más hipsodontas suelen comer vegetales más duros (gramíneas), mientras que las más braquiodontas ingieren hojas y frutos, es decir, vegetales más blandos. Como las gramíneas se encuentran preferentemente en zonas abiertas, podemos inferir que las especies adaptadas a este tipo de alimentación prefieren estos hábitats, mientras que las que se alimentan de vegetales más blandos, por ejemplo los herbívoros ramoneadores, preferirán zonas con agua o áreas provistas de cobertura arbórea (cuadro 2.5).

Este no es el único criterio, sino que se complementa con todo tipo de datos que nos informe sobre la forma de vida de las especies consideradas, como pueden ser las adaptaciones locomotoras; así, especies adaptadas a la carrera, con extremidades largas, son interpretadas como habitantes de ambientes abiertos (caso de *Hispanotherium munitense* o de *Anchitherium cursor*). Por el contrario, *Alicornops simorreense*, con extremidades cortas y cuerpo robusto, se interpreta como asociado a praderas más húmedas o zonas palustres.

Otra fuente de información proviene de la comparación de las especies con las formas actuales más afines, inferiendo que las fósiles ocuparon ambientes similares; cuanto menos se diferencie morfológicamente una especie fósil con respecto a las formas vivientes del grupo más fiable es el criterio. Este sería el caso de *Dorcatherium crassum*, tragúli-

BRAQUIODONTO	SEMI-HIPSODONTO	HIPSODONTO
<i>Democricetodon</i>	<i>Armantomys</i>	<i>Lagopsis</i>
<i>Megacricetodon</i>	Suidae	<i>Hispanomeryx</i>
<i>Heteroxerus</i>	<i>Hoploaceratherium</i>	<i>Tethytragus</i>
<i>Atlantoxerus</i>	<i>Alicornops</i>	<i>Hispanotherium</i>
<i>Spermophilinus</i>	<i>Lartetotherium</i>	
<i>Pseudodryomys</i>		
<i>Microdyromys</i>		
<i>Micromeryx</i>		
Tragúlidos		
Cévidos		
Paleomerycidae		
Mastodontes		
<i>Anchitherium</i>		
<i>Cbalicotherium</i>		

do de Madrid, cuya morfología es casi indistinguible de la del actual *Hyamoscibus*, razón por la que se le puede atribuir un ambiente similar al ocupado por este último, habitante de zonas tropicales ligadas a zonas con aguas permanentes (hábitat ripícola).

Finalmente, existen trabajos previos que, por los criterios anteriormente mencionados u otros, ya han inferido un tipo de ambiente para algunas de las formas representadas en el Aragoniense de Madrid; estos datos son asimismo tenidos en cuenta. En la figura 2.70 se representa el hábitat supuesto para algunas formas del Mioceno medio de Madrid que pueden utilizarse como bioindicadores. Se observa el predominio de formas asociables a ambientes abiertos sobre

Cuadro 2.5. Distribución de los géneros de mamíferos presentes en el registro fósil de Madrid en función de la altura de la corona de su dentición yugal.

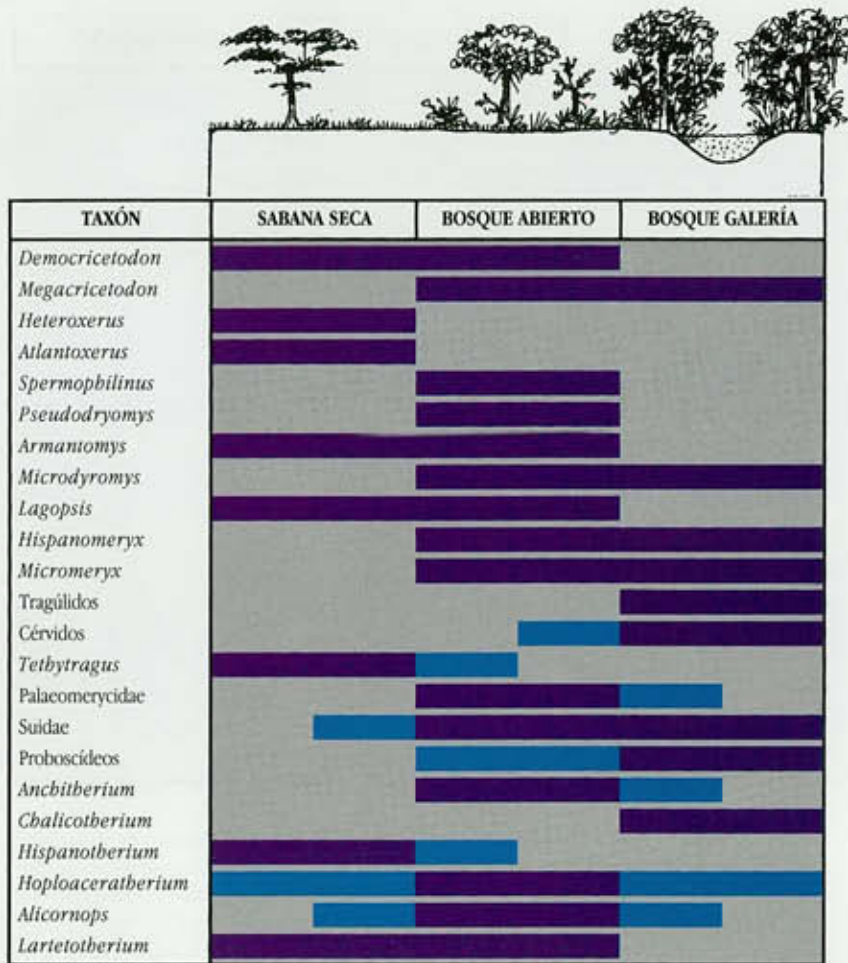


Figura 2.70. Hábitats inferidos para varios de los géneros de mamíferos presentes en el registro fósil de Madrid. En azul oscuro, el hábitat preferente y en tono más claro, los hábitats ocasionales.

aquellas de hábitats boscosos. No obstante, con el aumento de la información paleontológica, ahora se conoce que en algunos yacimientos, como Paseo de las Acacias o Estación Imperial, existen formas asociables a ambientes más húmedos y forestados, como son los tragúlidos, el cérvido primitivo *Procervulus*, o el carnívoro *Magerictis imperialensis*, incluido dentro de los Ailuridae.

COMPOSICIÓN CUANTITATIVA

Un hecho bastante notable es la presencia, a lo largo del Aragoniense me-

dio, de formas referibles a ambientes abiertos en un lapso temporal de cerca de tres millones de años. No obstante, es constatable una cierta diferencia en la composición existente entre las asociaciones de micromamíferos y macromamíferos. Los micromamíferos cambian poco en el tiempo y en el espacio; especies equivalentes se sustituyen de forma paulatina, mientras que la composición cuantitativa, con ligeras variaciones, mantiene en general una gran constancia.

Aparentemente, no era esta la interpretación que se hacía con respecto a las asociaciones de macromamíferos (Alberdi *et al.*, 1985), viéndose un cambio notable entre algunos de los yacimientos. Por ejemplo, en La Hidroeléctrica, *Tricromeryx pachecoi* representa cerca del 70% de los hallazgos. Moratines, Paseo de las Acacias, Puente de Vallecas y Paracuellos 5 presentan un predominio de *Anchitherium*. Por último, en Paracuellos 3, la asociación de *Tethytragus* y *Alicornops simorreense* es dominante sobre el resto de las especies, y *Anchitherium* está prácticamente ausente.

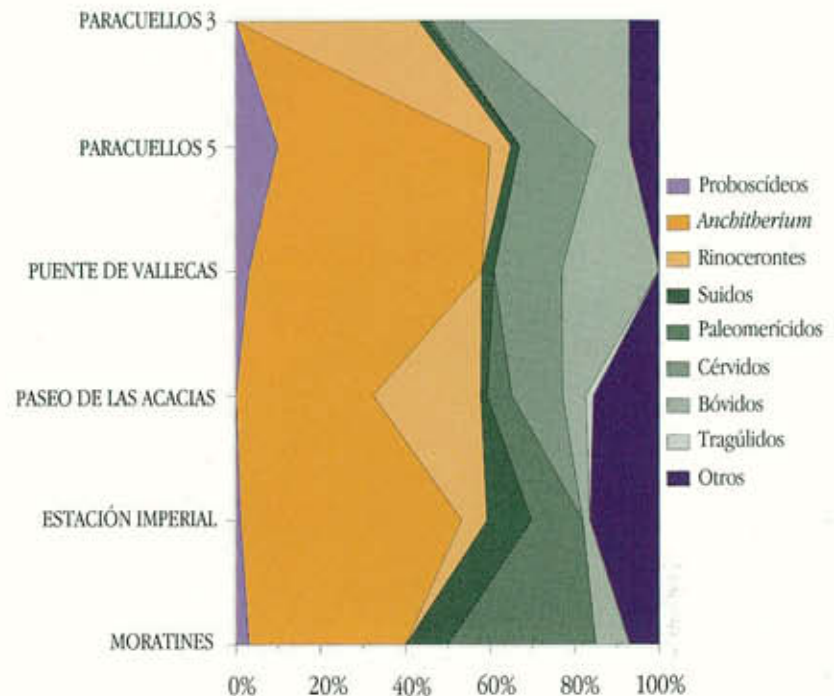
Las asociaciones existentes en Moratines, La Hidroeléctrica, Paseo de las Acacias, Puente de Vallecas, Alhambra-Túneles y Paracuellos 5 están claramente dominadas por herbívoros braquiodontos; en particular *Anchitherium*, forma considerada como adaptada a ambientes abiertos, relativamente húmedos, con vegetación arbórea dispersa. Las formas hipsodontas, representadas por bóvidos o por *Hispanotherium*, sólo son numerosas

en el Paseo de las Acacias, aunque en Puente de Vallecas, los bóvidos son abundantes, alcanzando cerca del 23% del total (figura 2.71).

Todas estas faunas aragonesas tienen en común la pobre representación de proboscídeos; sólo en Paracuellos 5 son relativamente abundantes. Los suidos están representados en todos los yacimientos, llegando en algunos casos al 10%, como en Moratines y Estación Imperial. Llama también la atención, que con excepción del Paseo de las Acacias y Paracuellos 3, los rinocerontes están muy escasamente representados, siendo uno de los grupos dominantes en faunas de esta época conocidas en otras cuencas. La presencia esporádica de otros taxones, al estar representados por porcentajes ínfimos, sólo tiene aquí interés si ocupan un nicho ecológico preciso, como ocurre con los tragúlidos y *Chalicotherium*.

La decadencia de los paleomerícidos, abundantes en los yacimientos de las faunas con *Hispanotherium*, podría explicarse por la radiación adaptativa de otros Pecora, en particular de cérvidos de mayor talla que *Procervulus*. Se podría pensar que *Heteroprox* habría sustituido a *Triceromeryx* del nicho ecológico ocupado por los herbívoros braquiodontos de talla media-grande, acontecimiento que se marca en la fauna del Aragonense medio del Puente de Vallecas.

Sin embargo, dentro de los propios cérvidos, la sucesión de *Procervulus dichotomus*-*Heteroprox moralesi*-*Heteroprox*



larteti podría interpretarse como una sucesión filogenética, sin que estuviesen implicados cambios ambientales o tróficos; y lo mismo podría afirmarse para *Tethytragus* sp.-*Tethytragus langai*, o *Bunolistriodon lockbarti*-*Listriodon splendens*.

El único caso de cambio brusco, sin que pueda afirmarse que exista continuidad filogenética afectaría a los perisodáctilos. La presencia o ausencia de *Hispanotherium* debe interpretarse desde un punto de vista ambiental, siendo una forma que aparece en el registro fósil sin unos antecesores claros y, al menos en España, sin descendientes.

La brusca caída en abundancia de *Anchitherium* sólo es explicable por su sustitución por *Alicornops simorreense*, forma inmigrante en España, y que in-

Figura 2.71. Representación gráfica de la abundancia relativa de los principales grupos de macromamíferos del Aragonense medio y superior (datos obtenidos de la cuadro 2.6).

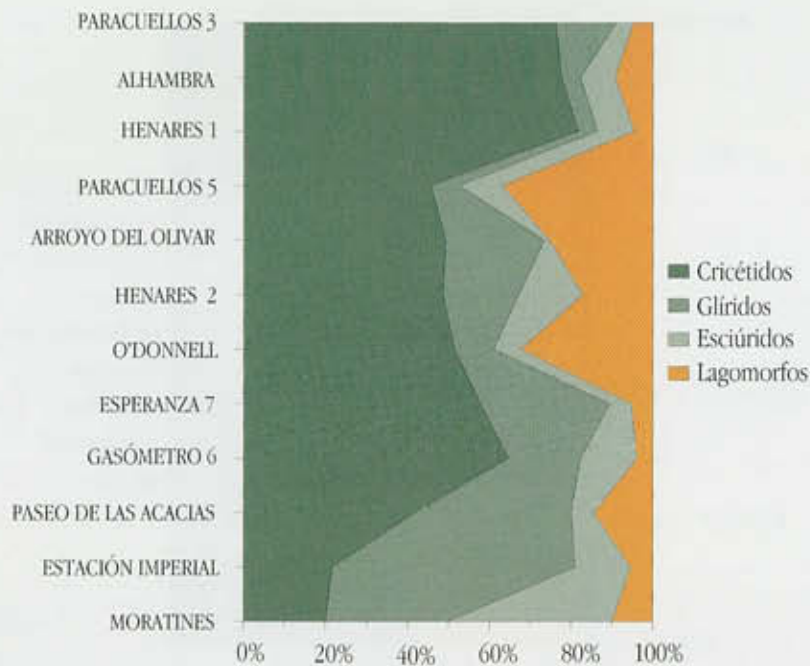


Figura 2.72. Representación gráfica de la abundancia relativa de los principales grupos de micromamíferos del Aragoniense medio y superior (datos obtenidos del cuadro 2.7).

terpretamos como adaptada a un nicho trófico similar al de *Anchitherium*. En conclusión, también en las asociaciones de grandes mamíferos existe una cierta constancia, y sólo la fauna de Paracuellos 3, denota con respecto al

resto de las faunas aragonienses la existencia de un cambio ecológico de cierta magnitud. Diferencias en el resto de las asociaciones podrían deberse a características geográficas especiales de los yacimientos o a factores tafonómicos.

Las preferencias ecológicas de las asociaciones de micromamíferos del área de Madrid no parecen contradecir las observaciones expuestas hasta aquí. Durante el lapso de tiempo en que se desarrollan, muestran una escasa diversificación. Esta monotonía en la composición puede indicar un medio climático constante, sin cambios observables en el tiempo, lo que vendría confirmado por el hecho de que las sustituciones se producen entre especies que pueden ocupar un mismo nicho ecológico (figura 2.72).

Formas consideradas de biotopo de bosque están ausentes; por el contrario, predominan géneros considerados habi-

Cuadro 2.6. Frecuencias relativas referidas a los distintos grupos de ungulados del Aragoniense madrileño.

Frecuencias relativas	Zona local	Frecuencias relativas (%)								
		Proboscídeos	<i>Anchitherium sp.</i>	Rinocerontes	Suidos	Paleomericídeos	Cérvidos	Bóvidos	Tragúridos	Otros
PARACUELLOS 3	G	0,0	0,0	43,0	2,0	1,0	7,0	39,5	0,0	7,0
PARACUELLOS 5	F	10,0	50,0	5,0	2,0	0,0	18,0	8,0	0,0	7,0
TÚNELES	F									
HENARES 1	F									
PUENTE DE VALLECAS	F	3,0	55,0	0,0	3,0	0,0	16,0	23,0	0,0	0,0
ARROYO DEL OLIVAR	E									
HENARES 2	Dd									
O'DONNELL	Dd									
ESPERANZA 7	Dc									
GASÓMETRO 6	Dc									
PASEO DE LAS ACACIAS	Dc	0,0	32,5	25,3	1,5	5,8	12,1	5,5	1,7	15,6
ESTACIÓN IMPERIAL	Dc	1,0	52,2	6,0	10,6	12,2	0,0	1,7	0,0	16,4
MORATINES	Dc?	3,0	37,0	0,0	10,0	35,0	0,0	8,0	0,0	7,0

Frecuencias relativas	Zona local	Especies de micromamíferos																	
		<i>Megacricetodon collongensis</i>	<i>Megacricetodon gerstii</i>	<i>Megacricetodon rafnelli</i>	<i>Megacricetodon crassifontii</i>	<i>Democricetodon koenigswaldi</i>	<i>Democricetodon lacombi</i>	<i>Democricetodon darocensis</i>	<i>Democricetodon</i> sp.	<i>Pseudofromys simplicidens</i>	<i>Armanomys jaspersi</i>	<i>Armanomys aragonensis</i>	<i>Armanomys tricornatus</i>	<i>Microdromys legidensis</i>	<i>Microdromys koenigswaldi</i>	<i>Microdromys</i> sp.	<i>Heteroxerus rubricatus</i>	<i>Heteroxerus grivenoti</i>	<i>Aldantoverus blacki</i>
PARACUELOS 3	G				76,5			3,5					14	1,5		4	0,5		
PARACUELOS 5	F	63,9	8,3										8,3	2,8		16,7			
TÚNELES	F	56,7	20,6					8,2					5,2			8,2	1,0		
HENARES 1	F	76,2						9,5					4,8			9,5			
ARROYO DEL OLIVAR	E	25,4						40,7					32,2					1,7	
HENARES 2	Dd	46,6				5,2	6,9			8,6			12,1			1,7		19,0	
O'DONNELL	Dd	37,0				37,0	2,4					2,1						9,5	0,3
ESPERANZA 7	Dc	55,6							5,6	16,7	11,1		5,6				5,6		
GASÓMETRO 6	Dc	65,3							2,0	2,0	12,2				4,1	14,3			
PASEO DE LAS ACACIAS	Dc	45,7							3,2	7,4	2,1	27,7	1,1	6,4		5,3		1,064	
ESTACIÓN IMPERIAL	Dc	14,3							8,6	8,6	51,4				2,9	11,4		2,857	
MORATINES	Dc?	22,2								11,1	22,2					44,4			

tantes de medios abiertos, tales como *Heteroxerus*, *Democricetodon* y *Armanatomy*. La gran abundancia de *Lagopsis*, considerado como forma ripícola, nos dibuja el mismo ambiente general que el deducido por medio de los macromamíferos, es decir, un paisaje abierto con zonas de agua. La posibilidad de distinguir dentro de este ambiente un paisaje más seco y otro más húmedo parece algo difícil. No obstante, yacimientos considerados más áridos, como Paracuellos 3, poseen menor cantidad de *Lagopsis* y mayor abundancia de *Armanatomy*. Por el contrario, los yacimientos de O'Donnell, Arroyo del Olivar y Mora-

tines poseen porcentajes muy elevados de *Lagopsis* y mayor diversidad de Glíridos. Paracuellos 5, por la abundancia en *Lagopsis* se acercaría a estos últimos (Alberdi *et al.*, 1985)(cuadros 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9).

CENOGRAMAS

Uno de los métodos más frecuentes para el estudio de las paleocomunidades de mamíferos es el empleo de cenogramas. Originalmente desarrollado por Valverde (1967) para el estudio de la comunidad de vertebrados de Doñana, se ha usado con posterioridad en numerosas ocasiones para el estudio de paleocomunidades del Terciario y Cuaternario (Legendre, 1986; Pérez y Soria, 1991; Alcalá, 1994; Rodríguez, 1998; Morales *et al.*, en prensa). En los cenogramas se representa gráficamente la estructuración según el tamaño (peso o talla), de las asociaciones de mamíferos, considerados los depredadores y las presas por separado.

Cuadro 2.7. Frecuencias relativas referidas a las distintas especies de micromamíferos presentes en el Aragoniense madreño.

Número total de fósiles	Cricetidae	Gliridae	Sciuridae	Lagomorpha
PARACUELOS 3	160	31	9	10
PARACUELOS 5	26	4	6	21
TÚNELES	83	5	9	10
HENARES 1	18	1	2	1
ARROYO DEL OLIVAR	39	19	1	20
HENARES 2	34	13	11	12
O'DONNELL	258	47	33	162
ESPERANZA 7	11	6	1	1
GASÓMETRO 6	33	9	7	2
PASEO DE LAS ACACIAS	46	42	6	16
ESTACIÓN IMPERIAL	8	22	5	2
MORATINES	4	6	8	2

Cuadro 2.8. Abundancia de familias de micromamíferos en los yacimientos aragonienses madreños.

Número total de fósiles	Zona local	Especies																Total M.2 (Rodentia)	Total P.3 (Lagomorpha)						
		<i>Megacricetodon collongensis</i>	<i>Megacricetodon gerstii</i>	<i>Megacricetodon roborii</i>	<i>Megacricetodon crassifontis</i>	<i>Democricetodon koenigswaldi</i>	<i>Democricetodon lacombai</i>	<i>Democricetodon darocensis</i>	<i>Democricetodon sp.</i>	<i>Pseudoryzomys simplicidens</i>	<i>Armatomys juperti</i>	<i>Armatomys aragonensis</i>	<i>Armatomys tricornatus</i>	<i>Microdyromys legidensis</i>	<i>Microdyromys koenigswaldi</i>	<i>Microdyromys sp.</i>	<i>Heteroserus rubricollis</i>			<i>Heteroserus grivensis</i>	<i>Atlantoxerus blacki</i>	<i>Spermophilus sp.</i>	<i>Lagopus penai</i>	<i>Lagopus cf. penai</i>	<i>Lagopus terris</i>
PARACUELLOS 3	G			153			7				28	3		8	1							10		200	10
PARACUELLOS 5	F	23	3								3	1		6							19	2		36	21
TUNELAS	F	55	20				8				5			8	1						10			97	
HENARES 1	F	16					2				1			2								1		21	
ARROYO DEL OLIVAR	E	15						24			19					1					20			59	20
HENARES 2	Dd	27			3	4					7			1		11					12			58	12
O'DONNELL	Dd	125			125	8					7			20	19	1					162			338	162
ESPERANZA 7	Dc	10					1			3	2					1								18	1
GASOMETRO 6	Dc	32					1			1	6			2	7						2			49	2
PASEO DE LAS ACACIAS	Dc	43					3	7	2	26		1	6		5		1				16			94	16
ESTACIÓN IMPERIAL	Dc	5					3	3		18				1	4		1					2		35	2
MORATINES	Dc ?	4								2	4				8							2		18	2

Cuadro 2.9. Abundancia de especies de micromamíferos en los yacimientos aragoniense madrileño.

La construcción de un cenograma requiere el cálculo del tamaño de las especies existentes en las asociaciones; en general, se calcula utilizando dimensiones de la dentición, pero cualquier otro tipo de dato biométrico es utilizable.

Una vez obtenidos los pesos de las especies, éstos, representados en una escala logarítmica, se ordenan de menor a mayor, ocupando el eje de las ordenadas, mientras que en abscisas se sitúa el número de especies. Mediante la unión de

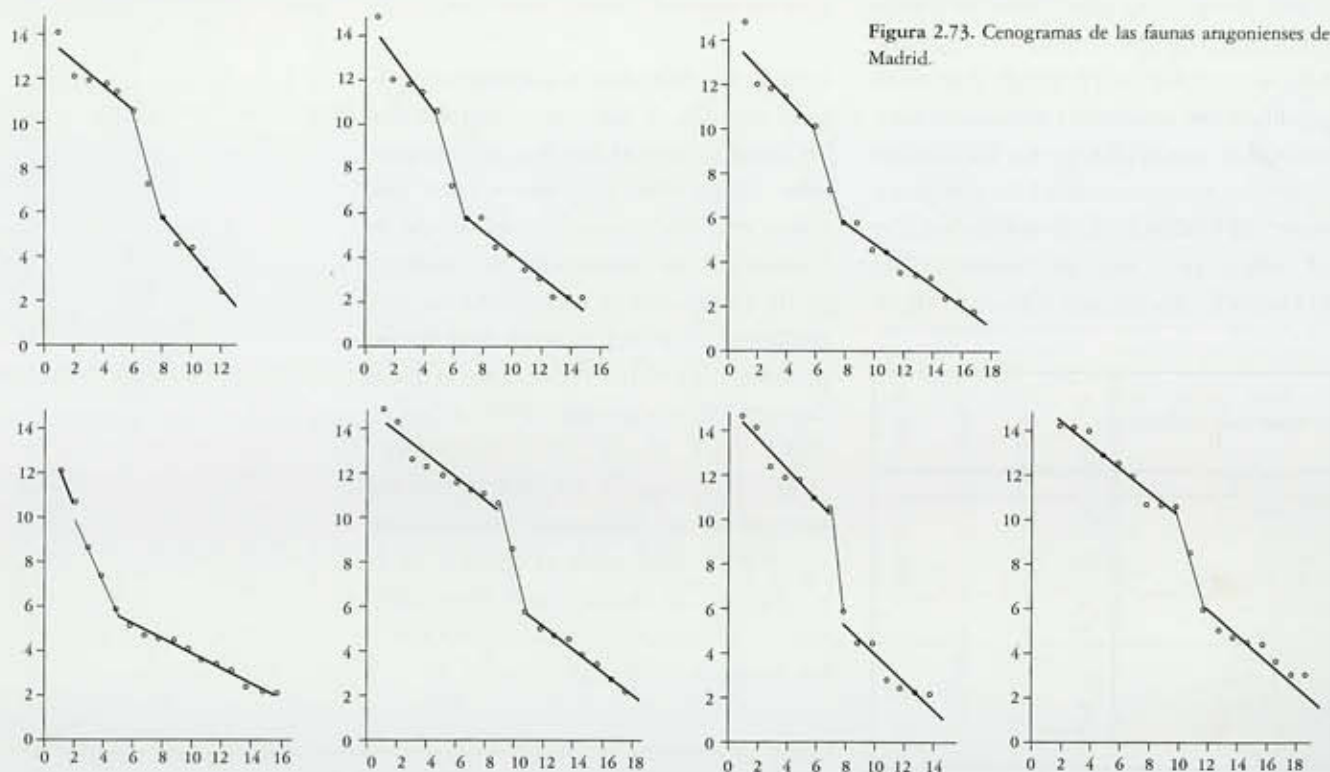


Figura 2.73. Cenogramas de las faunas aragonienses de Madrid.

los puntos, se obtiene una gráfica, que refleja la estructura de la comunidad. Esta gráfica se compara con las obtenidas en ecosistemas actuales, y nos da indicaciones sobre el ambiente en el que se desarrolló la paleocomunidad. En general, los ecosistemas tropicales o subtropicales suelen poseer muchas especies, con pocos saltos entre el tamaño de las mismas, por lo que la pendiente de las rectas obtenidas es muy suave; en climas desfavorables existen cambios bruscos en la pendiente de las rectas, existiendo saltos importantes entre la talla de las especies representadas (figura 2.73).

Para el análisis de las paleocomunidades del Aragoniense medio de Madrid, hemos obtenido los cenogramas de las asociaciones más completas, intentando cubrir lo mejor posible el tiempo total del registro fósil. El cenograma de

Puente de Vallecas es totalmente artificial; se ha construido de una manera un tanto heterodoxa, al sumar las asociaciones de dos yacimientos diferentes, Puente de Vallecas (sólo macromamíferos) y Arroyo del Olivar (micromamíferos); la razón es que son los dos únicos yacimientos de la biozona E existentes en Madrid.

Los resultados pueden observarse en la figura 2.74. Es fácilmente visible que todos los cenogramas presentan un mismo patrón, en el que las especies de talla grande (recta de la parte izquierda) están separadas por un salto abrupto de las especies de talla pequeña (recta derecha). Además, tanto la recta que representa a las especies de talla grande, como la de talla pequeña, son cortas y con pendiente pronunciada, indicación de que el número de especies de ambas es reducido.

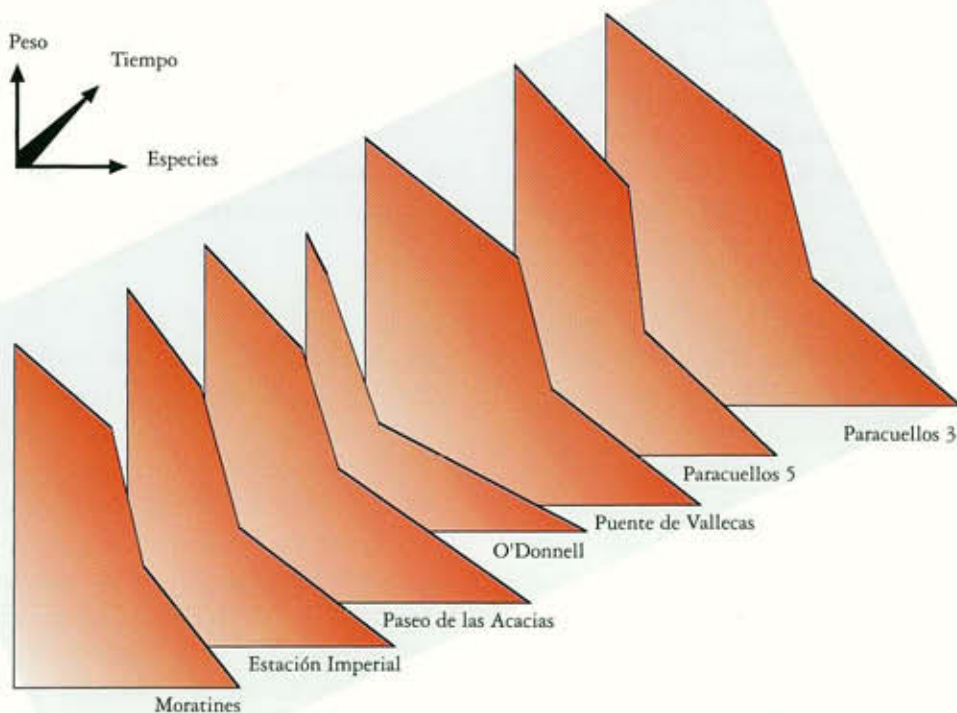


Figura 2.74. Sucesión temporal de los cenogramas del Aragoniense de Madrid.

La interpretación de que nos encontramos con paleocomunidades estructuradas de forma muy similar es directa; adicionalmente, estos cenogramas están muy alejados de los obtenidos en ambientes tropicales o subtropicales húmedos, y próximos a los obtenidos en áreas con condiciones ambientales bastante extremas, de tipo pre o subdesértico. Un factor limitante de los cenogramas reside en la calidad de la muestra obtenida, de manera que en muestras pequeñas los cenogramas tienden al tipo desértico.

ESPECTROS DE DIVERSIDAD

Otra manera de llevar a cabo análisis ecológicos de una asociación de mamíferos, es la utilización de los denominados espectros de diversidad, método desarrollado por Andrews *et al.* (1979), inspirado en el trabajo de Fleming (1973); este método ha sido empleado por distintos autores para el estudio de las faunas del Terciario (Artemiou, 1984; Pérez y Soria, 1989-90; Alcalá, 1994), y asume que las diferencias y semejanzas en la estructura ecológica de una comunidad dependen más de las características del nicho ecológico, que de la composición faunística; de esta manera, analizando ciertas variables ecológicas, se puede caracterizar una serie de hábitats actuales, lo que permite su comparación con paleocomunidades, e inferir el medio en el que éstas se desarrollaron; dichas variables se refieren a la distribución de las especies que forman la comunidad según 4 categorías: composición taxonómica, peso corporal, tipo de locomoción y hábitos tróficos, cada una de ellas con las siguientes clases:

Taxonómica

	Peso
Roedores	<1 Kg
Insectívoros	1-9,9 Kg
Primates	9,9-44,9 Kg
Artiodáctilos	45-180 Kg
Carnívoros	>180 Kg
Otros	

Locomoción

Grandes mamíferos terrestres
Pequeños mamíferos terrestres
Arborícolas
Trepadores
Semiacuáticos
Aéreos

Dieta

Insectívoros
Frugívoros
Herbívoros ramoneadores
Herbívoros pacedores
Carnívoros
Omnívoros

Según Andrews *et al.* (1979), es posible diferenciar los siguientes hábitats:

Bosque selvático

Categoría taxonómica: en los estudios taxonómicos se observa un predominio de los roedores, con más de un 30%; el segundo grupo más abundante es el de los carnívoros, siendo los insectívoros el menos frecuente.
Peso corporal: predominan los mamíferos de menos de 1 kg (con un 40%); le sigue la categoría de 1 a 9,9 Kg, siendo las formas entre 45 y 180

Kg los menos representados.

Adaptación locomotora: los grupos de pequeños y grandes mamíferos terrestres presentan una frecuencia en torno al 30%; el grupo de mamíferos aéreos es el menos frecuente.

Dieta: insectívoros y herbívoros ramoneadores son los dos grupos más representados, siendo escasos los herbívoros pacedores.

Bosque de montaña

Categoría taxonómica: la distribución de frecuencias es parecida a la del bosque selvático, pero el grupo menos representado es el de los primates, además de que la proporción de roedores es mayor, en torno al 38%.

Peso corporal: los mamíferos de menos de 1 Kg son el grupo predominante, con el 50% del total.

Adaptación locomotora: la distribución es también parecida a la del bosque selvático, pero hay una mayor proporción de pequeños mamíferos terrestres (40%), estando ausentes los de vida aérea.

Dieta: el rasgo más característico es el predominio de los insectívoros (>30%) y la escasez de omnívoros.

Llanura de inundación

Categoría taxonómica: los grupos más frecuentes son, por orden, carnívoros y artiodáctilos, estando insectívoros y primates muy poco representados.

Peso corporal: en cuanto al peso, en este hábitat se produce una suave gradación, desde los mamíferos de menos de 1 Kg, que constituyen casi

el 30%, hasta los de más de 180 Kg, con algo más del 10%.

Adaptación locomotora: los grandes mamíferos terrestres constituyen más del 50%; el siguiente grupo son los pequeños mamíferos terrestres, pero su frecuencia es la mitad; las formas aéreas no aparecen representados.

Dieta: predominan los carnívoros, con una frecuencia en torno al 30%, seguidos por herbívoros pacedores, con algo más del 20%.

Matorral-bosque abierto

Categoría taxonómica: la distribución es similar a la de la llanura de inundación, pero los artiodáctilos muestran una frecuencia menor.

Peso corporal: se observan tres frecuencias diferentes: mamíferos de menos de 1 Kg (con un 35%), 1-9,9 Kg y 10-44,9 Kg (con algo más del 20% cada uno), y el resto (20%).

Adaptación locomotora: predominan pequeños y grandes mamíferos terrestres, siendo muy escasos el resto de grupos.

Dieta: la distribución es parecida a la de la llanura de inundación, pero el segundo grupo más frecuente es el de los herbívoros ramoneadores, en lugar de los pacedores.

Sabana

Categoría taxonómica: lo más destacable es la ausencia de primates, siendo los grupos más frecuentes, por orden, carnívoros y roedores, aunque los artiodáctilos son casi tan abundantes como estos últimos.

Peso corporal: la distribución de frecuencias es muy parecida a la del matorral-bosque abierto.

Adaptación locomotora: dominan los grandes mamíferos terrestres, estando ausentes mamíferos arborícolas, semiacuáticos y aéreos.

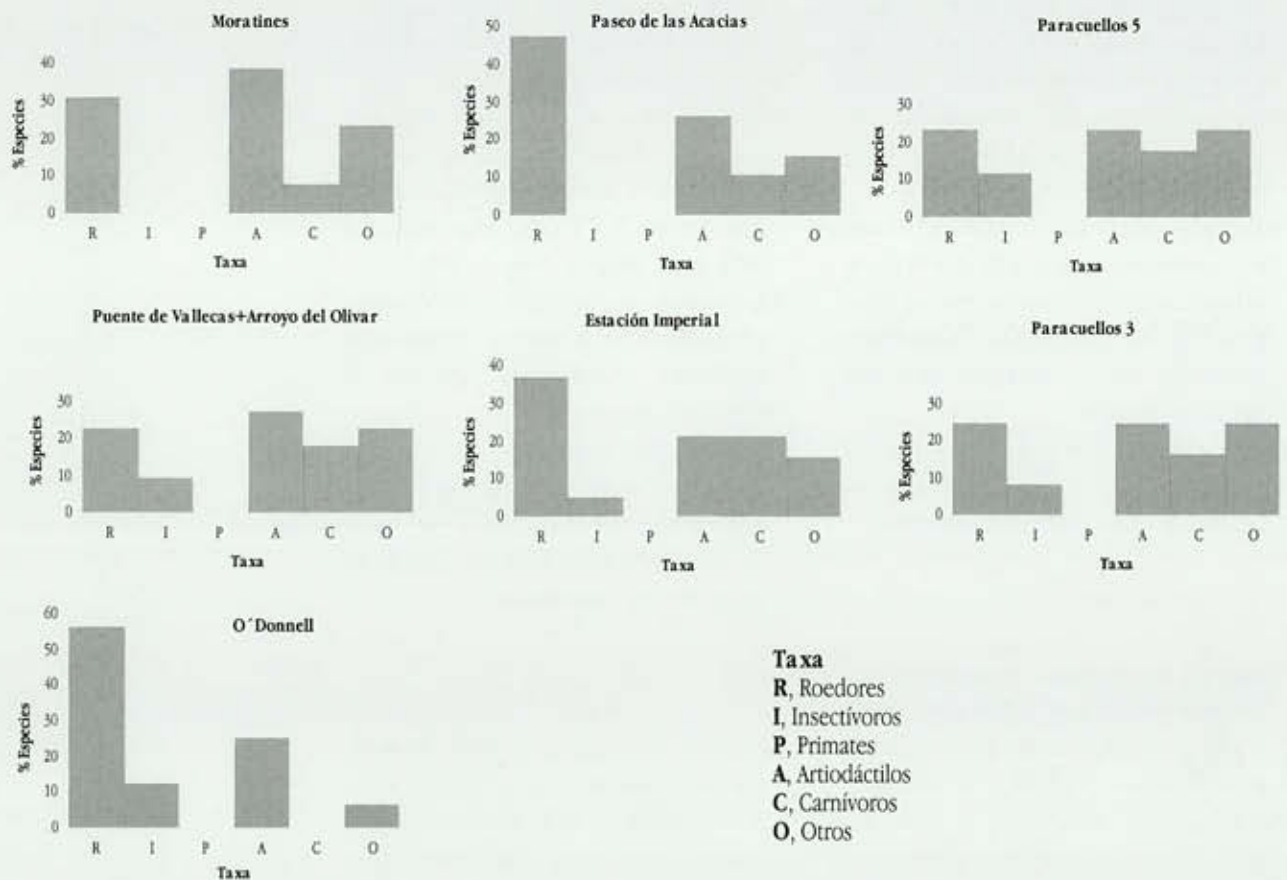
Dieta: los carnívoros presentan una alta frecuencia (casi el 40%), seguidos por los herbívoros pasedores; los frugívoros y omnívoros son muy escasos, no llegando estos últimos al 4%.

Se ha aplicado esta metodología a varios de los yacimientos madrileños más representativos, y como consecuencia de los estudios realizados, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Nivel Taxonómico

Los yacimientos de Puente de Vallecas+Arroyo del Olivar, Estación Imperial, Paracuellos 3 y Paracuellos 5, presentan distribuciones asignables a

Figura 2.75. Espectros de diversidad para la categoría taxonómica.



ambientes de tipo matorral-bosque abierto/llanura de inundación.

Los otros 3 yacimientos, debido a la ausencia o poca representación de insectívoros y carnívoros, no se pueden asimilar a medios actuales (figura 2.75).

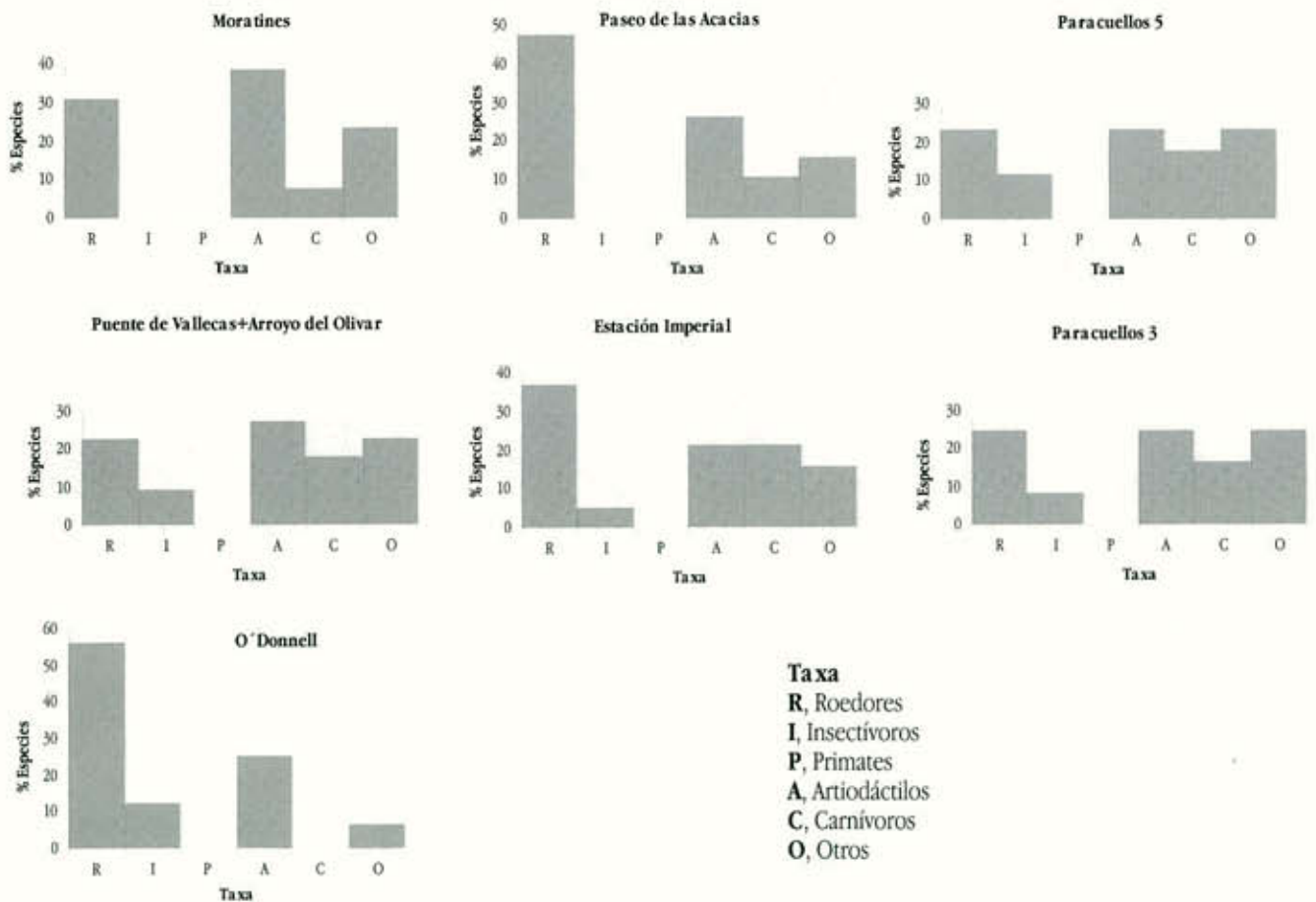
Peso

Puente de Vallecas+Arroyo del Olivar, Paracuellos 3 y Paracuellos 5, muestran

semejanzas con ambientes tipo matorral-bosque abierto.

Para los yacimientos de Paseo de las Acacias, Estación Imperial y Moratines, se puede inferir un ambiente de llanura de inundación; O'Donnell, sin embargo, posee características más boscosas (figura 2.76), aunque hay que considerar que en este yacimiento la frecuencia de grandes mamíferos posiblemente sea menor que la real.

Figura 2.76. Espectros de diversidad para peso corporal.



Dieta

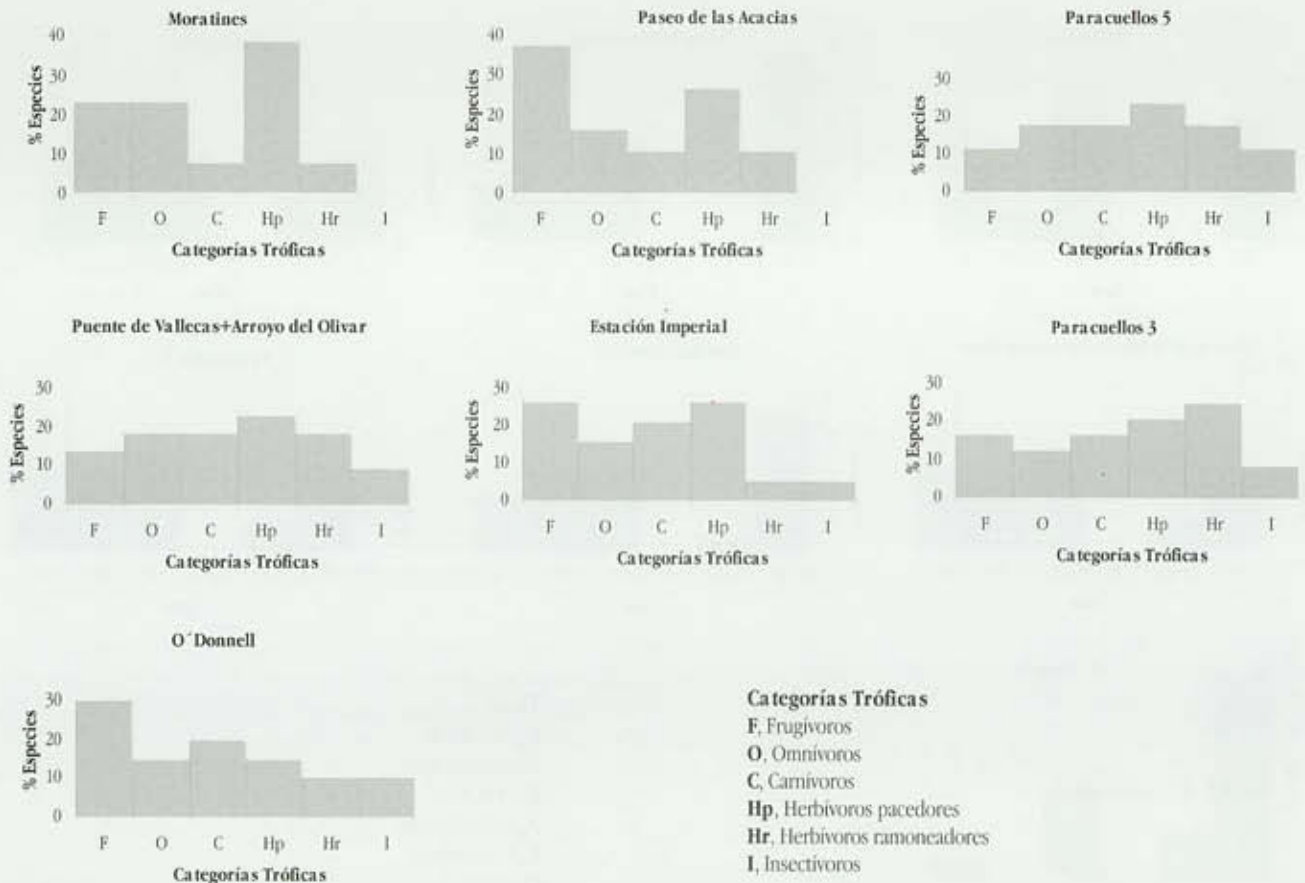
En general, y aunque para esta categoría no se aprecian claramente semejanzas con ambientes actuales, los yacimientos de Puente de Vallecas junto con Arroyo del Olivar, Paracuellos 3, Paracuellos 5, Moratines y Estación Imperial se asimilan a ambientes abiertos (matorral-bosque abierto/llanura de inundación).

Los demás yacimientos, Paseo de las Acacias y O'Donnell, presentan características más boscosas (figura 2.77).

Locomoción

Según esta categoría, Moratines y Paseo de las Acacias, presentarían un ambiente de tipo llanura de inundación, mientras que para O'Donnell se infiere un ambiente boscoso.

Figura 2.77. Espectros de diversidad para la dieta.



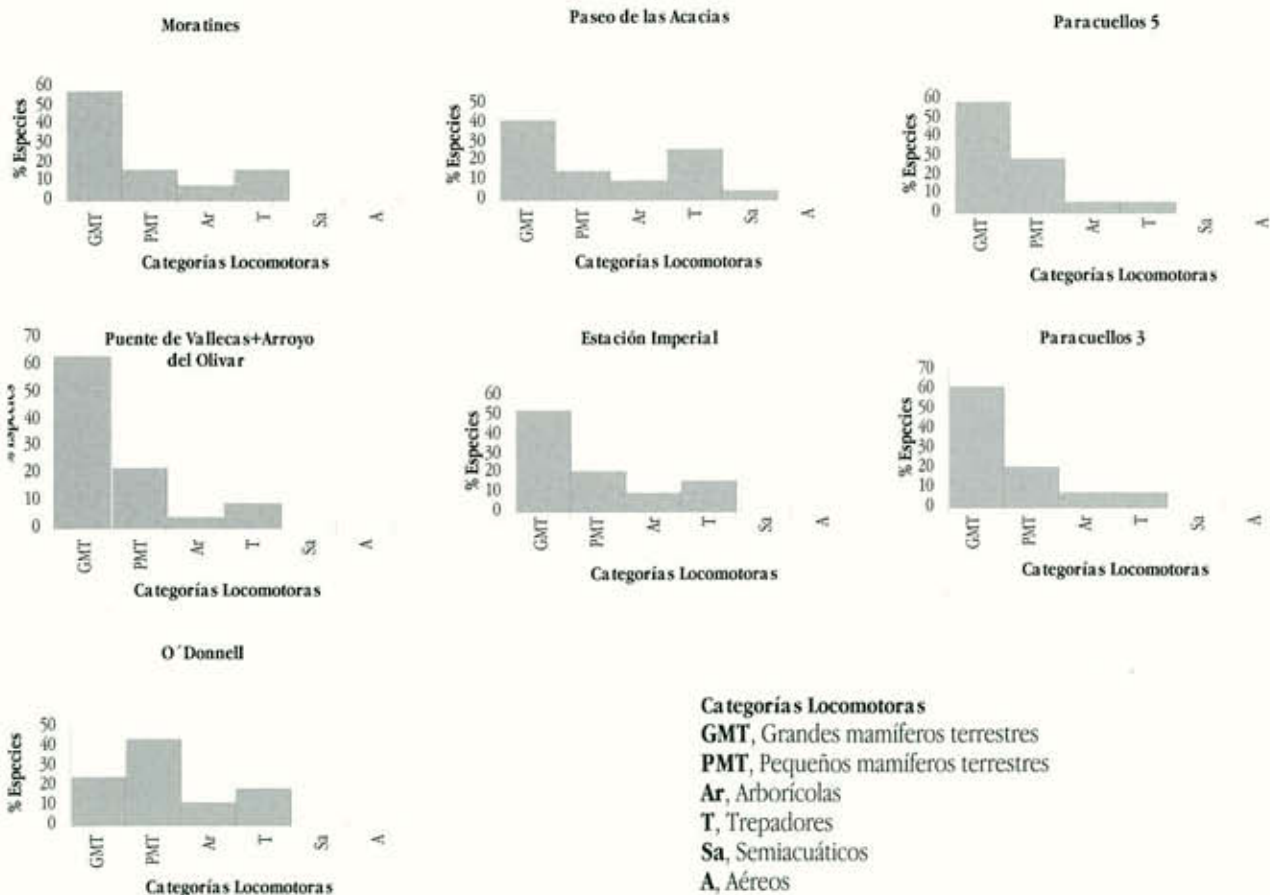
Estación Imperial, Puente de Vallecas+Arroyo del Olivar, Paracuellos 3 y Paracuellos 5 tendrían medios tipo matorral-bosque abierto (figura 2.78).

A modo de **resumen**, se puede concluir lo siguiente:

- Las comunidades de mamíferos de Paseo de las Acacias y Moratines, se asocian a los ambientes más abiertos, de tipo llanura de inundación.

- La fauna de O'Donnell indica un ambiente de tipo boscoso, claramente opuesto al de Paseo de las Acacias y Moratines.
- El resto, es decir, Paracuellos 3, Paracuellos 5, Puente de Vallecas + Arroyo del Olivar y Estación Imperial, presentan un ambiente intermedio entre el bosque y la llanura de inundación, aunque la fauna de Estación Imperial parece haberse desarrollado en un hábitat algo más abierto.

Figura 2.78. Espectros de diversidad para la adaptación locomotora.



ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD ECOLÓGICA

Para cuantificar la diversidad ecológica de una comunidad, es decir, el número de especies y su abundancia relativa, se calcula el índice de Shannon-Weaver para las categorías peso corporal, tipo de alimentación y adaptación locomotora (Fleming, 1973), según la fórmula:

$$H = -\sum (N/N_i) \ln(N/N_i)$$

siendo N el número total de individuos, y N_i el número de individuos de la clase i.

Cuadro 2.10. Índice de Shannon-Weaver de los yacimientos estudiados según las categorías peso corporal, dieta y adaptación locomotora.

Yacimiento	Peso	Dieta	Locomoción
Moratines	1,4241	1,2650	1,1187
Paseo de las Acacias	1,3402	1,4846	1,3989
Estación Imperial	1,3654	1,6320	1,1943
O'Donnell	0,8223	1,5154	1,2820
Puente de Vallecas+Arroyo del Olivar	1,4681	1,7563	0,9828
Paracuellos 5	1,3647	1,7623	1,0054
Paracuellos 3	1,4182	1,7376	1,0347

Los valores obtenidos para cada uno de los yacimientos estudiados se representan en el siguiente cuadro:

Cada uno de estos índices se divide por el Ln del número de clases (5 para el peso y 6 para la dieta y la adaptación locomotora) y los valores obtenidos se representan en un gráfico de tres dimensiones. En la figura 2.79 se observan estos resultados, que pueden resumirse en las siguientes conclusiones:

- Las asociaciones faunísticas de Paseo de las Acacias y Moratines, que se desarrollaron en ambientes abiertos, no aparecen agrupadas; esto puede explicarse en base a las diferencias

en la distribución de las categorías locomotoras, ya que en Paseo de las Acacias existen mamíferos semiacuáticos, ausentes en Moratines, y los grandes mamíferos terrestres son algo menos del 40%, mientras que en Moratines son el 60%.

- Tres de las comunidades asociadas a ambientes intermedios, Paracuellos 3, Paracuellos 5 y Puente de Vallecas+Arroyo del Olivar, aparecen claramente agrupadas, mientras que la de Estación Imperial, para la que se ha supuesto un ambiente algo más abierto, se encuentra situado entre este grupo y Moratines-Paseo de las Acacias.
- O'Donnell, asociado a un ambiente de tipo boscoso, aparece netamente separado del resto de comunidades.

Es destacable que estas agrupaciones poseen un componente temporal neto, siendo evidente que los yacimientos de las biozonas E, F y G se sitúan próximos entre sí, mientras que los pertenecientes a la biozona D presenta una mayor dispersión. Varias interpretaciones pueden obtenerse de esto: por una parte que el espectro de diversidad taxonómica influye sobremedida sobre el resto de los espectros, condicionando fuertemente el método, aunque no parece ser el caso de los yacimientos de la biozona D. Alternativamente podría sugerirse que las condiciones más extremas de temperatura y aridez de la biozona D (interpretación hecha a priori) provocarían una mayor fragmentación de ambientes, dependiendo de la cantidad y permanencia de las zonas húmedas, mientras que las faunas de las biozonas

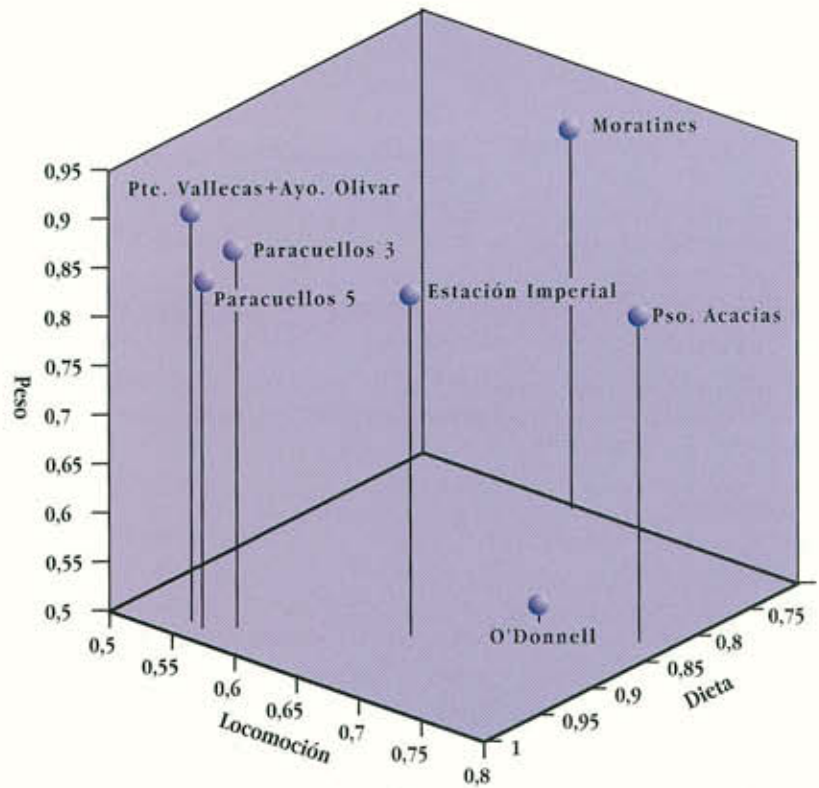
E, F y G se desarrollarían en un entorno más homogéneo.

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

La información suministrada anteriormente puede completarse con la obtenida de la interpretación tafonómica realizada en el capítulo anterior y con los datos geológicos, de forma que podemos hacer una aproximación al paisaje del Mioceno medio de Madrid y a cómo evolucionó a lo largo de los casi 3 millones de años analizados.

Un hecho constatado es la persistencia, durante todo este tiempo, de unos ambientes sedimentarios similares. La existencia de un relieve importante (Sistema Central) condicionó todo el proceso de relleno de la cuenca. De la Sierra procedió el suministro más importante de materiales terrígenos, fundamentalmente arcosas (producto de la degradación de los granitos y gneises); estos sedimentos, mediante un sistema de abanicos aluviales que llegan a alcanzar hasta 20 km de longitud, fueron rellenando la cubeta, que en su parte central estaba ocupada por un lago salino. El paso de estos abanicos aluviales a los bordes del lago produjeron una amplia franja de terrenos palustres, en la que como hemos mencionado, se encuentran muchos de los yacimientos de vertebrados de Madrid.

La existencia de unas condiciones climáticas relativamente constantes para este tipo de ambientes sedimentarios en uno de los rasgos importantes a tener en cuenta. El análisis de las paleocomunida-



des (cenogramas) también confirman la existencia de condiciones de desarrollo faunístico bastante constantes para todo el lapso de tiempo considerado. En ambos casos, el marco climático inferido es árido o semiárido y bastante cálido, lo que vendría a coincidir con un tipo hábitat predesértico subtropical. Con todo, los espectros de diversidad, el análisis tafonómico y los propios subambientes sedimentarios en los que se encuentran las asociaciones faunísticas, nos indican que dentro de este escenario general existieron condiciones particulares, que influyeron localmente sobre las paleobiocenosis. En particular, la existencia de variaciones en el grado de humedad o en la cantidad de agua disponible, tuvie-

Figura 2.79. Diversidad ecológica de los yacimientos objeto de estudio en este capítulo (calculada a partir de los datos del cuadro 2.10).

ron que ser decisivas para el desarrollo de coberturas vegetales muy diferentes, que a su vez acogieron asociaciones distintas de vertebrados. Las diferencias entre las asociaciones de mamíferos de cada biozona pueden explicarse perfectamente en función de estas variaciones.

Sin embargo, los cambios temporales observados tienen una difícil interpretación. Por una parte, como hemos mencionado, el escenario es general, por lo tanto las variaciones locales se han repetido a lo largo del tiempo. El cambio entre la Unidad Inferior y la Intermedia parece haber supuesto un cambio hacia un clima con mayor humedad o con una distribución estacional de la humedad menos contrastada (Calvo, 1989); el límite entre estas dos unidades marca el fin de las faunas con *Hispanotherium*, y podemos suponer que significa el fin del clímax de aridez de esta época, pero sin que exista un cambio drástico en el tipo de paleocomunidades, que siguen estructurándose de la misma manera.

Una segunda ruptura tectosedimentaria se marca dentro de la Unidad Intermedia, probablemente relacionada con una reactivación del Sistema Central, que supuso un aumento de la energía y capacidad de carga de las corrientes procedentes de la Sierra. El cambio más importante relacionado con esta ruptura es el comienzo de las faunas con

Alicornops simorreense, coincidente con el final o el declive de las faunas con *Anchitherium*. Cuando comparamos los cenogramas de Paracuellos 5 (yacimientito situado por debajo de esta ruptura) y de Paracuellos 3 (situado por encima de la ruptura) observamos que, aunque contruidos bajo el mismo patrón, existe, en el segundo caso, un aumento en la diversidad y un salto menos brusco entre la recta de especies de talla grande y las de talla pequeña; el aumento de especies de talla grande puede relacionarse con un aumento en las condiciones de humedad, y por tanto con un mayor desarrollo de vegetación, probablemente dentro de unas condiciones de temperatura más o menos constantes.

Como conclusión podemos afirmar que, durante el Mioceno medio de Madrid, existió un marco ambiental muy homogéneo, con unas condiciones de aridez y temperatura elevadas; las variaciones en el espacio y en el tiempo responden a una misma pauta, diferencias en la humedad. Ésta aumenta progresivamente de los bordes de la cuenca al centro de la misma y del Aragoniense medio al Aragoniense superior. Esta tendencia hacia un aumento progresivo de la humedad ambiental, también asociada con una disminución de temperatura, está registrada en la cuenca de Calatayud-Teruel para el mismo lapso temporal (Van der Meulen y Daams, 1992).

El análisis de los patrones de diversidad de las faunas de mamíferos aragoneses de Madrid se ha realizado en base a los resultados obtenidos en el análisis biocronológico, considerándose los intervalos temporales representados por las zonas locales de Daams *et al.* (1998). Se trata de intervalos de duración desigual cuya calibración temporal ha sido realizada en la cuenca de Calatayud-Teruel mediante paleomagnetismo por Krijnsman *et al.* (1994) y Daams *et al.* (en prensa). La duración de los distintos intervalos se señala en el cuadro 2.11.

Previamente al análisis e interpretación de los patrones, se ha estimado la calidad del muestreo mediante los índices propuestos por Krause & Maas (1990), Maas & Krause (1994) y Maas *et al.* (1995) (véase figura 2.80):

$$CI = (Nt / (Nt + Ni)) \times 100$$

$$Cladd = (Nadd / (Nadd + Ni)) \times 100$$

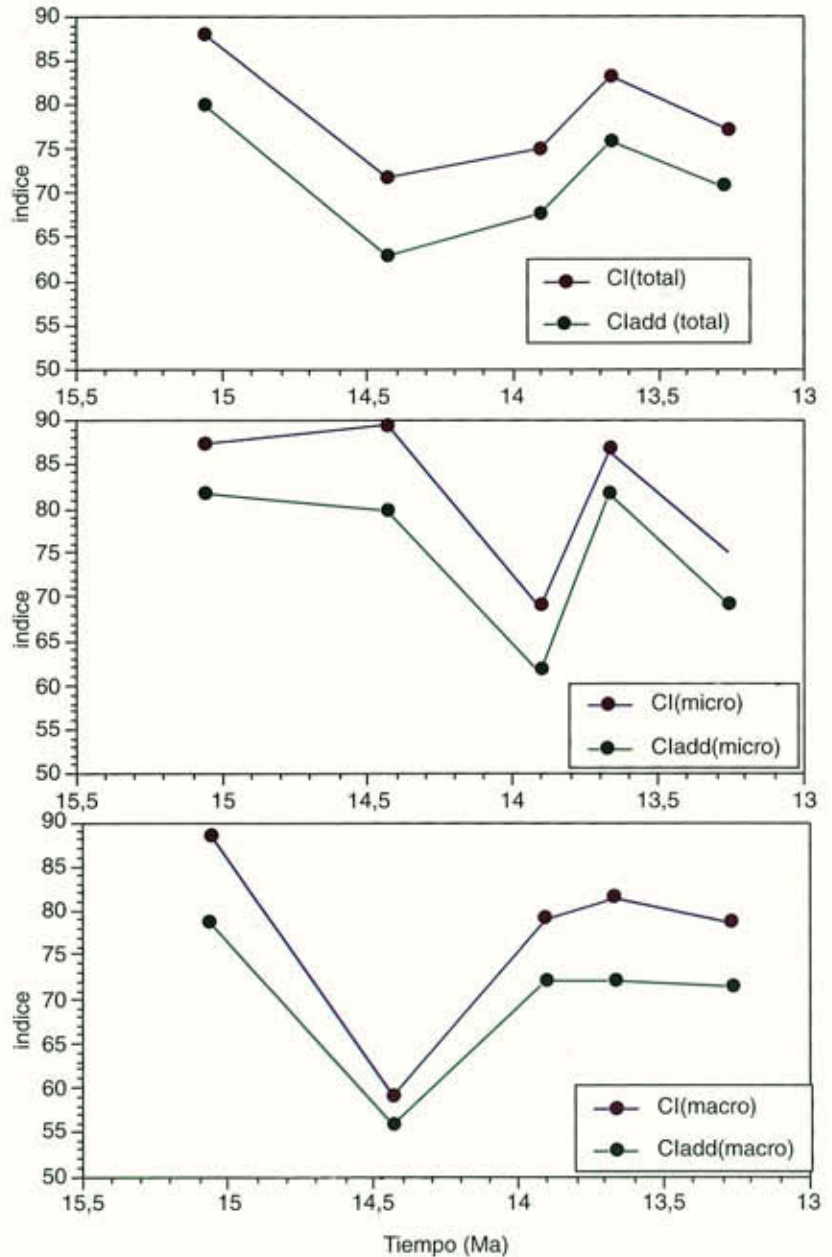
donde *Nt* es el número total de taxones, *Ni* el número de taxones inferidos en el intervalo por estar presentes en intervalos anteriores y posteriores y *Nadd* el número de taxones presentes antes durante y después del intervalo correspondiente.

Con valores por debajo de 70-75 (según Maas *et al.*, 1995) en estos índices,

Figura 2.80. Variación de la calidad del muestreo (estimada mediante los índices *CI* y *Cladd*) en el total de mamíferos, macromamíferos y micromamíferos, durante el Aragoniense del Área de Madrid. Valores en estos índices por debajo de 70-75 (según Maas *et al.*, 1995) indican un muestreo deficiente.

PATRONES DE DIVERSIDAD Y RECAMBIO FAUNÍSTICO EN LAS FAUNAS DE MAMÍFEROS ARAGONESES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

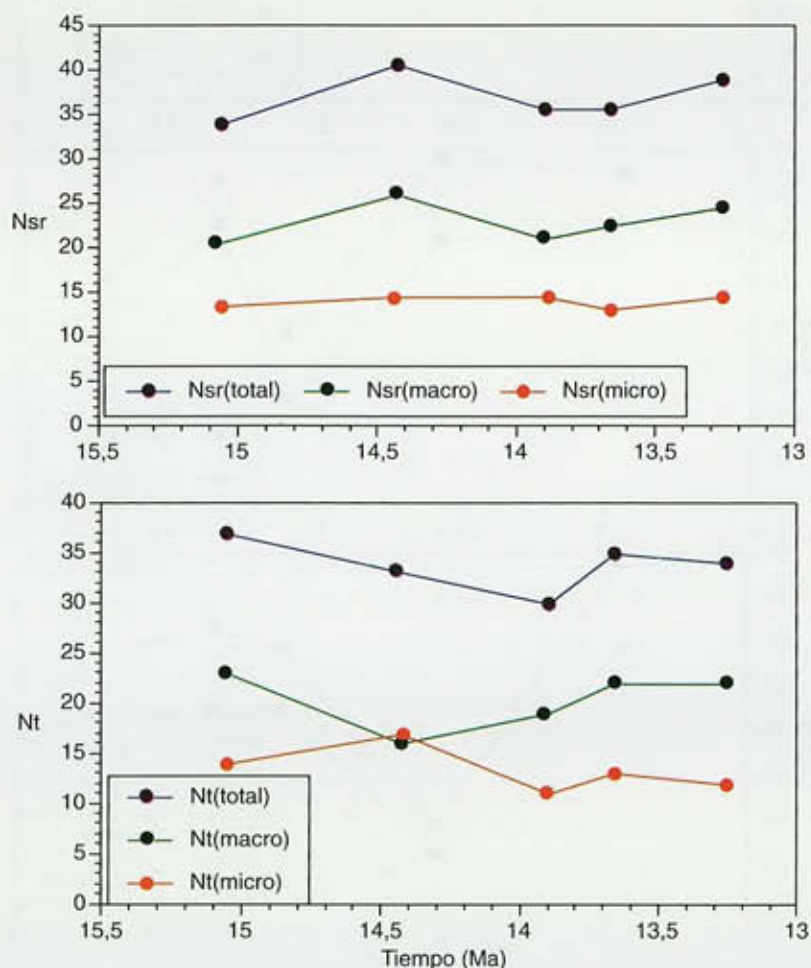
Beatriz Azanza y Jorge Morales



la diversidad puede estar deficiente-mente estimada distorsionando los patrones que se obtengan. De acuerdo con este criterio, cuando se consideran todos los taxones sólo los intervalos Dd y E (el G está en el límite) presentan en el índice *Cladd*, más restrictivo, valores que sugieren precaución en las interpretaciones de los resultados que se obtengan para esos intervalos. Cuando se consideran separadamente macro y micromamíferos, se observa que son los macromamíferos los que están deficiente-mente representados en el inter-

valo Dd, de hecho las faunas de O'Donnel y Henares 2, muy ricas en micromamíferos, poseen una representación pobre en grandes mamíferos; mientras que en la biozona E, sólo la fauna de Arroyo del Olivar posee una buena representación en micromamíferos; como así nos indican los valores de ambos índices. Por esta razón todos los análisis posteriores se han realizado tanto para el conjunto de la fauna como para los macro- y los micromamíferos separadamente.

Figura 2.81. Variación de la diversidad (estimada por la riqueza estandarizada N_{sr}) y en el número total de especies en el registro del Aragoniense de Madrid.



ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD

La diversidad se considera aquí como un concepto de riqueza, analizándose las variaciones en el número total de taxones a lo largo del tiempo. Sin embargo, en este método se considera que todos los taxones están presentes durante todo el intervalo, por ello se ha analizado la riqueza estandarizada (*standing richness* de Harper, 1975) en el punto medio del intervalo. Siguiendo a Maas *et al* (1995) la riqueza estandarizada (N_{sr}) se calcula:

$$N_{sr} = N_{add} + N_i + 1/2 (A_o + E_o - N_u)$$

donde A_o es el número de apariciones en el intervalo, E_o el de extinciones y N_u el número de taxones presentes únicamente en ese intervalo.

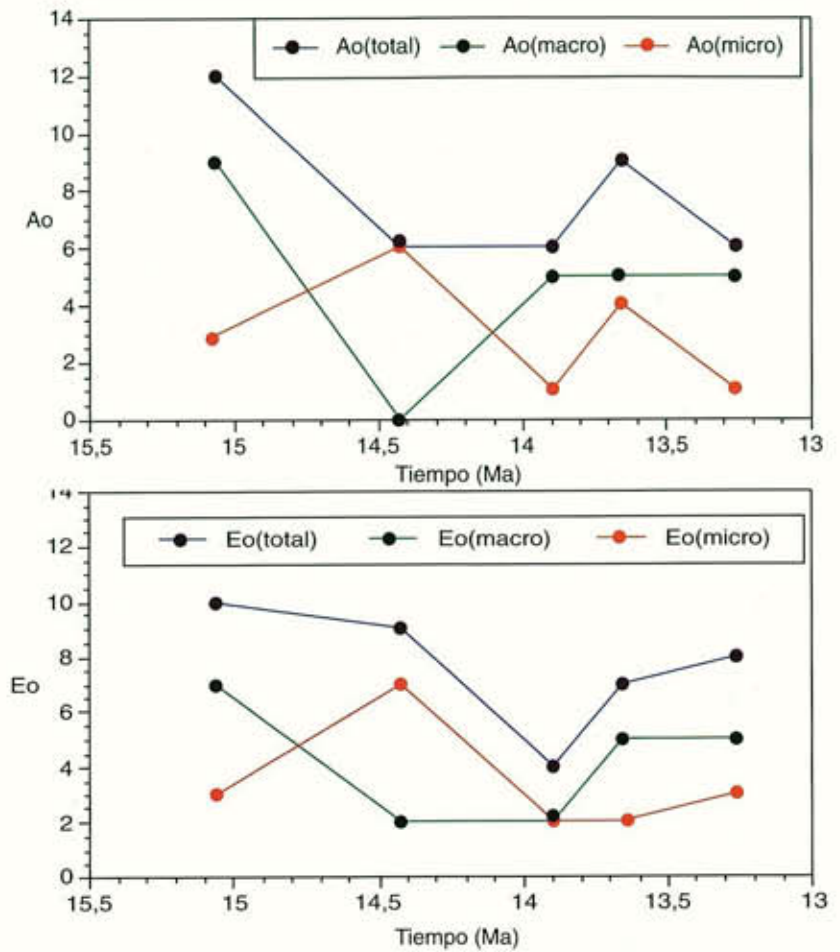
En la figura 2.81 se puede observar como la diversidad de macromamíferos y micromamíferos, al igual que la suma de la de los dos, siguen un mismo patrón, existiendo una continuidad muy notable. Los aumentos de diversidad en

los intervalos Dd y G pueden considerarse como significativos, a pesar de las deficiencias del muestreo.

ANÁLISIS DEL RECAMBIO FAUNÍSTICO

El patrón de recambio faunístico puede analizarse viendo las variaciones en el número de apariciones (*Ao*) y extinciones (*Eo*) en cada intervalo de tiempo. Evidentemente las grandes caídas en la figura 2.82 son coincidentes con los intervalos deficientemente muestreados. Con todo, la gráfica de los macromamíferos y la total (macro+micro) presentan un patrón similar; las caídas en Dd, E y G y el incremento en F no son significativos, pero sí lo sería la tendencia general observada hacia una pérdida de diversidad, por menor número de apariciones, de Dc a G, aunque en macromamíferos existe una recta para los tres últimos intervalos. En micromamíferos el patrón es algo distinto, siendo significativo un aumento del número de apariciones en el intervalo Dd, y más dudoso en el F.

En el caso de las extinciones (figura 2.81) ocurre algo similar a las apariciones, el patrón mostrado por los macromamíferos y por la suma total (macro + micro) son similares, salvo en el intervalo Dd en la que el descenso de las extinciones de macromamíferos es coincidente con una muestra pobre. La mayor cantidad de extinciones en Dc (y en Dd, total) podría estar sobreestimada. Mientras que en el intervalo Dd el nivel de extinciones de micromamíferos es más alto de lo que le podría corresponder, no así en el F que es más bajo.



Para evitar el sesgo que introducen las diferencias en la duración temporal y en el número de taxones presentes entre los intervalos, se utilizó también el método de *Rate Quotient (RQ)* de Gingerich (1987), en donde la tasa de apariciones o extinciones se calcula según la relación

$$RQ = R_o / R_e$$

en donde R_o es el número observado de apariciones o extinciones y R_e es el número esperable o predecible de apariciones o extinciones. R_e se calcula a partir de una regresión múltiple del logaritmo

Figura 2.82. Variación en el número de especies del total de mamíferos, macromamíferos y micromamíferos que aparecen (parte superior) y se extinguen (parte inferior) durante el Aragoniense del área de Madrid.

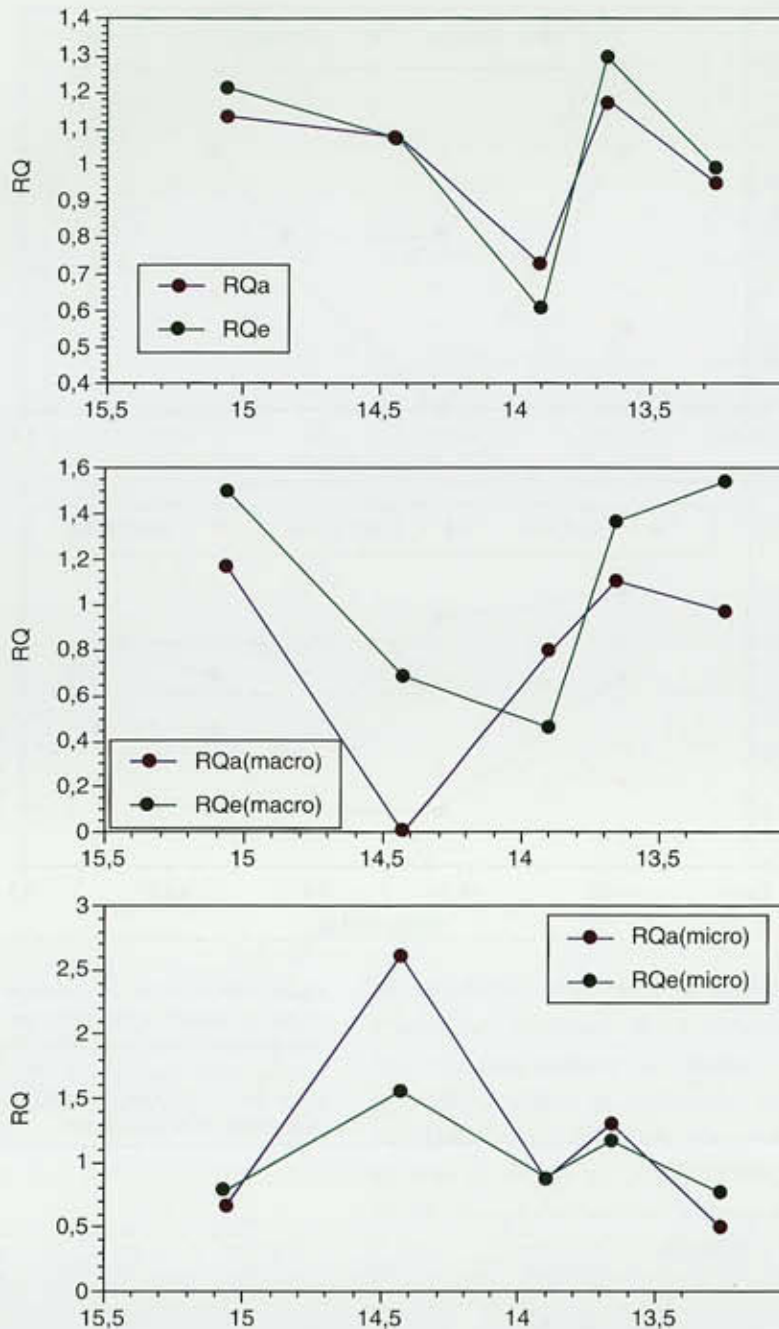


Figura 2.83. Variación en el Rate Quotient de apariciones (RQ_a) y extinciones (RQ_e) durante el Aragoniense del área de Madrid.

neperiano de R_0 en función del logaritmo neperiano de la duración temporal y del logaritmo neperiano de la riqueza estandarizada (Maas *et al.*, 1995):

$$Re = \exp[b_1 \ln(\text{duración}) + b_2 \ln(\text{Nsr}) + a]$$

El número predecible de apariciones o extinciones en cada biozona del Aragoniense del área de Madrid se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

$$Re(\text{apariciones}) = \exp[0.14 \ln(\text{duración}) + 3.957 \ln(\text{Nsr total}) + 16.401]$$

$$Re(\text{extinciones}) = \exp[0.353 \ln(\text{duración}) + 0.629 \ln(\text{Nsr total}) + 4.555]$$

$$Re(\text{apariciones}) = \exp[0.267 \ln(\text{duración}) + 2.559 \ln(\text{Nsr macro}) + 9.943]$$

$$Re(\text{extinciones}) = \exp[0.043 \ln(\text{duración}) + 2.084 \ln(\text{Nsr macro}) + 7.863]$$

$$Re(\text{apariciones}) = \exp[0.791 \ln(\text{duración}) + 13.461 \ln(\text{Nsr micro}) + 37.051]$$

$$Re(\text{extinciones}) = \exp[0.776 \ln(\text{duración}) + 1.791 \ln(\text{Nsr micro}) + 6.505]$$

La significación total del patrón de recambio obtenido se estimó mediante un análisis de χ^2 sobre la bondad del ajuste entre R_0 y R_e (Barry *et al.*, 1995). La hipótesis nula es que las apariciones o extinciones son igualmente probables en todos los intervalos y por tanto deben distribuirse uniformemente entre ellos. Los resultados obtenidos se especifican en el cuadro 2.11, los niveles de significación en todos los casos son altos no pudiendo rechazar la hipótesis nula. Con valores de RQ superiores a 1, la tasa observada de aparición o extinción es superior a lo que cabría esperar por la diversidad y duración temporal del intervalo. Inversamente, con valores de RQ inferiores a 1, la tasa observada de aparición o extinción es inferior a lo

que cabría esperar por la diversidad y duración temporal del intervalo).

Cuando observamos los gráficos obtenidos (figura 2.83) vemos que el **RQ** de extinciones y apariciones para el total de la fauna es similar, aunque en los intervalos Dc y F el **RQ_e** supera al **RQ_a**, coincidiendo con los intervalos que podrían estar sobreestimados. No obstante la caída en el intervalo E y el ascenso en F podrían ser significativos de un cambio faunístico coincidente con el límite Aragoniense medio Aragoniense superior. A su vez, el pa-

trón observado para los macromamíferos (figura 2.83) se asemeja mucho al observado en la figura anterior, aunque la ausencia de apariciones en el intervalo Dd es debida a deficiencias en el registro fósil. Con todo parecen significativos el descenso del **RQ_e** en el intervalo E y su aumento en el intervalo F y especialmente en el G. Para los micromamíferos es notable el incremento de **RQ_a** en el intervalo Dd, llamando la atención que no exista una diferencia notable entre los intervalos E y F, a pesar de las diferencias en la calidad del registro.

Fauna completa de mamíferos

Zona	Duración Ma	N _t	N _{sr}	N _i	N _u	N _{add}	apariciones				extinciones				CI	CI _{add}
							A _o	A _e	χ ²	RQ _a	E _o	E _e	χ ²	RQ _e		
Dc	0,525	37	34,000	5	4	20	12	10,557	0,197	1,137	10	8,243	0,374	1,213	88,095	80,000
Dd	0,755	33	40,500	13	4	22	6	5,560	0,035	1,079	9	8,395	0,044	1,072	71,739	62,857
E	0,310	30	35,500	10	1	21	6	8,269	0,623	0,726	4	6,662	1,063	0,600	75,000	67,742
F	0,170	35	35,500	7	3	22	9	7,602	0,257	1,184	7	5,389	0,482	1,299	83,333	75,862
G	0,625	34	39,000	10	4	24	6	6,289	0,013	0,954	8	8,043	0,000	0,995	77,273	70,588
									χ ² = 1,125 p= 0,890							
											χ ² = 1,963 p= 0,743					

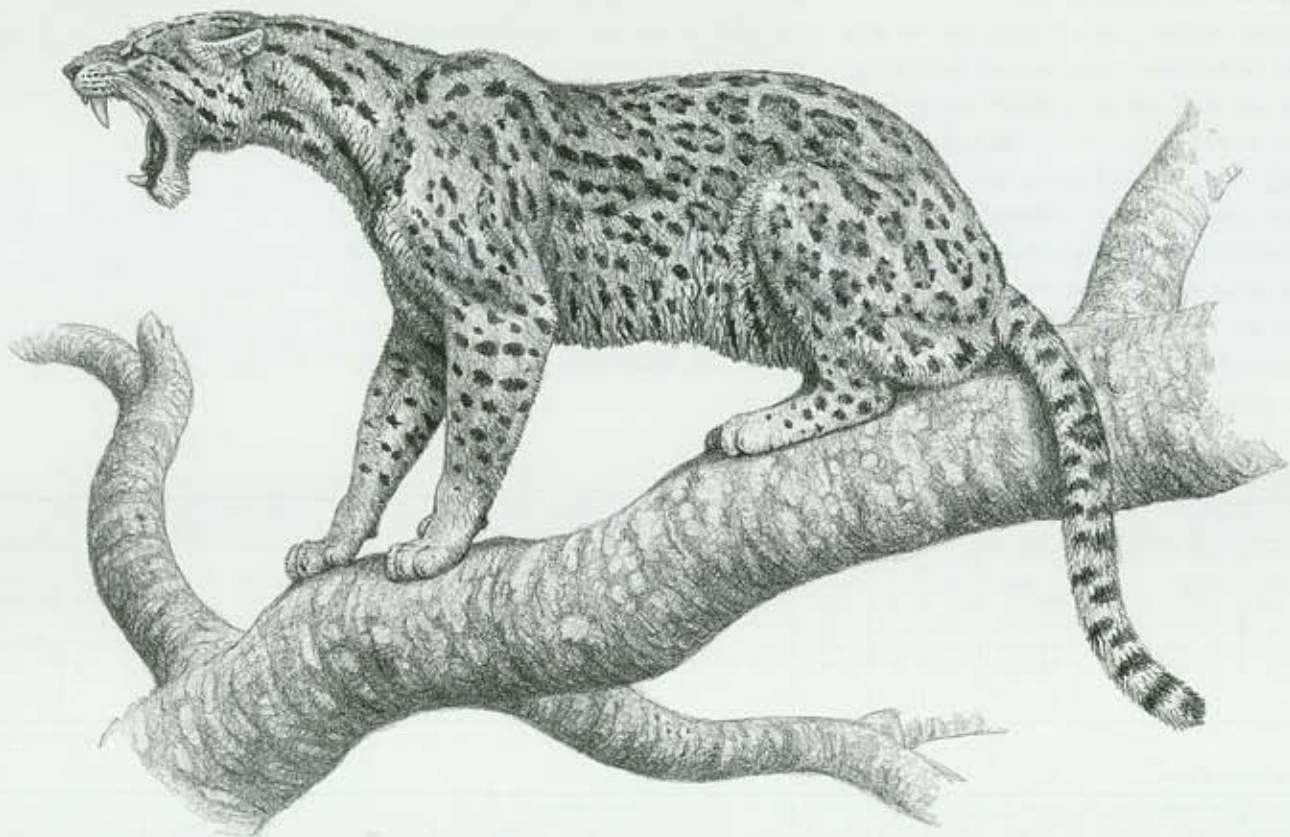
Macromamíferos

Zona	Duración Ma	N _t	N _{sr}	N _i	N _u	N _{add}	apariciones				extinciones				CI	CI _{add}
							A _o	A _e	χ ²	RQ _a	E _o	E _e	χ ²	RQ _e		
Dc	0,525	23	20,500	3	3	11	9	7,704	0,218	1,168	7	4,668	1,165	1,500	88,462	78,571
Dd	0,755	16	26,000	11	0	14	0	4,620	4,620	0,000	2	2,889	0,274	0,692	59,259	56,000
E	0,310	19	21,000	5	1	13	5	6,293	0,266	0,795	2	4,340	1,262	0,461	79,167	72,222
F	0,170	22	22,500	5	1	13	5	4,493	0,057	1,113	5	3,663	0,488	1,365	81,481	72,222
G	0,625	22	24,500	6	3	15	5	5,114	0,003	0,978	5	3,244	0,951	1,541	78,571	71,429
									χ ² = 5,164 p= 0,271							
											χ ² = 4,139 p= 0,388					

Micromamíferos

Zona	Duración Ma	N _t	N _{sr}	N _i	N _u	N _{add}	apariciones				extinciones				CI	CI _{add}
							A _o	A _e	χ ²	RQ _a	E _o	E _e	χ ²	RQ _e		
Dc	0,525	14	13,500	2	1	9	3	4,510	0,506	0,665	3	3,832	0,181	0,783	87,500	81,818
Dd	0,755	17	14,500	2	4	8	6	2,299	5,955	2,609	7	4,471	1,430	1,566	89,474	80,000
E	0,310	11	14,500	5	0	8	1	1,137	0,017	0,879	2	2,241	0,026	0,893	68,750	61,538
F	0,170	13	13,000	2	2	9	4	3,071	0,281	1,303	2	1,709	0,049	1,170	86,667	81,818
G	0,625	12	14,500	4	1	9	1	1,980	0,485	0,505	3	3,861	0,192	0,777	75,000	69,231
									χ ² = 7,244 p= 0,124							
											χ ² = 1,879 p= 0,758					

Cuadro 2.11. Resultados obtenidos en los diferentes análisis comentados para el total de las faunas y para las de macro y micromamíferos por separado. N_t= número total de especies; N_{sr}=riqueza estandarizada; N_i=especies inferidas; N_u=especies únicas; N_{add}=antes, durante y después; A_o=apariciones observadas; A_e=apariciones esperadas; E_o=extinciones observadas; E_e=extinciones esperadas.



Reconstrucción de la apariencia en vida del férido *Paramachairodus aegyptia*, basada en los fósiles del yacimiento de Cerro de los Batallones (dibujo por M. Antón).

MIOCENO SUPERIOR: EL YACIMIENTO DE EL CERRO DE LOS BATALLONES

INTRODUCCIÓN

El Mioceno superior comprende la última parte del Mioceno, entre 11,1 y 5,3 Ma. Está dividido en dos partes: Vallesiense y Turolense, «pisos continentales» definidos en España, el primero en la cuenca del Vallés-Penedés, y el segundo en el área de Teruel; ambos están plenamente aceptados por la comunidad científica internacional.

En las faunas continentales euroasiáticas, el comienzo del Mioceno superior y por lo tanto del Vallesiense, está marcado por un acontecimiento faunístico fácilmente reconocible, que es la inmigración desde América del Norte del équido *Hipparion*. El Vallesiense en España, y en general en Europa, es una época de gran diversificación faunística, resultado de un intercambio asociado con tendencias climáticas de tipo subtropical. Del Aragonense superior al Vallesiense, la diversidad en mamíferos se fue incrementando de forma gradual hasta alcanzar su máximo para el Mioceno durante el Vallesiense inferior. Análisis recientes de estas faunas prueban la existencia de patrones de diversidad complejos, de forma que, a un periodo de incremento de la diversidad, le sigue un periodo brusco en la que ésta cae a niveles mínimos (Morales *et al.*, 1999).

En Madrid, de esta época sólo son conocidas tres localidades, Colmenar de Oreja (donde Royo Gómez, en 1928, citó *Hipparion gracile*), Campo Real (el mismo autor citó la presencia de *Cricetodon* sp. y el yacimiento del Cerro de los Batallones; este último es uno de los si-

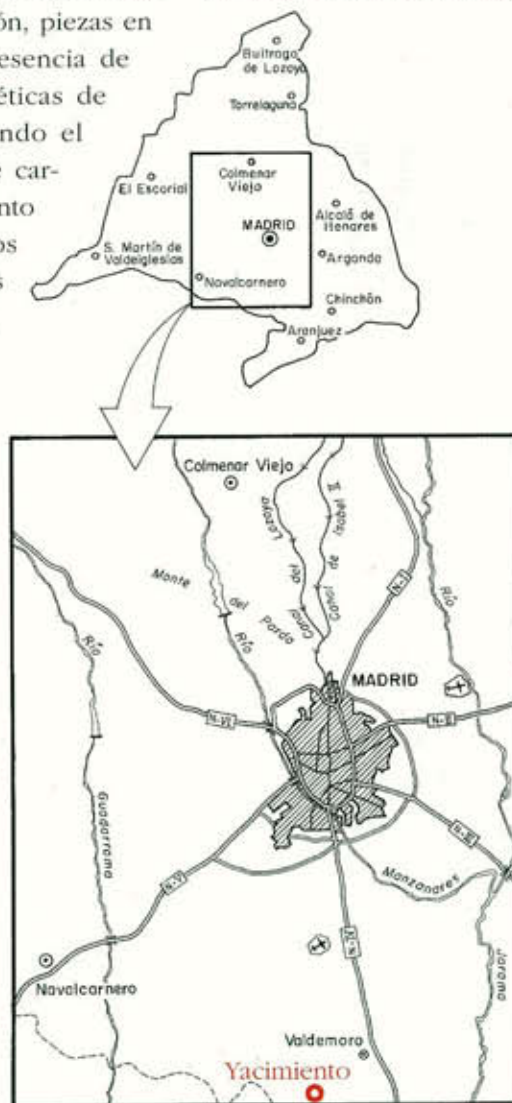
tios más peculiares e importantes con vertebrados fósiles de nuestra comunidad, y por esta razón es tratado en detalle en las próximas páginas.

El hallazgo del yacimiento de vertebrados fósiles de Cerro de los Batallones es, sin duda, uno de los más espectaculares realizados a lo largo de la historia de la paleontología española. De hecho, en él se reúnen numerosas singularidades: abundancia de restos fósiles, excelente conservación, piezas en conexión anatómica, presencia de todas las piezas esqueléticas de los individuos (incluyendo el cráneo) y abundancia de carnívoros. Ningún yacimiento de vertebrados terciarios de España posee todas estas características, que pueden *a priori* atribuirse a la existencia en la época de formación del yacimiento de una trampa natural en la que quedaron atrapados fundamentalmente carnívoros, pero también otros mamíferos, junto a aves y tortugas. El yacimiento se encuentra localizado en las inmediaciones del vértice geodésico del Cerro de los Batallones, al SO de Valdemoro, a la altura del km. 33 de la carretera Ciempozuelos—Torrejón de Velasco (figura 2.84).

EL YACIMIENTO DE EL CERRO DE LOS BATALLONES

Jorge Morales, Luis Alcalá, Lara Amezua, Mauricio Antón, Susana Fraile, Elena Gómez, Plinio Montoya, Manuel Nieto, Benigno Pérez, Manuel J. Sales e Israel M. Sánchez

Figura 2.84. Situación geográfica del yacimiento de Cerro de los Batallones.



EL DESCUBRIMIENTO DE BATALLONES



El descubrimiento del yacimiento se produjo de forma casual durante julio de 1991, como consecuencia de las prospecciones de sepiolita que la empresa TOLSA realizaba en el Cerro de los Batallones (término municipal de Torrejón de Velasco) y que pusieron en evidencia la existencia de una gran concentración de huesos fósiles asociados a facies arcillosas de color verde. La noticia del descubrimiento vió la luz gracias al periodista de El País, Vicente G. Olaya (que a raíz de las noticias sobre los hallazgos de fósiles en el pasillo verde estaba sensibilizado con el tema de la conservación de yacimientos paleontológicos). En su artículo nos cuenta que uno de los trabajadores daba testimonio de como vió aparecer «un enorme esqueleto con todos sus miembros perfectamente conservados. Tenía casi dos metros y se distinguían los dientes del animal. También había otros esqueletos,...», asi-

mismo vió introducir restos en bolsas de plástico y cómo «se echaba tierra al asunto» (EL PAÍS, viernes 12 de julio de 1991). El periodista que tuvo conocimiento del asunto y de la destrucción que se estaba llevando a cabo se puso en contacto con especialistas del Museo Nacional de Ciencias Naturales que reconocieron entre los elementos recogidos falanges de un carnívoro. Un día después el mismo periodista les mostró un maxilar que fue reconocido como resto de un *Amphicyon castellanus*, por lo que los paleontólogos decidieron trasladarse al día siguiente al lugar en cuestión, encontrando «más de 30 kilos de fragmentos óseos de los dos Anficionos» esparcidos por el suelo, posiblemente de un macho y una hembra.

Los paleontólogos se dieron cuenta enseguida de la importancia del hallazgo tanto por la cantidad de fósiles que se concentraba allí, como por el estado de conservación de los restos, además, algunas de las especies fósiles que reconocieron nunca antes se habían encontrado al sur de Madrid, y mucho menos en esqueletos completos.

Batallones es un yacimiento excepcional que podía haber desaparecido sin dejar rastro. Fue fundamental en este caso el papel de la prensa que dió noticia en seguida, de forma que los científicos pudieran tomar cartas en el asunto. La primera cuestión era analizar los daños sufridos y recuperar los fragmentos desaparecidos; cómo ocurre en numerosas ocasiones de un descubrimiento de este tipo, la empresa no había comunicado el hallazgo y primando intereses particulares, normalmente económicos, había optado por tapar el yacimiento. Es común entre las compañías mineras y constructoras considerar que una excavación supone un gasto económico y de tiempo, cuando en la mayoría de las ocasiones no es así, y hay un montón de alternativas a las que se puede recurrir. No obstante, debido a la denuncia pública que hizo la prensa, y la concienciación por parte de los paleontólogos explicando la importancia del hallazgo, la empresa puso a su disposición restos, maquinaria, etc...

Ese mismo mes de julio de 1991, un equipo de paleontólogos del Museo Nacional de Ciencias Naturales realizó una recogida de fósiles en los sedimentos extraídos por la maquinaria y procedió a localizar la capa fosilífera in situ, realizando una primera excavación paleontológica. Con posterioridad se han realizado tres campañas de excavación; octubre-noviembre de 1992, febrero-abril de 1993 y julio-septiembre de 1993, en total algo más de 180 días de trabajo. Hasta la fecha se han encontrado más de 10.000 restos fósiles, entre *Pseudaelurus*, *Machairodus aphanistus*, *Amphicyon*, y un largo etc. Actualmente, el yacimiento se encuentra tapado a la espera de nuevas campañas de excavación, y de la resolución de Zona protegida.



ESTRATIGRAFÍA DEL YACIMIENTO

El área del Cerro de los Batallones era conocida, entre otros aspectos, por las explotaciones de sepiolita situadas al sur del cerro. Estos niveles de sepiolita están incluidos en una sucesión de arcillas, arenas micáceas, carbonatos y sílex, coronada por calizas bioclásticas y diatomitas. El tipo de sucesión estratigráfica es característica de la denominada Unidad Intermedia del Mioceno al sur de Madrid, encontrándose el yacimiento de vertebrados cerca del techo de esta unidad (Morales *et al.*, 1992). Dichos niveles aparecen representados, junto con la posición del yacimiento, en el esquema geológico de la figura 2.85.

Sin embargo, como se irá explicando a continuación, no puede interpretarse que el yacimiento se haya formado durante el tiempo de depósito de esta

Unidad Intermedia, guardando con respecto a ella una relación similar a la de un depósito kárstico. La edad del yacimiento (Vallesiense superior) supradataría estos niveles superiores de la Unidad Intermedia, y probablemente el yacimiento se formó durante la época de deposición de la Unidad Superior, de la que en este área sería el único testigo.

La acumulación de restos de vertebrados aparece en niveles de arcillas de tono verdoso a pardo, de aspecto jabonoso, que incluyen –particularmente en el sitio del yacimiento– fragmentos de carbonatos y sepiolita, y menos frecuentemente nódulos de sílex superficialmente alterados (intraclastos), granos terrígenos y conchas de gasterópodos. Los análisis de difracción de Rayos X muestran que están compuestas mayoritariamente por esmectitas (más del 75%), sepiolita, cuarzo, feldes-

Cuadro 2.12 (en la página opuesta). El descubrimiento de Batallones. Arriba izda.: Nota del periódico El País anunciando el hallazgo. Abajo dcha.: Cráneo de *Machairodus apbanistus* fracturado por una de las máquinas que operaban en el sedimento para la extracción de sepiolita.

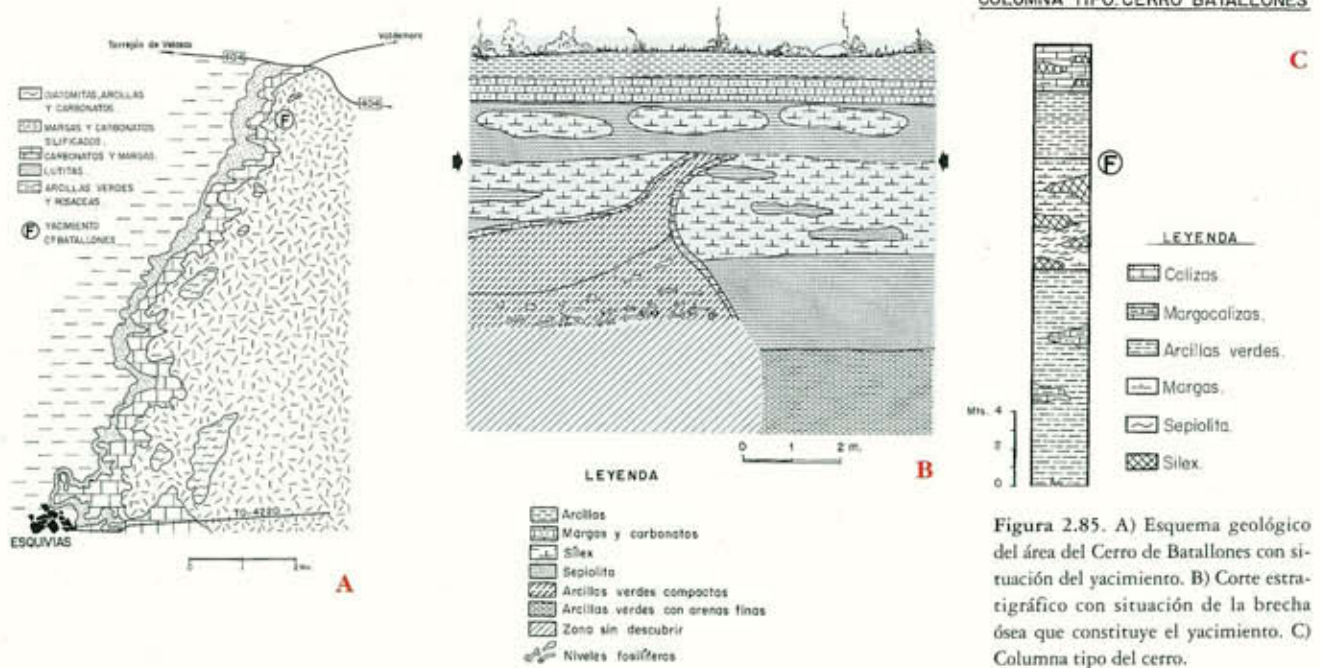


Figura 2.85. A) Esquema geológico del área del Cerro de Batallones con situación del yacimiento. B) Corte estratigráfico con situación de la brecha ósea que constituye el yacimiento. C) Columna tipo del cerro.

Figura 2.86. Corte del yacimiento de Batallones. En la parte inferior, se aprecia en un color marrón las sepiolitas. Superpuestos se observan los potentes paquetes de sílex.



pato y carbonato cálcico. Las arcillas intercalan pasadas finas de margas calcáreas y pasan a techo a bancos potentes de sepiolita con nódulos de sílex de

gran tamaño. La figura 2.86 muestra una sección característica de esta asociación de facies en el área del yacimiento, sin que aún conozcamos con exactitud su base.

El nivel de contacto entre la arcilla verde y los sílex posee, como el resto de los niveles del yacimiento, una composición faunística atípica, aunque en este abundan los restos de *Hipparion*, herbívoro muy raro en los otros niveles.

Los otros tres niveles poseen una composición faunística similar (predominio abrumador de carnívoros). En el nivel superior y en el inferior los restos no forman concentraciones similares a las de la brecha ósea (nivel 2), sino que responden a concentraciones de un mismo individuo. En el nivel superior existe una abundancia de mustélidos, mientras que en el inferior son los félidos medianos los más abundantes.

Figura 2.87. Arcillas verdes situadas por encima de los niveles fosilíferos, mostrando superficies de deslizamiento o compactación.



Localmente, la disposición geométrica de las capas indicada arriba aparece trastocada en el yacimiento, observándose el pinzamiento de niveles de sílex y sepiolita sobre las arcillas verdes que contienen los restos fósiles. De esta forma, las arcillas aparecen formando una bolsada, cuyos límites en su conjunto aún no son visibles, entre bancos de sílex. La geometría de los niveles que contienen la fauna es, por tanto, irregular con respecto a la de las capas circundantes, explicándose este hecho, o bien por reajustes mecánicos del material arcilloso plástico bajo la presión de niveles de sílex (figura 2.87), o alternativamente, mediante el relleno de una estructura previa, probablemente una fisura originada por una distensión tectónica, sin que pueda desecharse la existencia de una génesis compleja en la que se hubiesen dado ambos fenómenos.



Los hechos que inducen a contemplar este yacimiento como formado en sedimentos discordantes con los del resto del entorno, son fundamentalmente los siguientes:

- La tafonomía de la acumulación es atípica, no responde a la habitual en los yacimientos estratificados.
- Existía una discontinuidad neta entre los sedimentos del yacimiento y uno de los bordes, que estaba formado por un potente banco vertical de sílex de más de dos metros de espesor, cuya superficie estaba fuertemente alterada.
- En los sedimentos del yacimiento aparecen intraclastos de sepiolita y sílex.

En toda la zona del yacimiento existe una intensa actividad tectónica, que se traduce en la existencia de un buzamiento medio de 30 grados, que se refleja tanto en las capas como en los huesos (figura 2.91e). Consecuencia de esta actividad tectónica es la fuerte deformación que presentan los cráneos y ocasionalmente algunos huesos largos.

Asimismo, se ha podido comprobar la existencia de al menos cuatro niveles fosilíferos. Uno a techo del yacimiento, se sitúa en el contacto entre las arcillas verdes con los sílex que delimitaban el yacimiento. La relación de este nivel con los otros tres es aún oscura y debe ser cuidadosamente estudiada. Los otros tres niveles se superponen claramente y se encuentran en arcillas verdes, aparentemente de características similares (figura 2.88).

Figura 2.88. Pared noroeste del yacimiento de Batallones. En la parte inferior de la fotografía se distingue la brecha ósea.

LAS EXCAVACIONES DE BATALLONES



La primera campaña de campo en julio-agosto de 1991, consistió en la prospección del terreno y un pequeño sondeo (1) para determinar la amplitud e importancia del yacimiento. Después, en los meses de octubre-noviembre se llevó a cabo una segunda campaña de campo y primera de excavación



sistemática. Se podía acceder al yacimiento mediante una pequeña rampa

(2)...Los bloques de sílex que rodeaban el yacimiento no pudieron ser eliminados incluso con maquinaria pesada, por tanto se tuvo que suspender la campaña para realizar una voladura controlada(3). Se cubrió el yacimiento con sacos llenos de sedimento y de esta forma amortiguar el impacto que sufriría por la onda expansiva.



Posteriormente, se procedió a una segunda campaña de excavación, montando un pequeño invernadero (4). No obstante, la primera voladura no eliminó completamente los bloques, siendo necesario realizar otra. Tras la segunda voladura se realizó una limpieza del terreno y se



pudo organizar una tercera campaña de excavación.



La foto 5 muestra los toldos que resguardaban el yacimiento durante la excavación realizada en los meses de agosto-septiembre de 1993.

LAS EXCAVACIONES

Se han realizado cuatro campañas de campo; en 1991 (julio-agosto y octubre-noviembre), en 1993 (febrero-abril y julio-septiembre) con un total de unos 180 días de campo, con una media de 8 excavadores.

La primera campaña de campo se realizó en julio-agosto de 1991, inmediatamente después de que fuese descubierto el yacimiento, y, básicamente, tuvo como objetivo inmediato comprobar la importancia del yacimiento, de cara, tanto a futuras excavaciones, como a conocer las características de lo que pronto se vió que podía ser un yacimiento excepcional e irrepetible.

La segunda campaña de campo se pospuso hasta que TOLSA eliminase los paquetes de sílice que cubrían la superficie de la cantera. Esta fase del trabajo comenzó en octubre de 1991; sin embargo, fue imposible eliminar los bancos de sílice con maquinaria convencional, ya que en algunos puntos poseían más de 2 m de potencia. No obstante, y a favor de los bordes del hoyo, éste se pudo ampliar, habilitándose un acceso fácil a la superficie basal del yacimiento, lo que posibilitó la instalación de una superficie cuadrículada de 15 m². Esta superficie fue parcialmente excavada durante los meses de octubre y noviembre, hasta que las condiciones climáticas, bastante adversas, y el propósito de TOLSA de eliminar los niveles de sílex con voladuras controla-

das, aconsejó paralizar la campaña hasta el próximo año.

En la tercera campaña (febrero-abril 1993, figura 2.90), una vez limpiada el área del yacimiento, se procedió a la reconstrucción de las cuadrículas realizadas en la campaña de octubre-noviembre 1991, y que habían quedado convenientemente señalizadas, de forma que aunque el área de trabajo se amplió notablemente, la excavación ha sido en todo momento continuación de las anteriores.



En total, a los 9 m² excavados con anterioridad, se le añadieron otros 9 m², quedando prácticamente excavados los tres primeros niveles fosilíferos en un área total de 18 m² (2 cuadrículas de 3x3 m). Asimismo, se recogieron cerca de 2 toneladas de sedimento para su lavado, método para obtener fósiles de microvertebrados.

Figura 2.89.(página opuesta). Resumen de las excavaciones realizadas en el Cerro de los Batallones.

Figura 2.90. Vista de la campaña de excavación de 1993.

EDAD DEL YACIMIENTO

La asociación de mamíferos determinada en el yacimiento puede considerarse como típica del Vallesiense superior (MN 10 de la escala bioestratigráfica de Mein), edad de mamíferos correspondiente a la parte inferior del Mioceno superior, hace aproximadamente 9,5 millones de años. Esta datación se basa en la presencia del múrido *Progonomys hispanicus*, primera especie de esta familia que se registra en el Mioceno superior.

LISTA FAUNÍSTICA

La lista faunística después de las cuatro excavaciones es la siguiente:

Reptilia

Testudines indet.

Aves

Aves indet. (al menos cuatro especies, todas ellas rapaces).

Mammalia

Insectivora

Galerix sp.

Insectivora indet. (dos especies)

Lagomorpha

Prolagus cf. *crusafonti*

Rodentia

cf. *Spermophilinus* sp.

Cricetidae indet.

Progonomys hispanicus

Zapodidae indet.

Steneofiber sp.

Carnivora

Simocyon sp.

Martes sp.

Proputorius sp.

Sabadellictis sp.

Mustelidae indet

Ambicyon aff. *castellanus*

Protictitherium crassum

Pseudaelurus sp. I (talla pequeña).

Pseudaelurus sp. II (talla media).

Paramachairodus cf. *ogygia*

Machairodus aphanistus

Proboscidea

Tetralophodon longirostris

Perisodactyla

Hipparion sp.

Aceratherium incisium

Artiodactyla

Microstonyx sp.

Hispanomeryx duriensis

Cervidae indet.

En conjunto, los mamíferos del Cerro de los Batallones son típicos de las faunas del Vallesiense español; en este yacimiento se detecta la aparición más antigua en nuestro país de *Paramachairodus ogygia*, especie muy rara en las localidades de España y Europa, y que aquí es la forma más abundante, tanto en NMI como en restos. Otro registro notable es el de *Ambicyon* aff. *castellanus*; probablemente, es éste el último Amphicyonidae del Terciario europeo. Aquí está representado por una especie que, aunque muy próxima a la descrita en la localidad tipo (Los Valles de Fuentidueña, Segovia) por Ginsburg *et al.* (1981), presenta diferencias morfológicas importantes, particularmente en el grado de reducción de los molares triturantes y en la especialización hipercarnívora de toda la dentición.

Machairodus aphanistus es el primer tigre dientes de sable del registro fósil europeo, en Batallones es excepcional-

mente abundante, presentando las características morfológicas habituales de la especie (canino inferior muy desarrollado, protocono fuerte en la carnífera superior, etc.). El resto de los félidos, determinados como *Pseudaehurus*, pertenecen a dos especies de talla diferente, una pequeña y otra media, que aún están por estudiar en detalle. Los hiénidos están representados por la especie más común del Mioceno medio y comienzos del Mioceno superior, *Protictitherium crassum*, también excepcionalmente abundante en el yacimiento.

La variedad de mustélidos es otro hecho notable en Batallones; por el momento se han registrado 8 individuos pertenecientes a cinco especies diferentes, una de ellas de gran talla, pero que debido a la escasez del material es indeterminable. El resto está formado por dos mofetas, *Proputorius* sp. y *Sabadellictis* sp., género clasificado como cercano a los Melinae, pero su dentición indica claramente un parentesco con los Mephitinae; una marta *Martes* sp., y *Simocyon* sp.; es éste un mustélido de gran talla, cuyas afinidades más directas con los representantes actuales de los Ailuridae, familia con una única especie superviviente *Ailurus fulgens* (Panda rojo o pequeño panda).

Las formas de mamíferos no carnívoros en el yacimiento están representadas por roedores; múridos (ratas y ratones), cricétidos (hámsters), esciúridos (ardillas), zapódidos (ratones saltadores) y castores. Hasta cuatro especies de insectívoros están registrados en el yacimiento, aunque sólo una de ellas, *Galerix* sp.

(erizo) está determinada. Los ungulados, ciertamente escasos en el yacimiento, están representados por formas muy comunes en el Vallesiense español; *Tetralophodon longirostris* (mastodonte), *Aceratherium incisivum* (rinoceronte sin cuernos), *Hipparion* sp. (équido tridáctilo), *Microstonyx* sp. (jabalí), *Hispanomeryx duriensis* (pequeño rumiante de pequeña talla sin protuberancias craneales, y representante de un grupo primitivo relacionado con los antílopes y jirafas), y por último, escasos restos de un ciervo que no permiten una determinación precisa.

El resto de la fauna está compuesta por gasterópodos continentales, quelonios terrestres del grupo de los testudínidos (figura 2.91), y aves rapaces.

Figura 2.91. Caparazón de tortuga de pequeño tamaño (agosto, 1993).



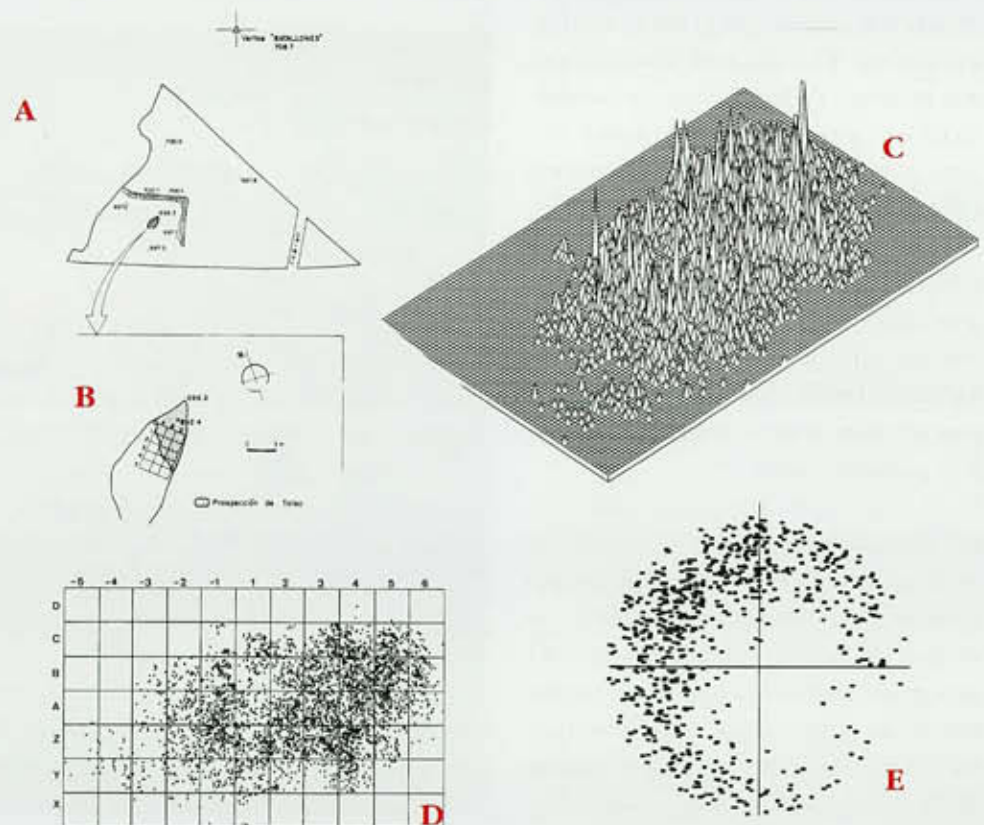
TAFONOMÍA

Una limitación importante para la interpretación tafonómica del yacimiento proviene de la destrucción parcial de los niveles superiores, realizada por la maquinaria que estaba explotando la cantera. Algunas cuestiones ya no tienen respuesta; así, desconocemos si este peculiar yacimiento afloraba o no en superficie, ya que los dos primeros metros de terreno fueron completamente desmontados, antes de la llegada de los investigadores del Museo (figuras 2.92 a y b).

Con respecto al nivel más rico podemos asegurar que existió un área de concen-

tración de huesos, responsable de la formación de la brecha ósea. Es evidente que la propia naturaleza de un yacimiento de vertebrados implica la existencia de un área de concentración de huesos; sin embargo, en los yacimientos de mamíferos fósiles asociados a sedimentos estratificados no kársticos, los huesos suelen estar mucho más dispersos en los sedimentos, mostrando por tanto una menor concentración. No obstante, este proceso de concentración o sedimentación de huesos está aún poco conocido y existen numerosos casos de brechas óseas difícilmente explicables (figuras 2.92 c y d). La acumulación de huesos se originó después de un corto proceso *postmortem* durante el

Figura 2.92. a. Situación de la explotación de sepiolita de Tolsa en el Cerro de los Batallones, con cotas topográficas. Se ha señalado la calicata realizada por la empresa, en la que se encontró el yacimiento. b. Planta de la calicata una vez limpia, y situación de las cuadrículas (primera campaña de excavación); el tramado indica la zona destruida por la maquinaria. c. Distribución de los fósiles en cuadrícula. Aparecen las ampliaciones realizadas en el conjunto de las campañas. d. Representación tridimensional de la acumulación ósea. e. Proyección estereográfica indicando la dirección y buzamiento de los huesos largos.



cual tuvo lugar un transporte escaso o nulo. Así, la existencia de conexiones anatómicas (elementos del autópodo, fragmentos de columna vertebral, cráneos articulados con mandíbulas), la buena conservación de los huesos (los huesos rotos son muy raros), sin señales de exposición a la intemperie; la ausencia de sesgos en la composición anatómica de los carnívoros; la carencia de direcciones preferentes, etc., indican que los agentes externos, fuesen bióticos o abióticos, apenas pudieron actuar. El transporte por corrientes de cadáveres (necrocinesis) puede dar características tafocenóticas similares a las aquí señaladas. Sin embargo, la composición cuantitativa nos indica claramente que, si existió este proceso, fue insignificante comparado con otros. No obstante, conviene precisar que no existe ningún ejemplar completamente articulado,



Figura 2.93. Asociación ósea en la que están representados dos individuos de *Machairodus aphanistus*, uno de ellos bastante completo. Un ejemplar subadulto de *Ambicyon aff. castellanus* y restos aislados de *Paramachairodus ogygia*. En blanco los restos correspondientes a especies indeterminadas.

existiendo muchos elementos óseos aislados. En la brecha los huesos están en contacto unos con otros, de forma que es frecuente encontrar deformaciones o roturas relacionadas con el contacto. Estos hechos sugieren que los restos óseos se debieron depositar en un sedimento que poseía una cierta plasticidad, permitiendo los reajustes y mezclas de los elementos esqueléticos (figuras 2.93 y 2.94).

Existe un sesgo drástico en la composición de la fauna, de forma que el 98% de los restos pertenece a carnívoros. Es bien conocido que los carnívoros en las biocenosis actuales constituyen una mínima parte de la biomasa, siendo su nú-

Figura 2.94. Acumulación característica del Cerro de Batallones; los huesos se disponen en brechas. De la zona que aparece en la fotografía, posteriormente se hizo un molde. Tercera campaña de excavación.

mero por unidad de superficie muy pequeño; este hecho provoca que en los yacimientos paleontológicos formados sin intervención humana, la proporción de sus restos no sean nunca superior al 10% (que es un porcentaje notablemente mayor que su porcentaje de biomasa en los medios naturales). La explicación de este sesgo sólo es posible si postulamos la existencia de algún fenómeno natural que concentró selectivamente carnívoros en un área determinada, por ejemplo, la concentración de carnívoros de varias especies en el carroño.

En nuestra opinión, y como hipótesis de trabajo, pensamos que estos hechos sólo pueden darse asociados en trampas naturales en las que los animales podían quedar atrapados y cuya agonía atraía a carnívoros, que a su vez quedaban también prisioneros, actuando la trampa como un mecanismo autoalimentado. Esto explicaría la existencia del área de concentración, de un proceso *postmortem* de corta duración y también el sesgo cuantitativo existente.

INFERENCIAS PALEOECOLÓGICAS DE LA ASOCIACIÓN DE CARNÍVOROS DEL YACIMIENTO DE CERRO BATALLONES

Mauricio Antón y Jorge Morales

ANATOMÍA FUNCIONAL Y NICHOS ECOLÓGICOS

El análisis de la asociación de carnívoros de Batallones permite obtener indicios relevantes sobre el ecosistema presente en las proximidades de la trampa natural durante el tiempo en que ésta permaneció activa.

Un primer dato a tener en cuenta es la anatomía funcional de los distintos carnívoros del yacimiento, cuyo estudio nos permite formarnos una imagen de los hábitos de alimentación y locomoción de cada especie. Estos datos nos indican qué posible nicho ecológico ocupaba cada especie, lo cual a su vez contribuye a completar la imagen global del ecosistema en que habitaban. El yacimiento de Batallones es especialmente favorable para este tipo de estudios, pues al contrario de lo que ocurre en la mayoría de los yacimientos, aquí encontramos representada la práctica totalidad del esquele-

to craneal y posteraneal de la mayoría de las especies representadas, especialmente de los carnívoros. Para hacer inferencias funcionales, es esencial la comparación con especies actuales, cuyos hábitos y ecología son conocidas. Así, en la medida en que se puedan establecer correlaciones entre la morfología y el comportamiento en las especies, podremos inferir el modo de vida de las formas fósiles (Van Valkenburgh, 1987).

La caracterización aproximada del nicho ecológico que correspondería a cada especie se describe a continuación:

1.- Ailuridae

Simocyon sp. Carnívoro de talla media, próxima a la de un lobo actual; esta especie, muy alejada de los pandas pequeños actuales, tiene la dentición premolar reducida, mientras que los molares poseen

morfología canoidea. Puede inferirse una alimentación omnívora, parcialmente carroñera.

2.- Mustelidae

Existen cuatro mustélidos; dos de ellos (las especies *Proputorius* sp. y *Sabadellictis* sp.) podrían considerarse como omnívoros terrestres semejantes a una mofeta actual. Probablemente podría ocupar gran variedad de hábitats, salvo el bosque cerrado o el desierto. Un tercero *Martes* sp. tendría una dieta más hipercarnívora, basada principalmente en pequeños mamíferos (roedores y lagomorfos). La cuarta forma está representada por una mandíbula de la talla de un tejón actual; sin embargo, no se ha conservado la dentición molar, por lo que su determinación taxonómica es imprecisa, al igual que sus adaptaciones dentarias.

3.- Amphicyonidae

Amphicyon aff. *castellanus*. Carnívoro y carroñero terrestre del tamaño de una hiena manchada africana. La dieta sería semejante a la de un lobo actual (figura 2.95), aunque con ma-



yor contenido en huesos y, por tanto, más carroña. Locomoción semiplantigrada, similar a la de un úrsido pero con mayor capacidad saltadora. Menos resistente en largas distancias que los hiénidos actuales, y por tanto, probablemente asociado a ambientes con mayor cobertura arbórea.

4.- Hyaenidae

Protictitherium crassum. Hiénido primitivo del tamaño de un pequeño zorro. Locomoción terrestre y alimentación variada, probablemente



Figura 2.96. Chacal de lomo negro, *Canis mesomelas*, en el parque nacional de Etosha, Namibia. En sus proporciones corporales y posible dieta, el pequeño hiénido *Protictitherium* se aproxima bastante a un chacal actual, y es muy posible que también se tratase de un cazador de presas pequeñas y carroñero oportunista.

dominada por pequeños vertebrados y carroña, como la de los chacaques actuales. Probablemente ocuparía hábitats variados, como los pequeños cánidos actuales (figura 2.96).

5.- Felidae

Pseudaelurus sp. 1. Felino pequeño, del tamaño de un gato montés moderno. Se alimentaría casi exclusivamente de pequeños vertebrados, aunque muy ocasionalmente podría carroñear. Locomoción escansorial (es decir, mayormente terrestre, pero buen trepador). Los pequeños felinos

Figura 2.95. Lobo ibérico (*Canis lupus*). Los lobos son eficientes cazadores de grandes mamíferos, pero también incluyen en su dieta carroña, e incluso materia vegetal. Una dieta igualmente variada se puede inferir en *Amphicyon* aff. *A. castellanus*, de Batallones, cuya talla también sería próxima a la de un lobo grande. Sin embargo, la robustez de *Amphicyon* contrastaría con la estructura grácil y cursorial del lobo actual.



Figura 2.97. Gato salvaje africano, *Felis lybica*, en el parque nacional de Chobe, Botswana. Los restos craneales y post-craneales de *Pseudaelurus* sp. de Cerro Batallones indican una gran semejanza en talla y proporciones con esta especie actual. El pequeño felino de Batallones pasaría gran parte del tiempo en el suelo, subiendo a los árboles sólo por seguridad o en persecución de alguna presa.

Figura 2.98. Una leona (*Panthera leo*) devorando los restos de una jirafa. La captura de animales grandes requiere un gran esfuerzo y a menudo es peligrosa, razón por la cual los leones, al igual que la práctica totalidad de los carnívoros, carroñean de manera oportunista cada vez que tienen la ocasión. Esta propensión al carroñeo explicaría parcialmente la variedad de carnívoros que se concentraron en una trampa natural como Cerro Batallones.



actuales toleran una amplia variedad de hábitats, incluido el desierto y el bosque cerrado; en todo caso, las patas gráciles del gato de Batallones sugieren que no sería muy arborícola (figura 2.97).

Pseudaelurus sp. 2. Felino del tamaño de un lince ibérico. Dieta dominada por pequeños vertebrados, carroñeo muy ocasional. Locomoción escansorial. Amplia gama de hábitats posibles.

Paramachairodus ogygia. Félido de dientes de sable del tamaño de un pequeño leopardo actual. Dieta basada principalmente en mamíferos medianos, carroñeo ocasional. Locomoción escansorial. Amplia gama de hábitats, pero necesitaría cierta cobertura arbórea.

Machairodus aphanistus. Félido de dientes de sable del tamaño de un león actual (figura 2.98). Dieta basada principalmente en grandes mamíferos, carroñeo ocasional. Locomoción terrestre, con cierta capacidad para trepar, que sería más limitada en los machos adultos debido a su gran peso. Hábitat igual que en el anterior.

ABUNDANCIA RELATIVA

El siguiente aspecto a tener en cuenta es la abundancia relativa de cada especie en la asociación. Esta se muestra en el cuadro 2.13, en la que están representados los individuos adultos y juveniles de cada especie.

Especies	NMI A.	NMI J.	NMI T.
Insectívoros	8	1	9
Roedoe	7	0	7
Castore	1	0	1
<i>Prolagus</i>	16	0	16
<i>Simocyon</i> sp.	2	0	2
<i>Martes</i> sp.	2	0	2
<i>Procyon</i> sp.	1	0	1
<i>Sabaellicus</i> sp.	2	0	2
Mustelidae inder.	1	0	1
<i>Amphicyon</i> aff. <i>castellanus</i>	6	6	12
<i>Protictitherium crastum</i>	9	0	9
<i>Pseudaelurus</i> sp. 1	1	0	1
<i>Pseudaelurus</i> sp. 2	2	1	3
<i>Paramachairodus ogygia</i>	17	1	18
<i>Machairodus aphanistus</i>	12	2	14
<i>Gomphotherium angustidens</i>	1	0	1
<i>Hipparion</i> sp.	4	0	4
<i>Aceratherium incisum</i>	3	0	3
<i>Microstonyx</i> sp.	0	1	1
Cervidae inder.	1	0	1
<i>Hippomeryx duriensis</i>	2	0	2
Total	98	12	110

Cuadro 2.13. Número mínimo de individuos (NMI) representado en Cerro Batallones. Abreviaturas: NMI A: ejemplares adultos; NMI J: ejemplares juveniles; NMI T: total de ejemplares.

La especie más abundante es *Paramachairodus ogygia*, un dato de por sí llamativo en vista de la escasez de este félido en todos los demás yacimientos en los que se encuentra. Con respecto a los otros carnívoros, le siguen en abundancia el félido dientes de sable, *Machairodus aphanistus*, el anficiónido, *Amphicyon castellanus*, que por su dentición parece el carnívoro mejor adaptado al carroñeo de todos los presentes en el yacimiento, y por tanto cabría esperar que hubiese caído con especial frecuencia en una trampa natural cebada con

carroña, y el hiénido *Protictitherium crassum*. Un hecho que llama especialmente la atención es la ausencia de hiénidos de gran tamaño, bien representados en otros yacimientos del Mioceno superior de la Península Ibérica.

Para las especies no carnívoras, la representación es muy baja, excepción de los lagomorfos, representados por *Prolagus crusafonti*, que con un NMI de 16 es la segunda especie más abundante (14.5%). El porcentaje de NMI de especies de carnívoros es del 59%, sensiblemente mayor que los representados en algunas trampas de carnívoros de cuevas, como Moonshiner (ca. 31%), Middle Butte (43%) o Natural Trape Cave (29.5%), acercándose más a la composición encontrada en Rancho La Brea (88 %) (White *et al.*, 1984; Wang y Martin, 1993). Como en Moonshiner y Middle Butte, en el Cerro de los Batallones existe una alta representación de lagomorfos. Es probable que la acumulación de algunos de los carnívoros de talla pequeña, en particular de los mustélidos, pudiera haber sido provocada en el curso de la persecución a los conejos (White *et al.*, 1984). Pero con respecto a la acumulación de grandes carnívoros, la similitud con las dos trampas anteriormente citadas es muy escasa (figura 2.99).

Estos datos nos sugieren algunos indicios sobre el ambiente que rodeaba a la trampa natural. La abundancia de los dos grandes félidos es un dato significativo, si tenemos en cuenta las relaciones de dominancia que se establecen en la actualidad entre félidos simpátricos (es

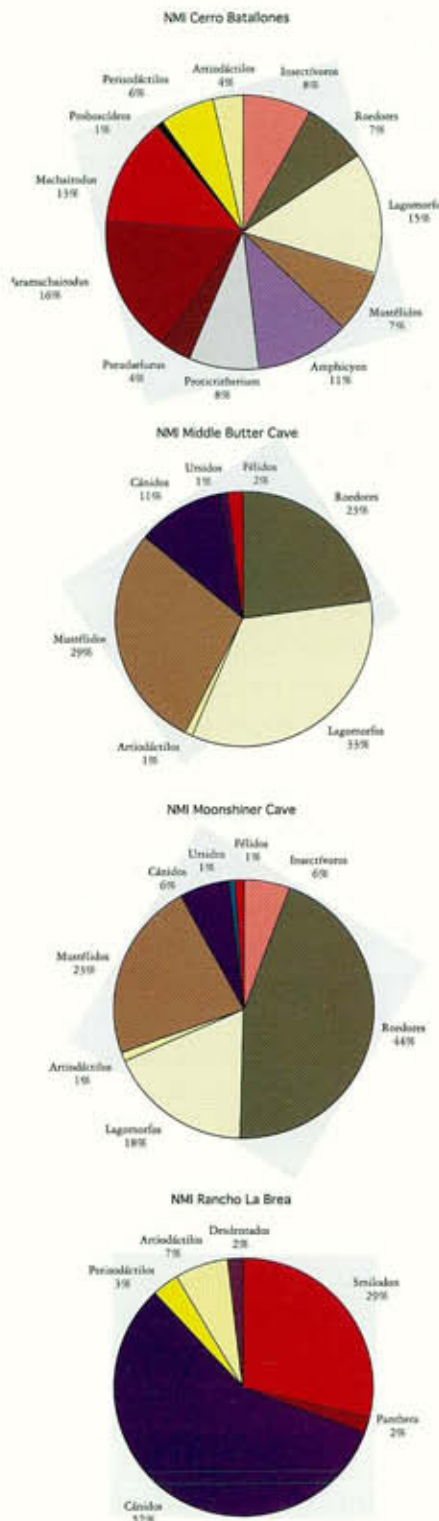


Figura 2.99. Número mínimo de individuos representado en Batallones en comparación con los yacimientos de Moonshiner Cave, Middle Butte Cave, Rancho la Brea.

decir, que ocupan el mismo hábitat simultáneamente) de talla equivalente a los de Batallones (Bailey, 1993). La fuerte competencia que existe entre leones y leopardos en África (Schaller, 1972), y entre tigres y leopardos en Asia (Seidensticker, 1976), en la actualidad, hace que la cobertura vegetal sea un factor crucial para permitir la convivencia de dos especies de talla distinta, pues permite al leopardo ocultarse e incluso poner a salvo sus capturas en las ramas de los árboles, donde los corpulentos tigres y leones tienen más dificultades para trepar. En espacios abiertos, el leopardo no puede evitar frecuentes encuentros con el predador dominante, que le arrebatara las presas y puede incluso matar al felido más pequeño, que termina siendo desplazado de la zona.

En África, la presión de los predadores dominantes como leones y hienas, hace que los leopardos establezcan sus territorios en los parches de bosque, especialmente alrededor de cursos de agua permanentes o estacionales (Schaller, 1972). Parece razonable inferir de la abundancia de *Paramachairodus* en Batallones, que la trampa estuviera situada en medio de una zona arbolada, que constituiría un hábitat óptimo para este felido. Por la misma razón, cabría explicar la escasez de este animal en los yacimientos de vertebrados más convencionales, debido a que en las acumulaciones más frecuentes los restos en general provienen de medios más abiertos, tales como llanuras de inundación.

La abundancia de *Paramachairodus* en el yacimiento es considerablemente

mayor que la de *Machairodus*, y esto podría reflejar diferencias reales en la densidad de las poblaciones de ambos felidos. En la actualidad, en zonas de Asia donde el tigre y el leopardo conviven, el primero ocupa territorios mucho mayores, lo que implica mayor densidad de población del segundo (Rabinowitz, 1989). Por otro lado, es posible que la presencia de un *Machairodus* en el interior de la trampa disuadiera a cualquier *Paramachairodus* de entrar en la misma mientras el animal mayor siguiera activo, lo que limitaría la representación de la especie menor, y por tanto es concebible que la diferencia real de densidades fuera aún mayor que la que vemos.

Las especies de carnívoros que probablemente incluirían una mayor proporción de carroña en su dieta, es decir el hienido y el anficionido, no son, sin embargo, las más abundantes en el yacimiento. Esto probablemente se debe a una combinación de factores. Por un lado, es posible que, dado su pequeño tamaño, los ejemplares de *Protictitherium* se abstuvieran de saltar al interior de la trampa mientras en ésta hubiera un carnívoro de mayor tamaño todavía activo. Este simple factor los podría haber mantenido al margen durante largos periodos, limitando su representación. Un argumento similar tal vez se aplique a las demás especies de carnívoros pequeños, que en general están peor representadas que las especies mayores, aunque su densidad real en un momento dado probablemente fuera más alta que la de aquellas. En cambio, el tamaño de *Amphicyon* lo convertía en domi-

nante sobre el resto de las especies con excepción de *Machairodus*, y este argumento no se le aplica. Es posible que su abundancia menor respecto a la de *Paramachairodus* refleje, o bien una baja densidad de población en el área próxima a la trampa, o que fuesen carnívoros fuertemente territoriales, con áreas de dominio muy amplias. De hecho, el grupo representado en Batallones es el que posee un rango de representación por edades más amplio, desde individuos muy jóvenes, hasta adultos con dentición fuertemente desgastada. Los anficiónidos de Batallones son los últimos que se conocen en la península y, también, es posible que se tratase ya de poblaciones relictas y en regresión, presionadas en parte por la competencia con los grandes félidos dientes de sable y las hienas de gran talla (Alberdi *et al.*, 1981).

AUSENCIA DE HIÉNIDOS GRANDES

La ausencia, por el momento total, de hiénidos grandes constituye un misterio. Parece evidente que, de haber estado presentes en la zona, tendrían que haber caído en la trampa, lo cual hace necesaria una explicación. Se pueden plantear varias hipótesis:

- El ambiente relativamente boscoso de la zona era desfavorable para los grandes hiénidos, que preferirían los espacios abiertos. Las hienas actuales no parecen frecuentar particularmente los bosques de galería, pero tampoco los evitan rigurosamente. En cambio, los licaones (figura 2.100) y los guepardos muestran un mayor

recelo ante estos ambientes, al menos en el Parque Kruger en Sudáfrica (Mills y Biggs, 1993). Si el ambiente que rodeaba a la trampa de Batallones era un bosque-galería, y si las hienas de la época, tales como *Lycyaena chaeretis*, eran gráciles y más semejantes funcionalmente a un licaón que a una hiena manchada actual, entonces esta hipótesis explicaría, al menos en parte, su ausencia en Batallones. Respecto a la otra gran hiena del Vallesiense superior, *Adcrocuta eximia*, sabemos que era un animal tan grande y robusto como la actual *Crocuta*, y probablemente con igual tolerancia ambiental, y según esta hipótesis sólo cabe imaginar que aún no se había producido la inmigración de este género en la época de Batallones.



Figura 2.100. Grupo de licaones (*Lycyaena pictus*) en la reserva de caza de Moremi, Botswana. Algunas especies de hiénidos grandes del Mioceno, como las del género *Lycyaena* eran animales relativamente gráciles, probablemente a mitad de camino entre un licaón y una hiena manchada actual. Es posible que estas hienas fueran en parte nómadas, como los licaones actuales, y que fueran, en gran parte, cazadoras activas. Las posibles semejanzas de comportamiento con los licaones podrían contribuir a explicar la ausencia de estos hiénidos en el yacimiento de Batallones, como se explica en el texto.

Figura 2.101. Hiena manchada (*Crocuta crocuta*) consumiendo los restos de un antílope (fotografiada en el Masai Mara, Kenia). Los hiénidos actuales incluyen una gran cantidad de carroña en su dieta, y su dentición refleja la adaptación para aprovechar incluso los huesos largos. Los hiénidos del Mioceno, en general, mostraban adaptaciones más moderadas para consumir huesos, pero sin duda, serían también bastante carroñeros. Esto hace que la ausencia de hiénidos grandes en el yacimiento de Cerro Batallones sea especialmente llamativa.



- La ausencia de grandes hiénidos era un fenómeno estacional. Como se verá más adelante, existen indicios de que la actividad de la trampa natural de Batallones pudo coincidir al menos parcialmente con una sequía prolongada. La mayoría de los grandes carnívoros actuales son territoriales y sedentarios, pero los licaones africanos son nómadas y migran de acuerdo a la disponibilidad de los recursos. Las hienas manchadas conmutan territorios cuando los ungulados migratorios abandonan la zona, pero normalmente siempre queda parte de la población en el territorio original. Esta hipótesis requiere que las hienas, si existían en la zona, tuvieran una ecología y comportamiento más semejantes a los actuales licaones que a las hienas manchadas, rayadas o pardas (Mills, 1990).

- Las hienas grandes simplemente no existían en la zona. Esta hipótesis es la más simple en apariencia, pero

presupone la existencia de alguna barrera geográfica selectiva, lo que *a priori* parece difícil. Alternativamente, se puede postular la exclusión competitiva por parte de los anficiónidos, aunque existen yacimientos, por ejemplo, Los Valles de Fuentidueña (Ginsburg, *et al.*, 1981), en que ambos grupos coexisten (figura 2.101).

DURACIÓN DEL PERIODO DE ACTIVIDAD DE LA TRAMPA

Numerosos datos tafonómicos indican que la trampa, al menos en su momento más álgido, permaneció activa durante muy poco tiempo, pero esto parece estar en contradicción con la asombrosa cantidad de individuos atrapados en un espacio tan reducido. La mayoría de los carnívoros actuales comparables con las especies fósiles de Batallones, presentan un comportamiento solitario y marcadamente territorial (con excepción de las especies equivalentes a *Proctittherium* y *Amphicyon*), lo que hace que el número de individuos de cada especie que se pueden encontrar en un área determinada y en un momento dado sea bastante pequeño. Por ejemplo, la densidad media de leopardos en un hábitat ripario (por tanto óptimo para esta especie) en el parque Kruger en Sudáfrica, era de 3,3 y 8,5 km² por individuo (en promedio, 6 km² por individuo). Si inferimos una densidad semejante para *Paramachairodus* de Batallones, la presencia de 18 individuos en la trampa (que es el número mínimo recuperado hasta la fecha) implicaría la desaparición de toda la población de estos féli-

dos, en un área de 108 km². Resulta prácticamente inconcebible que todos estos animales estuvieran atrapados en la cavidad al mismo tiempo, por no mencionar al menos catorce individuos adultos de *Machairodus*, los anficiónidos y una cantidad considerable de carnívoros menores. Al contrario de lo que ocurría en otras trampas naturales, como en Natural Trap Cave (Wang y Martin, 1993), donde al parecer los animales atrapados morían como consecuencia de una caída de varios metros, parece evidente que los carnívoros atrapados en la fisura de Batallones permanecían activos durante un cierto tiempo, como lo demuestran las marcas de mordeduras en los huesos del rinoceronte y de varios de los carnívoros.

Puesto que la duración del periodo de actividad de la trampa seguramente fue demasiado corto para el nivel de resolución que nos permite el estudio de los datos geológicos, es necesario recurrir a métodos indirectos para hacernos una idea de la posible duración mínima del episodio de atrapamiento. Una vez más tenemos que examinar la ecología y comportamiento de especies actuales comparables para crear un modelo de la mecánica de atrapamiento de carnívoros en una cavidad como la de Batallones.

El férido *Paramachairodus*, al ser el carnívoro más abundante de la asociación, es también el que más problemas ofrece para interpretar el número de individuos presentes. En los leopardos actuales, por ejemplo, existe un mosaico de territorios, donde cada hembra adulta ocupa una unidad territorial discreta (Bailey, 1993).

Sobre este mosaico se superponen los territorios de los machos adultos, cada uno de los cuáles abarca los territorios de varias hembras, generalmente dos o tres, y en algunos casos hasta seis. Aunque el solapamiento territorial entre machos adultos y entre hembras adultas es pequeño, los individuos subadultos son tolerados, especialmente en el caso de hembras subadultas y sus madres. Como resultado de esta distribución, en cada unidad territorial es posible encontrar varios individuos en un momento dado, incluyendo la hembra adulta residente, el macho adulto que comparte éste y otros territorios, y uno o más individuos subadultos. Este sistema territorial no es exclusivo de los leopardos, sino que está muy extendido entre todos los felinos actuales salvo el león y el guepardo, especies propias de espacios más abiertos, y cuyos sistemas de comportamiento, seguramente, son más derivados (Kitchener, 1991). Así pues, es posible que el sistema que observamos en el leopardo se aproxime al sistema primitivo de la familia Felidae y que, por tanto, fuera compartido por *Paramachairodus* (figura 2.102).



Figura 2.102. Leopardo (*Panthera pardus*) en la reserva de caza de Moremi, Botswana. La gran semejanza en proporciones entre *Paramachairodus* de Batallones y el leopardo actual, sugiere que la ecología de la especie fósil también sería comparable. Los leopardos son básicamente animales solitarios, y buscan refugio en zonas arboladas, evitando así la competencia con carnívoros de mayor talla, como hienas y leones.

Si aplicamos estos datos a la población de *Paramachairodus* de Batallones, podemos suponer que hasta un total de 4 individuos podrían encontrarse en las inmediaciones de la trampa natural, es decir, en un área aproximada de unos 5 km² (Bailey, 1993; Kitchener, 1991), en un momento dado, y podrían haber sido atraídos por el cebo e incluso quedar todos atrapados en la cavidad. Ahora bien, el NMI recuperado hasta el momento es más de cuatro veces superior a esa cantidad, y es probable que queden por recuperar bastantes individuos más. Así pues, la pregunta relevante es ¿cuánto tiempo tardarían en llegar los ocupantes de territorios circundantes a la zona?. Esto lo podemos inferir a partir del estudio de los movimientos de los félidos actuales dentro de sus territorios, y en particular la duración de las rondas y la renovación de las marcas olorosas y visuales en los límites territoriales. En leopardos, jaguares y tigres parece que el tiempo que tarda cada individuo en recorrer la totalidad de su territorio es del orden de un mes. Hay indicios de que estas magnitudes temporales no son dependientes del tamaño del animal y de su territorio, pues al parecer los animales más pequeños, que tienen territorios menores, realizan también desplazamientos diarios menores (Rabinowitz, 1989). Otro dato relacionado con el anterior es el tiempo que tarda en producirse la ocupación de un territorio que queda vacante tras la muerte de un individuo. En los casos que se han estudiado, concretamente en jaguares y tigres, la sustitución ocurre también en el plazo aproximado de un mes (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Sunquist, 1981). En el

caso de los leopardos de Kruger, Bailey (1993) afirma que la sustitución es prácticamente inmediata.

Estos datos sugieren que en el plazo de un mes como máximo, es posible que el macho adulto y la hembra adulta residente más cercanos a la zona de la trampa, podrían haber completado sus respectivas rondas territoriales, y constatando la presencia de un territorio vacante, ocupándolo seguidamente. La población flotante de subadultos en fase de dispersión probablemente también ocuparía la zona rápidamente.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SUSCEPTIBILIDAD DE ATRAPAMIENTO

Los datos tomados en las campañas de atrapamiento y marcaje durante el estudio de leopardos en el parque Kruger en Sudáfrica (Bailey, 1993) nos dan valiosa información sobre los factores que afectan a la propensión de los félidos a caer en trampas cebadas. Los leopardos eran atrapados mediante jaulas-trampa cebadas con carne. A diferencia de la cavidad de Batallones, las trampas de Bailey sólo podían contener un ejemplar a la vez, pero por otro lado, cada ejemplar podía caer un número indefinido de veces en las jaulas, cosa que evidentemente no era el caso en Batallones. La semejanza básica entre las jaulas cebadas y la cavidad de Batallones es que en ambos casos se ofrece la posibilidad de una comida fácil, pero en unas circunstancias que suscitan la desconfianza del animal, el cual sólo vence sus resistencias a entrar en la trampa si se dan una serie de condicionantes (principalmente, un hambre

extrema). Parece razonable suponer que la mayoría de los carnívoros atrapados entró en la trampa atraídos por la carroña, por propia voluntad y no por accidente. Un patrón distinto se observa en el yacimiento del Pleistoceno de Natural Trap Cave, donde la mayoría de los animales parecen haber sido víctimas de caídas accidentales desde una altura de muchos metros (Wang y Martin, 1993). Dicho yacimiento muestra una abundancia mucho mayor de herbívoros, a pesar de que en parte debió funcionar también como trampa de carnívoros cuando estos rondaban la entrada de la cavidad atraídos por el olor de los cadáveres acumulados en el fondo.

Factores estacionales

Uno de los datos más significativos que muestran las estadísticas de atrapamientos del estudio de Bailey es la variación estacional. Los leopardos eran mucho más fáciles de capturar durante la estación seca, con un esfuerzo promedio de 15 días-trampa por cada ejemplar capturado, en comparación con los 45 días-trampa necesarios durante la estación húmeda. Esta diferencia se atribuye a la mayor dificultad que tienen los leopardos para capturar presas en época de sequía, mientras que la época de lluvias coincide con la temporada de cría de los ungulados, que proporciona a los felinos abundancia de presas relativamente fáciles. Otro hecho relacionado es el mayor solapamiento territorial que se produce durante la sequía entre los leopardos del Parque Kruger. Si un fenómeno similar ocurría entre los *Paramachairodus* de Batallones, aumentaría las probabilidad

des de que más individuos pasaran por las inmediaciones de la trampa y pudieran caer en ella.

Si el ritmo normal de sustitución territorial mencionado más arriba nos sugiere que era posible que alrededor de cuatro individuos quedaran atrapados cada mes (siendo necesarios algo más de cuatro meses para obtener los 18 individuos contados hasta la fecha), la presencia de una sequía prolongada podría haber aumentado dicha frecuencia de atrapamientos. En cualquier caso, conviene tener en cuenta que durante parte del tiempo de actividad de la trampa, ésta estaría ocupada por individuos de *Machairodus* y *Ambicyon* que, hasta su muerte por inanición u otra causa, serían un factor disuasorio para la entrada de *Paramachairodus*, lo que disminuiría a su vez el ritmo de atrapamientos, aunque la sustitución territorial se hubiera producido ya.

INTERPRETACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POR EDADES

La distribución por edades varía considerablemente entre las distintas especies de carnívoros representados en Batallones (cuadro 2.13), lo que confirma el carácter de trampa natural de la acumulación, y nos indica que la selección de los individuos atrapados se debía principalmente a factores de comportamiento. Una vez más, la comparación de las distribuciones encontradas en el yacimiento con los patrones de comportamiento observados en carnívoros actuales, nos permite aportar datos sobre el mecanismo de formación de la acumulación.

Un dato interesante del estudio de leopardos de Bailey es que las hembras con crías dependientes siempre se mantenían a distancia de las trampas. Si las hembras de *Paramachairodus* mostraban una prudencia similar durante la crianza, ello explicaría la casi total ausencia de individuos con dentición de leche en Batallones. En el caso de *Machairodus* se han recuperado restos de dos individuos con dentición de leche, pero el número escaso no parece sugerir un comportamiento diferente del inferido para el otro macairodontino. En el caso de *Ambicyon*, como hemos señalado, la representación por edades es mucho más equilibrada, y parece que los individuos juveniles acompañarían a los adultos durante la prospección de alimento. Esto podría indicar un comportamiento similar al de los úrsidos actuales, donde los cachorros (entre 1 y 3, normalmente 2) acompañan a la madre desde una edad muy temprana (unos 3 meses) hasta que tienen entre 1,5 y 2,5 años. La práctica totalidad de los individuos de *Protictitherium* recuperados hasta el momento corresponden a ejemplares adultos, la mayoría con un desgaste considerable de la dentición. Esto sugiere que los individuos jóvenes no participaban en la prospección de alimentos, y es tentador pensar que las crías permanecieran en un sistema de madrigueras como en los hiénidos actuales. Es difícil interpretar la presencia de un individuo juvenil de *Pseudaelurus* sp.1, dado lo pequeño de la muestra, pues en todo caso cabe suponer que el comportamiento de esta especie sería similar al del resto de los félidos, especialmente teniendo en cuenta su gran semejanza con los pequeños felinos actuales.

CONCLUSIONES

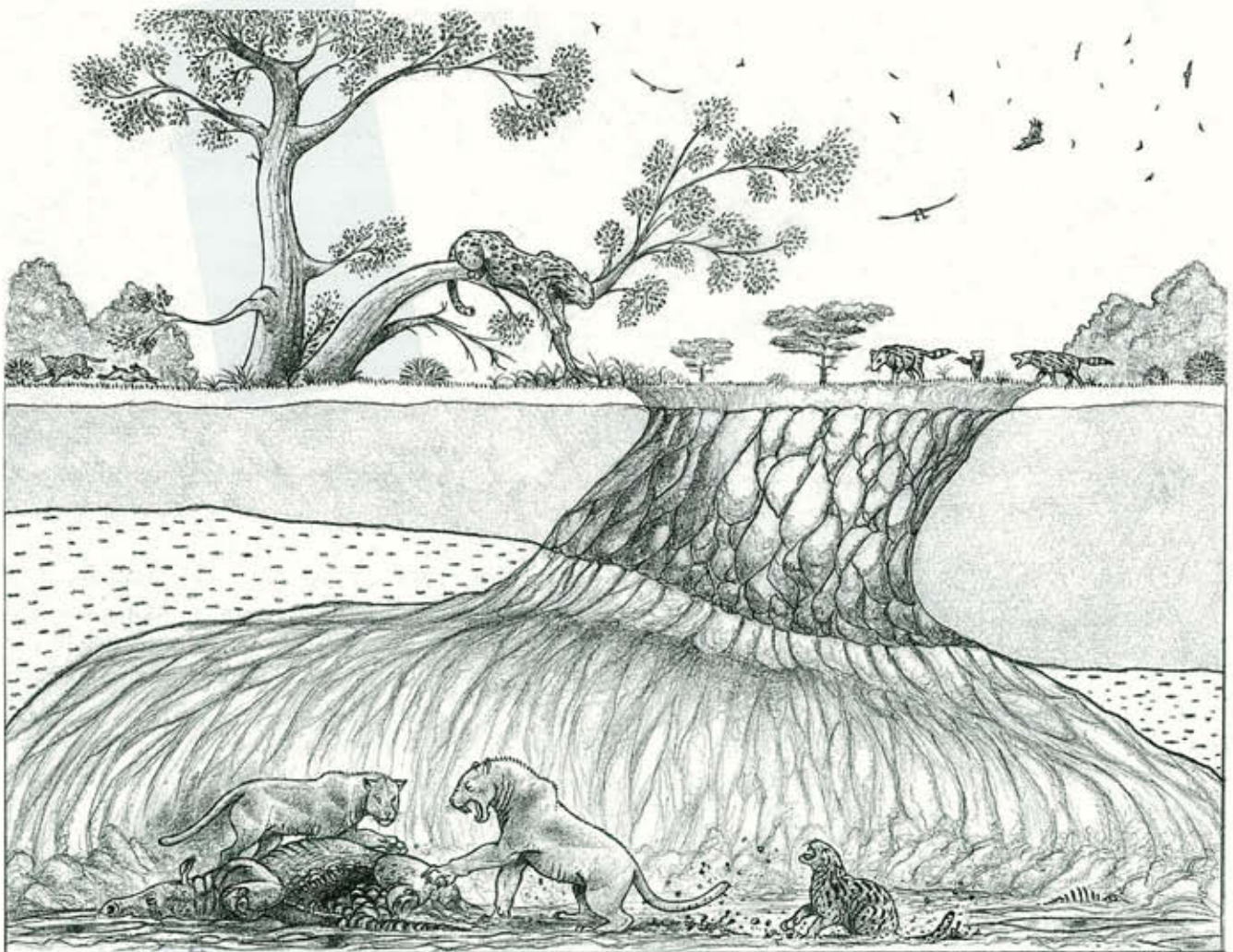
El conjunto de datos expuestos nos permiten confeccionar un modelo sobre el funcionamiento de la trampa natural de Batallones (figura 2.103). Se trataría de una cavidad de paredes lo bastante inclinadas (probablemente extraplomadas), y con la suficiente profundidad como para impedir la salida de individuos adultos de especies que estaban tan capacitadas para el salto como cualquier tigre o leopardo actual. Por otro lado, no debía ser tan profunda como para disuadir a los carnívoros de saltar en primer término. Incluso dadas estas condiciones, determinadas circunstancias, tales como una prolongada sequía, pudieron contribuir a aumentar la propensión de los carnívoros a correr el riesgo de entrar en la trampa. Algunos rasgos de la asociación de carnívoros, en particular la gran abundancia de *Paramachairodus* en asociación con *Machairodus*, sugieren que el ambiente en la inmediata proximidad de la trampa debía ser relativamente arbolado, pues en otro caso es improbable que el félido de menor tamaño pudiera prosperar. Por analogía con las pautas de sustitución territorial observadas en felinos actuales, cabe suponer que las bajas producidas en la población de *Paramachairodus* por los sucesivos atrapamientos, podrían ser subsanadas en un plazo breve, de magnitud mensual. Esto, asociado a la posibilidad de que hasta 4 individuos ocuparan una unidad territorial en un momento dado, permite aventurar que el NMI obtenido hasta el momento se acumulara en un periodo del orden de unos 4 meses. Una escasez inusual de

recursos pudo precipitar aún más la confluencia de ejemplares en la zona de la trampa, a causa de unos desplazamientos más amplios de cada individuo y una mayor superposición territorial, fenómenos que se han observado en leopardos actuales durante épocas de sequía.

La distribución por edades en los félidos es coherente con un modelo de trampa de carnívoros, porque no presenta los rasgos de mortalidad catastrófica o atricial. Además, se observan notables diferencias en la distribución por edades

entre las distintas especies de carnívoros, que seguramente reflejarían a su vez diferencias en la etología de cada especie, y sus reacciones específicas ante el estímulo de la trampa natural. Así la escasez de individuos juveniles entre los félidos sería coherente con la edad tardía en la cual los cachorros se incorporan a la actividad de buscar alimentos. En cambio, los cachorros de osos actuales siguen a su madre durante la prospección a partir de los tres meses, y un modelo similar parece indicado por la abundancia relativa de ejemplares juveniles de *Amblicyon*.

Figura 2.103. Reconstrucción de la trampa natural del Cerro de los Batallones. En el interior de la cavidad aparecen dos adultos y un juvenil del félido *Machairodus*, alimentándose del cadáver de un rinoceronte del género *Aceratherium*. En el exterior, a la derecha, se observa un grupo de hiénidos primitivos del género *Protictitherium*. Sobre el árbol hay un félido del género *Paramachairodus*, y a la izquierda, persiguiendo a un lagomorfo (*Prolagus*), aparece el pequeño félido *Pseudaelurus*. Los buitres sobrevuelan la zona.



IMPORTANCIA Y FUTURO DEL YACIMIENTO DE CERRO DE LOS BATALLONES

Jorge Morales y Dolores Soria

Por todo lo expuesto en este trabajo es evidente que nos encontramos ante un yacimiento excepcional que debemos proteger con todos los medios posibles. Al respecto, se ha propuesto a la Comunidad de Madrid la declaración de Sitio Paleontológico, habiéndose enviado la documentación pertinente, con delimitación exacta de las áreas de protección (figura 2.104).

Las coordenadas U.T.M. del área en la que se sitúa el yacimiento y para las que se demanda la máxima protección son:

LONGITUD	LATITUD
439210	4447580
439240	4447580
439240	4447560
439210	4447560

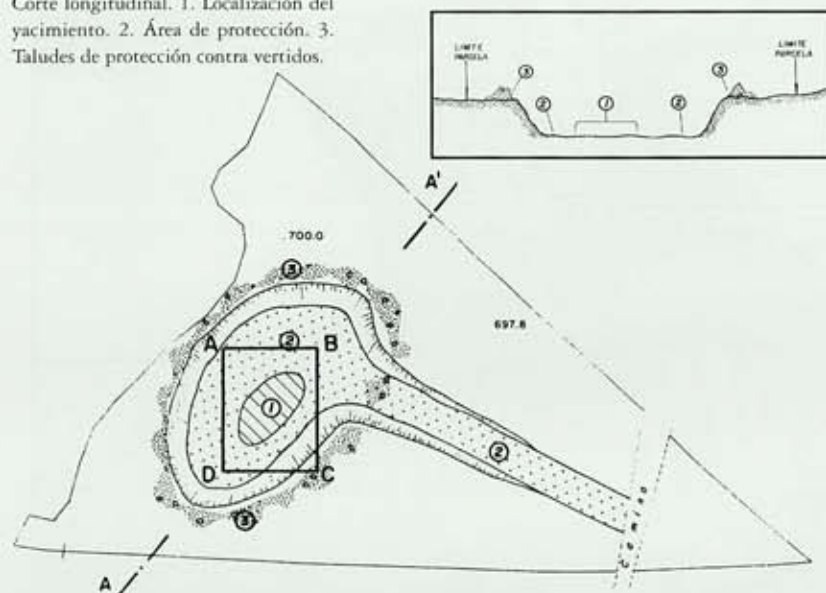
Este área de 600 m² circunscribe ampliamente el yacimiento, que tiene una forma elipsoidal con el eje mayor de 18 m y el eje menor de 9m.

En la actualidad el yacimiento está convenientemente tapado y existe un acceso directo desde el camino existente con taludes de protección para evitar los vertidos (figura 2.104).

En previsión de una posible área de uso se ha propuesto una ampliación del área de protección que alcance los 1200 m² (figura 2.105). Las coordenadas U.T.M. de este zona son:

LONGITUD	LATITUD
439205	4447585
439245	4447585
439245	4447555
439205	4447555

Figura 2.104. Área de protección propuesta para el yacimiento del Cerro de los batallones. A. Vista en planta. B. Corte longitudinal. 1. Localización del yacimiento. 2. Área de protección. 3. Taludes de protección contra vertidos.



Es importante señalar que quedan muchos análisis y estudios por realizar; son tantos y tan variados los datos de campo obtenidos, que sólo con el concurso de un nutrido grupo de investigadores, durante varios años, podremos obtener unos resultados dignos de la calidad de este excepcional yacimiento.

Lo mismo puede afirmarse para los estudios taxonómicos y sistemáticos de la abundante fauna obtenida, que sin duda vendrán a cambiar las ideas actuales sobre los carnívoros del Mioceno. La escasez de cráneos completos es un hecho general en la mayoría de los yacimientos de vertebrados fósiles, que aquí en Cerro de los Batallones, afortunadamente, no se cumple. El estudio de

la anatomía craneal de estos carnívoros permitirá aportar novedades importantes para la sistemática del grupo (por ejemplo, el conocimiento de la región auditiva y del basicráneo de los primeros hiénidos). Asimismo, conoceremos con gran precisión sus adaptaciones locomotoras, ya que poseemos una representación de todo el esqueleto postcranial de la mayoría de los carnívoros encontrados y, además, perteneciente a varios individuos.

Con todo, la importancia del yacimiento no queda agotada con el estudio de su fauna, sino que aumenta al encontrarnos ante un yacimiento cuya formación no responde a los procesos normales

responsables de la génesis de la mayoría de los yacimientos. Así, como ocurre en casi todas las ciencias, los acontecimientos inusuales nos permiten acceder a informaciones únicas e irrepetibles que contribuyen a mejorar el conocimiento de los procesos generales; en nuestro caso, a entender mejor los procesos de formación de los yacimientos de vertebrados.

Sin ánimo de exagerar, el yacimiento del Cerro de los Batallones se convertirá en los años sucesivos en uno de esos pocos yacimientos que son conocidos a nivel mundial, con enormes posibilidades no sólo científicas sino también socioculturales.



Figura 2.105 - Vista del yacimiento ya cerrado. En la actualidad, los taludes de sedimento ya se han normalizado y cubierto de vegetación.



EL CUATERNARIO

INTRODUCCIÓN

El Cuaternario es la última de las Eras de la escala geológica; su duración no alcanza los 2 últimos millones de años, ya que el límite inferior que se acepta generalmente y que lo separa del Terciario es 1,64 Ma, aunque algunos autores lo llevan hasta 1,8 millones de años antes de la actualidad. La justificación de una Era de tan corta duración, cuando es comparada con el Terciario (ca. 65 Ma) o con el resto de las Eras, aún más largas, se debe a diversos hechos. Por una parte, el desarrollo de periodos de intenso frío denominados glaciaciones, con crecimiento espectacular de los casquetes polares, razón por lo que a esta Era se la conoce también como la «Edad del Hielo». Sin embargo, hoy conocemos que estos periodos de frío se remontan al final del Terciario, y además no son exclusivos del final de la historia de la Tierra, sino que se han producido cíclicamente cada 200 Ma.

Sin duda, la individualización del Cuaternario como Era proviene de la visión antropocéntrica con la que contemplamos todo los procesos que nos rodean; así, durante mucho tiempo, se vió al Cuaternario como el tiempo en el que el Hombre se había originado, emprendiendo el proceso de transformación que le ha llevado al desarrollo de sociedades complejas. Hoy también sabemos que la historia del Hombre es bastante más antigua, y que la individualización de los homínidos se produjo bastante pronto durante el Plioceno inferior, hace más de 3 Ma.

No obstante, el Cuaternario sigue siendo visto como un periodo especial, tanto por lo anotado anteriormente, como por el hecho de que los procesos geológicos ocurridos en ese tiempo y las faunas que han vivido en esa época se encuentran mejor conservados y menos transformados por procesos geológicos posteriores, siendo, por tanto, más accesibles a su investigación. Por esto, el estudio del Cuaternario nos informa de manera más completa sobre un aspecto esencial, que es la comprensión de los procesos biológicos y geológicos más recientes, por lo que su conocimiento es imprescindible para el conocimiento de los procesos naturales de Eras pasadas, de la naturaleza actual y de su evolución futura.

DIVISIONES DEL CUATERNARIO

El Cuaternario fue dividido por Lyell en 1839 en Pleistoceno y Holoceno, denominaciones que han llegado hasta la actualidad; otras divisiones como Diluvial y Aluvial, o Glacial y Postglacial han quedado en desuso.

Las divisiones basadas en los episodios glaciales detectados en el valle del río Danubio (cronología alpina; Günz, Mindel, Riss, Würm) han tenido una difícil aplicación fuera del área geográfica en la que se definieron, y por esta razón se tiende a dividir al Pleistoceno en tres partes más convencionales: Pleistoceno inferior, medio y superior. Los límites con respecto al Plioceno y entre las divisiones internas son objeto de continuo debate. Como hemos mencionado, nosotros seguimos el cri-

CUATERNARIO

Manuel Hoyos y Jorge Morales

terio de separar Plioceno de Pleistoceno a los 1,6 Ma aproximadamente, dato que coincide con el techo del epi-

sodio magnetoestratigráfico de Olduvai, la magnetozonas Gauss y Matuyama (figura 2.106).

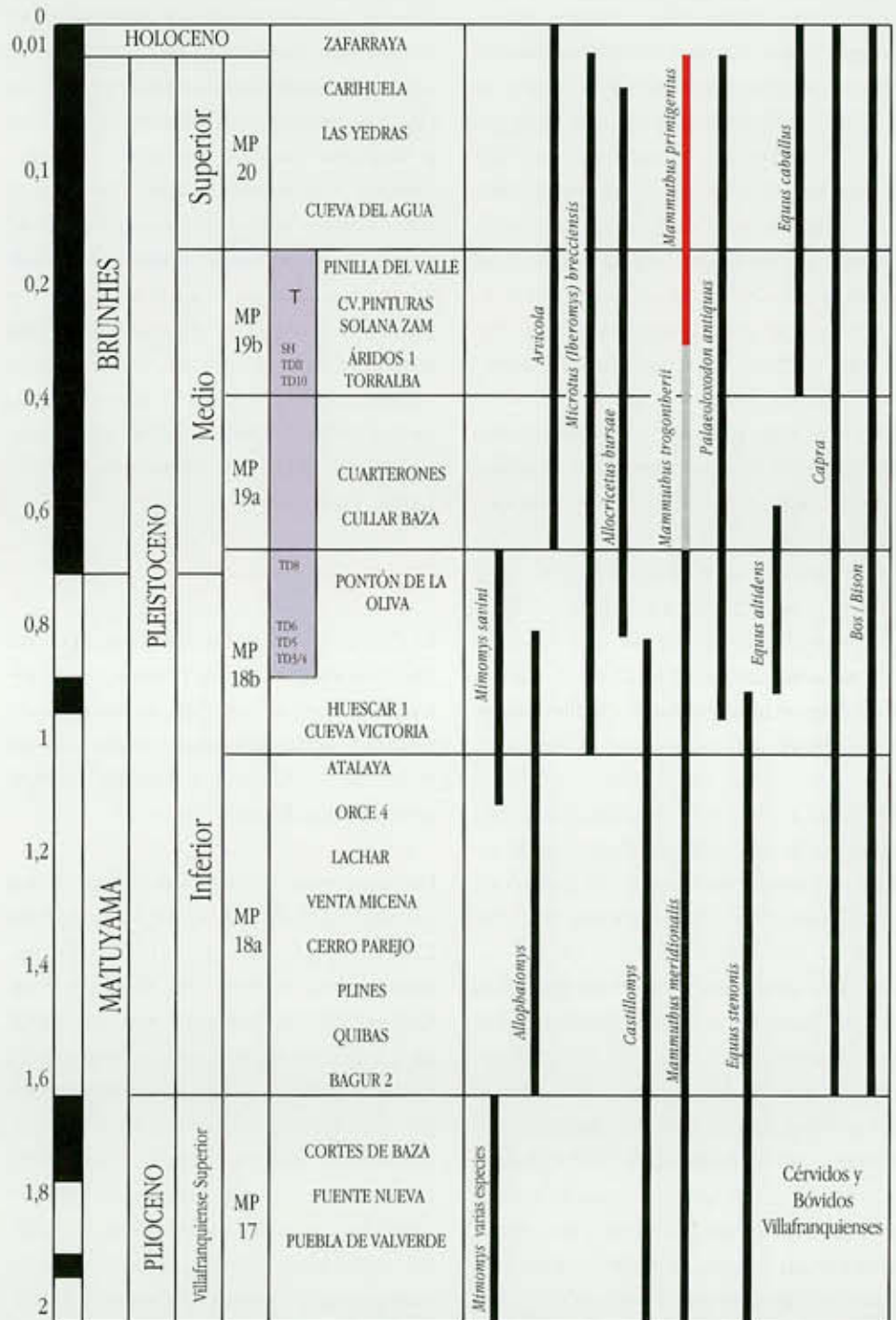


Figura 2.106. Cronología y bioestratigrafía del Cuaternario continental de España. El comienzo del cuaternario está marcado por un cambio faunístico de gran envergadura. Para Ruiz Bustos, algunas de las especies clasificadas como *Allophaiomys* deberían incluirse en el género *Arvicola* (*A. dencaillon*, *A. chalinai*). En azul niveles registrados en el complejo kárstico de Atapuerca.

La separación entre el Pleistoceno inferior y medio varía entre los 780.000 años, límite entre las magnetozonas Matuyama/Brunhes, hasta los 950.000 años, tiempo en el que se detecta un corto periodo de polaridad normal, denominado Jaramillo, dentro de la magnetozona Matuyama.

La separación entre el Pleistoceno medio y superior se sitúa aproximadamente hace 128.000 años, coincidiendo con la transgresión Eemiense en el Mediterráneo y con el último periodo interglaciar Riss-Würm de la cronología alpina.

Finalmente, el límite Pleistoceno-Holoceno, se sitúa al final de la última gran pulsación fría, datada aproximadamente hace 10.000 años.

Existe un gran problema a la hora de integrar las faunas españolas dentro de la cronología cuaternaria. Algunos autores han propuesto diferentes escalas bioestratigráficas, a la manera de lo hecho en el Neógeno, pero las dificultades son notablemente mayores. A la dispersión geográfica de los yacimientos, se une la dificultad de realizar un control litoestratigráfico preciso de los mismos, pues, mientras en el Neógeno predominan los yacimientos lacustres-palustres con secuencias litoestratigráficas amplias y bien definidas, en el Cuaternario son muy frecuentes los yacimientos kársticos y los asociados a terrazas fluviales, con secuencias sedimentarias cortas y de mayor dificultad de correlación. Las mejores secuencias cuaternarias españolas, por la abundancia y calidad de los datos, son las obtenidas en la Depresión Bética

(Ruiz-Bustos, 1991, 1993, 1997; Ruiz-Bustos y Martín-Algarra, 1991) y la del complejo kárstico de Atapuerca (Aguirre, 1998). En el caso del Cuaternario de Madrid, además de los problemas señalados hay que añadir que la mayoría de los yacimientos fueron deficientemente prospectados desde un punto de vista estratigráfico y paleontológico, y hoy la mayoría ya destruidos, es casi imposible datarlos con precisión.

La propuesta bioestratigráfica de Ruiz-Bustos (1997) tiene la ventaja de su gran sencillez y precisión; propone tres biozonas para el Pleistoceno, coincidentes con cada una de las divisiones cronológicas: MP 18 correlativa con el Pleistoceno inferior, MP 19 con el Pleistoceno medio y MP 20 con el Pleistoceno superior.

La biozona MP 18 está caracterizada por el caballo *Equus stenonis granatensis*, y los roedores arvicólidos, *Arvicola deucalion*, *Arvicola ruffoi* y *Euphatomys azarai*. La localidad de referencia elegida es Venta Micena. La biozona MP 19 comenzará en la Depresión Bética con la inmigración del cricétido *Allocricetus bursae*, y se definirá por la asociación de *Equus sussenbornensis*, *Equus altidens* y el arvicólido *Arvicola mosbachensis*. La localidad de referencia elegida es Cúllar-Baza. Finalmente, la biozona MP 20 se caracterizará por la asociación de *Arvicola cantiana*, *Arvicola terrestris*, *Equus caballus*, *Cervus elaphus* y *Mammuthus primigenius*. La localidad de referencia es la fisura kárstica de Las Yedras, lo que sin duda es una dificultad.

Un inconveniente de esta propuesta es la larga duración de las biozonas propuestas, 800.000 años para la MP 18 y 600.000 años para la MP 19. Así, faunas como Huéscar 1 son bastante diferentes de las de Venta Micena, y en cierta manera transicionales entre las del Pleistoceno inferior y medio; y lo mismo se puede afirmar para las faunas situadas en la parte alta del Pleistoceno medio, que son bastante diferentes de las de Cúllar-Baza. Una alternativa puede encontrarse en los conjuntos faunísticos de Aguirre (1989) o Aguirre y Morales (1989). El problema desde un punto de vista de la microfauna de vertebrados ha sido recientemente discutido por Sesé y Sevilla (1996).

En la bioestratigrafía utilizada (figura 2.106) la biozona MP-18 ha sido dividida en dos subzonas; MP-18a marca el inicio del cuaternario, caracterizada por la aparición de los arvicólidos sin raíces dentarias (arrizodontos). Las faunas de esta subzona conservan elementos arcaicos particularmente en los carnívoros. La subzona MP-18b agrupa a una serie de yacimientos con faunas transicionales entre las del Pleistoceno inferior y Pleistoceno medio, bien representadas en los niveles inferiores de Gran Dolina (complejo kárstico de Atapuerca). A este conjunto pertenecen los yacimientos de Huéscar 1, en Guadix-Baza, Cueva Victoria en Murcia, y probablemente, los del Pontón de la Oliva y Prado-Guatén en Madrid, que representan las faunas cuaternarias más antiguas de la Comunidad. La persistencia de *Mimomys savini*, las últimas faunas con *Castillomys*, la aparición de *Microtus (Iberomys) brecciensis*,

y en los niveles de Atapuerca la de *Allocrietus*, caracterizan a esta subzona.

La subzona MP-19a representada en Cúllar-Baza y Cuarterones (cuenca de Guadix-Baza) se caracteriza por la desaparición de numerosos taxones típicos del Pleistoceno inferior, junto con la aparición de *Arvicola mosbaquensis*, siendo frecuente la presencia de *Allocrietus bursae*. Una segunda, MP-19b puede reconocerse con relativa facilidad, marcada por la aparición del caballo moderno (*Equus caballus*) y especies de mamíferos muy próximas a las actuales.

El Pleistoceno superior significa la instalación de la fauna actual pero todavía persisten elementos típicos de la fauna de grandes mamíferos como son elefantes, rinocerontes y grandes carnívoros, cuya extinción marca el comienzo del Holoceno.

LAS FAUNAS CUATERNARIAS DE MAMÍFEROS

Para las faunas de mamíferos españolas, y en general las europeas, el Cuaternario fue un tiempo de cambio, de forma que las asociaciones, aún de tipo subtropical, que todavía se hallan en los yacimientos pliocenos, fueron sustituidas paulatinamente por faunas de carácter más templado.

El cambio fue progresivo, sin que existan indicios de grandes crisis faunísticas, hasta que hace aproximadamente 1,8 Ma, se detecta un fuerte periodo de extinciones que afectó especialmente a las asociaciones de mamíferos fitófagos,

cérvidos y bóvidos villafranquienses (figura 2.107), extinguiéndose, entre otras, formas tan comunes y típicas como las gacelas (*Gazella borbonica*). Al mismo tiempo aparecen especies de mamíferos de tipo cuaternario (*Allophaiomys*, *Cervus*, etc.).

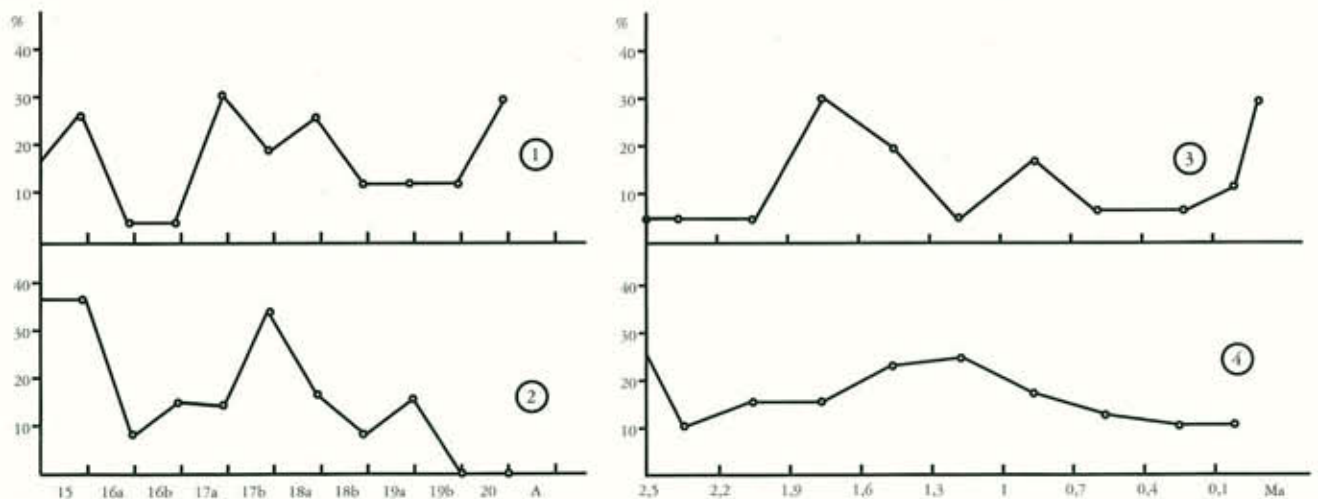
A lo largo del Pleistoceno las nuevas formas van sustituyendo a las antiguas; una crisis faunística de rango menor que la anterior se produce hace aproximadamente 800.000 años, durante la transición del Pleistoceno inferior al medio. Según Ruiz-Bustos (1997) coincidirá con el momento más álgido de frío, en el que en España entrarán especies inmigrantes de Europa central, como *Allocricetus bursae* o *Equus sussenbornensis*. Esto parece posible para las zonas Béticas, pero la entrada de nuevas faunas podría atribuirse a un cambio climático, coincidente con la desaparición o, al menos disminución de las barreras geográficas creadas por los hielos, que habría favorecido la instalación

de faunas de tipo centroeuropeo, no necesariamente frías.

Finalmente, hace unos 18.000 años, antes del comienzo del Holoceno, se produce lo que ha sido llamado «la extinción de la megafauna de mamíferos», que en España supone la desaparición de los grandes mamíferos herbívoros, como elefantes, mientras que los rinocerontes ya lo habían hecho unos milenios antes, y con ellos los grandes cazadores como hienas y grandes félidos.

Se puede concluir que a lo largo del Pleistoceno existe una pérdida en diversidad, al menos en lo referente a mamíferos de gran talla, de forma que, aunque existe una renovación sostenida, las tres épocas de extinciones del Pleistoceno no fueron seguidas por inmigraciones faunísticas de igual magnitud. El resultado es la pobre fauna actual de grandes mamíferos que habita la Península Ibérica, ciertamente lejana de la que existió antes del inicio del Cuaternario.

Figura 2.107. Apariciones y extinciones de grandes mamíferos (carnívoros, proboscídeos, perisodáctilos y artiodáctilos) registradas en las faunas cuaternarias de España. Gráficos 1 y 3 reflejan extinciones, 2 y 4 apariciones. En el eje de ordenadas: porcentajes de apariciones y extinciones sobre el total de los géneros registrados. En eje de abscisas: 1 y 2, biozonas neógenas y cuaternarias, 3 y 4, edades absolutas. En el gráfico 3 se puede apreciar como destacan tres episodios mayores de extinción, que corresponden de izquierda a derecha: transición Plioceno-Pleistoceno, transición Pleistoceno inferior-medio, y límite Pleistoceno-Holoceno.



EL CUATERNARIO DE MADRID

Existen dos cuestiones previas importantes antes de hablar directamente sobre el Cuaternario de Madrid. Por una parte, y tal como hemos señalado, el Cuaternario, desde un punto de vista formal, comienza hace 1,64 Ma. Pero, por otra, en la cuenca del Tajo, (que incluye la Comunidad de Madrid), al igual que sucede en las otras grandes Depresiones Ibéricas, poco antes de esta edad existe un cambio drástico en las características fisiográficas de la cuenca, que hasta este momento presentaba un aspecto llano con escasos desniveles, en el que abundaban lagos, lagunas y charcas alimentadas por aguas procedentes de los sistemas montañosos que circundaban la cuenca (Sistema Central, Montes de Toledo y Sierra de Altomira). El cambio se manifiesta en el paso de un sistema sedimentario endorreico, como el descrito, a un sistema exorreico, en el que las aguas procedentes de los relieves se organizan en una red fluvial incipiente que dará lugar posteriormente a la red fluvial actual. La instalación de ésta supuso, por tanto, una transformación profunda en la geografía de la cuenca, tanto por el desmantelamiento progresivo de los depósitos previos que da lugar a la aparición de los valles actuales, como por la generación de depósitos fluviales asociados a ellos, generalmente encajados unos en otros formando lo que se denominan terrazas fluviales.

No está claro que ambos acontecimientos, uno artificial, la fijación del comienzo del Cuaternario, y otro natural, la

instalación de un régimen sedimentario exorreico, hayan coincidido temporalmente en la cuenca de Madrid. Indirectamente, se conoce que la sedimentación de carácter «Terciario» pudo finalizar durante el Villafranquiense, aproximadamente entre 2,5 a 2 Ma (Pérez-González *et al.*, 1989); pero la formación de la Raña (grandes abanicos aluviales de escasa pendiente coincidentes con los inicios del encajamiento de la red fluvial), y de los primeros depósitos de terrazas fluviales no poseen una datación directa en la cuenca; la Raña posiblemente es posterior al Villafranquiense superior (MN 17 en la escala biostratigráfica de Mein), lo que de alguna manera vendrá a coincidir con el gran cambio faunístico reconocido en España para este tiempo, y que supuso el fin de la fauna pliocena y el comienzo de las faunas cuaternarias.

LA SEDIMENTACIÓN CUATERNARIA Y LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS

La instalación de la red fluvial de Madrid ha sido un fenómeno complejo controlado por directrices estructurales previas, que en unión del factor litológico han influido decisivamente en la evolución geomorfológica, dando lugar a una serie de formas características debidas a las distintas competencias ante la erosión de los materiales miocenos, y su comportamiento frente a las deformaciones causadas por la tectónica y/o halocinesis (deformación producida por el movimiento de masas salinas). El factor estructural, representado por nuevos movimientos tectónicos de fracturas anteriores al Cuaternario controla

las direcciones fundamentales de la red de drenaje, por lo que los ríos más importantes adaptan su curso a estas discontinuidades existentes en el basamento de la Cuenca de Madrid, dando lugar a lineaciones morfoestructurales, como pueden ser los escarpes en yesos que enmarcan sus valles (Silva y Hoyos, 1989).

Dentro de la Comunidad de Madrid, los depósitos cuaternarios más antiguos están representados por los sedimentos de las Superficies de Acumulación, que con forma de extensos planos inclinados, encajados sucesivamente en escalera, descienden desde los bordes del Sistema Central hacia los valles de los ríos Tajo y Henares, que fueron los primeros en establecerse. Son formas de enlace entre los ríos y los relieves. Los depósitos sedimentarios de estas superficies raramente alcanzan potencias mayores de 4 m, estando constituidos por arenas arcósicas similares a las terciarias. La más antigua de estas superficies, equivalente a la superficie de la Raña de la zona oriental, ocupa un espacio de tiempo importante sin restos faunísticos, ya que desde la edad estimada de ésta hasta los depósitos fluvio-kársticos del Lozoya (Pontón de la Oliva) con faunas del final del Pleistoceno inferior hay, hasta ahora, cerca de un millón de años sin registro paleontológico.

En una etapa posterior a la red inicial formada por los ríos Tajo y Henares, se les unen los cursos casi perpendiculares de los ríos Jarama, Manzanares y Guadarrama, que se encajan en las superficies anteriores a favor de fracturas

previas de direcciones aproximadamente Norte-Sur.

Un caso particular en la evolución de la red hidrográfica es el río Manzanares, que hasta las proximidades de Villaverde Bajo presenta un sistema de terrazas similar al de los otros ríos de la Comunidad; pero, a partir de ahí, durante todo el Pleistoceno inferior, su cauce continuaba por la depresión de Prado-Guatén, cambiando su curso en el Pleistoceno medio hacia su valle actual por causas tectónicas (Silva *et al.*, 1998). Por tanto, en dicha depresión se encuentran las terrazas antiguas, de +85 m hasta 40m, esta última con *Mammuthus meridionalis*. En el actual valle inferior sólo aparecen terrazas por debajo de los 20m, con faunas del Pleistoceno medio y superior.

Los depósitos más típicos del Cuaternario de Madrid están constituidos por depósitos fluviales formados por cantos, gravas, arenas, limos y arcillas que dan lugar a formas aplanadas y en escalera adosadas a los márgenes de los valles constituyendo lo que se denominan terrazas fluviales (figura 2.108 a y b). La formación de terrazas no ha sido continua a lo largo del Cuaternario, ya que entre dos de ellas hay siempre una fase de erosión, pero aunque muchas han desaparecido por erosión, sobre todo las más antiguas, las secuencias de los ríos principales Tajo, Henares, Jarama, Guadarrama y Manzanares son suficientemente representativas de la evolución geomorfológica de la Comunidad. Las terrazas mejor conservadas se encuentran a partir del co-

mienzo del Pleistoceno medio (ca. 780.000 años).



Figura 2.108. Terraza del Pleistoceno medio de Arriaga. a) Vista general de la zona de excavación. b) Detalle de uno de los cortes.



Como hemos mencionado, la red fluvial de Madrid está fuertemente condicionada por las discontinuidades del basamento y, como no, por la estructura de los bordes de la cuenca, en particular la Sierra de Madrid (Sistema Central) y los Montes de Toledo. Así, la red principal discurre en dirección NE-SO, casi paralela a la Sierra de Madrid. Excepción a esta norma son los valles de los ríos Manzanares y Jarama que se disponen casi perpendiculares a esta dirección predominante.

Dos tipos de estructuración de terrazas pueden reconocerse en la Cuenca de Madrid:

Uno formado por terrazas escalonadas y

colgadas unas con respecto a otras. Por lo general, presentan un número elevado de plataformas aluviales, por ejemplo, las del Río Henares, con más de 20 niveles. De éstas, la más alta se sitúa a +210 m sobre el cauce actual. Estas características se encuentran en los ríos Jarama, Manzanares y Guadarrama. El segundo, también presenta terrazas escalonadas, pero las inferiores y bajas están solapadas o son complejas, con inversión de las mismas en largos tramos fluviales; esto ocurre en el Río Manzanares aguas abajo del municipio de Madrid, en el Alberche en su salida a la Depresión, y en la confluencia Jarama-Tajo. En el primer caso es evidente la existencia de un control tectónico por elevación de un bloque de la cuenca; en las del segundo tipo, este control habrá sido realizado en función de la composición evaporítica del sustrato (Pérez-González *et al.*, 1989).

La cronología o edad de estas terrazas es sólo relativa basándose en las dataciones efectuadas a partir de los yacimientos paleontológicos y arqueológicos que se han encontrado en ellas. Tentativamente, Silva y Hoyos (1989) sitúan las terrazas de los ríos Manzanares, Jarama y Tajo de la siguiente manera: en el Holoceno, los niveles inferiores a los 5 m de altura relativa respecto al nivel actual; entre los 5 y 20 m corresponderán al Pleistoceno superior; entre los 20 y 80 m al Pleistoceno medio; y por encima de los 80 m al Pleistoceno inferior. Correspondiendo al Plio-Cuaternario el resto de las superficies (erosión y/o depósito) relacionados con el encajamiento de la red fluvial.

Otras formas de enlace, entre superficies y terrazas, son los glacis con o sin depósito, que generalmente, forman parte de la morfología disimétrica de los valles: en una ladera con terrazas fluviales y en la otra con glacis (Pérez-González *et al.*, 1989).

Es evidente que el proceso de formación de depósitos de superficies y glacis no favorece la formación de yacimientos paleontológicos, y hasta ahora no se conocen vestigios de fauna en ellos, ya que los yacimientos se forman en zonas con características sedimentarias muy diferentes.

En la Comunidad de Madrid son escasos pero ricos en fauna los depósitos fluvio-palustres y lacustres, como son los de Redueña, pertenecientes al Pleistoceno medio, cuyas calizas, fangos y arenas conservan macro y microvertebrados, así como gasterópodos.

Los depósitos cuaternarios con yacimientos paleontológicos más abundantes en diversidad se encuentran bien en terrazas fluviales asociadas a procesos neotectónicos, que dan lugar a procesos de subsidencia con lo que la velocidad de sedimentación es rápida y favorece la conservación de la fauna. Este es el caso de los areneros del valle inferior del Manzanares (La Aldehuela, Arriaga, etc., con faunas del Pleistoceno medio final), o de los del Jarama cerca de su confluencia con el río anterior (Áridos 1).

Las terrazas y llanuras aluviales son los sedimentos con mayor número de yacimientos cuaternarios en Madrid. No

conviene olvidar que la mayoría de estos hallazgos se han producido como consecuencia de la intensa explotación a la que han estado y están sometidas las terrazas fluviales para la obtención de áridos. Desde los niveles más antiguos datados, como los de la Depresión de Prados-Guatén; con un posible *Mammuthus meridionalis*, y probablemente pertenecientes al Pleistoceno inferior final (Silva *et al.*, 1988), hasta prácticamente la actualidad (Sesé y Soto, en este volumen) existe una secuencia faunística casi continua. No obstante, nuestro conocimiento de la misma es muy limitado, debido a la escasa calidad de los muestreos realizados y a la escasa atención (salvo contadas excepciones) dedicada al estudio de la fauna cuaternaria de Madrid.

Los sedimentos kársticos de la zona calcárea del Noreste de la Comunidad son también ricos en yacimientos paleontológicos; este es el caso del yacimiento fluvio-kárstico del Pontón de la Oliva (figura 2.109), yacimiento que

Figura 2.109. Vista general del Pontón de la Oliva. En este área se localizan importantes yacimientos con fauna pleistocena: Pontón de la Oliva, Cueva de las Pinturas y Cueva del Reguerillo.



RED FLUVIAL YACIMIENTOS - FAUNAS

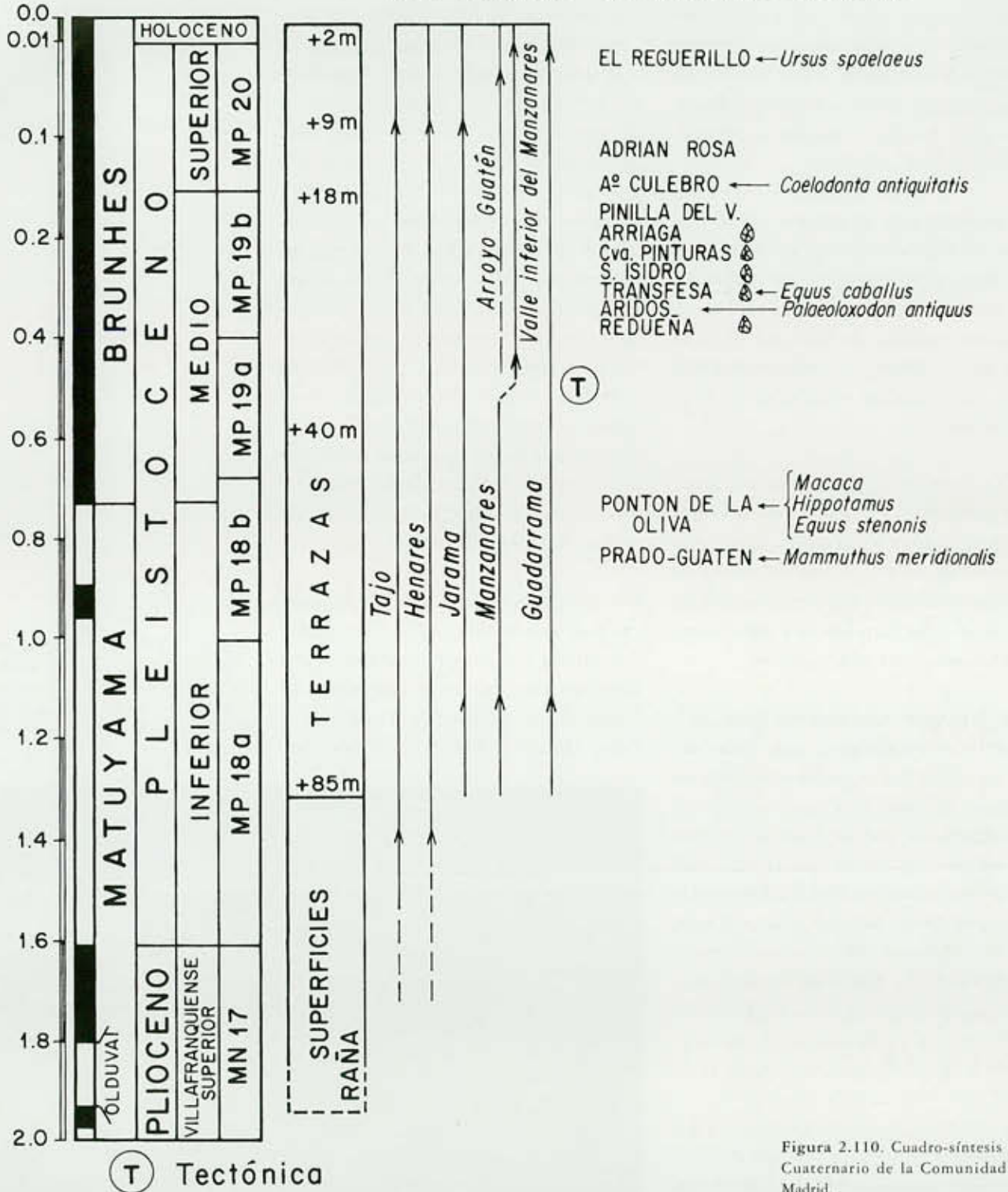


Figura 2.110. Cuadro-síntesis del Cuaternario de la Comunidad de Madrid.

puede considerarse como el más antiguo de la Comunidad de Madrid y que corresponde a la terraza de +45 m del río Lozoya, datado como final del Pleistoceno inferior (Cabra *et al.*, 1983; Sesé y Ruiz-Bustos, 1992). En el mismo karst se encuentra el yacimiento de micromamíferos de la Cueva de Las Pinturas, edad Pleistoceno medio (Sesé y Ruiz-Bustos, 1992), la Cueva del Reguerillo (figura 2.110) con fauna del Pleistoceno superior, y la serie fluvio-palustre de Redueña que con una potencia de más de 100 m es una de las

áreas más prometedoras para los estudios cuaternarios en la Comunidad de Madrid. La información paleontológica sobre la serie de Redueña es aún limitada, pero parcialmente corresponde al Pleistoceno medio (Cabra *et al.*, 1983). El resto de los yacimientos del área de la Sierra de Madrid poseen una génesis similar a los del karst del Pontón de la Oliva, estando ligados a procesos kársticos más recientes, tal es el caso de Pinilla del Valle (Alfárez y Molero, 1982; Alfárez *et al.*, 1982) de edad Pleistoceno medio-final.



Figura 2.111. Una de las entradas de la Cueva del Reguerillo. En este complejo kárstico existen diferentes concentraciones con mamíferos del Pleistoceno inferior (fotografía Javier Larios).

VERTEBRADOS DEL PLEISTOCENO DE MADRID

Carmen Sesé y Enrique Soto

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Madrid hay muchos yacimientos del Cuaternario, algunos de los cuales se conocen ya desde mediados del siglo pasado, como el yacimiento de San Isidro (Ezquerro, 1850) que fué cita obligada para muchos trabajos posteriores.

La mayoría de los yacimientos del municipio de Madrid han desaparecido por la edificación urbana y la explotación de áridos para la construcción en los areneros. No es el caso de algunos de los yacimientos que están fuera del área urbana de Madrid, como el de Pinilla del Valle (Alfárez *et al.*, 1982) que ha podido ser objeto de continuadas excavaciones sistemáticas durante años sin el apremio que suponen las circunstancias mencionadas.

No se tiene la misma información de todos los yacimientos. Así por ejemplo, de la mayoría de los descubiertos y estudiados hasta mediados de este siglo, prácticamente sólo se recuperaron los restos de grandes mamíferos, por lo que la información paleontológica que suministran está sesgada por el tamaño y es, por lo tanto, parcial. Esto se debía fundamentalmente a que en las excavaciones arqueológicas y paleontológicas clásicas sólo se recuperaban las piezas fósiles apreciables a simple vista. Lo mismo sucedía en los areneros, en donde los obreros o el personal que prospectaba la zona (labor de recuperación encomiable que realizaron en este sentido personal de la brigada de campo de la Sección Arqueológica del Museo

Municipal durante muchos años), sólo recuperaban los restos fósiles de tamaño relativamente grande. Es por ello que, aunque en la mayoría de los yacimientos que se van a citar a continuación hay casi siempre restos de grandes mamíferos, eso no quiere decir que no pudiera haber en ellos otros muchos taxones e incluso pequeños vertebrados. Sólo la aplicación sistemática en España, a partir de los años 70, de las técnicas de lavado-tamizado de sedimento y la observación con lupa binocular del residuo resultante para seleccionar las piezas fósiles de pequeño tamaño, permitieron recuperar los restos de los animales de pequeña talla. En este sentido, hay que destacar el trabajo de excavación tan completo que se realizó en el yacimiento de Áridos en los años 80, en el que también se aplicaron las mencionadas técnicas, y que dió lugar a una monografía que recopila exhaustivamente todo tipo de información geológica, arqueológica y paleontológica (Santonja *et al.*, 1980).

Algunos de los yacimientos de Madrid, tienen mayor interés arqueológico que paleontológico. De éstos, aquellos en los que la fauna es muy fragmentaria y no permite obtener ningún resultado bioestratigráfico, se han agrupado al final bajo el epígrafe de "yacimientos de edad incierta del Cuaternario".

El estudio de las asociaciones faunísticas de estos yacimientos desde un punto de vista bioestratigráfico ha permitido, en muchos casos, la datación relativa de los mismos. En algunos casos, como el Arenero del Arroyo del

Culebro, a partir de la fauna, se identificaron dos asociaciones de diferente edad, que permitieron aclarar un problema geológico de solapamiento de terrazas (Soto y Sesé, 1991).

Exceptuando unos pocos yacimientos que están al norte de la provincia de Madrid (Pontón de la Oliva, Pinilla del Valle, Cueva de las Pinturas, El Reguerillo, Redueña), el resto están al sur, la mayoría en las terrazas del río Manzanares o tributarios del mismo (como por ejemplo, el Arroyo del Culebro), y unos pocos en las terrazas del río Jarama (como Áridos y Ciempozuelos).

Hay fundamentalmente dos tipos distintos de yacimientos: yacimientos kársticos, que aparecen en rellenos de arcillas rojas que proceden de la descalcificación de sustratos calizos, y yacimientos estratificados formados generalmente en facies fluviales y lacustres de ambiente reductor, sobre todo margas verdosas y lignitos. Los primeros (como el Pontón de la Oliva, la Cueva de las Pinturas, El Reguerillo, Pinilla del Valle) presentan una asociación faunística diferente por lo general de las de los yacimientos estratificados. En los primeros, la fauna que se encuentra es la que vivía en un medio tan específico como una cueva o un alero (osos, murciélagos, etc.) o bien procede de aportes externos, generalmente por predación de animales carnívoros, aves rapaces y/o el hombre, o por fenómenos geológicos (arrastre gravitacional, agua, etc.). Mientras que en el segundo tipo de yacimientos, los animales que se encuentran están asociados a medios más

abiertos (llanuras de inundación, terrazas, zonas con cierta vegetación, etc.), muchos de los cuales podían vivir e incluso morir *in situ* (como parece el caso de muchos de los animales que se han recogido en Áridos), o su presencia se puede deber a la predación (humana o por otros animales) y/o aportes por fenómenos geológicos.

Este trabajo pretende ser una síntesis actualizada de todos los hallazgos realizados hasta ahora en la provincia de Madrid, trabajo que no existía si se exceptúa el anteriormente hecho por Soto y Sesé (1991) con las faunas de mamíferos del Municipio de Madrid y que es de obligada referencia para el conocimiento del Pleistoceno de Madrid. En el presente artículo se han incluido todos los vertebrados: peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. No obstante, y debido fundamentalmente a los problemas anteriormente expuestos, sólo se han recuperado restos de microvertebrados en los yacimientos que han sido objeto de una excavación sistemática, por lo que su conocimiento es menos completo que el de los macromamíferos.

El orden elegido para presentar los yacimientos y sus faunas ha sido su antigüedad temporal en la escala de los tiempos geológicos: desde el Pleistoceno inferior hasta el Pleistoceno superior. Dentro de cada gran división del Pleistoceno (inferior, medio y superior) se han situado primeramente los yacimientos con fauna más representativa y edad más fiable dejando para el final del apartado los de edad más imprecisa. Pero la sucesión presentada en este tra-

bajo no implica necesariamente una ordenación secuencial cronológica en todos los casos, pues muchos de ellos pueden ser correlacionables y otros tienen una edad poco precisa.

Para las divisiones del Cuaternario, periodo de tiempo geológico que comienza hace aproximadamente 1,6 millones de años, hemos seguido los criterios cronológicos y bioestratigráficos de Sesé y Sevilla (1996) y Aguirre (1989), trabajos que realizan respectivamente la síntesis de los micromamíferos y vertebrados del Cuaternario de España. Hemos abordado únicamente los yacimientos de vertebrados pertenecientes al Pleistoceno, omitiendo los del Holoceno, periodo que comienza hace unos 10.000 años, cuyo interés es más arqueológico que paleontológico.

De cada yacimiento se da la situación geográfica y su estratigrafía, tan detalladamente como lo permite la información disponible en cada caso; la asociación faunística de vertebrados, revisada taxonómicamente en algunos casos (especialmente las determinaciones antiguas) según los criterios científicos actuales; un resumen con los comentarios sobre los aspectos más relevantes del yacimiento (descubrimiento, estudio, etc.), fauna y conclusiones bioestratigrá-

ficas, paleoecológicas y paleoclimáticas; todo ello documentado con las referencias pertinentes. De los yacimientos de los que hay publicaciones detalladas relativamente recientes y fácilmente disponibles, como por ejemplo, la monografía de Áridos (Santonja *et al.*, 1980), se ha dado sólo un breve resumen. De aquellos que han sido objeto de varias publicaciones y/o que por la antigüedad de las mismas pueden ser de difícil acceso, se ha esbozado lo más interesante de cada una de ellas.

Hemos creído de interés también referirnos a aspectos relevantes de divulgación y anecdóticos. En ese sentido cabe mencionar, por ejemplo, la reconstrucción de la parte anterior del elefante antiguo que se realizó a finales de los años 50 con el material encontrado en el yacimiento de TRANSFESA, y que puede verse desde entonces en la sala de exposiciones permanentes del Museo Nacional de Ciencias Naturales como muestra de la gran riqueza del patrimonio paleontológico de Madrid.

YACIMIENTOS Y FAUNAS

Pleistoceno inferior

Pontón de la Oliva

Situación y estratigrafía:

El yacimiento del Pontón de la Oliva (también llamado Cueva de los Huesos) es un yacimiento kárstico que se localiza en las proximidades de Torrelaguna, en las calizas cretácicas que afloran en la margen derecha



Figura 2.112. Canino de *Ursus*.sp. Pontón de la Oliva.

del valle del Lozoya, a la altura del embalse del Pontón de la Oliva, a unos 40 m sobre el nivel del cauce actual.

Fauna:

Mamíferos

Crocidura cf. *russula*

Myotis cf. *myotis*

Plecotus cf. *auritus*

Rhinolophus cf. *mebelyi*

Microtus cf. gr. *arvalis-agrestis*

Microtus cf. *brecciensis*

Apodemus sp.

Hystrix cf. *major*

Oryctolagus sp.

(Sesé y Ruiz Bustos, 1992)

cf. *Pachyrocata brevirostris*

Ursus sp.

Dicerorhinus sp.

Equus cf. *stenonis*

Hippopotamus sp.

Macaca sp.

Bovini indet. (*Bos/Bison*)

Cervidae indet.

(Alberdi y Morales en: Cabra *et al.*

1983; Aguirre, 1989)

Comentarios sobre la fauna, edad y paleoclimatología:

Entre los micromamíferos, la relativa diversidad (tres especies) y abundancia de restos de quirópteros no es sorprendente al tratarse de un yaci-



Figura 2.113. Premolar de *Pachyrocata brevirostris*, Pontón de la Oliva.

miento kárstico en donde muchas veces son frecuentes sus hallazgos en relación con el hábitat cavernícola de la mayoría de las especies que aquí aparecen.

La asociación faunística, fundamentalmente los macromamíferos, indican una edad del final del Pleistoceno inferior. La presencia de puercoespín, que siempre aparece ligado a un clima relativamente cálido, y de rinolofo mediano, que actualmente tiene una distribución mediterránea, indican una condiciones relativamente cálidas (figura 2.114).

Figura 2.114. Reconstrucción del paisaje del yacimiento del Pontón de la Oliva (Pleistoceno inferior). Realizado por Mauricio Antón.



Pleistoceno Medio

Transfesa

Situación:

Junto a los talleres y en terrenos de la empresa TRANSFESA, junto a la estación de ferrocarril de Villaverde Bajo.

Estratigrafía:

Los restos del elefante antiguo, así como gran abundancia de piezas de industrias líticas, se encontraron

sobre un nivel de cantos rodados, y estaban fosilizados por las margas que se superponen a este nivel detrítico. En un nivel de arenas algo superior se encontraron los restos de la otra fauna que se cita a continuación.

Fauna:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Praedama sp.

Bovidae indet.

Equus caballus (figura 2.115)

*Elephas (Palaeoloxodon) antiquus
platyrbinchus*

Figura 2.115 P₂ y P₃ de *Equus caballus*. Transfesa, en Villaverde Bajo.



Comentarios sobre el yacimiento, fauna, edad y paleoclimatología.

Es muy notable la abundancia de restos de elefante antiguo que se encontraron en el yacimiento clásico. Durante la excavación realizada en 1958 se recuperaron del elefante, un cráneo casi completo con los dos molares implantados en los maxilares, las dos defensas completas, la mandíbula inferior completa con los dos molares, un omóplato, los huesos largos de las extremidades anteriores y parte de las posteriores, diversas vértebras, costillas, etc. Este material pertenecería al menos a dos individuos diferentes, y se utilizó para realizar la reconstrucción de la mitad anterior del esqueleto del elefante que se exhibe desde finales de los años 50 en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (Meléndez, 1958; Meléndez y Aguirre, 1958).

El tamaño de las piezas fósiles del elefante antiguo de este yacimiento,

con unas defensas cuyas longitudes son de 250 cm la derecha y de 240 cm la izquierda, permiten suponer para este gran mamífero una alzada de 4,5 m.

Praedama de TRANSFESA es la única cita de este cérvido en los yacimientos del Pleistoceno de Madrid. Se trata de un megacerino del grupo "verticornis" característico del Pleistoceno medio. Según Kahlke (1969) *Praedama* es un cérvido indicador de un medio estepario.

La morfología poco evolucionada del elefante antiguo y la presencia del mencionado megacerino confieren al yacimiento un carácter arcaico dentro del Pleistoceno medio que podría corresponder al límite Bihariense-Oldenburgiense (Aguirre, 1968; 1969; Andrés y Aguirre, 1974; Soto y Sesé, 1987 a y b).

Menéndez Amor y Florschütz (1963) realizaron el análisis polínico del yacimiento deduciendo la existencia de bosques de pinos con un porcentaje escaso de otras especies leñosas predominando los espacios ocupados por arbustos y herbáceas.

Recientemente, durante el verano de 1996, prácticamente en el mismo lugar del yacimiento clásico, aunque no necesariamente en el mismo nivel, en terrenos de la empresa TRANSFESA (actualmente TAFESA), se realizó, bajo la dirección de Isabel Baquedano, una excavación de urgencia ante la inminente construcción de edificios, encontrándose niveles *in situ* con industria del paleolítico y restos fósiles de vertebrados del Pleistoceno medio (Silva *et al*, 1997).

Áridos 1

Situación:

La gravera de Áridos S.A. en la que se encuentran los yacimientos de Áridos 1 y 2, está situada en el Km. 2,400 de la Ctra. de Chinchón. Geográficamente se encuentra en la orilla izquierda del río Jarama, a menos de 3 Km. al SE de su confluencia actual con el Manzanares. Ambos se sitúan en la terraza de +15 / 20 m en facies de llanuras de inundación siendo el más rico en fauna el de Áridos 1.

Estratigrafía:

En la cantera de Áridos se han reconocido cuatro unidades litoestratigráficas denominadas Arganda I, II, III y IV (Pérez González en: Santonja *et al.*, 1980). En la unidad más inferior, Arganda I, y a su techo, se sitúan los yacimientos de Áridos 1 y 2.

Fauna de AR-1:

Peces

Anguila anguila

Esox lucius

Alosa sp.

Barbus sp.

Leuciscus cephalus

Chondrostoma sp.

Carassius (?)

(Morales en: Santonja *et al.*, 1980)

Anfibios

Pelobates cultripes

Rana ridibunda

Bufo bufo

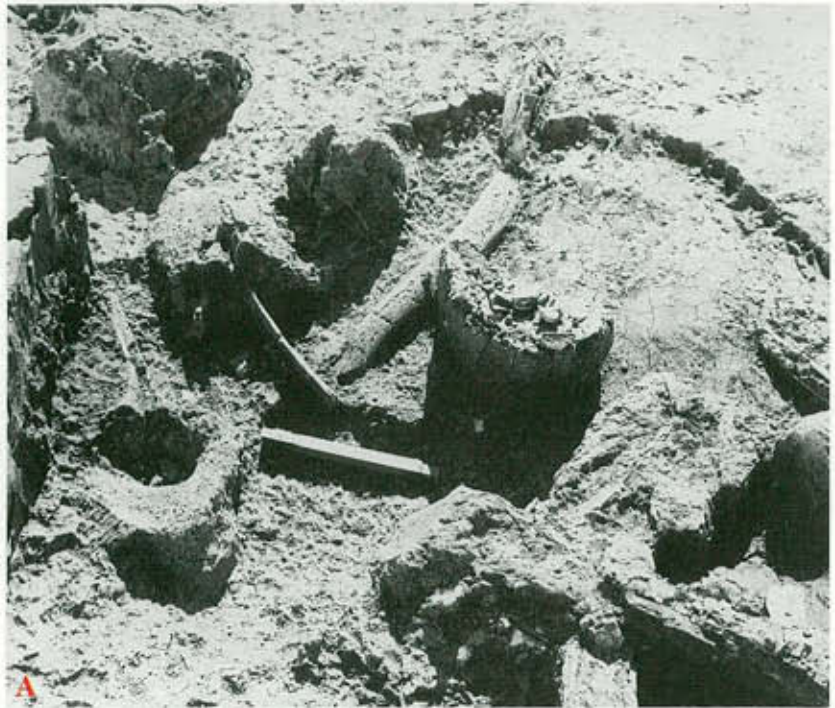


Figura 2.116. Yacimiento de Áridos I. a) Vista de una de las cuadrículas. b) Restos de un esqueleto articulado de elefante. Ambas, cortesía de Manuel Santonja .

Discoglossus pictus
 aff. *Alytes*
Hyla arborea / meridionalis
 (Sanchiz y Sanz en: Santonja *et al.*,
 1980)
 Reptiles
Elaphe cf. scalaris
 Colubrinae indet.
Lacerta cf. lepida
Lacerta sp.
 (Sanchiz y Sanz en: Santonja *et al.*,
 1980)
Emys orbicularis
 (Jiménez Fuentes en: Santonja *et al.*,
 1980)
 Aves
Anas platyrhynchos
Anas crecca
Anas clypeata
Accipiter nisus
Alectoris grecca/rufa
Perdix palaeoperdix
Porzana porzana
Columba oenas
Columba palumbus

Strix aluco
Upupa epops
Picus viridis
Dendrocopos major
Galerida cristata
Hirundo rustica
Turdus pilaris
Turdus iliacus
Parus cristatus
Coccothraustes coccothraustes
Corvus monedula
 (Mourer-Chauviré en: Santonja *et al.*,
 1980)
 Mamíferos
Sorex sp.
Crocidura aff. russula
Pipistrellus sp.
 Vespertilionidae indet.
Castor fiber
Eliomys quercinus
Allocricetus bursae
Microtus brecciensis
Arvicola cf. sapidus
Apodemus cf. sylvaticus
Lepus sp.
Oryctolagus cf. lacosti
 (López Martínez en: Santonja *et al.*,
 1980)
 Canidae indet.
 (Morales y Soria en: Santonja *et al.*,
 1980)
Sus sp.
Cervus elaphus
 Bovidae indet.
Elephas (Palaeoloxodon) antiquus
 (Soto Rodríguez en: Santonja *et al.*,
 1980)
 Fauna de AR-2:
Elephas (Palaeoloxodon) antiquus
 (Soto Rodríguez en: Santonja *et al.*,
 1980)

Figura 2.117. Lavado de sedimentos en el yacimiento de Áridos. Noviembre, 1976. Cortesía de Manuel Hoyos.



Comentarios sobre el yacimiento, fauna, edad, paisaje y paleoclimatología:

Aunque en la gravera de Áridos S.A. los primeros hallazgos faunísticos (casi todos restos fósiles rodados y fragmentados correspondientes al elefante antiguo) se realizaron en 1968 y 1969 (Pérez González *et al.*, 1970), las excavaciones sistemáticas se realizaron entre 1971 y 1976 (figuras 2.116, b y 2.117), fruto de las cuales es la monografía que recoge todos los datos geológicos y hallazgos paleontológicos y arqueológicos (Santonja *et al.*, 1980).

En ambos yacimientos se encontró una abundante industria lítica del Paleolítico inferior correspondiendo a varios sitios de ocupación achelenses.

En el yacimiento de Áridos 2 se encontraron numerosos restos en conexión anatómica de un individuo adulto de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* con numerosas piezas líticas claramente asociadas.

Es bastante excepcional una asociación tan variada y rica como la hallada en Áridos 1, tanto de grandes mamíferos (sobre todo elefantes) como de pequeños vertebrados (fundamentalmente micromamíferos) si se compara con las de otros yacimientos lacustres como Ambrona (en donde abundan los primeros) o Cúllar Baza (en donde abundan los segundos).

En cuanto a la edad del yacimiento, la asociación faunística es característica del Pleistoceno medio avanzado.

El yacimiento de Áridos 1 es una tafocenosis autóctona que se deposi-

tó en condiciones de energía muy baja con escasa dispersión de los elementos. Entre los vertebrados hay numerosos individuos jóvenes de mamíferos y sin embargo de individuos adultos entre las aves y vertebrados inferiores. Por la presencia de huesos en conexión anatómica y ausencia de otros predadores, la acumulación de restos es atribuida a la predación no selectiva del hombre paleolítico.

En general, la fauna indica un predominio de biotopos de espacios descubiertos de pradera o estepa sobre los espacios cubiertos de bosque ripícola, chaparral o garriga. El paisaje que sugiere la fauna es de un gran bosque ripícola ocupando la llanura de inundación del río, con árboles altos, claros y praderas, que se reduciría en las laderas hasta convertirse en terreno abierto. El clima que sugiere la fauna sería similar al actual aunque con más precipitaciones dado que habría un curso de agua con mayor caudal y una llanura aluvial recorrida por canales secundarios y con charcas.

San Isidro

Situación y estratigrafía:

Está en el camino alto de San Isidro, cerca del cementerio.

De los seis niveles que distinguió Obermaier (1916) solo dos son fosilíferos: el b y el c.

Fauna:

Nivel b:

Mamíferos

Bovidae indet.

Nivel c:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Bovidae indet.

Equus caballus

*Elephas (Palaeoloxodon) antiquus
platyrhinchus*

Comentarios sobre el yacimiento, fauna y edad:

Este yacimiento, actualmente agotado, tiene un interés histórico adicional pues es el primer yacimiento del Cuaternario madrileño que se conoce en la literatura científica ya desde mediados del siglo pasado (Ezquerro, 1850) y que fue por tanto cita obligada para numerosos autores posteriores. Algunas de las piezas encontradas, en su mayoría perdidas actualmente y de las que sólo quedan algunas con escaso valor taxonómico en el ITGE, fueron figuradas por Prado (1862). Graells (1897) creó la denominación de *Elephas platyrhinchus* para los restos encontrados en este yacimiento, que posteriormente Osborn (1942) y Aguirre (1969) aceptan como denominación subespecífica. Como el

antiguo tipo de la subespecie que se conservaba en el Museo Etnológico y Antropológico de Madrid se perdió, Aguirre (o.c.) decidió hacer un neotipo de dicha subespecie en Ambrona (Soria). Esta subespecie es la misma que se encontró en el yacimiento de TRANSFESA, cuyo rico material (ver más arriba) permitió confirmar sus características más notables. Según Aguirre (o.c.), la constancia de rasgos primitivos junto con los caracteres progresivos de los molares (hipsodoncia o corona alta) podrían ser el resultado de un aislamiento geográfico y ecológico que conservó estas variaciones en el área restringida de la Península Ibérica, sin caer en desventaja selectiva ante índices laminares mayores como sucede en otras partes.

La industria asociada a esta fauna es Achelense en los niveles inferior y medio (Pérez de Barradas, 1926; Obermaier, 1916).

Su edad se corresponde con el Pleistoceno medio, correlacionable con la asociación del yacimiento de Áridos-1 (Soto y Sesé, 1987).

Figura 2.118. Cráneo de *Bos primigenius* de los areneros del Km. 7 de la Carretera de Andalucía, en el área de los yacimientos de Orcasitas y Transfesa. Depositado en el Instituto Arqueológico Municipal de Fuente del Berro.



Arenero de las Mercedes o de los Rosales

Situación:

Entre los kilómetros 7 y 9 de la carretera de Andalucía.

Fauna:

Mamíferos

Bos cf. *primigenius* (figura 2.118)

(?) *Dicerorhinus mercki*

*Elephas (Palaeoloxodon) antiquus
platyrhinchus*

Comentarios sobre la fauna

Denominado de Los Rosales por Wernert y Pérez de Barradas en 1919, probablemente se trate del mismo arenero que Las Mercedes, en donde hubo diversos hallazgos paleontológicos (Hernández Pacheco, 1927; Pérez de Barradas, 1926; Royo y Gómez 1935 a y b).

Dicerorhinus mercki no se ha vuelto a encontrar en ningún yacimiento de Madrid; actualmente esta determinación se pone en duda ya que las especies *Dicerorhinus mercki* y *Dicerorhinus hemitoechus* son muy parecidas anatómicamente y se confundían en la época en que fue citada en este yacimiento. Pero no ha sido posible encontrar, y por tanto revisar, el material sobre el que se realizó dicha determinación, por lo que esta cita es dudosa aunque no descartable en absoluto (Soto y Sesé, 1987). La especie parece que tiene un biotopo preferencial por el medio forestal aunque a veces se han señalado también en un ambiente estepario (Guerin, 1976).

Esta asociación faunística es típica del Pleistoceno medio avanzado.

Taller del ferrocarril MCP Villaverde Bajo

Situación:

Junto al taller de Ferrocarril. A 1,5 kilómetros del Arenero de los Rosales.

Estratigrafía:

Según Hernández Pacheco (1928) corresponde al mismo nivel de terra-

zas que San Isidro (+ 40 metros) en la margen derecha.

Fauna:

Mamíferos

Bos cf. *primigenius* (figura C.8)

Elephas (*Palaeoloxodon*) *antiquus platyrhinchus*

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Es muy probable que se trate del mismo yacimiento que el de Los Rosales mencionado más arriba (Soto y Sesé, 1987). Según Hernández Pacheco (1927) "se encuentra situado a kilómetro y medio del yacimiento fosilífero que existe" (sic) aunque no sabemos a qué yacimiento se refiere.

Esta asociación tiene dos especies en común con la de Los Rosales.

Arenero de Lorenzo Criado

Situación:

En el Barrio de la Salud, junto al de Usera (figura 2.120)

Fauna:

Mamíferos

Bos cf. *primigenius*

Equus caballus

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Royo y Gómez (1931) considera que los restos del bóvido de este yacimiento son idénticos a los de Torralba. Para Soto y Sesé (1987) se trata de un representante de gran talla del género *Bos*, comparable a los



Figura 2.119. Molares de *Bos* cf. *primigenius*. Taller del Ferrocarril.



Figura 2.120.a) Metatarsos II y III, *Dicerorhinus etruscus* (rinoceronte). b) M1-2, *Dicerorhinus etruscus*. Arenero de Juan González en Usera. En las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, existe material inédito de yacimientos cuaternarios de Madrid, como es el caso que nos ocupa.

ejemplares de Torralba y Ambrona. Aguirre y Fuentes (1969) creen, en efecto, que dichos fósiles, como los de Torralba y Ambrona, son más semejantes en talla y proporciones al gran bóvido de las terrazas de Tiraspol que a la forma típica de la especie *Bos primigenius*. Puede asignársele una cronología del Pleistoceno medio.

Aparecieron restos de industria similares a las del yacimiento de San Isidro (Royo y Gómez, 1931).

Pinilla del Valle

Situación:

El yacimiento está situado a 1.100 m de altitud sobre el nivel del mar, al pie del horst de la Sierra de Canencia o del Hontanar. Corresponde al término municipal de Pinilla del Valle y está situado en la margen derecha del embalse de Pinilla del Valle (cabecera del río Lozoya), junto al camino que bordea dicho embalse, a un centenar de metros del cauce de dicho río. Sus coordenadas geográficas aproximadas son: 3° 48'25" O (meridiano de Madrid) y 40° 55'28" N.

Estratigrafía:

Los sedimentos que constituyen el yacimiento están en una serie calcárea de edad cretácica que forma enclaves aislados en la parte alta del valle del Lozoya y en las zonas próximas del macizo del Guadarrama. Las calizas, de una potencia máxima de unos 25 m, están estratificadas en

bancos de hasta 3 m de espesor y son generalmente de composición arcillosa, a veces bastante arenosas y con recristalizaciones.

La génesis del yacimiento, ubicado en una suave loma o calvero denominada "Calvero de la Sepultura", se debió a la existencia de un complejo kárstico desarrollado en las calizas. Un antiguo abrigo o cueva somera desmantelado por desplomes del techo, se colmató con materiales de relleno (arenas, arcillas y limos entre otros) cuya deposición comenzó antes del desplome, continuando después hasta enrasar con la parte superior de las calizas que parecen estar *in situ*. La ausencia de rodamiento en los huesos y su acumulación en una zona bastante restringida indican su procedencia de un lugar protegido y próximo, que sería el propio abrigo o una cavidad anexa.

Fauna:

Peces

Salmo sp.

Anfibios

Bufo bufo

Bufo calamita

Discoglossidae indet.

Reptiles

Lacerta sp.

Colubridae indet.

Testudo sp.

Emydidae indet.

Aves

cf. *Anas* sp.

Passeriformes indet.

Mamíferos

Talpa cf. *caeca*

Erinaceus sp.

Sorex araneus
Crocidura cf. *russula*
 Chiroptera indet.
Eliomys quercinus
Apodemus sylvaticus
Sciurus vulgaris
Allocrietus bursae
Castor fiber
Hystrix sp.
Arvicola sapidus
Pliomys lenki
Clethrionomys cf. *glareolus*
Microtus (Terricola) gr. *duodecimcostatus*
Microtus arvalis
Microtus agrestis
Microtus brecciensis
Microtus cf. *malei*
Oryctolagus sp.
Lepus sp.
Ursus sp.
Mustela sp.
Vulpes cf. *vulpes*
Canis lupus
Crocota spealaea intermedia
Panthera sp.
Felis sylvestris
Dicerorhinus hemitoechus
Equus caballus ssp.
Cervus elaphus
Dama cf. *clactoniana*
Capreolus cf. *capreolus*
 cf. *Bos primigenius*
Capra sp.
Sus scrofa
Homo sapiens ssp.

Comentarios sobre la fauna, edad y paleoclimatología:

En este yacimiento se han encontrado no solo indicios de actividad humana, como industria lítica y

ósea, sino también restos fósiles (molares) humanos. El abrigo o cueva somera habría sido utilizado de una forma más o menos continuada por una primitiva población humana.

La mayoría de los restos óseos faunísticos aparecen fragmentados, muchos de forma claramente intencional con vistas al mejor aprovechamiento alimenticio o a la fabricación de instrumentos. Los utensilios en huesos están trabajados toscamente, generalmente para conseguir puntas. La abundancia de restos de ciervos parece indicar una caza sistemática de estos animales como base de la alimentación.

La asociación faunística es característica del Pleistoceno medio final. La datación mediante ESR y series de uranio de un suelo estalagmítico inferior y una costra calcárea superior del yacimiento permite asignar a los restos fósiles una edad comprendida entre 200.000 y 150.000 años (Alfárez y Molero, 1982; Alfárez *et al.*, 1982; Grün *et al.*, en prensa).

Los micromamíferos son característicos de un clima cálido o templado similar al actual pero de carácter montano. La presencia del puercoespín, especie típicamente circummediterránea, es un indicador de clima relativamente cálido.

Ciempozuelos

Situación:

Entre San Martín de la Vega y Ciempozuelos, en una gravera del Jarama cuyas coordenadas aproxi-

madras son 0°, 05', 22" y 40°, 10', 20" N. Actualmente esta gravera no está en explotación y se ha rellenado.

Estratigrafía:

La terraza de Ciempozuelos es la T5 de unos +25 m, matriz de arenas.

Fauna:

Mamíferos

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus

Comentarios sobre la fauna y edad:

El material, encontrado en 1992, es una mandíbula que conserva tres piezas dentarias: el D₄ y el M₁ derechos y el M₁ izquierdo al que precede el alveolo del D₄. Se trata de un individuo juvenil con una edad entre 6 y 10 años (Mazo, 1995a y b).

Se le atribuye una edad del Pleistoceno medio final basada fundamentalmente en la correlación de la terraza de Ciempozuelos (del Jarama) con la de +18–20 m del Arenero de Arriaga y La Aldehuela (del Manzanares).

Cueva de las Pinturas

Situación y estratigrafía:

El yacimiento kárstico de Cueva de las Pinturas, muy próximo al ya citado anteriormente del Pontón de la Oliva, se localiza en las proximidades de Torrelaguna en las calizas cretácicas que afloran en la margen derecha del valle del Lozoya a la altura del embalse del Pontón de la Oliva.

Fauna:

Mamíferos

Chiroptera indet.

Eliomys quercinus quercinus

Allocricetus bursae

Pliomys cf. lenki

Arvicola sp.

Microtus cf. grupo *arvalis-agrestis* (figura 2.121a)

Microtus brecciensis (figura 2.121b)

Microtus (terricola) grupo *duodecim-costatus* (figura 2.121c)

Apodemus cf. flavicollis

Leporidae indet.

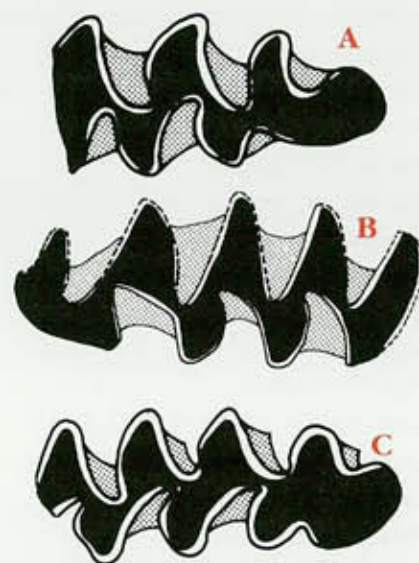


Figura 2.121. Micromamíferos del yacimiento de la Cueva de las Pinturas. a) *Microtus* cf. grupo *arvalis-agrestis* (M₁). b) *Microtus brecciensis* (M₁). c) *Microtus (terricola)* grupo *duodecim-costatus* (M₁). Dibujo: Sesé y Ruiz-Bustos, 1992.

Comentarios sobre la fauna, edad, paisaje y paleoclimatología:

Las asociación faunística de micromamíferos es característica del Pleistoceno medio final.

El paisaje que indica esta fauna sería predominantemente abierto con zonas secas o esteparias y otras de praderas más o menos húmedas

aunque también habría áreas boscosas. El clima sería relativamente templado, semejante al actual (Sesé y Ruiz Bustos, 1992).

Arriaga

Situación:

El arenero de Arriaga, en el que se localizan los yacimientos de Arriaga I, Ila, I Ib y III, se encuentra en la terraza de + 14 m de la margen derecha del río Manzanares, muy cerca de la confluencia con el Jarama, a 2 Km de La Aldehuela, próximo a Casa Rabanera, siguiendo el camino de Casa Eulogio, a 25 Km. Al SE de la capital, en el término municipal de Vaciamadrid.

Estratigrafía:

En la terraza de + 14 m, a techo, se han señalado al menos cinco ciclos fluviales o unidades sedimentarias que afloran por encima de la actual llanura de inundación del río y que corresponderían a las diferentes etapas de un río meandriforme. En la zona inferior de cada una de ellas hay depósitos de canales con gravas y arenas que pasan en la parte superior a barras arenosas. A techo, estas fases pasan a limos de inundación compuestos por limos y arcillas (figura 2.122 a y b). El origen de estos ciclos puede explicarse por fenómenos de subsidencia que alteran el perfil de equilibrio del río pero no se descarta el papel de los cambios climáticos en el proceso.

Los niveles en los que se localizan los diferentes yacimientos son, de

techo a muro:

Arriaga III: formado por limos de inundación con intercalaciones de material arenoso constituido por caliza y sílex, procedentes del relieve, en forma de lentejones correspondientes a pequeños canales motivados por correntías. Se encontraron restos de elefante (defensas) y abundantes restos de gasterópodos acuáticos.

Arriaga I Ib es un depósito de arenas correspondiente a la parte superior de una barra en el que hay restos de fauna e industria Achelense medio evolucionada o Achelense superior inicial.

Arriaga I Ia, por debajo del anterior, se localiza en un nivel de limos y arcillas verdes de inundación que corresponde a un medio fluvial en un momento de estiaje, de aguas muy someras con tramos emergidos. En este nivel se localiza un sitio de ocupación humana con fauna e industria asociada (ver más adelante).

Figura 2.122. Yacimiento de Arriaga. a) Vista general de la superficie del yacimiento. b) Impronta de una huella de elefante.



Figura 2.123. Asta de *Cervus elaphus* del Pleistoceno medio de Arriaga. Cortesía Instituto Arqueológico Municipal Fuente del Berro.



Arriaga I, en la unidad inmediatamente inferior a Arriaga II, es un nivel de limos arcillosos de color verde oscuro, de llanura de inundación con intercalaciones de pequeños canales arenosos, en el que hay escasos restos de industria lítica, restos de plantas (tifas), escasos restos de grandes mamíferos (herbívoros, figura C.12) y una rica asociación de microvertebrados (micromamíferos, reptiles, anfibios y peces) e invertebrados (gasterópodos). El nivel debió de corresponder a una zona de la llanura de inundación del río encharcada ocasionalmente.

Fauna:

Arriaga III y IIb

Mamíferos

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus

Arriaga IIa

Mamíferos

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus

Bos primigenius

Equus caballus

Cervus elaphus

Dicerorhinus hemitoechus

(E. Soto en: Rus, 1989)



Figura 2.124. Mandíbula de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*, mostrando el tercer molar. Pleistoceno medio del Arenero de Arriaga.

Arriaga I

Anfibios

Pelobates cultripes

Bufo bufo

Rana perezi

(B. Sanchiz, 1991)

Reptiles

Lacerta lepida

Lacertidae talla pequeña (2 formas)

(B. Sanchiz, 1991)

Mamíferos

Crocivura cf. russula

Eliomys quercinus

Microtus brecciensis

Microtus (Terricola) gr. duodecimcostatus

Arvicola cf. sapidus

Apodemus cf. sylvaticus

Oryctolagus cf. lacosti

(N. López y C. Sesé en: Gamazo, 1982 y Rus, 1989)

Comentarios sobre la fauna, edad y paleoclimatología:

En Arriaga IIa se excavó una área de despedazamiento con restos de una hembra adulta de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* asociados a industria lítica (Rus, 1983; Rus y Vega, 1984). Los restos del elefante antiguo (defensas, cráneo, mandíbula con M_3 (figura 2.124), dos molares superiores, escápula derecha, vértebras y costillas) se encontraron en una posición coherente anatómicamente, pero algo forzada, agrupados formando un núcleo alrededor del cual había varios útiles de sílex claramente asociados. Cuando se produjo el descuartizamiento, el lugar se encontraba encharcado.

La asociación de macro y sobre todo de micromamíferos indica una edad del final del Pleistoceno medio o tránsito al Pleistoceno superior. Están representados los biotopos ripícolas (*A. sapidus*), praderas húmedas (*M. brecciensis*) y bosque (*Eliomys quercinus*). El clima sería templado, semejante al actual de la meseta, con influencias mixtas de clima atlántico y mediterráneo.

Orcasitas

Situación:

Los restos fósiles se encontraron en 1959 en un arenero de Orcasitas, en el Km 7 de la Ctra. de Madrid a Andalucía que actualmente corresponde a la calle Albas nº 10.

Estratigrafía:

El yacimiento está situado en una terraza del río Manzanares.

Fauna:

Mamíferos

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus

Comentarios sobre la fauna y edad:

El material que se encontró es un cráneo muy completo que apareció en posición invertida con las defensas incluidas en los alveolos. El cráneo, con los molares superiores (los M³, figura 2.125), y las defensas, que después de la excavación se conservan independientes de aquél, quedaron depositados en el Instituto Arqueológico de Madrid. Se trata de un individuo macho adulto, pero no viejo, de unos 43-45 años (Mazo, 1994).

La edad es Pleistoceno medio sin mayor precisión.

Redueña

Situación y estratigrafía:

Entre Venturada y Torrelaguna está el afloramiento de la serie fluvio-palustre de Redueña, asociada al arroyo de las Huertas. En esta serie de depósitos fluviales superpuestos, que alcanza una potencia de unos 100 m, se encontraron restos de fauna y de industria del Achelense medio (Cabra *et al.*, 1983).

Fauna:

Mamíferos

Equus caballus

Apodemus sp.

Microtus brecciensis

Comentarios sobre la edad:

Se le asigna una edad de Pleistoceno medio sin más precisión.

Pleistoceno medio/Pleistoceno superior

Arroyo del Culebro

Situación:

Antigua carretera de San Martín de la Vega, Km. 9,475. Limita con el Valle del Arroyo del Culebro por la derecha y con el antiguo camino de la Solana por la izquierda. Lo atraviesa la cañada real de Merinas. Las coordenadas con respecto al meridiano de Greenwich son: 3° 38' oeste y 40° 18' 49" norte. Las coordenadas con respecto al meridiano de Madrid son: 0° 02' este.



Figura 2.125. Molar superior de *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* del yacimiento Arenero de Orcasitas. El cráneo completo se encuentra en el Instituto Arqueológico Municipal de Fuente del Berro.



Figura 2.126. Arenero del Arroyo del Culebro. Corte estratigráfico. Enero de 1980.

El yacimiento del Arroyo del Culebro (figura 2.126), identificado erróneamente por Arsuaga y Aguirre (1979) con el arenero de Adrián Rosa, debido a que inicialmente el de Arroyo del Culebro fue explotado por Adrián Rosa, está situado en realidad a más de un kilómetro de distancia según el mapa de situación de los yacimientos de Gamazo (1982) y son dos lugares diferentes perfectamente delimitados.

Fauna:

Mamíferos

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus

Elephantidae indet.

Cervus elaphus

Megaceros cf. *giganteus*

Bovidae indet.

Equus caballus ssp.

Coelodonta antiquitatis

Rhinocerotidae indet.

Comentarios sobre la fauna, edad, paleoecología y paleoclimatología:

Los restos fósiles fueron extraídos en el curso de la explotación industrial del arenero del Arroyo del Culebro, recogidos por el personal auxiliar del Instituto Arqueológico Municipal de Madrid y trasladados a sus dependencias donde se conservan.

Al material de *Elephas (Palaeo-*

loxodon) antiquus del Arroyo del Culebro, cabe asignarle una edad semejante a la de los areneros de Villaverde, es decir, del Pleistoceno medio típico.

La asociación de *Coelodonta antiquitatis* (figura 2.127 a y b) y *Megaceros giganteus*, sin embargo, es típicamente würmiense, es decir, del Pleistoceno superior. Los caracteres evolutivos de los cráneos del rinoceronte lanudo del Arroyo del Culebro permiten asignarle una cronología del Pleistoceno superior inicial.

Por tanto, es evidente la existencia de dos faunas diacrónicas en este yacimiento, puesta de manifiesto por la definición de dos terrazas solapadas, una del Arroyo del Culebro y otra más antigua del Manzanares (Hoyos en: Soto y Sesé, 1991).

La flora asociada al rinoceronte lanudo en muchos yacimientos europeos demuestra que podía sobrevivir tanto en ambientes esteparios como boscosos soportando climas periglaciares hasta mediterráneos (Guerin, 1980).

El elefante antiguo, por el contrario, es representativo de un clima relativamente templado.

Figura 2.127. *Coelodonta antiquitatis* (rinoceronte lanudo). a) Cráneo en vista dorsal. b) Cráneo de otro individuo en vista ventral.



Arenero de Barbas

Situación:

Está al norte del Arenero de las Mercedes.

Fauna:

Mamíferos

Bison priscus

Comentarios sobre la fauna y edad:

Fue dado a conocer por Royo y Gómez (1935). Es el primer yacimiento español en el que se encontró una testuz de la especie *Bison priscus* que se depositó en el Museo Nacional de Ciencias Naturales y posteriormente fue destruido con motivo de unas obras. Es muy posible que los trabajos de Crusafont (1961) y Kahlke (1975) que citan esta especie en Madrid se refieran a este material.

Aunque la separación taxonómica de los restos esqueléticos de los géneros *Bos* y *Bison* es generalmente difícil, el cráneo es una de las piezas que presenta suficientes caracteres diagnóstico para realizar su diferenciación y determinación taxonómica específica. La especie se conoce desde el Pleistoceno inferior en Europa y alcanza el Pleistoceno superior. En España es raro en el Pleistoceno medio y muy abundante sin embargo posteriormente en yacimientos cantábricos würmienses (Soto y Sesé, 1987). El bisonte se extendió en Europa más al norte que el uro siendo más abundante que éste durante la glaciación würmiense. El bisonte es un taxón bien adaptado, aunque no exclusivamente, a condiciones de estepa fría. (Soto y Sesé, 1987).

PLEISTOCENO SUPERIOR

El Reguerillo

Situación y estratigrafía:

El Reguerillo es una cueva de gran extensión (unos 10 Km de longitud) que está en la proximidades de Pato-

nes. En la "Sala de los Osos" se encontraron gran cantidad de restos de oso junto con otros restos de grandes mamíferos. Los micromamíferos provienen de unas arcillas pardas que hay en dicha sala.

Fauna:

Mamíferos

Capra ibex (figura 2.128)

Cervus elaphus

Lynx lynx

Crocota crocuta

Ursus spelaeus

(Torres, 1974 y 1984)

Myotis myotis/blythi

Myotis bechsteini

Miniopterus schreibersi

Rhinolophus euryale/mebelyi



Figura 2.128. Mandíbula de *Capra ibex*. Cueva del Reguerillo.

cf. *Microtus arvalis*

Apodemus sylvaticus

(Sevilla, 1988)

Comentarios sobre la fauna y edad:

La asociación se asigna al Pleistoceno superior.

Adrián Rosa

Situación:

El arenero de Adrián Rosa está en el término municipal de Getafe, cerca de Perales del Río. El arenero está

situado en una terraza a una altura de unos 14 a 16 m sobre el nivel actual del río Manzanares. Sus coordenadas son: 0° 3' 40" E y 40° 17' 43" N.

Estratigrafía:

El arenero presenta una secuencia fluvial de arenas blancas con laminaciones y estratificación cruzada, con un banco de arcillas limoso-arenosas de color verde al techo de la misma. Los restos fósiles aparecieron en la base de éstas. Por encima de esta secuencia hay una serie de niveles de gravas (en los que aparecieron instrumentos líticos de carácter musteriense) y arenas fluviales. A techo de esta secuencia se encuentra un paleosuelo pardo-rojizo, cubierto por un coluvión arenoso sobre el que se desarrolla el suelo actual. Estos materiales fluviales deben corresponder a una terraza del Arroyo Culebro.

Fauna:

Mamíferos

Equus caballus

Coelodonta antiquitatis

Comentarios sobre la fauna, edad y paleoclimatología:

Su edad es del Pleistoceno superior.

Los restos de fauna, así como siete piezas líticas del achelense o del musteriense de tradición achelense, aparecieron en 1962 y 1963 y están depositados en el Instituto Arqueológico Municipal de Madrid.

Del rinoceronte lanudo, se conservan las siguientes piezas: dos cráneos, uno de ellos casi entero perteneciente a un individuo adul-

to, posiblemente una hembra, y el otro menos completo (solo se conserva la parte posterior) de un adulto macho; la parte anterior del "rostrum" de un macho, y una mandíbula con toda la dentición, esta última perteneciente posiblemente a un individuo juvenil (Arsuaga y Aguirre, 1979).

El rinoceronte lanudo o rinoceronte de nariz tabicada se conoce en el Pleistoceno superior de Europa y Asia, habiéndose extinguido los últimos ejemplares hace unos doce mil años. Es un animal típico de clima frío. Como adaptación al frío su cuerpo estaba cubierto por una gruesa capa lanuda. Su hábitat sería una estepa de hierbas altas con alguna superficie arbolada (coníferas, abedules enanos) cuyos brotes comía.

Edad incierta dentro del Pleistoceno

A continuación se da la relación de yacimientos y faunas del Pleistoceno de Madrid sin mayor precisión bioestratigráfica, debido generalmente a la escasez de restos faunísticos y/o a la falta de resolución bioestratigráfica de los taxones identificados. La mayoría fueron descubiertos en el primer cuarto de siglo en areneros, tejares, solares, etc. y tienen más importancia arqueológica que paleontológica. Los pertenecientes al Municipio de Madrid están recogidos en la síntesis de Soto y Sesé (1987). A continuación se da la relación de yacimientos por orden de grado de determinación taxonómica de la fauna y/o de su edad bioestratigráfica.

Fuente de la Bruja

Situación:

Junto al Camino Viejo de Villaverde, cerca del Camino Viejo del Federal.

Estratigrafía:

Situado en la terraza media del Manzanares

Fauna:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Bos cf. *primigenius*

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto por Pérez de Barradas entre 1920 y 1923.

Los restos de cérvidos se encontraron asociados con industria del Musteriense medio (Pérez de Barradas, 1926). Los restos del bóvido se encontraron posteriormente asociados con una mezcla de industrias del Prechelense y Achelense evolucionado (Hernández Pacheco, 1956).

Finca de las Carolinas

Situación:

Cerca de la actual Residencia Sanitaria "1º de Octubre".

Fauna:

Mamíferos

Bovidae indet.

Equus caballus

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto por A. Guinea en

1911, estudiado por Obermaier (1917) y Pérez de Barradas (1926).

Aunque la procedencia de la fauna es incierta, Obermaier (1917) cree que corresponde al nivel 1 asociado con industria Musteriense final.

Atajillo del Sastre

Situación:

A la derecha de la carretera de Andalucía, entre el camino de Villaverde y el barrio de la Concepción

Fauna:

Nivel b:

Mamíferos

Equus caballus

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto y estudiado por Pérez de Barradas entre 1921 y 1923. La fauna apareció asociada a industria del Musteriense superior (Pérez de Barradas, 1926).

Tejar y Arenero del parador del Sol o de los Bartolos

Situación:

Carretera de Andalucía. Cerca del Arroyo de Bayones.

Fauna:

Nivel c:

Mamíferos

Equus sp.

"*Cervus*" sp.

Nivel g:

Mamíferos

Equus sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Aunque es un yacimiento en el que se han recuperado escasos restos de fauna, es muy importante arqueológicamente (Obermaier, 1916 y 1925; Pérez de Barradas, 1924). Fue Pérez de Barradas (1926) quien dió esta lista faunística y realizó el estudio de las industrias asociadas que en el nivel c es del Musteriense y en el nivel g del Achelense típico.

El Sotillo

Situación:

Entre el río Manzanares y la carretera de Andalucía. Contiguo al mendero de "El Sotillo".

Fauna

Nivel c:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Equus sp.

Nivel e:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Es un yacimiento que fue descubierto y estudiado por Wernert y Pérez de Barradas entre 1918 y 1920, de gran importancia arqueológica (Pérez de Barradas, 1923 y 1926; Obermaier, 1925; Wernert y Pérez de Barradas, 1930).

La fauna del nivel c está asociada con industria Musteriense y la del nivel e con industria Achelense.

Prado de los Laneros

Situación:

Entre la ctra. de Andalucía y el Manzanares, cerca del Pte. de la Princesa.

Fauna:

Nivel d:

Mamíferos

Bovidae indet.

Nivel I:

Mamíferos

Equus sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto por Pérez de Barradas entre 1922 y 1924. El nivel d está situado por debajo de otro con industria Auriñaciense, y el nivel I tiene una abundante industria del Musteriense superior (Obermaier, 1925; Pérez de Barradas, 1926).

Tejar del Portazgo

Situación:

Localizado frente al antiguo Portazgo de Aranjuez, cerca de la calle Carmen del Río.

Fauna:

Nivel b, d e i:

Mamíferos

Equus sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue estudiado entre 1910 y 1920 por Wernert y Pérez de Barradas continuando este último hasta 1922.

La fauna del nivel b está asociada con industria del Auriñaciense, la del nivel d con industria del Musteriense superior y la del nivel i con industria del Musteriense inferior (Obermaier, 1925; Pérez de Barradas, 1926).

Arenero del Portazgo

Situación:

Está junto al Tejar del Portazgo.

Fauna:

Nivel f:

Mamíferos

Bovidae indet.

Equus sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto y estudiado por Wernert y Pérez de Barradas entre 1918 y 1920, y por Pérez de Barradas entre 1921 y 1923.

La fauna está asociada a una abundante y notable industria del Musteriense inferior (Obermaier, 1925; Pérez de Barradas, 1926).

Arenero del Camino de la Venta de Santa Catalina

Situación:

Entre el kilómetro 6 de la línea de F.C. a Alicante y la línea a la estación de clasificación. Cerca del Camino de Villaverde a Vallecas.

Fauna:

Nivel b:

Restos no identificables

Nivel c:

Mamíferos

Equus sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto por Pérez de Barradas en 1922.

En el nivel b había algunas piezas de industria del Musteriense final y en el nivel c industria del Musteriense inferior de tradición Achelense (Obermaier, 1925; Pérez de Barradas, 1926).

Arenero del Almendro

Situación:

Cerca de Casa Blanca, próximo a la sección 3ª del canal del Manzanares.

Fauna:

Nivel d:

Mamíferos

"*Cervus*" sp.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue descubierto por Wernert y Pérez de Barradas en 1919. Los restos del cérvido aparecieron asociados con industria del Musteriense inferior de tradición Achelense (Pérez de Barradas, 1926)

Arenero para tubos de cemento de Aniceto Juárez Pinto, Parador del Sol

Situación:

Carretera de Andalucía, cerca del Arroyo de Bayones.

Fauna:

Mamíferos
Elephantidae indet.
Mamíferos indet.

Comentarios sobre la fauna:

Royo y Gómez y Menéndez Puget (1929) atribuyen el fragmento de defensa hallado, probablemente perdido en la actualidad, al género *Elephas*, pero teniendo en cuenta el escaso valor taxonómico que tienen las defensas de los elefantes, dada su enorme variabilidad, solo se puede atribuir a un elefante sin más precisión (Soto y Sesé, 1987).

Arenal de las Vaquerías del Torero

Situación:

Entre las calles P. Yagüe y T. Pedreño, cerca del F.C. de Cuatro Vientos, en el barrio de Carbonell.

Fauna:

Mamíferos
Bovidae indet.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Obermaier (1925) cita un solo nivel fosilífero (nivel c) situado por debajo de niveles con industria del Musteriense medio.

Ladrillera de la Calle del General Ricardos

Situación:

En la parte baja de la calle General Ricardos.

Fauna:

Mamíferos
Bovidae indet.

Comentarios sobre el yacimiento y la fauna:

Fue dado a conocer por Royo y Gómez y Menéndez Puget (1929). Hay una mandíbula, junto a otros restos inclasificables, que dichos autores atribuyeron al género *Bos* pero que a falta de revisión no puede darse más que como un bóvido indeterminado (Soto y Sesé, 1987).

**COMENTARIOS GENERALES SOBRE LA FAUNA,
BIOESTRATIGRAFÍA, PALEOECOLOGÍA Y
PALEOCLIMATOLOGÍA**

Como los macromamíferos son los elementos faunísticos más representados y mejor conocidos en todos los yacimientos madrileños, se esbozan a continuación algunos de los aspectos de carácter sistemático, evolutivo, bioestratigráfico, paleoecológico y/o paleoclimático más interesantes de las formas más características.

Elephas (Palaeoloxodon) antiquus, el elefante antiguo, es una especie muy característica en Europa durante todo el Pleistoceno medio, que aparece en casi todos los yacimientos no kársticos madrileños de esta edad, y que perdura hasta comienzos del Pleistoceno superior. *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus plathyrinchus* es una subespecie descrita por primera vez en San Isidro, inicialmente como especie, citada en numerosos yacimientos de Madrid y otras

regiones, que sólo se ha encontrado en la Península Ibérica. Si bien al ser una subespecie geográfica no es útil para realizar correlaciones bioestratigráficas con el resto de Europa, tiene el interés de ser un caso muy claro de endemismo al haber evolucionado en nuestra península con cierta independencia respecto a otras poblaciones europeas de la especie. El elefante antiguo durante el Pleistoceno en Europa tiene un carácter cada vez más meridional, pero su sola presencia no es un factor determinante para caracterizar un clima cálido como tradicionalmente venía haciéndose (Beden, 1976).

El caballo, *Equus caballus*, es también frecuente en los yacimientos pleistocenos madrileños, pero generalmente está representado con escasas piezas que en ningún caso ha permitido su determinación subespecífica, imprescindible para realizar precisiones bioestratigráficas. Aunque el caballo se encuentra asociado igualmente a faunas de climas más o menos templados, esteparios y forestales, de forma general parece más característico de estepa y pradera (Prat, 1976).

También es frecuente la presencia en los yacimientos madrileños de bóvidos de gran tamaño. El uro o toro primitivo, *Bos primigenius*, se encuentra durante todo el Pleistoceno medio y Pleistoceno superior extinguiéndose en el siglo XVII de nuestra era. *Bison pris-cus*, el bisonte de estepa primitivo, se conoce en Europa desde el Pleistoceno inferior y se extingue en el Pleistoceno superior al final del Würm IV (Soto y Sesé, 1987a). Mientras que el bisonte

parece una especie bien adaptada, aunque no exclusivamente, a condiciones de estepa fría, el uro tuvo una menor tolerancia por los climas muy fríos y poco húmedos y en tiempos históricos ocupaba zonas boscosas (Delpech y Heintz, 1976).

Dicerorhinus mercki, el rinoceronte de Merck, aparece en Europa en el Pleistoceno inferior y *Dicerorhinus hemitoechus*, el rinoceronte de estepa, en el Pleistoceno medio a partir del Cromeriense, extinguiéndose ambas especies en el Pleistoceno superior al comenzar la última glaciación (Soto y Sesé, 1987a). *Dicerorhinus* es una forma estépica.

La asociación de las mencionadas especies: *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*, *Equus caballus*, *Bos primigenius* y *Dicerorhinus mercki* y/o *D. hemitoechus* es muy característica durante el Pleistoceno medio.

El cévido más citado en los yacimientos de Madrid es el género *Cervus*, aunque también están presentes otros géneros como *Praedama* (citado en TRANSFE-SA), *Dama* (citado con la especie *Dama* cf. *clactoniana* en Pinilla del Valle) y *Megaceros* (presente con la especie *Megaceros* cf. *giganteus* en Arroyo del Culebro). Ante la dificultad de distinguir *Cervus* de los mencionados géneros, en ausencia de las astas que son las piezas más características, Soto y Sesé (1987a) atribuyen a "*Cervus*" restos que, aunque carecen de caracteres diagnóstico, presentan semejanzas morfológicas y biométricas con el mismo pudiendo pertenecer a *Cervus elaphus*.

Cervus elaphus, *Dama* y *Praedama* son también frecuentes en las asociaciones del Pleistoceno medio mientras que *Megaceros* es característico del Pleistoceno superior.

Hay hipopótamo, *Hippopotamus* sp., en el yacimiento del Pontón de la Oliva, en el valle del río Lozoya, y también se cita hipopótamo (representado por un canino inferior), tratándose muy probablemente de la especie actual africana, *Hippopotamus amphibius*, en Arganda, en las proximidades del Jarama, de una edad del Pleistoceno medio (Soto y Sesé, 1987b). La existencia de hipopótamo en estos ríos durante estas edades indica que serían más caudalosos que actualmente y que la temperatura del agua no sería nunca muy baja puesto que la congelación habría impedido su existencia.

El tránsito del Pleistoceno medio al Pleistoceno superior supone la extinción de algunas de las especies anteriormente mencionadas y la irrupción de otras. Entre los macromamíferos, en el Pleistoceno superior hay especies adaptadas a condiciones climáticas relativamente más frías siendo característica la asociación de *Coelodonta antiquitatis* y *Bison priscus* junto con *Megaceros giganteus* y *Mammuthus primigenius*.

En el Museo Arqueológico Municipal está expuesta una defensa de mamut lanudo, *Mammuthus primigenius*, procedente de las graveras del Manzanares, del Pleistoceno superior. Pese a su abundancia en otras partes de Europa, el mamut lanudo no ha dejado muchos

fósiles en España. Sus restos son mucho más escasos que los del elefante antiguo. Durante las fases más frías de la glaciación Würmiense los mamuts encontraron refugio en los países del sur de Europa; es así como aparece en los alrededores de Madrid (Soto y Sesé, 1987b). Ello no implica, ni mucho menos, que el hielo o las nieves fueran aquí perpetuas. El clima sería mucho más riguroso que el actual pero incomparablemente más benigno que en áreas del norte de Europa cuando por entonces los hielos llegan a cubrir las tres cuartas partes del continente.

Desde un punto de vista paleoecológico, *Bison*, *Praedama*, *Dicerorhinus* y *Equus* son formas estépicas, mientras que *Palaeoloxodon*, *Bos* y "*Cervus*" son forestales, aunque no estrictamente (Soto y Sesé, 1987a).

La acción humana de caza y/o carroñeo sobre los mamíferos, especialmente macromamíferos, es patente en algunos de los yacimientos del Pleistoceno madrileño. En la mayoría de los yacimientos del Pleistoceno medio y superior hay, junto con los restos faunísticos, industria humana del paleolítico, en muchos casos en clara asociación (como por ejemplo Áridos, Arriaga). A este respecto es interesante mencionar la recopilación de información de la intervención humana sobre los elefantes en diversos yacimientos de España (que incluyen, entre otros, algunos de los yacimientos de Madrid mencionados en este trabajo) y resto de Europa, realizada por Martos (1998). No hay que menospreciar como posible causa de extinción de muchas

de las especies mencionadas anteriormente, junto con los posibles cambios evolutivos y/o climáticos ocurridos, la presión humana, más evidente en casos como el bisonte, extinguido en tiempos históricos recientes.

Con respecto al resto de la fauna (carnívoros, micromamíferos, vertebrados no mamíferos) del Pleistoceno de Madrid, intentar extraer conclusiones generales es arriesgado ya que sólo se conoce en contados yacimientos, por lo que la información que aporta desde el punto de vista bioestratigráfico, paleoecológico y/o paleoclimático, aunque interesante, es sólo puntual. La falta de restos faunísticos de talla relativamente pequeña se debe fundamentalmente a que sólo desde hace dos décadas se han realizado excavaciones sistemáticas en los yacimientos, aplicando las modernas técnicas de lavado-tamizado de sedimento que permiten recuperar todo tipo de restos faunísticos. Los peces, anfibios, reptiles, aves, insectívoros y quirópteros recogidos, en general, pertenecen a especies actuales, y en el caso de los lagomorfos, algunos eran parecidos aunque no idénticos a los actuales como el conejo de Lacoste, *Oryctolagus lacosti*, de Áridos. Otro tanto puede decirse de los carnívoros, exceptuando la extinción en España de los hiénidos (*Crocota intermedia* del Pleistoceno medio de Pinilla, y *Crocota crocuta* del Pleistoceno superior de la cueva de El Reguerillo), y de los osos fósiles (*Ursus*), que se han encontrado en cuevas y/o complejos kársticos de la Sierra madrileña del Pleistoceno medio (Pinilla del Valle) y Pleistoceno superior

(El Reguerillo, con *Ursus spelaeus*). Los roedores han sufrido diferentes procesos desde el Pleistoceno medio hasta la actualidad: cambios evolutivos, inmigraciones y extinciones. El hámster migrador, *Allocricetus bursae*, y el topillo de las brechas, *Microtus brecciensis*, son dos roedores muy característicos del Pleistoceno medio. El primero se extinguió durante el Pleistoceno superior y el segundo, en la misma época, dió lugar a *Microtus cabreræ* actual, sólo presente en la Península Ibérica, ejemplo típico de endemismo ibérico. Otros roedores que se encuentran en Madrid durante el Pleistoceno medio, como el puercoespín y el castor, se extinguieron en España, el último en tiempos históricos, aunque todavía se encuentran en otros lugares de Europa.

Desde un punto de vista paleoclimático puede decirse que entre los mencionados microvertebrados no hay ninguna especie que se pueda asociar a un clima relativamente frío sino que, por el contrario, prácticamente todos los taxones identificados están presentes en climas relativamente templados similares al actual en Madrid, aunque muchos de ellos, claramente ripícolas, implican unas condiciones de humedad relativamente mayores durante el Pleistoceno medio que en la actualidad. En algunos momentos pudo haber unas condiciones climáticas relativamente más cálidas, como parece indicar la presencia de *Hystrix* en el tránsito Pleistoceno inferior/medio (Pontón de la Oliva) y final del Pleistoceno medio (Pinilla del Valle). Esta situación de un clima relativamen-

te templado durante el Pleistoceno medio, con oscilaciones climáticas en algunos momentos hacia condiciones relativamente más cálidas, y una humedad relativamente mayor que la actual, han sido señaladas, en general, para toda la Península Ibérica, a partir de los micromamíferos por Sesé (1994), y a partir de las aves por Sánchez (1996).

En Madrid, como se puede observar en este trabajo, son muy numerosos los yacimientos pertenecientes al Pleistoceno medio (sobre todo a partir del Pleistoceno medio avanzado o típico) y Pleistoceno superior, especialmente en la zona sur de Madrid. Sin embargo, si exceptuamos la fauna del yacimiento del Pontón de la Oliva (al nordeste de Madrid) atribuida al final del Pleistoceno inferior y/o comienzos del Pleistoceno medio, no hay más yacimientos atribuibles al Pleistoceno inferior. Esta ausencia de asociaciones faunísticas del Pleistoceno inferior no parece casual ni se debe a la falta de prospecciones, sino que tiene una explicación en causas geológicas.

Fuera de la provincia de Madrid y al suroeste, en la depresión de Prados-Guatén, un valle del río Manzanares muerto durante el Pleistoceno inferior, hay restos (un M3) de cf. *Mammuthus meridionalis* evolucionado o *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus* muy primitivo, que atestiguan esa edad, en depósitos fluviales de las terrazas fluviales superiores de +15–40 m (Silva *et al.*, 1988). El hallazgo se localiza en un arenero en las proximidades del km 34 del F.C. Madrid-Ciudad-Real, al norte de la

estación de Esquivias-Yeles (Silva *et al.*, 1988), por lo que se deduce que está dentro de la provincia de Toledo, aunque muy cerca del límite con la provincia de Madrid. El río Manzanares durante el Pleistoceno inferior circulaba en sentido N-S y desembocaba directamente en el Tajo y no en el Jarama como lo hace actualmente, recorriendo la depresión Prados-Guatén, lo que explicaría la ausencia de terrazas del Pleistoceno inferior en el sector situado entre Perales del Río y su desembocadura en el Jarama (Silva *et al.*, 1998).

CONCLUSIONES

Son numerosos los yacimientos con asociaciones faunísticas del Pleistoceno medio y superior en Madrid y prácticamente ausentes del Pleistoceno inferior excepto un yacimiento del nordeste de Madrid (Pontón de la Oliva) que puede corresponder al tránsito Pleistoceno inferior/medio. Esto, al menos en el sur de Madrid, puede tener una explicación en causas geológicas del propio desarrollo de las terrazas del río Manzanares cuyo recorrido era distinto en aquella época.

Los macromamíferos son los elementos faunísticos siempre recuperados y por tanto mejor estudiados en todos los yacimientos que se conocen hasta ahora. Tanto los mamíferos como los microvertebrados del Pleistoceno medio permiten suponer unas condiciones climáticas relativamente templadas (figura 2.129). Los macromamíferos del Pleistoceno superior indican, al menos en algunos momentos, unas condiciones climáticas

relativamente más rígorosas, posiblemente coincidiendo con las glaciaciones, aunque no tan frías como en el resto de Europa. Es muy posible que la humedad fuera mayor que actualmente durante el Pleistoceno medio, como atestigua la presencia de muchas especies ripícolas en algunos de los yacimientos mejor conocidos de esta edad como Áridos, sobre todo, y también Pinilla del Valle, e incluso con mayor cobertura vegetal que actualmente, acorde con lo que debía ocurrir en el resto de la Península Ibérica en dicho periodo (Sesé, 1994).

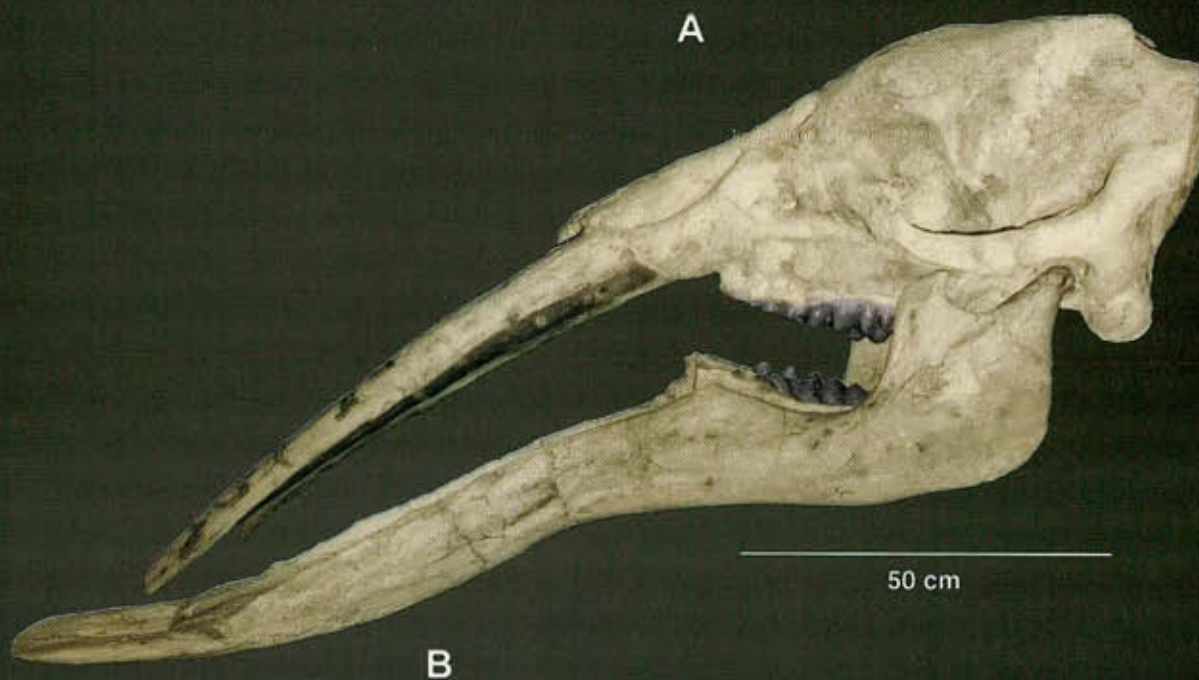
Un conocimiento más completo de las faunas del Pleistoceno de la provincia de Madrid conlleva necesariamente la con-

cienciación de la sociedad y de los entes públicos que permitan y faciliten la recuperación de todo tipo de información de los yacimientos que existen y que puedan aparecer. Ahora que tan en boga está el cambio climático porque puede afectar directamente al hombre, es el momento de buscar modelos de referencia en los cambios climáticos ocurridos en el pasado. La riqueza del patrimonio paleontológico de Madrid, como se ha puesto de manifiesto en la relación de yacimientos en este trabajo, es enorme, con una gran potencialidad todavía de nuevos hallazgos que abre perspectivas futuras muy halagüeñas de un mayor conocimiento del último millón y medio y los cambios acaecidos durante todo este tiempo en la provincia.

Figura 2.129. Reconstrucción del Pleistoceno medio del yacimiento de Áridos.



Reconstrucción por ordenador del cráneo y mandíbula de *Gomphotherium angustidens* (servicio de fotografía, MNCN).



SISTEMÁTICA

INTRODUCCIÓN

Los quelonios son un grupo de Anápsidos con adaptaciones únicas, entre ellas la ausencia de dientes -en su lugar han desarrollado un pico córneo- y la presencia de un caparazón que recubre todo el cuerpo, excepto la cabeza y las extremidades, y que le sirve de protección. Dicho caparazón se compone de dos capas, una interna, formada por tejido óseo, y otra externa formada por tejido epidérmico; la zona ventral es aplanada, y se denomina **peto**, mientras que la parte dorsal o **espaldar**, es más o menos convexa. Estas dos zonas se unen lateralmente por medio de expansiones del peto, llamadas **puentes esternales**. El caparazón está formado por numerosas placas que encajan unas con otras, dando como resultado una estructura muy resistente (figura 2.130).

En general, habitan zonas de clima cálido, y los escasos taxa que habitan zonas templadas pasan la estación fría en estado de hibernación. Han colonizado el medio acuático, existiendo especies marinas y de agua dulce.

Las tortugas gigantes son uno de los fósiles más abundantes en los depósitos miocenos de la cuenca de Madrid. Esto puede explicarse no por su abundancia en las biocenosis, sino por el hecho de que, debido a la presencia de un duro caparazón óseo, las posibilidades de conservación en el registro son mayores que las de otros grupos; sin embargo, lo más frecuente es encontrar estos caparazones fragmentados.

Los primeros hallazgos de tortugas fósiles en España se remontan a 1864, cuando Prado publica su *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*, y en ella cita algunos especímenes encontrados en las cercanías de

QUELONIOS FÓSILES DEL NEÓGENO DE MADRID

Manuel J. Salesa y Lara Amezcua



Figura 2.130. *Testudo hermanni*, testudínido típico.

la Real Casa de Campo. A partir de ese momento fueron numerosos los hallazgos de restos de este tipo de tortugas en la cuenca de Madrid, creándose para ellos la especie *Testudo bolivari* por Hernández-Pacheco en 1917. También se conocen fósiles de tortugas gigantes en otras comunidades: a partir de algunos ejemplares encontrados en Cataluña, Bergounioux (1938) propuso la especie *Testudo richardi*.

Actualmente existe una gran controversia entre los paleontólogos expertos en quelonios fósiles sobre el género al que habría que adscribir las tortugas gigantes del registro fósil europeo (*Geochelone*, *Cheirogaster*, *Ergilemys*, *Centrochelys*, etc). Jiménez *et al.* (1993) han propuesto

su inclusión en un género nuevo, no definido todavía, cercano a *Cheirogaster*, y que incluiría las especies *bolivari*, *richardi*, *gymnesica* y *perpiniana*.

Las dos especies de tortugas gigantes conocidas en el Mioceno de la Península Ibérica, *C. bolivari* y *C. richardi*, no coexistieron en el tiempo; la primera, mucho más abundante, se distribuía por la actual meseta castellana durante el Mioceno medio, mientras que la segunda especie se registra solamente durante el Mioceno superior, a partir del Vallesiense (figura 2.131).

Figura 2.131. reconstrucción de *Cheirogaster bolivari*



LAS TORTUGAS DE MADRID

Las tortugas mejor conocidas del registro neógeno madrileño son las de los yacimientos de Paracuellos 3 y Henares 1. En ellos se han identificado tres tipos de tortugas:

- Emydidae: a este grupo pertenecen los galápagos y las tortugas caja. Poseen un caparazón ovalado y aplastado en las formas acuáticas, y convexo en el resto. En Paracuellos 3 se

ha identificado una especie nueva del género *Geoemyda*, mientras que en Henares 1 no se han encontrado restos de esta familia.

Los Emydidae ocupan hábitats húmedos de tipo templado a tropical, y en general están asociados a puntos de agua.

- Tortugas terrestres de tamaño normal: en Paracuellos 3 y Henares 1 se conocen restos atribuibles al género *Cheirogaster*, con dos especies diferentes.
- Tortugas terrestres gigantes: alcanzaron tamaños considerables, con caparazones de hasta 1,80 m de largo. Se distribuyen desde la MN 2 hasta la MN 14. Mientras que en Paracuellos no ha podido llegarse a una adscripción específica, el material de Henares 1 se corresponde con *Cheirogaster bolivari*, que es la especie a la que se adscriben casi todos los restos aragonienses de la meseta (Palencia, Valladolid, La Cistérniga, Coca, etc). La otra especie, *Cheirogaster richardi*, se distribuye a partir del Vallesiense (Los Valles de Fuentidueña, Hostalets de Pierola, etc).

Las tortugas terrestres gigantes actuales son capaces de soportar largos períodos de ayuno; los adultos no viven ligados a cursos de agua permanentes, mientras que los juveniles sí dependen de ellos. Por ello, el hallazgo en Paracuellos 3 de individuos subadultos puede considerarse indicativo de la presencia de agua en las cercanías.

La diferencias en las comunidades de quelonios de Paracuellos 3 y Henares 1

han sido interpretadas por Jiménez (1985) como debidas a causas locales, como la mayor o menor cercanía a cursos de agua.

Aparte de estas dos localidades de las cercanías de Madrid, han aparecido tortugas terrestres en el mismo casco urbano, destacando 6 grandes ejemplares encontrados en la Ciudad Universitaria, además de los restos de Arroyo de los Meaques (Casa de Campo), obras del Cuartel del Infante Don Juan, Puente de la Princesa, Puente de los Franceses, fábrica de ladrillos de D. Modesto Chapa, Carretera de Extremadura, Cerro de los

Angeles y recientemente, los de las obras de la tercera pista del aeropuerto de Barajas y Somosaguas (ambos inéditos) (figura 2.132).



Figura 2.132. Fragmento de placa de testudínido del yacimiento de Somosaguas (Madrid).

La provincia de Madrid cuenta con escasos yacimientos en los que hayan aparecido restos de aves. Una parte extensa de su territorio está constituida por materiales graníticos, que no favorecen la formación de depósitos fosilíferos.

Se conocen seis yacimientos con aves; cuatro son del Terciario y dos del Cuaternario. La ubicación cronológica de los del Terciario es la seguida por Bruijn *et al.* (1992). Estos yacimientos han sido tratados en Sánchez Marco (1995).

TERCIARIO

El más antiguo es Estación Imperial, del Mioceno inferior, biozona MN4. Está ubicado en la capital y de él sólo conocemos una falange del pie perteneciente a una rapaz y un pequeño fragmento

de hueso que, sin duda, hay que atribuir a otra especie.

En el Mioceno medio, biozona MN 6, hay dos enclaves Paracuellos 5 y Paracuellos 3, el primero ligeramente anterior al segundo; en aquel apareció un fragmento de húmero de un galliforme del tamaño de un gallo o un faisán; en el segundo, se encontró una decena de restos de anseriformes atribuibles a dos especies.

El yacimiento más importante del Terciario madrileño, y uno de los más prometedores de la Península, en cuanto a la historia de las aves se refiere, es el de Batallones. Está situado en el término de Torrejón de Velasco y se formó en el Mioceno superior, biozona MN 10, en el Vallesiense. Es un yacimiento-

AVES FÓSILES DE MADRID

Antonio Sánchez Marco

trampa, constituido por los animales –carnívoros en su mayoría– que quedaban presos y se hundían en lo que era una zona pantanosa cuando acudían a devorar a otros animales, que previamente habían caído en la misma trampa. Los huesos se han conservado en excelentes condiciones, conociéndose incluso algunos esqueletos casi completos. Tan favorables circunstancias sedimentarias han permitido el hallazgo de restos fósiles de buena parte de la anatomía de una rapaz diurna, así como de restos aislados de otras tres especies, entre las que se incluyen dos passeriformes de tamaño mediano.

CUATERNARIO

En el Cuaternario, el yacimiento pleistoceno del Pontón de la Oliva ha proporcionado tres fósiles que pertenecieron a córvidos de pequeño tamaño. Un fragmento de húmero y otro de carpometacarpo probablemente hayan sido de grajilla (*Corvus monedula*). Una ulna casi completa puede asignarse a la chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*). La colección más amplia e interesante correspondiente a este lapso de

tiempo de la provincia de Madrid es la de Áridos 1. Se trata de un yacimiento situado a 18 Km al sudeste de la capital, en las terrazas del río Jarama, en el término de Arganda. En este lugar, en el Pleistoceno medio, un grupo de humanos con instrumental lítico de tipo achelense despedazaron un elefante. Junto con los restos óseos de éste, se encontraron fósiles de otros mamíferos, tanto de tamaño grande, como de tamaño pequeño. En el estudio de las aves, se identificaron 20 especies. Dos de los taxones están extinguidos: *Dendrocopos major submajor* –subespecie fósil del pico picapinos– y *Perdix palaeoperdix*, probablemente forma ancestral de la perdiz pardilla, habitante en la actualidad del norte de la Península. La presencia de esta especie es un dato interesante por el carácter indicador de climas relativamente frescos que se la ha solido asignar. En este conjunto ornítico dominan las aves propias de zonas boscosas (46% de las especies), seguido del de las aves de áreas descubiertas (27%) y del de las acuáticas (13,5%). Esta observación coincide con la distribución de grupos ecológicos de macromamíferos.

LOS CARNÍVOROS FÓSILES DEL NEÓGENO MADRILEÑO

Manuel J. Salses y Susana Fraile

INTRODUCCIÓN

Desde que aparecieron los primeros microorganismos heterótrofos, es decir, aquellos que no sintetizan sus propios nutrientes, sino que se alimentan de otros organismos, la existencia de grupos adaptados a este tipo de régimen ha formado parte del equilibrio

ecológico natural de las comunidades que habitan nuestro planeta.

A lo largo de la historia evolutiva de los mamíferos, han aparecido varios grupos adaptados a un régimen de tipo carnívoro, es decir, a base de la carne de otros animales. Estos grupos son: creodontos, carnívoros placentados y algu-

nos marsupiales. Los tres presentan convergencias en la dentición y en el esqueleto postcraneal; entre ellas está la presencia de caninos fuertes y agudos para matar a sus presas, y de dientes con sus cúspides alineadas formando un borde afilado, lo que permite cortar la carne con facilidad; estas piezas especializadas se denominan muelas carniceras, y su posición es siempre constante en los carnívoros placentados, mientras que en los marsupiales son varias las que desarrollan esta función.

El Orden Carnivora incluye a los mamíferos placentados que se alimentan de carne y cuyas muelas carniceras son P⁴ y M₁ (figura 2.133). Tiene su origen en el Paleoceno de formas que desarrollaron una serie de adaptaciones locomotoras y dentarias para capturar presas y consumir su carne. Existen dos grupos claramente diferenciados: Aeluroidea (=Feloidae) y Arctoidea (=Canoidea), con un total de 15 familias (figura 2.134); cada una de ellas presenta caracteres propios, pudiendo modificarse la dieta original para pasar a regímenes piscívoros, omnívoros, e incluso herbívoros (como *Ailuropoda melanoleuca*, el Panda Gigante).

HISTORIA EVOLUTIVA

Los primeros representantes del Orden Carnivora aparecen en el registro fósil a mediados del Paleoceno, y se incluyen en un grupo conocido como miacoideos. Este parece incluir formas relacionadas con Aeluroidea y con Arctoidea, adaptados a la vida arbórea, de cuerpo largo y extremidades cortas, muy similares a las actuales civetas. De la radiación

de este grupo surgen las distintas familias que conocemos actualmente y otras que se extinguen en uno u otro momento del registro.

EL REGISTRO FÓSIL DE LOS CARNÍVOROS EN MADRID

Los carnívoros son una parte fundamental de las comunidades de mamíferos, pero por estar situados en la cima de la pirámide trófica, salvo raras excepciones, son más escasos que otros grupos, como los herbívoros, sobre los que depredan.

La excepcional riqueza fosilífera de la cuenca de Madrid, en particular la del



Figura 2.133. M₁ de *Paramachairodus ogygia* del yacimiento del Cerro de los Batallones.

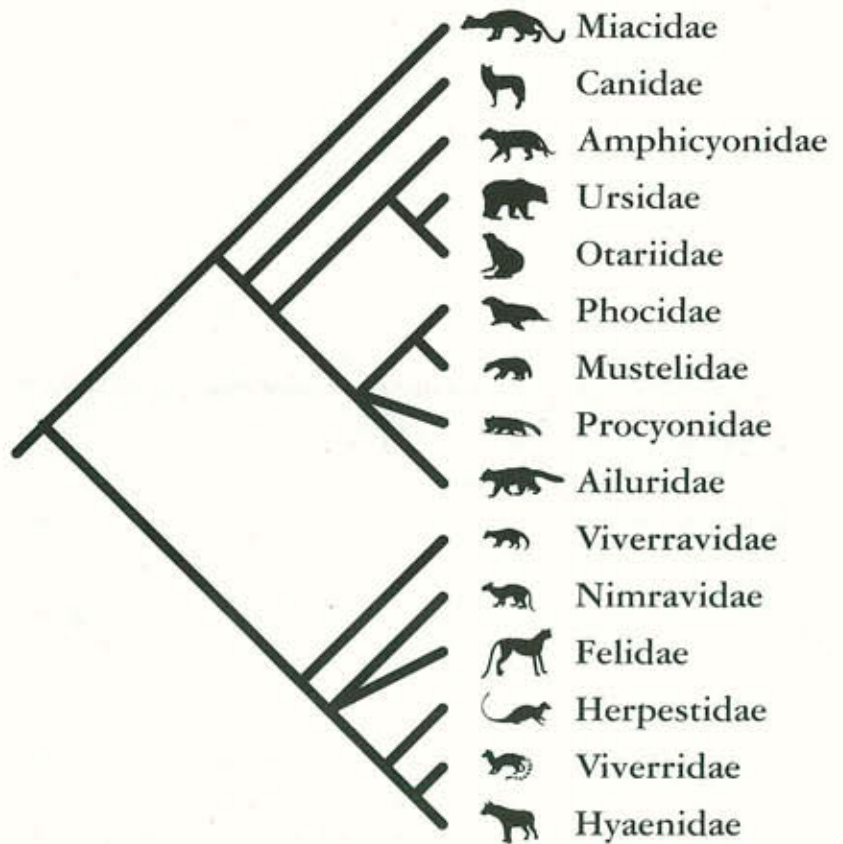


Figura 2.134. Cladograma del Orden Carnivora. Miacidae y Viverridae forman los Miacoideos

yacimiento mioceno de Cerro de los Batallones, ha permitido conocer parte de la población de carnívoros que habitó esta zona en tiempos pasados.

Los grupos presentes en el registro madrileño son:

**Suborden Arctoidea (=Caniformia)
Flower 1869**

Carnívoros con bula timpánica sin tabicar, formada por una sola cámara; P¹ sin parastilo y cingulo bien desarrollado a nivel del protocono.

**Familia Amphicyonidae Schlosser
1888**

Los Amphicyonidae son una familia de carnívoros primitivos que se registran por primera en el Eoceno superior de Eurasia y que formaron parte de las faunas de mamíferos hasta el Mioceno superior. Durante el Oligoceno fueron un grupo muy diverso, tanto en Eurasia como en Norteamérica, a la cual llegaron como inmigrantes, reduciéndose paulati-

namente esta diversidad taxonómica en el Mioceno, poco antes de su extinción.

Los representantes de este grupo exhiben una combinación de caracteres ursoides y caniformes, y aunque no existen dudas sobre su inclusión en los Arctoidea, no se conocen bien sus relaciones con el resto de familias de este grupo. Sus caracteres generales son: extremidades cortas, uñas no retráctiles, falanges cortas, cola larga (con hasta 28 vértebras, el máximo entre los carnívoros actuales), dentición primitiva, con presencia de terceros molares, una bulla timpánica sólo parcialmente hinchada y que no se extiende más allá del proceso mastoideo, y ausencia de fosa supra-mental. Los tamaños estimados para las diferentes especies varían entre 10 y más de 300 Kg. En la escápula aparece una fosa postescapular, presente también en los úrsidos; esta estructura ha sido relacionada con la capacidad de trepar a los árboles, lo que unido a la fuerte curvatura de las falanges ungueales de los anficiónidos, indicaría ciertas capacidades trepadoras en este grupo. A pesar de que en la dentición de este grupo pueden observarse diferentes adaptaciones tróficas, se les considera cazadores activos y carroñeros; el esqueleto postcranial es bastante conservador.

En Madrid se conocen tres especies de anficiónidos: *Amphicyon major* Blainville 1841, *Amphicyon giganteus* Laurillard 1848 y *Amphicyon aff. castellanus* Ginsburg, Morales y Soria 1981. *A. major* aparece en los yacimientos de Paracuellos 3, Paseo de las Acacias, Estación Imperial, Puente de Vallecas y La

Figura 2.135. Cráneo de *Amphicyon castellanus* del yacimiento del Cerro de los Batallones.



Hidroeléctrica; se trata de una especie de talla grande, similar a la de un león, con poderosas carniceras y fuertes caninos. *A. giganteus*, especie menos conocida, aparece en Henares 1; presenta una morfología dentaria muy próxima a la de *A. major*, pero su tamaño corporal se aproxima al de un oso pardo, de ahí su nombre específico en referencia a su tamaño corporal. *A. aff. castellanus*, que aparece en el Cerro de los Batallones, es el último representante de esta estirpe de carnívoros; a diferencia de los anteriores, su dentición es hipercarnívora, y su talla corporal menor, lo que evidencia unos hábitos más cazadores.

Familia Ursidae Fischer 1817

Subfamilia Hemicyoninae Frick 1926

Este grupo, de origen eurasiático, se distribuye desde el Mioceno inferior hasta el Plioceno superior. A pesar de ser úrsidos, su esqueleto muestra paralelismos en la dentición y en las adaptaciones cursoriales con los anficionidos, por lo que se les atribuye un modo de vida parecido al de estos, es decir, habitantes de espacios abiertos.



Figura 2.137.-Dentición de *Plithocyon armagnacensis* del yacimiento de Paracuellos 5. Arriba: Fragmento de maxilar de con P¹, M¹ y M²; abajo: M₁.

En Madrid se conoce *Hemicyon sansaniensis* Lartet 1851 en Henares 1 (figura 2.136) y *Plithocyon armagnacensis* en Puento de Vallecas y Paracuellos 5 (figura 2.137). Los restos de Puento de Vallecas se han atribuido con dudas a *H. sansaniensis*, por lo que se citan como *Hemicyon cf. sansaniensis*; los escasos restos de Alhambra-Túneles, Estación Imperial y Moraleja de Enmedio sólo han podido determinarse a nivel de subfamilia, citándose como Hemicyoninae indet.

Hemicyon sansaniensis es una forma muy común en el Mioceno medio de Eurasia; su talla era similar a la de un oso pardo, pero con dentición menos especializada, lo que denota hábitos carroñeros y cazadores. *Plithocyon armagnacensis* presenta una dentición similar a la de *H. sansaniensis*, pero más cortante, por lo que se le considera un cazador activo.



Figura 2.136. Fragmento de maxilar de *Hemicyon sansaniensis* con P¹, M¹ y M² del yacimiento de Henares 1.



Figura 2.138. Cráneo de *Martes* sp. del yacimiento de Cerro de los Batallones.

Familia Mustelidae Fischer 1817

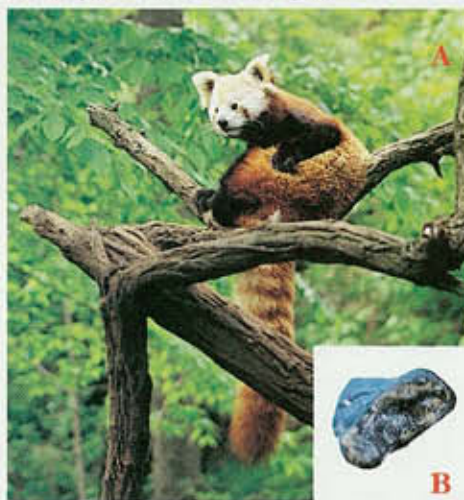
Carnívoros de tamaño pequeño, cuerpo alargado y miembros cortos, digitígrados o semiplantígrados. Son un grupo muy diversificado, con 70 especies actuales, y de distribución mundial, salvo Australia. El origen de los mustélidos se sitúa en el Eoceno superior-Oligoceno de Europa y Norteamérica con los géneros *Mustelictis* (de Quercy, Francia) y *Mustelavus* (de Dakota del Sur), pero no empiezan a ser abundantes hasta el Mioceno inferior. Esta familia muestra una amplia variedad de adaptaciones dentaria, con formas hipercarnívoras, piscívoras y omnívoras; su fórmula general es: 3 1 4-2 1/3 1 4-2 2-1.

Los restos de Mustélidos en el registro neógeno de Madrid son relativamente escasos, habiéndose citado *Proputorius* sp., género muy similar a la actual mofeta, en Cerro de los Batallones (figura 2.138), la Hidroeléctrica, Estación Imperial y Paseo de las Acacias y los géneros *Sabadellictis* y *Martes* en el Cerro de los Batallones.

Familia Ailuridae Flower 1869

El origen y relaciones de los Ailuridae no está nada claro, ya que, aunque se consideran una familia con entidad propia, presenta afinidades con úrsidos, mustélidos y prociónidos. El único representante actual es el panda rojo (*Ailurus fulgens*; figura 2.139 a). Son conocidos a partir del Plioceno medio de Eurasia y Norteamérica (hace 3-4 Ma.), con el género *Parailurus*, pero sus restos son muy escasos.

Figura 2.139. a. *Ailurus fulgens* del Zoo del Bronx (Nueva York); fotografía de M. Antón. b. M₁ de *Magerictis imperialensis* del yacimiento de Estación Imperial.



Subfamilia Ailurinae Gray 1843

En el yacimiento madrileño de Estación Imperial se conoce una forma ya muy parecida a *Ailurus fulgens*, que fue bautizada como *Magerictis imperialensis* Ginsburg *et al.* (1997); es un animal muy interesante, pues demuestra que los Ailuridae estaban separados de los Prociónidos al menos desde el Mioceno inferior. Sus restos se reducen a un

diente (figura 2.139 b), que muestra la estructura dentaria típica de *Ailurus*, con molares de tendencia selenodonta, más aptos para un régimen a base de vegetales que para consumir carne.

Subfamilia Simocyoninae Zittel 1893

De afinidades inciertas, ha sido incluido tradicionalmente en los mustélidos. Comparte con Ailurinae y Procyonidae el alargamiento del M_2 , y por ello estos tres grupos han sido relacionados con *Amphictis*, del Oligoceno de Quercy. Aparece por primera vez en el Mioceno medio, desapareciendo en el Mioceno superior. Sus últimos representantes son formas más hipercarnívoras, caso del género *Simocyon*; este animal presenta una dentición similar a la de *Magerictis*, pero con piezas más robustas, que recuerdan a la de los anficiónidos; esto, unido a su talla grande, algo mayor que la de un glotón, indica probablemente un régimen mixto de caza y carroñeo. Fórmula dentaria 3 1 4-2 2/3-2 1 4-1 2.

En Madrid se conocen restos de *Simocyon* sp. en el Cerro de los Batallones (figura 2.140).



Figura 2.140. Cráneo de *Simocyon* sp. del yacimiento de Cerro de los Batallones.

Suborden Aeluroidea (=Feliformia)
Flower 1869

Carnívoros con la bula timpánica bicamerada, por el desarrollo de un tabique óseo; presencia de parastilo en el P^1 y ausencia de cíngulo alrededor del protocono.

Familia Hyaenidae Gray 1821

El carácter principal de los hiénidos es la posesión de una bula timpánica unicamerada de manera secundaria, ya que deriva de la típica bula aeluroidea con dos cámaras. Los primeros hiénidos conocidos, *Thalassictis*, *Progenetta*, *Protictitherium* (figura 2.141), *Lycyaena*, etc. del Mioceno medio-superior, tienen una dentición de tipo vivérrido; en formas posteriores se reducen los molares y se robustece la serie premolar, lo que les permite aprovechar el tuétano de los huesos, sustancia de alto valor nutricional, y que no es fácilmente accesible. La fórmula dentaria es 3 1 4-3 2-0/3 1 4-3 2-1.

Esta familia tuvo un gran éxito en Europa hasta el Pleistoceno, momento en el que se registran los últimos hiénidos, con los géneros *Hyaena* y *Crocota*.

En el Cerro de los Batallones han aparecido numerosos restos de *Protictitherium crassum*, pequeño hiénido del Mioceno medio y superior considerado como la forma más primitiva

Figura 2.141. Reconstrucción de *Protictitherium crassum*.



Figura 2.142. Esqueleto completo de *Protictitherium crassum* del yacimiento del Cerro de los Batallones.



va de esta familia (figura 2.142). Su aspecto era más parecido a los pequeños cánidos, vivérridos y herpéstidos terrestres, que a las hienas actuales. También se han encontrado restos en Paracuellos 3 y Paracuellos 5.

Familia Felidae Fischer 1817

Carnívoros digitígrados, con caninos grandes y fuerte reducción de las series premolar y molar, debido a su dieta hipercarnívora. Su fórmula general es $3\ 1\ 3-2\ 1/3\ 1\ 2\ 1$. Se dividen en dos subfamilias, Felinae y Machairodontinae, esta última extinguida en el Holoceno (hace menos de 10.000 años).

Los félidos aparecen por primera vez en el registro fósil en el Mioceno inferior europeo, con el género *Proailurus*, de dentición primitiva, pero con caracteres feloides incipientes. *Pseudaelurus*, del Mioceno medio, presenta ya una morfología muy similar a la de las formas actuales de esta familia. A partir de este género, se produce una importante ra-

diación que da lugar por un lado a los felinos, de caninos cónicos, y por otro a los macairodontinos, de caninos comprimidos lateralmente. Estos últimos se convierten en los félidos dominantes en las faunas del Mioceno y Plioceno, y sólo a partir del Villafranquiense los felinos pasan a ser más numerosos.

El gran tamaño de los caninos de algunos macairodontinos (como *Smilodon*) ha dado lugar a numerosas hipótesis sobre el modo de caza de estos grandes carnívoros. Akersten (1985) propuso que el ataque tendría lugar en la zona abdominal de la presa, lo que provocaría grandes heridas, con abundante pérdida de sangre, y la muerte por shock; sin embargo, con este método de caza, los riesgos de rotura de caninos son elevadísimos, debido a la posibilidad de recibir una patada; por ello es más probable que el método de caza consistiera en un mordisco en la garganta, lo que provocaría el corte de la yugular y la tráquea, y la muerte en pocos minutos.

En el registro fósil de Madrid se conoce *Pseudaelurus quadridentatus* en Paracuellos 3, Paracuellos 5, Puente de

Figura 2.143. Hemimandíbula de *Pseudaelurus quadridentatus* del yacimiento de Alhambra-Túneles.



Vallecas y Alhambra-Túneles (figura 2.143); este férido, del tamaño de una puma pequeño, tenía unos caninos moderadamente grandes y ligeramente comprimidos lateralmente; *Pseudaelurus lorteti*, de la talla de un lince, aparece en Moratines, Paracuellos 3 y Puente de Vallecas. En el Cerro de los Batallones aparecen *Machairodus aphanistus*, *Paramachairodus ogygia* y *Pseudaelurus* sp.

Machairodus aphanistus, de la talla de un león, poseía unos caninos comprimidos y crenulados, pero de tamaño moderado; ocuparía el nicho de superde-

predador en la comunidad de Batallones (figura 2.144 a). *Paramachairodus ogygia*, de la talla de un leopardo, era un macairodontino primitivo, con caninos comprimidos, pero de pequeño tamaño y sin crenular (figura 2.144 b).

En el registro neógeno de la Cuenca de Madrid no hay cánidos debido a que su aparición en Eurasia es más tardía. Tampoco aparecen vivérridos ni nimrávidos, grupos poco abundantes en las faunas. La ausencia de fócidos y otáridos es lógica debido a que son grupos marinos, y los sedimentos madrileños de esta edad son continentales.

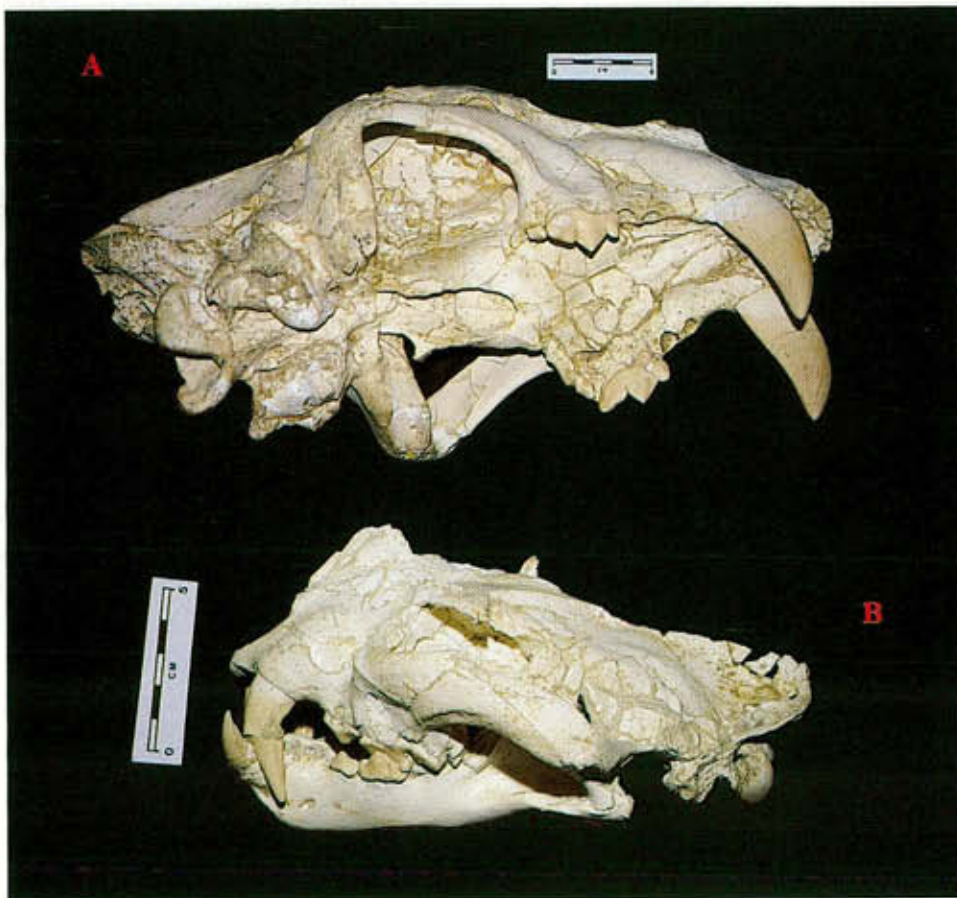


Figura 2.144. a. Cráneo de *Machairodus aphanistus* del yacimiento del Cerro de los Batallones. b. Cráneo de *Paramachairodus ogygia* del yacimiento del Cerro de los Batallones.

ORDEN RODENTIA

Pablo Peláez-Campomanes y Esther Herrera

El orden Rodentia representa el mayor grupo de mamíferos incluyendo aproximadamente el 40% de todas las especies de mamíferos actuales. Los roedores son en general de pequeño tamaño siendo su principal característica la presencia de un único incisivo tanto en el maxilar como en la mandíbula. Estos incisivos además de ser de crecimiento continuo no presentan esmalte en su cara posterior. Los roedores

muestran un amplio diastema que separa los incisivos de los dientes yugales debido a la ausencia de caninos y la reducción en el número de premolares. La fórmula dental del grupo es: I 1, C 0, P 0-2, M 1-3/ I 1, C 0, P 0-1, M 1-3.

Los roedores tienen su origen en Asia durante el Paleoceno, produciéndose su radiación al resto de los continentes durante el Eoceno. Desde ese momento los roedores representan uno de los grupos de mamíferos con mayor éxito evolutivo, es un grupo que en la actualidad se distribuye casi por todo el mundo (excepto en la Antártida y algunas islas) y habitan en cualquier tipo de ambiente desde desiertos hasta selvas tropicales.

La clasificación del orden Rodentia (cuadro 2.14) se basa principalmente en caracteres relacionados con la masticación, como son el tipo de estructura mandibular, las inserciones musculares y el tipo de dentición (figura 2.145).

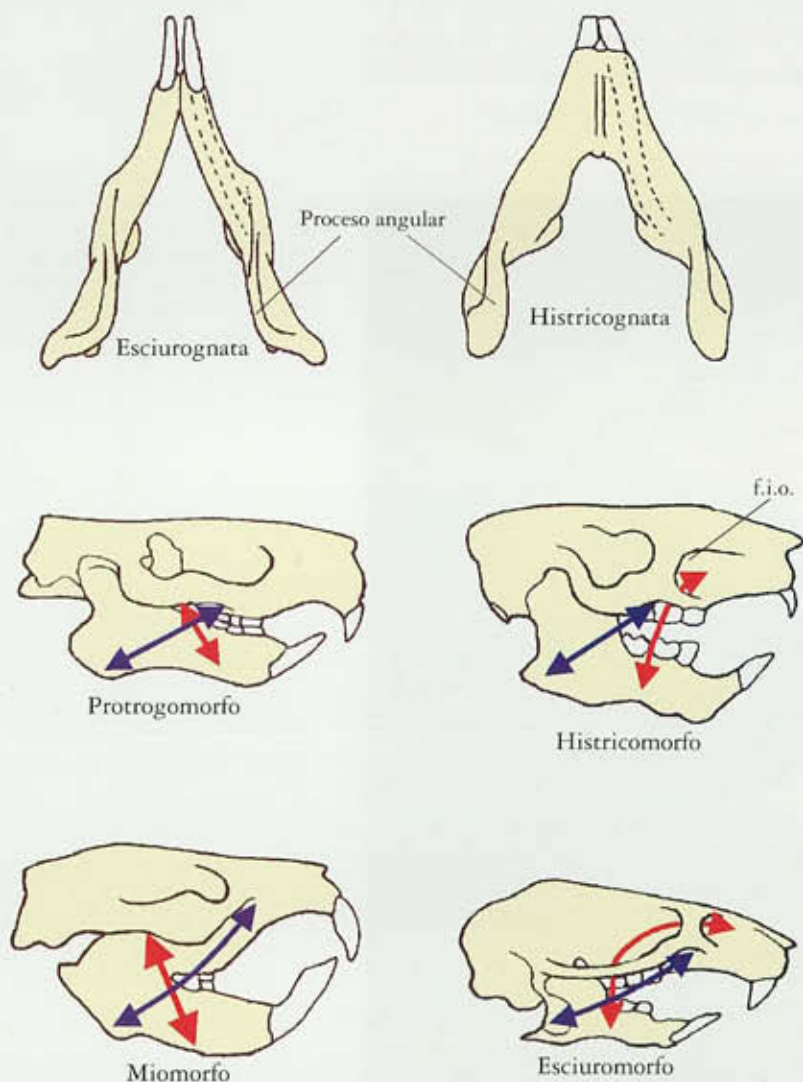


Figura 2.145. Tipos de mandíbulas e inserciones musculares presentes en los roedores. La diferencia entre mandíbula esciuognata e histicognata se encuentra en la posición del proceso angular respecto al plano de los incisivos (marcados por líneas discontinuas). En la de tipo esciuognata el proceso angular es interno al plano de los incisivos mientras que en la de tipo histicognata es externo. Dependiendo del lugar en el que las diferentes porciones del masetero se inserta en el cráneo se pueden observar cuatro patrones distintos en los roedores: Protrogomorfo, en el que el masetero interno (en rojo) y el masetero medio (en azul) se insertan en el arco cigomático; Histicomorfo, en el que el masetero interno pasa a través del foramen infraorbitario (f.i.o.) y se fija delante del ojo; Esciuomorfo: en este caso es el masetero medio el que se fija delante del ojo pero sin atravesar el foramen infraorbitario; Miomorfo, en el cual el masetero medio se inserta delante del ojo y el masetero interno atraviesa la zona orbital y pasa por el foramen infraorbitario.

Orden Rodentia

Sciurognathi

Protrogomorpha

Ischyromyoidea

Paramyidae

Sciuravidae

Ischyromyidae

Cylindrodontyidae

Aplodontoidea

Aplodontidae

Mylagaulidae

Theridomorpha

Theridomyoidea

Theridomyidae

Pseudosciuridae

Anomaluroidea

Anomaluridae

Sciuromorpha

Sciuroidea

Sciuridae

Petauristidae

Castoroidea

Castoridae

Eutypomidae

Rhizospalacidae

Ctenodactylomorpha

Ctenodactyloidea

Cocomyidae

Ctenodactylidae

Chapattimyidae

Myomorpha

Gliroidea

Gliridae

Seleviniidae

Geomyoidea

Geomyidae

Heteromyidae

Eomyidae

Dipodoidea

Dipodidae

Zapodidae

Muroidea

Cricetidae

Spalacidae

Rhizomyidae

Muridae

Hystricognathi

Franimorpha

Reithroparamyidae

Protoptychidae

Phiomorpha

Thryonomyoidea

Thryonomyidae

Phiomyidae

Diamantomyidae

Barhyergoidea

Barhyergidae

Hystricoidea

Hystricidae

Caviomorpha

Octodontoidea

Octodontidae

Echimyidae

Abrocomyidae

Ctenomyidae

Erethizontoidea

Erethizontidae

Chinchilloidea

Dinomyidae

Chinchillidae

Dasyproctidae

Myocastoridae

Cavioidea

Caviidae

Hydrochoeridae

Eocardiidae

Cuadro 2.14. Clasificación hasta el nivel de Familia del orden Rodentia. En azul se destacan las familias registradas en yacimientos miocenos de la provincia de Madrid. Modificada de Chaline y Mein (1979).

TAXA REGISTRADOS EN MADRID

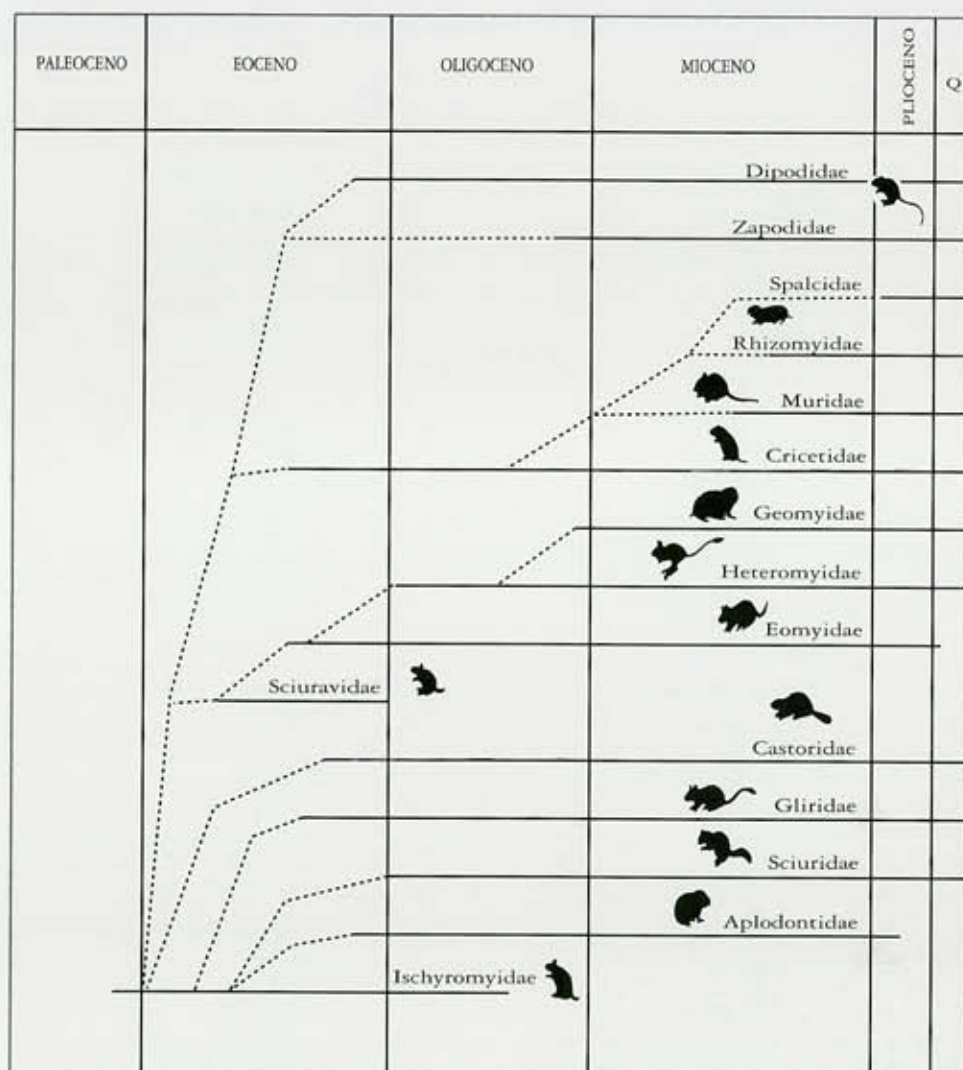
Como se ha destacado en la clasificación en Madrid se han registrado, en depósitos datados como Mioceno, roedores incluidos en tres superfamilias diferentes (la filogenia del orden y su distribución en el tiempo se aprecian en la figura 2.146).

**Superfamilia
Sciuroidea**

Dentro de esta superfamilia se incluyen todos los representantes de las ardillas, marmotas y perrillos de las praderas. Las características del grupo son: presencia de una mandíbula esciurognata, inserciones



Figura 2.146. Distribución y posibles relaciones filogenéticas de las familias de roedores principales.



musculares de tipo esciuomorfa, fórmula dental 1.0.1-2.3/1.0.1.3 y dientes yugales con raíces, generalmente de corona poco elevada (braquiodontos) y con cúspides patentes (bunodontos). Los esciuoideos parecen haber tenido un origen asiático a partir de representantes de la superfamilia Ischiromyoidea. Durante el Oligoceno inferior se produce la migración del grupo hacia Europa y Norteamérica. En los yacimientos madrileños se han registrado representantes de la familia Sciuridae, y dentro de éstos únicamente ardillas terrestres, encontrándose ausentes los Petauristidae o ardillas voladoras. Los tres géneros registrados en localidades madrileñas son *Atlantoxerus*, *Heteroxerus* y *Spermophilinus*. De los tres géneros solamente *Atlantoxerus* tiene representantes actuales incluidos en la especie *A. getulus* y que se distribuyen en Argelia y Marruecos así como en Canarias. *A. getulus* es una ardilla terrestre que se encuentra generalmente en ambientes rocosos alimentándose de semillas y frutos. *Atlantoxerus* y *Heteroxerus* (figura 2.146) presentan un tipo de dentición

bunodonta y poco especializada diferenciándose ambos géneros principalmente en la mayor talla de *Atlantoxerus* y la ausencia en este género del anterolóbido (cresta que se sitúa en la parte antero-labial de los molares inferiores). *Spermophilinus* por el contrario presenta una dentición más derivada, con morfología más lofodonta. Estas características dentales hacen suponer que probablemente *Spermophilinus* tuvo una dieta más herbívora que *Atlantoxerus* y *Heteroxerus* y por tanto su hábitat pudiera haber sido ligeramente más húmedo que el de los citados géneros.

**Superfamilia
Gliroidea**



Dentro de esta superfamilia se incluye la familia Gliridae que comprende los llamados lirones, de los que en la actualidad solo se conocen ocho géneros y cuya distribución geográfica se restringe a Europa, Asia y África. Las características más destacadas de la familia Gliridae son: mandíbula de tipo esciuognata, inserciones musculares de tipo protrogomorfa en los primitivos y miomorfa o histricomorfa en los más evolucionados, fórmula dental 1.0.1.3/1.0.1.3 y dientes yugales con raíces, superficie oclusal compuesta por crestas paralelas de esmalte (lofodonta) en número variable según el género y corona generalmente poco elevada. El origen del grupo parece producirse en el Eoceno inferior de Europa a partir de *Microparamys*, género incluido en los Ischiromyoidea. La

Figura 2.147. Fotografía al microscopio electrónico de un M³ de *Heteroxerus* sp. Yacimiento de Paseo de las Acacias



diversificación de los Gliridae empieza en el Eoceno inferior, continúa durante el Oligoceno llegando a alcanzar su máximo en Europa al final del Mioceno inferior (MN 3-4). En el Mioceno medio empieza el declive de esta familia, llegándose a unos mínimos en el Mioceno superior que se han mantenido hasta la actualidad. Es de destacar que incluso en los períodos de máxima diversidad su distribución geográfica ha estado restringida a Europa, Asia y África. En los yacimientos madrileños se han registrado representantes de tres géneros incluidos en dos subfamilias diferentes: *Microdyromys* (Dryomyinae), *Armantomys* y *Pseudodyromys* (Myomimyinae).

Microdyromys es un género que se distribuye en Europa desde el Oligoceno superior (MP24) hasta el Mioceno superior (MN10). En los yacimientos madrileños se han registrado al menos dos especies *M. legidensis* y *M. koenigswaldi*. Este género se caracteriza por presentar molares superiores con la cara lingual ornamentada y sus cuatro cúspides principales conectadas a un entolo-

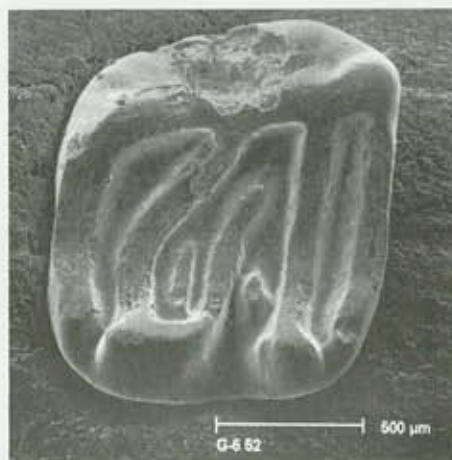
fo (figura 2.148). Además de estas características también se diferencian de otros géneros por sus premolares y terceros molares relativamente grandes. Las dos especies registradas en Madrid se diferencian entre sí por la mayor complicación dental de la especie *M. koenigswaldi*, la cual presenta un mayor número de crestas accesorias.

El género *Pseudodyromys* se distribuye en Europa desde el Mioceno inferior (MN1) hasta el Mioceno medio (MN6) aunque en España este rango es un poco menor, registrándose los últimos representantes de este género en la MN5. *Pseudodyromys* se encuentra representado en Madrid únicamente por la especie *P. simplicidens*. Esta especie se caracteriza por su simplicidad dental presentando solo las cuatro crestas principales en los molares. Es también característico sus coronas de baja altura y la asimetría observada en la disposición de las crestas de los molares superiores.

Armantomys, al igual que *P. simplicidens*, presenta un patrón dental muy simple diferenciándose sin embargo en la mayor altura de la corona de sus dientes yugales y la mayor inclinación que presentan sus crestas. La distribución temporal de este género abarca desde el Oligoceno superior (MP29) hasta el Mioceno medio (MN7/8). En Madrid se han registrado tres especies *A. jasperi*, *A. aragonensis* y *A. tricristatus*, último representante del género.

La comparación de la morfología dental de estos géneros con la de los gliridos actuales permite inferir unos posibles ti-

Figura 2.148. Fotografía al microscopio electrónico de un M^{1-2} de *Microdyromys*. Yacimiento de Gasómetro 6.



pos de dieta así como sus preferencias de hábitat. De esta forma se supone que el género *Microdyromys* habría tenido una dieta omnívora sin una predominancia significativa de ningún tipo de alimento y que su hábitat más favorable sería el forestal, aunque probablemente las especies con patrón dental menos complicado, pudieran haberse distribuido igualmente en ambientes más abiertos. *Pseudodryomys* y *Armantomys* tienen un patrón dental que se corresponde con el de gliridos actuales habitantes de espacios abiertos, con hábitos terrestres y que a pesar de ser omnívoros el componente vegetariano es muy elevado.

Superfamilia Muroidea

Dentro de esta superfamilia se integran el mayor número de especies de roedores actuales (ratones, ratas, topillos, hámsters, gerbillos, etc...). En este apartado solo nos referiremos a la familia Cricetidae, puesto que es la única de la que se tiene registro durante el Mioceno de Madrid. Dentro de los Cricetidae se incluyen entre otras todas las especies de hámsters. Entre las características más destacadas de los hámsters pueden enumerarse su mandíbula esciuognata, las inserciones musculares de tipo mio-morfa, la ausencia de premolares y sus molares radiculados con patrón morfológico de tipo cricetino. El origen de los Muroidea es asiático a partir de representantes de los Ischiromyidae y tiene lugar en el Eoceno. Los cricétidos migran a Europa desde Asia al comienzo



del Oligoceno y desde entonces se constituyen en uno de los grupos más abundantes dentro de las comunidades de roedores fósiles registradas en Europa. Esta situación se mantendrá así hasta la entrada en Europa de representantes de la Familia Muridae en el Mioceno superior (MN10) produciéndose en este momento una caída muy importante en la abundancia relativa de este grupo.

En el Mioceno madrileño se han registrado hámsters pertenecientes a dos géneros diferentes: *Megacricetodon* y *Democricetodon*.

Megacricetodon es un género de cricétidos de pequeño tamaño cuyo primer registro en Europa es del Mioceno medio (MN4) y el último del Mioceno superior (MN9). Entre sus características más destacadas pueden citarse su patrón dental con cúspides bastante agudas y los primeros molares relativamente grandes, de los cuáles el superior tiene un anterocono doble. Estas características hacen pensar que este género podría haber tenido una dieta omnívora con un alto componente insectívoro. Es difícil precisar las posibles preferencias de hábitat de este taxón ya que presenta una amplia distribución durante el Mioceno medio alcanzando unas abundancias relativas muy elevadas. Probablemente se trata de un taxón ubiquista con pocas limitaciones ambientales.

El género *Democricetodon* al igual que *Megacricetodon* empieza a ser un componente habitual de las faunas europeas

as desde el comienzo del Aragoniense (MN4) dejando de registrarse en el Vallesiense (MN10). Las características principales del género son la robustez de los molares (figura 2.149), y los primeros molares relativamente más pequeños que en *Megacricetodon*. Los primeros molares superiores presentan un anterocono generalmente simple. Este patrón dental podría corresponder al de un roedor omnívoro con un alto componente granívoro. Este género ha sido interpretado como habitante de ambientes abiertos y posiblemente áridos.

OTROS MICROMAMÍFEROS

Además de los roedores, que son el grupo de micromamíferos mejor representado en la Comunidad Autónoma de Madrid, en casi todos los yacimientos miocenos aparecen restos de lagomorfos (conejos, liebres y pikas); particularmente interesante es *Lagopsis penai* (figura 2.150), especie definida en Alcalá de Henares por Royo-Gómez en 1929. Otros pequeños mamíferos menos frecuentes

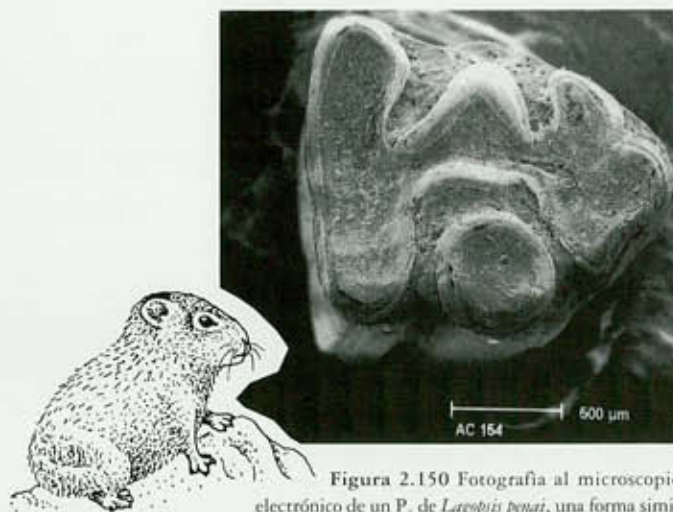


Figura 2.150 Fotografía al microscopio electrónico de un P₃ de *Lagopsis penai*, una forma similar a las pikas actuales. Yacimiento de Paseo de las Acacias.

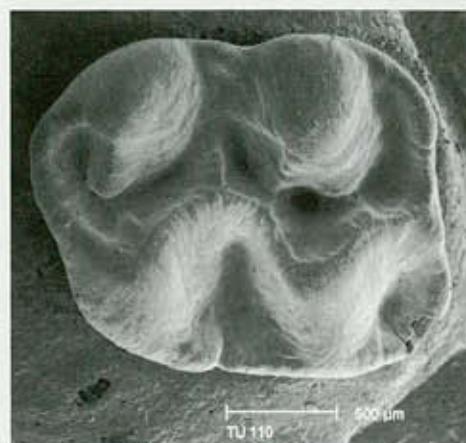


Figura 2.149. Fotografía al microscopio electrónico de un M² de *Democricetodon*. Yacimiento de Alhambra-Túneles.

en los yacimientos miocenos son los insectívoros, como, por ejemplo, las musarañas (familia Soricidae; figura 2.151).

En los yacimientos cuaternarios, los insectívoros y lagomorfos son ocasionalmente abundantes, y en algunos yacimientos kársticos se encuentran dientes de murciélagos fósiles similares a los actuales.

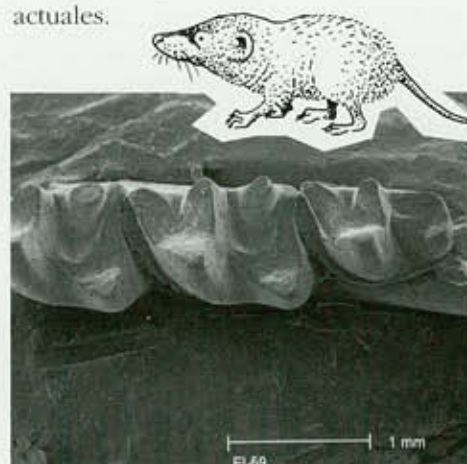


Figura 2.151. Fotografía al microscopio electrónico de un fragmento de hemimandíbula con la serie molar (M₁-M₄) de un Soricidae indeterminado (musaraña). Yacimiento de Estación Imperial.

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PROBOSCÍDEOS

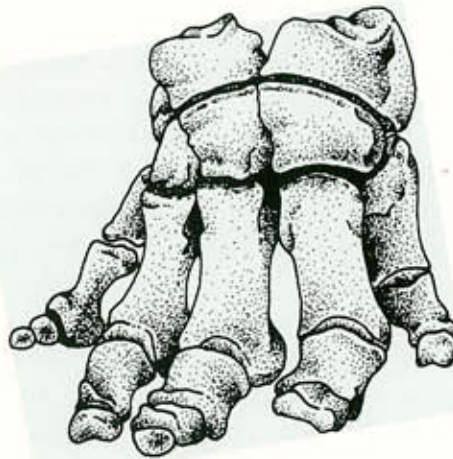
Los proboscídeos son mamíferos ungulados que tienen probóscide o trompa (del griego *pro*, que significa antes y *boscis*, boca). La trompa es la fusión de la nariz y el labio superior. Con ella los elefantes obtienen alimento, beben, emiten sonidos, tocan, se defienden y atacan. No obstante, conviene tener presente que los representantes más antiguos del grupo no poseían una trompa comparable a la de las especies actuales.

Otras características de los proboscídeos son, por ejemplo, tener el cráneo neummatizado (con cámaras de aire, figura 2.152), carpo seriado, de manera que cada hueso contacta mayoritariamente o sólo con un hueso arriba y con otro abajo (Fig. 2.153), y un sistema de reemplazamiento dentario especial en el que los dientes nuevos no salen por debajo de los viejos, sino que lo hacen por detrás



Figura 2.152. Sección de un cráneo de *Loxodonta africana* que muestra las cámaras de aire.

y se van desplazando hacia delante a la vez que los dientes gastados se desplazan igualmente hacia delante, van siendo expulsados de los alveolos y finalmente caen. Los elefantes actuales tienen, a lo largo de su vida, 26 piezas dentarias: 2 incisivos superiores denominados defensas o colmillos, ningún canino, 12 premolares y 12 molares. Este número de elementos dentarios puede variar en algunos taxones extinguidos.



PROBOSCÍDEOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Ana V. Mazo

Figura 2.153. Extremidad anterior de proboscídeo con carpo seriado. Modificado de Shoshani (1992).

HISTORIA

Hoy en día se admite que en la evolución de los proboscídeos hubo tres grandes radiaciones. Los más antiguos, correspondientes a la primera de estas radiaciones, se agrupan conforme a sus distintas características en las familias siguientes: meriterios (encontrados en el Eoceno y Oligoceno de Egipto), numidoterios (del Eoceno medio de Argelia), bariterios (procedentes de Egipto y Libia), dinoterios (de sedimentos miocenos del este de África, paleomastodontes (del Oligoceno de Egipto) y mamútidos (del Mioceno inferior de África Oriental).

La segunda radiación dió origen a las familias Gomphotheriidae y Amebelodontidae. Los gonfotéridos son un grupo amplísimo y extraordinariamente diversificado cuyos representantes más antiguos se conocen en sedimentos miocenos, de edad similar, de África, Asia y Europa. Formas más modernas llegaron también a América del Norte y del Sur. Todos los mastodontes encontrados en la Comunidad de Madrid son gonfotéridos.

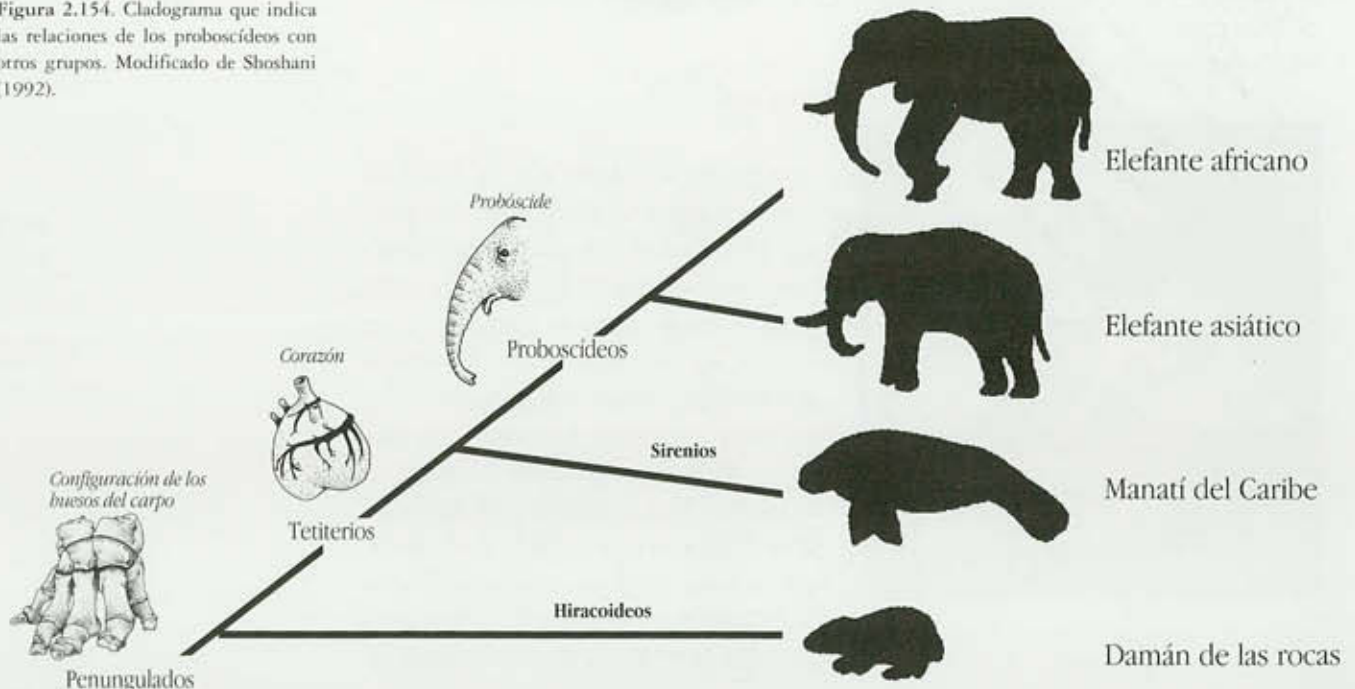
La tercera radiación generó la familia Elephantidae, con miembros extinguidos y vivos. El registro fósil indica que vivieron en África, Asia, Europa, América del Norte y del Sur; habiendo existido un gran número de géneros y especies capaces de vivir en ambientes muy diferentes. Pero a pesar de esta enorme potencialidad evolutiva y adaptativa, el orden Proboscidea tiene hoy

en día sólo dos géneros vivos: *Loxodonta* (el elefante de África) y *Elephas* (el elefante asiático). Cambios climáticos, competencia ecológica con otros animales, largo tiempo de gestación, especialización y desde el Cuaternario la caza y presión de los humanos, han contribuido a este desastre.

CLASIFICACIÓN Y PARENTESCO CON OTROS ANIMALES

Los estudios anatómicos y bioquímicos (especialmente inmunológicos y de secuencia de aminoácidos en las proteínas) indican que los proboscídeos están relacionados con los sirenios (cuyos representantes vivos son los manatíes y los dudongos) y con los hiracoideos (representados en la actualidad por los pequeños damanes). El término científico Penungulata incluye los órdenes Proboscidea, Sirenia e Hiracoidea, cuyo

Figura 2.154. Cladograma que indica las relaciones de los proboscídeos con otros grupos. Modificado de Shoshani (1992).



carácter común mas sobresaliente es tener los huesos del carpo con disposición seriada. Elefantes, manatíes e hircóides tuvieron, hace 65-60 millones de años, un antepasado común del que aún no sabemos mucho.

Proboscídeos y sirenios, que tienen entre otros rasgos en común el corazón con un doble ápice, se agrupan científicamente bajo el nombre de tetiterios. La figura 2.154 es un cladograma que vi-

sualiza las relaciones evolutivas de estos grupos sin referencias de tiempo. La figura 2.155 es un esquema simplificado de la filogenia de los proboscídeos, en el que se señalan los principales taxones y familias indicando las relaciones ancestros-descendientes.

Las principales tendencias evolutivas de los proboscídeos son el desarrollo de una proboscis, el crecimiento y verticalización del cráneo, la reducción del nú-

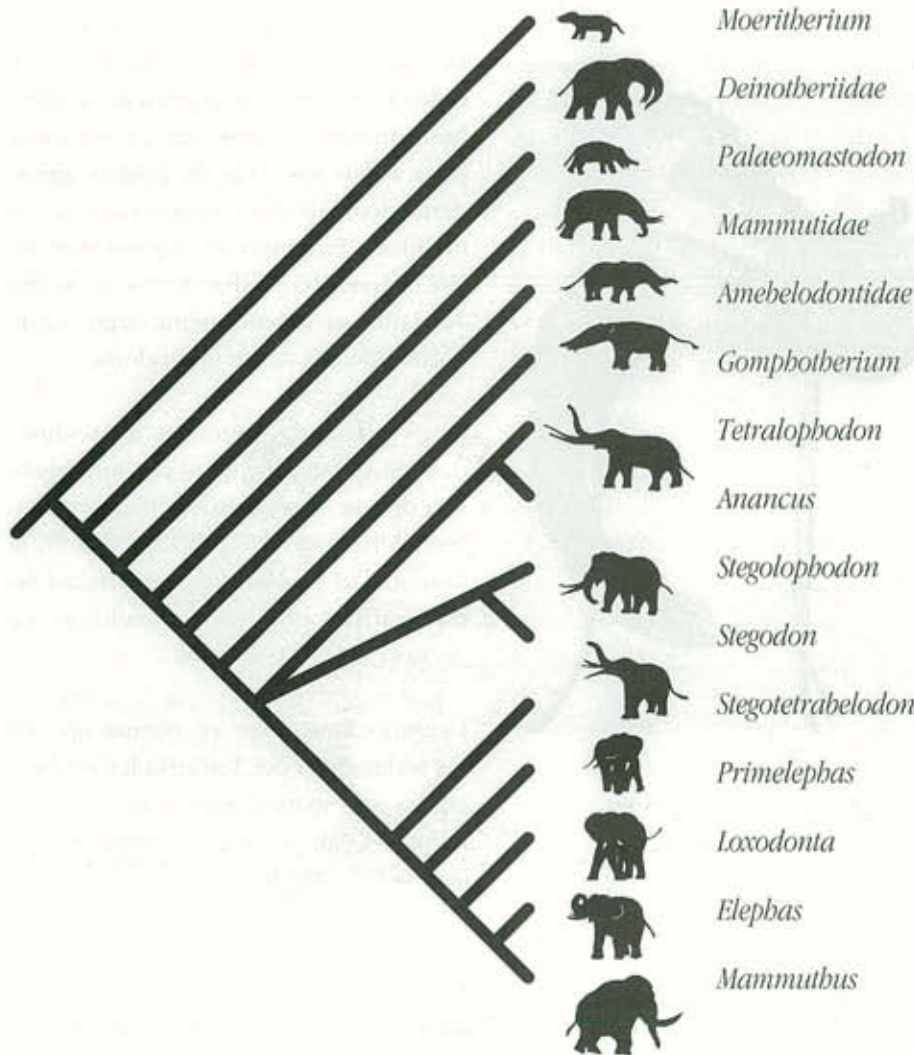


Figura 2.155. Esquema filogenético simplificado de los proboscídeos.

mero de dientes y el alargamiento de los huesos de las extremidades.

En la figura 2.155 observamos que, además de los elefantes y de sus antepasados los mastodontes, están también los dinoterios, proboscídeos sin colmillos superiores pero con dos grandes colmillos inferiores curvados hacia atrás (Figura 2.156), que vivieron desde el Oligoceno hasta finales del Plioceno y cuyas relaciones remotas con los restantes proboscídeos todavía no conocemos.

Figura 2.156. Maxilar y mandíbula, de un dinoterio procedente de Cerecinos de Campos (Zamora).



REGISTRO DE PROBOSCÍDEOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Además de algunos escritos medievales que aluden a la aparición en Madrid de «restos de gigantes», que podrían ser de proboscídeos o de cualquier otro mamí-

fero de gran tamaño, una noticia muy antigua de restos de proboscídeos es la recogida por Antonio Capmani, quien en un libro fechado en 1863 relata que durante el reinado de Felipe III (de 1598 a 1621), en una calle entre las de Fuencarral y Hortaleza, «... apareció un colmillo tan enorme que los anticuarios dijeron no haber visto otro igual, juzgando ser procedente de algún monstruo antediluviano... y mandó el Rey que los fragmentos fuesen llevados al Alcazar, del que desapareció, como todo lo demás, en el incendio de 1734».

La calle, denominada desde entonces calle del Colmillo conservó este nombre hasta finales del siglo pasado, en que pasó a llamarse calle de Pérez Galdos, denominación que conserva en la actualidad. Teniendo en cuenta que en esa zona los sedimentos son del Terciario, es prácticamente seguro que el colmillo era de un mastodonte.

Otras referencias históricas interesantes pueden consultarse en el capítulo histórico de este libro. Datos exhaustivos sobre los hallazgos de proboscídeos en la Comunidad de Madrid y referencias bibliográficas pueden consultarse en Mazo (1985, 1995 y 1996).

Es importante tener en cuenta que en los sedimentos del Terciario los proboscídeos son mastodontes y en los sedimentos Cuaternarios, elefantes. En los sedimentos terciarios podrían haberse encontrado dinoterios pero por ahora en la Comunidad de Madrid no se conocen, probablemente por necesitar un medio con alto grado de humedad.

Mioceno superior	Vallesiense <i>Tetralopodon longirostris</i>	Biozona	Torrejón de Velasco
Mioceno medio	Aragoniense superior <i>Gomphotherium angustidens</i>	G	Paracuellos 3
	Aragoniense medio/superior <i>Gomphotherium angustidens</i>	F	Móstoles Paracuellos 5
		E	Somosaguas Pte. Vallecas Aº Olivar
	Aragoniense medio <i>Gomphotherium angustidens</i>	D	San Isidro Puente de Toledo La Hidroeléctrica Arroyo del Abroñigal Cerro de la Plata Barrio de la Estrella Paseo de las Moreras Arenero de Antón García (Carretera de Extremadura) Cerámica Mirasierra (Barrio de Tetuán) Cerámica del Mochuelo (Barrio del Pilar) Paracuellos 2 Henares 2 Barajas

Cuadro 2.15

El cuadro 2.15 sintetiza los lugares de la Comunidad donde han sido encontrados mastodontes, indicando su identificación y la edad geológica de cada yacimiento.

Los restos de mastodontes procedentes de sedimentos aragoneses han sido identificados como género *Gomphotherium* (Cuvier). La especie mayoritaria es *Gomphotherium angustidens*, si

bien parece existir una segunda especie con molares de mayor complejidad e incisivos inferiores con notable aplastamiento dorso-ventral. Los *Gomphotherium* eran mastodontes de talla media con cráneo y mandíbula muy alargados anteroposteriormente, colmillos superiores curvados hacia abajo y con banda de esmalte, colmillos inferiores yuxtapuestos formando una especie de cuchara y molares

constituídos por cúspides redondeadas adecuadas para fragmentar y moler los alimentos.

Un hallazgo espectacular y de gran valor científico fue la cabeza del *G. angustidens* encontrado en 1957 en la Cerámica Mirasierra del Barrio de Tetúan (ver Mazo, 1976). El cráneo y mandíbula se mantenían aún en conexión anatómica, de manera que el animal tenía la boca abierta. Este ejemplar, con una conservación excepcional, está considerado uno de los mejores de Europa (figura 2.157).

Figura 2.157. Cráneo y mandíbula del *Gomphotherium angustidens* del barrio de Tetúan, Madrid. El fósil restaurado está expuesto en el Museo Municipal de Madrid y es una pieza única por su conservación y belleza. Cortesía del Instituto Arqueológico Municipal.

Los gonfoterios vivieron en manadas, como sus descendientes los elefantes, alimentándose de hierba, hojas, brotes,

frutos y tubérculos, en un medio con agua más o menos cercana y clima cálido. Las condiciones de aridez que indican otros elementos faunísticos del Aragoniense madrileño –por ejemplo los roedores– no son incompatibles, con la existencia de proboscídeos, capaces de efectuar diariamente grandes desplazamientos en busca de agua y alimento.

Del Vallesiense, en la Comunidad de Madrid sólo se conoce el yacimiento de Torrejón de Velasco (ver apartado sobre Batallones en este mismo libro) en el que la mayoría de fósiles corresponden a carnívoros. De mastodontes ha proporcionado algunos elementos postcraneales que en base a la edad geológica y a las identificaciones de los elementos faunísticos acompañantes, se han adscrito a *Tetralophodon longirostris* Kaup.

Tetralophodon longirostris se diferencia de *Gomphotherium angustidens* por tener mayor tamaño, cráneo más corto y verticalizado, incisivos superiores grandes y sin banda de esmalte e incisivos inferiores de sección redondeada.



Pleistoceno superior	La Aldehuela
<i>Mammuthus primigenius</i>	Arroyo del Culebro
Pleistoceno medio	San Isidro
<i>Elephas antiquus</i>	Arenero de los Rosales
	Orcasitas
	Villaverde
	Arganda
	Ciempozuelos
	Aranjuez

Cuadro 2.16. Distribución de los proboscídeos en el Cuaternario de Madrid.

En cuanto al Cuaternario, en la Comunidad de Madrid existen bastantes yacimientos de esta edad, ya que en las terrazas de los ríos Manzanares y Jarama aparecen con frecuencia tanto fauna como industria lítica. El cuadro 2 resume los yacimientos Cuaternarios en que se han encontrado elefantes, que pueden pertenecer a *Palaeoloxodon antiquus* o a la línea filogenética *Mammuthus meridionalis* -*M. trogontherii*- *M. primigenius*. Referencias bibliográficas individuales sobre estos yacimientos pueden consultarse en Mazo (1995).

El punto fosilífero conocido desde hace mas tiempo son los niveles superiores del Cerro de San Isidro, localidad descrita y estudiada por Ezquerro (1856) de donde se recuperaron, entre otros elementos faunísticos, piezas dentarias de *Elephas antiquus*¹

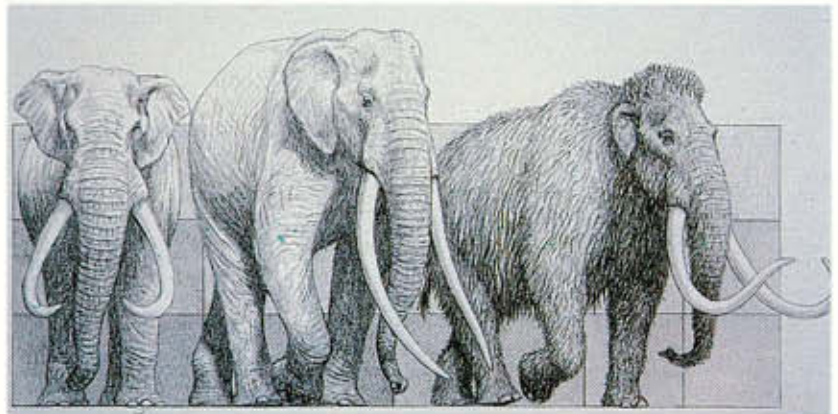
Este proboscídeo se caracteriza por tener la bóveda craneal hendida por un surco medio, defensas delgadas que describen una amplia curva y molares estrechos con láminas cuyo centro muestra una figura romboidal.

Hasta el presente, en la Comunidad Madrid no se ha encontrado ningún resto de *Mammuthus meridionalis*.

De las terrazas del Pleistoceno medio se han recuperado numerosos elementos de *Elephas antiquus* (ver cuadro 2.16) y Mazo (1995 y 1996). El hallazgo mas importante fue el de Villaverde, de donde se recuperaron el cráneo, defensas y extremidades anteriores de un

macho adulto que está expuesto en el Museo Nacional de Ciencias Naturales en Madrid (Figura 2.158). En varios de estos yacimientos se ha encontrado también industria lítica; en el yacimiento de Áridos, en Arganda del Rey, existen por ejemplo evidencias del aprovechamiento de los restos faunísticos por parte del hombre (Santonja *et al.*, 1980).

En las terrazas del Pleistoceno superior por ejemplo en la Aldehuela y Arroyo del Culebro (Arsuaga y Aguirre, 1979) se han encontrado piezas dentarias de *Mammuthus primigenius*, los populares mamuts, que tienen cráneos altos, defensas espiraladas y molares anchos con gran número total de láminas con esmalte delgado (Figura 2.159).



Los géneros *Elephas* y *Mammuthus* caracterizan, en principio, dos biotopos diferentes: los primeros se consideran propios de entornos boscosos y clima templado mientras que las tres especies de *Mammuthus* se relacionan con un paulatino deterioro climático y ambiental: el medio, en principio de tipo bosque o sabana, pasa a ser estepario.



Figura 2.158. *Elephas antiquus* encontrado en Villaverde Bajo, Madrid.

Figura 2.159. Reconstrucción anatómica mostrando las diferencias (de izquierda a derecha) entre *Mammuthus meridionalis*, *Elephas antiquus* y *Mammuthus primigenius*.

1. Recordamos que los niveles inferiores del Cerro de San Isidro habían proporcionado mastodontes (ver páginas anteriores de este trabajo).

LOS RINOCERONTES FÓSILES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Begoña Sánchez-Chillón y Esperanza Cerdeño



Los rinocerontes constituyen un grupo de mamíferos herbívoros que, junto con los tapires, los caballos y grupos fósiles relacionados, forman el Orden Perisso-

Orden Perissodactyla
Suborden Ancylopoda
Suborden Hippomorpha
Suborden Ceratomorpha
Superfamilia Tapiroidea
Superfamilia Rhinocerotoida
Familia Rhinocerotidae

Cuadro 2.17. Clasificación del orden Perissodactyla.

dactyla (cuadro 2.17). Los rinocerontes se agrupan en una única familia, Rhinocerotidae, reducida en la actualidad a cinco especies que están abocadas a la extinción (una de ellas ya casi desaparecida); si bien en épocas aún recientes tenían cierta extensión geográfica, ahora están relegadas a pequeñas áreas de África y Sureste asiático, en reservas o parques nacionales. Su distribución actual no refleja en absoluto la gran expansión geográfica que llegó a alcanzar la familia durante el Neógeno. De hecho, los rinocerontes constituyeron un elemento común entre las faunas cenozoicas, siendo, en algunos casos, uno de los grandes herbívoros predominantes en las comunidades de mamíferos.

Los rinocerótidos más antiguos se han encontrado en el Eoceno de América del Norte y Asia. A partir del Oligoceno y a lo largo del Neógeno, la familia Rhinocerotidae estuvo ampliamente distribuida por Asia, Europa, África y América del

Norte (Cerdeño, 1998). Su ausencia en América del Sur parece deberse a que la extinción de los rinocerontes en América del Norte fue anterior al establecimiento del istmo de Panamá durante el Plioceno. La mayor expansión y diversificación de los rinocerontes tuvo lugar desde el final del Mioceno inferior (Ramblense-Aragoniense inferior) hasta el final del Mioceno superior (Turolense), fundamentalmente en América del Norte, Europa y Asia. A partir del Plioceno, su diversidad descendió de manera brusca, desapareciendo completamente en América del Norte, mientras que en el resto de los continentes la extinción implicó sólo a determinados grupos. Las oscilaciones climáticas durante el Cuaternario llevaron a la extinción de los rinocerontes y otros grandes mamíferos en Europa al final del Pleistoceno superior.

En las faunas fósiles de Madrid, los rinocerontes están muy bien representados, tanto en el Mioceno como en el Pleistoceno, con un total de seis géneros que pertenecen a las subfamilias Aceratheriinae y Rhinocerotinae (*sensu* Cerdeño, 1995) (cuadro 2.18).

Subfamilia Aceratheriinae
<i>Alicornops simorreense</i>
<i>Acerorhinus tetradactylum</i>
<i>Aceratherium incisivum</i>
Subfamilia Rhinocerotinae
<i>Hispanotherium matritense</i>
<i>Lartetotherium sansaniense</i>
<i>Stephanorhinus bundsheimensis</i>
<i>Stephanorhinus bemitoechus</i>
<i>Coelodonta antiquitatis</i>

Cuadro 2.18. Clasificación de los rinocerontes presentes en la Comunidad de Madrid.

SUBFAMILIA ACERATHERIINAE

En ella están incluidos varios géneros de rinocerontes que se caracterizan, en conjunto, por presentar el mismo tipo morfológico de cráneo, desprovisto de cuernos (al menos bien desarrollados), dientes en general de tipo braquiodont, con protocono delimitado por surcos verticales, segundos incisivos inferiores desarrollados y extremidades anteriores tetradáctilas.

Alicornops simorreense. Es un pequeño aceraterino incluido en la tribu Alicornopini, caracterizado por presentar sus extremidades muy acortadas, pero no masivas. Es muy abundante en yacimientos miocenos del Aragoniense superior como Paracuellos 3. La especie se conoce en gran parte de Europa, pero es en España donde está mejor representada, sobre todo teniendo en cuenta que se han encontrado cráneos bastante completos, destacando el hallado en el yacimiento madrileño de Moraleja de Enmedio. El abundante material español de *A. simorreense* ha permitido conocer bien su anatomía esquelética y los cambios sufridos desde el Mioceno medio al superior. Se han diferenciado dos tendencias evolutivas distintas en la especie: una, en la cuenca del Vallés-Penedés, que aumenta la talla y mantiene las proporciones de los huesos y otra, en las cuencas centrales españolas, en la que el incremento de tamaño va acompañado de un significativo aumento de robustez, culminando con *A. alfambrense*, especie definida a partir del material de La Roma 2 (Teruel) e identificada posteriormente

en otros dos yacimientos europeos de Alemania y Francia (Cerdeño y Alcalá, 1989; Cerdeño, 1997).

Acerorbinus tetradactylum. Es un aceraterino bastante mal representado en España. Sería también un rinoceronte sin cuernos, aunque se ha propuesto un dimorfismo sexual en este rasgo, pero de porte más alto que *Alicornops simorreense*, ya que los huesos de sus extremidades, además de más grandes, son relativamente más altas. La especie *A. tetradactylum* se ha incluido clásicamente en el género *Aceratherium*. Ginsburg y Heissig (1989) propusieron su separación en el género *Hoploaceratherium*, pero recientemente Cerdeño (1996) la incluyó dentro del género *Acerorbinus*. En el área de Madrid, *A. tetradactylum* se ha citado, con ciertas dudas, en yacimientos clásicos como el de Cerro de la Plata y más recientes como Henares-1 y Paracuellos 5, todos del Aragoniense medio (Alberdi *et al.*, 1985; Cerdeño, 1989).

Aceratherium incisivum (fig. 2.160).

Es una especie conocida a lo largo del Mioceno superior (Vallesiense-Turolense) de Europa occidental, pero está poco representada en España, salvo en la cuenca del Vallés-Penedés (Santafé, 1978; Cerdeño, 1989). Sin embargo, en el área de Madrid, el



Figura 2.160. Mandíbula de *A. incisivum* proveniente del yacimiento Cerro de los Batallones.

interesante yacimiento de Cerro de los Batallones, del Vallesiense superior, ha proporcionado importantes restos de *A. incisivum* estudiados recientemente (Cerdeño y Sánchez, 1998) que aumentan el conocimiento de esta especie en las cuencas centrales españolas. *A. incisivum* es una forma estrechamente relacionada con el género *Acerorhinus*, del que se distingue principalmente por caracteres craneales. Tiene el esqueleto postcraneal algo más robusto que *A. tradactylum* y los nasales más acortados.

SUBFAMILIA RHINOCEROTINAE

En esta subfamilia, se reúne un gran número de géneros y especies, incluyendo las cinco actuales, la mayoría consideradas dentro de la tribu Rhinocerotini, si bien algunos géneros se mantienen sin rango tribal. Son rinocerontes de talla general grande, relativamente gráciles y con uno o dos cuernos, salvo excepciones.

Hispanotherium matritense. Esta especie fue definida, precisamente, en el yacimiento madrileño de Puente de Toledo (Prado, 1864). Dentro de la subfamilia, se incluye en la tribu Iranotheriina (*sensu* Cerdeño, 1995). Es una forma muy característica por sus dientes de corona alta (subhipsodontos), con el esmalte ondulado y mucho cemento y su esqueleto grácil, de tipo corredor (figura 2.161). No se conocen apenas restos craneales de esta especie, salvo dos fragmentos de nasales que indican la ausencia de cuerno, contrariamente a lo sugerido por algunos autores (Heissig, 1976; Fortelius y Heissig,

1989), y otro fragmento (de "*B. borisiaki*" = *H. matritense*) que sí evidencia un cuerno nasal y que ha sugerido la existencia de dimorfismo sexual en este carácter. Durante mucho tiempo, sólo se conocieron restos de *Hispanotherium* en España y Portugal, por lo que se consideró como un endemismo típico de la Península Ibérica, donde habitó en el Mioceno medio, durante una parte del Aragoniense medio. Posteriormente, se citó este rinoceronte en un yacimiento francés (Ginsburg *et al.*, 1987) de edad algo más reciente que las localidades españolas con *H. matritense*. La especie fue relacionada con algunas formas asiáticas (Turquía, Caúcaso, Siwaliks, Mongolia) asignadas al mismo o a distintos géneros. Distintos autores han propuesto diversas sinonimias entre estas formas asiáticas y la ibérica. Recientemente, Iñigo y Cerdeño (1997) establecen estas sinonimias incluso a nivel específico, lo que extiende la distribución de *Hispano-*



Figura 2.161. Metápodos de *H. matritense* del yacimiento Paseo de las Acacias.

therium matritense de España, Portugal y Francia a Turquía (Anatolia), Pakistán (Siwaliks) y Mongolia. La diversidad específica del género en Asia queda completada con la forma del Caúcaso, *H. caucasica*, y las especies chinas *H. lintungensis* y *H. tungurensis* (Zhai, 1978; Cerdeño, 1996), las tres con cuerno nasal bien desarrollado.

La distribución geográfica de *Hispanotherium* planteó interesantes cuestiones paleogeográficas y se postuló una vía de migración a través del Mediterráneo al final del Aragoniense inferior que explicaría la ausencia de restos de *Hispanotherium* en otras áreas europeas o del norte de África, donde deberían haber aparecido en caso de que la migración desde Asia hubiera seguido una ruta nord- o sud- mediterránea. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las localidades de Asia con *Hispanotherium* son de edad más reciente, dentro del Mioceno medio y superior, que las ibéricas. Este hecho plantea una migración Asia-Europa más antigua de la considerada previamente y un origen del género aún desconocido.

Lartetotherium sansaniense. Clásicamente, esta especie se ha considerado dentro del género *Dicerorhinus*, que incluye la especie actual *D. sumatrensis* (rinoceronte de Sumatra). En este género se han incluido numerosas especies que, con el tiempo, se ha comprobado que corresponden a grupos distintos. La distinción de la especie *L. sansaniense* como género *Lartetotherium* se debe a Ginsburg (1974), aunque no fue aceptada de forma general hasta muchos años

después y aún hoy es cuestionada por algunos autores. La especie fue descrita sobre material del yacimiento francés de Sansan y se ha citado en bastantes yacimientos del Mioceno medio de toda Europa occidental (Guérin, 1980). Los restos de la especie encontrados en España muestran, en general, una talla más pequeña que el material tipo; sólo algunos elementos postcraneales de yacimientos como Paracuellos 5 se acercan a los de Sansan. Aparece frecuentemente asociado con *Alicornops simorreense*, aunque su representación es mucho más escasa. Era un rinoceronte bicorne de talla media y extremidades altas, relativamente gráciles, aunque no tanto como las de *Hispanotherium*. Dentro de la Subfamilia Rhinocerotinae, *Lartetotherium* se mantiene sin rango tribal (Cerdeño, 1995).

En los sedimentos de edad pleistocena de Madrid, encontramos otras tres especies de Rhinocerotinae, pertenecientes a dos géneros incluidos en la Tribu Rhinocerotini, Subtribu Elasmotheriina. Las tres son especies bicorne caracterizadas, entre otras cosas, por presentar el tabique nasal parcial o totalmente osificado. Dos de ellas corresponden al género *Stephanorhinus*, previamente incluidas también en *Dicerorhinus*.

Stephanorhinus bundsheimensis. Esta especie no ha sido citada previamente en España, ya que era considerada sinónima de la subespecie *S. etruscus brachycephalus* (Guérin, 1980), la cual ha sido reconsiderada a nivel específico como *S. bundsheimensis* (Fortelius *et al.*, 1993) e incluye la mayor parte del

material europeo asignado a la subespecie *S. etruscus brachycephalus* (Guérin, 1980). En la provincia de Madrid, se han citado como *S. e. brachycephalus* dos metatarsos del Pleistoceno medio del Arenero de Juan González (Usera) (Guérin, 1980; Cerdeño, 1993) y podemos asumir, aun a falta de una revisión del citado material, que corresponden en realidad a *S. bundsheimensis*. Esta especie sucede a *S. etruscus* en Europa al final del Pleistoceno inferior y se mantiene durante el Pleistoceno medio.

Figura 2.162. M¹⁻² de *S. hemitoechus* del yacimiento Arenero de J. González.



Stephanorhinus hemitoechus (figura 2.162). De las especies pleistocenas conocidas en España, es la que se encuentra en mayor número de yacimientos. Aparece en España en el Pleistoceno medio, pero es en el Pleistoceno superior cuando se hace más abundante. En Madrid, ha sido identificada en el Pleistoceno medio de Pinilla del Valle y

Arenero de Arriaga y en el Pleistoceno superior de Vaciamadrid (Cerdeño, 1990). Era un rinoceronte con una dentición relativamente hipsodonta y extremidades gráciles.

Coleodonta antiquitatis. Conocida como el gran rinoceronte lanudo y distribuida por toda Eurasia, esta especie era más grande y robusta que las anteriores y estaba adaptada a soportar las frías temperaturas de las épocas glaciales. Esta especie se encuentra escasamente representada en España, donde las glaciaciones no fueron tan rigurosas como en el norte y centro de Europa. En Madrid, se conoce en los yacimientos del Pleistoceno superior de Los Rosales o Las Mercedes (Cerdeño, 1990) y Arroyo Culebro (Arsuaga y Aguirre, 1979). Es el último representante de la Familia Rhinocerotidae tanto en España como en el resto de Europa.

ÉQUIDOS FÓSILES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Israel M. Sánchez y Manuel J. Salesa



Los Equidae son una familia de mamíferos pertenecientes al Orden Perissodactyla (cuadro 2.19), es decir,

ungulados de dedos impares. Se caracterizan principalmente por presentar notables adaptaciones a la carrera (miembros alargados, reducción de dedos, sistema de bloqueo del carpo, etc), dentición lofodonta, y una muy acusada molarización de los premolares. Asimismo, aunque los representantes actuales de esta familia son todos pastadores (comedores de gramíneas, con dentición hipsodonta especializada), hubo durante el Terciario una floreciente radiación de formas braquiodontas ramoneadoras (comedores de hojas y frutos) y de alimentación mixta.

Cuadro 2.19. Posición de la familia Equidae dentro del orden Perissodactyla.

Orden Perissodactyla
Suborden Ancylopoda
Suborden Hippomorpha
Familia Equidae
Suborden Ceratomorpha
Superfamilia Tapiroidea
Superfamilia Rhinoceroidea

El origen evolutivo del grupo se encuentra en Norteamérica, donde aparecen en el Eoceno. Éstas son formas primitivas, braquiodontas y con cuatro dedos en los miembros anteriores y tres en los posteriores (género *Hyracotherium*). Las formas más derivadas posteriores en el tiempo, como *Mesobippus*, tienen ya sólo tres dedos en los miembros anteriores, siendo el dedo III (el central) claramente predominante en tamaño (figura 2.163). A partir de aquí se diferencian principalmente dos linajes, que adquieren el modo de desplazamiento unguilgrado, es decir, sin almohadillas digitales, a diferencia de équidos como *Mesobippus* y otros perisodáctilos como los tapires, que serían subunguligrados: los Anchitheriinae, tridáctilos y ramoneadores, y los Equinae, grupo que rápidamente desarrolla la hipsodoncia y los hábitos pastadores (y que tiene representantes tridáctilos y monodáctilos).



Figura 2.163. Comparación de los miembros anteriores de los géneros *Mesobippus* (izquierda), *Anchitherium* (centro) y *Equus* (derecha). Obsérvese la presencia de almohadillas digitales en *Mesobippus* (condición subunguligrada, *sensu* Thomason, 1986, 1991), que se pierden en los géneros más derivados. Los dibujos no están a escala.

Los équidos entran en Eurasia a través del estrecho de Bering en tres acontecimientos de dispersión sucesivos: los Anchitheriinae (género *Anchitherium*)

en el Mioceno inferior (hace unos 18 Ma), y los Equinae en el Mioceno superior (género *Hipparion*, hace unos 11 Ma), y en el Plioceno superior (género *Equus*, hace 2,5 Ma) (McFadden, 1992).



Figura 2.164. Modelo a tamaño natural de *Anchitherium castellanum*; la altura a la cruz era de unos 90 cm. Reconstrucción por Mauricio Antón.

El primer grupo de équidos que aparece en Eurasia es el de los Anchitheriinae (figura 2.164). Comienzan a registrarse al final del Ramblense (MN 3b, zona local A, hace 18 Ma) (Sánchez *et al.*, 1998), y se diversifican rápidamente en la Península Ibérica dando lugar a dos linajes bien diferenciados, de los cuáles el más primitivo (al que pertenece el ampliamente distribuido en Europa *Anchitherium aurelianense*) no tiene representantes en la cuenca de Madrid. Este linaje es sustituido en el tiempo (a mediados de la MN 5, zona D, hace unos 15 Ma) por otro que precisamente se diversifica y tiene una amplia representación en Madrid (cuadro 2.19). Este clado tiene también repre-

Cuadro 2.20. Clasificación y especies presentes de la familia Equidae en la cuenca de Madrid.

Familia Equidae

Subfamilia Anchitheriinae

Género *Anchitherium*

- Anchitherium matritense*
- Anchitherium alberdiae*
- Anchitherium procerum*
- Anchitherium cursor*

Subfamilia Equinae

Género *Hipparion*

- Hipparion* sp.

Género *Equus*

- Equus caballus*
- Equus stenonis*

sentantes europeos, como es el caso del anquiterino del yacimiento francés de Sansan; la principal diferencia entre las formas europeas e ibéricas es que éstas últimas son macrodontas, es decir, aumentan el tamaño de la dentición yugal respecto al esqueleto postcraneal. Ésta es una probable adaptación a la invasión de medios más abiertos, como sabanas arboladas, y a la explotación trófica de material vegetal más abrasivo propio de estos ambientes, en contraposición al material vegetal más blando propio de los bosques más cerrados que se supone eran el hábitat de los anquiterinos microdontos (Forsten, 1991).

Las especies presentes en la cuenca de Madrid son las siguientes: *Anchitherium matritense* (MN 5, zonas D+E), *A. alberdiae* (MN 5, zona D), *A. procerum* (MN 6, zona F) y *A. cursor* (MN 5 y MN 6, zonas D+E) (figura 2.165). La que se encuentra con mayor asiduidad es *A. matritense*. *A. procerum* y *A. cursor* son

dos formas muy derivadas, con ciertos refinamientos locomotores en el esqueleto apendicular, siendo *A. cursor* un animal muy grácil, de pequeño tamaño, patas muy largas y dientes muy grandes respecto al tamaño del esqueleto postcraneal (Sánchez *et al.*, 1998).

Casi al final del registro estratigráfico del género *Anchitherium*, se produce la entrada en Eurasia de otro équido inmigrante norteamericano, *Hipparion* (a principios del Vallesiense, hace unos 11 Ma). Llega a convivir con *Anchitherium* durante un corto lapso de tiempo en algunas localidades de Europa, pero éste se extingue rápidamente, al mismo tiempo que *Hipparion* se convierte en uno de los taxones más abundantes en los ecosistemas terrestres euroasiáticos (Alberdi, 1989).

Hipparion es tridáctilo, pero ya dispone de un tipo de dentición hipsodonta prácticamente comparable a la que ex-

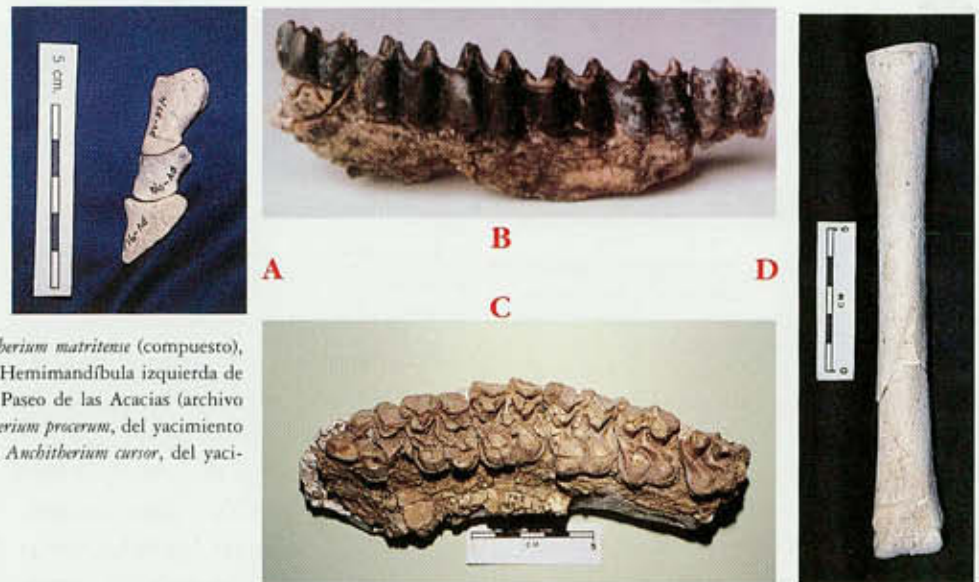


Figura 2.165. A. Dedo lateral de *Anchitherium matritense* (compuesto), del yacimiento de Puente de Vallecas. B. Hemimandíbula izquierda de *Anchitherium alberdiae*, del yacimiento de Paseo de las Acacias (archivo MNCN). C. Maxilar izquierdo de *Anchitherium procerum*, del yacimiento de Paracuellos 5. D. Metacarpiano III de *Anchitherium cursor*, del yacimiento de Alhambra-Túneles.

hiben los caballos modernos (figura 2.166). Es un género abundantemente representado en yacimientos de toda Europa; los primeros *Hipparion* europeos son formas grandes y robustas, que se encuadran en la especie *Hipparion primigenium* (o *Hippotherium primigenium* según Woodburne, 1989 y Bernor *et al.*, 1996). En la cuenca de Madrid aparece en el yacimiento Vallesiense de Cerro de Los Batallones, estando representado por una especie indeterminada, *Hipparion* sp.

Finalmente, en el Plioceno superior, hace unos 2,5 Ma, formas primitivas del género *Equus* atraviesan el estrecho de Bering, entran en Eurasia, y desplazan definitivamente a *Hipparion*, que desaparece. *Equus* es el género en el que se engloban los caballos modernos (caballos, cebras, asnos, hemiones, etc), y la principal diferencia que presentan con

los *Hipparion* es que son monodáctilos, es decir, los dedos laterales han desaparecido y el animal sólo se apoya en los dedos centrales (el dedo III). Los restos de este género no son muy abundantes en la cuenca de Madrid (figura 2.167), y aparece en yacimientos como Pinilla del Valle y en puntos de las terrazas del Manzanares, habiendo sido identificadas las especies *Equus caballus* y *E. stenonis*.



Figura 2.166. Molar superior de *Hipparion* en vista oclusal. Obsérvese el protocono aislado.



Figura 2.167. Molar superior de *Equus* cf. *stenonis*, del yacimiento de Pontón de la Oliva (archivo MNCN).

Los calicoterios son extraños perisodáctilos (ungulados de dedos impares, al igual que caballos y rinocerontes) que se distribuyen cronológicamente desde el Oligoceno hasta el Pleistoceno (cuadro 2.21). Presentan tres dedos tanto en los miembros anteriores como en los posteriores, dotados de enormes garras bifurcadas. Las extremidades anteriores son más largas que las posteriores, carácter que llega a ser exagerado en géneros como *Chalicotherium*, que por esta razón es conocido como el «caballo-gorila», ya que la diferencia de longitud de los miembros le daba a la espalda una acusada inclina-

ción que hacía que la postura del cuerpo fuese similar a la de los mencionados primates. La dentición de estos animales es braquiodonta, lo que indica una ali-

CHALICOTHERIIDAE

Israel M. Sánchez

Orden Perissodactyla
Suborden Ancylopoda
Familia Chalicotheriidae
Suborden Hippomorpha
Suborden Ceratomorpha
Superfamilia Tapiroidea
Superfamilia Rhinocerotioidea

Cuadro 2.21. Posición sistemática de la familia Chalicotheriidae en el orden Perissodactyla.

mentación a base de vegetales no abrasivos como hojas, frutos y arbustos; probablemente se valían de sus largos brazos y grandes manos para arrancar o atraer hacia sí los vegetales de los que se alimentaban, lo que acentuaría ciertamente su parecido externo con un gorila. Los premolares son pequeños y están escasamente molarizados; *Chalicotherium* no presenta ni caninos ni incisivos superiores.

Esta familia de perisodáctilos aparece representada en Madrid por la especie *Chalicotherium grande* en el yacimiento de Paracuellos 3.



Figura 2.168. Reconstrucción de *Chalicotherium*.

ARTIODACTYLA

Israel M. Sánchez, Dolores Soria y Beatriz Azanza



Figura 2.169. Astrágalo de doble tróclea típico de los artiodáctilos.

Los Artiodactyla son mamíferos ungulados que se caracterizan principalmente por presentar un astrágalo con doble tróclea. Muchos grupos son unguligrados, y todos son paraxónicos, es decir, el eje de simetría de las extremidades pasa entre los dedos tercero y cuarto. Tanto las formas fósiles como las actuales presentan una gran variedad de morfologías dentarias, que van desde la dentición bunodonta hasta diversos tipos de denticiones selenodontas; esto refleja la gran diversidad de hábitats que han llegado a colonizar a lo largo de su historia evolutiva. Muchos artiodáctilos están adaptados a la locomoción rápida, por lo que desarrollan adaptaciones como la reducción de dedos, la fusión de metápodos, el alargamiento de las extremidades, la fusión de elementos en el carpo y el tarso, etc. (figura 2.169).

Orden Artiodactyla se divide generalmente en cuatro subórdenes: Hypoconifera, Bunoselenodontia, Suiformes (=Neobunodontia) y Neoselenodontia (Webb y Taylor, 1981; Morales y Soria, 1995). Las primeras formas que se identifican como artiodáctilos (género *Diacodexis*) aparecen en el Eoceno en lo que es ahora Paquistán, y se encuentran poco tiempo más tarde en Norteamérica.

Los Hypoconifera y Bunoselenodontia son grupos primitivos, que en general no sobrepasan el Oligoceno, excepción hecha de un género de bunoselenodontos, *Caenotherium* (familia Caenotheriidae), que persiste hasta el Mioceno medio, a cuyo término se extingue. *Caenotherium* aparece en yacimientos madrileños como O'Donnell, Paseo de las Acacias o Henares 2, todos ellos del Mioceno me-

dio. Se trata de un animal pequeño (del tamaño de un conejo), que no presenta ningún tipo de fusión en los miembros, y tiene falanges ungueales de tipo garrá; los molares superiores tienen la muralla externa en forma de W. Además, las bulas timpánicas son muy grandes, por lo que se cree que exhibiría grandes pabellones auditivos.

Al Suborden Suiformes pertenecen los suoideos (Superfamilia Suoidea), grupo que incluye a los actuales hipopótamos, cerdos y pecaríes (familias Hippopotamidae, Suidae y Tayassuidae, respectivamente). Los Suoidea son muy raros en las faunas del Oligoceno español, haciéndose más frecuentes a partir del Mioceno inferior. Los Hippopotamidae son animales grandes y de vida anfibia con adaptaciones a la vida acuática, como la situación de los ojos y las narinas en la región superior del cráneo. Los tayasuidos son suoideos de dentición primitiva que pierden los dedos laterales y fusionan los metápodos al estilo de los rumiantes. Ni hipopótamos ni pecaríes aparecen representados en la cuenca de Madrid. Los suidos aparecen representados en todos los yacimientos de Madrid. Son suoideos tetradáctilos, con molares muy bunodontos, en los que aparecen multitud de cúspides accesorias; asimismo, los caninos están muy curvados y desarrollados en los machos. En Madrid, y durante el Mioceno, aparecen representadas tres especies, *Bunolistriodon lockharti*, *Conohyus simorreense* y *Listriodon splendens*. *Bunolistriodon* y *Listriodon* pertenecen a una misma línea evolutiva que se caracteriza por presentar molares lofodon-



tos (dos lófos transversales) que recuerdan a los de los tapires. *Conohyus* pertenece a un linaje de suidos en los que se hipertrofian los premolares, desarrollando dientes de aspecto hienoides; esto se interpreta como una adaptación a un tipo de alimentación a base de frutos con cáscara dura, o a una dieta en la que había un alto porcentaje de carroña (figura 2.170).

Los Neoselenodontia (Tylopoda + Ruminantia) son artiodáctilos con dentición selenodonta y molares con cuatro cúspides (figura 2.171); los molares superiores poseen la muralla externa rectilínea, no en W como los Bunoselenodontia, y las cúspides internas están formadas por el protocono y el metacónulo. Muchos de los grupos que forman este taxón reducen los dedos laterales y fusionan los metápodos III y IV. Tanto los tilópodos como los rumiantes poseen un estómago dividido en varias cámaras, pero el de los rumiantes es mucho más complejo. Los Tylopoda (grupo dentro del cual se incluyen los

Figura 2.170. A. Reconstrucción de *Bunolistriodon lockharti*, del yacimiento de Paseo de las Acacias. B. Fragmento mandibular de *Conohyus simorreense*, del yacimiento de Moratines.



Figura 2.171. Molar superior de *Tebytragus* sp., mostrando la morfología oclusal tetrasedodonta típica de los artiodáctilos neoselenodontos.

Camelidae) aparecen en el Eoceno en Norteamérica, y penetran en Eurasia al final del Mioceno. No están representados en los yacimientos de Madrid.

Los Ruminantia aparecieron durante el Oligoceno inferior, con pequeñas formas inermes, y son el grupo de ungulados más extendido y diverso en la Biosfera actual. Entre otros caracteres, presentan caninos inferiores incisiviformes y fusión del cuboide con el navicular en el tarso. Los taxones vivos están divididos en seis familias: Tragulidae, Moschidae, Cervidae, Antilocapridae, Giraffidae y Bovidae. Los tragúlidos, o ciervos-ratón, son claramente el grupo más primitivo, y se ha considerado habitualmente el grupo hermano (al menos entre los taxones vivos) de los otros rumiantes, a los que se conoce como «Rumiantes superiores» o Pecora. Actualmente sobreviven dos géneros de tragúlidos, *Hyammoschus* en África y *Tragulus* en Asia.

Son pequeños rumiantes inermes (el peso varía de 1,7 a 13 Kg según las especies), habitantes de los bosques tropicales y que, en muchos casos, viven asociados a cursos de agua, donde se refugian en caso de peligro. Los machos, como es general para los rumiantes sin apéndices craneales, presentan dos grandes caninos en daga que utilizan en las luchas que llevan a cabo durante la época reproductora. En el yacimiento de Paseo de las Acacias han sido hallados restos de *Dorcatherium crassum*, especie típica del Aragoniense medio (figura 2.172).



Figura 2.173. Fragmento mandibular de *Micromeryx flourensianus*, del yacimiento de O'Donnell.

Los Moschidae, o ciervos almizcleros, también están representados en los yacimientos de Madrid (figura 2.173). Los mósquidos son pécoras inermes con el *sulcus* metatarsal cerrado, que aparecen en el Oligoceno superior-Mioceno inferior de la región Holártica, y que en la actualidad cuentan con un único representante, el género *Moschus*, que vive en Asia. Están asociados a ambientes forestales, y los machos presentan los caninos muy hipertrofiados. En el Aragoniense medio y superior de Madrid encontramos a *Micromeryx flourensianus* (figura 2.174),

Figura 2.172. Reconstrucción de *Dorcatherium crassum*.



Figura 2.174. Reconstrucción de *Micromeryx flourensianus*.

y también en el Aragoniense medio está representado el género *Amphitragulus* por una especie indeterminada.



Figura 2.175. Hemimandíbula izquierda de *Procervulus dichotomus* del yacimiento de Paseo de las Acacias.

Los Cervidae son pécoras con apéndices craneales de tipo asta. Como todas las formas cervoideas presentan el *sulcus* metatarsal cerrado distalmente por un puente óseo. Aparecen en Eurasia en el Mioceno inferior, y las formas primitivas presentan apéndices de tipo protoasta, sencillos y caducos (no desarrollaban la caducidad anual cíclica que caracteriza a las astas con roseta). En Madrid, hasta el final del Aragoniense



Figura 2.176. Asta de *Heteroprox moralesi*, del yacimiento de Puente de Vallecas.

medio sólo encontramos a *Procervulus dichotomus* (figura 2.175), y en la transición al Aragoniense superior aparece el género *Heteroprox*, con la especie *H. moralesi* (figura 2.176); ambos géneros pertenecen a un mismo linaje. En el Aragoniense superior las especies representadas son *H. larteti*, *H. moralesi* y *Euprox furcatus*. Salvo esta última, que tiene astas periódicamente caducas (astas con roseta, como las de los ciervos actuales), tanto *Heteroprox* como *Procervulus* las tienen del tipo primitivo. Es frecuente la presencia en *Heteroprox* y *Procervulus* de ejemplares con astas más complejas de lo que es habitual en estos géneros, pero tanto estas dos formas como *Euprox* presentan astas de diseño sencillo si se comparan con las de los ciervos actuales.

Los Lagomerycidae son Pecora cervoideos extintos que aparecieron en Eurasia en la MN 3, muy relacionados con los ciervos, y que presentan un tipo especial de protoasta de superficie lisa y crecimiento complejo (figura 2.177). En Madrid están representados en el yacimiento de La Hidroeléctrica por *Lagomeryx minimus*. Estos rumiantes son abundantes en Europa, y sobre todo, en Asia (China y Mongolia), pero en España son muy raros. Es posible que la práctica ausencia de lagomerícidos se deba a que estaban asociados a medios boscosos, que en las cuencas centrales españolas eran minoritarios.

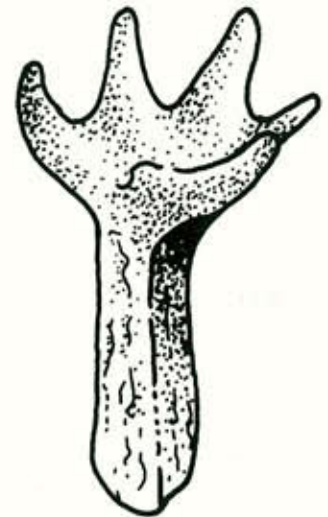


Figura 2.177. Protoasta de *Lagomeryx*.

Los Palaeomerycidae son un grupo totalmente desaparecido de cervoideos que presentan apéndices frontales de tipo osicono, y un apéndice occipital que



Figura 2.178 Osicono (arriba) y apéndice occipital (abajo) de *Triceromeryx pachecoi*, del yacimiento de La Hidroeléctrica.



puede estar bifurcado y presentar morfologías muy variables según los géneros y especies (figura 2.178). Aparecen en el Mioceno medio en Eurasia, y a partir del Vallesiense desaparecen. En los yacimientos madrileños del Aragoniense medio se encuentra *Triceromeryx pachecoi*, con apéndice occipital bifurcado, y en los del Aragoniense superior es sustituido por *Palaeomeryx magnus* (con apéndice occipital de morfología desconocida).

En los yacimientos del Aragoniense superior se han hallado restos del pequeño *Hispanomeryx aragonensis* (Bovoiidea indet.). Es un pécora inerme con *sulcus* metatarsal abierto que supuestamente es el grupo hermano de los Bovidae, y para el que algún autor ha propuesto la familia Hispanomerycidae.

Los Bovidae aparecen al final del Mioceno inferior en Paquistán, Europa Occidental y Namibia. Son Pecora con apéndices frontales de tipo Núcleo óseo, y surco metatarsal distalmente abierto. Presentan, en líneas generales, una tendencia a la simplificación de la estructura dentaria, al desarrollo de hiposodoncia, y a la colonización de medios abiertos (llegando a habitar los desiertos). En los yacimientos miocenos de Madrid se encuentran *Tethytragus langai* y *Tethytragus* sp.; este género está

en la línea ancestral de las cabras, los ñúes, los antílopes sable, los Oryx y los antílopes ruano.

Un posible representante de la Superfamilia Giraffoidea, *Andegameryx* sp., aparece en el yacimiento de Colmenar Viejo, el más antiguo de Madrid, siendo una forma inerme. Los Giraffidae no están representados en Madrid. Son Pecora con apéndices craneales de tipo osicono y caninos inferiores bilobulados, que se originaron en el Mioceno inferior en la región oriental de Eurasia.



Figura 2.179. Reconstrucción de *Tethytragus langai*.

Suborden **Bunoselenodontia** Weber 1904
 Familia **Caenotheriidae** Camp y Vanderhoof 1940
 Género *Caenotherium* Bravard 1829
Caenotherium miocaenicum Villalta, Crusafont y Truyols 1955

Suborden **Suiformes** Jaeckel 1911
 Superfamilia **Suoidea** Cope 1888
 Familia **Suidae** Gray 1821

Género *Bunolistriodon* Arambourg 1963
Bunolistriodon lockbarti Pomel 1848
 Género *Conohyus* Pilgrim 1926
Conohyus simorreense (Lartet 1851)
 Género *Listriodon* Meyer 1846
Listriodon splendens Meyer 1846

Suborden **Neoselenodontia** Webb y Taylor 1981
 Infraorden **Ruminantia** Scopoli 1777

Familia **Tragulidae** Milne-Edwards 1864
 Género *Dorcatberium* Kaup 1833
Dorcatberium crassum Lartet 1851
 Familia **Moschidae** Gray 1821
 Género *Amphitragulus* Pomel 1846
Amphitragulus sp.
 Género *Micromeryx* Lartet 1851
Micromeryx flourensianus Lartet 1851
 Familia **Palaeomerycidae** Lydekker 1983
 Género *Triceromeryx* Villalta, Crusafont y Lavocat 1946
Triceromeryx pacheoi Villalta, Crusafont y Lavocat 1946
 Género *Palaeomeryx* Meyer 1834
Palaeomeryx magnus Lartet 1851
 Familia **Lagomerycidae** Pilgrim 1941
 Género *Lagomeryx* Roger 1904
Lagomeryx minimus Meyer 1884
 Familia **Cervidae** Gray 1821
 Género *Procervulus* Gaudry 1877
Procervulus dichotomus Crusafont, Villalta y Truyols 1955
 Género *Heteroprox* Stehlin 1928
Heteroprox larteti Filhol 1891
Heteroprox moralesi Azanza 1989
 Género *Euprox* Stehlin 1928
Euprox furcatus (Hensel) 1859
 Familia **Hispanomerycidae** Moyá-Solá 1986
 Género *Hispanomeryx* Morales, Moyá-Solá y Soria 1981
Hispanomeryx aragonensis Azanza 1986
 Familia **Bovidae** Gray 1821
 Género *Tetbytragus* Azanza y Morales 1994
Tetbytragus sp.
Tetbytragus langai Azanza y Morales 1994
 Superfamilia **Giraffoidea** Gray 1821
 Género *Andegameryx* Ginsburg 1971
Andegameryx sp.



Figura 2.180. Clasificación y propuesta filogenética de los artiodáctilos presentes en la cuenca de Madrid.



GLOSARIO

Los apéndices craneales de los Ruminantia aparecieron paralelamente en varios grupos de rumiantes durante el Mioceno inferior. Pueden dividirse en dos tipos principales, atendiendo a su origen.

APÉNDICES DE TIPO EPIFISIARIO

Son aquellos en los que el apéndice se origina independientemente del hueso frontal, al que se fusiona después.

Núcleo óseo: es el tipo de apéndice de los bóvidos. El núcleo óseo presenta una osificación de tipo intramembranoso (hueso de membrana) y se fusiona precozmente al hueso frontal, no existiendo una sutura visible entre el cuerno y el pedículo de éste. El apéndice está formado por el núcleo óseo recubierto de un estuche córneo.

Osicono: es el tipo de apéndice que presentan, entre los taxa actuales, los jiráfidos. El osicono presenta una osificación de tipo endocondral (a partir de cartílago), y se fusiona tardíamente con el frontal; por tanto, existe una zona clara de separación entre el apéndice y el hueso frontal. El osicono, en vida, está recubierto de piel indiferenciable de la piel que recubre el resto del cráneo del animal.

Otras formas fósiles que presentan apéndices de tipo núcleo óseo son los Hoplitomerycidae euroasiáticos; y presentando apéndices de tipo osicono aparecen los Dromomerycidae norteamericanos (que carecen de zona de separación) y los Palaeomerycidae euroasiáticos.

APÉNDICES DE TIPO APOFISIARIO

Son aquellos en los que el apéndice se origina como una apófisis (extensión) del hueso frontal.

Asta: es el apéndice de los Cervidae. Presenta una zona basal, perenne, denominada pedículo, y una zona distal, caduca, que es el asta propiamente dicha. En la base del asta, y marcando la superficie de separación con el pedículo aparece la roseta; la zona inmediatamente debajo de ella es aquella en que la actividad osteoclástica (destrucción de hueso por los osteoclastos) provoca la caída del asta. El ciclo de muda de las astas es anual y controlado hormonalmente. Durante el período de crecimiento, el asta está recubierta de una piel especializada llamada terciopelo. Una vez terminado éste, permanece desnuda hasta su caída.

La presencia o ausencia de roseta en las formas fósiles de cérvidos se ha utilizado generalmente como indicativo de la caducidad periódica de las astas; sin embargo, formas primitivas como *Procervulus* y *Heteroprox*, que carecen de roseta en las astas no mudaban éstas en un ciclo anual, como ocurre con las astas con roseta, aunque podían ser expulsadas y regeneradas.

Pronghorn: es el apéndice de los Antilocapridae. Está constituido por un estuche córneo superpuesto a un hueso, pero con una capa de piel situada entre ambos. El hueso es perenne, y el estuche es caduco; este estuche córneo no es como el de los bóvidos, ya que

APÉNDICES CRANEALES DE LOS RUMIANTES

Israel M. Sánchez y Beatriz Azanza

crece a partir de dos ápices por cornificación de la piel que recubre el apéndice óseo; el estuche córneo se muda anualmente. No se ha demostrado experimentalmente el que este tipo de apéndice sea apofisiario, a diferencia de los apéndices de bóvidos y cérvidos cuya naturaleza sí ha sido comprobada experimentalmente.

Otras formas fósiles que presentan apéndices caducos son los lagomerí-

dos eurasiáticos y los merycodóntidos norteamericanos. De origen apofisiario parecen ser los de jirafoides primitivos como *Climacoceras*. Además, dos familias fósiles, *Dromomerycidae* y *Palaeomerycidae*, desarrollaron apéndices occipitales (extensiones del hueso occipital), que probablemente estaban recubiertos de piel, de modo similar a los osiconos. Este tipo de apéndice presenta una gran variedad de morfologías y tamaños.

Figura 2.181. Ilustración de los diferentes tipos de apéndices craneales presente en los rumiantes y las familias que los presentan.



Moschidae
Inerme

APÉNDICES EPIFISIARIOS



Bovidae
Núcleo Óseo



Giraffidae
Osicono



Antilocapridae
Apéndice «pronghorn»



Cervidae
Asta



Palaeomerycidae
Apéndice occipital



APÉNDICES APOFISIARIOS

Los dientes son una parte fundamental de la anatomía de los mamíferos, ya que, entre otras actividades, intervienen directamente en la masticación, que es la primera fase de la digestión de los alimentos. Su estructura y composición mineralizada les confiere gran dureza por lo que son los restos fósiles más frecuentes en los yacimientos.

Se componen de corona y una o varias raíces que se insertan directamente en cavidades del hueso premaxilar, maxilar y mandibular, conocidos como alveolos. La corona es la porción del diente que sobresale del alveolo, mientras que la raíz es la que permanece alojada en éste (figura 2.182). La parte superior de la corona se denomina superficie oclusal; es la que contacta con el alimento y suele tener una morfología compleja.

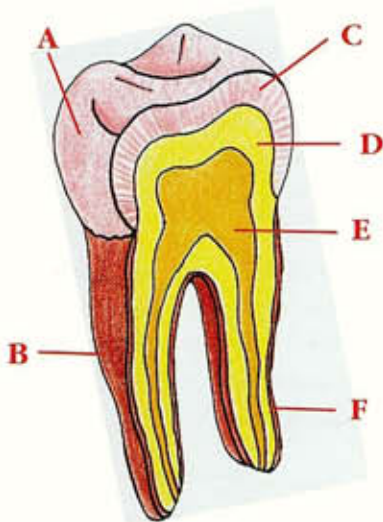


Figura 2.182. Corte longitudinal de un molar humano, en el que se distinguen las diferentes capas que lo forman. A: corona; B: raíz; C: esmalte; D: dentina; E: cavidad pulpar; F: cemento.

PARTES DEL DIENTE

Los dientes de los mamíferos no tienen una composición homogénea, sino que pueden distinguirse tres tejidos, distribuidos en capas denominadas esmalte, dentina y cemento (figura 2.182).

La capa externa es el esmalte, el tejido más duro del cuerpo gracias a su elevado contenido en sales calcáreas (98%) y a la configuración cristalina de los prismas de apatito que lo componen. Recubre la dentina, y posee una microestructura compleja que varía en los diferentes grupos de mamíferos en función de la dieta.

La dentina es un material similar al hueso, pero más duro; un 75% es materia inorgánica y el resto es agua y materia orgánica; forma la mayor parte del diente, y está atravesada por numerosos canales denominados túbulos de dentina.

El cemento es un tipo modificado de hueso, que rodea a casi toda la raíz, fijando el diente al alveolo. A veces puede aparecer en la superficie oclusal un tipo especial de cemento, sin fibras colágenas, y que aumenta la superficie de masticación a la vez que la refuerza.

Dentro del diente hay una cavidad pulpar que se extiende por uno o varios canales que corren a lo largo de las raíces y se abren en su extremo; está rellena de tejido conjuntivo laxo que rodea a los vasos sanguíneos y nervios que penetran en esta cavidad.

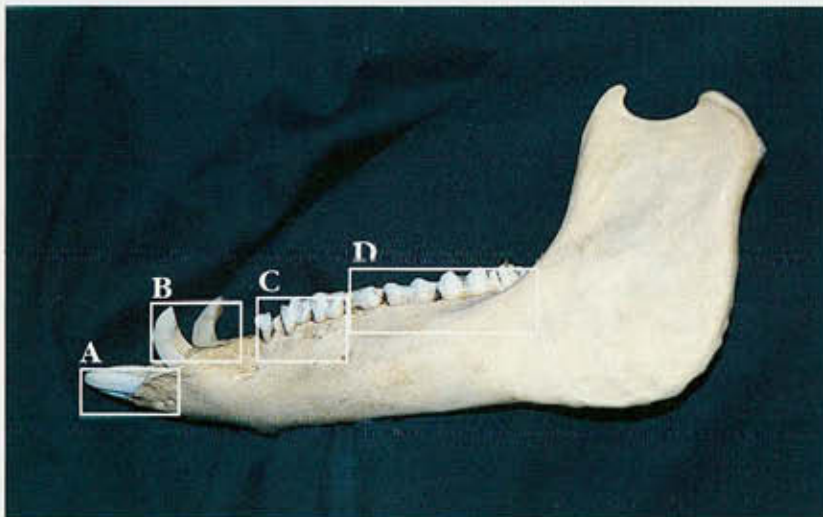
LA DENTICIÓN DE LOS MAMÍFEROS

Lara Amezcua y Manuel J. Salesa

TIPOS DE DENTICIÓN

Cuando todas las piezas dentarias tienen una morfología similar, se habla de dentición homodonta; en cambio, cuando están diferenciadas por su morfología, se denomina dentición heterodonta. Este es el tipo más frecuente en los mamíferos, y en ella se distinguen cuatro tipos de dientes: incisivos (con función prensora), caninos (función ofensiva-defensiva) y premolares y molares (los cuales procesan la comida) (figura 2.183).

Figura 2.183. Mandíbula de *Sus scrofa* donde se aprecian los incisivos (A), caninos (B), premolares (C) y molares (D).



Los incisivos suelen tener la corona con forma espatulada, y una única raíz.

Los caninos también presentan una única raíz. Su corona tiene forma cónica, pero a veces puede hacerse incisiviforme, y formar parte de la serie incisiva.

Premolares y molares tienen más de una raíz, y su morfología oclusal suele ser más compleja que la de incisivos y caninos.

La dentición de los mamíferos es difiodonta, es decir, a lo largo de su vida se desarrolla en dos fases: una denominada decidua (de leche), y otra definitiva (de adulto) que sustituye a ésta.

El número original de dientes definitivos en los mamíferos placentarios es de 44, con 3 incisivos, 1 canino, 4 premolares y 3 molares por cada hemimandíbula y hemimaxilar. Sin embargo, este número suele reducirse en la mayoría de los grupos, manteniéndose tan sólo en algunas formas primitivas. En los cetáceos aumenta el número, llegando incluso a 200.

TIPOS DE DIENTES

Según la morfología de la superficie oclusal, y la forma de las cúspides que la constituyen, los dientes pueden ser:

- Bunodontos (*bunos*, colinas) (figura 2.184): la superficie oclusal está formada por cúspides aisladas, bajas, de forma cónica y en número variable. Es una morfología primitiva, típica de los mamíferos omnívoros y está asociada a movimientos mandibulares verticales simples de compresión; también aparecen en algunos herbívoros como es el caso de los mastodontes.



Figura 2.184. M² de *Dryopithecus frickae*.



Figura 2.185. M² de *Pomelomeryx gracilis*.

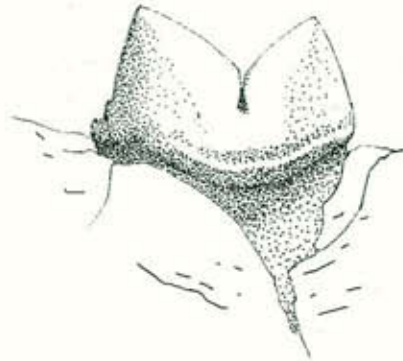


Figura 2.187. M₁ de *Paramachairodus ogygia*.

- Selenodontos (*selene*, luna) (figura 2.185): las cúspides principales adoptan forma de media luna, por alargamiento en sentido mesiodistal, no apareciendo uniones transversales entre ellas. Son típicos de los rumiantes.
- Lofodontos (*lofos*, cresta) (figura 2.186): uniendo las cúspides se desarrollan crestas o lofos, lo que da como resultado una superficie cizalladora en forma de la letra griega «pi» (π) en la dentición superior, y de «w» en la inferior. Es el mode-

lo típico de los perisodáctilos, aunque aparece también en algunos representantes de otros grupos, como primates, suidos, o algunos proboscídeos.

- Secodontos (*seco*, cortar) (figura 2.187): las cúspides se alinean para dar lugar a un borde cortante, adaptado a una dieta carnívora.

Según la altura de la corona, los dientes se clasifican en:

- Braquiodontos (*braquio*, de vida corta) (figura 2.188 a): son aquellos dientes con coronas bajas, y que, por tanto, aparecen asociados a una alimentación a base de material vegetal poco abrasivo, como hojas y frutos.
- Hipsodontos (*bipso*, alto) (figura 2.188 b): en este tipo, la corona es alta, en respuesta al desgaste que se produce al procesar material vegetal muy abrasivo, como es el caso de la hierba. A veces la corona tiene un crecimiento continuo, hecho que se conoce como hipselodoncia.

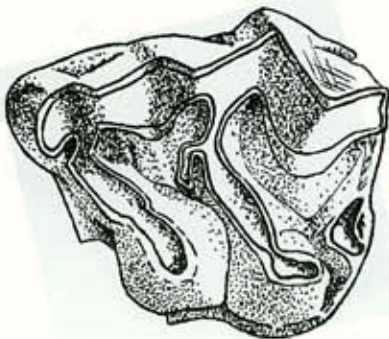


Figura 2.186. P² de *Anchitherium cursor*.

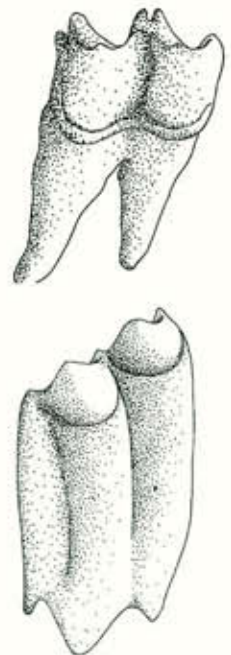


Figura 2.188. Arriba. P₂ de *Anchitherium matritense*. Abajo. Molar inferior de *Capra* sp.

ADAPTACIONES LOCOMOTORAS EN LOS MAMÍFEROS

Israel M. Sánchez y Marta Alonso

Los tetráodos se caracterizan por tener un tipo de extremidad llamada quiridio, en la que se distinguen tres segmentos: estilópodo, zeugópodo y autópodo.

- **Estilópodo.** Es el segmento más proximal, y está formado por el húmero en el miembro anterior y el fémur en el miembro posterior.
- **Zeugópodo.** Es el segmento central, y está formado por el radio y la ulna en el miembro anterior y la tibia y la fibula en el miembro posterior.
- **Autópodo.** Es el segmento distal, y esta dividido a su vez en tres segmentos:

Basípodo. Formado por los huesos del carpo en el miembro anterior y por los huesos del tarso en el miembro posterior.

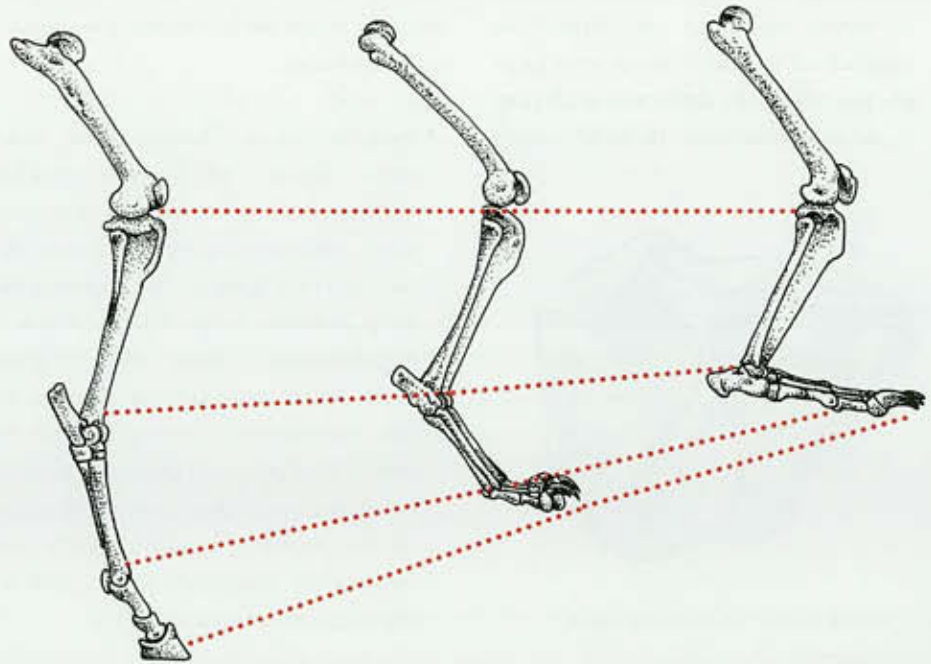
Metápodo. Formado por los metacarpianos en el miembro anterior y los metatarsianos en el miembro posterior.

Acrópodo. Formado por las falanges, cuyo número en los mamíferos es 2,3,3,3,3.

En los mamíferos podemos diferenciar varios tipos funcionales según sea el segmento del quiridio que se apoye en el suelo (figura 2.189).

- **Plantígrados:** apoyan la planta del pie, desde el tarso al extremo. Los osos o los humanos son ejemplos típicos de este tipo de morfología.
- **Digitígrados:** los metápodos no se apoyan en el suelo, únicamente apoyan las falanges. El peso del cuerpo recae sobre una almohadilla conjun-

Figura 2.189. Miembros plantígrado, digitígrado y ungulígrado, mostrando las diferencias en la longitud de la pata y las proporciones de los segmentos que se dan entre los tres tipos.



tiva que se desarrolla bajo la primera y segunda falange, de manera que se evita el esfuerzo que supondría sostener el cuerpo sobre los dedos. Muchos mamíferos son digitígrados, y el desarrollo de este tipo de locomoción mejora las capacidades cursoriales de los animales que la practican (respecto a los plantígrados).

- **Ungulígrados:** únicamente se apoya en el sustrato la falange ungueal (la última falange), y se desarrolla una pezuña córnea que rodea a esta falange. Entre los mamíferos unguilígrados se encuentran los ungulados, cuyos miembros pueden ser de dos tipos:

Paraxónicos: son los artiodáctilos. El eje de apoyo de la pata pasa entre los dedos III y IV, que son los más desarrollados. Por esto se les conoce como ungulados de dedos pares. En algunos sólo existe un único metápodo que está formado por la fusión de los metápodos III y IV.

Mesaxónicos: El eje de apoyo de la pata pasa por el dedo III. Son los Perisodáctilos y se les denomina ungulados de dedos impares. En los casos más extremos, cuando se produce reducción de dedos, sólo se conserva el tercer dedo (es el caso de los caballos modernos del género *Equus*).

MODIFICACIONES ADAPTATIVAS

Se han producido distintas adaptaciones para funciones específicas:

- **Salto:** se produce un alargamiento de los metatarsianos (lo que provoca la presencia de miembros posteriores mucho más largos que los anteriores), que junto a la acción de los tendones provoca un «efecto de rebote» que permite el desplazamiento a saltos.
- **Natación:** los miembros se acortan en su parte proximal, y los dedos se hacen largos, e incluso puede existir polifalanga. Se forma una estructura semejante a un remo, que permite que el animal se impulse en el medio acuático.
- **Vuelo:** los quirópteros (murciélagos) son los únicos mamíferos adaptados al vuelo. Presentan miembros anteriores muy desarrollados en los que se produce un alargamiento de las falanges de los dedos II, III, IV y V, estructura que soporta al patagio.
- **Carrera:** se produce un alargamiento de los huesos de las extremidades. Este alargamiento permite aumentar la amplitud de la zancada. Asimismo la musculatura que mueve los miembros se concentra en la región proximal para disminuir la inercia de la pata, desarrollando largos tendones que permiten el movimiento de la misma.
- **Trepar:** se desarrollan fuertes miembros anteriores, así como dedos prénsiles y uñas o garras.
- **Excavar:** poseen brazos cortos y un proceso olecraniano muy desarrollado, que les permite utilizar los miembros anteriores como palas excavadoras. Las garras de las manos son muy grandes.

Clase REPTILIA

Orden **Testudines** Linnaeus, 1758

Familia **Testudinidae** Gray, 1825

Cbeirogaster bolivari Hernández-Pacheco, 1917

Localidad tipo: Barranco de los Mártires (Alcalá de Henares)

Distribución: Aragoniense.

Clase MAMMALIA

Orden **Lagomorpha** Brandt, 1855

Familia **Ochotonidae** Thomas, 1897

Lagopsis penai Royo, 1928

Localidad tipo: Barranco de los Mártires (Alcalá de Henares).

Distribución: MN 4 y 5.

Orden **Perissodactyla** Owen, 1848

Familia **Equidae** Gray, 1821

Anchitherium matritense Sánchez, Salesa y Morales, 1998

Localidad tipo: Estación Imperial (Madrid).

Distribución: MN 5-a 7/8.

Anchitherium procerum Sánchez, Salesa y Morales, 1998

Localidad tipo: Paracuellos 5 (Madrid).

Distribución: MN 6.

Anchitherium cursor Sánchez, Salesa y Morales, 1998

Localidad tipo: Alhambra-Túneles (Madrid).

Distribución: MN 5-y 6.

Anchitherium alberdiae Sánchez, Salesa y Morales, 1998

Localidad tipo: Paseo de las Acacias (Madrid).

Distribución: MN 5.

Anchitherium ezquerrae Meyer, 1844

Localidad tipo: Cerro de San Isidro (Madrid).

Distribución: MN 5.

Familia **Rhinocerotidae** Owen, 1845

Género *Hispanotherium* Crusafont y Villalta, 1947

Localidad tipo: Puente de Toledo (Madrid).

Distribución: MN 4 y 5 en Europa y MN 5 y 6 en Asia.

Hispanotherium matritense (Prado, 1864)

Localidad tipo: Puente de Toledo (Madrid).

Distribución: igual al género.

Orden **Artiodactyla** Owen, 1848

Familia **Palaeomerycidae** Lidekker, 1883

Género *Triceromeryx* Villalta, Crusafont y Lavocat, 1946

Localidad tipo: La Hidroeléctrica (Madrid).

Distribución: MN 5.

Triceromeryx pachecoi Villalta, Crusafont y Lavocat, 1946

Localidad tipo: La Hidroeléctrica (Madrid).

Distribución: igual al género.

Familia **Cervidae** Gray, 1821

Heteroprox moralesi Azanza, 1989

Localidad tipo: Puente de Vallecas (Madrid).

Distribución: MN 5 y 6.

Orden **Carnivora** Bowdich, 1821

Familia **Ailuridae** Flower, 1869

Género *Magerictis* Ginsburg, Morales, Soria y Herráez, 1997

Localidad tipo: Estación Imperial (Madrid).

Distribución: MN 5.

Magerictis imperialensis Ginsburg, Morales, Soria y Herráez, 1997

Localidad tipo: Estación Imperial (Madrid).

Distribución: igual al género.

TAXONES DE VERTEBRADOS DEFINIDOS EN MADRID

Capítulo 3



Patrimonio paleontológico de Madrid

MARCO LEGAL

Antecedentes

En el ámbito legal, el patrimonio paleontológico ha estado ligado al patrimonio histórico en cualquiera de las acepciones o sinónimos de este último (cultural, etc.). Hasta el momento, no conocemos en nuestro país ninguna ley específica sobre patrimonio paleontológico. La normativa legal anterior al año 85 hace en algunas ocasiones referencias a descubrimientos o restos paleontológicos, pero siempre en un marco más amplio o ligado a otro tipo de elementos (sean históricos, arqueológicos, geológicos o naturales).

Con anterioridad a la LPHE, en la normativa legal existían algunas leyes y decretos que hacían referencia al patrimonio paleontológico, como la Ley de 1912 (artículo 1); el Decreto-ley de 1923 (artículo 1) con referencia específica a «los yacimientos y objetos de interés paleontológico» y «en general cuantos objetos tengan interés paleontológico»; la Ley de 1933 (artículo 1), y su modificación que es el Reglamento de 1936 (artículo 1).

En estas leyes se hace referencia a los restos paleontológicos, yacimientos y objetos de interés paleontológico, etc., sin incluirlos en el patrimonio arqueológico, sino que todos ellos forman parte del Patrimonio Histórico-Artístico Nacional.

A partir de los años 80, el patrimonio paleontológico ha ido ligado al patrimonio arqueológico. La razón fundamental

es porque se hace referencia fundamentalmente a los restos paleontológicos relacionados con la historia del hombre, y ese es el aspecto que ha determinado la correlación legal de patrimonio paleontológico y arqueológico. En esta línea continúa la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, así como el desarrollo de las distintas normativas posteriores o las respectivas leyes de las Comunidades Autónomas.

Por su parte, la Ley de Conservación de Espacios Naturales y de la Vida Silvestre (4/1989), establece la posibilidad de protección de algunos bienes del patrimonio paleontológico dentro del Patrimonio Natural, y también considera los monumentos geológicos. Sin embargo, dentro de esta Ley no se mencionan para nada aspectos tan esenciales como la regulación y gestión del patrimonio paleontológico. El antecedente fue la Ley 15/75 de 2 de mayo de 1975 sobre Espacios Naturales Protegidos, que incluía en su protección las reservas geológicas, así como los lugares y las formaciones geomorfológicas. Sin embargo, en su Disposición adicional, esta ley establece que: *«La protección de los espacios que constituyan el marco o entorno de un bien, monumento o conjunto histórico-artístico o de valor arqueológico, continuará acomodándose a los preceptos de la Ley de 13 de mayo de 1933»*.

Debemos entender que la inclusión del patrimonio paleontológico en estas leyes de protección ambiental no excluyen que la gestión de este patrimonio se realice desde el marco de las leyes

EL MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

Elena Gómez y Jorge Morales

del PHE, sino que interactúan entre sí como normas supletorias. Es decir, se protege un entorno natural que puede incluir bienes de distinta naturaleza, que individualmente podrían gestionarse dentro de marcos legales distintos.

Por último, comentaremos que el Código Penal establece en su Título XVI los casos y sanciones referentes a «De los Delitos Relativos a la Ordenación del Territorio y la Protección del Patrimonio Histórico y del Medio Ambiente» (Capítulos I y II, artículos 319 al 331); queremos hacer especial mención del artículo 323 que dice:

«Será castigado con la pena de prisión de uno a tres años y multa de doce a veinticuatro meses el que cause daños en un archivo, registro, museo, biblioteca, centro docente, gabinete científico, institución análoga o bienes de valor histórico, artístico, científico, cultural o monumental, así como en yacimientos arqueológicos.

En este caso, los Jueces o Tribunales podrán ordenar, a cargo del autor del daño, la adopción de medidas encaminadas a restaurar, en lo posible, el bien dañado.

Jurídicamente la situación es ésta: el patrimonio paleontológico está amparado en la Ley 16/1985, aunque no dispone de un capítulo específico y a pesar de las ambigüedades y defectos que se reflejan en el texto. Asimismo, en nuestra comunidad existe desde el mes de julio la ley 10/1998, de 9 de julio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad

de Madrid, según la cual integran también este patrimonio los bienes muebles e inmuebles de interés cultural, geológico, paleontológico y científico, entre otros, y que, al igual que otras Comunidades Autónomas, considera la figura de Zona Paleontológica como una categoría en la declaración de Bien de Interés Cultural.

Comentarios a la LPHE

El Patrimonio Paleontológico es uno de los patrimonios especiales que contempla la Ley del Patrimonio Histórico Español de 1985, tal como refleja fundamentalmente en dos artículos: el artículo 1.2. y el artículo 40.

El primero lo integra de forma global cuando dice: «Integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico...».

Por otra parte, en el artículo 40 se señala explícitamente «Forman parte, asimismo, de este patrimonio, los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes y antecedentes».

Una interpretación restrictiva de este artículo aparentemente dejaría fuera del PPE a todos los yacimientos paleontológicos españoles anteriores al Pleistoceno, y posiblemente a aquellos con más de 900.000 años, lo cual carecería de lógica si tenemos en cuenta que esta fecha es, por ejemplo, la datación aproximada de los primeros fósiles humanos

españoles. Además estaría en contradicción con el artículo 1, ya mencionado, que no impone ningún tipo de restricción, y que con los términos interés paleontológico..., científico, incluye la paleontología en toda su amplitud de periodos.

Además el artículo 40, al incluir orígenes y antecedentes ..., puede interpretarse desde la propia evolución de los primates, mamíferos... hasta los primeros vestigios fósiles del Precámbrico; cómo ya comentaremos, las leyes son extensas y por ello a veces ambiguas para poder integrar una amplitud de casos que a veces *a priori* no se conocen.

El aspecto quizá más curioso es que este artículo está integrado en el Título V, *Del Patrimonio Arqueológico*, sin especificarse el Paleontológico o hacer otro título específico (sin embargo, sí lo tiene el Patrimonio Etnográfico). Asimismo, los artículos 41 y 43 que se refieren a aspectos diversos de prospecciones y excavaciones arqueológicas, incluyen los restos paleontológicos o de componentes geológicos con ellos relacionados.

Lo que se echa de menos en la LPHE es la denominación y definición específica de algunos Bienes de Interés Cultural necesarias para su protección, por ejemplo, Zona Paleontológica, figura de reciente creación que ya aparece en las leyes de Patrimonio de la mayoría de las Comunidades Autónomas, y Sitio Paleontológico; aunque por analogía se les podría aplicar los que existen para bienes históricos o arqueológicos, consideramos que tienen los suficientes

factores distintivos como para en este caso hacerlos específicos.

El problema que se trasluce de todo esto y que ya hemos comentado en trabajos anteriores es una transferencia de la arqueología a la paleontología en el marco legal. Desde un punto de vista de criterios y términos de protección, la unificación y homogeneidad entre los diversos patrimonios contemplados es positivo para su gestión. Aunque pueda ser conveniente que en la reglamentación o desarrollos parciales de las leyes se indiquen la individualización y aspectos propios de cada uno de ellos.

Comentarios a la LPHCM

La Comunidad autónoma de Madrid recibió plenas transferencias de competencias en materia de Cultura el 30 de Mayo de 1985, incluyendo su patrimonio arqueológico y paleontológico. Asimismo, por la Orden nº 20.395 de 24 de junio de 1986, se regulaban las intervenciones en el Patrimonio Arqueológico y Paleontológico, bajo la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura.

Estos son los precedentes que existen en nuestra comunidad hasta la reciente promulgación de la Ley de Patrimonio Histórico de Madrid (B.O.C.M. nº 167, jueves 16 de julio de 1998).

La Ley de protección del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid ofrece algunas modificaciones importantes con respecto a la Ley Estatal, referentes al estatuto de la Paleontología.

Por un lado, al hablar de los bienes que integran el patrimonio histórico (artículo 1.3) recoge los bienes muebles e inmuebles de interés cultural, ...geológico, ...paleontológico, ...científico, tal cómo comentábamos al principio de este capítulo, y mantenía así el mismo espíritu de la LPHE, pero a diferencia de ésta añade: «...relacionados con la historia y la cultura de la Comunidad», un aspecto importante a señalar, ya que no hace referencia a la historia del hombre o de la humanidad, sino Comunidad como ámbito plural: geológico, natural, geográfico..., y por tanto incluye todos los periodos que estudia la paleontología.

Del mismo modo, la incorporación de una categoría nueva: «Zona Paleontológica», definida como «lugar donde hay vestigios fosilizados que constituyen una unidad coherente y con entidad propia», señala claramente la voluntad de proteger los yacimientos paleontológicos sin ningún tipo de limitación (artículo 9.2.h).

Sin embargo, la Ley mantiene algunos defectos de leyes anteriores y de otras comunidades, que pueden llevar a pensar en una dependencia o minusvaloración del patrimonio paleontológico con respecto a otros patrimonios, tratados de forma más detallada.

En particular, hubiese sido deseable que en el Capítulo 6 existiese una definición clara del concepto de Patrimonio Paleontológico (ver artículo 39 de la Ley de la Comunidad). Esto se habría conseguido definiéndolo, por ejemplo, de

la siguiente manera: «Integran el Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid los bienes paleontológicos de especial relevancia para el conocimiento de la historia evolutiva de la vida», independientemente de su relación directa o no con la Historia del ser humano y con sus orígenes. Dado que el capítulo se refiere a *Normas específicas de protección del patrimonio arqueológico, paleontológico y etnológico*, la definición de todos los elementos podría haber sido más concreta.

Otras consideraciones importantes recaen en el desarrollo del artículo 40, referido a las **Categorías de protección**; el legislador utilizando los principios de simplificación y economía habituales en las leyes, aplica el principio de derecho de analogía entre arqueología y paleontología, basándose en que al utilizar procedimientos similares (prospección, excavación...), y teniendo problemáticas semejantes a la hora de protección de yacimientos, nombrándose sólo uno de los patrimonios especiales (en este caso el arqueológico) quedan recogidos todos (paleontológico, etnológico). Insistimos que esto es así por el principio legal del derecho de la analogía. Aunque los yacimientos paleontológicos bien pueden integrarse o reconocerse de manera semejante a los arqueológicos, existen matices importantes que no pueden ser obviados. Estas peculiaridades podrían haberse expresado de la siguiente manera:

En el punto 1 del artículo, que se refiere a la resolución debería decir: «La resolución por la que las Zonas arqueológicas,

Zonas paleontológicas o cualquiera de los Bienes integrantes del patrimonio arqueológico o paleontológico de la Comunidad de Madrid sean declarados Bienes de Interés Cultural o se incluyan ...».

El enunciado de los artículos 41, 42 y 43 se debe interpretar bajo este mismo principio de analogía. Los dos primeros, que se refieren a las intervenciones tanto realizadas por particulares como por la administración, al nombrar «*intervenciones arqueológicas*», se refieren en realidad a las intervenciones en cualquiera de los patrimonios enunciados en el título del capítulo VI, donde se especifica con claridad patrimonio paleontológico. Lo mismo ocurre con el artículo 43 que aunque sólo nombra: «*Descubrimiento de restos arqueológicos*», incluye los descubrimientos paleontológicos.

MARCO ADMINISTRATIVO

Titularidad y gestión

Son dos conceptos diferentes relacionados con el PPE usados en numerosas ocasiones de forma arbitraria. Legalmente todos los bienes que forman parte del PPE estarían regidos por la Ley del Patrimonio Histórico Español de 1985. No obstante, el desarrollo de los estatutos de autonomía ha dado a las CC.AA. la titularidad y gestión de bienes incluidos en el PPE, excepto los de titularidad estatal, de forma que tanto la titularidad como la gestión de dichos bienes está dividida entre tres tipos diferentes de administraciones: la estatal, la autónoma y la municipal, que conllevan regímenes de actuación distintos.

Las competencias son a veces compartidas y no siguen siempre los mismos esquemas: un bien radicado en una comunidad concreta puede ser de titularidad estatal y que la gestión dependa de esa comunidad. La diversidad de ejemplos y estados de los bienes no clarifican su situación y el marco legal en el que se mueve cada administración. En particular para la paleontología es un hecho bastante claro, por la novedad que significa que su patrimonio sea gestionado de forma similar al arqueológico.

Vamos a analizar brevemente la titularidad y gestión de cada una de las administraciones:

- El Estado mantiene la Titularidad de determinadas partes del patrimonio paleontológico. Las competencias que se ha reservado son claras en situaciones de expolio, exportación ilícita, servicios públicos o bienes cuya titularidad ostenta Patrimonio Nacional.
- Las Comunidades Autónomas han recibido la Titularidad del resto del patrimonio. Ejercen la gestión de algunos bienes de Titularidad Estatal y de los propios. Tienen competencias plenas en los niveles de gestión, desarrollo, protección y divulgación, reflejadas en legislaciones y normativas propias y específicas para cada caso.
- El tercer nivel son los Municipios, a los que se han delegado determinadas competencias, en cooperación con el resto de las Administraciones Públicas.

Según la LPHE 16/1985, «Los Ayuntamientos cooperarán con los Organismos competentes para la ejecución de esta Ley en la conservación y custodia del Patrimonio Histórico Español comprendido en su término municipal, adoptando las medidas oportunas para evitar su deterioro, pérdida o destrucción. Notificarán a la Administración competente cualquier amenaza, daño o perturbación de su función social que tales bienes sufran, así como las dificultades y necesidades que tengan para el cuidado de estos bienes. Ejercerán asimismo las demás funciones que tengan expresamente atribuidas en virtud de esta Ley» (art. 7). Por el artículo 37 se establece que la Administración competente puede impedir un derribo y suspender cualquier clase de obra o intervención en un bien declarado de interés cultural, que puede considerar y llevar a ca-

bo también una expropiación para conservar un bien con la única justificación del interés social. Los Municipios pueden acordar asimismo la expropiación de tales bienes pero notificando previamente su propósito a la Administración competente, *que tendrá prioridad en el ejercicio de esta potestad.*

La Comunidad de Madrid en su ley sobre el Patrimonio Histórico sigue esta línea de actuación, y las competencias de los Ayuntamientos se basan fundamentalmente en el desarrollo de los Planes Especiales y la conservación y protección de los bienes radicados en sus municipios.

La Ley Estatal queda como norma supletoria de las Leyes de las Comunidades Autónomas.

LA GESTIÓN Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

Elena Gómez y Jorge Morales

GESTIÓN

La gestión del patrimonio puede entenderse en un sentido amplio o en uno más restringido. El primero vendría desde la planificación de la investigación sobre el patrimonio, hasta su realización, exposición y conservación. Uno más restringido fue habitualmente entendido como el mantenimiento y depósito de los bienes descubiertos, tanto si se hallan *in situ* como si obran en poder de una institución.

En cualquier caso la gestión ha de garantizar una correcta protección, conservación, y exposición tanto de los yacimientos como de las colecciones que

integran el patrimonio paleontológico, así como permitir el discurso científico sobre los hallazgos y el análisis que define la situación y categorías de interés de cada uno de ellos.

El primer paso de la gestión supone entonces conocer tanto lo existente como lo que en previsión pueda existir. En otros trabajos ya hemos comentado que no todos los restos, hallazgos ni yacimientos tienen el mismo valor científico, expositivo, etc, pero unas veces componen una entidad y otras veces dan una información concreta, por lo que igualmente requieren un tipo de

conservación. Una adecuada gestión analiza precisamente el valor y «status patrimonial» de cada entidad paleontológica y ha de ser capaz de establecer las medidas y categorías de protección convenientes en cada caso.

Para todo ello, es necesaria la correcta elaboración de un Inventario de los bienes paleontológicos y el desarrollo de la Carta Paleontológica. Tanto en uno como en otra debe quedar reflejada la valoración de cada entidad y que determine el uso y conservación adecuados. Pero a la hora de abordar este problema subyacen tres cuestiones: ¿qué criterios de valoración son necesarios para proteger un yacimiento o un bien paleontológico?, ¿cuáles son los que priman?. Y por último, cómo acomodar estos criterios a la situación de los yacimientos para establecer unas normas adecuadas de uso y protección. En definitiva, llevarlas a la práctica bajo el punto de vista legal, científico y social.

Exponemos a continuación los factores de interés que determinarán la integración de los bienes paleontológicos en cada una de las categorías de protección.

Criterios para determinar la gestión de los yacimientos

En trabajos anteriores, Alcalá, (1998); Alcalá y Morales (1994a y b), Morales (1996a), y Morales *et al.* (1999a), se han enumerado una serie de criterios útiles para la definición del valor de los yacimientos paleontológicos y encaminados a determinar los niveles de protección necesarios para cada uno de ellos, con

referencia a tres factores fundamentales: el aspecto científico, sociocultural y socioeconómico.

Los criterios científicos deberían primar para su protección y conservación, mientras que los socioculturales probablemente determinarán la utilización de un lugar para ocio, sabiendo que al final es el factor social el que va a decidir el éxito de un proyecto determinado, sea de investigación o museístico.

En cualquier caso, estos criterios deberían ser fundamentales para establecer el comentado «*curriculum*» de los yacimientos, una especie de «cuestionario» que determine las categorías de protección en las que deben incluirse y tomar las medidas pertinentes para su adecuada conservación como tal.

Criterios científicos

En cada fósil y en los yacimientos en los que fueron hallados confluyen una serie de características científicas, que pueden convertirlos en emblemáticos o peculiares: tipos de fósiles, edad, estado de conservación, etc. Los criterios científicos aportan intereses objetivos a nivel de investigación que permiten hacer «fichas tipo» de cada yacimiento, bajo temáticas diferentes.

Por un lado, existen los **fósiles o yacimientos referencia**, bien por su edad, era geológica que documentan, taxón, holotipo...

Otra consideración son las líneas específicas de investigación que se pueden lle-

var a cabo: paleoclimatología, asociaciones particulares de fósiles, tafonómicas, relaciones faunísticas y arqueológicas.

Particular importancia tienen los yacimientos con vestigios de actividad antrópica; la historia de la evolución humana es uno de los temas más valorados (científica y socialmente). La confluencia de la arqueología y la paleontología es en estos casos innegable a pesar de que durante mucho tiempo paleontología y arqueología han ido dissociadas y que para algunos parecían disciplinas excluyentes. La realidad está divorciada de esta concepción, es en estos yacimientos donde se necesita una mayor claridad conceptual, puesto que están sumamente valorados por una sociedad que quiere conocer su origen y evolución, en una visión global sin exclusiones de ningún tipo.

A su vez cada investigación genera un cuerpo documental que suministra una información primordial para la valoración del PPE. La calidad de las colecciones y de las publicaciones realizadas, las cuáles han estado y están sujetas a la crítica del propio colectivo científico, son una referencia obligada para la consideración de los objetos de estudio y comparación, y esas cualidades deben resaltarse por tener una objetividad manifiesta.

Criterios socioculturales

La sociedad demanda cada vez más una divulgación de los restos paleontológicos o yacimientos bajo un interés cultural que pide un uso no sólo científico

de los objetos paleontológicos, entendiéndose por esto su utilización como recurso didáctico, cultural o simplemente turístico. Este hecho determina la aparición de elementos nuevos como parques paleontológicos, museos municipales o adscritos a yacimientos... que tienen sentido de cara a un aspecto económico y que conllevan una reorganización de estructuras.

En este nivel hay una serie de factores que pueden determinar el uso didáctico y turístico de un yacimiento, ya comentados anteriormente. El primer criterio evidente es su localización, ya sea por la cercanía y accesibilidad de ese yacimiento para los posibles visitantes; asimismo si está incluido o asociado a otros elementos, ya sea un parque histórico, cultural o natural, es posible favorecer y fomentar su utilización complementaria para potenciar los valores didácticos de dichas áreas.

Las propias características científicas de los yacimientos y el impacto social de los descubrimientos que se han realizado en ellos determinan la potencialidad turística de los sitios.

Por último, la extensión de los yacimientos y sus condiciones físicas y de conservación son fundamentales para la utilización didáctica, turística o cultural de los mismos.

Como ya hemos explicado en otras ocasiones, no podemos extender la idea errónea de que detrás de cada yacimiento existe un museo, parque o exposición, que va a transformar econó-

micamente al municipio que lo posee, pero sí hay que tener en cuenta el potencial de la paleontología como recurso cultural, y por lo tanto turístico. Este fenómeno exige actualmente una implicación cada vez mayor de las administraciones autonómicas y locales en la gestión del patrimonio histórico y natural, con vistas a su divulgación turística y cultural.

Criterios socioeconómicos

En anteriores trabajos, hemos considerado estos criterios como factores económicos externos que afectan al propio yacimiento. Pensamos que estos tipos de criterios (explotaciones mineras, desarrollo urbanístico y de infraestructuras,...) deben tenerse en cuenta, no tanto como factor de valor de los yacimientos sino como criterio para definir los ámbitos de protección.

Sin embargo, los fósiles y los yacimientos en que se hallan pueden ser un potencial recurso económico. Los yacimientos no se diferencian de cualquier otro tipo de recurso: físicamente se sitúan en un entorno determinado, en el que habita gente que desea beneficiarse de todo tipo de singularidades que cree poseer, en otras palabras, son considerados como parte del patrimonio de la localidad en la que se encuentran. La transformación de nuestra sociedad, exigiendo un ocio diferente al tradicional, convierte a los yacimientos paleontológicos en un posible recurso cultural y turístico, que tiene un potencial integrador muy elevado (Aguirre, 1973; Morales y Azanza, 1997; Morales *et al.*, 1999b).

Son los criterios socioculturales los que determinarán en gran parte el potencial económico de un bien paleontológico. Por ejemplo, en un área deprimida, la existencia de yacimientos paleontológicos susceptibles de ser visitados, con determinadas inversiones en infraestructuras pueden generar una serie de ingresos a distintos niveles, no sólo en el yacimiento concreto sino en su propio entorno (hostelería, servicios,...).

Cuerpos gestores

Según lo que explicábamos en apartados anteriores, potencialmente todos los yacimientos paleontológicos forman parte del Patrimonio Paleontológico. Los inventarios, en sentido amplio, catalogaciones y la propia cartografía geológica suministran la base informativa sobre la que se deben aplicar los criterios objetivos (científicos, socio-culturales y económicos) que nos permitan su valoración precisa. Dado el estado de la situación de algunos yacimientos y la pérdida de otros, la administración competente debe aplicar urgentemente estos criterios y las medidas convenientes para gestionar este patrimonio, marcando los niveles de protección y uso.

Competencias del Estado en materia de Patrimonio Paleontológico

El Estado tiene competencias exclusivas en la defensa contra la exportación y la expoliación y mantiene la titularidad y gestión de algunos bienes paleontológicos, como colecciones de museos, yacimientos, etc. No obstante, con la transferencia de competencias, sus funciones

quedan fundamentalmente dedicadas a regular el proceso de normativa y gestión de las comunidades autónomas, órgano consultivo y con especial relevancia en los aspectos divulgativos y de difusión del patrimonio.

Competencias de la Comunidad Autónoma

Como hemos visto el Estado se ha reservado unas competencias muy limitadas (aunque importantes) en lo referente a la gestión del PHE. Son las CC.AA., y en nuestro caso particular la Comunidad de Madrid, la que tiene la obligación más directa de gestionar el patrimonio paleontológico. Esta gestión pasa por asumir un proceso legal y práctico que incluya:

- Desarrollo del Inventario de los bienes paleontológicos de la Comunidad como instrumento de gestión. La figura jurídica del Inventario supone un proceso administrativo que conlleva una previa catalogación y clasificación de los bienes, a partir de la cual se determina cuáles de ellos deben incluirse en dicho Inventario. **Nosotros consideramos que sólo debe incluirse en este Inventario los bienes paleontológicos muebles.**
- Realización de la Carta Paleontológica, con la ubicación, estado de conservación y figura de protección de cada uno de los yacimientos. **Consideramos que la Carta Paleontológica es el equivalente del Inventario para los bienes inmuebles (yacimientos).**

Esta Carta comprende por un lado las Zonas Paleontológicas declaradas como B.I.C., pero además, incluye el resto de los yacimientos y las áreas potenciales.

Esta información debe ser lo más pormenorizada posible de forma que los organismos ejecutores de los Planes Especiales tengan detalladas todas las características posibles para adaptar las medidas necesarias a los ámbitos de protección que requieran cada uno de los yacimientos.

Un aspecto novedoso es el establecimiento de cuatro ámbitos de protección que nos permite realizar una propuesta de su aplicación para cada uno de los yacimientos paleontológicos de Madrid y cómo estos ámbitos deben tratarse dentro de los planes especiales, cuando se desarrollen.

Competencias de los Ayuntamientos

Una vez realizados el Inventario, y Carta Paleontológica con la determinación de las categorías y la declaración de las Zonas Paleontológicas correspondientes, cada municipio debe desarrollar los Planes Especiales convenientes en cada caso, con las normas de uso y aplicación urbanística.

Infraestructuras

El patrimonio paleontológico requiere unas medidas de gestión y conservación específicas, que requiere unos profesionales determinados. El nivel del marco legal es el primer paso, y en él puede haber diversidad de disciplinas

integradas. La planificación de las investigaciones, excavaciones, exposiciones, y conservaciones requiere un cuerpo disciplinar distinto.

La débil tradición científica en España así como la falta de presupuestos para investigación y cultura, no favoreció la existencia de museos de ciencias naturales. Tampoco en la Administración existen puestos de Técnicos que se ocupen específicamente del problema paleontológico, y al igual que ocurre en el marco legal y jurídico, la paleontología está ligada a la arqueología. Actualmente, la investigación paleontológica está altamente especializada y ambas disciplinas tienen problemáticas diferentes, y en cuanto a su gestión, los restos procedentes o estudiados por ambas requieren procesos y técnicas diferentes. Todo ello requiere una alta inversión en infraestructura y personal.

Primero, es absolutamente necesario que tanto en las direcciones generales de Patrimonio de las distintas comunidades como en los municipios se vayan integrando técnicos paleontólogos que gestionen el patrimonio paleontológico local de acuerdo a la Carta, Inventarios y Planes Especiales existentes, con la intención de llevar a cabo esa paleontología preventiva que comentábamos anteriormente. Por supuesto, con una estrecha colaboración con los arqueólogos en aquellos periodos en que ambas disciplinas se interrelacionan y solapan.

En la Comunidad de Madrid, la temprana tradición paleontológica del Museo Nacional de Ciencias Naturales ha paliado

en gran medida los problemas comentados, y aunque esta institución ha estado sujeta a todos los avatares de nuestra complicada historia, en épocas de desarrollo socioeconómico ha jugado un importante papel en la protección e investigación del patrimonio paleontológico, tanto de Madrid como de otras regiones de España.

Por último, es necesaria la creación de más museos de ciencias naturales con una sección de paleontología, con conservadores e investigadores de formación específica. Queremos hacer una llamada de atención para que este déficit sea urgentemente corregido, con la firme convicción que sólo de esta forma se podrá llegar a una correcta gestión del patrimonio paleontológico.

Intervenciones

La propia Ley de Patrimonio Histórico contempla tanto las intervenciones de los particulares como de la Administración a nivel de excavaciones o estudio de yacimientos (ver Capítulo VI, artículo 41 y 42).

Pero hay otro tipo de intervenciones que pueden afectar a yacimientos o bienes paleontológicos de forma muy directa y a veces destructiva. Tal es el caso de las explotaciones mineras o extracciones de áridos, las obras públicas o privadas de carácter urbanístico, y particularmente, el desarrollo de las infraestructuras de comunicación.

Existe un férreo oscurantismo alrededor de las explotaciones mineras, extrac-

ción de áridos, canteras, etc., que no tiene ninguna justificación, y cuyas actividades conllevan la destrucción de un importante patrimonio paleontológico y arqueológico. En ningún caso, el desarrollo de estas actividades debe quedar fuera de control. Es imprescindible que haya un seguimiento siempre que se den circunstancias favorables a la existencia de

yacimientos, aunque éstos no sean conocidos. Lo mismo puede generalizarse para las obras públicas y desarrollo urbanístico, si bien en estos casos los Planes Especiales imponen una serie de limitaciones.

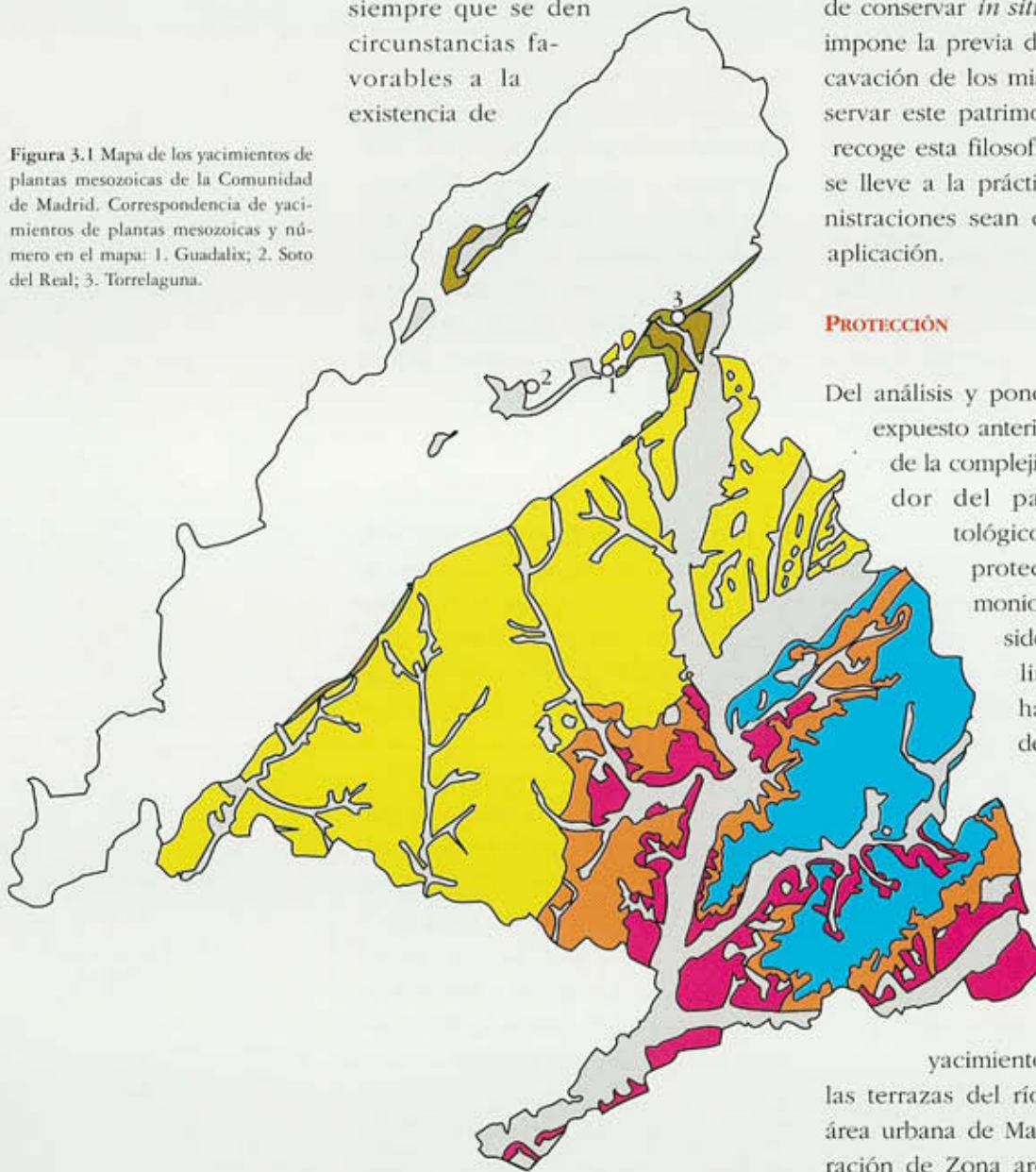
Cuando no exista ninguna posibilidad de conservar *in situ* los yacimientos se impone la previa documentación y excavación de los mismos de cara a preservar este patrimonio. La propia Ley recoge esta filosofía. Es necesario que se lleve a la práctica y que las Administraciones sean contundentes en su aplicación.

PROTECCIÓN

Del análisis y ponderación de todo lo expuesto anteriormente se desprende de la complejidad existente alrededor del patrimonio paleontológico. En lo referente a protección de este patrimonio, las actuaciones han sido hasta la fecha muy limitadas, aunque se ha visto beneficiado de las normas de protección de las áreas arqueológicas, al producirse una coincidencia de ubicación de los yacimientos.

Por ejemplo, los yacimientos arqueológicos de las terrazas del río Manzanares en el área urbana de Madrid tienen consideración de Zona arqueológica y gozan

Figura 3.1 Mapa de los yacimientos de plantas mesozoicas de la Comunidad de Madrid. Correspondencia de yacimientos de plantas mesozoicas y número en el mapa: 1. Guadalix; 2. Soto del Real; 3. Torrelaguna.



de protección. Como estos yacimientos se superponen a los sedimentos miocenos más ricos en vertebrados fósiles, esta confluencia ha permitido que estos últimos tengan la misma consideración.

Desde el año 97, existe un Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad de Madrid, que hace referencia a las Áreas de Protección Arqueológica y Paleontológica (Terrazas del Manzanares y Cantera del Trapero), y aplica una serie de normas de uso y edificación en cada área.

En este Plan, se citan también Áreas de Protección Geológica, que al menos en dos casos incluyen yacimientos paleontológicos, éstos son el Cerro de Almodóvar y Ribera del Manzanares.

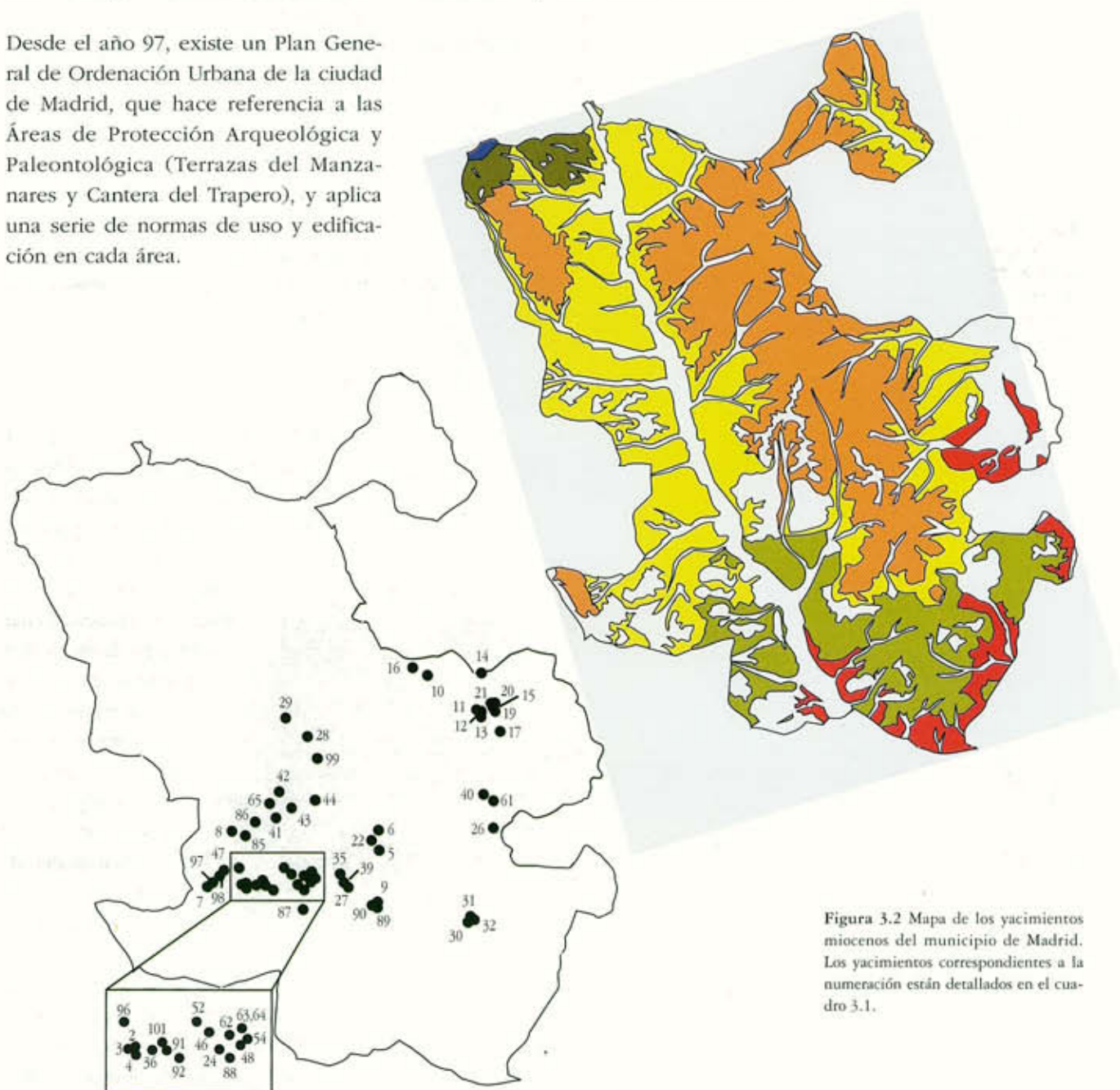


Figura 3.2 Mapa de los yacimientos miocenos del municipio de Madrid. Los yacimientos correspondientes a la numeración están detallados en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Correspondencia de yacimientos del Mioceno y número en los mapas.

1. Alcalá de Henares, Figura 3.3.
2. Alhambra 1, Figura 3.2.
3. Alhambra 2, Figura 3.2.
4. Alhambra Túneles, Figura 3.2.
5. Arenero Dehesa Moratalaz, Figura 3.2.
6. Arroyo Abroñigal, Figura 3.2.
7. Arenero Antolín García, Figura 3.2.
8. Arroyo de los Meaques, Figura 3.2.
9. Arroyo del Olivar, figura 3.2.
10. Barajas 1, figura 3.2.
11. Barajas 2, figura 3.2.
12. Barajas 3, figura 3.2.
13. Barajas 4, figura 3.2.
14. Barajas 5, figura 3.2.
15. Barajas 6, figura 3.2.
16. Barajas 7, figura 3.2.
17. Barajas 8, figura 3.2.
18. Barajas 9, figura 3.3.
19. Barajas 10, figura 3.2.
20. Barajas 11, figura 3.2.
21. Barajas 12, figura 3.2.
22. Barrio de la Estrella, figura 3.2.
23. Barranco de los Mártires, figura 3.3.
24. Cambronerías, figura 3.2.
25. Campo Real, figura 3.3.
26. Cantera del Trapezo, figura 3.2.
27. Carretera de Castellón, figura 3.2.
28. Cerámica Mirasierna, figura 3.2.
29. Cerámica de Mochuelo, figura 3.2.
30. Cerro de Almodóvar 1, figura 3.2.
31. Cerro de Almodóvar 2, figura 3.2.
32. Cerro de Almodóvar histórico, figura 3.2.
33. Cerro de los Angeles, figura 3.3.
34. Cerro Batallones, figura 3.3.
35. Cerro de la Plata, figura 3.2.
36. Cocheras, figura 3.2.
37. Colmenar de Oreja, figura 3.3.
38. Colmenar Viejo, figura 3.3.
39. Convento de Atocha, figura 3.2.
40. Ciudad Pegaso, figura 3.2.
41. Ciudad Universitaria Escuela de Agrónomos, figura 3.2.
42. Ciudad Universitaria Facultad de Ciencias, figura 3.2.
43. Ciudad Universitaria (Res. Estudiantes), figura 3.2.
44. Cuartel Infante Don Juan, figura 3.2.
45. Ecce-Homo, figura 3.3.
46. Estación Imperial, figura 3.2.
47. Fábrica ladrillos Modesto Chapa, figura 3.2.
48. Gasómetro 6, figura 3.2.
49. Guadarrama 1, figura 3.3.
50. Henares 1, figura 3.3.
51. Henares 2, figura 3.3.
52. Hidroeléctrica, figura 3.2.
53. Leganés, figura 3.3.
54. Moratines, figura 3.2.
55. Las Madrigueras, figura 3.3.
56. Moraleja de Enmedio, figura 3.3.
57. Móstoles 1, figura 3.3.
58. Móstoles 2, figura 3.3.
59. Móstoles 3, figura 3.3.
60. Móstoles 4, figura 3.3.
61. O'Donnell, figura 3.2.
62. Paseo de las Acacias, figura 3.2.
63. Paseo de la Esperanza 7, figura 3.2.
64. Paseo de la Esperanza, PAR Peñuelas, figura 3.2.
65. Paseo de las Moreras, figura 3.2.
66. Paracuellos 1, figura 3.3.
67. Paracuellos 2, figura 3.3.
68. Paracuellos 3, figura 3.3.
69. Paracuellos 4, figura 3.3.
70. Paracuellos 5, figura 3.3.
71. Paracuellos 6, figura 3.3.
72. Paracuellos Sondeo 4-11, figura 3.3.
73. Paracuellos Sondeo 4-18, figura 3.3.
74. Paracuellos Sondeo 4-19, figura 3.3.
75. Paracuellos Sondeo 4-22, figura 3.3.
76. Paracuellos Sondeo 4-24, figura 3.3.
77. Paracuellos Sondeo 4-26, figura 3.3.
78. Paracuellos Sondeo 8-3, figura 3.3.
79. Paracuellos Sondeo 8-5a, figura 3.3.
80. Paracuellos Sondeo 8-5b, figura 3.3.
81. El Pardo, figura 3.3.
82. Parla 1, figura 3.3.
83. Parla 2, figura 3.3.
84. Prado Acedinos, figura 3.3.
85. Príncipe Pío-Lago, figura 3.2.
86. Puente de los Franceses, figura 3.2.
87. Puente de la Princesa, figura 3.2.
88. Puente de Toledo, figura 3.2.
89. Puente Vallecas, figura 3.2.
90. Puente Vallecas, Plaza de toros, figura 3.2.
91. San Isidro, figura 3.2.
92. San Isidro 2, figura 3.2.
93. Santos de la Humosa, figura 3.3.
94. Serranillos, figura 3.3.
95. Somosaguas, figura 3.3.
96. Sondeo del Servicio Geológico de Obras Públicas, figura 3.2.
97. Tejar Ignacio Peña, figura 3.2.
98. Tejar Marcelino Barrios, figura 3.2.
99. Tejar Saturnino Vega, figura 3.2.
100. Urbanización Loranca, figura 3.3.
101. Vía Carpetana, figura 3.2.

La protección no está claramente especificada, aunque obviamente existe a un cierto nivel.

Ahora conocemos bien el estado en el que se encuentran actualmente los yacimientos con plantas mesozoicas, vertebrados terciarios y cuaternarios de nuestra comunidad (consultar figuras 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5), así como su relación con el sustrato geológico que los contiene y los factores externos que pueden influir en ellos. Basándonos en esto podemos decir: primero, que hay muchos más yacimientos existentes de los que están protegidos; segundo, que muchas áreas de Madrid son potencialmente fértiles en yacimientos aunque éstos no afloran a la superficie y por tanto no se conocen; tercero, que hay yacimientos ya destruidos o a veces agotados que requieren, no obstante, ser considerados en detalle bien por su información paleontológica sobre el entorno físico y geográfico, bien porque la información sobre ellos es imprecisa y requiere confirmación.

Cada uno de estos casos requiere un seguimiento específico de acuerdo con su situación actual y bajo la aplicación de la actual legislación. Bajo esta consideración los yacimientos paleontológicos del mioceno, que serán los que en este caso nos sirvan de ejemplo (para plantas mesozoicas y cuaternario ver el capítulo de Carta paleontológica), pueden agruparse en tres conjuntos (figuras 3.6 y 3.7):

I Yacimientos activos, son los yacimientos bien conocidos y todavía muy fértiles, hayan sido excavados recientemente o no. Algunos de ellos, como los del área de Paracuellos del Jarama y O'Donnell-Trapero, han sido ya declarados Zona Arqueológica-Paleontológica. Otros, como el Cerro de los Batallones, están en vía de declaración de Zona Paleontológica.

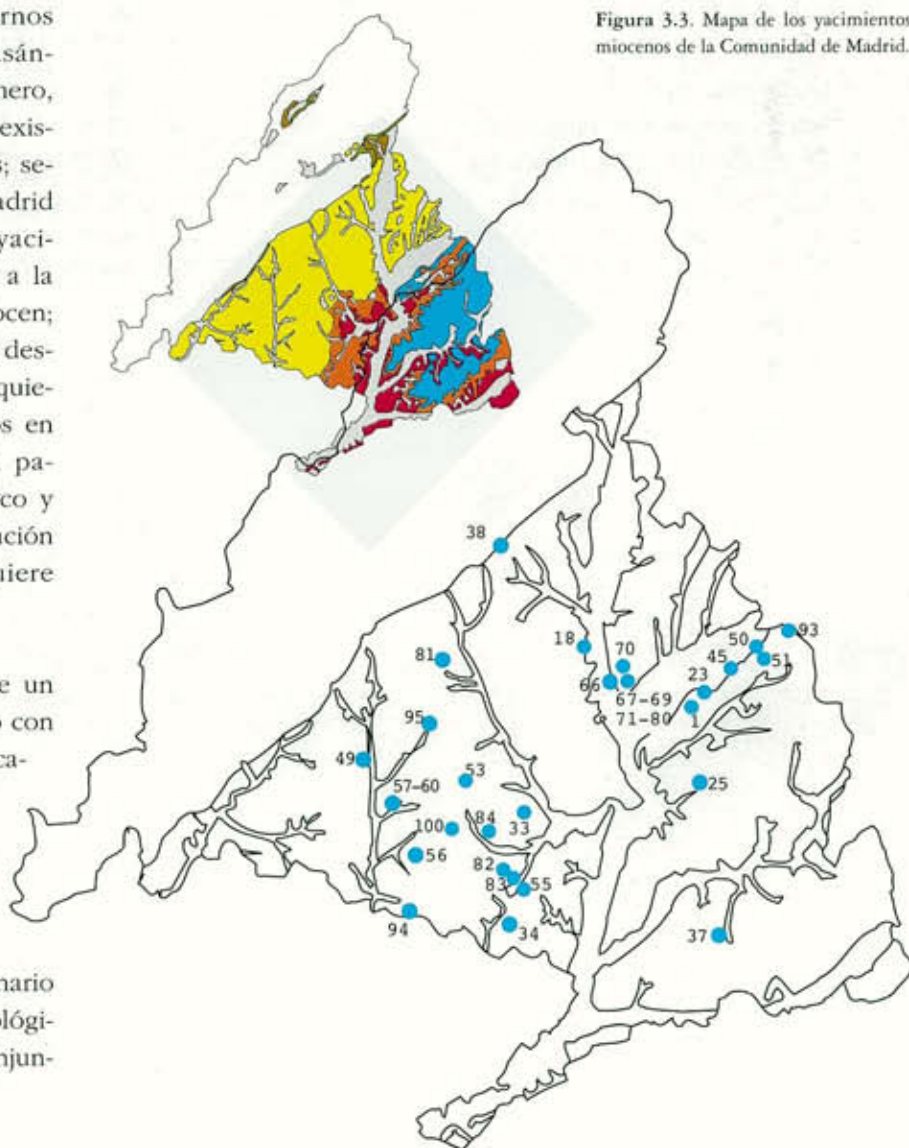


Figura 3.3. Mapa de los yacimientos miocenos de la Comunidad de Madrid.

Cuadro 3.2. Correspondencia de yacimientos cuaternarios y número en los mapas.

- | | |
|--|--|
| 1. Arenero de Adrián Rosa, figura 3.5. | 17. El Sotillo, figura 3.4. |
| 2. Arenero de Lorenzo Criado, figura 3.4. | 18. Fuente de la Bruja, figura 3.4. |
| 3. Arenero de las Mercedes, figura 3.4. | 19. Ladrillera General Ricardos, figura 3.4. |
| 4. Arenero de Barbas, figura 3.4. | 20. Las Carolinas, figura 3.4. |
| 5. Arenero de las Vaquerías del Torero, figura 3.4. | 21. Orcasitas, figura 3.4. |
| 6. Arenero del Portazgo, figura 3.4. | 22. Parador del Sol, figura 3.4. |
| 7. Arenero del Almendro, figura 3.4. | 23. Pinilla del Valle, figura 3.5. |
| 8. Arenero del Camino de la Venta de Santa Catalina, figura 3.4. | 24. Pontón de la Oliva, figura 3.5. |
| 9. Áridos 1, figura 3.5. | 25. Prado de los Laneros, figura 3.4. |
| 10. Áridos 2, figura 3.5. | 26. Redueña, figura 3.5. |
| 11. Arriaga, figura 3.5. | 27. Río Jarama, figura 3.5. |
| 12. Arroyo Culebro, figura 3.5. | 28. San Fernando de Henares, figura 3.5. |
| 13. Atajillo del Sastre, figura 3.4. | 29. San Isidro, figura 3.4. |
| 14. Ciempozuelos, figura 3.5. | 30. Taller de Ferrocarril, figura 3.4. |
| 15. Cueva de las Pinturas, figura 3.5. | 31. Tejar de Portazgo, figura 3.4. |
| 16. Cueva del Reguerillo, figura 3.5. | 32. Transfesa, figura 3.4. |
| | 33. Vaciamadrid, figura 3.5. |

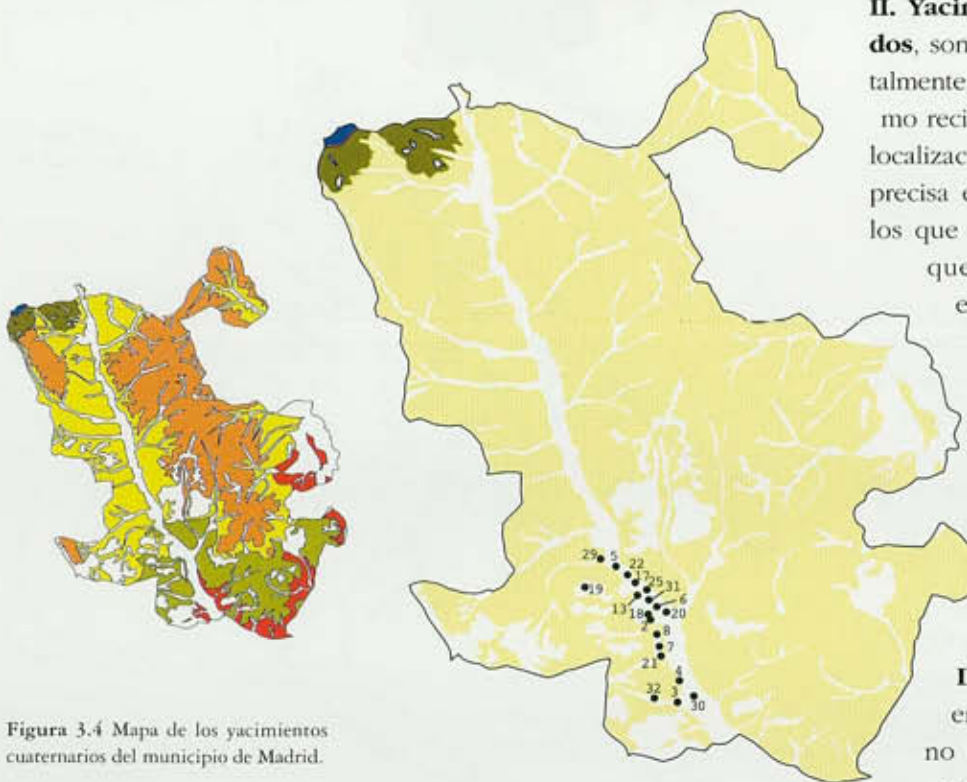


Figura 3.4 Mapa de los yacimientos cuaternarios del municipio de Madrid.

II. Yacimientos agotados y/o perdidos, son los yacimientos explotados totalmente, tanto en tiempos antiguos como recientes. O bien yacimientos cuya localización se desconoce, por ser imprecisa en los documentos. Y también los que nos consta su destrucción sin que hayan sido excavados. Por ejemplo: yacimientos del Barrio de la Estrella. Algunos de estos yacimientos fueron extraordinariamente ricos: Paseo de las Acacias, La Hidroeléctrica, Puente de Vallecas, etc. En otros casos estos yacimientos sólo dieron hallazgos aislados.

III. Yacimientos indicio, áreas en las que los vertebrados fósiles no llegan a formar concentraciones, pero que son buenos indica-

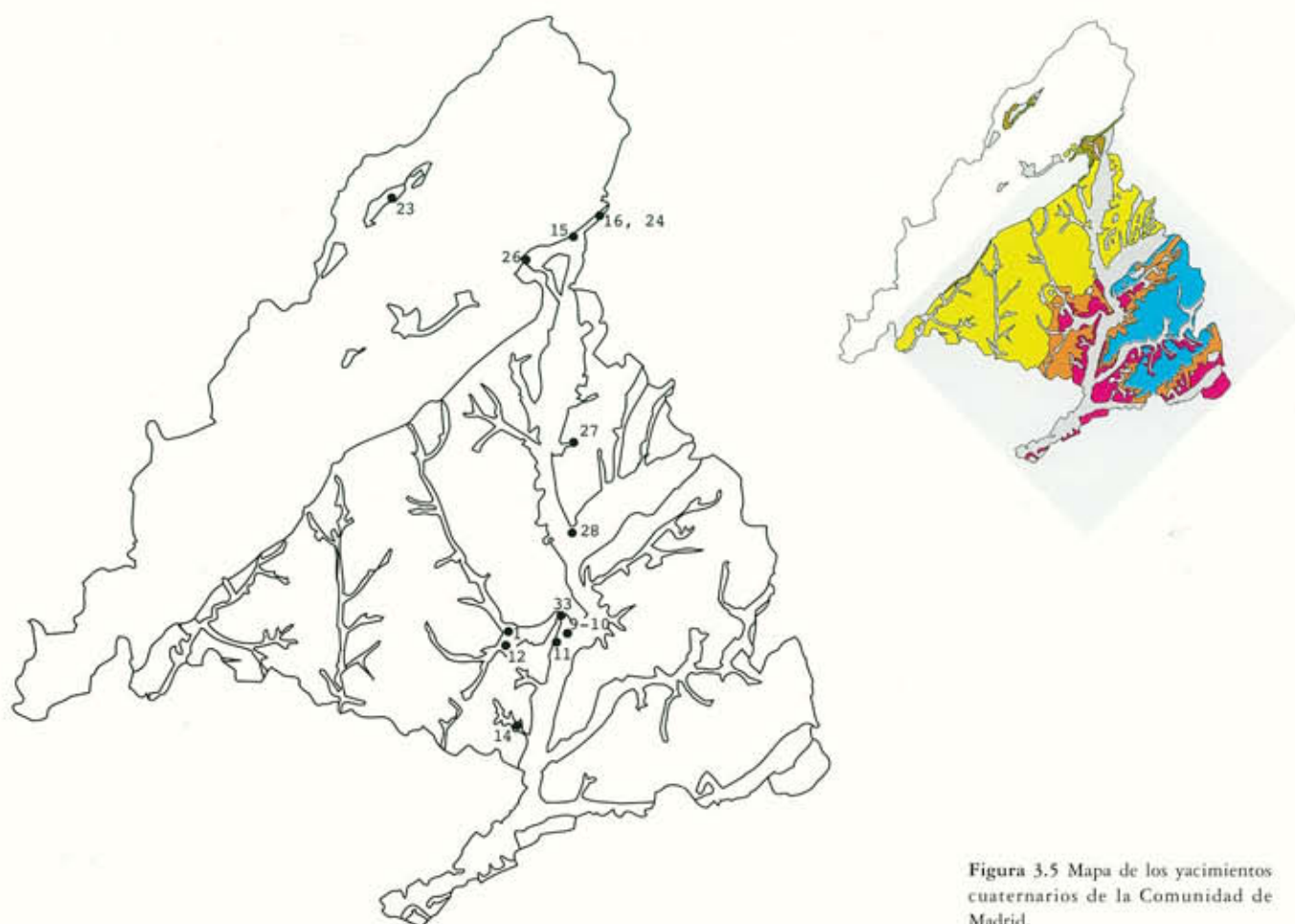


Figura 3.5 Mapa de los yacimientos cuaternarios de la Comunidad de Madrid.

dores de la existencia de potenciales yacimientos, por ejemplo: Serranillos, áreas de Getafe,... y numerosas localidades de Madrid.

El área superficial que incluye a los tres conjuntos de yacimientos es el área potencialmente paleontológica, pero dentro de ella distinguimos donde se produce la mayor concentración de yacimientos. Desde un punto de vista preventivo sería el área donde hay que extremar el seguimiento de todo tipo de obras. Mientras que en los lugares con

menor concentración, si además esta se refiere sólo a yacimientos del conjunto III, se aconsejaría sólo un control en caso de obras o explotaciones mineras de una cierta envergadura.

Pero también debemos considerar los factores geológicos; conociendo las facies sedimentarias de un determinado estrato, es fácil saber que el mismo en otra ubicación es susceptible de contener fósiles, por tanto, confieren un elevado potencial paleontológico a zonas sin yacimientos.

Según todas estas observaciones, y de acuerdo con la Ley del Patrimonio Histórico Español y la propia Ley de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, consideramos que las cualidades descritas anteriormente de cada tipo de yacimientos permite adscribirlos a las diferentes categoría y ámbitos de protección:

Pueden ser declarados **Sitio Paleontológico** aquellos yacimientos de alto valor científico y cultural. Este podría ser el caso del yacimiento del Cerro de los Batallones, Paracuellos 5, y Moraleja de Enmedio.

La actuación en los yacimientos declarados como Sitio Históricos deben limitarse a las estrictamente científicas, siempre bajo control, y a aquellas que se encaminen hacia la

mejora y uso cultural del sitio (accesos, visitas controladas, etc.).

La figura de **Zona Paleontológica** ya está contemplada en la Ley de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. Podría aplicarse a los yacimientos de Móstoles,...

Para los yacimientos o áreas incluidas en la categoría de Zona Paleontológica, las actuaciones propuestas deberán incluir la prospección previa y el seguimiento de vaciados, tal y como actualmente se realiza. Sin embargo, habría que especificar de alguna forma que en casos especiales, como podría ser el descubrimiento de algún yacimiento de interés especial, parte de dicho área podría pasar a ser declarada como Sitio Paleontológico, y por tanto protegida al máximo nivel.

Las zonas del conjunto III, en las que los indicios son débiles, o las zonas sin yacimientos, pero que en función de sus características geológicas puedan contener yacimientos paleontológicos -éstos podrían no haberse encontrado por ser una zona natural con escaso impacto humano, o simplemente porque el área no ha sido prospectada, o cualquier otra razón- podrían denominarse **Áreas Paleontológicas Potenciales**, la legislación debería demandar un seguimiento sólo en caso en que las actuaciones a



Figura 3.6. Mapa de los conjuntos de conservación de los yacimientos del Mioceno del municipio de Madrid. Yacimientos activos (Conjunto I) en azul. Yacimientos agotados y/o destruidos (Conjunto II) en rojo. Yacimientos indicio (Conjunto III) en verde.

realizar tengan una cierta envergadura, como pueden ser obras públicas, explotaciones de rocas industriales, o urbanizaciones.

De acuerdo con esto podríamos establecer las categorías de la ley:

- **Ámbito de Máxima Protección.** Tendrán esta categoría los yacimientos paleontológicos de especial relevancia en cuya declaración se haga constar expresamente tal circunstancia, serán fundamentalmente los Sitios Paleontológicos.
- **Ámbito de Especial Protección.** Tendrán esta categoría los yacimientos paleontológicos que no pertenezcan al Ámbito de Máxima Protección, siempre que reúnan alguna de las siguientes circunstancias: que se solicite su protección por parte de la administración local, por cualquiera de las Instituciones públicas con investigación en paleontología o por parte de asociaciones u organizaciones de paleontólogos legalmente reconocidas. Pertenecen a este ámbito las Zonas Paleontológicas.
- **Ámbito de Protección Específica.** Tendrán esta categoría los yacimientos paleontológicos incluidos en la Carta Paleontológica, que no pertenezcan al Ámbito de Especial Protección. También tendrán esta categoría aquellas áreas donde se conoce la existencia de yacimientos agotados o destruidos y su radio de posible influencia.
- **Ámbito de Protección General.** Incluyen sobre todo las áreas en las que

existan indicios de restos fósiles, o que por sus características geológicas hagan muy probable su existencia.

En los yacimientos paleontológicos clasificados como «Ámbito de Máxima Protección», no se permitirá ningún tipo de actuación que no sea de carácter puramente investigador o museístico. Si por necesidad pública fuese necesario realizar algún tipo de actuación, ésta no se permitirá hasta que no se realice un estudio de la incidencia que las obras pueden tener en los restos paleontológicos, elaborado por un departamento público de investigación competente en esta materia. Previamente a la concesión de la licencia, será precisa la autorización de la Dirección General de Patrimonio Cultural.

Por último, mediante Plan especial se desarrollará el régimen de usos de las áreas o categorías de protección. Dicho Plan especial, incluirá además las normas de actuación y protección de cada ámbito o categoría, así como las actuaciones de inspección y conservación y será objeto de informe, preceptivo y vinculante de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Educación y Cultura, previamente a su aprobación definitiva.

Figura 3.7 Mapa de los conjuntos de conservación de los yacimientos del Mioceno de la Comunidad de Madrid. Código de colores igual que en la figura anterior.



INVENTARIO Y VALORACIÓN

Elena Gómez y Jorge Morales

En este punto llevamos a la práctica las ideas expresadas anteriormente tanto para la valoración de los yacimientos como para su gestión. Hemos utilizado como modelo los yacimientos con vertebrados terciarios. Los de plantas mesozoicas y los cuaternarios tienen sus tablas y las interpretaciones respectivas al final de este capítulo.

Se divide en dos apartados:

- Tabla de valoración de cada yacimiento.
- Inventario de los yacimientos, con las características de cada uno, el valor total obtenido en la lista anterior y las categorías de protección que se le asignan, con la figura de protección correspondiente.

El resultado de la valoración e inventario de los yacimientos es la base para la elaboración y comentario de la carta paleontológica con la ubicación y distribución de cada yacimiento. Esto es objeto del capítulo siguiente.

VALORACIÓN DE LOS YACIMIENTOS.

APLICACIÓN DE CRITERIOS

En el texto del capítulo anterior explicábamos cómo una serie de criterios podían establecer el valor y uso sostenible de cada yacimiento. Estos criterios se dividen en dos grupos fundamentales: los criterios científicos y los socioculturales (ya dijimos que éstos determinaban y estaban directamente relacionados con los socioeconómicos, por lo cual en la tabla se integran ambos a la vez –ver interés didáctico/turístico–).

Para cada apartado o criterio de valoración se ha dado una puntuación expresada por un número (0,1,2); 0, marca que el elemento valorado en el yacimiento no existe o es poco relevante; 1, indica que el elemento que se valora existe; 2, que dicho elemento es especialmente relevante. Además, en cada uno de los criterios vamos a especificar en que consiste su singularidad.

Criterios científicos

Macromamíferos (para el caso de los yacimientos terciarios y cuaternarios).

Macrorrestos vegetales (yacimientos mesozoicos con plantas):

- 0: No existen o se presentan en cantidades no significativas, o no aportan información taxonómica.
- 1: Existen.
- 2: Son especialmente abundantes y diversos; o bien, representan especies poco conocidas.

Micromamíferos (para el caso de los yacimientos terciarios y cuaternarios).

Palinomorfos: polen o esporas (yacimientos mesozoicos con plantas):

- 0: No existen o se presentan en cantidades no significativas, o no aportan información taxonómica.
- 1: Existen.
- 2: Son especialmente abundantes y diversos; o bien, representan especies poco conocidas.

Otros fósiles: grupos que no estén in-

cluidos en los dos anteriores, como invertebrados, reptiles, aves, o plantas para los yacimientos terciarios y cuaternarios; vertebrados o invertebrados para los yacimientos mesozoicos con plantas.

0: No existen o se presentan en cantidades no significativas, o no aportan información taxonómica.

1: Existen.

2: Son especialmente abundantes y diversos; o bien, representan especies poco conocidas.

Localidad tipo: Yacimientos en los que se ha definido un taxón.

0: No existe ningún taxón definido en la localidad.

1: Se ha definido un taxón.

2: Se ha definido más de un taxón.

Interés bioestratigráfico:

0: Sin interés bioestratigráfico, bien por que el yacimiento esté destruido o fuera de contexto geológico.

1: El yacimiento se halla dentro del contexto geológico y permite una datación bioestratigráfica fiable.

2: El yacimiento se incluye dentro de una secuencia estratigráfica que sirve para definir cualquier unidad de tipo bioestratigráfico o cronológico.

Interés geológico:

0: Sin interés geológico, bien por que el yacimiento esté destruido o fuera de contexto.

1: El yacimiento se halla dentro de un contexto geológico frecuente.

2: Se incluye dentro de un contexto geológico raro o excepcional.

Interés tafonómico:

0: Sin interés tafonómico, bien por estar destruido el yacimiento o por haber sido excavado sin metodología adecuada.

1: Yacimientos que han sido o que pueden ser excavados con metodología adecuada para realizar estudios tafonómicos.

2: Yacimientos cuya información demuestra que se formaron en condiciones ambientales especiales, yacimientos con asociaciones fósiles poco frecuentes, o yacimientos en los que existe una información tafonómica exhaustiva.

Estado de preservación de los fósiles:

0: Mala preservación, fósiles fragmentados y/o alterados

1: Buena preservación. Fósiles bastante completos, ocasionalmente conexiones anatómicas.

2: Preservación excepcional, fósiles muy completos y conexiones anatómicas frecuentes.

Estado de las Colecciones:

0: No existe colección o es mínima y no aporta información fuera del indicio, o sus condiciones de conservación son muy malas.

1: Colecciones representativas.

2: Colecciones con un número excepcional de fósiles y en buen estado de conservación.

Singularidad Histórica:

- 0: No hay información histórica o es irrelevante.
- 1: El hallazgo está convenientemente documentado.
- 2: Reúne peculiaridades históricas, bien por los investigadores que lo estudiaron, por la historia de su descubrimiento, por los hechos relacionados con su excavación, etc.

Asociación con otros patrimonios:

Se valora la existencia de más de un tipo de patrimonio representado o asociado al yacimiento.

- 0: Además del paleontológico no existe otro patrimonio.
- 1: Está integrado en otro conjunto (ej: parque natural), o está asociado a otro patrimonio (geológico, arqueológico, ambiental,...).
- 2: Pueden cumplir varios a la vez o forma un conjunto especialmente singular (reserva natural paleontológica-geológica).

Extensión: Cumplen a nivel de espacio unos requisitos fundamentales para hacer posible su visita y uso turístico.

- 0: Demasiado pequeño espacialmente, o enclavado en un núcleo cerrado que no permite el desarrollo de infraestructuras para su uso.
- 1: Extensión moderada y/o posibilidad de habilitar infraestructuras complementarias.
- 2: Extensión amplia con posibilidad de habilitar infraestructuras complementarias y desarrollo de rutas internas.

Accesibilidad: Posibilidad inmediata de acceder al yacimiento, conexión con vías de comunicación, y condiciones de visita.

- 0: Inaccesible o con malas vías de acceso.
- 1: Fácil acceso desde el núcleo más cercano y condiciones favorables de visita.
- 2: Enclavado ya en un entorno o ruta de fácil acceso, condiciones inmejorables de visita con posibles recorridos específicos.

Interés didáctico/turístico: Se valora la posibilidad de darle un uso sostenible tanto didáctico (infraestructura expositiva, museística) como turístico, a la vez que el yacimiento pueda tener un impacto social por el interés que despiertan sus fósiles, la posibilidad de potenciación de un área deprimida con una inversión adecuada, etc. Este criterio está íntimamente relacionado con los anteriores.

- 0: Carece de interés didáctico/turístico o no hay posibilidad de desarrollo de ningún tipo.
- 1: Cumple los requisitos de extensión, accesibilidad y relación con vías de comunicación adecuados, aunque no existen aún las infraestructuras convenientes.
- 2: Cumple todos los requisitos y además ya posee o están en desarrollo las infraestructuras convenientes.

Proyectos: Se refiere a la existencia de cualquier tipo de proyecto para desarrollarse en esos yacimientos, sea pura-

mente de investigación o de desarrollo cultural.

0: No existen.

1: Existe un único tipo de proyecto.

2: Existe un plan global de desarrollo sobre el yacimiento y su entorno.

Valor total: Es la suma de las puntuaciones obtenidas en cada uno de los elementos valorados.

YACIMIENTOS MIOCENOS. TABLA DE VALORACIÓN

La tabla de valoración recoge quince criterios. De ellos, nueve aportan datos referentes a la importancia científica de cada yacimiento y sus fósiles. Otros seis criterios, los denominados socio-culturales, valoran el posible uso sostenible de los yacimientos como recurso didáctico-turístico.

La última columna de la tabla valora la puntuación total, suma de la puntuación obtenida en cada uno de los criterios, y da una idea general del valor global del yacimiento. No obstante, la tabla requiere una interpretación exhaustiva teniendo en cuenta la separación de apartados.

Por ejemplo, si analizamos el yacimiento Puente de Toledo vemos que obtiene como valor total un (4), lo que a primera vista no es una puntuación alta. Sin embargo, dió restos importantes de macromamíferos (1) y fue la localidad tipo para definir una especie (1). Además, en el apartado de singularidad histórica obtiene un (2). Si comparamos esta ta-

bla con la de inventario podemos observar que su descubrimiento data de 1806, y es un yacimiento de los llamados clásicos, puesto que fue uno de los primeros conocidos en Madrid de edad miocena. El yacimiento salió a la luz por unas obras de infraestructura y los fósiles ni salieron en muy buen estado ni dieron buenas colecciones, además el yacimiento permanece oculto hoy en día, por eso en todos los criterios restantes da (0); pero ha quedado recogida su importancia científica e histórica en los apartados correspondientes, de forma que se puedan tener en cuenta para su valoración y tomar las medidas adecuadas de protección.

La mayoría de los yacimientos indicio o pertenecientes al conjunto III dan puntuaciones bajas (1-6), normalmente correspondientes a apartados científicos, y bajas o nulas en los socioculturales. Suelen ser hallazgos puntuales producto de una remoción de tierras con un objetivo urbanístico o de infraestructura, y difícilmente existe un proyecto científico de excavación al respecto (problemas de tiempo y presupuestos para el seguimiento de las obras de envergadura). El resultado es que se tiene constancia de su existencia, pero son poco conocidos tanto su extensión como sus fósiles, y por eso dan puntuaciones tan bajas en general, pero pueden albergar un potencial enorme de fósiles que cambien completamente su valoración el día de mañana.

La mayor variabilidad se da en los yacimientos pertenecientes al conjunto II, ya que reúne a los que se agotaron y los

Cuadro 3.3. Valoración de yacimientos terciarios. Abreviaturas: A°: Arroyo. Cd: Ciudad. Ar: Arenero. Cua: Cuartel. B°: Barranco. P°: Pasco. B°: Barrio. Pte: Puente. C°: Carretera. S°: Sondeo. Ce: Cerámica. Tj: Tejar. C°: Cerro. Urb: Urbanismo.

Criterios de valoración			Científicos										Socioculturales					Valor Total
Municipio (Idine)	N° en figs. 3.2 y 3.3	Yacimiento	Macromamíferos	Micromamíferos	Otros fósiles	Localidad Tipo	I. Bioestratigráfico	I. Geológico	I. Tafonómico	Preservación fósiles	E. Colecciones	S. Histórica	Asoc. Patrimonios	Extensión	Accesibilidad	I. Diálec/Turístico	Proyectos	
79	5	1 Alcalá de Henares	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	6
79	2	Alhambra 1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7
79	3	Alhambra 2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	4	Alhambra -T	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	2	2	2	0	14
79	5	Ar Dehesa Moratalaz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	6	A° Abcoñigal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
79	7	Ar Antolín García	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	8	A° de los Meaques	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	9	A° del Olivar	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
79	10	Barajas 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	11	Barajas 2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	12	Barajas 3	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	5
79	13	Barajas 4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	14	Barajas 5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	15	Barajas 6	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
79	16	Barajas 7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	17	Barajas 8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	18	Barajas 9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
79	19	Barajas 10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	20	Barajas 11	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
79	21	Barajas 12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	22	B° de la Estrella	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	23	Ba de los Mártires	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
79	24	Cambroneras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
33	25	Campo Real	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	26	Cantera del Trapero	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	27	C° de Castellón	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	28	Ce Mirasierra	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
79	29	Ce Mochuelo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	30	C° de Almodóvar 1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	7
79	31	C° de Almodóvar 2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	6
79	32	C° de Almodóvar h	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	6
65	33	C° de los Angeles	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
150	34	C° Batallones	2	1	2	0	1	1	2	2	2	0	0	1	2	2	1	18
79	35	C° de la Plata	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
79	36	Cocheras	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
43	37	Colmenar de Oreja	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
45	38	Colmenar Viejo	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	6
79	39	Convento de Atocha	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
79	40	Ciudad Pegaso	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	41	Ciudad Universitaria E.A.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
79	42	Ciudad Universitaria E.C.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
79	43	Ciudad Universitaria R.E.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
79	44	Cua Infante Don Juan	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
5	45	Ecce - Homo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	46	Estación Imperial	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
79	47	P° ladrillos Modesto Chapa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	48	Gusómetro 6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
68	49	Guadarrama 1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	50	Henares 1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	9
5	51	Henares 2	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
79	52	Hidroeléctrica	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	5
74	53	Leganés	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	54	Moratines	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	6
106	55	Las Madrigueras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
89	56	Moraleja de Enmedio	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	2	2	1	0	12
92	57	Móstoles 1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	2	1	0	10
92	58	Móstoles 2	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	2	1	0	10
92	59	Móstoles 3	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	2	1	0	10
92	60	Móstoles 4	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	2	2	1	0	10
79	61	O'Donnell	1	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6
79	62	P° de las Acacias	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7

Cuadro 3.3. Continuación.

Criterios de valoración			Científicos								Socioculturales							
Municipio (Idine)	Nº en figs. 3.2 y 3.3	Yacimiento	Macromamíferos	Micromamíferos	Otros fósiles	Localidad Tipo	I. Bioestratigráfico	I. Geológico	I. Tafonómico	Preservación fósiles	E. Colecciones	S. Histórica	Asoc. Patrimonios	Extensión	Accesibilidad	I. Didác./Turístico	Proyectos	Valor Total
			79	63	Pº de la Esperanza 7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	64	Pº de la Esperanza PAR. P.	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
79	65	Pº de las Moreras	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	66	Paracuellos 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	67	Paracuellos 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	68	Paracuellos 3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	2	1	1	0	11
104	69	Paracuellos 4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
104	70	Paracuellos 5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	12
104	71	Paracuellos 6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
104	72	Paracuellos Sondeo 4-11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	73	Paracuellos Sondeo 4-18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	74	Paracuellos Sondeo 4-19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	75	Paracuellos Sondeo 4-22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	76	Paracuellos Sondeo 4-24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	77	Paracuellos Sondeo 4-26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	78	Paracuellos Sondeo 8-3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	79	Paracuellos Sondeo 8-5a	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
104	80	Paracuellos Sondeo 8-5b	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
115	81	El Pardo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
106	82	Parla 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
106	83	Parla 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
65	84	Prado Acedinos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	85	Príncipe Pío - Lago	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	86	Pte de los Franceses	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	87	Pte de la Princesa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	88	Pte de Toledo	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
79	89	Pte de Vallecas	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
79	90	Pte de Vallecas, sur Pza toros	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	91	San Isidro	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4
79	92	San Isidro 2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
137	93	Santos de la Humosa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
140	94	Serranillos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
115	95	Somosaguas	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	1	1	1	10
79	96	S.G.O.P.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	97	Tj Ignacio Peña	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	98	Tj Marcelino Barrios	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	99	Tj Saturnino Vega	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
58	100	Urbanización Loranca	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	101	Vía Carpetana	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3

destruidos, que en algunos casos dieron muy buenas colecciones y de gran información científica. Algunos ocupaban una gran extensión que quedó reducida a la nada sin posibilidad de extraer los restos y la información convenientes. Tenemos el caso del Barrio de la Estrella que fue completamente destruido aún siendo de una gran extensión. Se pudieron salvar algunos fósiles de macromamíferos, con un buen estado de conservación, pero no se pudo hacer un

seguimiento o excavación sistemática. Este yacimiento podría haber aportado una gran información científica dados los fósiles que se obtuvieron y su extensión, y por tanto, obtener una gran valoración. Al ser destruido quedan anuladas estas posibilidades.

Los yacimientos pertenecientes al Conjunto I dan en general puntuaciones superiores a (6). Unos obtienen valores altos, por ejemplo: Alhambra Túneles o

Batallones, puesto que tienen un gran valor científico y las condiciones del yacimiento permiten un buen uso didáctico; sobre estos yacimientos hay que extremar las condiciones de protección, así como potenciar su uso didáctico.

Otros yacimientos pertenecientes a este conjunto obtienen una puntuación general media, pero al comparar los dos grupos de criterios se observa que unos yacimientos tienen una buena valoración científica (ver Paracuellos 5) y un posible uso sostenible; algunos aportan una información científica diversa y poseen unas inmejorables condiciones para aprovecharlos como recurso didáctico (ver Paracuellos 3).

Sin embargo, hay yacimientos como Henares 1 con un buen valor científico (8) y por tanto merecen una especial protección, pero con escasas posibilidades de explotación como recurso didáctico-turístico, por lo menos de momento.

Un caso curioso lo forman los yacimientos declarados Zona Arqueológica-Paleontológica por la Comunidad, que son: Ciudad Pegaso, O'Donnell, Cantera del Trapero, con puntuaciones muy bajas. Hay que señalar que este área del municipio está sujeta a una fuerte presión de deterioro ambiental (minero, infraestructura,...) razón por lo que esta declaración es positiva, aunque evidentemente no son de los que reúnen mejores condiciones de valoración y en nuestra consideración otros yacimientos son más susceptibles de necesitar esta categoría de protección.

CARACTERIZACIÓN DE LOS YACIMIENTOS. APLICACIÓN DE CRITERIOS

Los yacimientos se han ordenado alfabéticamente, incluyendo en la mismas tablas los del municipio de Madrid y los del resto de la Comunidad (sin embargo en los mapas aparecen separados por un lado Madrid área metropolitana y por otro resto de la Comunidad).

Para la caracterización de los yacimientos hemos tomado en cuenta los siguientes datos:

1. **Tipo de Patrimonio:** Nos referimos a los distintos tipos de patrimonios que aparte del paleontológico pueden encontrarse en los yacimientos.

Siglas:

- A: Arqueológico.
- G: Geológico.
- N: Natural.
- P: Paleontológico.

2. **Conjunto al que pertenece el yacimiento:** Son los conjuntos a los que nos referíamos en el capítulo anterior.

Siglas:

- I: Formado por los yacimientos activos.
- II: Conjunto formado por los yacimientos agotados y/o perdidos.
- III: Conjunto formado por los yacimientos indicio.

3. **Edad:** Define biostratigráficamente al yacimiento, dentro de su tipología previa (Mesozoico, Mioceno y Cuaternario).

Siglas:

Mesozoico:

Sct: Supracretácico.

Mioceno:

D: Biozona D del Aragoniense medio.

E: Biozona E del Aragoniense medio.

F: Biozona F del Aragoniense superior.

G: Biozona G del Aragoniense superior.

Cuaternario:

I: Pleistoceno Inferior.

M: Pleistoceno Medio.

S: Pleistoceno Superior.

4. **Fecha del descubrimiento:** Dato histórico referido al primer documento que menciona el yacimiento o hallazgo.

5. **Causa del descubrimiento:**

Siglas:

Inf: Descubrimiento realizado en cualquier área en el curso de obras de infraestructura de cierta envergadura.

Min: Descubrimiento realizado en el curso de cualquier actividad minera, incluyéndose rocas industriales y extracción de áridos.

Pro: Descubrimiento realizado en el curso de prospecciones para estudios geológicos, paleontológicos, arqueológicos, etc., siempre que no esté relacionado con las causas antes mencionadas. Incluye el descubrimiento de yacimientos por aficionados.

Urb: Descubrimiento realizado en los cascos urbanos en el curso de obras de carácter limitado.

6. **Propiedad:**

Siglas:

Pr: Privada.

Pu: Pública.

7. **Control:** Se refiere al proceso de descubrimiento y seguimiento del yacimiento, y por tanto al tipo de actuación que se realizó. En la actualidad, salvo excepciones, todos los yacimientos están sujetos al control de la Consejería de Educación y Cultura de la C.M., ya sea como seguimiento de obras o como permiso de excavación. Las circunstancias en el pasado fueron diferentes y mucho más variadas.

Siglas:

CM: Comunidad de Madrid.

IA: Instituciones Arqueológicas (Instituto Arqueológico Municipal, Museo Arqueológico, Facultades Historia, etc.).

MNCN: Museo Nacional de Ciencias Naturales.

N: Sin control.

O: Otros.

8. **Localización:**

Siglas:

Inf: Infraestructura, incluidos o en el área de influencia de cualquier obra de infraestructura y de comunicación.

Min: Minero, áreas con potencial mine-ro de cualquier tipo.

Nat: Entorno natural o cualquier otra circunstancia diferente de las tres anteriores.

Urb: Urbana, dentro de los cascos urbanos o en áreas susceptibles de urbanizarse.

9. Peligro de deterioro: Se toman en cuenta cualquier situación de riesgo o peligro que afecte a la conservación del yacimiento. Se incluyen con un asterisco los yacimientos ya destruidos.

Siglas:

Ago: Agotado, referido a los yacimientos excavados totalmente.

An: Antrópico, peligros relacionados con actividades de ocio.

Inf: Peligro de destrucción por desarrollo de obras de infraestructura de cualquier tipo.

Min: Peligro por explotación minera o cualquier tipo de explotación de áridos, etc.

Nat: Causas naturales, fundamentalmente referido a erosión.

Urb: Peligro de destrucción por desarrollo urbanístico de cualquier tipo.

Ver: Peligro por vertidos incontrolados o por hallarse cercano a vertederos.

10. Extensión del yacimiento: En la mayor parte de los yacimientos históricos se desconoce cual fue su extensión original. De las fuentes bibliográficas se podría pensar que la mayor parte de ellos fueron hallazgos puntuales. Sin embargo, en algunos casos, los documentos existentes dan indicaciones de su extensión. Para los yacimientos descubiertos recientemente existe mayor

información, a veces contrastada, pero otras veces es más limitada. En todos los casos se infiere la extensión del yacimiento, si no existe ninguna información sobre ella, se considera al yacimiento como puntual, por la información mínima que suministra.

Siglas:

Pu: Puntual, hallazgo de ejemplares aislados.

Li: Limitado, yacimientos con concentraciones de fósiles en áreas de extensión limitada, no mayores de 100 m².

Ex: Extenso, yacimientos con concentraciones de fósiles en extensiones mayores que los del grupo anterior (mayores de 100 m²).

11. Valoración total de los yacimientos: teniendo en cuenta los criterios definidos.

Aparece un valor numérico total, suma de la puntuación obtenida en cada criterio.

12. Categorías de protección: referidas a los ámbitos de protección que establece la Comunidad de Madrid aplicados a los yacimientos paleontológicos en virtud de las características de cada uno.

Siglas:

Amp: Ámbito de máxima protección.

Aep: Ámbito de especial protección.

Ape: Ámbito de protección específica.

Apg: Ámbito de protección general.

13. Figuras de protección: Dentro de los ámbitos de protección hay figuras específicas ya recogidas por la legislación y las que aconsejamos para casos determinados, ambas tienen aspectos peculiares que requieren medidas concretas según su valoración y las circunstancias actuales de su estado.

Siglas:

SP: Sitio Paleontológico, figura máxima de protección.

ZP: Zona Paleontológica, siguiente figura paleontológica ya descrita en el texto. Como puede estar combinada o recogida en un área con otros tipos de patrimonio, se combina con las siglas -A (arqueológica), -G (geológica), cuando se dan estos casos.

App: Área de potencial paleontológico.

AI: Área de indicios.

YACIMIENTOS MIOCENOS. TABLA DE CARACTERIZACIÓN

Algunos de los apartados de esta tabla no necesitan comentario porque dan un dato muy concreto (edad, propiedad, extensión,...). Nos referiremos sólo a aquellos aspectos que aportan una información complementaria.

Patrimonio

En el caso de los yacimientos terciarios, el patrimonio representado es exclusivamente paleontológico; sólo en un caso está combinado con el geológico (Cerro de Almodóvar); para los cuaternarios se dan muchos casos en los que combinan patrimonio arqueológico y

paleontológico. Hay que destacar que muchos de los yacimientos de Madrid se dan en las mismas zonas que los cuaternarios, por lo que ambos se encuentran recogidos bajo la misma forma de protección (ZAP). Mucho más ocasional es la existencia de hallazgos protegidos en un entorno natural (Arroyo de los Meaques, Príncipe Pío-Lago).

Fechas de descubrimientos y control

En los primeros años de los descubrimientos (que consten en documento escrito) de yacimientos «miocenos» en el área de Madrid, éstos fueron realizados por otras instituciones con hallazgos muy puntuales y espaciados entre ellos. Son los años 1806, 1840, 1858, y 1862.

El Museo de Ciencias Naturales no aparece en escena hasta 1872 con el descubrimiento del sitio Arroyo de los Meaques. A principios del siglo XX hay alguna noticia de investigación y hallazgo de campo, pero es de 1914 a 1936 cuando se mantiene una cierta continuidad, el Museo de Ciencias está canalizando las intervenciones. En 1928, hay un gran número de descubrimientos (la mayoría en la parte sur de Madrid), entre ellos algunos ya clásicos como *Ecce Homo*, que coincide en un cerro con yacimientos arqueológicos.

De 1936 a 1959 no tenemos constancia de ningún descubrimiento. De 1959 a 1981 hay casos esporádicos.

A partir de los 80 se aprecia un nuevo impulso y una verdadera recuperación, de 1983 a 1985 se registran diversos

Cuadro 3.4. Caracterización de yacimientos terciarios. Abreviaturas: A°: Arroyo, Cd: Ciudad, Ar: Arenero, Cua: Cuartel, B°: Barranco, P°: Paseo, B°: Barrio, Pte: Puente, C°: Carretera, S°: Sondeo, Ce: Cerámica, Tj: Tejar, C°: Cerro, Urb: Urbanismo.

Municipio (dómine)	N° en figs. 4, 2 y 4, 5	Yacimiento	Patrimonio	Conjunto	Edad	Fecha	C. Descubrimiento	Propiedad	Control	Localización	Peligro	Extensión	Valor	Categorías	Protección
5	1	Alcalá de Henares	P	III	?	1914	Pro	Pu	MNCN	Nat	Urb	Pu	6	Aep	ZAP
79	2	Alhambra 1	P	II	F	1991	Urb	Pr	CM	Urb	Urb*	Li	7	Aep	ZAP
79	3	Alhambra 2	P	II	F	1992	Inf	Pr	CM	Urb	Urb*	Li	1	Aep	ZAP
79	4	Alhambra -T	P	I	F	1991	Inf	Pu	CM	Urb	Urb	Li	14	Amp	SP
79	5	Ar Dehesa Moratalaz	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
79	6	A° Abroñigal	P	III	?	1969	Inf	Pu	MNCN	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZAP
79	7	Ar Antolín García	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
79	8	A° de los Meaques	P	III	?	1872	Pro	Pu	MNCN	Urb	Urb	Pu	1	Aep	EN
79	9	A° del Olivar	P	II	F	1983	Inf	Pu	N+	Urb	Inf*	Li	3	Aep	ZAP
79	10	Barajas 1	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	11	Barajas 2	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	12	Barajas 3	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	5	Aep	ZP
79	13	Barajas 4	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	14	Barajas 5	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	15	Barajas 6	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	3	Aep	ZP
79	16	Barajas 7	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	1	Aep	ZP
79	17	Barajas 8	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	1	Aep	ZP
45	18	Barajas 9	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	3	Ape	App
79	19	Barajas 10	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	20	Barajas 11	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	2	Aep	ZP
79	21	Barajas 12	P	III	D	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	1	Aep	ZP
79	22	B° de la Estrella	P	II	?	1983	Urb	Pr	N+	Urb	Urb*	Ex	2	Aep	ZAP
5	23	Ba de los Mártires	P	III	?	1928	Pro	Pu	MNCN	Nat	Urb	Pu	3	Aep	ZP?
79	24	Cambronerías	P	II	E/G	1929	Pro	?	MNCN	Urb	Urb	Li	2	Aep	ZAP
33	25	Campo Real	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Nat	Nat	Pu	1	Ape	App
79	26	Cantera del Trapero	P	I	D	1983	Pro	Pr	O	Urb	Urb	Pu	2	Aep	ZAP
79	27	C° de Castellón	P	III	?	1903	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
79	28	Ce Mirasierra	P	III	?	1959	Min	Pr	O	Urb	Min*	Pu	2	Aep	ZAP
79	29	Ce Mochuelo	P	III	?	1983	Min	Pr	O	Urb	Min*	Pu	1	Aep	ZAP
79	30	C° de Almodóvar 1	P/G	I	G	1983	Pro	Pr	O	Min	Min	Pu	7	Aep	ZGP
79	31	C° de Almodóvar 2	P/G	III	G	1993	Pro	Pr	N+	Min	Min	Pu	6	Aep	ZGP
79	32	C° de Almodóvar h	P/G	III	G	1840	Pro	Pr	O	Min	Min	Pu	6	Aep	ZGP
65	33	C° de los Angeles	P	III	?	1916	Pro	Pu	MNCN	Nat	Nat*	Pu	2	Ape	App
150	34	C° Batallones	P	I	J	1992	Min	Pr	CM	Min	Min	Li	18	Amp	SP
79	35	C° de la Plata	P	II	?	1903	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Li	4	Aep	ZAP
79	36	Cocheras	P	II	D	1993	Inf	Pu	CM	Urb	Urb*	Li	2	Aep	ZAP
43	37	Colmenar de Oreja	P	II	?	1862	Pro	?	O	Nat	Nat*	Pu	2	Ape	App
45	38	Colmenar Viejo	P	I	Z	?	Pro	Pr	MNCN	Nat	Nat	Li	6	Aep	ZP
79	39	Convento de Atocha	P	III	?	1858	?	?	O	Urb	Urb*	Pu	2	Aep	ZAP
79	40	Ciudad Pegaso	P	II	D	1983	Inf	Pu	MNCN	Urb	Inf*	Li	1	Aep	ZP
79	41	Cd Universitaria E.A.	P	III	?	1935	Urb	Pu	MNCN	Urb	Urb*	Pu	3	Aep	ZAP
79	42	Cd Universitaria F.C.	P	III	?	1935	Urb	Pu	MNCN	Urb	Urb*	Pu	3	Aep	ZAP
79	43	Cd Universitaria R.E.	P	III	?	1935	Urb	Pu	MNCN	Urb	Urb*	Pu	3	Aep	ZAP
79	44	Cua Infante Don Juan	P	III	?	1921	Urb	Pu	MNCN	Urb	Urb*	Pu	3	Aep	ZAP
5	45	Ecce - Homo	P	III	?	1928	Pro	Pu	MNCN	Urb	Nat	Pu	2	Aep	ZP
79	46	Estación Imperial	P	I	D	1991	Inf	Pu	CM	Urb	Urb	Li	5	Aep	ZAP
79	47	F° ladrillos Modesto Chapu	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
79	48	Gasómetro 6	P	II	D	1998	Urb	Pr	CM	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
68	49	Guadarrama 1	P	III	D/E	1991	Pro	?	MNCN	Nat	Nat	Pu	3	Ape	App
5	50	Henares 1	P	I	F	1985	Pro	Pr	MNCN	Nat	Nat	Li	9	Aep	ZP?
5	51	Henares 2	P	I	D	1985	Inf	Pr	MNCN	Nat	Urb	Li	5	Aep	ZAP?
79	52	Hidroeléctrica	P	II	D	1921	Urb	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Li	5	Aep	ZAP
74	53	Leganés	P	III	G	1928	Inf	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Ape	App
79	54	Moracines	P	II	E	1981	Urb	Pu	MNCN	Urb	Urb*	Li	6	Aep	ZAP
106	55	Las Madrugueras	P	III	?	1994	Pro	Pr	MNCN	Nat	Nat	Pu	1	Ape	App
89	56	Moraleja de Enmedio	P	I	G	1994	Pro	Pr	CM	Urb	Urb	Ex	12	Amp	SP
92	57	Móstoles 1	P	I	G	1994	Pro	Pu	CM	Urb	Urb	Pu	10	Aep	ZP
92	58	Móstoles 2	P	I	G	1994	Pro	Pu	CM	Urb	Urb	Pu	10	Aep	ZP
92	59	Móstoles 3	P	I	G	1994	Pro	Pu	CM	Urb	Urb	Pu	10	Aep	ZP

Cuadro 3.4. Continuación

Municipio (línea)	Nº en figs. 4.2 y 4.3	Yacimiento	Patrimonio	Conjunto	Edad	Fecha	C. Descubrimiento	Propiedad	Control	Localización	Peligro	Extensión	Valor	Categorías	E.Protección
92	60	Móstoles 4	P	I	G	1994	Pro	Pu	CM	Urb	Urb	Pu	10	Aep	ZP
79	61	O'Donnell	P	II	D	1985	Inf	Pu	MNCN	Urb	Inf*	Li	6	Aep	ZP
79	62	Pº de las Acacias	P	II	D	1991	Inf	Pr	CM	Urb	Ago	Li	7	Aep	ZAP
79	63	Pº de la Esperanza 7	P	II	D	?	Urb	Pr	CM	Urb	Urb*	Pu	2	Aep	ZAP
79	64	Pº de la Esperanza PAR P.	P	II	D	1994	Urb	Pr	CM	Urb	Ago	Li	4	Aep	ZAP
79	65	Pº de las Morenas	P	III	?	1929	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
104	66	Paracuellos 1	P	II	G	1971	Pro	Pu	O	Nat	Nat	?	1	Aep	ZP
104	67	Paracuellos 2	P	I	G	1971	Pro	Pr	O	Nat	Ago	Pu	1	Aep	ZP
104	68	Paracuellos 3	P	I	G	1974	Pro	Pu	MNCN	Nat	Nat	Ex	11	Aep	ZP
104	69	Paracuellos 4	P	I	G	1985	Pro	Pr	MNCN	Nat	Nat	Li	2	Aep	ZP
104	70	Paracuellos 5	P	I	F	1985	Pro	Pr	MNCN	Nat	Urb	Li	12	Amp	SP
104	71	Paracuellos 6	P	I	D	1993	Pro	Pr	MNCN	Urb	Urb	Pu	2	Aep	ZP
104	72	Paracuellos Sº 4-11	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	73	Paracuellos Sº 4-18	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	74	Paracuellos Sº 4-19	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	75	Paracuellos Sº 4-22	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	76	Paracuellos Sº 4-24	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	77	Paracuellos Sº 4-26	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	78	Paracuellos Sº 8-3	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	79	Paracuellos Sº 8-5a	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	1	Aep	ZP
104	80	Paracuellos Sº 8-5b	P	I	D	1994	Pro	Pr	CM	Nat	Min	Pu	2	Aep	ZP
115	81	El Pardo	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Nat	Nat	Pu	1	Ape	App
106	82	Parla 1	P	III	?	1914	Pro	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Ape	App
106	83	Parla 2	P	III	?	1936	Pro	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Ape	App
65	84	Prado Acefinos	P	III	?	1994	Pro	Pri	CM	Nat	Nat	Pu	1	Ape	App
79	85	Príncipe Pío - Lago	P	III	?	1998	Inf	Pu	CM	Urb	Inf*	Pu	1	Aep	EN
79	86	Pte de los Franceses	P	III	E/F	1926	Pro	Pu	MNCN	Urb	Urb	Pu	1	Aep	ZAP
79	87	Pte de la Princesa	P	II	?	1921	Pro	?	MNCN	Urb	Urb	Li	1	Aep	ZAP
79	88	Pte de Toledo	P	II	D	1806	Inf	Pu	O	Urb	Urb	Li	4	Aep	ZAP
79	89	Pte Vallecas	P	II	E	1921	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Li	4	Aep	ZAP
79	90	Pte Vallecas, Pza toros	P	III	?	1928	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZAP
79	91	San Isidro	P	II	D	1840	?	Pu	O	Urb	Urb*	Li	4	Aep	ZAP
79	92	San Isidro 2	P	I	D	1983	Pro	Pu	O	Urb	Urb	Pu	3	Aep	ZAP
137	93	Santos de la Humosa	P	III	?	1914	Pro	?	MNCN	Nat	Urb	Pu	2	Aep	ZP
140	94	Serranillos	P	III	?	1994	Pro	?	CM	Nat	Nat	Pu	2	Ape	App
115	95	Somosaguas	P	I	E	1997	Pro	Pu	MNCN	Urb	Urb	Ex	10	Aep	ZP
79	96	S.G.O.P.	P	III	D?	1983	Inf	Pu	O	Urb	Inf	Pu	1	Aep	ZP
79	97	Tj Ignacio Peña	P	III	?	1928	Pro	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZP
79	98	Tj Marcelino Barrios	P	II	?	1928	Pro	?	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZP
79	99	Tj Saturnino Vega	P	III	?	1928	Pro	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Aep	ZP
58	100	Urb Loranca	P	III	?	1997	Urb	Pr	MNCN	Urb	Urb*	Pu	1	Ape	App
79	101	Vía Carpetana	P	III	D?	1991	Urb	Pu	CM	Urb	Urb*	Pu	3	Aep	ZAP

descubrimientos en el área de Madrid. A su vez, en el año 1985 la Comunidad de Madrid recibe plenas competencias en materia de patrimonio y entra en acción también en el control de las obras públicas. Desde entonces la Comunidad de Madrid y el Museo de Ciencias colaboran en el seguimiento e investigación de diversos proyectos (véase gráfico en la figura 3.8).

Fechas descubrimientos

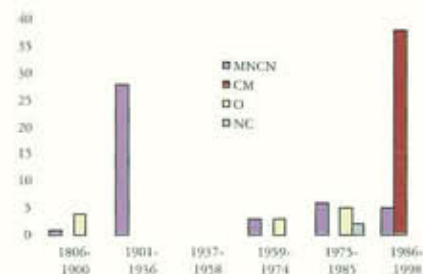


Figura 3.8. Fechas de los descubrimientos e instituciones implicadas. Eje X: Periodos de años. Eje Y: Número de descubrimientos. Abreviaturas: MNCN, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CM, Comunidad de Madrid, O, Otros, NC, No control.



Figura 3.9. Peligros de destrucción de los yacimientos. Eje X: 1: Yacimientos ya agotados. 2: Obras de infraestructura. 3: Actuaciones de minería. 4: Urbanismo. 5: Ya destruidos. Eje Y: Número de yacimientos.

Causa del descubrimiento

La mayor parte de los descubrimientos se deben a prospecciones realizadas por investigadores pertenecientes al Museo Nacional de Ciencias Naturales, otras instituciones y particulares o investigadores auspiciados en tiempos recientes por la Comunidad de Madrid. En segundo lugar, destacan los hallazgos encontrados en el seguimiento de obras de infraestructura (especialmente en los últimos años) controladas por la Comunidad de Madrid; le siguen los hallazgos resultado de controlar obras urbanísticas; y por último, los debidos a actuaciones mineras, sólo tres casos registrados para los terrenos miocenos, cuando las remociones de tierra llevadas a cabo con motivo de estas intervenciones se remontan a tiempos históricos y en grandes extensiones del solar de la comunidad (figura 3.9).

VALORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE PLANTAS MESOZOICAS

El hallazgo de este tipo de yacimientos es relativamente reciente. Su primera documentación data de 1952, pero sólo a partir de finales de los 70 se les ha prestado atención.

Los tres yacimientos que conocemos aún están activos, aunque los distintos tipos de actuaciones que se desarrollan a su alrededor los ponen en peligro.

Su valoración es alta tanto por la preservación de sus fósiles, como por tratarse de un patrimonio escaso y poco frecuente en nuestra comunidad, con gran importancia desde el punto de vista científico y un posible aprovechamiento sociocultural (cuadros 3.5 y 3.6).

Cuadro 3.5. Tabla de valoración de yacimientos de plantas mesozoicas.

Criterios de valoración			Científicos								Socioculturales							
Municipio (Idine)	Nº en fig. 4.1	Yacimiento	Macrovegetales	Palinomorfos	Otros fósiles	Localidad Tipo	I. Bioestratigráfico	I. Geológico	I. Tafonómico	Preservación fósiles	E. Colecciones	S. Histórica	Asoc. Patrimonios	Extensión	Accesibilidad	I. Didac/Turístico	Proyectos	Valor Total
67	1	Guadalix de la Sierra	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	1	1	0	10
144	2	Soto del real	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	9
151	3	Torrelaguna	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	9

Cuadro 3.6. Tabla de caracterización de yacimientos de plantas mesozoicas.

Municipio (Idine)	Nº en fig. 4.1	Yacimiento	Patrimonio	Conjunto	Edad	Fecha	C. Descubrimiento	Propiedad	Control	Localización	Peligro	Extensión	Valor	Categorías	E. Protección
67	1	Guadalix de la Sierra	P	I	Scf	1984	Pro	Pu	O	Min	Min	Ex	10	Aep	Zp
144	2	Soto del real	P	I	Scf	1986	Inf	Pri	O	Nat	Inf	Li	9	Aep	Zp
151	3	Torrelaguna	P	I	Scf	1952	Pro	Pu	O	Urb	Urb	Li	9	Aep	Zp

VALORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS YACIMIENTOS CUATERNARIOS

Hemos explicado en el capítulo histórico que el nivel de conocimiento paleontológico de los yacimientos cuaternarios es comparativamente menor que los terciarios. Esto se debe a que sus faunas no fueron estudiadas convenientemente en la época en que se descubrieron la mayor parte de los yacimientos. De muchos de ellos sólo conocemos la cita de algunas de las especies que proporcionaban, sin muchos más datos. También conocemos la existencia de fauna asociada a industria lítica en yacimientos no incluidos

en las tablas, como revelan las distintas colecciones dispersas en museos e instituciones diversas; estos fósiles nunca fueron documentados o publicados convenientemente. Más de la mitad de los yacimientos que figuran fueron descubiertos con anterioridad a la guerra civil española. De éstos, gran parte se conocieron en el transcurso de las explotaciones de las terrazas del río Manzanares, que posteriormente fueron urbanizadas. Por esta causa, la mayoría de los yacimientos están destruidos (cuadro 3.7).

A partir de 1929 hay una época en la que hubo un seguimiento y recupera-

Municipio (Idine)	Nº en figs. 3.4 y 3.5	Yacimiento	Patrimonio	Conjunto	Edad	Fecha	C. Descubrimiento	Propiedad	Control	Localización	Peligro	Extensión	Valor	Categorías	E. Protección
65	1	Ar Adrián Rosa	P/A	II	S	1962	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	2	Ar Lorenzo Criado	P/A	II	M	1931	Mi	Pr	MNCN	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	3	Ar Mercedes	P/A	II	M	1919	Mi	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	4	Ar de Barbas	P	II	M	1935	Min	Pr	MNCN	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	5	Ar de las Vaquerías	P/A	II	?	1925	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	6	Ar de Portazgo	P/A	II	?	1918	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	7	Ar del Almendro	P/A	II	?	1919	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	8	Ar camino de la Venta	P/A	II	?	1922	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
14	9	Aridos 1	P/A	II	M	1980	Mi	Pr	IA	Min	Min	Li	10	Aep	Zap
14	10	Aridos 2	P/A	II	M	1980	Mi	Pr	IA	Min	Min	Li	3	Aep	Zap
123	11	Arriaga 1, II, III	P/A	II	M	1982	Min	Pr	IA	Min	Min	Li	7	Aep	Zap
65	12	A° del Culebro	P	II	M	1979	Min	Pr	IA	Min	Min	Li	3	Aep	Zap
79	13	Arrojillo del sastre	P/A	II	?	1922	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
40	14	Ciempozuelos	P	III	M	1995	Pro	Pr	MNCN	Nat	Min	Pu	2	Aep	Zap
107	15	Cva de las Pinturas	P/G	I	M	1992	Pro	Pu	MNCN	Nat	An	Li	5	Aep	Bic
107	16	Cva del Reguerillo	A/G/P	I	S	1974	Pro	Pu	IA	Nat	An	Ex	7	Aep	Bic
79	17	El Sotillo	P/A	II	?	1918	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	18	Fte de la Bruja	P/A	II	?	1920	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	19	Lad. General Ricardos	P	II	?	1928	Min	Pr	MNCN	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	20	Las Carolinas	P/A	II	?	1911	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	3	Aep	Zap
79	21	Orcasitas	P	II	M	1959	Min	Pr	IA	Min	Urb	Pu	2	Aep	Zap
79	22	Parador del Sol	P	II	?	1916	Min	Pr	IA	Min	Urb	Ex	2	Aep	Zap
112	23	Pinilla del Valle	P/A	I	M	1982	Pro	Pu	O	Nat	An	Li	11	Aep	Zp
107	24	Pontón de la Oliva	P/G	I	I	1983	Pro	Pu	MNCN	Nat	An	Li	9	Aep	Bic
79	25	Prado de los Laneros	P/A	II	?	1922	?	Pr	IA	?	Urb	Li	2	Aep	Zap
121	26	Redueña	P/A	I	M	1983	Pro	Pr	MNCN	Nat	Urb	Li	4	Ape	App
9	27	Río Jarama	P	III	?	1983	Pro	Pu	MNCN	Min	Min	Pu	1	Ape	App
130	28	San Fernando de H.	P	II	?	1929	Pro	?	MNCN	Urb	Urb	Li	1	Ape	App
79	29	San Isidro	P/A	II	M	1839	Mi	Pr	MNCN	Min	Urb	Li	5	Aep	Zap
79	30	Taller de Fc	P/A	II	M	1928	Min	Pr	MNCN	Urb	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	31	Tj de Portazgo	P/A	II	?	1922	Min	Pr	IA	Min	Urb	Li	2	Aep	Zap
79	32	Transfesa	P/A	II	M	1958	Min	Pr	MNCN	Min	Urb	Li	3	Aep	Zap
123	33	Vaciamadrid	P/A	II	?	1974	?	Pr	IA	Urb	Urb	Li	2	Aep	Zap

Cuadro 3.7. Caracterización de yacimientos cuaternarios. Abreviaturas: A°: Arroyo. Ar: Arenero. Ce: Cerámica. Cva: Cueva. Fte: Fuente. Lad: Ladrillera. Tj: Tejar.

Cuadro 3.8. Valoración de yacimientos cuaternarios. Abreviaturas: Aⁿ: Arroyo. Ar: Arenero. Ce: Cerámica. Cva: Cueva. Fte: Fuente. Lad: Ladrillera. Tj: Tejar.

Criterios de valoración			Científicos							Socioculturales								
Municipio (Idmie)	Nº en figs. 4-A y 4,5	Yacimiento	Macromamíferos	Micromamíferos	Otros fósiles	Localidad Tipo	I. Bioestratigráfico	I. Geológico	I. Tafonómico	Preservación fósiles	E. Colecciones	S. Histórica	Asoc. Patrimonio	Extensión	Accesibilidad	I. Didac/Turístico	Proyectos	Valor Total
65	1	Ar Adrián Rosa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	2	Ar Lorenzo Criado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	3	Ar Mercedes	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	4	Ar de Barbas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	5	Ar de las Vaquerías	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	6	Ar de Portazgo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	7	Ar del Almendro	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	8	Ar Camino de la Venta	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
14	9	Aridos 1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	0	10
14	10	Aridos 2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
123	11	Arriaga I, II, III	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7
65	12	Aº del Culebro	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
79	13	Atajillo del sastre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
40	14	Ciempozuelos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
107	15	Cueva de las Pinturas	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5
107	16	Cva del reguerillo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	2	1	7
79	17	El Sorillo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	18	Fuente de la Bruja	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	19	Lad. General Ricardos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	20	Las Carolinas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
79	21	Orcasitas	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
79	22	Parador del Sol	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
112	23	Pinilla del Valle	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	11
107	24	Pontón de la Oliva	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	9
79	25	Prado de los Laneros	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
121	26	Redueña	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
9	27	Río Jarama	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
130	28	San Fernando de H.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
79	29	San Isidro	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	5
79	30	Taller de Fc	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	31	Tejar de Portazgo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
79	32	Transfesa	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
123	33	Vaciamañá	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2

ción de restos por parte del Servicio de Arqueología del Instituto Madrileño, es un momento que coincide con un vacío de especialistas en paleontología y sólo recientemente alguno de estos hallazgos ha podido ser publicado (Orcasitas, Arroyo del Culebro,...).

Por todas estas causas las edades de muchos yacimientos son inciertas, y con los datos de la bibliografía no se pueden determinar. Asimismo, las fechas de descubrimiento tienen que ser tomadas con precaución, teniendo en cuenta los avatares históricos que han sufrido los archi-

vos, las colecciones y la paleontología en general. Los únicos yacimientos que sabemos con seguridad que aún están activos son los yacimientos de la sierra de Madrid, que, salvo los de Redueña, están asociados a complejos kársticos lo cual ha facilitado su conservación.

A partir de los años 70 sí existen excavaciones sistemáticas y bien documentadas en las terrazas de los ríos madrileños, es el caso de Áridos, Arriaga,...

Las explotaciones de graveras que se han incrementado notablemente en los

últimos años siguen amenazando a todo el patrimonio paleontológico y prehistórico de las terrazas.

Los hechos comentados de falta de documentación, localización, destrucción continuada, etc., conllevan que la valo-

ración de estos yacimientos resulte en general baja salvo contadas excepciones. Ello no significa que su patrimonio paleontológico no sea importante, sino que su destrucción imposibilita su aprovechamiento científico y didáctico (cuadro 3.8).

COMENTARIO A LA CARTA PALEONTOLÓGICA. ESTADO ACTUAL DE LOS YACIMIENTOS

La Comunidad de Madrid se divide en 179 municipios. De ellos, varios tienen incoadas o declaradas zonas con algún tipo de protección que afecte a yacimientos paleontológicos: geológica, natural, paleontológica, o arqueológica-paleontológica.

Hemos registrado tres yacimientos de plantas mesozoicas, 101 yacimientos paleontológicos de edad terciaria, y 33 de edad cuaternaria, documentados en la Comunidad de Madrid. Muchos de ellos están incluidos ya en Zonas protegidas, especialmente los que se hallan en el entorno de la ribera del Manzanares a su paso por el municipio de Madrid. No obstante, hay muchos yacimientos y zonas de interés paleontológico que quedan fuera de cualquier tipo de ámbito de protección y que corren graves riesgos de deterioro o de destrucción. Para todos ellos especificamos la categoría de protección en la que deberían incluirse y la figura de protección correspondiente teniendo en cuenta los siguientes factores: a) situación geográfica y geológica, b) sus características propias, c) su distribución y concentración.

La cuenca de Madrid presenta fundamentalmente tres dominios geológicos: 1) dominio de la sierra con yacimientos de plantas mesozoicas y yacimientos de vertebrados cuaternarios; 2) relleno terciario de la cuenca, con tres áreas de facies sedimentarias diferentes distribuidas en bandas paralelas a la sierra; 3) sedimentos cuaternarios, principalmente terrazas, relacionados con la red fluvial actual.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS YACIMIENTOS CON PLANTAS MESOZOICAS

Al norte de Madrid, en el ámbito de la sierra, se encuentran tres yacimientos del Cretácico superior con plantas mesozoicas. Se localizan en la franja de sedimentos mesozoicos que se extiende entre Guadalix de la Sierra y Torrelaguna, parte de ella ocupada por el embalse de El Vellón, y en dos puntos aislados cercanos a Soto del Real, uno situado en la trinchera del ferrocarril y el otro descubierto mediante una calicata, actualmente cerrada (figura 3.10).

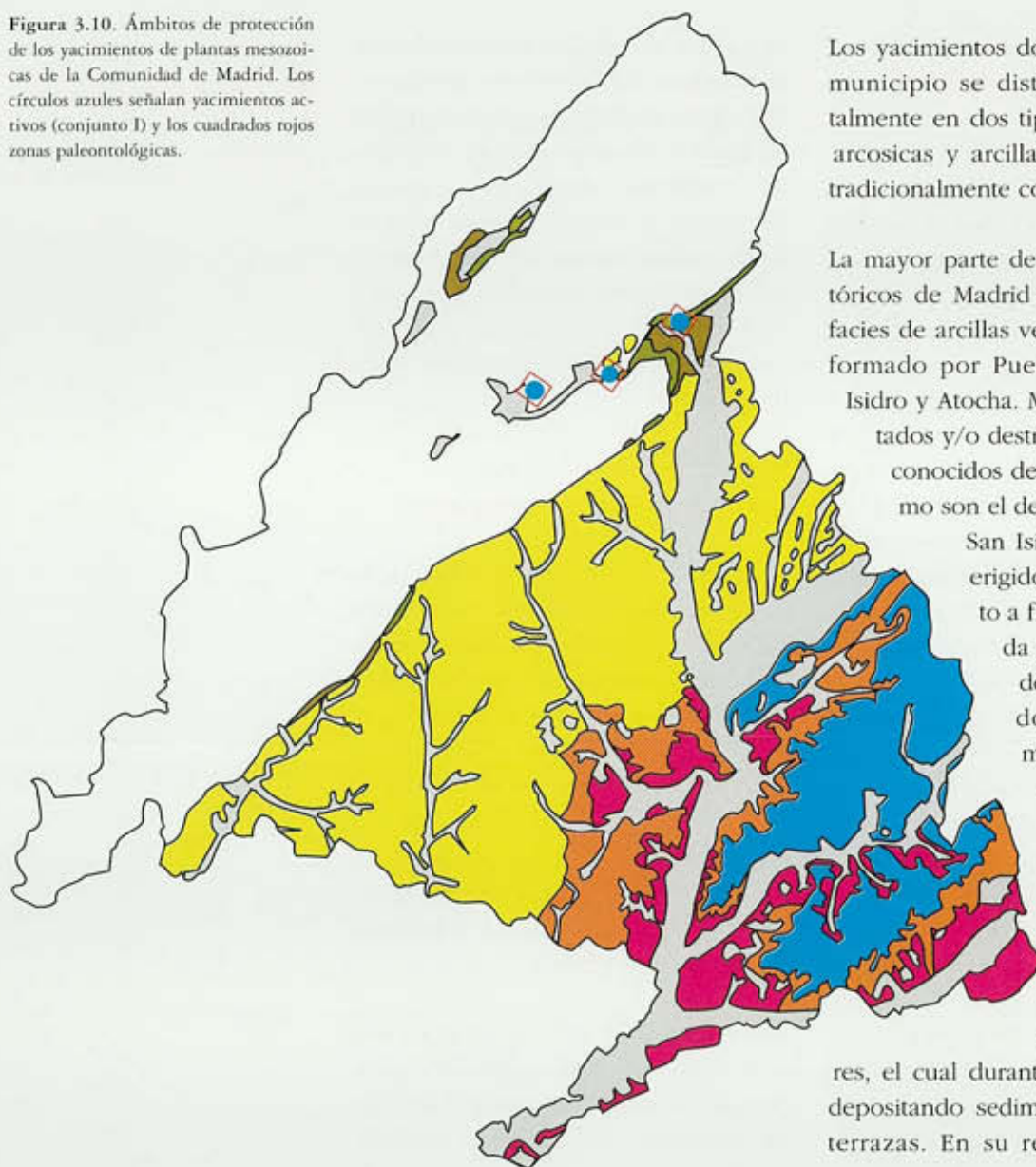
Para cada uno de ellos se propone una declaración de Zona paleontológica, porque son testigos de restos fósiles poco frecuentes. Pero como ya veremos,

CARTA PALEONTOLÓGICA

Elena Gómez, Susana Fraile, Esther Herráez, Manuel Nieto y Jorge Morales

éstos se sitúan cercanos a un área con yacimientos cuaternarios, por lo que propondremos medidas adicionales de protección (consultar posteriormente mapa de yacimientos cuaternarios y mapa general de protección)

Figura 3.10. Ámbitos de protección de los yacimientos de plantas mesozoicas de la Comunidad de Madrid. Los círculos azules señalan yacimientos activos (conjunto D) y los cuadrados rojos zonas paleontológicas.



MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE YACIMIENTOS MIOCENOS: MUNICIPIO DE MADRID

El municipio de Madrid presenta una gran proliferación de yacimientos, debido probablemente a que la presión urbanística y las obras de infraestructura han sacado a la luz la enorme riqueza de nuestro subsuelo (figura 3.11).

Los yacimientos documentados en este municipio se distribuyen fundamentalmente en dos tipos de facies; arenas arcósicas y arcillas verdes (conocidas tradicionalmente como «peñuela»).

La mayor parte de los yacimientos históricos de Madrid se encuentra en las facies de arcillas verdes, en el triángulo formado por Puente de Segovia-San Isidro y Atocha. Muchos están ya agotados y/o destruidos, entre ellos los conocidos desde más antiguo, como son el del Puente de Toledo y San Isidro; un monumento erigido por el ayuntamiento a finales de los 80, queda como único testigo del que fue considerado uno de los yacimientos emblemáticos de Madrid y reconocido por la comunidad científica mundial.

Este triángulo está atravesado por el río Manzanares, el cual durante el Cuaternario fue depositando sedimentos que formaron terrazas. En su recorrido desde San

Isidro hasta el límite sur del municipio, aquellas fueron extraordinariamente ricas en yacimientos paleontológicos y arqueológicos.

Estos dos conjuntos, junto con la prolongación norte de lo que hoy es la ciudad universitaria, más la cuña Alhambra-Latina situada al oeste del cerro de San Isidro constituyen la Zona Arqueológica-Paleontológica más extensa de la Comunidad de Madrid.

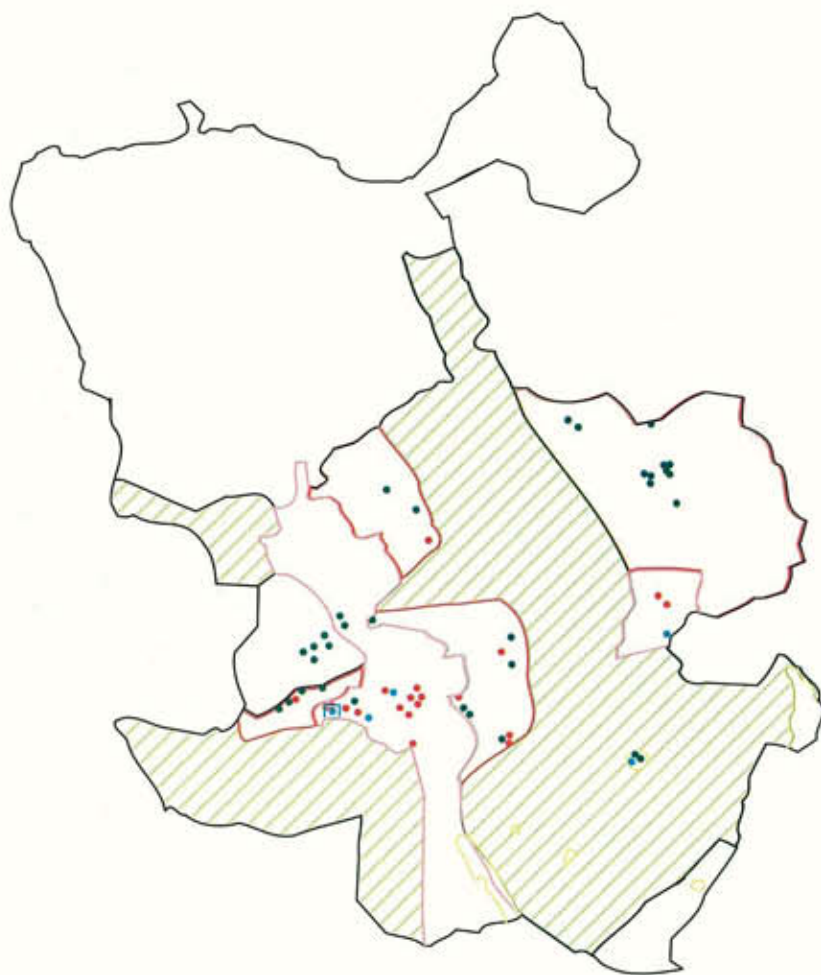
En la época de construcción de la Universidad Complutense de Madrid se encontraron tortugas fósiles en diversos puntos de este área. La cuña Alhambra-Latina comprende hallazgos más recientes; la mayoría también están agotados y/o destruidos, pero se conserva activo el yacimiento denominado Alhambra Túneles, de gran interés científico y didáctico, que es, hoy por hoy, el único que reúne estas condiciones en el municipio de Madrid, por lo que debería ser declarado **Sitio Paleontológico** con máxima categoría de protección.

Colindantes a la zona protegida, existen otras tres concentraciones de hallazgos paleontológicos: una muy próxima a la Casa de Campo, en facies arcósicas, que sólo han suministrado indicios; otra localizada en las arcosas de grano grueso del barrio de Tetuán, básicamente indicios aunque con algún hallazgo puntual de importancia; una tercera concentración con yacimientos más dispersos se encuentra en el nudo de O'Donnell, Barrio de la Estrella y Puente de Vallecas, que continúa hacia la zona de Delicias. Una especial mención requie-

ren algunos de los yacimientos de Puente de Vallecas y del Barrio de la Estrella, por ser especialmente ricos. El primero de ellos está ya agotado; el segundo, fue destruido sin control. Para todos ellos, nuestra propuesta es la ampliación de la **Zona de Protección Arqueológica-Paleontológica**, con seguimiento de todas las obras, intervenciones de infraestructura o cualquier movimiento de tierras.

Una segunda **Zona de Protección Arqueológica-Paleontológica** se sitúa en el área este del municipio, colindante

Figura 3.11. Ámbitos de protección de los yacimientos del Mioceno del municipio de Madrid. Los puntos azules corresponden a yacimientos activo (Conjunto I); los puntos rojos a yacimientos agotados y/o destruidos (Conjunto II); los puntos verdes a yacimientos indicio (Conjunto III); las líneas rojas a zonas que cuentan ya con protección arqueológica-paleontológica; las líneas color rosa corresponden a zonas que cuentan ya con protección geológica; el cuadrado azul a Sitio Paleontológico, las líneas rojas a Zona Paleontológica; y las áreas con trama verde a zonas de ámbito de protección general.



al aeropuerto de Barajas. Los sedimentos son fundamentalmente arcósicos, y hacia el norte del área pasan a arcillas con yesos. Incluye los yacimientos de Ciudad Pegaso, O'Donnell y Cantera del Trapero. Las obras para la construcción de la tercera pista de Barajas han sacado a la luz doce puntos fosilíferos nuevos, once de ellos se encuentran radicados en el municipio de Madrid, otro queda fuera, en San Sebastián de los Reyes. Las características de todos ellos y las facies en que se encuentran son similares a los yacimientos integrados en la zona de protección, por lo que proponemos la ampliación de ésta a toda el área o cuña.

Por último, al este del barrio de Santa Eugenia y localizado al sur de esta última zona existe un pequeño cerro testigo, el Cerro Almodovar, que, por sus características geológicas y su ubicación en el límite de la ciudad actual ha sido declarado **Zona de Interés Geológico**. En él se han registrado tres yacimientos, dos de ellos indicio y uno activo. Pensamos que al contar ya con una medida de protección se garantiza la conservación de los yacimientos.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE YACIMIENTOS MIOCENOS: RESTO DE LA COMUNIDAD

Si observamos la localización de yacimientos sobre el mapa geológico de la Comunidad y su distribución por municipios, apreciamos que forman un cinturón que envuelve al municipio de Madrid.

Al sur de éste, en el eje Getafe-Parla se encuentran una serie de yacimientos in-

dicio, en facies de arcillas verdes, que forman una pequeña agrupación; por sus características consideramos que de momento no es necesaria una zona paleontológica como tal, pero sí un área de protección especial en la que se lleve a cabo el seguimiento de cualquier tipo de remoción de tierras. Sería por tanto un **Área de Potencial Paleontológico**, a la espera de confirmar la importancia de los hallazgos existentes o documentar otros nuevos.

Este eje se continúa con el Cerro de Batallones. Es un yacimiento activo, de especial importancia por sus fósiles, el estado de conservación, las características de la concentración, la extensión y riqueza del lugar. Está propuesto ya como **Zona Paleontológica**, pero requiere el ámbito de máxima protección, tanto por las condiciones científicas que presenta como por el riesgo que corre al encontrarse en una zona de extracción de sepiolitas y zonas de vertidos. Es fundamental su declaración inmediata como **Sitio Paleontológico**.

Desde el suroeste, en el límite con la provincia de Toledo (Serranillos del Valle) y hasta Paracuellos del Jarama, en un amplia franja de materiales arcósicos se hallan yacimientos de diferentes características y condiciones que rodean la parte oeste del municipio de Madrid. Parte son indicios, pero además existen algunos activos de cierta importancia como los de Móstoles, Moraleja de Enmedio, y Somosaguas. Para todos ellos deberían establecerse pequeñas zonas de protección independientes que incluyan cada uno de los yacimientos.

En los de Serranillos del Valle, Guadarrama I y el Pardo, la medida propuesta es de **Área de Potencial Paleontológico** (categoría c) o **Área de Protección Específica**. Para Somosaguas y Móstoles sería **Zona Paleontológica**. En el caso del yacimiento de Moraleja de Enmedio se propone que sea declarado **Sitio Paleontológico**.

Esta franja periférica al municipio de Madrid llega a incluir el municipio de Paracuellos del Jarama que requiere un tratamiento especial. Por una parte, existen declaradas dos **Zonas Arqueológicas-Paleontológicas**, Paracuellos I, al sur del pueblo, y Paracuellos II al norte. Ambas contienen numerosos yacimientos, algunos de ellos especialmente importantes como Paracuellos 5, el cual es propuesto como **Sitio Paleontológico**. El entorno geológico que engloba a estas dos zonas es similar al del área de Barajas, y únicamente están separados por los sedimentos cuaternarios del río Jarama (que a su vez cuentan con algunos hallazgos arqueológicos). Por todas estas razones, todos estos yacimientos de Paracuellos deberían incluirse en un conjunto más amplio, declarado **Zona de Potencial Paleontológico** (categoría c o **Área de Protección Específica**). Fuera de esta franja nos encontramos con un sitio aislado en facies geológicas no favorables para la formación de yacimientos de vertebrados, ya que se encuentra en el dominio de influencia de la sierra; se encuentra en Colmenar Viejo. Este hallazgo inusual debería ser declarado **Zona Paleontológica**.

Otra área de yacimientos recorre el ámbito del río Henares desde Alcalá hasta Los Santos de la Humosa en el límite de la provincia. Parte son activos y parte indicios. Dicha concentración necesita la declaración de una **Zona Paleontológica** que los incluya a todos y sus áreas de influencia, puesto que hay claras muestras de su potencial paleontológico. Alcalá de Henares cuenta ya con Zonas de Protección Arqueológica, nuestra propuesta es una **ampliación de la Zona Arqueológica-Paleontológica** o declaración de **Zona Paleontológica** para todo el área que especificamos en el mapa.

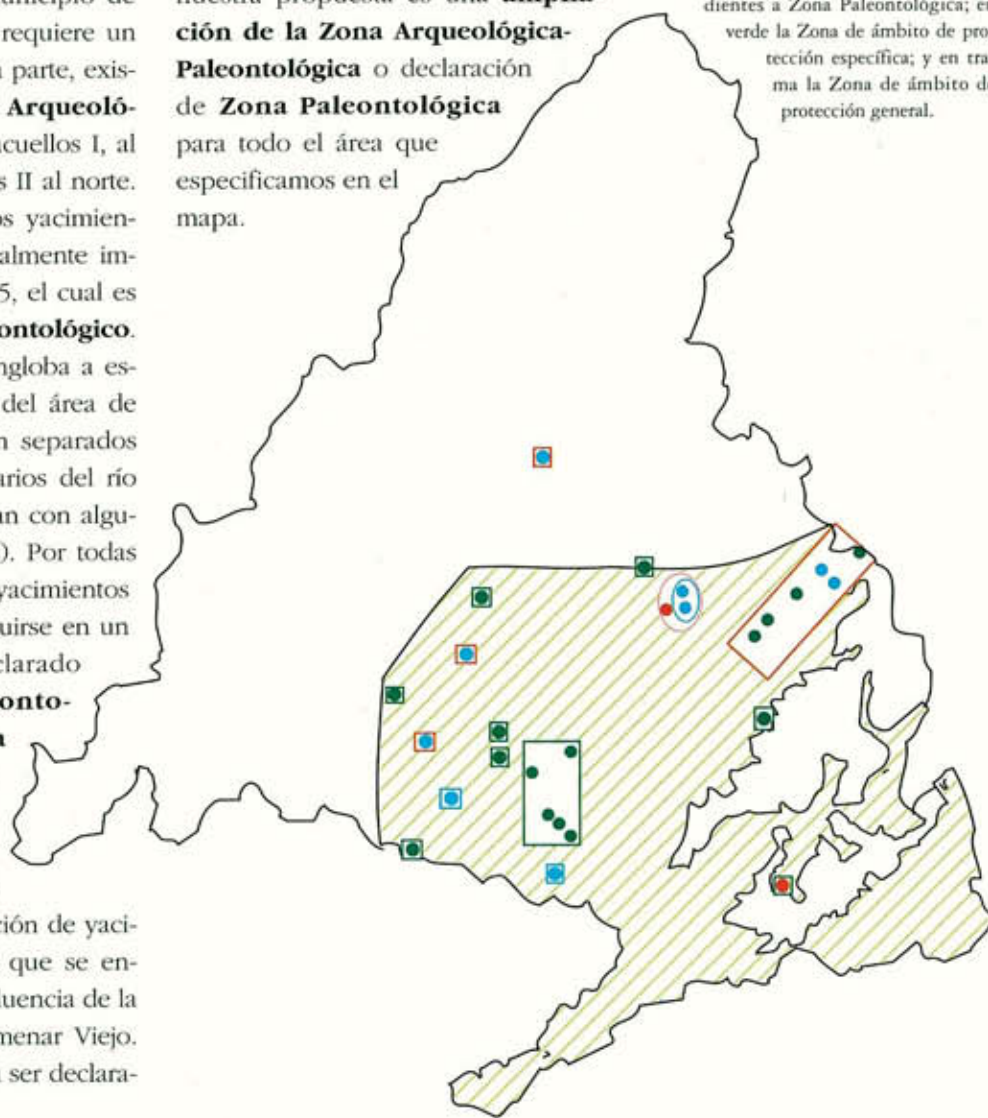


Figura 3.12. Ámbitos de protección de los yacimientos del Mioceno de la Comunidad de Madrid. Códigos de colores de los yacimientos igual que en la figura anterior. La línea rosa corresponde a zonas que cuentan ya con protección arqueológica-paleontológica; en azul las áreas que corresponden a Sitio Paleontológico; en rojo las correspondientes a Zona Paleontológica; en verde la Zona de ámbito de protección específica; y en trama la Zona de ámbito de protección general.

Ya de forma más aislada, en el sector su-
reste de la Comunidad y sobre facies
cercanas o incluidas en el páramo se
presentan hallazgos puntuales en Campo
Real y Colmenar de Oreja, que son yaci-
mientos indicio. Proponemos para ellos
una **Categoría de Protección Especí-
fica** (ámbito 3 o C de la Ley de la
Comunidad) que proteja esos yacimien-
tos y sus pequeñas áreas de influencia.

Por último, todos los yacimientos terci-
rios de la Comunidad se pueden englo-
bar en un **Área de Protección Gene-
ral** (categoría D o 4 de los ámbitos de

protección), que hemos señalado en el
mapa general con tramado color verde.
Como figura de protección sería un
Área de Indicios.

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE VERTEBRADOS CUATERNARIOS

La totalidad de los yacimientos con res-
tos paleontológicos cuaternarios del
municipio de Madrid se encuentran ya
dentro de la **Zona Arqueológica-
Paleontológica del río Manzanares**,
por lo que no proponemos figura nueva
de protección (figura 3.13).

Hay otros pertenecientes a terrazas que
no se hayan integrados en el recinto
del municipio y que carecen de medi-
das de protección (véase figura 3.14).
Tal es el caso de los yacimientos de
Áridos, Arriaga, etc., muchos de ellos
agotados y/o destruidos. El gran desa-
rrollo de las terrazas en algunos tramos
de los ríos madrileños con caracterís-
ticas similares a las que han proporci-
onado los yacimientos nos indica la
gran potencialidad paleontológica de
estas áreas de Madrid. El peligro de
destrucción de este patrimonio reside
principalmente en la explotación inten-
siva de las graveras, sin olvidar el caos
urbanístico que sufre esta parte de la
Comunidad. Por ello, proponemos la
declaración de **Zona Paleontológica**
para el área de confluencia de los ríos
Jarama-Manzanares, que incluye apro-
ximadamente la zona de terrazas desde
Arganda a San Martín de la Vega.

A su vez todo el gran eje de terrazas de
los ríos Jarama, Henares y Tajo, es sus-

Figura 3.13. Ámbitos de protección de
los yacimientos cuaternarios del muni-
cipio de Madrid. Los puntos indican
yacimientos agotados y/o destruidos
(conjunto II). En rosa, zonas que cues-
tan ya con protección arqueológica-
paleontológica.



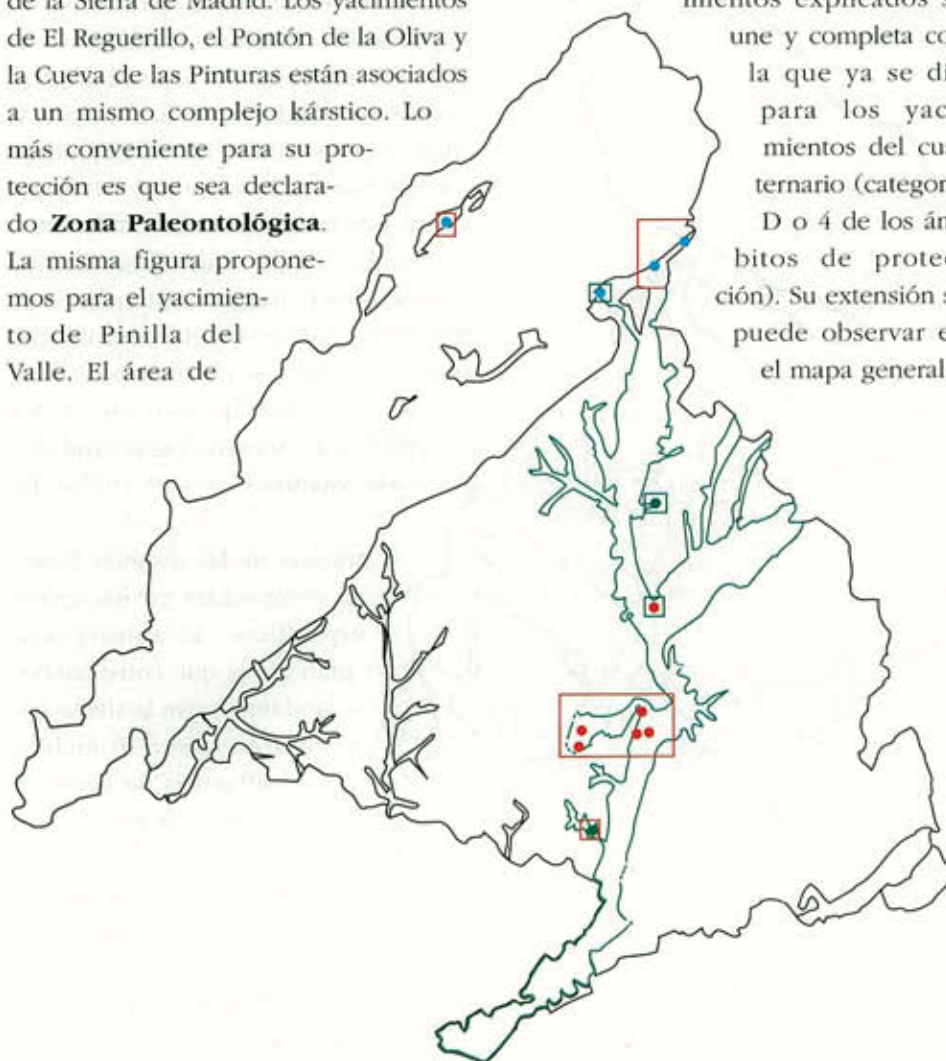
ceptible de contener yacimientos cuaternarios. Esto se demuestra por los hallazgos aislados en el río Jarama o el reciente descubrimiento de elefantes en las explotaciones de áridos de Algodor (Aranjuez). Probablemente, la falta de seguimiento de estas explotaciones es el factor que ha limitado más descubrimientos. Para paliar esta situación proponemos que sea declarada **Área de Protección Específica**.

Por último, nos quedan los yacimientos de la Sierra de Madrid. Los yacimientos de El Reguerillo, el Pontón de la Oliva y la Cueva de las Pinturas están asociados a un mismo complejo kárstico. Lo más conveniente para su protección es que sea declarado **Zona Paleontológica**. La misma figura proponemos para el yacimiento de Pinilla del Valle. El área de

Redueña cuenta con interesantes indicios paleontológicos, que en la espera de un mayor conocimiento necesita ser integrado en una categoría c, **Zona de Protección Específica**; ésta debe extenderse desde Soto del Real hasta el área del Pontón de la Oliva, de forma que integraría los yacimientos de plantas mesozoicas, sus áreas potenciales y los yacimientos cuaternarios del complejo kárstico del Pontón.

Todo el área que comprende los yacimientos explicados se une y completa con la que ya se dió para los yacimientos del cuaternario (categoría D o 4 de los ámbitos de protección). Su extensión se puede observar en el mapa general.

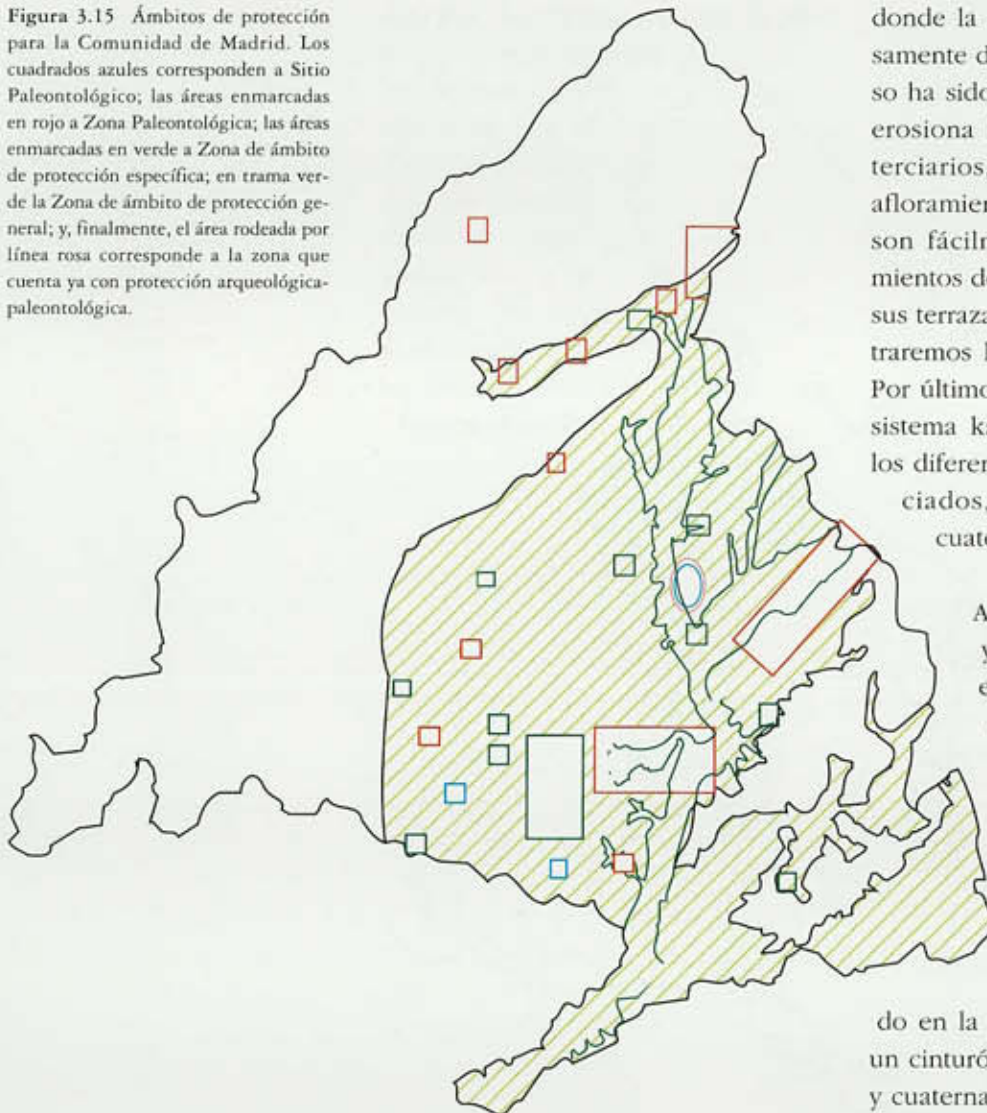
Figura 3.14. Ámbitos de protección de los yacimientos cuaternarios de la Comunidad de Madrid. Los puntos azules corresponden a yacimientos activos; los rojos a yacimientos agotados y/o destruidos y los verdes a yacimientos indicios. Las líneas rojas corresponden a Zona Paleontológica y las verdes a Zona de ámbito de protección específica.



MAPA GENERAL DE PROTECCIÓN

La visión global de todo el patrimonio paleontológico conocido de la Comunidad y el análisis de las medidas que requiere cada uno de los yacimientos y las áreas potenciales se presenta aquí en un único mapa que da una idea precisa de su riqueza (figura 3.15).

Figura 3.15 Ámbitos de protección para la Comunidad de Madrid. Los cuadrados azules corresponden a Sitio Paleontológico; las áreas enmarcadas en rojo a Zona Paleontológica; las áreas enmarcadas en verde a Zona de ámbito de protección específica; en trama verde la Zona de ámbito de protección general; y, finalmente, el área rodeada por línea rosa corresponde a la zona que cuenta ya con protección arqueológica-paleontológica.



En él se puede apreciar un eje central que corresponde al recorrido de los ríos Jarama, Henares y Manzanares, que como hemos comentado en el apartado del cuaternario, merece una atención especial a la hora de las intervenciones que se realicen, puesto que todo el área de norte a sur se encuentra salpicada de pequeñas concentraciones de yacimientos. Como se puede ver, las tres grandes zonas paleontológicas propuestas coinciden con áreas donde la red fluvial ha actuado intensamente de una forma global; el proceso ha sido: 1. El desarrollo de esta red erosiona fuertemente los sedimentos terciarios, dando lugar a escarpes y afloramientos donde se encuentran y son fácilmente localizables los yacimientos de esta edad. 2. El río deposita sus terrazas, en las cuáles luego encontraremos los hallazgos cuaternarios. 3. Por último, influye en el desarrollo del sistema kárstico, y en el depósito de los diferentes tipos de sedimentos asociados, en nuestro caso también cuaternarios.

Además de las distintas zonas ya comentadas en los textos específicos, se aprecia otra gran franja que corre paralela al límite con la sierra; este área marca el ámbito de influencia de los sedimentos terciarios, moteada de numerosos yacimientos miocenos; un pequeño ramal está incluido en la propia sierra, corresponde a un cinturón de sedimentos mesozoicos y cuaternarios.

Por último, todo la zona de entramado es el ámbito de seguimiento que proponemos como **Zona de Protección General** (incluyendo el municipio de Madrid aunque no aparece figurado en este mapa), puesto que, como se ha visto a lo largo de nuestro discurso es un área susceptible de contener aún muchos más registros fósiles, y este tipo de medida permitiría controlar cualquier tipo de intervención y obras de envergadura que puedan afectar al patrimonio paleontológico.

Hay varias razones para solicitar una zona de protección general tan amplia:

- Por un lado, las características geológicas del terreno hacen muy posible la existencia de muchos más yacimientos, aún desconocidos.
- Es un área sujeta a una fuerte presión demográfica, que puede determinar un enorme desarrollo urbanístico. Si observamos la figura 3.16, podemos apreciar como la mayor parte de los yaci-

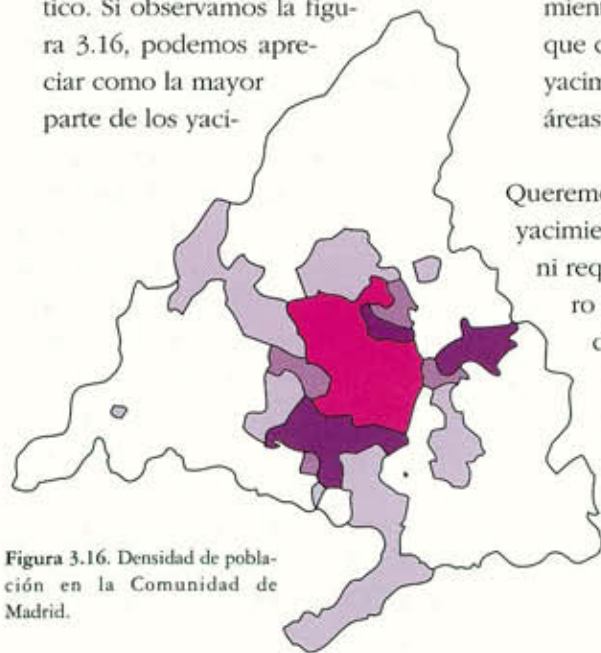


Figura 3.16. Densidad de población en la Comunidad de Madrid.

mientos de la Comunidad se encuentran precisamente en las áreas de mayor densidad de población.

- Existe un ambicioso plan de desarrollo de infraestructuras de comunicación (Ave, autovías, etc.) que atraviesan toda la Comunidad y por tanto las áreas con potencial paleontológico.
- Gran parte del área presenta una alta actividad minera, particularmente, extracción de áridos en las terrazas, y de arcillas, sepiolitas, etc., en los sedimentos terciarios (véase figura 3.17). Todas estas actividades ponen en peligro o destruyen los yacimientos. En el pasado, las explotaciones mineras descubrieron numerosos puntos fosilíferos. La falta de seguimiento de estas actuaciones conlleva que desde hace mucho tiempo pocos yacimientos sean encontrados en sus áreas de actividad.



Figura 3.17. Incidencias de las actuaciones de minería.

Queremos dejar claro que no todos los yacimientos han de conservarse *in situ*, ni requieren la misma protección, pero es evidente la riqueza fosilífera de la Comunidad. No obstante, todos ellos, cualesquiera que sea su importancia, deben ser convenientemente excavados y documentados, por eso hemos establecido esta **Zona de Protección General**.

EL DESARROLLO DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO. CONCLUSIONES

Elena Gómez y Jorge Morales

«El que las ciencias naturales son muy poco conocidas en España, es un hecho tan cierto como aflictivo para los hombres que piensan: las causas que ha habido para ello son desgraciadamente también muy conocidas, por lo tanto escuso el referir nuestras calamidades científicas. (...)»

Los naturalistas extranjeros ansian por conocer nuestra historia natural; nos preguntan sobre ella y nada ó muy poco les podemos responder, porque nosotros mismos apenas la conocemos. Si algun día hemos de presentar al mundo científico la historia natural de nuestra península, necesitamos ser muchos los que nos dediquemos á estudiarla y mucho lo que cada uno de nosotros debe trabajar; porque, el describir la historia natural de un país de la estension del nuestro es una empresa muy ardua y que no han podido completar todavía en ninguna nacion; pero esto sin embargo no nos debe arredrar; si no empezamos nunca, nunca haremos nada y nunca concluiremos. (...)

Si con estas ligeras indicaciones sobre las formaciones terciarias del centro de España consigo fijar la atención de alguno de los naturalistas á quienes estan dirigidas, y escitar en ellos el deseo de hacer observaciones más científicas, mas exactas y mas detalladas que las mias, habré conseguido completamente mi objeto. Madrid 25 de Enero de 1837.»

Joaquín Ezquerro del Bayo

Una parte importante del presente trabajo ha sido dedicado a la paleontología madrileña desde un punto de vista patrimonial; ésta es una línea de actuación asumida desde hace años por los paleontólogos del Departamento de Paleobiología del Museo Nacional de Ciencias Naturales, no sólo en nuestra comunidad, sino también en todas las actuaciones (numerosas) que realiza en otras comunidades autónomas. La intencionalidad es clara, pretendemos que las comunidades autónomas asuman el reto de la gestión del patrimonio paleontológico, con todas sus consecuencias y responsabilidades. En una primera fase, mediante acuerdos con instituciones que poseen la infraestructura adecuada para asumir la doble tarea de conservar e investigar este patrimonio, en una segunda, creando las infraestructuras adecuadas, teniendo en cuenta que el nivel de partida mínimo serían museos con conservadores, restauradores y técnicos especializados en paleontología. Lógicamente, el nivel máximo es el que añade la investiga-

ción de dicho patrimonio y su divulgación. En el caso de la Comunidad de Madrid la preocupación de la administración autonómica por la conservación del Patrimonio Paleontológico ha sido constante, pero las dificultades para ejercer una protección adecuada son ciertamente extremas.

En los capítulos anteriores hemos suministrado una visión de la amplitud y características del patrimonio paleontológico de Madrid, la propia historia de su descubrimiento y el hecho innegable de que la mayor parte de los sitios hoy estén destruidos nos impone una rígida reflexión, no tanto sobre su futuro, sino sobre su presente. Baste una frase de Hernández-Pacheco (1928), al respecto: «Al primer grupo de terrazas corresponde la de San Isidro, que actualmente está muy destruída por haberse explotado intensamente sus arenas para las construcciones y las arcillas para la fabricación de tejas. De ella se han obtenido desde muy antiguo gran número de utensilios chelenses y achelenses repartidos por

Museos y Colecciones y especialmente en el Antropológico de Madrid. (...)

Cuando hoy contemplamos fotos de principio de siglo del Cerro de San Isidro, auténtico monumento de la Paleontología madrileña, que incluía yacimientos cuaternarios y terciarios, y lo comparamos con su escasa prestancia actual -totalmente urbanizado, escondido bajo asfalto y construcciones-, no podemos dejar de pensar que hemos perdido una parte de nuestro patrimonio, de nuestra historia, por más que un pequeño conjunto ornamental recuerde su existencia. Hoy vemos como el cerro de Almodóvar está a punto de sucumbir ante presiones destructivas de todo tipo, y que doscientos años de experiencia no bastan para evitar la destrucción del paisaje y de los elementos patrimoniales que contiene.

La comunidad de Madrid, concentra gran parte de su población en las áreas más susceptibles de tener yacimientos, es decir, en zonas con un elevado potencial paleontológico. La presión demográfica se traduce en presión urbanística, en desarrollo de nuevas infraestructuras, ¿Cómo compatibilizar desarrollo y protección? La construcción de la tercera pista de Barajas prueba que el seguimiento de las grandes obras de infraestructura debe llevar ligado una partida presupuestaria para la recuperación del patrimonio paleontológico. Sin embargo, conocemos numerosas obras recientes realizadas en áreas con potencial paleontológico, que no han tenido ningún tipo de se-

guimiento, caso de las ampliaciones recientes del Metro, las obras de la calle O'Donnell, y un largo etcétera.

Hemos hecho una mención especial a las labores mineras que se realizan en la comunidad, la mayor parte de ellas ejecutadas en áreas con elevado potencial paleontológico y arqueológico, como son la extracción de áridos en las terrazas de nuestros ríos, o en áreas con los mismos sedimentos que han suministrado importantes yacimientos terciarios, o el caso de la explotación de sepiolita, en las que el seguimiento ha sido nulo. Poca o escasa información hemos obtenido en las últimas décadas, justo cuando los niveles de explotación han sido los más elevados, y por tanto ha habido mayores posibilidades de obtención de nuevos hallazgos. No es posible continuar con una doble moral, la protección del patrimonio afecta a todo el mundo, independientemente del tipo y utilidad del trabajo que realice.

Pero también es necesario medidas adicionales de protección encaminadas a preservar algo de este patrimonio para las generaciones venideras, no basta sólo con recuperar, hay también que conservar una parte. Bajo esta filosofía, ciertas zonas deben quedar libre de acciones destructivas, deben conservarse tal cual, y sólo permitir actuaciones científicas o culturales, todas ellas bajo estricto control. Hoy con la nueva Ley del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid esto es posible, desde aquí nuestra voluntad y compromiso de contribuir a este proceso.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E. (1968 y 1969). Revisión sistemática de los Elephantidae por su morfología y morfometría dentaria. *Estudios Geológicos*, **24** (3/4): 109-167; **25** (1/2): 123-177; **25** (3/4): 317-367.
- Aguirre, E. (1973). Conservación e historia de la naturaleza. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, **2**: 89-97.
- Aguirre, E. (1989). Vertebrados del Pleistoceno continental. *Mapa del Cuaternario de España*, ITGE: 47- 69.
- Aguirre, E. (Ed.) (1998). *Atapuerca y la Evolución Humana*. Fundación Ramón Areces. 453 págs.
- Aguirre, E. y Fuentes, C. (1969). Los vertebrados fósiles de Torralba y Ambrona. *VIII Congrès INQUA, Paléontologie Animale*: 433-437.
- Aguirre, E. y Morales, J. (1989). Asociaciones de mamíferos del Cuaternario de España: tiempos y modos del cambio. *II Reunión del Cuaternario Ibérico*. Madrid. 25-29 de septiembre de 1989.
- Akersten, W. A. (1985). Canine function in *Smilodon* (Mammalia; Felidae; Machairodontinae). *Contributions in Science*, **356**: 1-22.
- Alberdi M. T., Azanza B., Cerdeño E. & Prado J. L. (1997). Similarity relationship between Mammal faunas and biochronology from Latest Miocene to Pleistocene in the Western Mediterranean area. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **90** (1): 115-132.
- Alberdi, M. T. y Cerdeño, E. (1995). Perisodáctilos. En: B. Meléndez (Ed.): *Paleontología, tomo 3, volumen 2, Mamíferos (2ª parte)*, 91-159. Editorial Paraninfo.
- Alberdi, M. T., Hoyos, M., Junco, F., López-Martínez, N., Morales, J., Sesé, C. & Soria, D. (1984). Biostratigraphy and sedimentary evolution of continental Neogene in the Madrid area. *Paléobiologie continentale*, **14**: 47-68.
- Alberdi, M. T., Hoyos, M., Mazo, A. V., Morales, J., Sesé, C. y Soria, D. (1985). Biostratigrafía, Paleoecología y Biogeografía del Terciario de la provincia de Madrid. En: M. T. Alberdi (Ed.): *Geología y Paleontología del Terciario continental de la provincia de Madrid*, 99-105. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. 105 págs.
- Alberdi, M. T., Jiménez, E., Morales, J. y Sesé, C. (1981). Moratines: primeros micro-mamíferos en el Mioceno medio del área de Madrid. *Estudios Geológicos*, **37**: 291-305.
- Alberdi, M. T., Morales, J. y Sesé, C. (1980). Un nuevo yacimiento en el Mioceno de Madrid. *II Jornadas de estudios sobre la provincia de Madrid*. Diputación Provincial de Madrid: 126-131.
- Alcalá, L. (1994). *Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses-Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. 554 págs.

- Alcalá, L. (1998). Los yacimientos de vertebrados fósiles de la fosa de Teruel. *I Jornadas sobre el patrimonio de la provincia de Teruel. Resumen*. 1 pág. Rubielos de Mora, Septiembre, 1998.
- Alcalá, L. y Alcalá, B. (1993). Las tortugas gigantes del Mioceno de Madrid. En: J. Morales (Ed.): *Madrid Antes del Hombre*, 21-22. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Comunidad de Madrid. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General del Patrimonio Cultural. 48 págs.
- Alcalá, L. & Morales, J. (1994a). The paleontological heritage of the Community of Madrid. *Mémoire de la Société Géologique de France*, n. s., **165**: 13-15.
- Alcalá, L. & Morales, J. (1994b). Towards a definition of the Spanish palaeontological heritage. En: D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley & J. Knill (Eds.): *Geological and Landscape Conservation*, 57-61. Geological Society of London.
- Alfárez, F. y Molero, G. (1982). Descubrimiento de un fósil humano (Riss-Würm) en Pinilla del Valle (Madrid). *I Congrès International de Paléontologie Humaine*, Nice, Résumé des Communications: 103-104.
- Alfárez, F., Molero, G., Maldonado, E., Bustos, V., Brea P. y Buitrago, A. M. (1982). Descubrimiento del primer yacimiento cuaternario (Riss-Würm) de vertebrados con restos humanos en la provincia de Madrid (Pinilla del Valle). *Col-Pa*, **37**: 15-32.
- Alonso, A. (1981). El Cretácico de la provincia de Segovia (Borde norte del Sistema Central). U. C. M., *Seminarios de Estratigrafía*, **7**: 1-271.
- Alonso, A. M., Calvo, J. P. y García del Cura, M. A. (1986). Sedimentología y petrología de los abanicos aluviales y facies adyacentes en el Neógeno de Paracuellos de Jarama, Madrid. *Estudios Geológicos*, **42**: 79-101.
- Alonso, A. M., Calvo, J. P. & García del Cura, M. A. (1993). Palaeogeomorphological controls on the distribution and sedimentary styles of alluvial systems, Neogene of the NE of the Madrid Basin (central Spain). *Special Publications of the International Association of Sedimentology*, **17**: 277-292.
- Alonso, A. y Mas, R. (1982). Correlación y evolución paleogeográfica del Cretácico al norte y sur del Sistema Central. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **8**: 145-166.
- Álvarez-Ramis, C. (1980). Sur la macroflore du Crétacé continental de l'Espagne. *Mémoire de la Société Géologique de France*, **139**: 5-6.
- Álvarez-Ramis, C. (1981a). Estudio de *Frenelopsis oligostomata* (Romariz) Alvin, procedente del Cretácico Superior de Torrelaguna (Madrid). *Estudios Geológicos*, **37**: 83-87.
- Álvarez-Ramis, C. (1981b). Les Macroflores du Crétacé Moyen Continental de l'Espagne. En: J. C. Koeniguer et D. Pons (Eds.): *Les Végétaux (Macrofossiles) du Crétacé Moyen de l'Europe et du Sabara. Végétations et Paléoclimats. Cretaceous Research*, **2**: 352-355.

-Álvarez-Ramis, C. (1985). Sur la paléocologie des alentours du barrage "El Vellón" (Madrid, Espagne) pendant le Crétacé Supérieur. En: Ministère de l'éducation Nationale Comité des Travaux Historiques et Scientifiques. *110 Congrès National des Sociétés Savantes (Montpellier). Section des sciences*, **5**: 115-125.

-Álvarez-Ramis, C., & Almendros, G. (1995). Characterization of different forms of organic matter in upper cretaceous levels from Cerro de la Mesa (Madrid, Spain). *Plant Cell Biology and Development*, **6**: 33-43.

-Álvarez-Ramis, C., Almendros, G., y Polo, A. (1984). Precisiones histológicas y bioquímicas acerca de los ejemplares de *Frenelopsis* procedentes de Torrelaguna (Madrid). *Estudios Geológicos*, **40**: 107-113.

-Álvarez-Ramis, C., y Doubinger, J. (1980). Los microfósiles vegetales del Cretácico Superior de Torrelaguna (Madrid). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **78**: 205-215.

-Álvarez-Ramis, C., y Doubinguer, J. (1994). Contribución al conocimiento de la palinoflora cretácica de la Provincia de Madrid. Los Alcores, Guadalix de la Sierra. *Revista Española de Micropaleontología*, **2**: 5-22.

-Álvarez-Ramis, C., y Fernández-Marrón M. T. (1988). Palinomorfos atribuidos a Gimnospermas hallados en niveles supracretácicos del embalse de "El Vellón" (Provincia de Madrid). En: G. Blanca, C. Díaz de la Guardia, M. C. Fernández, M. Garrido, M. I. Rodríguez-García y A. T. Romero-García (Eds.): *Polen, esporas y sus aplicaciones. VII simposio de palinología (A. P. L. E. Granada)*: 437-443.

-Álvarez-Ramis, C., Fernández-Marrón, T., et Gómez-Porter, P. (1984). Étude des niveaux a plantes du Crétacé Supérieur d'une carrière située au bord du barrage "El Vellón" (Madrid, Espagne). *109 Congrès Nationale des Societé de Savantes, Difon, Sciences.*, **2**: 83-97.

-Álvarez-Ramis, C., Kedves, M., y Fernández-Marrón, T. (1994). Consideraciones en torno a las asociaciones esporopolínicas del Cretácico Superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Madrid). *Plant Cell Biology and Development*, **5**: 42-51.

-Andrés, I. de y Aguirre, E. (1974). Un molde endocraneano de *Praedama* (Cérvido) del Pleistoceno medio de Madrid. *Quaternaria*, **18**: 303-330.

-Andrews, P. & Nesbit Evans, E. M. (1979). Patterns of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas. *Biological Journal of the Linnean Society*, **11**: 117-205.

-Antón y Ferrándiz, M. (1897a). Cráneos antiguos de Ciempozuelos. *Boletín de la Real Academia de la Historia*, **30**: 000-000.

-Antón y Ferrándiz, M. (1897b). Nuevos cráneos de Cro-Magnon en España. *Anales de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **26**: 000-000.

-Antón y Ferrándiz, M. (1910). La raza de Cro-Magnon y la Íbera en una caverna

- funeraria descubierta en Torrelaguna. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **10**: 000-000.
- Antón y Ferrándiz, M. (1927). *Antropología ó Historia natural del Hombre*. Sucesores de Rivadeneyra. (S. A.). Artes Gráficas. 554 págs.
- Antunes, M. T. (1979). -Hispanotherium fauna- in Iberian middle Miocene, its importance and paleogeographical meaning. *Annales Geologiques des Pays Helleniques, VIIth International Congress Mediterranean Neogene*, Athens, 1978: 25-33.
- Arsuaga, P. y Aguirre, E. (1979). Rinocerontes lanudos en la provincia de Madrid (*Coelodonta antiquitatis* BLUMENBACH). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **77**: 23-59.
- Artemiou, C. (1984). Mammalian Community Palaeoecology: a review of recent methods with special reference to Miocene Mammalian Faunas of Europe. *Paléobiologie continentale, Montpellier*, **14** (2): 91-109.
- Ayarzagüena, M. (1998). Casiano de Prado (1797-1866), pionero de la Prehistoria Española. *Geogaceta*, **23**: 21-22.
- Azanza, B. (1989). *Los Cervidae (Artiodactyla, Mammalia) del Mioceno de las Cuencas del Duero, Tajo, Calatayud-Teruel y Levante*. Tesis Doctoral. Área de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 388 págs. 33 lám.
- Azanza, B. (1993). Sur la nature des appendices frontaux des cervidés (Artiodactyla, Mammalia) du Miocène inférieur et moyen. Remarques sur leus systématique et leus phylogénie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, **316**: 1163-1169.
- Azpeitia, F. (1903). Restos de *Mastodon* en el Cerro de la Plata, junto al ensanche de Madrid. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **3**: 79-82.
- Bailey, T. N. (1993). *The African Leopard. Ecology and Behaviour of a Solitary Felid*. New York: Columbia University Press. 429 págs.
- Ballesio, R. (1963). Monographie d'un *Machairodus* du gisement Villafranchien de Senèze: *Homotherium crenatidens* Fabrini. *Travaux de la Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon, Faculté des Sciences*, **9**: 1-129.
- Barreiro, A. J. (1944). *El Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 381 págs.
- Barreiro, A. J. (1992). *El Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771-1935)*. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Ediciones Doce Calles. 509 págs.
- Barry, J. C., Morgan, M. E., Flynn, L. J., Pilbeam, D., Jacobs, L. L., Lindsay, E. H., Raza, S. M. & Solounias, N. (1995). Patterns of faunal turnover and diversity in the Neogene Siwaliks of Northern Pakistan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **115**: 209-226.
- Baskin, J. A. (1982). Tertiary Procyonidae (Mammalia: Carnivora) of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **2** (1): 71-93.

- Beaumont, G. de (1964). Remarques sur la classification des Felidae. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **57** (2): 837-845.
- Beaumont, G. de (1978). Notes complémentaires sur quelques Félidés (Carnivores). *Archives des Sciences*, **31** (3): 219-227.
- Beden, M. (1976). Les Proboscidiens. *La Préhistoire Française*, **1**, CNRS, France: 416-418.
- Blainville, H. de (1841). *Ostéographie et description iconographique des Mammifères récents et fossiles (Carnivores)*. Vols. **1** et **2**. Paris.
- Bolivar, I. (1872). Noticia del hallazgo de restos fósiles en Arroyo de los Meaques (Casa de Campo). *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **1**: 19.
- Bonnefille, R. (1995). A reassessment of the Plio-Pleistocene pollen record of East Africa. En: E. S. Vrba, G. H. Denton, T. C. Partridge, & L. H. Burckle (Eds.): *Paleoclimate and Evolution with Emphasis on Hominid Origins*, 299-310. Yale University Press, New Haven.
- Bonnefille, R. et Vincens, A. (1985). Apport de la palynologie à l'environnement des hominidés d'Afrique orientale. En: Y. Coppens (Ed.): *L'Environnement des Hominidés au Plio-Pleistocène*, 237-278. Masson, Paris.
- Bonnefille, R., Vincens, A. & Buchet, G. (1987). Palynology, stratigraphy and palaeoenvironment of a Pliocene hominid site (2.9-3.3 M.Y.) at Hadar, Ethiopia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **60**: 249-281.
- Brain, C. K. (1981). *The Hunters or the Hunted?*. University of Chicago Press, Chicago.
- Brain, C. K. (1993). Structure and stratigraphy of the Swartkrans Cave in the light of the new excavations. En: C. K. Brain (Ed.): *Swartkrans: a Cave's Chronicle of Early Man*, 23-33. *Transvaal Museum Monograph*, **8**. Pretoria.
- Brujin, H. de, Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P. & Morales, J. (1992). Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisensburg 1990. *Newsletters on Stratigraphy*, **26** (2/3): 65-118.
- Bubenik, A. B. (1990). Epigenetical, Morphological, Physiological, and Behavioral Aspects of Evolution of Horns, Pronghorns, and Antlers. En: G. A. Bubenik & A. B. Bubenik (Eds.): *Horns, Pronghorns, and Antlers*, 3-114. Springer-Verlag, New York. 562 págs.
- Cabra, P., Goy, J. L., Hoyos, M. y Zazo, C. (1983). Estudio geomorfológico del Cuaternario y de las formaciones superficiales del Sector Meridional de la Sierra Cabrera. *Tecniterrae*, **51**: 32-42.
- Calderón, S. (1876). Enumeración de los vertebrados fósiles de España. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **5**: 413-443.
- Calvo, J. P. (1989). Terciario. En: MAGNA, Hoja nº 559 (Madrid), 9-36. Instituto Geológico y Minero de España.

- Calvo, J. P., Alonso, A. M. & García del Cura, M. A. (1986a). Depositional sedimentary controls on sepiolite occurrences in Paracuellos de Jarama, Madrid Basin. *Geogaceta*, **1**: 25-28.
- Calvo, J. P., Alonso Zarza, A. M. & García del Cura, M. A. (1989a). Models of Miocene marginal lacustrine sedimentation in response to varied source areas and depositional regimes in the Madrid Basin, central Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **90**: 199-214.
- Calvo, J. P., Daams, R., Morales, J., López-Martínez, N., Agustí, J., Anadón, P., Armenteros, I., Cabrera, L., Civis, J., Corrochano, A., Díaz Molina, M., Elizaga, E., Hoyos, M., Martín, E., Martínez, J., Moissenet, E., Muñoz, A., Pérez García, A., Pérez González, A., Portero, J. M., Robles, F., Santisteban, C., Torres, T., van der Meulen, A. J., Vera, J. A. & Mein, P. (1993). Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **6** (3-4): 29-40.
- Calvo, J. P., Garzón, M. G., López-Camacho, B., García Yagüe, A. y Goy, A. (Coords.) (1986b). *Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia de Madrid*. Temas Urbanos, Ecología, **10**. Ayuntamiento de Madrid. 141 págs.
- Calvo, J. P., Goy, J. L., Pérez González, A., San José, M. A., Vegas, R., Zazo, C., Hoyos, M., Garrido Megías, A., Brell, J. M., Rincón, R., Ordóñez, S., García del Cura, M. A., Doval, M., Rodas, M., Gallego, E., Morales, J., López, N., Alberdi, M. T., Sesé, C., Soto, E., Soria, D., Herráez, E., Cerdeño, E., Álvarez-Ramis, C., Fernández-Marrón, M. T., Querol, N. y Gallardo, J. (1986c). Resultados del estudio Geológico a escala 1/25000 del término municipal de Madrid. *Simposio sobre la geotecnología del subsuelo de Madrid*, 25-35.
- Calvo, J. P., Jones, B. F., Bustillo, M., Fort, R., Alonso Zarza, A. M. & Kendall, C. (1995). Sedimentology and geochemistry of carbonates from lacustrine sequences in the Madrid Basin, central Spain. *Chemical Geology*, **123**: 173-191.
- Calvo, J. P., Ordóñez, S., García del Cura, M. A., Hoyos, M., Alonso Zarza, A. M., Sanz, M. E. y Rodríguez Aranda, J. P. (1989b). Sedimentología de los complejos lacustres miocenos de la Cuenca de Madrid. *Acta Geológica Hispánica*, **24**: 281-298.
- Cañaveras, J. C., Calvo, J. P., Hoyos, M. & Ordóñez, S. (1996). Paleomorphologic features of an intra-Vallesian paleokarst, Tertiary Madrid Basin: significance of paleokarstic surfaces in continental basin analysis. En: P. F. Friend & C. J. Dabrio (Eds.): *Tertiary basins of Spain*, 278-284. Cambridge University Press, Cambridge.
- Capitán, J., Morales, J. y Calvo, J. P. (1995). El Cerro de los Batallones (Torrejón de Velasco, Madrid) uno de los yacimientos más extraordinarios del Terciario de España. *Tierra y Tecnología*, **11**: 43-48.
- Capmani, A. (1863). *Origen histórico y etimológico de las calles de Madrid*. Fernando Plaza del Amo Editor.
- Capote, R. (1978). Tectónica española. *Asociación Española de Ingeniería Sísmica*, **30**. Madrid.

- Capote, R. (1983). La tectónica de la Cordillera Ibérica. En: *Geología de España, Libro Jubilar J. M. Ríos*, tomo 2, 108-120. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Capote, R. (1985). Historia deformativa en el Sistema Central. Tectónica Prehercínica y Hercínica. *Revista Española de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 79 (4): 511-522.
- Carlson, S. J. (1990). Vertebrate dental structures. En: J. G. Carter (Ed.): *Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends*, Vol. 1, 531-556. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Carrera, E. de y Martín, A. (1995). Las Instituciones Arqueológicas del ayuntamiento de Madrid: el Servicio de Investigaciones Prehistóricas y el Instituto Arqueológico Municipal. *II Congreso Internacional de Historiografía de la Arqueología en España (Siglos XVIII-XX)*. C. E. H.-C. S. I. C.
- Carroll, R. L. (1988). *Vertebrate Palaeontology and Evolution*. Freeman. New York.
- Cerdeño, E. (1987). Consideraciones sobre la validez de la especie *Hispanotherium alpani* Saraç 1978 (Rhinocerotidae). *Estudios Geológicos*, 43: 531-533.
- Cerdeño, E. (1992). New remains of the Rhinocerotid *Hispanotherium matritense* at La Retama site: Tagus Basin, Cuenca, Spain. *Geobios*, 25 (5): 671-679.
- Cerdeño, E. y Alberdi, M. T. (1983). Estudio descriptivo del esqueleto postcranial de *Hispanotherium matritense* del yacimiento de Torrijos (Toledo). *Estudios Geológicos*, 39: 225-235.
- Creel, S. & Creel, N. M. (1996). Limitation of African wild dogs by competition with larger carnivores. *Conservation Biology*, 10 (2): 526-538.
- Crusafont Pairó, M. (1961). El Cuaternario español y su fauna de mamíferos. *Speleon*, 12 (3-4): 3-21.
- Crusafont, M. y Golpe, J. M. (1971). Sobre unos yacimientos de mamíferos vindobonienses en Paracuellos del Jarama (Madrid). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 69: 255-259.
- Crusafont, M. y Villalta, J. F. (1947). Sobre un interesante Rinoceronte (*Hispanotherium* nov. gen.) del Valle del Manzanares. Nota preliminar. *Las Ciencias*, 22 (4): 869-883.
- Cuenca García, M. L. y Martín Escorza, C. (1988). Aproximación a la actividad del científico José Royo Gómez: análisis de su archivo fotográfico de la Meseta Central Española. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 6: 53-65.
- Cuvier, G. (1825). *Recherches sur les ossements fossiles*. 3ª ed., t. 1. Paris.
- Daams, R., Freudenthal, M. & Álvarez, M. (1987). Ramblian: a new stage for continental deposits of early Miocene age. *Geologie en Mijnbouw*, 65: 297-308.

- Daams, R., Freudenthal, M. & van de Weerd, A. (1977). Aragonian: a new stage for continental deposits of Miocene age. *Newsletters on Stratigraphy*, **6** (1): 42-45.
- Daams, R., Peláez-Campomanes, P., Álvarez-Sierra, M. & van der Meulen, A. J. (1999). Aragonian Stratigraphy Reconsidered, and a re-evaluation of the middle Miocene mammal biochronology in Europe. *Earth & Planetary Sciences*, **165** (3-4): 287-294.
- Davis, D. D. (1964). The Giant Panda, a morphological study over of evolutionary mechanisms. *Fieldiana Zoology Memoirs*, **3**: 1-339.
- Delpech, F. et Heintz, E. (1976). Les Artiodactyles: Bovides. *La Préhistoire Française*, **1**, CNRS, France. 386-394.
- Diéguez, M. C. (1986). Nuevo yacimiento de flora Albense en la vertiente Sur de la Sierra de Guadarrama. Soto del Real (Madrid). *Estudios Geológicos*, **42**: 361-364.
- Diéguez, M. C., Montero, A. y Barrón, E. (1993). Las floras fósiles de la Comunidad de Madrid. En: J. Morales (Ed.): *Madrid antes del Hombre*, 15-20. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C. Comunidad de Madrid. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General del Patrimonio Cultural. 48 págs.
- Diéguez, M. C., Taléns, J. y Wagner, R. M. (1989). Paleontología. En: E. Aguirre (Ed.): *Paleontología (Nuevas Tendencias)*, 317-339. C. S. I. C. 433 págs.
- Elliot, J. C., Holcomb, D. W. & Young, R. A. (1985). Infrared determination of degree of substitution of hydroxyl by carbonate ions in human dental enamel. *Calcified Tissue International*, **37**: 372-375.
- Ewer, R. F. (1973). *The Carnivores*. Cornell University Press. 494 págs.
- Ezquerro del Bayo, J. (1837). Indicaciones Geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España. *Anales de Minas*, **3**: 300-316.
- Ezquerro del Bayo, J. (1840). Mittheilungen an Professor Bronn gerichtet. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geognosie, Geologie und Petrofaktenkunde*. 221.
- Ezquerro del Bayo, J. (1841). Paleontología. Algo sobre los huesos fósiles de las inmediaciones de Madrid. *Anales de Minas*, **2**: 213-217.
- Ezquerro, J. (1850-1859). Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península. *Memorias de la Real Academia de Ciencias*. Madrid, **1** y **4**.
- Ezquerro del Bayo, J. (1856-1857). Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas-Químicas y Naturales de Madrid*, vol. **4**, mem. 2.
- Fleming, T. H. (1973). Numbers of mammal species in north and central american forest communities. *Ecology*, **54**: 555-563.

- Floquet, M., Alonso, A. y Meléndez, A. (1982). Cameros-Castilla. El Cretácico superior. En: A. García *et al.* (Eds.): *El Cretácico de España*, 387-453. Universidad Complutense de Madrid.
- Flynn, J. J. (1996). Carnivoran Phylogeny and Rates of Evolution: Morphological, Taxic, and Molecular. En: J. L. Gittleman (Ed.): *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, tomo 2, 542-581. Cornell University Press, London. 644 págs.
- Fraile, S., Pérez, B., de Miguel, I. y Morales, J. (1997). Revisión de los carnívoros presentes en los yacimientos del Neógeno español. En: J. P. Calvo y J. Morales (Eds.): *Avances en el conocimiento del Terciario Ibérico*, 77-80. III Congreso del G. E. T., Cuenca. 228 págs.
- Gaibar-Puertas, C. (1974). Descubrimiento de la terraza würmiense en la margen izquierda del río Manzanares: aportaciones paleoclimáticas. Nuevos restos y testimonio del madrileño hombre prehistórico y protohistórico. *Estudios Geológicos*, 30: 235-252.
- Gamazo, M. (1982). Prospecciones en las terrazas de la margen derecha del río Manzanares (Getafe y Ribas-Vaciamadrid). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 14: 9-148.
- García Cacho, L. y Aparicio Yagüe, A. (1984). *Geología del Sistema Central Español*. Comunidad de Madrid-C. S. I. C., Madrid, 32 págs.+2 mapas E: 1/100.000.
- García del Cura, M. A. (1979). Las sales sódicas, calcosódicas y magnésicas de la Cuenca del Tajo. *Serie Universitaria*, 109. Fundación March, Madrid, 93 págs.
- García-Perea, R. (1996). Evolución y Filogenia de Carnívoros. En: R. García-Perea, R. A. Baquero, R. Fernández-Salvador y J. Gisbert (Eds.): *Carnívoros: Evolución, Ecología y Conservación*, 103-115. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C., Sociedad Española para la Conservación y el Estudio de los Mamíferos. 319 págs.
- Gentry, A. W. & Hooker, J. J. (1988). The phylogeny of the Artiodactyla. En: M. J. Benton (Ed.): *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*, Volume 2: *Mammals*, 235-272. Systematics Association Special Volume no. 353. Clarendon Press.
- Gil, J. y García, A. (1996). El Cretácico del borde meridional del Sistema Central: Unidades litoestratigráficas y secuencias deposicionales. *Estudios Geológicos*, 52: 37-49.
- Gingerich, P. D. (1987). Evolution on the fossil record: patterns, rates and processes. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 1053-1060.
- Ginsburg, L. (1961). La Faune des Carnivores Miocènes de Sansan (Gers). *Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle, Série C. Sciences de la Terre*, t. 9: 1-190.
- Ginsburg, L. et Crouzel, F. (1976). Contribution à la connaissance d'*Heteroprox larteti* (Filhol) Cervidé du Miocene européen. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle*, 58: 345-357.

- Ginsburg, L., Morales, J. y Soria, D. (1981). Nuevos datos sobre los carnívoros de Los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios Geológicos*, **37**: 383-415.
- Ginsburg, L., Morales, J., Soria, D. et E. Herráez (1997). Découverte d'une forme ancestrale du Petit Panda dans le Miocène moyen de Madrid (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, **325**: 447-451.
- Gorman, M. L., Mills, M. G., Raath, J. P. & Speakman, J. R. (1998). High hunting costs make African wild dogs vulnerable to kleptoparasitism by hyaenas. *Nature*, **391**: 479-481.
- Gromova, V. I., Dubrovo, I. A. & Yanovskaya, N. M. (1962). Order Carnivora. En: Y. U. Orlov (Ed.): *Fundamentals of Paleontology*, Vol. **13**, 241-317. Israel Program for Scientific Translations. 585 págs.
- Grün, R., Hentzsch, B. & Hausmann, R. (en prensa). ESR and U-series dating of a stalagmite, contribution to the classification of the fauna from Pinilla del Valle (Madrid). *Les Anteneandertaliens en Europe*. Paris.
- Guerin, C. (1976). Les Perissodactyles: Rhinocerotides. *La Préhistoire Française*, **1**, CNRS, France: 405- 408.
- Guerin, C. (1980). Les Rhinoceros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène Terminal au Pléistocène Supérieur en Europe occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie (Lyon)*, **79** (2): 423-783.
- Haltenorth, T. & Diller, H. (1980). *A Field Guide to The Mammals of Africa*. Collins. London.
- Hanby, J. & Bygott, D. (1979). Population changes in lions and other predators. En: A. R. E. Sinclair & M. Norton-Griffiths (Eds.): *Serengeti, Dynamics of an Ecosystem*, 249-262. University of Chicago Press. Chicago.
- Harper, C. W. Jr. (1975). Standing diversity of fossil groups in successive intervals of geologic time: A new measure. *Journal of Paleobiology*, **49**: 752-757.
- Harrison, J. A. (1983). The Carnivora of the Edson local fauna (Late Hemphillian), Kansas. *Smithsonian Contributions in Paleobiology*, **54**: 1-42.
- Hazel, J. E. (1970). Binary Coefficients and Clustering in Biostratigraphy. *Geological Society of America Bulletin*, **81**: 3237-3252.
- Hendey, Q. B. (1974). The Late Cenozoic Carnivora of the south-western Cape Province. *Annales of the South African Museum*, **63**: 1-369.
- Hernández-Pacheco, E. (1914). Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **9**, mem. 4ª: 443-488.
- Hernández-Pacheco, E. (1917). Hallazgo de tortugas gigantes en el Mioceno de

Alcalá de Henares. *Boletín de Real Sociedad Española de Historia Natural*, **17**: 194-202.

-Hernández-Pacheco, E. (1921a). Descubrimientos paleontológicos en Palencia: las tortugas fósiles gigantescas. *Ibérica*, **15**: 328-330.

-Hernández-Pacheco, E. (1921b). Nuevos yacimientos de vertebrados miocenos y deducciones de orden paleofisiográfico. *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Congreso de Oporto*, t. **6**, *Ciencias Naturales*: 159-170.

-Hernández-Pacheco, E. (1927). Restos fósiles de grandes mamíferos en las terrazas del Manzanares y consideraciones respecto a éstas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **27**: 449-783.

-Hernández-Pacheco, E. (1928). *Los cinco ríos principales de España y sus terrazas*. Madrid. 151 págs.

-Hernández-Pacheco, E. (1944). Prólogo en: A. J. Barreiro: *El Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Ciencias Naturales «José de Acosta». 381 págs.

-Hernández-Pacheco, E. (1950). Características de las terrazas del Manzanares. *Homenaje a Don Luis de Hoyos Sáinz*, **2**: 239-242.

-Hernández-Pacheco, E. (1959). Prehistoria del Solar Hispano. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, **20**: 1-767.

-Hernández-Pacheco, E. y Dantín Cereceda, J. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas. Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales. Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, mem. **5**. 295 págs, 62 lám.

-Hernández-Pacheco, E. y Royo-Gómez, J. (1916). Mineralogía, Geología y Prehistoria del Cerro de los Ángeles (Madrid). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **16**: 533-539.

-Hernández-Pacheco, F. (1956). *Bos primigenius* en la segunda terraza del Manzanares. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **54**: 22-23.

-Herráez, E. (1993). *Micromamíferos (Roedores y Lagomorfos) del Mioceno del área de Madrid: estudio sistemático y bioestratigráfico*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas. 337 págs., 27 láms.

-Herráez, E. y Alberdi, M. T. (1983). *Anchitherium aurelianense* del yacimiento del Puente de Vallecas. *Estudios Geológicos*, **39** (5-6): 409-415.

-Hickman, C. P. Jr, Roberts, L. S. y Hickman, F. M. (1990). *Zoología. Principios Integrales*. Interamericana McGraw-Hill. 1119 págs.

- Hidalgo Monteagudo, R., Ramos Guriado, R. y Revilla González, F. (1989). *Madrid Medieval*. Colección Recorridos Didácticos de Madrid. Ediciones La Librería.
- Hillson, S. (1986). *Teeth*. Cambridge University Press. 376 págs.
- Hunt, R. M. Jr. (1991). Evolution of the aeluroid Carnivora: Viverrid affinities of the Miocene carnivoran *Herpestides*. *American Museum Novitates*, **3023**: 1-34.
- Hunt, R. M. Jr. (1996). Biogeography of the Order Carnivora. En: J. L. Gittleman (Ed.): *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, tomo **2**, 485-541. Cornell University Press, London. 644 págs.
- I. G. M. E. (1988). Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Comunidad de Madrid. Instituto Tecnológico GeoMinero de España-Comunidad de Madrid, Serie Medio Ambiente, 83 págs.
- I. G. M. E. (1990a). Hoja geológica a escala 1/50000 de Valdepeñas de la Sierra (nº 485) y Memoria. Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Industria, Madrid.
- I. G. M. E. (1990b). Hoja geológica a escala 1/50000 de Torrelaguna (nº 509) y Memoria. Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Industria, Madrid.
- Janis, C. (1982). Evolution of horns in ungulates: ecology and paleoecology. *Biological Review*, **57**: 261-318.
- Janis, C. M. & Scott, K. M. (1987). The Interrelationships of Higher Ruminants Families with Special Emphasis on the Members of the Cervioidea. *American Museum Novitates*, **2893**: 1-85.
- Jiménez, E. (1979). Quelonios. En: B. Meléndez (Ed.): *Paleontología*, tomo **2**, 225-244. Editorial Paraninfo. 542 págs.
- Jiménez, E. (1983). Chéloniens géants fossiles de l'Espagne. *Studia Geologica Salmanticensia*, **20**.
- Jiménez, E. (1985). Quelonios fósiles del Astaraciense de Paracuellos del Jarama y de Henares 1 (Madrid). En: M. T. Alberdi (Ed.): *Geología y Paleontología del Terciario continental de la provincia de Madrid*, 17-27. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C. 105 págs.
- Jiménez, E., Ortega, F., Gil, S., Martín, S. y del Val, J. (1993). *Excavaciones paleontológicas del Mioceno en Castilla y León. El Mastodonte de Villavieja y las tortugas gigantes de Coca y Arévalo*, 10-16. Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo.
- Jones, B. F., Doval, M., Calvo, J. P. & Brell, J. M. (1986). Clay mineral authigenesis in lacustrine closed basins: comparison of the Madrid Basin with U.S. occurrences. *Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Annual Meeting, Raleigh*: 87.

- Julivert, M. (1983). Los tiempos precámbricos y paleozoicos. El ciclo hercínico. Generalidades. En: *Geología de España, Libro Jubilar J. M. Ríos*, t. **1**: 59-71. I. G. M. E., Madrid.
- Junco, F. y Calvo, J. P. (1983). Cuenca de Madrid. En: *Libro Jubilar J. M. Ríos, Geología de España*, t. **2**: 534-543. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Juretschke, H., Revuelta, M., Heredia, A., Vernet, J. y Negro, D. (1989). *Historia de España Menéndez Pidal. Tomo 35, La Época del Romanticismo (1808-1874), volumen 1: Orígenes. Religión. Filosofía. Ciencia*. Espasa-Calpe, Madrid. 714 págs.
- Kahlke, H. D. (1969). Die Cerviden-reste aus den Kiesen von Süssenborn bei Weimar. *Paläontologische Abhandlungen A*. **3** (3-4): 547-610.
- Kahlke, H. D. (1975). The macro-faunas of continental Europe during the middle Pleistocene: Stratigraphic sequence and problems of intercorrelation. En: K. W. Butzer & E. G. L. Isaac (Eds.): *After the australopithecines*, 310-374. Londres.
- Kitchener, A. (1991). *The Natural History of the Wild Cats*. Comstock. New York. 280 págs.
- Kowalski, K. (1981). *Mamíferos. Manual de Teriología*. H. Blume Ediciones. 532 págs.
- Krause, D. W. & Maas, M. C. (1990). The biogeographic origins of late Paleocene-early Eocene mammalian immigrants to the Western Interior of North America. En: T. M. Bown & K. D. Rose (Eds.): *Dawn of the Age of Mammals in the Northern Part of the Rocky Mountain Interior, North America. Geological Society of America, Special Paper*, **243**: 71-105.
- Krijnsman, W., Garcés, M., Langereis, C. G., Daams, R., van Dam, A. J., van der Meulen, A. J., Agustí, J. & Cabrera, L. (1996). A new chronology for the Middle to Late Miocene continental record in Spain. *Earth & Planetary Sciences Letters*, **142**: 367-380.
- Krijnsman, W., Langereis, C. G., Daams, R., & van der Meulen, A. J. (1994). Magnetostratigraphic dating of the middle Miocene climate change in the continental deposits of the Aragonian type area in the Calatayud-Teruel basin (Central Spain). *Earth & Planetary Science Letters*, **128**: 513-526.
- Kruuk, H. (1972). *The Spotted Hyaena*. University of Chicago Press. Chicago.
- Kurten, B. & Anderson, E. (1980). *Pleistocene Mammals of North America*. New York. Columbia University Press.
- Legendre, S. (1986). Analysis of mammalian communities from the late Eocene and Oligocene of southern France. *Palaeovertebrata*, **16** (4): 191-212.
- Lewis, M. E. (1997). Carnivoran paleoguilds of Africa: implications for hominid food procurement strategies. *Journal of Human Evolution*, **32**: 257-288.

- López, N. (1980). Los Micromamíferos (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha y Chiroptera) del sitio de ocupación achelense de Áridos-1 (Arganda, Madrid). En: M. Santonja, N. López y A. Pérez (Eds.): *Ocupaciones achelenses en el Valle del Jarama*, 161-202. Publicaciones de la Excelentísima Diputación Provincial de Madrid.
- 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** (3). 350 págs.
- López-Martínez, N. y Morales, J. (1989). Paleontología del Terciario. En: MAGNA, Hoja nº 559 (Madrid), 32-36. Instituto Geológico y Minero de España.
- López-Martínez, N., Sesé Benito, C., Herráez, E. (1987). Los yacimientos de Micromamíferos del área de Madrid. *Boletín Geológico y Minero*, **98**: 159-176.
- López, N. & Thaler, L. (1974). Sur le plus ancien Lagomorphe européen et la «Grande Coupure» Oligocène de Stehlin. *Palaeovertebrata*, **6**: 243-251.
- Maas, M. C., Anthony, M. R. L., Gingerich, P. D., Gunnell, G. F. & Krause, D. W. (1995). Mammalian generic diversity and turnover in the Late Paleocene and Early Eocene of the Bighorn and Crazy Mountains Basins, Wyoming and Montana (U. S. A.). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **115**: 181-207.
- Maas, M. C. & Krause, D. W. (1994). Mammalian turnover and community structure in the Paleocene of North America. *Historical Biology*, **8**: 91-128.
- MacFadden, B. (1992). *Fossil Horses. Systematics, Paleobiology and Evolution of the Family Equidae*. Cambridge University Press. 369 págs.
- Marean, C. W. & Ehrhardt, C. L. (1995). Paleoanthropological and paleoecological implications of the taphonomy of a sabretooth's den. *Journal of Human Evolution*, **29**: 515-547.
- Martill, D. M. (1994). La fosilización instantánea. *Mundo Científico*, **14** (152): 1016-1023.
- Martín Escorza, C. (1983). Neotectónica de la Cuenca de Madrid. En: *Geología de España, Libro Jubilar J. M. Ríos*, t. **2**: 543-553. I. G. M. E., Madrid.
- Martin, L. D. (1989). Fossil History of the Terrestrial Carnivora. En: J. L. Gittleman (Ed.): *Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution*, tomo **1**, 536-568. Cornell University Press, London. 620 págs.
- Martos, J. A. (1998). Elefantes e intervención humana en los yacimientos del Pleistoceno Inferior y Medio de África y Europa. *Trabajos de Prehistoria*, **55** (1): 19-38.
- Mazo, A. V. (1976). El *Gomphotherium angustidens* de la Cerámica Mirasierra, Tetúan de las Victorias (Madrid). *Estudios Geológicos*, **32**: 331-347.

- Mazo, A. V. (1985). Proboscídeos terciarios de Madrid y su provincia. En: M. T. Alberdi (Ed.): *Geología y Paleontología del Terciario continental de la provincia de Madrid*, 41-59. C. S. I. C. 105 págs.
- Mazo, A. V. (1993). Los proboscídeos fósiles de la Comunidad Madrid. En: J. Morales (Ed.): *Madrid antes del hombre*, 41-42. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C. Comunidad de Madrid. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General del Patrimonio Cultural. 48 págs.
- Mazo, A. V. (1994). El cráneo de *Elephas antiquus* (Proboscidea, Mammalia) de Orcasitas, Madrid. *Estudios de Prehistoria Madrileña*, **9**: 17-23
- Mazo, A. V. (1995a). Una mandíbula de *Elephas antiquus* (Proboscidea, Mammalia) en Ciempozuelos (Madrid). *Coloquios de Paleontología*, **47**: 47-53; 225-226.
- Mazo, A. V. (1995b). *Elephas antiquus* (Proboscidea, Mammalia) en el Pleistoceno medio de Ciempozuelos (Madrid). *Estudios Geológicos*, **51**: 69-73.
- Médus, J., et Álvarez-Ramis, C. (1989). Des pollens normapolles d'un niveau du Crétacé Supérieur de la Region de Guadalix, Prov. De Madrid, Espagne. *Revista Española de Micropaleontología*, **1**: 139-144.
- Mein, P. (1975). Résultats du groupe de travail des vertébrés: Biozonation du Néogène méditerranéen à partir des mammifères. En: J. Senes (Ed.): *Report of Activity of the RCMNS Working Groups (1971-1975)*, 78-81. Bratislava.
- Meléndez, B. (1958). Hallazgo del esqueleto casi completo de un elefante fósil en las inmediaciones de Madrid. *Estudios Geológicos*, **14** (37): pág. 63, lám. VI.
- Meléndez, B. y Aguirre, E. (1958). Hallazgo de *Elephas* en la terraza media del río Manzanares (Villaverde, Madrid). *Estudios Geológicos*, **23** (4): 597-605.
- Menéndez Amor, J. (1952). Un nuevo yacimiento de plantas fósiles. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **50**: 131-132.
- Menéndez Amor, J. et Florschütz, F. (1963). Sur les elements stepiques dans la vegetation Quaternaire de l'Espagne. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **61**.
- Meyer, H. von (1844). Über die Knochen fossilen aus dem Tertiär Gebilde des Cerro de San Isidro bei Madrid. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geognosie, Geologie und Petrofaktenkunde*. 289-310.
- Mills, M. G. L. (1990). *Kalabari Hyaenas. The Comparative Ecology of Two Species*. London. Unwin Hyman.
- Mills, M. G. L. & Biggs, H. C. (1993). Prey apportionment and related ecological relationships between large carnivores in Kruger National Park. *Symposia of the Zoological Society of London*, **65**: 253-268.

- Mitchell, E. D. & Tedford, R. H. (1973). The Enaliarctinae, a new group of extinct aquatic Carnivora and a consideration of the origin of the Otariidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **151**: 201-284.
- Montel, G. (1977). Constitutions et structures des apatites biologiques: influence de ces facteurs sur leurs propriétés. *Biology of the Cell*, **28**: 179-186.
- Morales, J. (1996a). El patrimonio paleontológico. Bases para su definición, estado actual y perspectivas futuras. En: J. P. Calvo y J. Palacios (Eds.): *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, 39-51. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Morales, J. (1996b). El Registro Fósil de los Carnívoros Ibéricos. En: R. García-Perea, R. A. Baquero, R. Fernández-Salvador y J. Gisbert (Eds.): *Carnívoros: Evolución, Ecología y Conservación*, 117-135. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C., Sociedad Española para la Conservación y el Estudio de los Mamíferos. 319 págs.
- Morales, J. y Aguirre, M. (1976). Carnívoros de Venta del Moro (Valencia). *Trabajos del Neógeno y Cuaternario*, **5**: 31-74.
- Morales, J., Alcalá, L., Hoyos, M., Montoya, P., Nieto, M., Pérez, B. y Soria, D. (1993). El yacimiento del Aragoniense medio de La Retama (Depresión Intermedia, Provincia de Cuenca, España): significado de las faunas con *Hispanotherium*. *Scripta Geologica*, **103**: 23-39.
- Morales, J. y Azanza, B. (1997). Los parques paleontológicos, una alternativa de gestión para recursos paleontológicos de alto potencial didáctico, cultural y turístico. *Comunicaciones. III Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*: 51-54.
- Morales, J., Azanza, B. y Gómez, E. (1999). El Patrimonio Paleontológico Español. *Coloquios de Paleontología*, **50**: 53-62.
- Morales, J., Capitán, J., Calvo, J. P. y Sesé, C. (1992). Nuevo yacimiento de vertebrados del Mioceno Superior al Sur de Madrid (Cerro Batallones, Torrejón de Velasco). *Geogaceta*, **12**: 77-80.
- Morales, J., Gómez, E. y Azanza, B. (en prensa). El Patrimonio Paleontológico Español: marco legal, titularidad, gestión y conservación. *I Jornadas sobre el patrimonio de la provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses.
- Morales, J. y Nieto, M. (1997). El Registro Terciario y Cuaternario de los Mamíferos de España. En: E. Aguirre, J. Morales y D. Soria (Eds.): *Registros Fósiles e Historia de la Tierra*, 297-321. Editorial Complutense.
- Morales, J. y Soria, D. (1985). Carnívoros y Artiodáctilos de la Provincia de Madrid. En: M. T. Alberdi (Ed.): *Geología y Paleontología del Terciario Continental de la Provincia de Madrid*, 81-97. Museo Nacional de Ciencias Naturales-C. S. I. C., Madrid. 105 págs.

- Morales, J. y Soria, D. (1990). Creodontos y Carnívoros. En: B. Meléndez (Ed.): *Paleontología*, tomo 3, volumen 1, 313-354. Editorial Paraninfo, Madrid. 383 págs.
- Morales, J., Soria, D. et Pickford, M. (1995). Sur les origines de la famille des Bovidae (Artiodactyla, Mammalia). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 321, série IIA: 1211-1217.
- Moure Romanillo, A. (1996). Hugo Obermaier, la institucionalización de las investigaciones y la integración de los estudios de la Prehistoria en la Universidad española. En: A. Moure Romanillo (Ed.): *«El hombre fósil» 80 años después*, 17-50. Universidad de Cantabria, Fundación Marcelino Botín, Institute for Prehistoric Investigations. 505 págs.
- Mourer-Chauviré, C. (1980). Las aves del sitio de ocupación achelense de Áridos-1 (Arganda, Madrid). En: M. Santonja, N. López y A. Pérez (Eds.): *Ocupaciones achelenses en el Valle del Jarama*, 145-160. Publicaciones de la Excelentísima Diputación Provincial de Madrid.
- Moyá-Solá, S. (1986). El género *Hispanomeryx* Morales *et al.* (1981): posición filogenética y sistemática. Su contribución al conocimiento de la evolución de los pécora (Artiodactyla, Mammalia). *Paleontología i Evolució*, 20: 267-287.
- Muckenhirn, N & Eisenberg, J. F. (1973). Home ranges and predation in the Ceylon leopard. En: R. L. Eaton (Ed.): *The World's Cats*, Vol I. *Ecology and Conservation*, 142-175. Winston, Oregon. World Wildlife Safari.
- Obermaier, H. (1916). *El hombre fósil*. Madrid. 397 págs. Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Obermaier, H. (1917). Yacimiento prehistórico de Las Carolinas. *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, 16: 35.
- Obermaier, H. (1925). *El hombre fósil* (2ª edición). *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, 9: 457. Madrid.
- Obermaier, H. y Pérez de Barradas, J. (1930). Yacimientos paleolíticos del valle del Jarama (Madrid). *Anales de Prehistoria Madrileña*, 1: 29-35. Madrid.
- Obermaier, H. y Wernert, P. (1918). Yacimiento paleolítico de Las Delicias. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 11.
- Obermaier, H., Wernert, P. y Pérez de Barradas, J. (1921). El Cuaternario de las Canteras de Vallecas (Madrid). *Boletín del Instituto Geológico de España*, 42: 305-332. Madrid.
- Olsen, S. J. (1960). The fossil carnivore *Amphicyon longiramus* from the Thomas Farm Miocene. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 123: 1-44.
- Ordóñez, S., Calvo, J. P., García del Cura, M. A., Alonso-Zarza, A. M. & Hoyos, M. (1991). Sedimentology of sodium sulphate deposits and special clays from the

- Tertiary Madrid Basin (Spain). *Special Publications of the International Association of Sedimentology*, **13**: 39-55.
- Osborn, H. F. (1942). *Proboscidea II*, American Museum of Natural History, New York.
- Packer, C. (1986). The ecology of sociability in felids. En: D. I. Rubenstein & R. W. Wrangham (Eds.): *Ecological Aspects of Social Evolution: Birds and Mammals*, 429-451. Princeton University Press. Princeton.
- Paniagua, R. (1997). *Citología e Histología Vegetal y Animal*. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Parker, R. B. & Toots, H. (1980). Trace elements in bones as paleobiological indicators. En: A. K. Behrensmeyer & A. P. Hill (Eds.): *Fossils in the Making*, 197-207. University of Chicago Press.
- Paz Graells, M. de la (1897). Fauna Mastológica Ibérica. *Memorias de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, t. **17**. 806 págs. 22 láms.
- Pérez, B. y Soria, D. (1989-1990). Análisis de las comunidades de mamíferos del Plioceno de Layna (Soria) y La Calera (Teruel). *Paleontología i Evolució*, **23**: 231-238.
- Pérez de Barradas, J. (1923). Algunos datos para el estudio de la climatología cuaternaria del Valle del Tajo. *Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales*, **22**: 125-145.
- Pérez de Barradas, J. (1924a). Excursiones por el Cuaternario del Valle del Jarama. *Ibérica*, **22** (535): 25-28.
- Pérez de Barradas, J. (1924b). Yacimientos paleolíticos del Valle del Manzanares (Madrid). *Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades*, **6**: 1-19.
- Pérez de Barradas, J. (1926). *Estudios sobre el terreno cuaternario del Valle del Manzanares (Madrid)*. Imprenta Municipal. Ayuntamiento de Madrid. 135 págs, 54 láms.
- Pérez-González, A., Cabra, P. y Ancochea, E. (1989). Depresión del Tajo. En: *Mapa del Cuaternario de España*, 175-186. Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- Pérez González, A., Fuentes Vidarte, C. y Aguirre, E. (1970). Nuevos hallazgos de *Elephas antiquus* en la terraza media del Jarama. *Estudios Geológicos*, **36**: 219-223.
- Petter, G. et Howell, F. C. (1987). *Macbairodus africanus* Arambourg, 1970 (Carnivora, Mammalia) du Villafranchian d'Ain Brimba, Tunisie. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris*, 4e sér., t. **9**: 97-119.
- Pickford, M. & Morales, J. (1994). Biostratigraphy and palaeobiogeography of East Africa and the Iberian Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**: 297-322.

- Piennar, U. de V. (1969). Predator-prey relationships amongst the larger mammals of the Kruger National Park. *Koedoe*, **12**: 108-176.
- Portero, J. M. y Olivé, A. (1983). El Terciario del borde meridional del Guadarrama y Somosierra. En: *Geología de España, Libro Jubilar J. M. Ríos, t. 2*: 527-534. I.G.M.E., Madrid.
- Prado, C. del (1864). *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*. Junta General de Estadística, Madrid. 219 págs.
- Prat, F. (1976). Les Perissodactyles: Equidés. *La Prehistoire Francaise*, **1**, CNRS, France: 409-415.
- Quero, S. (1995-1996). Cuarenta años de historia del Instituto Arqueológico Municipal. *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas*, **10**: 193-200.
- Querol, R. (1989). Geología del subsuelo de la Cuenca del Tajo. E. T. S. Ingenieros de Minas, U. P. M., Madrid, Informe 48 págs.+mapas y gráficos.
- Rabinowitz, A. (1989). The density and behavior of large cats in a dry forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife sanctuary, Thailand. *National History Bulletin of the Siam Society*, **37** (2): 235-251.
- Rabinowitz, A. & Nottingham, B. (1986). Ecology and behaviour of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *Journal of the Zoological Society of London*, (A) **210**: 149-159.
- Racero, A. (1988). Consideraciones acerca de la evolución geológica del margen NW de la Cuenca del Tajo durante el Terciario a partir de los datos de subsuelo. *II Congreso Geológico de España, Granada, Simposios*: 213-221.
- Radinsky, L. B. (1980). Endocasts of amphicyonid Carnivorans. *American Museum Novitates*, **2694**: 1-11.
- Riba, O. (1957). Terrasses du Manzanares et du Jarama aux environs de Madrid. *V Congrès International INQUA, Livret Guide de l'excursion C2*. 55 págs.
- Rodríguez, J. (1997). *Análisis de la estructura de las comunidades de mamíferos del Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca. Revisión de metodologías*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 353 págs.
- Rodríguez-Aranda, J. P. & Calvo, J. P. (1998). Trace fossils and rhizoliths as a tool for sedimentological and palaeoenvironmental analysis of ancient evaporite successions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **140**: 383-399.
- Rodríguez Aranda, J. P., Calvo, J. P. y Ordóñez, S. (1991). Transición de abanicos aluviales a evaporitas en el Mioceno del borde oriental de la Cuenca de Madrid (sector Barajas de Melo-Illana). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **4**: 33-50.

- Rögl, F. & Steininger, F. F. (1984). Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo-pacific Seaways. *Fossils and Climate*, **10**: 171-200.
- Rohlf, F. J. (1993). *NTSYS-pc. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 1.80*. Exeter Software, LTD. New York.
- Royo y Gómez, J. (1921). Hallazgo de restos de *Testudo bolivari* junto a la calle Moret, en Madrid. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **21**: 285-286.
- Royo y Gómez, J. (1924). El Mioceno de Vallecas (Madrid) y comarcas próximas. *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, IX Congreso Salamanca*, **6**: 107-120.
- Royo y Gómez, J. (1928a). El Terciario Continental de la Cuenca Alta del Tajo. En: *Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid. Hoja núm. 560, Alcalá de Henares*, 17-89. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Royo y Gómez, J. (1928b). Estudio paleontológico de la Hoja de Alcalá. En: *Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid. Hoja núm. 560, Alcalá de Henares*, 187-204. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Royo y Gómez, J. (1931). Nuevos hallazgos paleontológicos en el Cuaternario madrileño. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **31**: 625-626.
- Royo y Gómez, J. (1934). Las grandes tortugas fósiles de la Ciudad Universitaria (Madrid). *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, **34**: 457-463.
- Royo y Gómez, J. (1935a). Descubrimiento de bisonte y rinoceronte en el Cuaternario madrileño. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **35**: 235-236.
- Royo y Gómez, J. (1935b). Nuevos ejemplares de *Testudo bolivari* de la Ciudad Universitaria (Madrid). *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, **35**: 108-109.
- Royo y Gómez, J. (1935c). Las grandes tortugas fósiles delseudodiluvial castellano. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, **35**: 463-487.
- Royo y Gómez, J. (1935d). Nuevos restos de elefante en el Cuaternario de Madrid. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, **35**: 294.
- Royo y Gómez, J. y Menéndez Puget, L. (1928). Explicación de la Hoja de Alcalá de Henares (Madrid). En: *Datos para el estudio de la geología de la provincia de Madrid*, 93-184. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Royo y Gómez, J. y Menéndez Puget, L. (1929). Mapa y memoria explicativa de la hoja nº 559 Madrid. Mapa Geológico de España a escala 1/50000. Instituto Geológico y Minero de España. 131 págs.
- Ruiz Bustos, A. (1993a). Propuesta de esquema cronológico y biostratigráfico del

Cuaternario en las Cordilleras Béticas. *VIII Reunión Nacional sobre Cuaternario*. Valencia, 16-20 de septiembre de 1991.

-Ruiz Bustos, A. (1993b). Consideraciones sobre los géneros de arvicólidos cuaternarios: *Arvicola* y *Eupbaimys*. *Estudios sobre Cuaternario*: 83-88.

-Ruiz Bustos, A. (1995). Biostratigraphy of the Continental Deposits in the Granada, Guadix and Baza Basins (Betic Cordillera). En: J. Gibert, F. Sánchez, L. Gibert & F. Ribot (Eds.): *The hominids and the environment during the Lower and Middle Pleistocene of Eurasia*, 153-174. Proceedings of the International Conference of Human Palaeontology. Orce, 1995.

-Ruiz Bustos, A. (1997). Características biostratigráficas y paleoecológicas que implican los mamíferos cuaternarios en las cuencas de la Cordillera Ibérica. En: J. Rodríguez Vidal (Ed.): *Cuaternario Ibérico*, 283-296. AEQUA (Asociación Española para el Estudio del Cuaternario). Huelva.

-Ruiz Bustos, A. y Martín Algarra, A. (1991). Propuesta de esquema cronológico y biostratigráfico del Cuaternario en las Cordilleras Béticas. *VIII Reunión Nacional sobre Cuaternario*. Valencia, 16-20 de septiembre de 1991.

-Rus, I. (1983). El paleolítico en el Valle del Manzanares. *Revista de Arqueología*, **32**: 7-15.

-Rus, I. (1989). El paleolítico inferior en el Valle del Manzanares. *Raña*, **7**: 33-34.

-Rus, I. y Vega, L. G. (1984). El yacimiento de Arriaga II: problemas de una definición actual de los suelos de ocupación. *I Jornadas de Metodología de la Investigación Prehistórica*, 387-404. Soria, 1981. Ministerio de Cultura.

-Sáenz García, C. (1949). Datos retrospectivos de paleontología madrileña. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo extraordinario: 451-459.

-Sánchez, I. M., Salesa, M. J. y Morales, J. (1998). Revisión Sistemática del género *Anchitherium* Meyer 1834 (Equidae; Perissodactyla) en España. *Estudios Geológicos*, **54** (1-2): 39-63.

-Sánchez Marco, A. (1995). Tertiary avian localities of Spain. *Acta Universitatis Carolinae Geologica*, **39** (3/4): 719-732.

-Sánchez Marco, A. (1996). Aves fósiles del Pleistoceno ibérico: rasgos climáticos, ecológicos y zoogeográficos. *Ardeola*, **43** (2): 207-219.

-Sánchez Ron, J. M. (1989). La junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas ochenta años después. En: J. M. Sánchez Ron (Ed.): *1907-1987. La junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas 80 años después*, 1-61. Volumen **1**. C. S. I. C.

-Sanchíz, B. (1991). Algunas herpetofaunas de yacimientos del Pleistoceno Medio Ibérico. *Revista Española de Herpetología*, **5**: 9-13.

- Santonja, M, López Martínez, N. y Pérez-González, A. (Eds.) (1980). Ocupaciones achelenses en el Valle del Jarama (Arganda, Madrid). *Arqueología y Paleontología*. Vol. **1**. Diputación provincial de Madrid. 351 págs.
- Sanz, E., Sesé, C. y Calvo, J. P. (1992). Primeros hallazgos de micromamíferos de edad Turolense en la Cuenca de Madrid. *Estudios Geológicos*, **48**: 171-178.
- Schaller, G. B. (1972). *The Serengeti Lion*. Chicago. University of Chicago Press.
- Schaub, S. (1925). Über die Osteologie von *Machaerodus cultridens* Cuvier. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **19**: 255-266.
- Schultz C. B., Schultz, M. R. & Martin, L. D. (1970). A new tribe of saber-toothed cats (Barbourofelini) from the Pliocene of North America. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, **9**: 1-31.
- Scott, K. M. & Janis, C. M. (1993). Relationships of the Ruminants (Artiodactyla) and an analysis of the characters used in Ruminant taxonomy. En: Szalay, Novacek & McKenna (Eds.): *Mammal phylogeny: placentals*, 282-302. Springer-Verlag.
- Seidensticker, J. C. (1976). On the ecological separation between tigers and leopards. *Biotropica*, **8**: 225-234.
- Sequeiros, L. (1988). Desarrollo histórico de la Paleontología en España en el siglo XIX. *Curso de conferencias sobre Historia de la Paleontología*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 31-43.
- Sesé, C. (1994). Paleoclimatical interpretation of the Quaternary small mammals of Spain. *Geobios*, **27** (6): 753-767.
- Sesé, C., Alonso Zarza, A. M. y Calvo, J. P. (1990). Nuevas faunas de micromamíferos del Terciario continental del NE de la Cuenca de Madrid (prov. de Guadalajara, España). *Estudios Geológicos*, **46**: 433-451.
- Sesé, C. y Ruiz-Bustos, A. (1992). Nuevas faunas de micromamíferos del Pleistoceno del Norte de la Provincia de Madrid (España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **87** (1-4): 115-139.
- Sesé, C. y Sevilla, P. (1996). Los Micromamíferos del Cuaternario peninsular español: Cronoestratigrafía e implicaciones bioestratigráficas. *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario: 278-287.
- Sevilla, P. (1988). Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología i Evolució*, **22**: 113-233.
- Shi G. R. (1993). Multivariate data analysis in palaeoecology and palaeobiogeography -A review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**: 199-234.
- Shoshani, J. (1992). The elephant's relatives. En: J. Shoshani (Ed.): *Elephants*. Simon & Schuster.

- Sillen, A. & LeGeros, R. (1991). Solubility profiles of synthetic apatites and of modern and fossil bones. *Journal of Archaeological Science*, **18**: 385-397.
- Silva, P. G., Cañaveras, J. C., Zazo, C., Sánchez-Moral, S., Lario, J. & Sanz-Rubio, E. (1997). 3D Soft-sediment deformation structures: evidence for Quaternary seismicity in the Madrid basin, Spain. *Terra Nova*, **9** (5/6): 208-212.
- Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C., Hoyos, M. y Alberdi, M. T. (1988). El Valle del Manzanares y su relación con la depresión Prados-Guatén durante el Pleistoceno Inferior (Madrid, España). *II Congreso Geológico de España, Comunicaciones*, **1**: 403-406.
- Silva, P. G. y Hoyos, M. (1989). Excursión C3: Valles Jarama-Manzanares. 2ª Reunión del Cuaternario Ibérico. Madrid, 25-29 de septiembre. 29 págs.
- Sondaar, P. Y. (1971). An *Anchitherium* from the Vallesian of Soblay (Ain, France). *Memoires du B. R. G. M. Vº Congrès du Néogène Méditerranéen*, tomo **1** (78): 247-253.
- Sopeña, A. (1980). Mapa Geológico del borde suroriental del Sistema Central: Sector Tamajón-Pálmaces de Jadraque. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **6**.
- Sos Baynat, V. (1962). José Royo Gómez (1895-1961). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **60**: 151-175.
- Soto, E. (1980). Artiodáctilos y Proboscídeos de los yacimientos de Áridos de Arganda (Madrid). En: M. Santonja, N. López y A. Pérez (Eds.): *Ocupaciones ache-lenses en el Valle del Jarama*, 207-229. Publicaciones de la Excelentísima Diputación Provincial de Madrid.
- Soto, E. (1983). *Paleontología de los yacimientos de vertebrados del Pleistoceno medio del Municipio de Madrid. Informe para el proyecto de -Geología de Madrid-*. Excma. Diputación, Instituto Geológico y Minero de España y Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.
- Soto, E. y Sesé, C. (1987a). Mamíferos del Pleistoceno del Municipio de Madrid. En: *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas*: 11-35. Museo Municipal. Ayuntamiento de Madrid, Concejalía de Cultura.
- Soto, E. y Sesé, C. (1987b). Los Vertebrados fósiles de la provincia de Madrid, Comunidad Autónoma de Madrid. *Cuadernos Madrileños de la Naturaleza*, **2**: 1-107.
- Soto, E. y Sesé, C. (1991). Restos de grandes Mamíferos del Pleistoceno del arenero del Arroyo del Culebro (Getafe, Madrid). *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas*: 7-27.
- Stander, P. E. & Albon, S. D. (1993). Hunting success of lions in a semi-arid environment. *Symposiums of the Zoological Society of London*, **65**: 127-148.
- Sunquist, M. E. (1981). The social organization of tigers (*Panthera tigris*) in Royal Chitawan National Park, Nepal. *Smithsonian Contributions in Zoology*, **336**: 1-98.

- Sunquist, M. E. & Sunquist, F. C. (1989). Ecological constraints on predation by large felids. En: J. L. Gittleman (Ed.): *Carnivore Behaviour, Ecology and Evolution*, 283-301. Cornell University Press. New York.
- Thenius, E. (1950). Über den Nachweis von *Anchitherium aurelianense* im Pannon des Wiener Beckens. *Anz. Österr. Akad. Wiss., Math., Naturwiss., Kl.*, **8**: 174-181.
- Thomason, J. J. (1986). The functional morphology of the manus in the tridactyls equids *Merychippus* and *Mesobippus*: paleontological inferences from morphological models. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **6** (2): 143-161.
- Thomason, J. J. (1991). Functional interpretation of locomotor adaptations during equid evolution. En: J. M. V. Rayner & R. J. Wootton (Eds.): *Biomechanics in Evolution*, 213-227. Cambridge Univ. Press.
- Toni, I. y Molero, G. (1990). Los roedores (Rodentia, Mammalia) del yacimiento Cuaternario de Pinilla del Valle (Madrid). *Actas de las IV Jornadas de Paleontología*, Salamanca 1988: 359- 373.
- Torres, T. (1974a). *Estudio de la Cueva del Reguerillo*. Proyecto Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid, 1974
- Torres, T. (1974b). *La Cueva del Reguerillo y su relación con el Cuaternario regional*. Tesis de Licenciatura. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, t. **1**: 223 págs.; t. **2**: 296 págs.
- Torres, T. (1984). *Úrsidos del Pleistoceno-Holoceno de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. 653 págs.
- Truyols, J. (1988). Desarrollo histórico de la Paleontología contemporánea en España. *Curso de conferencias sobre Historia de la Paleontología*. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45-68.
- Turner, A. (1987). *Megantereon cultridens* from Plio-Pleistocene age deposits in Africa and Eurasia, with comments on dispersal and the possibility of a New World origin (Mammalia, Felidae, Machairodontinae). *Journal of Paleontology*, **61** (6): 1256-1268.
- Turner, A. (1990). The evolution of the guild of larger terrestrial carnivores in the Plio-Pleistocene of Africa. *Geobios*, **23**: 349-368.
- Turner, A. (1992a). Large carnivores and earliest European hominids: changing determinants of resource availability during the Lower and Middle Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, **22**: 109-126.
- Turner, A. (1992b). Villafranchian-Galerian larger carnivores of Europe: dispersions and extinctions. En: W. von Koenigswald & L. Werdelin (Eds.): *Mammalian Migration and Dispersal Events in the European Quaternary*, 153-160. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **153**.

- Turner, A. (1995a). Regional variations in Lower and Middle Pleistocene larger mammal faunas of Europe: an Iberian perspective. En: J. M. Bermúdez de Castro, E. Carbonell y J. L. Arsuaga (Eds.): *Evolución Humana en Europa y los Yacimientos de la Sierra de Atapuerca*, 57-73. Valladolid. Junta de Castilla y León.
- Turner, A. (1995b). The Villafanchian large carnivore guild: geographic distribution and structural evolution. *Il Quaternario*, **8**: 349-356.
- Turner, A. & Antón, M. (1996). The giant hyaena, *Pachycrocuta brevirostris* (Mammalia, Carnivora, Hyaenidae). *Geobios*, **29**: 455-468.
- Turner, A. & Antón, M. (1997). *The Big Cats and their Fossil Relatives: an Illustrated Guide to their Evolution and Natural History*. Columbia University Press. New York. 234 págs.
- Valverde, J. A. (1967). Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres. *Monografías de la Estación Biológica de Doñana*, **1**: 1-129.
- Van der Meulen, A. J. & Daams, R. (1992). Evolution of early-middle Miocene rodent faunas in relation to long-term paleoenvironmental changes. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, **93**: 227-253.
- Van Valkenburgh, B. (1987). Skeletal indicators of locomotor behavior in living and extinct carnivores. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **7** (2): 162-182.
- Vaudour, J. (1969). Données nouvelles et hypothèses sur le Quaternaire de la région de Madrid. *Méditerranée*, **8**: 79-92.
- Vegas, R., Vázquez, J. T., Suriñach, E. & Marcos, A. (1990). Model of distributed deformation, block rotations and crustal thickening for the formation of the Spanish Central System. *Tectonophysics*, **184**: 367-378.
- Vernet Ginés, J. (1988). Ciencia y Pensamiento Científico. En: *Historia de España Menéndez Pidal. Tomo 35, La Época del Romanticismo (1808-1874)*, 423-530. Editorial Espasa Calpe.
- Vicens-Vives (1982). *Historia de América social y económica*. Editorial Vicens-Vives.
- Vicente, G. de, González-Casado, J. M., Muñoz-Martín, A., Giner, J. & Rodríguez-Pascua, M. A. (1996). Structure and Tertiary evolution of the Madrid basin. En: P. F. Friend & C. J. Dabrio (Eds.): *Tertiary basins of Spain*, 263-267. Cambridge University Press. Cambridge.
- Vila, P. (1990). Torralba and Áridos: elephant exploitation in Middle Pleistocene Spain. *Journal of Human Evolution*, **19**: 299-309.
- Vilanova y Piera, J. (1872a). Estudios sobre lo prehistórico español. *Museo Español de Antigüedades*, t. **1**: 129-143.

- Vilanova y Piera, J. (1872b). Lo prehistórico en España. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **1**: 187-229.
- Vilanova y Piera, J. (1872c). *Origen, naturaleza y antigüedad del hombre*. Madrid. 446 págs.
- Vilanova y Piera, J. (1876). Nota de la sesión del 5 de mayo. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **5**.
- Viljoen, P. C. (1993). The effects of changes in prey availability on lion predation in a large natural ecosystem in Northern Botswana. *Symposia of the Zoological Society of London*, **65**: 193-213.
- Villalta, J. F. y Crusafont, M. (1945). Un *Anchitherium* en el Pontiense español, *Anchitherium sampelayoi*, nova sp. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **14**: 51-82.
- Villaseca, C., Andonaegui, P. y Barbero, L. (1993). *Mapa geológico del plutonismo bercínico de la región central española (Sierra de Guadarrama y Montes de Toledo)*. C. S. I. C., Madrid.
- Viranta, S. (1996). European Miocene Amphicyonidae-taxonomy, systematics and ecology. *Acta Zoologica Fennica*, **204**. 61 págs.
- Wang, X. & Martin, L. (1993). Natural Trap Cave. *National Geographic Research and Exploration*, **9** (4): 422-435.
- Warburton, J. & Álvarez, C. (1989). A thrust tectonic interpretation of the Guadarrama Mountains, Spanish Central System. En: *Libro Homenaje a R. Soler, A. G. G. E. P.*, 147-155.
- Webb, S. D. & Taylor, B. E. (1980). The phylogeny of hornless ruminants and a description of the cranium of *Archaeomeryx*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **167**, art. 3: 121-157.
- Werdelin, L. & Turner, A. (1996a). The fossil Hyaenidae of Africa: present status. En: K. M. Stewart & K. L. Seymour (Eds.): *Palaeoecology and Palaeoenvironments of Late Cenozoic Mammals: Tributes to the Career of C. S. Churcher*, 637-659. University of Toronto Press. Toronto.
- Werdelin, L. & Turner, A. (1996b). Mio-Pliocene carnivore guilds of Eurasia. *Acta Zoologica Cracoviensia*, **39**: 585-592.
- Wernert, P. y Pérez de Barradas, J. (1921). El Cuaternario del Valle del Manzanares (Madrid). *Ibérica*, **375**: 233-235.
- Wernert, P. y Pérez de Barradas, J. (1925). El yacimiento paleolítico de San Isidro. Estudio bibliográfico-crítico. *Revista de la Biblioteca, Archivos y Museos del Ayuntamiento de Madrid*, **2**: 31-68.

-Wernert, P. y Pérez de Barradas, J. (1930). El yacimiento paleolítico de El Sotillo. *Anuario de Prehistoria Madrileña*, **1**: 1-59.

-White, J. A., McDonald, G. H., Anderson, E. & Soiset, J. M. (1984). Lava blisters as carnivoran traps. *Special Publication of the Carnegie Museum of Natural History*, **8**: 241-255.

-Woodburne, M. O. (1989). Hipparion horses: a pattern of endemic evolution and intercontinental dispersal. En: D. R. Prothero & R. M. Schoch (Eds.): *The Evolution of Perissodactyls*, 197-233. Oxford Univ. Press. New York. 537 págs.

-Wyss, A. R. & Flynn, J. J. (1993). A Phylogenetic Analysis and Definition of the Carnivora. En: F. S. Szalay, M. J. Novacek & M. C. McKenna (Eds.): *Mammal Phylogeny, Placentals*, 32-52. Springer-Verlag. 321 págs.

-Zulueta, A. y Amoedo, F. (1906). Sobre la tortuga fósil encontrada en Vallecas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **6**: 121-122.

Anexo Bibliográfico

-Planimetría. Dirección General de Patrimonio Cultural.

-Planos y Folletos Divulgativos. Consorcio Urbanístico del Pasillo Verde Ferroviario.

-Varios Autores (1987). 130 años de Arqueología Madrileña. Consejería de Educación y Cultura. Comunidad de Madrid.



Comunidad de Madrid

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Dirección General del Patrimonio Histórico-Artístico