

PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA (MICROMAMÍFEROS) DEL MIOCENO MEDIO Y SUPERIOR DEL SECTOR CENTRAL DE LA CUENCA DEL DUERO*

N. LÓPEZ MARTÍNEZ, E. GARCÍA MORENO, M. A. ÁLVAREZ SIERRA**

RESUMEN.— En el sector central de la Cuenca del Duero se han seleccionado 14 asociaciones de Micromamíferos de un total de más de 80 localidades fosilíferas, estableciéndose una secuencia de 4 biozonas para el tránsito Mioceno medio-M. superior en una secuencia sedimentaria de unos 200 m. La biozonación castellana ha sido correlacionada con las de las cuencas aragonesas y catalanas, integrándose los resultados en una secuencia biocronológica general para este período en España, que puede extenderse a otras regiones del área mediterránea. Se discute la utilización de marcadores biocronológicos, proponiéndose la correlación de biosecuencias en su lugar, y el establecimiento de una cronoestratigrafía basada en rupturas tecto-sedimentarias, más general que la actual basada en transgresiones marinas sin efectos sobre las cuencas endorreicas.

ABSTRACT.— In the central area of the Duero Basin, 14 micromammal associations have been selected over a total of 80 fossil bearing localities, and a 4-biozone sequence has been established for the Middle-Late Miocene transit, on a sedimentary sequence about 200 m thick. The four assemblage zones are:

a) at the bottom, the *Megacricetodon lopezae* zone. This zone also contains *M. minor*, *M. crusafonti*, *Peridyromys rex*, *Chalicomys jaegeri* and *Prolagus major*.

b) the *Megacricetodon ibericus* zone. Other taxa present in this zone are *Microdyromys koenigswaldi* and *Ramys perezii*.

c) the *Cricetulodon hartenbergeri* zone. It also contains *Megacricetodon freudenthali*, *Ramys perezii* and *Eomyops catalaunicus*. *Progonomys hispanicus* is present in small number.

d) the *Progonomys hispanicus* zone. This zone also contains *Myolidus sinuosus*, *Ramys cf. multicrostus* and *Rotundomys montisrotundi*.

* Trabajo realizado en el marco del Proyecto 1785-82 MO-02, «Bioestratigrafía del Terciario de la Cuenca del Duero», subvencionado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT).

** Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.

The biozonation of the Duero Basin (Castilla) has been correlated with that of the Calatayud-Daroca Basin (Aragón) and that of the Vallés-Penedés Basin (Cataluña). A general biochronological sequence results for this period in Spain, which may be extended to other mediterranean regions. The use of biochronological markers is discussed. The correlation of biosequences and the establishment of a more general chronostratigraphy based on tecto-sedimentary ruptures is proposed.

Palabras clave: Bioestratigrafía, Micromamíferos, Mioceno medio, Mioceno superior.

Key words: Biostratigraphy, Micromammals, Middle Miocene, Upper Miocene.

INTRODUCCIÓN

Los sedimentos fluvio-lacustres del Mioceno continental que rellenan la Cuenca del Duero afloran en el sector central en continuidad y horizontalidad, con más de 200 m. de potencia. Sus característicos afloramientos en cerros planos o páramos forman un triángulo de una superficie mayor de 10.000 km², situado entre las poblaciones de Burgos, Tiedra (Zamora) y Cuéllar (Segovia) (Fig. 1).

La litología fundamentalmente carbonática de las facies sedimentarias ha protegido a este sector de la erosión, mientras que grandes extensiones de depósitos detríticos finos han sido denudados alrededor. Las condiciones de preservación de restos orgánicos en este área son muy favorables. Se han citado y descrito asociaciones fósiles de Algas, Polen, Macrorestos vegetales, Foraminíferos, Ostrácodos, Peces, Anfibios, Reptiles, huevos y huesos de Aves, Grandes Mamíferos y Micromamíferos. Los principales antecedentes paleontológicos de este área se encuentran en HERNÁNDEZ-PACHECO (1915), ROYO y GÓMEZ (1922), HERNÁNDEZ-PACHECO (1933), ALBERDI *et al.* (1981), I Reunión sobre Geología de la Cuenca del Duero (Salamanca, editado por el IGME en 1982) LÓPEZ y SANCHIZ (1982), GONZÁLEZ *et al.* y RIVAS *et al.*, en este volumen.

Las características estratigráficas y paleontológicas del área son muy favorables para el establecimiento de secuencias bioestratigráficas, lo que es excepcional en las cuencas terciarias continentales. La mayoría de ellas presentan muchas dificultades para esta finalidad: la deformación tectónica y los rápidos cambios laterales de facies dificultan la correlación litoestratigráfica, y el registro fósil en medios continentales presenta heterogeneidad, falta de continuidad y mala preservación. En el sector central de la Cuenca del Duero, por el contrario, la sedimentación presenta relativamente mayor continuidad lateral de facies, las asociaciones fósiles, homogéneas y comparables, se encuentran en facies recurrentes de margas oscuras, y además no hay deformación tectónica, conservándose una suave pendiente deposicional del orden del 0,3%.

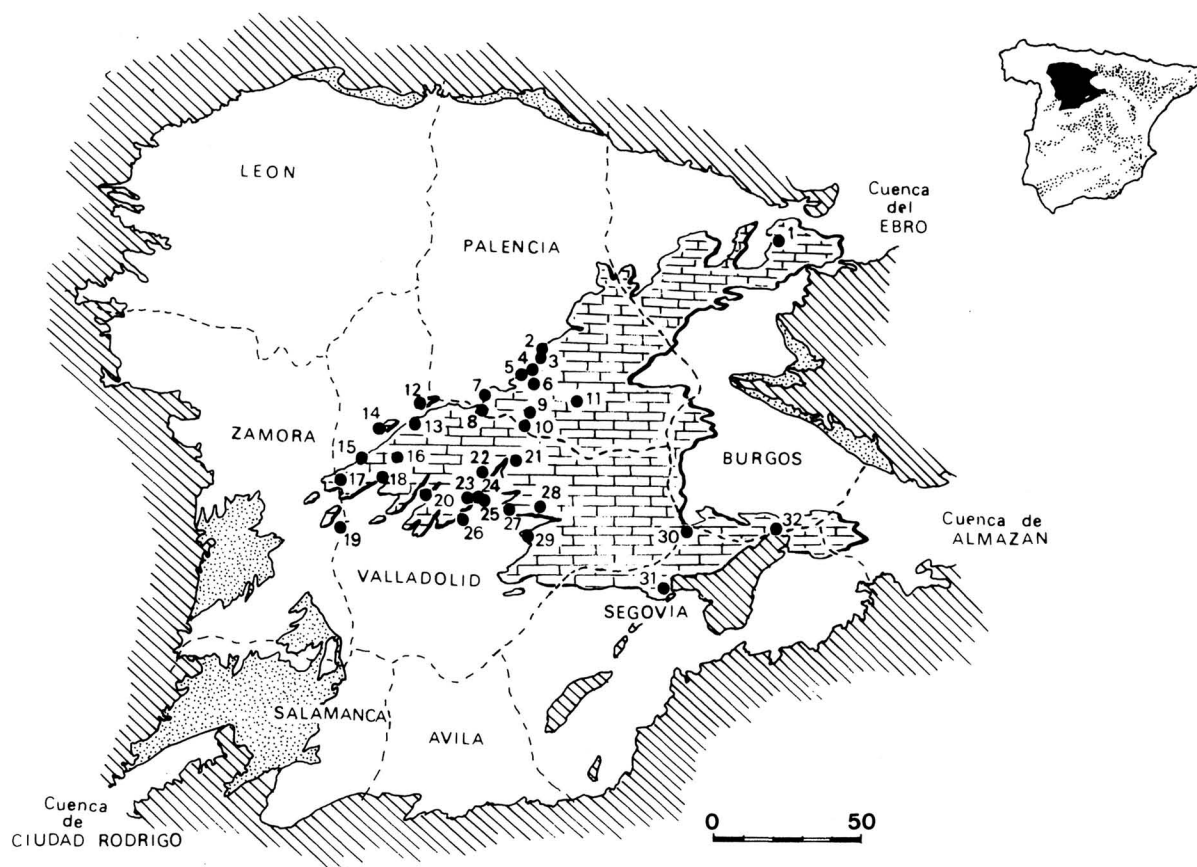


Figura 1. Extensión de las facies carbonáticas y evaporíticas de la Cuenca del Duero, con la situación de las localidades fosilíferas muestreadas. Los números hacen referencia a los nombres de la Tabla 1. Rayado oblicuo = substrato anteterciario. Punteado = Paleógeno. En blanco = Neógeno detrítico, y en trama de ladrillos = facies carbonáticas y evaporíticas.

Hasta ahora, sin embargo, no se había conseguido establecer una secuencia bioestratigráfica en esta cuenca. La mayoría de los estudios paleontológicos son locales, y ofrecen dataciones puntuales por correlación con otras cuencas. Ello es debido en parte a la enorme extensión de la Cuenca del Duero, que ha sido estudiada sólo en sectores aislados, y a la escasa densidad de yacimientos y fósiles. Los restos orgánicos son variados y constantes, pero se encuentran muy dispersos y es necesario un gran esfuerzo de prospección y concentración.

Por esta razón hemos realizado un proyecto de prospección y extracción de Micromamíferos en esta cuenca, que nos permita establecer una biozonación regional. Los Micromamíferos son los fósiles más utilizados en biocronología continental y en las correlaciones marino-continentales (ROGL y STEININGER, 1983).

La secuencia de la Cuenca del Duero permite corroborar las biocronozonas establecidas sin base estratigráfica, así como analizar el significado de las edades de Mamíferos en una secuencia bioestratigráfica. Por primera vez podemos proponer una biozonación en secuencia continua que abarque el tránsito Mioceno medio-Mioceno superior (ver *ÁLVAREZ et al.* 1985).

MATERIAL Y MÉTODOS

Desde 1978 hemos dedicado nuestros esfuerzos a prospectar y explotar las capas favorables a la preservación de Micromamíferos en la Cuenca del Duero. En el Cuadro 1 se puede observar, por el número de localidades muestreadas y la cantidad de sedimento tamizado, la importancia del esfuerzo realizado en estos 8 años. La unidad de muestreo es el saco, que pesa entre 25 y 30 Kg. Los 2.583 sacos recogidos corresponden a unas 70 Tm de sedimento tratado. El total de dientes yugales recolectados, que permiten la identificación específica de Roedores y Lagomorfos es de unos 1.600, lo que supone, en relación con el peso del sedimento, unos 0,02 dientes por kilo, de densidad media. Los Peces constituyen la mayor proporción de restos óseos en las muestras.

Los niveles muestreados son fundamentalmente margas oscuras que contienen restos de Gasterópodos y vegetales. Corresponden a depósitos de ciénagas en medios de llanura de inundación fluvial y lacustre (SÁNCHEZ DE LA TORRE *et al.* 1982). Los espesores de las capas muestreadas son muy pequeños, entre 4 y 20 cm, y no contienen cicatrices sedimentarias observables, ni estructuras tractivas. En muy raros casos (señalados con un asterisco) se han muestreado sedimentos terrígenos.

Las muestras han sido sometidas a secado, lavado y tamizado con 0,5 mm de malla y a decalcificación con ácido acético al 10-25%. El concentrado ha sido seleccionado con lupa binocular.

Siguiendo los criterios establecidos en los sucesivos congresos del RCMNS, el uso de pisos marinos debe ser evitado en referencias a series continentales. La escala cronoestratigráfica continental, aún incompleta, se debe fundamentar en secuencias bioestratigráficas regionales. La correlación entre biozonas conduce a una escala biocronológica (zonas standard o biocronozonas). Para el Terciario continental, sin embargo, se dispone de escalas biocronológicas (la escala de MEIN, 1975 o Unidades MN, es una de las más usadas), que en muchos períodos no están fundamentadas en secuencias bioestratigráficas. En esos casos la escala biocronológica está basada en criterios estrictamente paleontológicos, y la secuencia bioestratigráfica serviría de test de la secuencia biocronológica. Actualmente se observa la peligrosa tendencia de variar el contenido de las biocronozonas a medida que las biozonaciones regionales las van refutando.

No estando completo el estudio bioestratigráfico del Terciario continental en ninguna parte del mundo, se utilizan divisiones biocronológicas mayores, «Edades de Mamíferos», en vez de unidades cronoestratigráficas. La definición de estas edades se basa en la aparición de un taxón de rango continental o intercontinental. Tal es el caso, por ej. en Eurasia, del género *Anchitherium*, cuya aparición marca el inicio del Aragoniense, del género *Hipparion* que marca la edad

CUADRO 1: Distribución de las muestras recogidas por localidades y por años. La unidad de muestreo es el saco, que equivale a 25 o 30 Kg. de peso de sedimento. Se han marcado con un asterisco las localidades con facies detríticas.

Nº Mapa	Muestras	Años									Total Sacos
		1978	79	80	81	82	83	84	85		
BU.	1	Castrillo 1-2					6				6
PALENCIA	2	Miranda 1-2	4	12							16
	3	Otero 1-3	11			60					71
	4	M. Viejo	2								2
	5	Autilla 1-2-Ram.	5			60					65
	6	Cerrato 1-2	2								2
	7	Torremormojón 1	2			80		10			92
		TM 1a	1			10					11
		TM 2	2					29			31
		TM 3	4				22	15			41
		TM 4-4B	18			45		7			70
		TM 5A-D	1				8	51		45	105
	TM 6A-D*	2				43	20			65	
	TM 6B	5			55		23			83	
8	Ampudia 1-2	4								4	
	AMP 3	2		91						93	
	AMP 4-5	4								4	
	AMP 6	10		12						22	
	AMP 7-8	5								5	
	AMP 9	11		87				40	586	724	
9	Dueñas 1-2	4		10						14	
10	Cubillas 1-2	2								2	
	Frausilla 1-2	3								3	
11	Reinoso 1-3						3	12		15	
VALLADOLID	12	Buenaventura 1-2						6		6	
		BV 3						5	50	55	
		BV 4						5	4	9	
		BV 5						5	40	45	
		BV 6						3		3	
	13	Valverde 1-3							9	9	
	14	Tordehumos 1*						3	36	39	
		TH 2						3		3	
		TH 3						3	48	51	
	15	Urueña 1-6							26	26	
16	Espina 1-2							14	60	74	
17	Tiedra 1-2						6		6		
18	S.C. de Mazote 1-2						10	65	75		
19	Casasola 1-2						10	60	70		
20	Torrelobatón 1-2						10	90	100		

CUADRO 1: (continuación).

	Nº Mapa	Años									Total Sacos
		Muestras	1978	79	80	81	82	83	84	85	
VALLADOLID	21	Polvorín		11							11
	22	Fuensaldaña*		3							3
	23	Zaratán		11							11
	24	Valladolid 1-2		18	103						121
	25	Girón 1-2		3							3
	26	Simancas 1*-2		3	73						76
	27	Cistiérniga 1-2			1					5	6
		S. Cristóbal						3			3
	28	Duredos 1-2		12	100						112
29	Parrilla						5	60		65	
	Tudela								5	5	
SG.	30	Fuentelisendo					2				2
	31	Los V. Fuentidueña*	11	25	2	2	2				42
	32	Montejo V.S.*							4	2	6
		TOTAL	115	99	478	312	83	235	558	703	2583

Vallesiense, o los géneros “*Elephas*” (*Mammuthus*), y *Equus*, marcadores del Villafranquiense.

El uso de distintos criterios biocronológicos, basados en distintos grupos faunísticos, ha llevado a una situación confusa, donde por ej., un límite mayor se incluye dentro de una unidad menor (AGUSTI, 1981; GARCÍA-MORENO, 1983; ÁLVAREZ y col., 1985). Muchos autores reclaman la redefinición de las «Edades de Mamíferos» con una base bioestratigráfica, finalidad que se persigue en Europa desde el congreso de Múnich (1975).

En esta óptica, nuestro método consiste en establecer una biozonación regional basada en Micromamíferos siguiendo los siguientes pasos:

- 1.- correlación litoestratigráfica basada en criterios estratigráficos.
- 2.- sucesión de niveles faunísticos.
- 3.- análisis sistemático de las faunas de Micromamíferos (Roedores y Lagomorfos).
- 4.- subdivisión de la secuencia faunística y estratigráfica en unidades bioestratigráficas. Asimismo, identificamos la presencia o ausencia de los Macromamíferos marcadores de «Edades de Mamíferos» (los équidos *Anchitherium* e *Hipparion*, para el periodo que nos ocupa).

Posteriormente, correlacionaremos nuestra biozonación con otras biozonaciones propuestas para este período en otras cuencas. Por último confrontaremos los resultados bioestratigráficos con las escalas biocronológicas. La nomenclatura de las unidades bioestratigráficas es la propuesta por FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1985.

LITOESTRATIGRAFÍA

Hemos escogido para el estudio bioestratigráfico cinco cortes situados al S de Palencia y al N de Valladolid. En ellos son visibles, y aparecen en continuidad cartográfica, las cinco unidades litoestratigráficas distinguidas, con una potencia de unos 200 m. La descripción que sigue está basada en los principales estudios sobre el Mioceno de este área, entre los que destacan los de HERNÁNDEZ-PACHECO (1912, 1914, 1915, 1921), MABESOONE (1959, 1961), PLANS (1960), PORTERO *et. al.* (1982), la cartografía geológica de Aeroservice (1967) a escala 1:200.000, y las Hojas MAGNA 372 (Valladolid), 343 (Cigales), 311 (Dueñas) y 273 (Palencia).

Las cinco unidades litoestratigráficas definidas en la zona con rango de Formación son las siguientes, de muro a techo:

- 1.- Unidad Limos arcósicos de Villalba de Adaja, en el sector sudoriental, con más de 40 m de potencia y de edad Aragoniense medio.
- 2.- Unidad Margas y calizas de Dueñas, en el sector meridional, con una potencia que oscila entre 0 y 40 m, y de edad Aragoniense medio-superior.
- 3.- Unidad Arcillas y arenas canalizadas de Tierra de Campos, en el sector norte y oeste, con una potencia entre 30 y más de 45 m, de edad Aragoniense superior.
- 4.- Unidad Margas, calizas y yesos de las Cuestas, en el sector central, con potencia comprendida entre 50 y 70 m, y de edad Aragoniense superior Vallesiense superior.
- 5.- Unidad Calizas de los Páramos, en puntos aislados del sector central, con potencias desde 20 m, y erosionada por otro ciclo sedimentario atribuido al Plioceno. Su edad no se conoce, y ha sido asignada al Turoliense.

Unidad «Limos arcósicos de Villalba de Adaja».

Fue definida por CORRALES *et al.* (1978). Se compone de limos arcósicos rojizos y gris-verdosos entre los que se intercalan pequeños canales de arenas finas a gruesas. Las arenas y los limos se disponen en secuencias granodecipientes que pueden terminar en calizas si no están erosionadas por el ciclo siguiente. El espesor de los ciclos es de 2 a 4 m. En la base de los niveles arenosos se conservan ocasionalmente laminaciones debidas a estratificación cruzada de dunas. El mecanismo de sedimentación principal de esta unidad parecen ser las coladas de fango con pequeños canales efímeros.

Unidad «Margas y calizas de Dueñas».

Esta unidad ha sido definida por DEL OLMO *et al.* (1982). Se trata de margas y arcillas calcáreas de color blanco y gris claro, con intercalaciones de limos salinos en los que no hay cristales de yeso diagenético. En la base de la unidad aparecen intercalaciones de calizas de 30 a 50 cm con un 10% de bioclastos. Esta unidad desaparece en dirección sur y oeste, por cambio lateral con las unidades supra e infrayacentes. Se atribuye a depósitos de lagos-playas más o menos salinas.

Unidad «Arcillas y arenas canalizadas de Tierra de Campos».

Fue definida por HERNÁNDEZ-PACHECO (1915). Está constituida por limolitas y argilitas ocres, con un contenido en carbonatos de hasta el 15%, y con presencia ocasional de yesos diagenéticos a techo de la unidad. Las arenas son de tamaño medio a fino, y presentan dos geometrías: formas canalizadas, que abundan principalmente en la zona sur, y formas planas. Las facies de relleno de canales muestran tamaño gravilla y cantos blandos en la base, laminación cruzada de surco, y estratificación sigmoidal a techo, con frecuentes encostramientos de las superficies de acreción, y suelos calcimormos al techo de cada ciclo. Las secuencias rara vez aparecen completas, abundando las cicatrices entre los paleocanales. La forma de los canales es sinuosa, su anchura es decamétrica y su espesor oscila entre 5 y 8 m. Las arenas de geometría plana son homogéneas, con laminaciones ocasionales de tipo duna, en bancos de potencia menor de 1,5 m. y extensión lateral variable.

Las arcillas y limos presentan frecuentes marmorizaciones debidas a procesos edáficos de gleyficación. El más importante de estos paleosuelos se presenta a techo de esta unidad, con una potencia de 1,5 cm y gran continuidad lateral, indicando una interrupción sedimentaria con prolongado encharcamiento y drenaje deficiente. Toda la unidad representa un sistema de llanura fluvial distal con ríos sinuosos y frecuentes desbordamientos.

Unidad «Margas, calizas y yesos de las Cuestas».

Fue definida por HERNÁNDEZ-PACHECO (1915) en la zona de Palencia. En este área la litología es principalmente evaporítica, con margas yesíferas y yesos de colores claros, grises y gris-verdosos. Hacia el Suroeste los yesos desaparecen, sustituidos por calizas micríticas en bancos de 10 a 30 cm y margas oscuras con abundantes bioclastos con potencias de 2 a 50 cm en la zona de Ampudia. En Torremormojón se intercalan en estas secuencias carbonáticas niveles de lutitas

ocres con arenas canalizadas. Estos cambios laterales dificultan la correlación capa a capa. Teniendo en cuenta la pendiente deposicional de la cuenca hacia el Duero y la relación de cotas en los niveles-guía, hemos propuesto la correlación que puede observarse en la Fig. 2, y que difiere de la propuesta por DEL OLMO *et al.* (1982). La evolución lateral y vertical de la litología de esta unidad sugiere un ambiente sedimentario de ciénagas y charcas de salinidad variable que evoluciona a un medio lacustre con frecuentes oscilaciones de expansión y retracción. Los datos derivados del estudio micropaleontológico (Ostrácodos y Foraminíferos) indican una salinidad creciente hasta llegar a condiciones similares a las marinas, en el tramo medio de esta unidad (ver GONZÁLEZ *et al.*, en este volumen).

Unidad «Calizas de los Páramos»

Fue definida por HERNÁNDEZ-PACHECO (1915). Está compuesta en su base por margas y calizas grises con cristales de yeso disperso o reemplazado por pseudomorfos de calcita; por encima aparecen calizas micríticas con moldes de Gasterópodos y hasta un 20 % de bioclastos, estratificados en bancos muy compactos de 1 m. de potencia media, con aspecto oqueroso, porosidad móldica y karstificación sobreimpuesta.

Otro ciclo sedimentario atribuido al Plioceno aparece sobre esta unidad, en afloramientos muy dispersos, y no ha sido considerado en este estudio.

PALEONTOLOGÍA

La fauna más antigua del Duero está representada en Valladolid, donde aparece *Megacricetodon* aff. *collongensis* de morfología avanzada, próxima a *M. crusafonti*. Este cricétido presenta el anterocónido casi siempre simple, mesolofo/ido usualmente largo y posterolofo/ido frecuentemente largo, y siendo de talla algo menor que *M. crusafonti*. Es similar a la población de *Megacricetodon* de Valalto 2B (DAAMS, com. pers.). Aparece asociado a *Prolagus major* y a un gran cricétido del grupo *Cricetodon-Hispanomys*. A partir de esta fauna basal, aún en estudio, las faunas del Duero se pueden dividir en los siguientes grupos:

Faunas con *M. crusafonti* y *Armantomys*:

Esta fauna aparece en Simancas 2. Además de las especies citadas, aparece *M. lopezae* (GARCÍA-MORENO, en este volumen) de talla menor y morfología al-

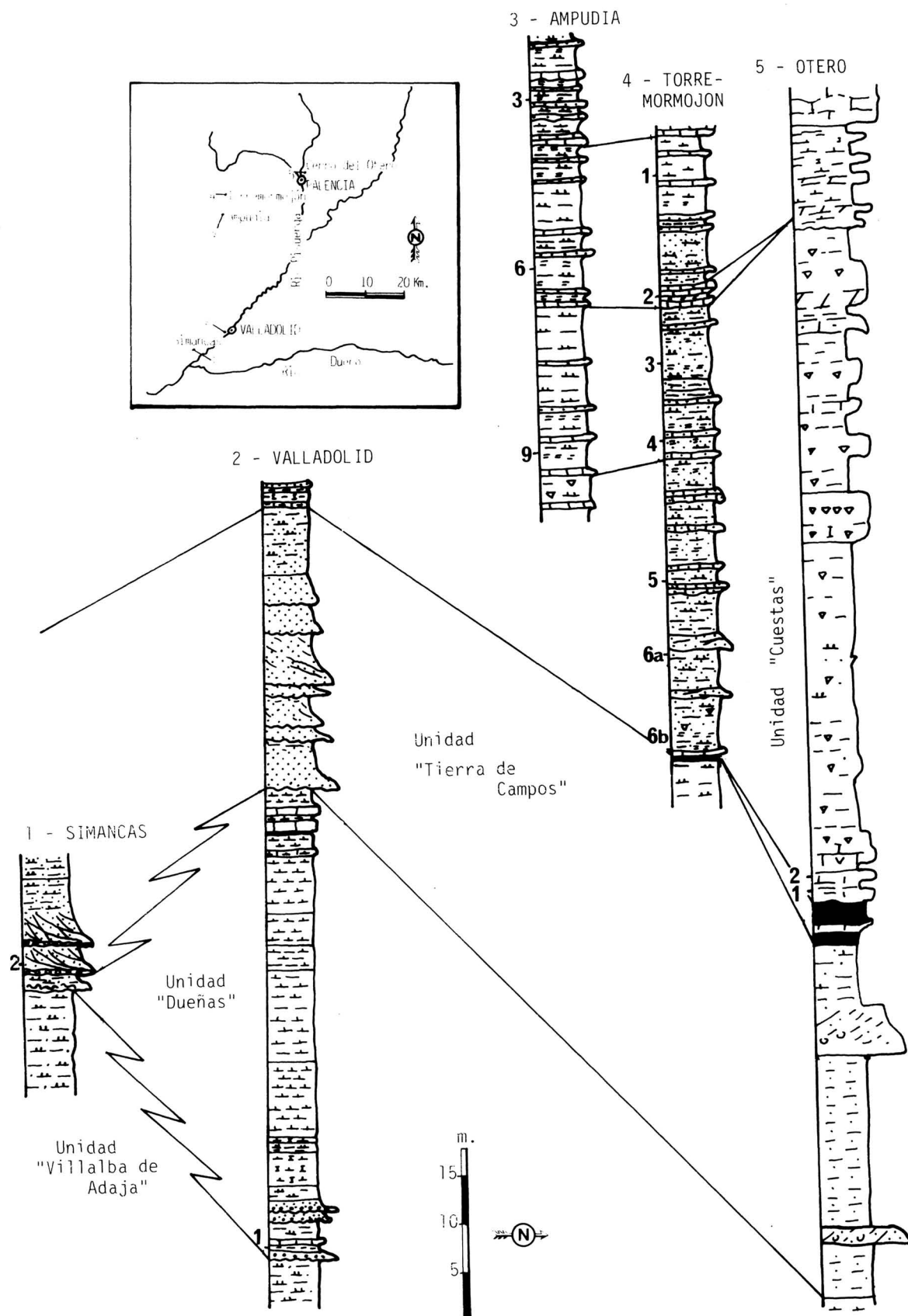


Figura 2. Correlación litoestratigráfica de las columnas de Simancas (1), Valladolid (2), Ampudia (3), Torremormojón (4) y Cerro del Otero (5). La situación de los yacimientos se marca mediante números en su secuencia correspondiente. Las columnas han sido extraídas de DEL OLMO y PORTERO (1982).

go más primitiva que *M. crusafonti*. Está asociado también con *Prolagus major*, de gran tamaño, y con un pequeño castor atribuido a *Euroxenomys minutus*. Podemos incluir dentro de este grupo a las faunas de Otero 1 y 2, que presentan *M. crusafonti* y *P. major* y no contienen glíridos, pero sí un pequeño *M. minor*.

Faunas con *M. lopezae* y *Peridyromys rex*:

Son las de los yacimientos de Torremormojón 6b y 6a. Se caracterizan por presentar *M. lopezae*, básicamente igual al ya descrito, en asociación con otro representante de su género, de talla mucho menor que él y atribuible a la línea *M. minor-M. debruijni*. Aparecen también glíridos: *P. rex* (GARCÍA-MORENO, en este volumen), gran lirón braquiodonto de modelo dentario sencillo y *Microdyromys koenigswaldi*, morfológicamente concordante con su población-tipo. Los castores están representados por *Chalicomys jaegeri*, de gran tamaño, y los lagomorfos por *P. major*, igualmente de tamaño grande, y *P. oeningensis* de talla algo menor.

Faunas con *M. ibericus*:

Están representadas en Torremormojón 5. Este *Megacricetodon*, similar al que aparece en Carrilanga 1 (DAAMS, com. pers.), presenta bien desarrollados los caracteres diagnósticos de su especie, con anterocónidos bien divididos, mesolofos ausentes o vestigiales y posterosenos muy reducidos. Aparece asociado a un lirón de modelo dentario muy complicado *Ramys perezii* (ÁLVAREZ SIERRA, en este volumen), a *Cricetodon-Hispanomys* (del que sólo se conoce un incisivo superior), y a *E. minutus*, sin diferencias aparentes con el de Simancas 2.

Faunas con *Cricetulodon hartenbergeri* y *M. freudenthali*:

Están presentes en Ampudia 9, TM 4, TM 3 y TM 2. La especie de *Cricetulodon* es algo más primitiva que la de su población-tipo (Pedregueras 2C), con anterocónidos generalmente simples, siendo muy similar a la población de Pedregueras 2A (FREUDENTHAL, 1966). Entre los lirones aparecen *R. perezii*, muy similar al de TM 5, y *Myomimus* cf. *dehmi*, escasamente representado. El pequeño *Megacricetodon freudenthali* (G. MORENO en este volumen) es muy primitivo, posee anteroconos simples o bilobulados, anterocónidos simples, y largos mesolofos/idos. En Ampudia 9 aparecen los Múridos en muy escasa proporción, representados por *Progonomys hispanicus*. El lagomorfo asociado es *P. crusafonti*.

Faunas con *Progonomys hispanicus* y *Rotundomys montisrotundi*:

Están representadas en los yacimientos AMP 6, AMP 3 y TM 1. *P. hispanicus* es similar al que aparece en la asociación de AMP 9, pero esta vez se presenta en proporción mucho más abundante. *R. montisrotundi* es similar al del Vallesiense superior de Montredon. Sigue apareciendo el género *Ramys* representado por una forma algo más pequeña que *R. perezii* y con mejor desarrollo de las crestas accesorias, por lo que se le ha atribuido provisionalmente a *R. cf. multicrestatus*. Esta población de *Ramys* presenta una morfología ligeramente más simple que las poblaciones de Pedregueras 2A y 2C y Biodrak de *Ramys multicrestatus* y por ahora su nomenclatura permanece abierta.

Aparece también *Myolodus sinuosus* (ÁLVAREZ-SIERRA, en este volumen) en gran proporción. Se trata de un lirón de modelo dentario muy complejo, que presenta endolofido con gran frecuencia. *Hispanomys* y *E. minutus* completan la lista de Roedores, el lagomorfo que aparece es un *P. crusafonti* similar al integrante de las faunas anteriores.

BIOESTRATIGRAFÍA

Las faunas seleccionadas y situadas en la secuencia estratigráfica han sido subdivididas en cuatro biozonas de conjunto o cenozonas, tal como puede verse en la Fig. 3. Estas biozonas han sido definidas formalmente por ÁLVAREZ-SIERRA *et al.* (1985) y son aquí explicadas y completadas.

La biozona *Megacricetodon lopezae* incluye al menos desde el nivel de Simancas 2, en el contacto entre las Unidades de Dueñas y Tierra de Campos, hasta el nivel de Torremormojón 6a, en la base de la Unidad Cuestas. Tiene una potencia de más de 60 m, y se caracteriza por una asociación de *M. lopezae* con *M. crusafonti* muy evolucionado, denominado informalmente *M. crusafonti-ibericus sensu DAAMS* (en preparación) por GARCÍA y ÁLVAREZ (en este volumen). En esta biozona se incluyen también los taxones *Armantomys*, *M. minor*, *P. rex*, *Euroxenomys minutus*, *Chalicomys jaegeri* y *P. major*.

En la base de la Unidad Dueñas, la fauna de Valladolid 1 se distingue de la biozona *Megacricetodon lopezae* y debe ser incluida en otra biozona. Su definición formal y la identificación del límite entre ambas zonas será objeto de trabajos próximos, cuando sean estudiadas las faunas de la Unidad Dueñas (GARCÍA MORENO, tesis doctoral en curso).

La biozona *Megacricetodon ibericus* ha sido identificada únicamente en el corte de Torremormojón, en el nivel TM5. Muestra una asociación compuesta

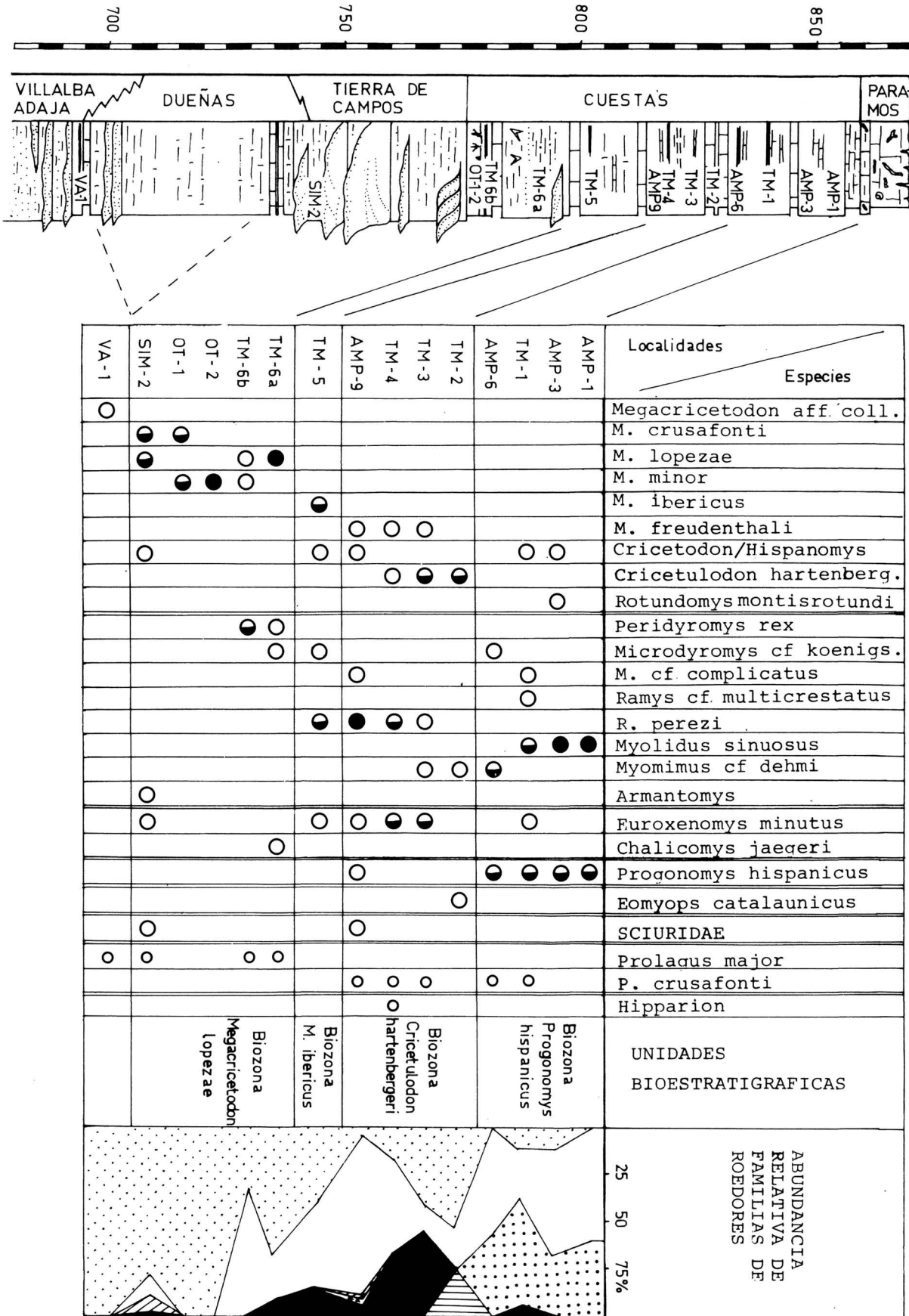


Figura 3. Distribución de las faunas de Micromamíferos del Sector Central de la Cuenca del Duero según la secuencia litoestratigráfica, y división en Unidades bioestratigráficas. A la derecha se ha indicado la proporción relativa por familias de las asociaciones de Roedores. En los círculos, negro significa más del 50%, blanco y negro entre 30 y 50%, blanco menos del 30%. Cricétidos puntos finos; Glíridos blanco; Múridos puntos gruesos; Castóridos, negro; Sciúridos rayas oblicuas y Eomyidos rayas verticales.

fundamentalmente por *M. ibericus* y *Ramys perezii*. Su interés radica en mostrar la superposición de *M. ibericus* sobre *M. crusafonti* evolucionado, facilitando así su correlación con otras cuencas. La potencia de esta biozona es poco más de 15 m, y nuevos muestreos son necesarios para localizarla también en otros cortes.

La biozona *Cricetulodon hartenbergeri* tiene también unos 15 m de potencia. El taxón que da nombre a la zona es un inmigrante asiático común en toda la Cuenca del Duero y frecuente en Europa occidental y en Asia menor. En la parte media de la Unidad de las Cuestas aparece asociado a *Ramys perezii*, *Megacricetodon freudenthali*, *Euroxenomys minutus* y *Prolagus crusafonti*. En esta biozona se registra el género *Hipparion* en el corte de Torremormojón (nivel TM4), así como en otras faunas con *Cricetulodon* (El Lugarejo, LÓPEZ MARTÍNEZ, 1977, y Los Valles de Fuentidueña, ALBERDI 1981) de la cuenca del Duero. El múrido *Progonomys hispanicus* aparece en pequeña proporción en Ampudia 9. Estos dos taxones, por su rara frecuencia, no son considerados característicos de esta biozona, pero son importantes marcadores biocronológicos y serán discutidos más adelante.

Por último, la biozona *Progonomys hispanicus* incluye los niveles del techo de la Unidad de las Cuestas, con una potencia de 25 m. En ella el múrido *P. hispanicus* constituye una gran proporción de la asociación, que comparte con el lirón *Myolidus sinuosus* y con *P. crusafonti*. Aunque con escasa abundancia es de destacar la presencia de *Rotundomys montisrotundi*.

La gran proporción de taxones endémicos hallados hasta ahora en la cuenca del Duero (*M. lopezae*, *M. freudenthali*, *R. perezii*, *M. sinuosus*) dificulta las correlaciones bioestratigráficas con otras cuencas. Sin embargo, algunos de estos taxones pueden no haber sido reconocidos aún en otras regiones, y ser sólo aparentemente endémicos. Este es el caso por ej. de *M. freudenthali*, que puede ser conespecífico del hamster llamado por MEIN (1985) *M. aff. debruijini* en Ecotet (cuenca del Ródano). Estos casos serán útiles en el futuro, pero para la correlación actualmente debemos servirnos sólo de las especies reconocidas comunes entre la cuenca del Duero y otras áreas.

CORRELACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS Y BIOCRONOLOGÍA

La secuencia bioestratigráfica definida en la Cuenca del Duero para el Mioceno medio-superior puede ser correlacionada con otras secuencias faunísticas descritas, con mayor o menor soporte estratigráfico, en las cuencas de Calatayud-Teruel y Vallés-Penedés. Para el período considerado existen zonaciones basadas

en micromamíferos definidas por DAAMS y FREUDENTHAL (1981) en Daroca-Calamocha, y por AGUSTÍ (1981) en el Vallés-Penedés. En el cuadro 2 se puede observar una correlación de las tres zonaciones.

La biozona *Megacricetodon lopezae* en la cuenca del Duero presenta en su base *M. crusafonti* muy semejante al que existe en el techo de la biozona G en Daroca. *Microdyromys* y *P. major* son también comunes a ambas biozonas. Numerosas diferencias existen entre estas faunas. Los tres taxones citados están ausentes de la biozona *Fahlbuschia crusafonti* del Vallés; *M. lopezae* es desconocido fuera del Duero; *Armantomys* y los castóridos están prácticamente ausentes de la zona G en Aragón.

La biozona *M. ibericus* suprayacente comparte el taxón marcador con la zona H en Daroca. En esta última se encuentran asimismo *Hipparion* e *Hispanomys* entre los taxones característicos que hacen su aparición en esta unidad. *M. ibericus* también está presente en la biozona *Fahlbuschia crusafonti* en el Vallés-Penedés, junto con *Cricetodon* e *Hispanomys*. *Hipparion* aparece en la parte media de esta unidad. En Castilla y Aragón aumenta la proporción de castores y lirones en esta biozona.

La presencia de *Cricetulodon* es un criterio de correlación de las biozonas suprayacentes de las tres cuencas: zona C. *hartenbergeri* en el Duero, zona I en Daroca y zona *Cricetulodon* en el Vallés. Otros elementos comunes son *Eomyops catalaunicus* en Castilla y Cataluña, y en pequeña proporción *Progonomys hispanicus* en las tres cuencas.

Por último, las asociaciones dominadas por *Progonomys* se superponen a las biozonas anteriores en el Duero y el Vallés (biozonas *P. hispanicus*, de idéntica denominación por diferente contenido). En ambas regiones se encuentra asimismo *Rotundomys*, que en el Vallés persiste de la zona anterior. La abundancia de *Myolidus* y otros lirones confieren a esta asociación un aspecto muy peculiar en la cuenca del Duero. VAN DE WEERD (1976) define en Teruel una biozona con la misma denominación pero de distinta composición. Se asemeja más a la fauna catalana en que contiene dos especies de *Progonomys*, pero difiere en que presenta *Parapodemus* y dos *Hispanomys*.

En base a las correlaciones establecidas, es posible generalizar para este período una secuencia biocronológica sintética para las tres regiones. Inicialmente aparecen asociaciones con dos especies de *Megacricetodon*. Al final de este período se encuentra la biocronozona *Megacricetodon ibericus* caracterizada por esta especie, y que presenta asociaciones con *Hispanomys* y ocasionalmente con *Hipparion*. Sigue la secuencia con la biocronozona *Cricetulodon hartenbergeri*, en la que se halla también un pequeño *Megacricetodon*, así como *Eomyops* y muy raras veces *Progonomys*. Por último, en la biocronozona *Progonomys hispanicus* aparecen asociaciones dominadas por este múrido que contienen también *Rotundomys*.

CUADRO 2: Correlaciones bioestratigráficas y biocronología del tránsito Mioceno medio-Mioceno superior en España. Se indica asimismo la posible correlación con la biocronología de Turquía. Con un asterisco se ha marcado en cada secuencia el registro más antiguo del género *Hipparion*, cuya aparición marca el límite Aragoniense/Vallesiense.

BIOESTRATIGRAFÍA

BIOCRONOLOGÍA

CASTILLA	ARAGÓN	CATALUÑA	ESPAÑA	TURQUÍA
biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biocronozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biocronozona E (<i>Progonomys y Parapodemus</i>)
biozona <i>Cricetulodon hartenbergeri</i> *	biozona I	biozona <i>Cricetulodon</i>	biocronozona <i>Cricetulodon hartenbergeri</i>	biocronozona D (<i>Progonomys</i>) *
biozona <i>Megacricetodon ibericus</i>	biozona H *	biozona <i>Fahlbuschia crusafonti</i> *	biocronozona <i>Megacricetodon ibericus</i>	biocronozona C (<i>Cricetulodon</i>)
biozona <i>Megacricetodon lopezae</i>	biozona G		faunas con 2 especies de <i>Megacricetodon</i>	biocronozona B (<i>Megacricetodon</i>)
	biozona F			

ÁLVAREZ y col., 1985.

DAAMS y FREUDENTHAL, 1981; WEERD, 1976.

AGUSTI, 1981

LÓPEZ y col., 1986

UNAY y DE BRUIJN, 1984

CUADRO 2. Correlaciones bioestratigráficas y biocronología del tránsito Mioceno medio-Mioceno superior en España. Se indica asimismo la posible correlación con la biocronología de Turquía. Con un asterisco se ha marcado en cada secuencia el registro más antiguo del género *Hipparion*, cuya aparición marca el límite Aragoniense/Vallesiense.

BIOESTRATIGRAFÍA		BIOCRONOLOGÍA		
CASTILLA	ARAGÓN	CATALUÑA	ESPAÑA	TURQUÍA
biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biocronozona <i>Progonomys hispanicus</i>	biocronozona E (<i>Progonomys y Parapodemus</i>)
biozona <i>Cricetulodon hartenbergeri</i> *	biozona I	biozona <i>Cricetulodon</i>	biocronozona <i>Cricetulodon hartenbergeri</i>	biocronozona D (<i>Progonomys</i>) *
biozona <i>Megacricetodon ibericus</i>	biozona H *	biozona <i>Fahlbuschia crusafonti</i> *	biocronozona <i>Megacricetodon ibericus</i>	biocronozona C (<i>Cricetulodon</i>)
biozona <i>Megacricetodon lopezae</i>	biozona G		faunas con 2 especies de <i>Megacricetodon</i>	biocronozona B (<i>Megacricetodon</i>)
	biozona F			

ÁLVAREZ y col., 1985.

DAAMS y FREUDENTHAL, 1981; WEERD, 1976.

AGUSTI, 1981.

LÓPEZ y col., 1986.

UNAY y DE BRUIJN, 1984.

Esta secuencia biocronológica puede ser correlacionada con las de otros puntos del Mediterráneo, como la de Turquía (UNAY y DE BRUIJN, 1984; ver Cuadro 2) y puede ser generalizada para el tránsito Mioceno medio-Mioceno superior en esta región.

Con esta biocronología generalizada basada en la correlación bioestratigráfica, es posible contrastar la adecuación de las escalas biocronológicas en uso, establecidas sin base estratigráfica. Dos escalas han sido propuestas para el conjunto del Neógeno europeo, con criterios exclusivamente paleontológicos: la de MEIN, 1975 (unidades MN) y la de AGUILAR (1981) (ver Cuadro 3).

Ambas escalas difieren básicamente en los criterios de agrupación de faunas, dado que se opera con asociaciones locales aisladas entre sí y estratigráficamente desconectadas. MEIN (1975) agrupa faunas de toda Europa, reuniendo marcadores biocronológicos que no aparecen juntos. Este defecto es evitado por AGUILAR (1981), que por otra parte tampoco especifica sus criterios de biocorrelación; p. ej., su unidad C4 no tiene ningún taxón común entre la Península Ibérica y Francia. En el interior de cada unidad ambos autores distinguen subunidades, de manera implícita o explícita. Así, p. ej., la unidad CS de AGUILAR sería más antigua en Francia que en España.

El uso de estas escalas ha llevado al establecimiento de varios criterios para situar una fauna determinada en una unidad: 1) la presencia de un biomarcador; 2) la ausencia de un taxón marcador de las unidades adyacentes a la escogida, 3) la superposición estratigráfica sobre una fauna situada en una unidad más antigua, en caso de falta del primer criterio, y 4) la presencia de un posible descendiente de un biomarcador anterior. Como resultado, durante los últimos años se han ido incluyendo en cada unidad las asociaciones más heterogéneas sin criterios de correlación.

La atribución de una unidad bioestratigráfica a una determinada unidad cronoeestratigráfica es actualmente imposible en el Terciario continental. En su defecto se utilizan las divisiones biocronológicas mayores denominadas «Edades de Mamíferos». En Norteamérica han sido definidas como períodos caracterizados por una asociación faunística determinada, y en Europa como períodos comprendidos entre dos eventos faunísticos. En nuestro caso, la aparición del género *Hipparion* marcaría el límite entre el Aragoniense (con *Anchitherium*, sin *Hipparion*) y el Vallesiense (con *Hipparion*).

En el cuadro 2 se ha señalado con un asterisco el primer registro del género *Hipparion* en cada secuencia. Según la correlación bioestratigráfica establecida, esta aparición es diacrónica en las distintas cuencas españolas, así como en el Mediterráneo oriental y en las numerosas cuencas asiáticas y norteamericanas donde este género ha sido registrado (WOODBURNE *et al.*, 1981). En la cuenca del Vallés, donde se definió el Vallesiense (CRUSAFONT y TRUYOLS, 1959), la aparición

CUADRO 3: Escalas biocronológicas para el tránsito Mioceno medio-superior propuestas por MEIN, 1975 y AGUILAR, 1981.

MEIN, 1975 Unidades	AGUILAR, 1981 Unidades	Península Ibérica	Francia
MN 10	D 2	Progonomys cathalai Rotundomys montisrotundi Progonomys hispanicus	
MN 9	D 1	Progonomys Cricetulodon hartenbergeri Hipparion	
MN 8	C 5	Hispanomys Megacricetodon debruijini	M. germanicus
MN 7	C 4	Cricetodon aguirrei Megacricetodon crusafonti	Hispanomys M. gregarius

de *Hipparion* se registra en mitad de la biozona *Fahlbuschia crusafonti*. Es lógicamente incorrecto, como varios autores han señalado (ÁLVAREZ *et al.*, 1985; MOYA y AGUSTÍ, 1985) situar el límite de una división jerárquicamente superior dentro de una unidad de rango inferior.

El uso de *Hipparion* como fósil-guía ha llevado tradicionalmente a confusiones y errores; p. ej. los problemas con el «Pontiense» hasta su abandono, la cronología de los Siwaliks recientemente rejuvenecida en dos millones de años, y la propuesta de correlación de la zonación turca, que supone diacrónicas dos zonas por considerar la aparición de *Hipparion* como una isocrona (UNAY y DE BRUIJN, 1984; ver Cuadro 2).

La presencia de un taxón concreto en un yacimiento concreto depende de numerosas condiciones paleobiogeográficas, paleoecológicas, tafonómicas y diagenéticas; en el caso de *Hipparion*, se trata de un mamífero extremadamente especializado y es lógico que esté ausente en numerosas asociaciones. En general, consideramos incorrecta la biocorrelación basada en un único marcador, y creemos necesario para proponer una correlación, que existan secuencias con superposición de unidades bioestratigráficas caracterizadas por dos o más marcadores.

CRONOESTRATIGRAFÍA

La cronoestratigrafía se ha basado tradicionalmente en secuencias marinas divididas por eventos transgresivos y regresivos. La existencia de numerosas discontinuidades en los estratotipos clásicos, caracterizados por megafaunas marinas de medios litorales, ha llevado a la búsqueda de nuevos estratotipos con sedimentación más continua y caracterizados por microfósiles planctónicos. Por razones históricas sin embargo, los eventos que limitan las unidades cronoestratigráficas siguen siendo las transgresiones y regresiones marinas. Este tipo de eventos tiene poca o nula significación en las cuencas endorreicas, que poseen un nivel de base propio. La inexactitud y constante variación de las correlaciones marinocontinentales impide trasladar los términos cronoestratigráficos a estratos no marinos. El mero uso de términos geocronológicos (Neógeno, Mioceno) supone ya una inexactitud.

Avanzando por aproximaciones sucesivas, muchos proyectos se dirigen a la magnetoestratigrafía y a la ecoestratigrafía, esperando abrir nuevas escalas para correlación de eventos: inversiones magnéticas, cambios climáticos... etc., que tengan más universalidad que las transgresiones. Dentro de este tipo de líneas de investigación se debe añadir la tectoestratigrafía, o correlación de rupturas de origen tectónico (MEGÍAS, 1982). Estas rupturas, detectables tanto en perfiles sísmicos (POGACSAS, 1985) como en análisis sedimentológico de cuencas, tienen el mis-

mo significado en cuencas marinas y continentales, y son menos recurrentes que las inversiones magnéticas y los cambios climáticos. La síntesis de 16 cuencas continentales españolas (LÓPEZ MARTÍNEZ y col., 1985) ha mostrado que existen ocho rupturas generalizables para el Neógeno, que pueden ser relacionadas con las que existen en cuencas marinas, proporcionando una base cronoestratigráfica muy superior a la que se emplea actualmente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores son deudores de las numerosas personas que han contribuido con su ayuda a la realización de este trabajo: al equipo de CGS-IMINSA que inició el estudio geológico de la región para el IGME, y los supervisores y asesores de este organismo, ambos grupos autores de un excelente trabajo dentro del plan MAGNA que constituye nuestra base litoestratigráfica; los Dres. M. FREUDENTHAL y R. DAAMS que nos brindaron su ayuda desinteresada desde 1980 y han seguido sosteniendo a nuestro equipo; y las numerosas personas que nos han ayudado en las distintas fases de muestreo: C. CARRASCOSA, J. MARTÍNEZ, M. A. SACRISTÁN, M. SÁNCHEZ, C. SESÉ, C. VEGA y F. WANDOSEL, de Madrid; J. I. LACOMBA, de Valencia; G. CUENCA, de Zaragoza; J. AGUSTI, J. GIBERT y L. GIBERT de Sabadell, y G. ABELS, G. NIJBOER y F. DE JONG, de Holanda. Este trabajo se ha beneficiado de la subvención concedida por la C.A.I.C.Y.T. al proyecto 1785/82 M2 «Bioestratigrafía del Terciario de la Cuenca del Duero». La mecanografía se debe a M. A. SACRISTÁN. Las figuras son de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, J. P. (1981). Evolution des Rongeurs Miocènes et Paléogéographie de la Méditerranée occidentale. *Thèse Acad. Montpellier*, 207 p.
- AGUSTI, J. (1981). Roedores Miomorfos del Neógeno de Cataluña. *Tesis Doct. Univ. Barcelona*, 290 p.
- ALBERDI, M. T. (Ed.) (1981). Geología y Paleontología del yacimiento Neógeno continental de Los Valles de Fuentidueña, Segovia (España). *Estudios Geol.* 37 (5-6): 1-516.
- ÁLVAREZ-SIERRA, M. A.; GARCÍA-MORENO, E. & LÓPEZ-MARTÍNEZ, N. (1985). Biostratigraphy and paleoecological interpretation of the Middle-Upper Miocene successions in continental sediments of the Duero Basin, Northern Spain. *Abstracts VIII RCMNS Congress*. Budapest: 66-68.

- CORRALES, I.; CARBALLEIRA, A.; POL, C.; CORROCHANO, A. & ARMENTEROS, I. (1978). Las facies miocenas del sector sur de la Cuenca del Duero. *Publ. Depto. Estrat. Univ. Salamanca*. 9: 7-15.
- CRUSAFONT, M. & TRUYOLS, J. (1959). Sur la caracterisation du Vallèsien. *Mitt. Geol. Gesellschaft*. Wien. 52: 85.
- DAAMS, R. & FREUDENTHAL, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geol.* 62: 1-17.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1985). Diversidad nomenclatorial y unicidad conceptual de las llamadas zonas opelianas. *Actas I Jorn. Paleont.* Zaragoza: 23.
- GARCÍA MORENO, E. (1983). Paleontología y Bioestratigrafía de la zona central de la Cuenca del Duero. Estudio de los Micromamíferos del Mioceno medio de la serie de Torremormojón (Palencia). *Tesis Lic. Univ. Complutense*: 200 p.
- GONZÁLEZ DELGADO, A.; CIVIS, J.; VALLE, M.; SIERRA, J. F. & FLORES, J. A. (1986). Distribución de los Foraminíferos, Moluscos y Ostrácodos en el Neógeno de la Cuenca del Duero. Aspectos más significativos. *Studia Geol. Salman.*
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1914). Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica. *Mem. R. Soc. Española His. Nat.* 9 (4): 443-488.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1915). Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Trab. Com. Inv. Paleont. Prehist.* 5: 1-75.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1921). Nuevos yacimientos de Vertebrados Miocenos, y deducciones de orden paleofisiográfico. *Asoc. Esp. Progr. Ciencias*. Porto. 4 (6): 159-170.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1930). Fisiografía, Geología y Paleontología del territorio de Valladolid. *Trab. Com. Inv. Paleont. Prehist.* 37. 1-205.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1977). Revisión sistemática y bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario inferior de España. *Tesis Doct. Univ. Complutense*: 470 p.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; AGUSTÍ, J.; CABRERA, L.; CALVO, J. P.; CIVIS, J.; CORROCHANO, A.; DAAMS, R.; DÍAZ, M.; ELIZAGA, E.; HOYOS, M.; MARTÍNEZ, J.; MORALES, J.; PORTERO, J. M.; ROBLES, F.; SANTISTEBAN, C.; & TORRES, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Abstracts VIII RCMNS Congress*. Budapest. 348-350.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. & SANCHIZ, F. B. (1982). Los primeros Microvertebrados de la Cuenca del Duero. Listas faunísticas preliminares e implicaciones bioestratigráficas y paleofisiográficas. *I Reun. Nac. Geol. Cuenca Duero*. Salamanca. *Temas Geol. Min. IGME* 6 (1): 339-353.
- MABESOONE, J. M. (1959). Tertiary and Quaternary sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.* 24: 31-180.
- MABESOONE, J. M. (1961). La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero. *Estudios Geol.* 17 (2): 101-130.
- MEGÍAS, A. G. (1982). Cuencas sedimentarias: análisis tecto-sedimentario. *Curso Explor. Hidrocarburos. Sicue*, Madrid: 1-27.

- MEIN, P. (1975). Proposition de biozonation du Neogène Méditerranéen à partir des Mammifères. in ALBERDI, M. T. & AGUIRRE, E. (Eds.) *Actas I Col. Int. Biostrat. Neog. sup. Cuat. inf. Trab. Neog. Cuat.* 4: 112-113.
- MEIN, P. (1985). A new direct correlation between marine and continental scales in Rhodanian Miocene. *Abstracts VIII RCMNS Congress.* Budapest. 377-379.
- MOYA-SOLA, S. & AGUSTI, J. (1985). The Vallesian in the type area (Vallés-Penedés) Spain. *Abstracts VIII RCMNS Congress.* Budapest. 402-404.
- DEL OLMO, P.; GUTIÉRREZ ELORZA, M. & MOLINA, E. (1982). Memoria explicativa de las hojas 311 (Dueñas) y 372 (Valladolid). IGME, Cart. 1: 50.000 MAGNA 2ª ser.
- PLANS, P. (1970). La Tierra de Campos. *Inst. Geogr. Apli. Patr. Alonso Herrera.* CSIC. 169 p.
- POGACSAS, G.Y. (1985). Seismic stratigraphy as a tool for chronostratigraphy: the Pannonian Basin. *Abstracts VIII RCMNS Congress.* Budapest. 466-468.
- PORTERO, J. M.; DEL OLMO, P.; RAMÍREZ DEL POZO, J. & VARGAS, I. (1982). Síntesis del Terciario continental de la Cuenca del Duero. *I Reun. Nac. Geol. Cuenca Duero.* Salamanca. *Temas Geol. Min. IGME* 6 (1): 11-37.
- RIVAS CARBALLO, R. & VALLE, M. F. (1986). Nuevas aportaciones a la palinología del Terciario de la Cuenca del Duero. Torremormojón (Palencia). *Stydia Geol. Salman.*
- ROGL, F. & STEININGER, F. F. (1983). Vom Zerfall der Tethys zu Mediterran und Paratethys. Die neogene Paläogeographie und Palinspastik des zirkum-mediterranen Raumes. *Ann. Naturhist. Mus. Wien.* 85: 135-163.
- ROYO Y GÓMEZ, J. (1922). El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. *Trab. Com. Inv. Paleont. Prehist.* 30 (5): 1-223.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.; MANJÓN RUBIO, M. & GONZÁLEZ LASTRA, J. (1982). Sedimentos carbonatados en el Mioceno superior al oeste de Valladolid. *I Reun. Nac. Geol. Cuenca Duero.* Salamanca. *Temas Geol. Min. IGME* 6 (2): 621-637.
- UNAY, E. & DE BRUIJN, H. (1984). On some Neogene Rodent assemblages from both sides of the Dardanelles, Turkey. *Newsl. Stratigr.* 13 (3): 119-132.
- WEERD, A. VAN DE (1976). Rodent Faunas of the Mio-Pliocene Continental Sediment of the Teruel-Alfambra region, Spain. *Utrecht Micropal. Bull. Spec. Publ.* 2: 217 p.
- WOODBURNE, M. D.; McFADDEN, B. J. & SKINNER, M. F. (1981). The North American "Hipparion" datum and implications for the Neogene of the Old World. *Geobios* 14 (4): 493-524.