

## INTERPRETACION PALEOCLIMATICA DE LAS FAUNAS DE MICROMAMIFEROS DEL MIOCENO, PLIOCENO Y PLEISTOCENO DE LA CUENCA DE GUADIX-BAZA (GRANADA, ESPAÑA) \*

C. Sesé \*\*

### RESUMEN

Se analiza la composición cuantitativa, cualitativa y la diversidad general de las faunas de micromamíferos (roedores, lagomorfos, insectívoros y quirópteros) de 16 yacimientos sedimentarios fluvio-lacustres de la cuenca de Guadix-Baza, de edades comprendidas entre el final del Mioceno y el Pleistoceno medio. La interpretación paleoecológica y paleoclimática de los datos obtenidos en dicho análisis es la siguiente: El notable cambio cuantitativo y cualitativo, y la disminución de la diversidad que se aprecia en las faunas de micromamíferos granadinas al comienzo del Villafranchiense parece estar relacionado con un aumento de la humedad relativa y un enfriamiento del clima con respecto al Rusciniense. En el Pleistoceno medio, el aumento relativo de la diversidad y la composición de las faunas granadinas indican unas condiciones climáticas relativamente más benignas que las del Pleistoceno inferior.

**Palabras clave:** *Micromamíferos, Mioceno superior, Plioceno, Pleistoceno, Paleoecología, Paleoclimatología, Guadix-Baza, Granada, España.*

### ABSTRACT

The quantitative and qualitative composition, and the general diversity of the micromammalian faunas (Rodentia, Lagomorpha, Insectivora and Chiroptera) from 16 sedimentary fluvial-lacustrine sites from the Guadix-Baza basin, of ages extending from the Late Miocene until the Middle Pleistocene, is analysed. The paleoecological and paleoclimatic interpretation of the data obtained in this analysis is the following: The high quantitative and qualitative change, and the relative decrease of the diversity that can be observed in the micromammalian faunas from Granada at the beginning of the Villafranchian, seems to be related with an increase of the relative humidity and climatic cooling as regards to the Ruscinian. The relative increase of the diversity in the Middle Pleistocene, indicates a relative more temperate climate than that of the Lower Pleistocene.

**Key Words:** *Micromammals, Late Miocene, Pliocene, Pleistocene, Paleocology, Paleoclimatology, Guadix-Baza, Granada, Spain.*

### Introducción

Las variaciones en la composición cuantitativa y cualitativa de sucesiones de faunas en una región se utilizan para inferir cambios climáticos que pueden ser reconocidos en sucesiones faunísticas de otras áreas. Un paso previo para la realización de este tipo de trabajos es un conocimiento preciso de las faunas desde los puntos de vista sistemático y biostratigráfico.

En esta línea están los trabajos realizados con faunas de roedores del Terciario en diversas cuencas españolas, principalmente de Calatayud-Teruel, por Van de Weerd y Daams (1978); Daams y Van der Meulen (1984), y Daams *et al.* (1988).

La abundancia de faunas conocidas en la cuenca de Guadix-Baza, que cubren un amplio lapso temporal, desde el final del Mioceno hasta el Pleistoceno, las hace idóneas para obtener información paleoam-

\* Este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto: «El Plio-Pleistoceno de la cuenca de Guadix-Baza y el corredor Huércal-Overa: evolución faunística y geodinámica.»

\*\* Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. J. Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid (España).

biental. Con el presente estudio se pretende contribuir al conocimiento ecostratigráfico de las faunas del Neógeno y Cuaternario continental sumándonos a los trabajos que en este sentido se vienen realizando en otras áreas geográficas. Las faunas de micromamíferos (roedores, lagomorfos, insectívoros y quirópteros) de las que realizamos en este trabajo el análisis paleoecológico y paleoclimático proceden de las campañas de prospección y excavación realizadas entre 1983 y 1987 dentro del proyecto anteriormente mencionado. Gran parte de ellas fueron objeto de una síntesis biostratigráfica en Alberdi *et al.* (1985 y 1988). Un estudio sistemático y biostratigráfico más amplio de todas ellas fue realizado por Sesé (1989).

### Análisis de la composición cualitativa y cuantitativa de las faunas

En el análisis paleoecológico de preferencias de hábitats se han tenido en consideración fundamentalmente los roedores porque las de algunos de ellos son bien conocidas y existen otros estudios realizados que son una base de trabajo y permiten hacer comparaciones. Sin embargo, en algunos yacimientos los lagomorfos superan en abundancia a los roedores y, en conjunto, el grupo a lo largo de un período de tiempo considerado sufre fluctuaciones importantes en su abundancia que creemos deben ser tenidas en cuenta. Por estas razones, se han elaborado dos tipos diferentes de análisis:

1. Teniendo en cuenta todos los micromamíferos (fig. 1).
2. Teniendo en cuenta sólo los roedores (fig. 2).

Sin embargo, hay que señalar que, en el primer caso, aunque se han incluido los insectívoros y quirópteros, éstos son raros en las faunas granadinas y por tanto difíciles de determinar taxonómicamente con precisión, lo que hace que tengan escaso valor en las deducciones paleoambientales.

Las preferencias de hábitat que se les supone a animales ya extinguidos son extrapolaciones a partir de las de sus representantes actuales. En este sentido, para los roedores hemos seguido fundamentalmente el criterio de Van de Weerd y Daams (1978) y Daams *et al.* (1988).

Así, de los géneros identificados en las faunas granadinas, se supone que viven en un clima seco y espacios abiertos los muridos (excepto *Apodemus*, que puede vivir en biotopos muy variados) y la ardilla terrestre *Atlantoxerus*. El glirido *Eliomys* es cosmopolita. El castor, *Castor*, requiere corrientes continuas de agua y por lo tanto es indicador de clima relativamente húmedo. Entre los arvicólidos, a *Miomys* y *Arvicola* se les supone una preferencia por hábitats húmedos, mientras que *Microtus* (*s.l.*) vive

actualmente en diferentes biotopos. Por lo que respecta a los cricétidos, Van de Weerd y Daams (1978) y Daams *et al.* (1988) consideran que *Ruscinomys* es indicador de clima seco; *Allocricetus* clásicamente es considerado indicador de estepa y clima seco; *Myocricetodon* suponemos que también es indicador de este mismo tipo de medio y clima ya que ciertos miocricetodontinos parecen estar en el origen de los gerbilinos, grupo característico de zonas áridas (Jaeger, 1977).

En cuanto a los lagomorfos, a *Prolagus* (ochotónido) se le atribuye un hábitat ripícola o al menos próximo al agua y requerimiento de temperaturas relativamente elevadas (López, 1989). Los demás lagomorfos que se encuentran en las faunas granadinas son lepóridos que, en general, no son buenos indicadores paleoecológicos ya que viven en biotopos muy variados (López, *o.c.*).

Los insectívoros, representados por las familias Soricidae, Erinaceidae y Talpidae en estas faunas, ocupan una gran variedad de nichos ecológicos, aunque parece ser que la mayoría del grupo vive actualmente en áreas con mucha vegetación, evitan los desiertos y prefieren biotopos húmedos (Jong, 1988).

En cuanto a los quirópteros, de escasa representación en estas faunas, Sigé y Legendre (1983) discuten sobre la representación diferencial tanto en número de restos como en grupos taxonómicos de requerimientos de hábitats distintos según se trate de yacimientos sedimentarios de origen fluvial o lacustre (como es el caso de los aquí estudiados) o de yacimientos kársticos en los que suelen ser más abundantes sus restos.

Se han incluido en el análisis todos los dientes, exceptuando incisivos, en el contaje del material, aunque se comparan grupos taxonómicos distintos que tienen diferente número de piezas dentarias en el maxilar, ya que el cómputo de tan solo los M1 y M2, como hacen algunos autores, podría ocasionar en nuestro caso una pérdida de información en algunas muestras poco numerosas al haber taxones representados sólo por otro tipo de pieza dentaria (M3, premolares). Además, al trabajar con proporciones, como es el caso de los porcentajes, se puede considerar que el número total de restos es proporcional al número real de individuos (Ducos, 1968; Delpech, 1975; Sesé, 1980).

Se han excluido del análisis las muestras muy pobres ya que pensamos que podrían introducir valores sesgados. Puesto que el número máximo de especies de roedores que hemos encontrado por yacimiento ha sido 7, y para no perder información de edades que podrían quedar con escasa o nula representación, hemos incluido sólo aquellas faunas que tienen a partir de 15 restos dentarios identificables de roedores



Cuadro 2.—Abundancia porcentual de los micromamíferos de la cuenca de Guadix-Baza por yacimientos y niveles. A la derecha del cuadro se da el número aproximado de kgs. de sedimento tamizado y el número total de dientes identificables de micromamíferos respectivamente en cada yacimiento y nivel.

Table 2.—Relative abundance, in percentages, of the micromammals from the Guadix-Baza basin. The localities are given on the left of the chart. The family name for the rodents and the Lagomorpha, Insectivora and Chiroptera order name are given on the top of the chart. The close quantity in Kg. of washed sediment from each locality and level, and the total number of taxonomically identified teeth of each locality and level, are respectively on the right of the chart.

	Múridos %	Cricétidos %	Trilofomíidos %	Esciúridos %	Glíridos %	Arvicólidos %	Castóridos %	Lagomorfos %	Insectívoros %	Quirópteros %	Kgs. de sedimento tamizado	N.º dientes identificables
Cúllar Baza 1	14,4	15,8			2,4	45,8		14	7,5		600	665
Huéscar 1	4,3				0,2	89		4,6	1,9		600	786
Puerto Lobo	11,7					65		1,7	21,6		600	60
Cañada de Murcia						100					600	2
Cortes de Baza 6					4	92			4		600	25
Cortes de Baza 1	11,1					88,9					800	18
Cortijo de Tapia 1	7					81		1	11		1.200	100
Huélago 6						80		20			250	5
Huélago 5	4,4					84,8	0,40	1,47	8,93		550	271
Huélago 4	4,5					68,5		21,4	5,6		300	89
Huélago 3	4,5					77,3		9,1	9,1		300	22
Huélago 1						100					200	5
Barranco Quebradas	24,5	0,5			1,8	3,4		69,5	0,3		600	4.609
Huéscar 3 + 7	23	7,7				10,3		59			1.000	78
Barranco Cañuelas 2	25		33,3					41,7			1.000	12
Barranco Cañuelas 3	4					16		80			1.500	25
Barranco Cañuelas 5	69	0,5	6,9		1,1			22,5			1.000	187
Cortijo del Muro	21		2,3		2,3			74,4			200	43
Rambla del Conejo 3	30		20		6,7			33,3	10		350	30
Gorafe A	50,6	20	10,7					18,7			250	75
Bacochas 1	36,2	5,8		1,4	3			43,5	8,7	1,4	900	69
Pino Mojón a + b	44,8	10,3			3,4			34,5	7		500	29
Cortijo de la Piedra	18,2	27,3		9,1				36,3	9,1		600	11
Total .....											14.500	7.216

ya que, aunque éste es un número arbitrario, seguimos el criterio de Moreno (1987) según el cual, este umbral puede suponer una relación de significación estadística/pérdida de información satisfactoria, aunque con las reservas que imponen este tipo de consideraciones hipotéticas. Quedan por tanto excluidas del análisis las faunas de Cortijo de la Piedra, Cortijo del Muro, Barranco de Cañuelas 2 y 3, y Huélago 1 y 6, que fueron objeto de un estudio sistemático y biostratigráfico previo (Sesé, 1989) (ver cuadros 1 y 2).

En el cuadro 1, en el que se da la distribución de los taxones de micromamíferos de la cuenca de Guadix-Baza, con respecto a dicho cuadro publicado en Sesé (1989, pág. 203), se han añadido los siguientes taxones: en Cortijo de la Piedra está presente *Erinaeidae* indet.; en Barranco de Quebradas 1, *Parathomys meini*, y en Cortes de Baza 6, *Insectivora* indet. En el cuadro 2, en el que se da la abundancia porcentual de los micromamíferos de la cuenca de Guadix-Baza, se han modificado los porcentajes de la fauna de Cullar Baza 1 con respecto a dicho cuadro publicado en Sesé (1989, pág. 205), ya que el número total de dientes identificables es 665, en lugar de 565, y por consiguiente, también ha aumentado el número total de dientes identificables de la cuenca en cien más.

Hemos contrastado los diferentes porcentajes de abundancia relativa de los roedores en faunas como la de Cullar de Baza que han sido objeto de estudios de muestras procedentes de campañas diferentes (Ruiz Bustos y Michaux, 1976, y Sesé, 1989) para observar si eran significativamente diferentes. Como se puede observar en el cuadro 3, tan sólo sufren una inversión en el orden de abundancia relativa los datos referentes a múridos y cricétidos, mientras que los arvicólidos se mantienen dominantes y los glíridos son minoritarios y con porcentajes similares en ambas muestras. Sin embargo, los porcentajes de una y otra muestra no parecen esencialmente diferentes, sobre todo teniendo en cuenta que en el presente trabajo se va a estudiar la abundancia y diversidad de

las faunas a gran escala, ya que es evidente que se parte en principio de muestreos cuantitativamente diferentes y de faunas de una riqueza de restos fósiles dispar.

**Interpretación paleoecológica y paleoclimática**

Observando los porcentajes (cuadro 2) y la representación porcentual de los distintos grupos de micromamíferos (roedores, lagomorfos, insectívoros y quirópteros) de la figura 1, se pueden hacer las siguientes puntualizaciones:

La gran escasez de restos de quirópteros que sólo se encuentran, y en cantidades mínimas (1,4 %), en el yacimiento del Mioceno superior de Bacochoas 1. Esto, en parte, no es muy de extrañar, dado el origen sedimentario fluvio-lacustre de los yacimientos y las preferencias de hábitats muy concretos de los grupos de este orden.

Los insectívoros constituyen un orden representado en la mayoría de los yacimientos aquí estudiados pero con pocos restos, oscilando entre el 0,3 % de Barranco de Quebradas 1 y el 11 % de Cortijo de Tapia 1 durante el Neógeno, y excepcionalmente un 21,6 % en Puerto Lobo del Pleistoceno inferior.

En estas faunas de micromamíferos es claro el neto predominio de los roedores, generalmente, seguido en importancia por la abundancia de los lagomorfos, presentes en todos los yacimientos excepto en dos de los aquí estudiados. En esta abundancia relativa hay que tener en cuenta que los lagomorfos (como ocurre en los insectívoros) están sobrerrepresentados en el cómputo de dientes al tener mayor número de piezas dentarias en el maxilar que los roedores. La abundancia de los lagomorfos es, aun así, muy notable en las faunas del Turolense superior (entre el 34,5 % y el 43,5 %), y el Rusciniense (entre el 18,7 % y el 69,5 %), llegando a ser los micromamíferos más abundantes en las faunas de Barranco de Quebradas 1 (69,5 %) y Huéscar 3/7 (59 %) del final del Rusciniense. Esta abundancia es tanto más llamativa

Cuadro 3.—Abundancia de dientes, en número de restos (NR) y porcentaje (%), de roedores en el yacimiento de Cullar Baza 1: \* material procedente de nuestras campañas de excavación de 1987, y \*\* según datos de Ruiz Bustos y Michaux (1976)

Table 3.—The relative abundance in number of remains (NR) and percentage (%) of the rodents from the locality of Cullar Baza 1: \* is the material from our excavation campaign of 1987, \*\* is the material of Ruiz Bustos and Michaux (1967).

	Múridos		Cricétidos		Glíridos		Arvicólidos		NR Total
	NR	%	NR	%	NR	%	NR	%	
Cullar Baza 1 *	96	18,4	105	20,1	16	3	305	58,4	522
Cullar Baza 1 **	112	33,7	40	12	25	7,5	155	46,7	332

cuanto que este orden está representado en cada una de estas faunas por uno o dos taxones a lo sumo (dos géneros o dos familias distintas), siendo uno de ellos el predominante, mientras que los roedores tienen una gran diversidad tanto en número de familias (hasta seis), como de géneros representados por yacimiento (hasta siete). En las faunas del Mioceno y Plioceno se encuentra el ochotónido *Prolagus* que, a veces, aparece asociado a lepóridos. Al final del Rusciniense los lepóridos (*Trischizolagus*) son muy abundantes en algunas faunas (Huéscar 3/7 y Barranco de Quebradas 1). En las faunas del Pleistoceno sólo se registran lepóridos (*Oryctolagus* y *Lepus*).

En la figura 2 de representación de la abundancia porcentual de los roedores se pueden hacer las siguientes observaciones:

Los múridos son los roedores dominantes en las faunas del final del Turolense y Rusciniense con más del 50 % de los restos en todas ellas, llegando a alcanzar en algunas algo más del 85 % (Barranco de

Cañuelas 5). Esta abundancia va acompañada de una diversidad de hasta cinco géneros. En el Plioceno superior, a partir de la unidad MN 16 (Mein, 1975) hay una drástica reducción de los múridos, tanto en cantidad como en diversidad. Los porcentajes, a partir de entonces, oscilan entre el 4 % y el 18 %, y los géneros quedan reducidos a tres al comienzo del Villafranquiense (*Stephanomys*, *Castillomys* y *Apodemus*) y a estos dos últimos géneros al final del Plioceno.

Los arvicólidos, que son poco abundantes cuando aparecen al final del Rusciniense, con porcentajes que oscilan entre el 12 % y 25 %, son, sin duda, los roedores predominantes en todas las faunas a partir del comienzo del Villafranquiense coincidiendo con la reducción de los múridos. Aquéllos, en el Plioceno están representados por el género *Mimomys*, con tres líneas específicas diferentes, y su abundancia oscila entre casi 90 % y 95 %. En el Pleistoceno aparecen arvicólidos sin raíces (*Microtus s.l.*, que rápidamente se diversifica, y *Arvicola*) y *Mimomys* des-

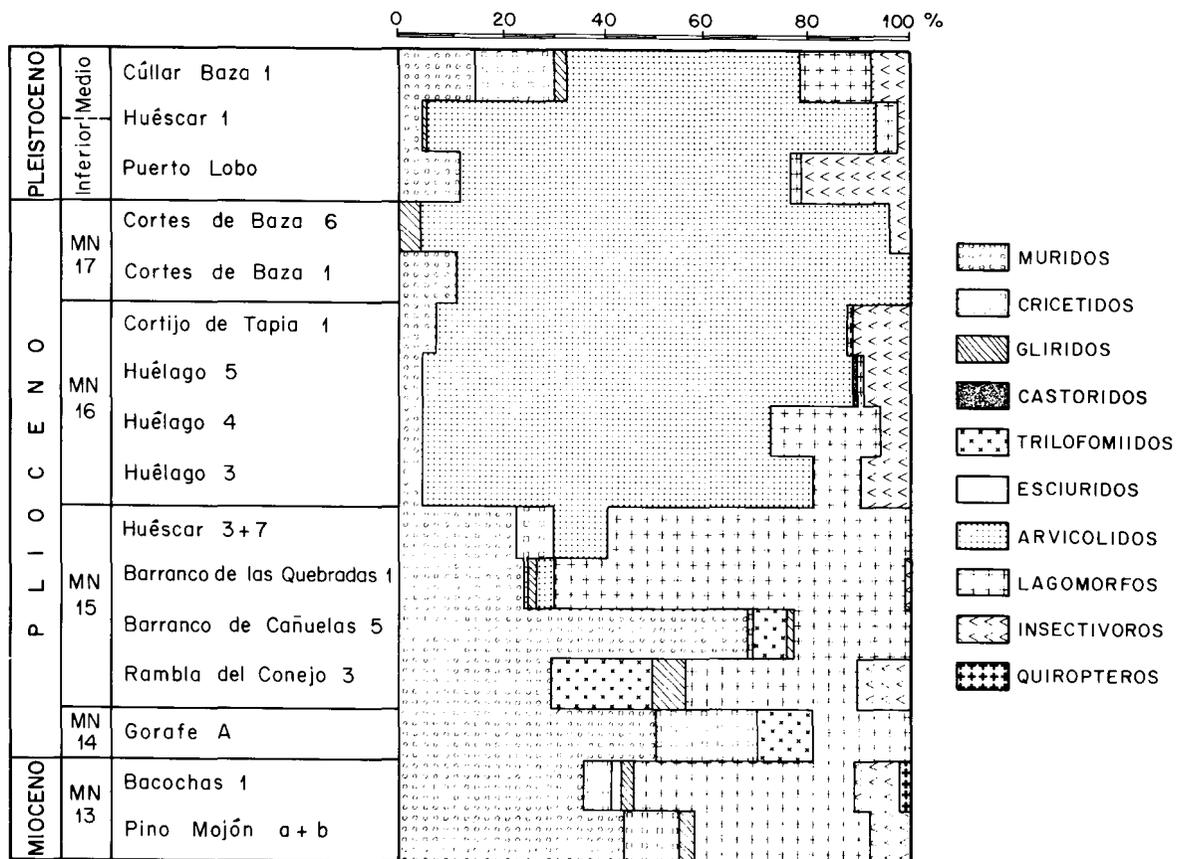


Fig. 1.—Representación de la abundancia porcentual de los micromamíferos (roedores, lagomorfos, insectívoros y quirópteros) de los yacimientos de la cuenca de Guadix-Baza.

Fig. 1.—Relative abundance, in percentage, representation of the micromammals: Rodentia (Muridae, Cricetidae, Castoridae, Trilophomyidae, Sciuridae and Arvicolidae), Lagomorpha, Insectivora and Chiroptera from the localities of the Guadix-Baza basin.

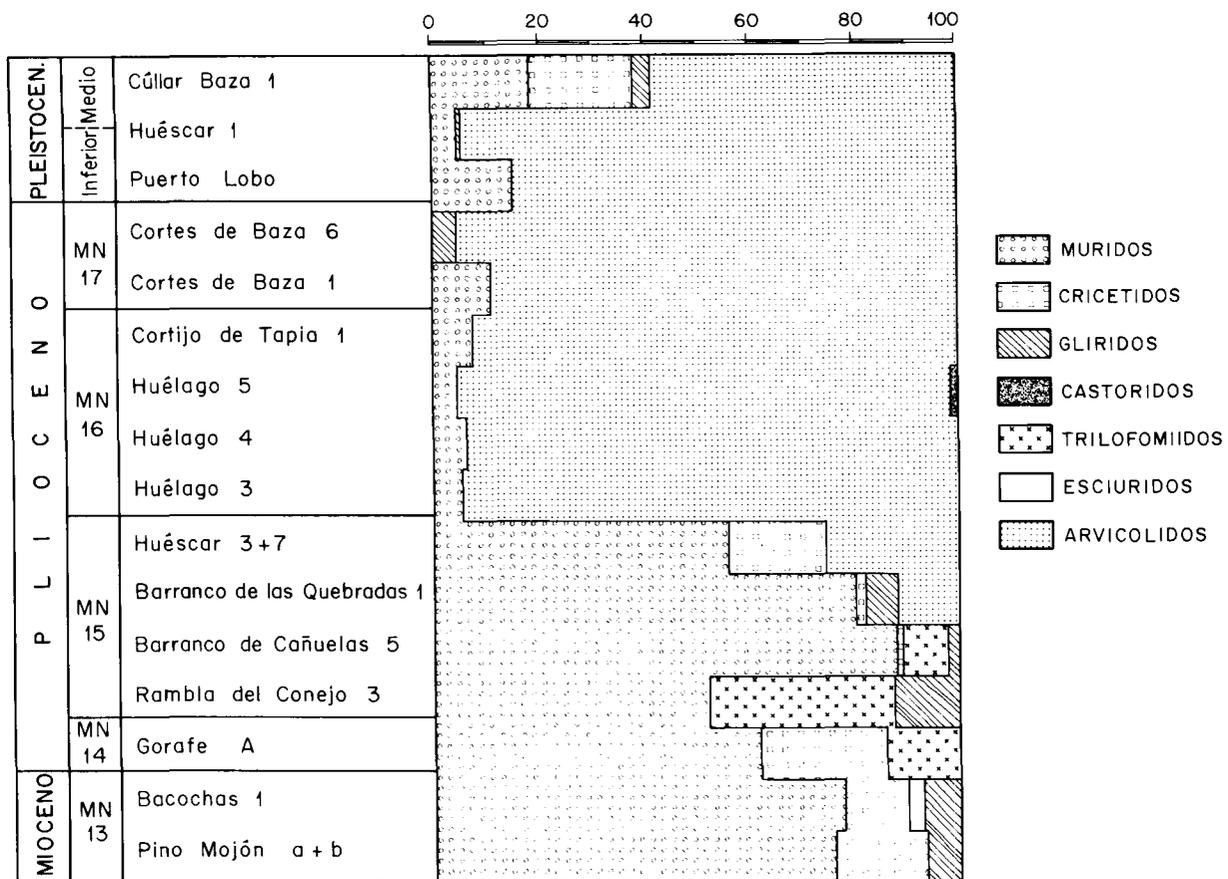


Fig. 2.—Representación de la abundancia porcentual de los distintos grupos de roedores de la cuenca de Guadix-Baza.

Fig. 2.—Relative abundance, in percentage, representation of the different family taxons rodents from the localities of the Guadix-Baza basin.

aparece. En el Pleistoceno inferior/medio, los arvicólidos siguen siendo predominantes con porcentajes que oscilan entre casi el 60 % y el 95 %.

Los trilofomíidos tienen un corto registro biostratigráfico en las faunas del Rusciniense, aunque con cierta abundancia relativa, con porcentajes que oscilan entre cerca de 10 % y 35 %.

Los cricétidos tienen cierta abundancia porcentual y diversidad taxonómica (hasta cinco géneros) en las faunas del final del Tuoliense y Rusciniense (oscilando entre 1 % y 24 %) para desaparecer después completamente del registro hasta la llegada en el Pleistoceno medio del inmigrante *Allocricetus* que está relativamente bien representado en la fauna de Cúllar Baza (casi un 20 %).

Los gliridos, representados por *Eliomys*, tienen un registro discontinuo y generalmente escaso (entre 1 % y 12 %). Están ausentes en casi todas las faunas del Plioceno superior, excepto una del final de dicho período, y siguen siendo escasos en el Pleistoceno.

Los esciuridos, representados por *Atlantoxerus*, tienen un registro puntual al final del Mioceno, lo mismo que los castores (*Castor*) en el Plioceno superior (unidad MN 16).

En líneas generales, se observa, a la vista de la figura 2, un gran cambio en la composición de las faunas de roedores en el tránsito del Rusciniense al Villafranquiense: el predominio pasa de los muridos a los arvicólidos. Además, las faunas anteriores al Villafranquiense tienen una mayor diversidad de grupos taxonómicos, con cricétidos (que desaparecen en el Villafranquiense), esciuridos (que ya no se encuentran en el Rusciniense), trilofomíidos (restringidos en estas faunas al Rusciniense) y gliridos. Las faunas del Villafranquiense han sufrido un empobrecimiento de grupos taxonómicos, conservando algunos muridos y gliridos y con algunos castores. En el Pleistoceno medio aparentemente se recupera un poco la diversidad de las faunas con la aparición, entre otros, de cricétidos nuevos. De todas formas, es necesario comple-

tar más el registro faunístico del Pleistoceno en Granada para disponer de una mayor información que permita extraer conclusiones más precisas.

En la figura 3 se representan los porcentajes de abundancia de los roedores indicadores de clima seco o húmedo de cada fauna ateniéndonos a los criterios expuestos más arriba y teniendo en cuenta aquéllos a los que se les presupone claramente un hábitat determinado. A la vista de la misma se pueden realizar algunas observaciones:

Al final del Mioceno es muy notable el claro predominio (alrededor del 85 %) de formas consideradas de clima seco y ambiente árido: los cricétidos, entre los cuales cabe destacar el inmigrante *Myocrice-todon*, ardillas terrestres y numerosos múridos.

Aunque menos rigurosamente, se mantienen, con ligeras oscilaciones, las condiciones de relativa sequedad del clima durante el Rusciniense (poco más del 40 % en el Rusciniense inferior, y entre poco más del 50 % y algo más del 85 % en el Rusciniense superior). Al final de este período empiezan a aparecer formas consideradas de clima húmedo (el arvicólido *Mimomys*). En el Rusciniense tiene lugar una homogeneización de las faunas españolas, que hasta entonces habían mantenido una cierta diferenciación biogeográfica entre las cuencas del interior de la Península y las del Mediterráneo (Sesé, 1988), y las de la región Mediterránea de Francia en lo que algunos autores llaman la región Iberooccitana (Michaux, 1982), que tiene una composición diferente de la de Europa central y oriental en la que la diversidad de múridos es baja y hay muchas más formas de arvicólidos (Sesé, 1988).

Durante el Villafranquiense y el Pleistoceno inferior, las condiciones debieron ser relativamente más húmedas que en el período precedente por la predominancia de formas consideradas de clima húmedo (arvicólidos, castores ocasionalmente) que oscilan entre cerca de un 80 % y el 90 %. En el Pleistoceno medio debió de haber un cambio climático a unas condiciones relativamente menos húmedas.

El resto de los micromamíferos no roedores no contradice lo expuesto hasta aquí.

Comparando estas observaciones realizadas en las faunas granadinas con lo que sucede en otras áreas geográficas españolas, vemos que son similares, en líneas generales, a las realizadas por Van de Weerd y Daams (1978) con roedores de distintas áreas geográficas españolas del Neógeno, y Daams *et al.* (1988) con roedores del Neógeno de la cuenca de Calatayud-Teruel. Dichos autores deducen unas condiciones climáticas secas para el Turolense que cambian a relativamente más húmedas y posiblemente más frías al final del Rusciniense.

Aunque se mantiene con pocas variaciones la abundancia porcentual relativa de arvicólidos y mú-

ridos en el Pleistoceno con respecto al Plioceno, se aprecia, sin embargo, un cambio faunístico al comienzo del Pleistoceno con la llegada de varias formas inmigrantes (arvicólidos sin raíces, fundamentalmente) que se ha relacionado en Europa con el enfriamiento climático Eburoniense y que, en España, puede significar también un descenso de la temperatura con respecto al Plioceno (López, en prensa). A partir del Pleistoceno medio, la composición faunística de Cúllar de Baza y de otras faunas peninsulares hace suponer la instalación de faunas de tipo Mediterráneo.

### Análisis de la diversidad de las faunas de micromamíferos

Creemos de interés hacer un análisis de la diversidad de las faunas granadinas, que nos permita observar los cambios que experimentan a lo largo del tiempo, ya que aquélla está relacionada con el medio. Este tipo de análisis se ha realizado con interesantes resultados en faunas de otros yacimientos (López, 1980; Sesé, 1980; Alberdi *et al.*, 1981, y Moreno, 1987).

Para analizar la diversidad general utilizamos el índice de Shanon y Weaver (1963) que es el siguiente:

$$H = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right) \log \left( \frac{n_i}{N} \right) = -P_i \log P_i$$

en donde  $n_i$  es el número de restos de cada especie,  $N$  es el número total de restos, y  $P_i$  la probabilidad de importancia de cada especie ( $n_i/N$ ). Este índice tiene la ventaja de estar poco afectado por el tamaño de la muestra. El valor mínimo lo alcanza cuando todos los restos pertenecen a la misma especie y va aumentando a medida que lo hace el número de especies y cuando están igualmente representadas.

En este análisis incluimos las mismas faunas que en análisis cuantitativo y cualitativo, por las mismas razones y con las mismas reservas que vimos anteriormente.

Por lo que respecta a la diversidad general de estas faunas, a la vista de la figura 4 de representación de los valores obtenidos al aplicar el índice de Shanon y Weaver (*o.c.*) a las faunas objeto del presente estudio, se pueden realizar las siguientes observaciones:

Los valores de la diversidad general son comparativamente altos al final del Turolense (entre 0,730 y 0,707), alcanzando el valor máximo en el Rusciniense inferior (0,806).

En el Rusciniense superior, con respecto al período precedente, la diversidad general es algo más baja, con algunas fluctuaciones, oscilando entre

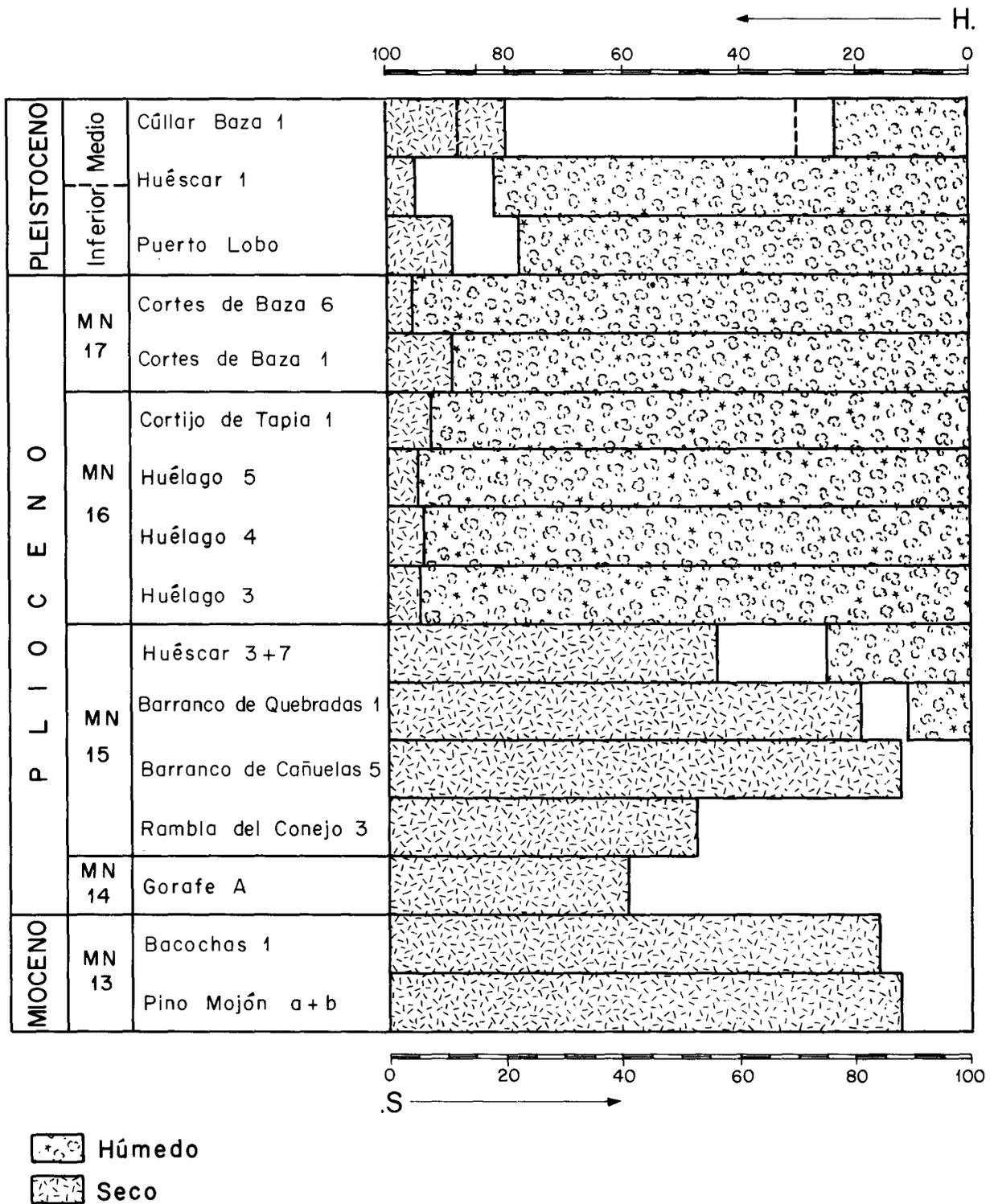


Fig. 3.—Representación de la abundancia porcentual de roedores considerados de clima seco (S) y húmedo (H). Las líneas discontinuas en el yacimiento de Cúllar Baza 1 corresponden a la abundancia según el material de Ruiz Bustos y Michaux (1976).

Fig. 3.—Relative abundance, in percentage, representation of the rodents which assumed preferred habitat is: dry (S) and wet (H). In the localitie of Cúllar Baza 1 the broken lines represent the abundance after the material of Ruiz Bustos and Michaux (1976).

0,634 (Rambla del Conejo 3) y 0,403 (Barranco de Quebradas 1).

En el Plioceno superior la diversidad sigue siendo relativamente baja: en la unidad MN 16 oscila entre 0,336 (Huélago 3) y 0,685 (Cortijo de Tapia 1), en la unidad N 17 oscila entre 0,151 (Cortes de Baza 1) y 0,421 (Cortes de Baza 6).

En el Pleistoceno inferior la diversidad oscila entre 0,390 y 0,680, alcanzando un valor relativamente alto en el Pleistoceno medio (0,710).

Resumiendo estos datos, en líneas generales se puede decir que las faunas del final de Mioceno y comienzos del Plioceno tienen una diversidad relativamente alta dentro del rango de valores obtenidos, observación que ya habíamos realizado anteriormente al hablar de la diversidad de grupos taxonómicos en estas edades a grandes rasgos. A partir del Plioceno medio hay una disminución de la diversidad, también observado más arriba por la reducción de grupos taxonómicos concretos. En el Pleistoceno hay una cierta recuperación de la diversidad que es notable sobre todo en el Pleistoceno medio, alcanzando en este período un valor alto comparable a los del final del Mioceno.

No hay apenas datos acerca de la diversidad general de otras faunas de micromamíferos de edades similares que permitan una comparación directa. En general, se puede decir que los valores de diversidad de las faunas de micromamíferos granadinas son bajos si se comparan con los resultados obtenidos con faunas de micromamíferos de otras cuencas españolas de otras edades, Aragoniense y Vallesiense (Moreno, 1987). También es algo más alto el valor de la diversidad encontrado en la fauna del yacimiento kárstico del Aragoniense superior de Escobosa de Calatañazor (0,905; Sesé, 1980), y sólo es comparable a los valores máximos de Granada el hallado en la fauna del Vallesiense inferior de los Valles de Fuentidueña (0,876; Alberdi *et al.*, 1981), aunque hay que señalar que en éstos se incluían macro y micromamíferos por lo que son difícilmente comparables, y asimismo es muy alto el valor del índice de diversidad de la fauna del yacimiento del Pleistoceno medio de Aridos (1,44; López, 1980) en el que hay que precisar que se tuvieron en cuenta todos los vertebrados así como el número mínimo de individuos (no el número de restos como es nuestro caso), por lo que tampoco son comparables.

Puesto que la diversidad es más alta en zonas y climas templados que en los fríos (según un gradiente geográfico latitud/altitud de la diversidad, Margalef, 1977, y López, en prensa), correspondiendo a unas condiciones climáticas relativamente estables, los períodos relativamente más cálidos deducidos a partir de los valores de la diversidad de las faunas granadinas obtenidos en este trabajo serían: al final del Tu-

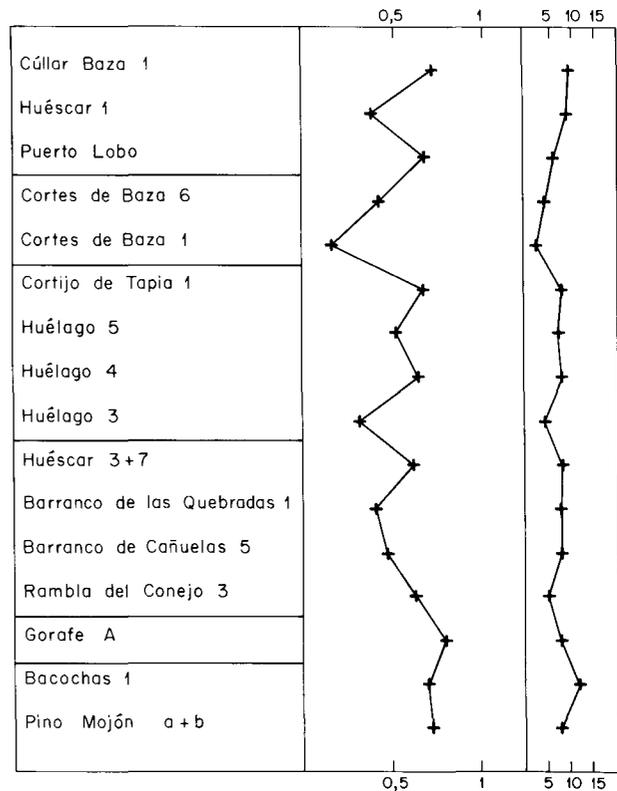


Fig. 4.—Representación de la diversidad de las faunas de micromamíferos de los yacimientos de la cuenca de Guadix-Baza. La primera columna corresponde a los yacimientos, la segunda a los valores obtenidos según el índice de diversidad general de Shanon y Weaver, y la tercera columna al número total de especies por yacimiento.

Fig. 4.—Representation of the diversity of the micromammalian faunas from the localities of the Guadix-Baza basin. In the first column at the left are the localities, in the second column are the values of the Shanon and Weaver index of the general diversity, and in the third column at the right are the total number of species in each locality.

roliense, al comienzo del Rusciniense (lo que concuerda con las deducciones para las faunas del Neógeno de diversas cuencas de la península según López *et al.*, 1985), y en el Pleistoceno medio (lo que está de acuerdo con las deducciones de otras faunas de esta edad de la península según López, en prensa).

**Conclusiones**

Las faunas de micromamíferos de Granada del final del Turolense y Rusciniense tienen cierta diversidad relativa con numerosos grupos de roedores considerados de clima seco y espacios abiertos. Al comienzo del Villafranquiense se aprecia un cambio faunístico importante en la composición tanto cuan-

titativa como cualitativa de las faunas de micromamíferos, con la abundancia de roedores considerados de clima húmedo y una disminución de la diversidad relativa general que conlleva la reducción o desaparición de varios grupos taxonómicos, lo que hace pensar en un cambio climático hacia un aumento de la humedad relativa y un enfriamiento del clima. En el Pleistoceno se renueva la composición de la fauna con la llegada de inmigrantes, detectándose en el Pleistoceno medio un cierto aumento de la diversidad, lo que unido a la instalación en la península Ibérica de faunas de tipo Mediterráneo parece indicar unas condiciones climáticas más benignas en este período con respecto al Pleistoceno inferior.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Jorge Morales la lectura crítica del manuscrito. La delineación de los gráficos es de José Arroyo. María Teresa Montero pasó a máquina los cuadros.

#### Referencias

- Alberdi, M. T.; Doadrio, I.; García del Cura, M. A.; Hoyos, M.; Jiménez, E.; López, N.; Martín Escorza, C.; Mazo, A. V.; Morales, J.; Ordóñez, S.; Sanchiz, F. B.; Sesé, C., y Soria, D. (1981). Paleoeología del yacimiento del Neógeno continental de Los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Fundación Juan March, Serie Universitaria*, 154, 9-55.
- Alberdi, M. T.; Mazo, A. V.; Morales, J.; Ruiz-Bustos, A.; Sesé, C.; Cerdeño, E.; Herráez, E., y Soto, E. (1985). Biostratigraphy of the continental Neogene and lower Quaternary of the Guadix-Baza basin (Southeast of Spain). *Abstr. VIIIth Congr. Reg. Comm. Medit. Neog. Strat.*, Budapest, 1985, 57-59.
- Alberdi, M. T.; Alonso-Diago M. A.; Cerdeño, E.; Mazo, A. V.; Morales, J., y Sesé, C. (1988). Biostratigrafía de las faunas de mamíferos de la cuenca de Guadix-Baza (Granada). *II Congr. Geol. Esp., Comunicaciones* 1, Granada, 245-248.
- Daams, R. y Meulen, A. J. van der (1984). Paleoenvironmental and paleoclimatic interpretation of Micromammal faunal successions in the upper Oligocene and Miocene of North Central Spain. *Paléobiologie Continentale*, 14, 241-257.
- Daams, R.; Freudenthal, M. y Meulen, A. J. van der (1988). Ecostratigraphy of micromammal faunas from the Neogene of Spain. *Scripta Geol., Special Issue* 1, 287-302.
- Delpech, F. (1975). *Les faunes du Paleolithique superieur dans le sud-ouest de la France*. Tesis doctoral, Universidad de Burdeos, 374 págs.
- Ducos, P. (1968). L'origine des animaux domestiques en Palestine. *Publ. Inst. Prehist. Univ. Bordeaux, Mem.* 6, 161 págs.
- Jaeger, J. J. (1977). Les rongeurs du miocène moyen et supérieur du Maghreb. *Palaeovertebrata*, 8, 1-166.
- Jong, F., de. (1988). Insectivora from the Upper Aragonian and the Lower Vallesian of the Daroca-Villafeliche area in the Calatayud-Teruel basin (Spain). *Scripta Geologica, Special Issue* 1, 253-285.
- López, N. (1980). Análisis taxonómico y paleoecológico de los vertebrados de Aridos-1 (Pleistoceno Medio, Arganda, Madrid). *Ocupaciones achelenses en el Valle del Jarama, Publicaciones de la Excelentísima Diputación Provincial de Madrid*, 307-320.
- López, N. (1989). Revisión sistemática y biostratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España. *Mem. Mus. Paleon. Univ. Zaragoza*, 3 (3): 343 págs.
- López, N. (En prensa). El papel de la microfauna en la reconstrucción paleoambiental del Pleistoceno. *V. Reun. Paleolitistas Esp.*, Peñíscola, 1984.
- López, N.; Agusti, J.; Cabrera, L.; Calvo, J. P.; Civis, J.; Corrochano, A.; Daams, R.; Díaz, M.; Elizaga, E.; Hoyos, M.; Martínez, L.; Morales, J.; Portero, J. M.; Robles, F.; Santisteban, C., y Torres, T. (1985). Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Abstr. VIIIth Congr. Reg. Comm. Medit. Neo. Strat.*, Budapest, 1985, 348-350.
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Edic. Omega, Barcelona, 951 págs.
- Mein, P. (1975). Proposition de biozonation du Neogène Méditerranéen à partir des Mammifères. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 4, 112-113.
- Michaux, J. (1982) La fauna de rongeurs de la province Iberooccitane: signification de la différenciation biogéographique de l'Europe au Pliocène supérieur. *Colloque «Le Villafranchien Méditerranéen»*, Lille, 15-27.
- Moreno, E. G. (1987). *Roedores y lagomorfos del Mioceno de la zona central de la cuenca del Duero. Sistemática, Biostratigrafía y Paleoeología*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 219 págs.
- Ruiz Bustos, A. y Michaux, J. (1976). Le site préhistorique nouveau de Cullar de Baza 1 (province de Grenade, Espagne) d'âge pléistocène moyen. Etude préliminaire et analyse de la faune des Rongeurs. *Géologie Méditerranéenne*, 3, 173-182.
- Sesé, C. (1980). *Mamíferos del Mioceno medio de Escobosa de Calatañazor (Soria)*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 388 págs.
- Sesé, C. (1988). Distribución de los roedores (Mammalia) en España durante el Neógeno. *Paleontología i evolució*, 22, 55-60.
- Sesé, C. (1989). Micromamíferos del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno de la cuenca de Guadix-Baza (Granada). En: *Geología y Paleontología de la cuenca de Guadix-Baza* (Alberdi, M. T. y Bonadonna, F. P. edit.), *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 11, 185-214.
- Shanon, C. E. y Weaver, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 117 págs.
- Sigé, B. y Legendre, S. (1983). L'histoire des peuplements des chiroptères du bassin méditerranéen: l'apport comparé des remplissages karstiques et des dépôts fluviolacustrines. *Mém. Biospéol.*, 10, 209-225.
- Weerd, A. van de, y Daams, R. (1978). Quantitative composition of rodent faunas in the Spanish Neogene and Paleoeological implications. (I and II). *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, Ser. 81, 448-473.

Recibido el 5 de noviembre de 1990  
Aceptado el 13 de febrero de 1991