

## Biozonación del Paleógeno continental de la zona oriental de la Cuenca del Ebro mediante carófitas: implicaciones en la biozonación general de carófitas de Europa occidental.

P. ANADON<sup>(1)</sup>, L. CABRERA<sup>(2)</sup>, S.J. CHOI<sup>(3)</sup>, F. COLOMBO<sup>(2)</sup>, M. FEIST<sup>(4)</sup> y A. SAEZ<sup>(2)</sup>

(1) Instituto de Ciencias de la Tierra Jaime Almera (CSIC). c/ Martí Franqués, s/n. 08028 Barcelona.

(2) Departamento de Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología. Facultad de Geología. Zona Universitaria de Pedralbes. 08028 Barcelona

(3) Korean Institute of Energy and Resources. P.O. Box, 5. Daedeok Science Town, Daejeon. Korea.

(4) Laboratoire de Paléobotanique. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place E. Bataillon. 34095 Montpellier. France.

### RESUMEN

Se propone una biozonación mediante carófitas de las sucesiones paleógenas (Thanetiense- Oligoceno superior) de la Cuenca del Ebro, basada en las peculiaridades de sus asociaciones paleoflorísticas. Una de las novedades más interesantes en esta biozonación es la caracterización del Ilerdiense continental en la Cuenca del Ebro por la biozona de *Maedleriella lavocati*. Las distribuciones cronoestratigráficas previamente conocidas de algunas de las especies índice del Paleógeno han sido notablemente ampliadas a partir de los nuevos datos sobre su distribución en la Cuenca del Ebro. Este hecho modifica el rango de distribución cronológica y la atribución cronoestratigráfica de algunas de las biozonas europeas de carófitas hoy en uso. Estos cambios implican la modificación de la biozonación del Paleógeno de Europa Occidental mediante carófitas (Riveline, 1986) del modo siguiente: 1) La biozona de *N. (T.) thaleri* se inicia en el Ilerdiense y no en el Cuisiense. 2) Se define una nueva biozona en el Priaboniense (biozona de *S. labellata*) y otra en el Chattiense (biozona de *H. lagenalis*). 3) La prolongación del rango de varias especies zonales ha inducido a la supresión de la biozona de *Chara notata* y la redefinición de las de *Chara microcera*, *Stephanochara pinguis*, *Stephanochara vectensis* y *Stephanochara berdotensis*. Desde un punto de vista paleogeográfico los porcentajes estimados de especies pluricontinentales, europeas e ibéricas sugieren un cierto grado de aislamiento (durante el Bartoniano y el tránsito Priaboniense-Estampiense) de las poblaciones de carófitas paleógenas de la zona NE de Iberia.

**Palabras clave:** Carófitas. Biozonación. Paleógeno continental. Cuenca del Ebro.

### ABSTRACT

A charophyte biozonation of the Paleogene (Thanetian-Chattian) sequences of the Eastern Ebro Basin (NE Spain) is proposed. This biozonation has been based on an intensive sampling carried out on well correlated sections which included, in some cases, fossil mammal localities. Both facts have resulted in a good chronostratigraphic control of the biozonation. One of the most noticeable contributions from this local point of view is the characterization of the Ilerdian

in the continental Ebro Basin sequences by the *Maedleriella lavocati* biozone. Although in a first approach this biozonation is intended to be local the new data in the Eastern Ebro Basin have enlarged the ranges of some widespread charophyte index species. These changes in the charophyte species ranges has led to suggest some remarkable modifications of the preexisting Riveline's (1986) charophyte biozonation for Western Europe: 1) The *N. (T.) thaleri* biozone started in the Ilerdian and not in the Cuisian. 2) The definition of new Late Eocene (*S. labellata*) and Late Oligocene (*H. lagenalis*) biozones. 3) The enlargement of the range of several species which has resulted in suppression of the *Chara notata* biozone and in redefinition of *Chara microcera*, *St. pinguis*, *St. vectensis* and *St. berdotensis* biozones. From a paleogeographic point of view the global percentages of pluricontinental, european and iberian species of the Paleogene Eastern Ebro Basin charophyte record suggest some kind of isolation of the charophyte populations in NE Iberia. This isolation could be enhanced by paleogeographic constraints during Bartonian and Latest Priabonian to Stampian transition.

**Key words:** Charophyte biozonation. Paleogene. Ebro Basin. NE Spain.

### INTRODUCCION

Los trabajos sobre biostratigrafía mediante carófitas del Paleógeno de la Cuenca del Ebro anteriores a 1980, son escasos. Merecen destacarse los trabajos pioneros de Rosell *et al.* (1966), en la zona de Igualada, y de Colom *et al.* (1970), en el Lluçanés. Por otra parte, Ramírez del Pozo (en Ramírez del Pozo *et al.*, 1975 a y b) cita sin describirlas, en el área de Calaf y Cardona, la presencia de varias especies. Algunas de éstas no han sido reconocidas en trabajos posteriores realizados en dicha área (Sáez, 1987; Choi, 1989).

El propósito del presente trabajo es recopilar y analizar los resultados de más de una década de actividad centrada sobre la biostratigrafía de carófitas del Paleó-

geno de la zona oriental de la Cuenca del Ebro. Esta actividad se ha llevado a cabo con motivo de la ejecución de varias tesis doctorales realizadas bajo la dirección del Dr. O. Riba (Anadón, 1978; Colombo, 1980; Cabrera, 1983; Sáez, 1987) y de trabajos biostratigráficos complementarios. Como resultado de todos estos trabajos se realizaron una serie de publicaciones mostrando resultados parciales sobre la biostratigrafía de carófitas (Anadón y Feist, 1981; Anadón *et al.*, 1983; Choi, 1989; Feist *et al.*, 1991; Feist y Riveline, en prensa; Feist *et al.*, 1993, en prensa). En relación a la cronoestratigrafía del área considerada, existen también trabajos referidos a la biozonación mediante mamíferos de las series paleógenas. Estos trabajos son de obliga-

da referencia para la atribución cronoestratigráfica y correlación entre las biozonas de carófitas y de mamíferos: Truyols y Crusafont (1961), Anadón *et al.* (1983, 1987), Agustí *et al.*, (1987, 1988), Arbiol y Sáez (1988).

Hasta el momento no se había presentado una síntesis global, puesta al día con los datos disponibles, que mostrase una biozonación completa mediante carófitas del Paleógeno de la zona oriental de la Cuenca del Ebro. El presente trabajo intenta avanzar en esa línea y es una nueva aportación, con datos inéditos, al conocimiento bioestratigráfico del Paleógeno de la Cuenca del Ebro y de las floras de carófitas paleógenas de la región mediterránea occidental.

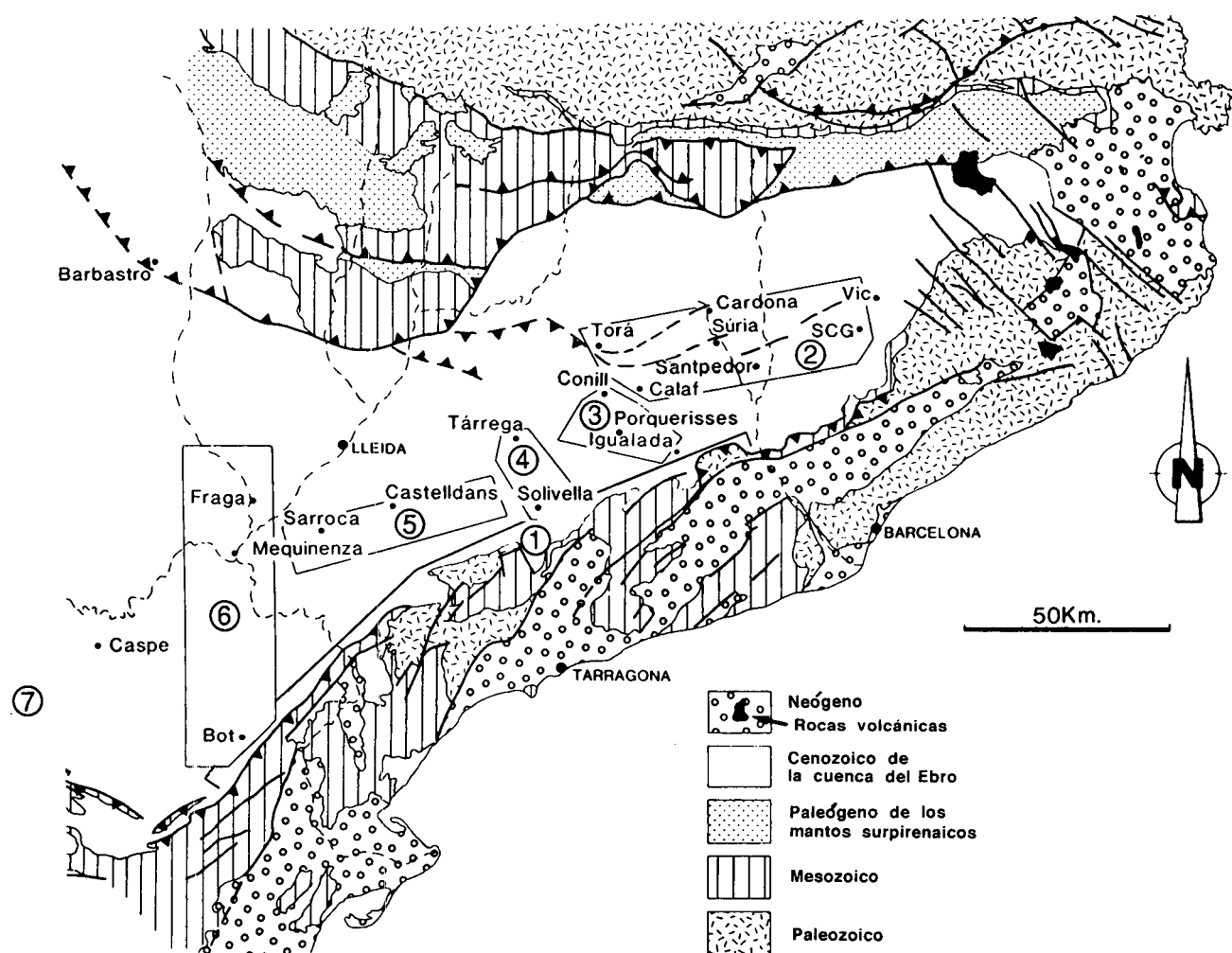


Figura 1.- Esquema geológico de la zona oriental de la Cuenca del Ebro. Se indican en él los sectores distinguidos en el presente trabajo, en los que se ha realizado el muestreo. El trazo rectilíneo entre Igualada, Solivella y Bot corresponde al límite noroccidental del sector 1, estudiado a lo largo del margen costero catalán de la Cuenca del Ebro y cuya estratigrafía se indica en la figura 2. Los sectores 2 a 6 incluyen las unidades y sucesiones delimitadas en la Fig. 3. El número 7 señala la posición de los niveles del Puig Moreno.

Figure 1.- Geological sketch of the Eastern Ebro Basin showing the major structural features along its margins. The Ebro Basin was the late basin formed in the southern Pyrenean foreland region. The stright trace drawn along the SW basin margin bounds the sector 1 and corresponds to the stratigraphic framework in figure 2. Sectors 2 to 6 correspond to the areal location of the insets shown in figure 3. Number 7 shows the location of the Puig Moreno sampled section.

## MARCO GEOLOGICO

La cuenca de antepaís cenozoica del Ebro está situada al Sur del Pirineo y es la más extensa del NE de España. El Paleógeno de la zona oriental de la Cuenca del Ebro (Fig. 1) está constituido por sucesiones de materiales predominantemente continentales. Sin embargo, en los sectores centrales y nororientales estudiados (sectores 2, 3 y 4 en Figs. 1 y 2) existen dos potentes tramos de materiales marinos intercalados de edad ilerdiense y bartoniense-priaboniense inferior (Fig. 2). Ambos tramos se originaron como consecuencia de sendos episodios transgresivos que condicionaron la evolución sedimentaria de la región surpirenaica (Ferrer, 1971; Riba *et al.*, 1983; Puigdefàgrecas *et al.*, 1986). En los sectores suroccidentales (sectores 5, 6 y 7, Figs. 1 y 2) la sedimentación fue continental durante todo el Paleógeno.

La intercalación marina más antigua, relacionada con la transgresión ilerdiense, originó el depósito de las Calizas de Orpí (Ferrer, 1971). Los carbonatos de la Fm Orpí, depositados en ambientes de plataforma carbonatada somera, reposan sobre las lutitas y paleosuelos carbonáticos de la Fm Mediona, atribuida al Thanetiense (Anadón, 1978), o bien sobre un sustrato pre-Terciario de constitución variable. Sobre los materiales de la Fm Orpí, o directamente sobre los de la Fm Mediona en el sector meridional y en diversas zonas de los demás sectores (Fig. 2), reposan los materiales de origen continental del Grupo Pontils (Anadón, 1978) y sus equivalentes laterales (Grupo Cornudella; Colombo, 1980, 1986). La transgresión bartoniense (o «biarritziense», de algunos autores) originó un conjunto de materiales de origen marino (Grupo Santa Maria, Fig. 2) que se depositaron sobre el Grupo Pontils en los sectores centrales y septentrionales de la cuenca (Ferrer, 1971). Durante el Priaboniense tuvo lugar un episodio regresivo que originó, en la zona central de la cuenca, los depósitos evaporíticos de la Formación Sales de Cardona y dio paso a la instalación exclusiva de ambientes continentales en esta zona de la Cuenca del Ebro (Fig. 3). La estratigrafía del relleno posterior al desarrollo de los niveles salinos priabonienses del sector oriental de la cuenca y la evolución sedimentaria de los sistemas lacustres han sido recientemente esbozados por Anadón *et al.* (1989).

## METODOLOGIA. DISTRIBUCION DEL MUESTREO

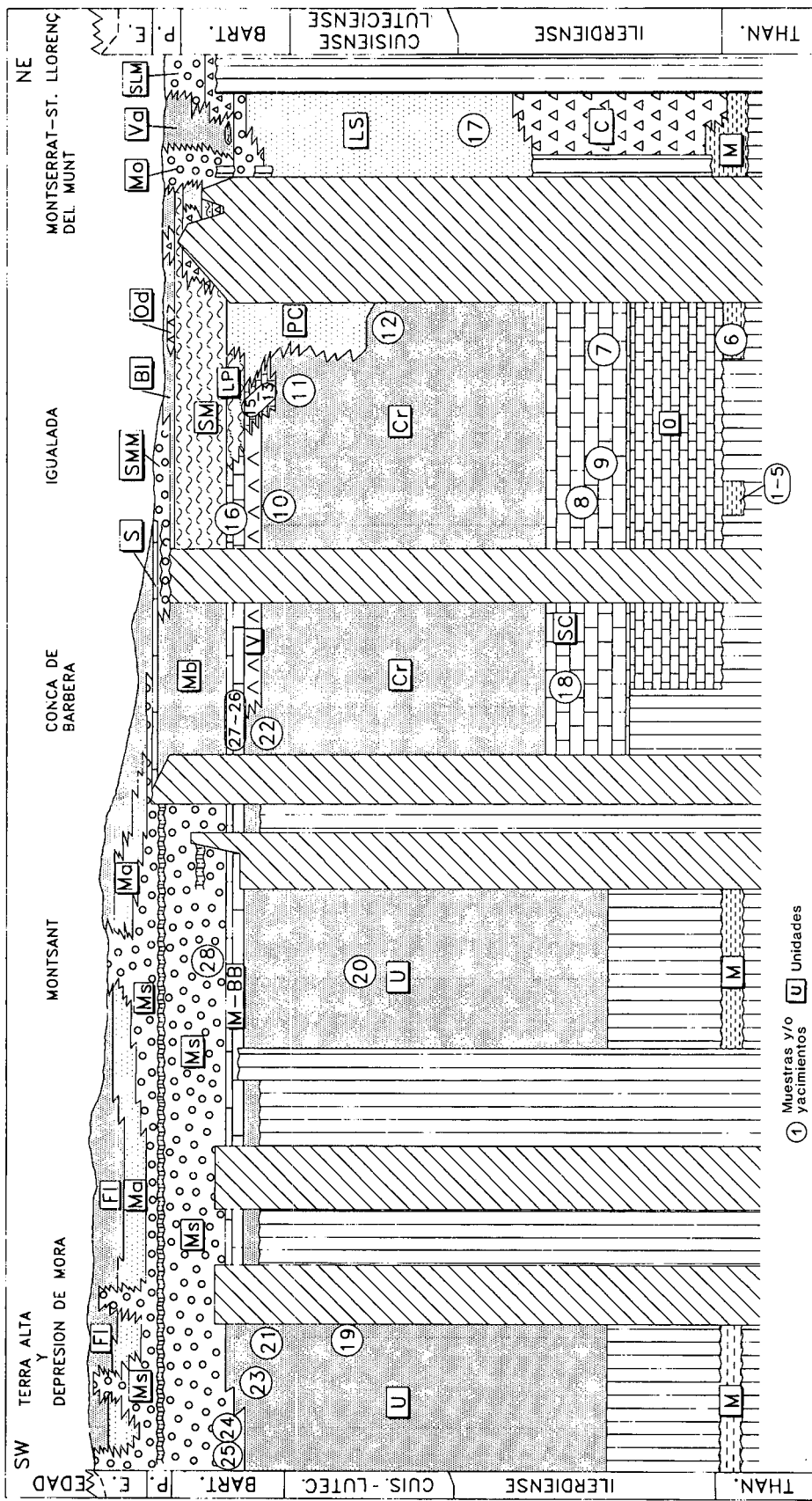
El material florístico disponible para la realización de este trabajo, procede de muestreos realizados sobre sucesiones estratigráficas situadas en siete sectores. En algunos casos estas sucesiones contenían niveles que han proporcionado mamíferos fósiles. Cuando ha sido posible, las sucesiones estratigráficas muestreadas han sido correlacionadas entre sí mediante niveles guía

seguidos cartográfica y fotogeológicamente (Anadón, 1978; Colombo, 1980; Cabrera, 1983; Sáez, 1987 y otros trabajos inéditos de los autores). El resultado general de estas correlaciones ha sido resumido en las figuras 2 y 3 e indicado por sectores en las figuras 4 a 9.

La figura 1 muestra los sectores (1 a 7) en los que se ha centrado el estudio de las sucesiones paleógenas, de forma que su solapamiento implica la sucesión más completa posible desde el punto de vista de su contenido en carófitas. El sector 1 (Figs. 1 y 2), registra la sucesión de carófitas correspondiente a las sucesiones que afloran en el borde oriental de la cuenca (área de Montserrat - Horta de Sant Joan). La delimitación de este sector se ha realizado a partir tanto de criterios estratigráficos (en ella se cubre el rango comprendido desde el Thanetiense hasta el Bartonense inferior), como por condicionantes estructurales (incluye las sucesiones situadas a lo largo del margen noroccidental de la Cadena Costera Catalana). La distribución de las carófitas recogidas en estas sucesiones se muestra en la figura 4. En ella se ha incluido además la distribución de carófitas procedentes de dos niveles de las cercanías del Puig Moreno (Provincia de Teruel, sector 7 en Fig. 1). Los números 1 a 28 de la figura 4 representan capas individuales o bien conjuntos de capas con idéntico contenido en carófitas. Su posición estratigráfica se muestra esquemáticamente en la figura 2. La posición más precisa de los «niveles» 1 a 16 puede consultarse en Anadón y Feist (1981), donde son citados con esta misma numeración; la ubicación del yacimiento 17 en Anadón (1978); la de los niveles 18 a 28 en Colombo (1980). El nivel 29 se localiza en la base de la sucesión paleógena de la zona del Puig Moreno (7 en fig. 1), atribuible a la Fm Mediona (Colombo, 1980). Finalmente el nivel 30, también localizado en la sucesión del sector de Puig Moreno, de difícil correlación con las sucesiones marginales de la Cuenca del Ebro, se sitúa en un tramo detrítico con carbonatos (de unos 60 metros de potencia) a unos 200 m por encima de los niveles equivalentes a la Fm Mediona (Anadón *et al.*, 1981).

La distribución de las carófitas de las sucesiones paleógenas, desde el Eoceno superior al Mioceno inferior, de los sectores 2 a 6 (Figs. 1 y 3) se muestra en las figuras 5 a 9. La posición precisa de las diferentes muestras reseñadas en estas figuras en los correspondientes perfiles estratigráficos y su correlación puede consultarse en Colombo (1980), Cabrera (1983), Sáez, (1987) y está sintetizada en Feist *et al.* (1993, en prensa).

El muestreo fue realizado cubriendo un amplio espectro de facies sedimentarias. Las muestras de carófitas proceden de depósitos de zonas lacustres someras con sedimentación terrígena y carbonatada o evaporítica. Estas zonas lacustres correspondían en



**III FACIES TERRIGENAS, CARBONATICAS Y EVAPORITICAS MARINAS**  
 (Depositos de transición y de plataformas terrigenas, carbonatadas y mixtas)

Lutitas, areniscas y calizas bioclásticas y bloconstruidas  
 Evaporitas

**IV DISCONTINUIDADES**

Discordancia basal  
 Discordancias internas  
 Hiatos o lagunas  
 Ausencia de observación por causas estructurales

**I FACIES TERRIGENAS GRUESAS DE MARGEN DE CUENCA**  
 (Depositos proximales de abanicos aluviales y de abanicos litorales)

Brechas monomicticas y polimicticas  
 Conglomerados polimicticos

**II FACIES TERRIGENAS Y CARBONATICAS CONTINENTALES**  
 (Depositos aluviales distales y lacustres palustres)

Lutitas y areniscas  
 Lutitas, carbonatos y yesos  
 Calizas y/o dolomías lacustre-palustres

Muestras y/o yacimientos Unidades

ocasiones a llanuras de inundación desarrolladas en zonas de intercanal o terminales distales-marginales de los grandes sistemas aluviales, en las que la persistencia de las láminas de agua fue a veces relativamente breve. Por el contrario, otras muchas muestras se recolectaron en zonas en las que los sistemas lacustres fueron muy persistentes, y se ubicaron en los sectores más internos de la cuenca más allá de la influencia terrígena de las zonas distales o marginales de los sistemas aluviales. Las características de los depósitos de los distintos sistemas y subambientes lacustres desarrollados en cada uno de ellos han sido resumidas en trabajos anteriores (Anadón *et al.*, 1989).

De lo aquí expuesto se deduce que el muestreo sistemático de sucesiones de la misma edad, correlacionadas entre sí y correspondientes a distintas asociaciones de facies, ha permitido cubrir diversas situaciones paleoambientales. Este hecho permite aceptar en cierta medida que los rangos de distribución de las especies de carófitas obtenidos en este trabajo no corresponden exclusivamente a cambios de las condiciones paleoecológicas reinantes en los sistemas lacustres paleogenos.

#### LAS CAROFITAS DEL PALEOGENO DE LA ZONA ORIENTAL DE LA CUENCA DEL EBRO

En el Paleógeno de la zona oriental de la Cuenca del Ebro se han reconocido un total de 54 especies de carófitas. La descripción detallada de las especies ha sido efectuada principalmente en Anadón y Feist (1981) y Choi (1989) y se ha realizado siguiendo un criterio sistemático tipológico. Además, en Feist *et al.*, 1993 (en prensa) se efectúa una somera descripción de algunas especies y se presenta una biozonación mediante carófitas de las sucesiones comprendidas entre el Eoceno Superior y el Mioceno inferior. Las biozonas allí previamente definidas han sido integradas en la presente biozonación y únicamente se ha

adoptado aquí una numeración diferente, al tener que incluir las biozonas inferiores, correspondientes al lapso de tiempo Paleoceno superior-Eoceno superior. Aquí se sigue una numeración iniciada en la biozona 1 de *Maedleriella michelina*, correspondiente al Paleoceno superior, mientras en Feist *et al.*, 1993 (en prensa), la biozona 1 atribuida al Eoceno superior (correspondiente a la biozona 11, indefinida, del presente trabajo). Para mantener una correcta organización en esta contribución y evitar reiteraciones innecesarias, se han resumido en el texto las principales características de las biozonas de carófitas para el Eoceno superior-Oligoceno superior (biozonas 11 a 19) y se remite al lector a Feist *et al.*, 1993 (en prensa) para la definición, descripción y justificación más detalladas de dichas biozonas.

#### Las biozonas de carófitas

A partir de los datos florísticos hoy disponibles se han establecido 19 subdivisiones (Figs 10, 11 y 12). Algunas de las biozonas locales establecidas son relacionables tanto por su asociación florística como por su semejante atribución cronoestratigráfica con las biozonas definidas en la biozonación europea preexistente (Riveline, 1986; fig. 12 columnas 1 a 3) y por ello se ha mantenido su denominación a fin de facilitar el reconocimiento de sus relaciones. Otras, sin embargo, están caracterizadas por asociaciones que incluyen formas exclusivas de la Cuenca del Ebro, o en las que las especies índice europeas no son abundantes o no muestran una amplia distribución areal. Para éstas biozonas se propone una denominación relacionada con el taxón más característico desde un punto de vista local (especies exclusivas de la cuenca u otras no consideradas como índices en la biozonación general). Por lo general las biozonas definidas son biozonas de conjunto, si bien en algunos casos también han sido utilizados criterios de rango estratigráfico regional, apariciones y desapariciones de las especies definidas.

Figura 2.- Esquema estratigráfico del Paleogeno del borde oriental de la Cuenca del Ebro. Se indica la posición de los yacimientos y muestras de carófitas del Paleoceno-Eoceno (ver texto para más detalles). Principales unidades mostradas en el esquema: BI: Fm Blancafort; C: Fm Cairat; Cr: Fm Carme; FL: Fm Flix; LP: Fm La Portella; LS: Fm La Salut; M: Fm Mediona y equivalentes laterales; M-BB: Fms La Morera-Bosc d'en Borrás; Fm Ma: Margalef; Mb: Fm Montblanc; Mo: Conglomerados de Montserrat; Ms Fm Montsant; O: Fm Orpí; Od: Fm Odena; S: Fm Sarral; SC: Fm Sta. Candia; SLM: Conglomerados de Sant Llorenç del Munt; SM: Grupo Santa Maria; SMM: Conglomerados de Sant Miquel del Montclar; U: Complejo de Ulldemolins; V: Fm Valldeperes; Va: Fm. Vacarisses.

Figure 2.- Stratigraphic sketch of the Paleogene sequences along the southeastern Ebro Basin margin with location of the the Paleocene-Eocene (Thanetian-Priabonian) charophyte samples. Sample numbers 1 to 16 are the same than those indicated in Anadón and Feist, 1981. The location of the sample 17 is explained in Anadón, 1978. Levels 18 to 28 are localized in the stratigraphic sections provided in Colombo, 1980. Note the major Ilerdian and Priabonian marine episodes in this part of the basin, as well as the occurrence of several carbonate and evaporite lacustrine and lagoonal units. Major units shown in the sketch: BI: Blancafort Fm; C: Cairat Fm; Cr: Carme Fm; FL: Flix Fm; LP: La Portella Fm; LS: La Salut Fm; M: Mediona Fm and lateral equivalents; M-BB: La Morera-Bosc d'en Borrás Fms; Ma: Margalef Fm; Mb: Montblanc Fm; Mo: Montserrat conglomerates; Ms Montsant Fm; O: Orpí Fm; Od: Odena Fm; S: Sarral Fm; SC: Sta. Candia Fm; SLM: Sant Llorenç del Munt Conglomerates; SM: Santa Maria Group; SMM: Sant Miquel del Montclar Conglomerates; U: Ulldemolins Complex; V: Valldeperes Fm.; Va: Vacarisses Fm.

**Biozona local 1 (*Biozona de Maedleriella michelina*)**

**Definición:** Intervalo definido en las sucesiones estudiadas de la Cuenca del Ebro por la presencia de *Maedleriella michelina*. Esta especie está presente en numerosos yacimientos de la Fm Mediona y su equivalente lateral en el Puig Moreno (Fig. 4).

**Especies significativas:** En el Puig Moreno (Fig. 1, sector 7 y Fig. 4 yacimiento 29) *M. michelina* está acompañada de *P. aff. varians*. En la zona del Seguet, en las cercanías de Santa Perpètua del Gaià (Figs. 2 y 4, yacimiento 3), *M. michelina* aparece asociada a *M. aff. angusta*, *N.(T.) cf. valensis* y restos de gasterópodos bulimoides.

**Correspondencia:** *M. michelina*, fuera de la Cuenca del Ebro posee una dispersión vertical bastante amplia dentro del Paleoceno. La asociación de *M. michelina* en la C. del Ebro junto a otras especies thanctienses permite considerar que esta biozona local se corresponde con las biozonas de *M. vestita* y *Sphaerochara edda* de Riveline (1986), sin mayor precisión.

**Biozona local 2 (*Biozona de Peckichara disermas*)**

**Definición:** Intervalo definido por la presencia de *Peckichara disermas*. Es la única especie de carófito que aparece en unos niveles lacustres con oncolitos y gasterópodos de la parte inferior

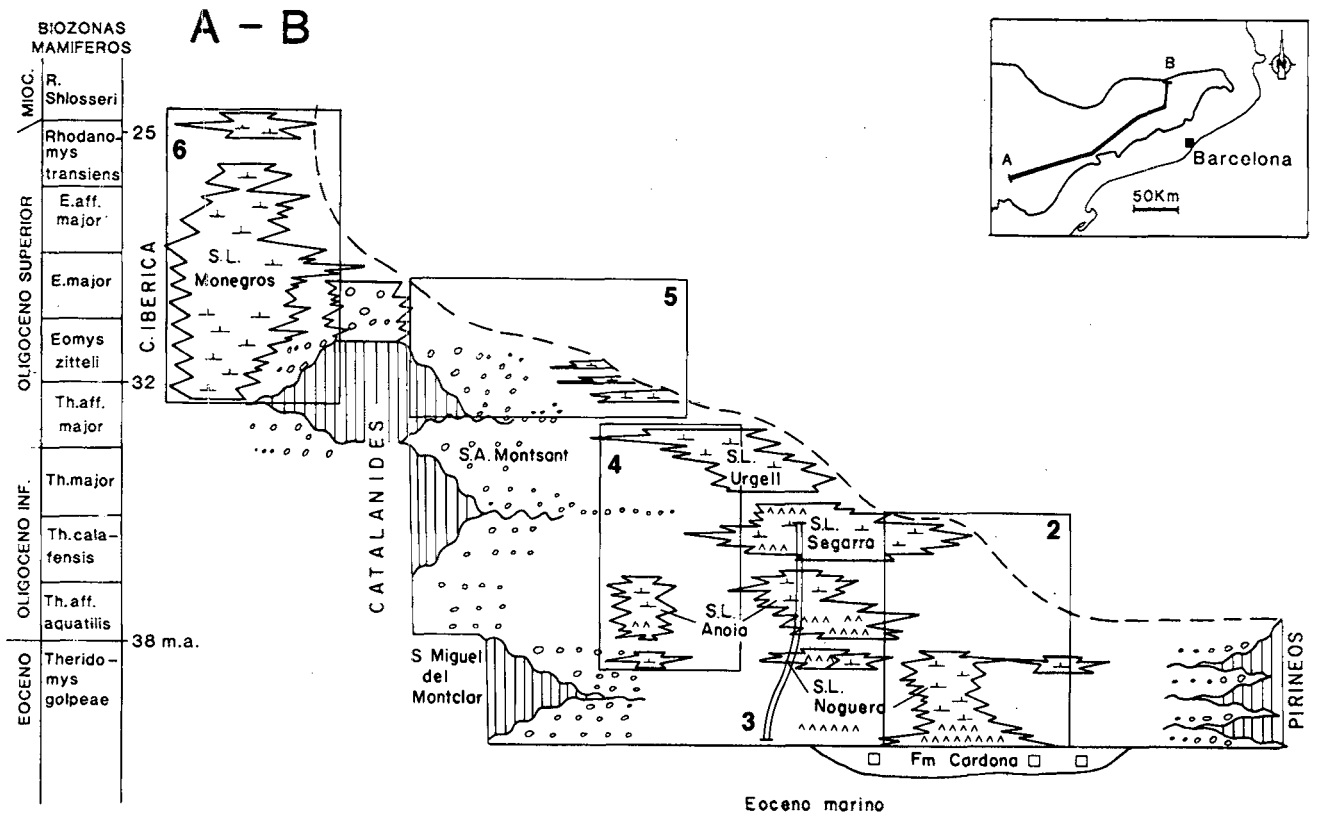


Figura 3.- Esquema estratigráfico de las sucesiones del Eoceno superior-Mioceno inferior en la zona oriental de la Cuenca del Ebro, modificado a partir de Anadón *et al.* 1989. Los recuadros muestran el rango estratigráfico de los sectores de muestreo 2 a 6 descritos en detalle en Feist *et al.*, 1993, en prensa. Obsérvese la biozonación paleomastológica local a partir de la cual se ha establecido una atribución cronoestratigráfica tentativa para las biozonas de carófitas.

Figure 3.-Stratigraphic sketch of the Late Eocene-Earliest Miocene sequences in the Eastern Ebro Basin (modified after Anadón *et al.* 1989). The insets show the stratigraphic range of the sampling zones 2 to 6, also described in Feist *et al.* (1993, in press). Note the local fossil mammal biozonation which has enabled a tentative chronostratigraphic attribution to the Late Eocene-Late Oligocene charophyte biozones described in this paper.

de la Fm Mediona en Sant Joan de Mediona (número 6 en Figs. 2 y 4).

**Correspondencia:** Esta biozona se corresponde con la biozona de *P. disermas* de Riveline (1986). Dicha autora atribuye la biozona de *P. disermas* al Sparna-ciense, que hace equivaler al Ilerdiense (Riveline, 1986; cuadro 82, p. 148). *P. disermas*, sin embargo,

parece tener una distribución más amplia abarcando parte del Thanetiense (Feist y Riveline, en prensa).

**Biozona local 3 (Biozona indefinida)**

**Definición:** Es una biozona correspondiente a un tramo sin carófitas, representado por las calizas de la Fm Orpi (Ilerdiense inferior y medio) y sus equivalentes laterales (Figs. 2 y 4).

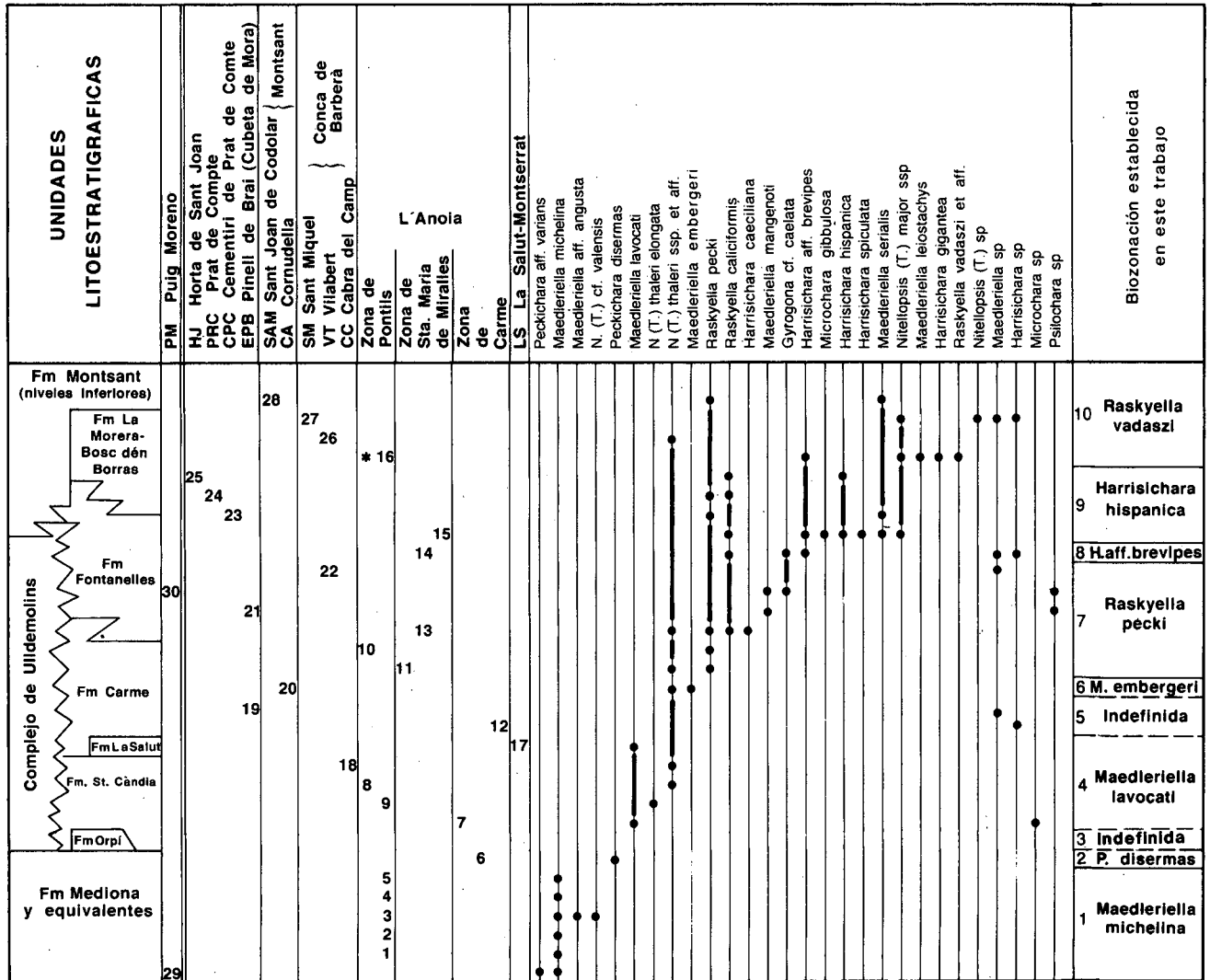


Figura 4.- Distribución estratigráfica de las asociaciones de carófitas reconocidas en las sucesiones del Paleoceno superior-Eoceno superior del margen suroriental de la Cuenca del Ebro. Ver el texto para la explicación del tipo de muestras y de su detallada ubicación. El asterisco muestra la posición del yacimiento de vertebrados de Pontils.

Figure 4.- Stratigraphic distribution of the Late Paleocene-Late Eocene charophyte assemblages in the Southeastern Ebro Basin margin. Note the lithostratigraphic units on the left and the local biozonation on the right (see fig. 2 for a general sight on the stratigraphic relationships and distribution of these units). Numbers 1 to 28 correspond to single samples or to sample assemblages with the same charophyte content. Their position in the lithostratigraphic units is shown in fig. 2. Numbers 1 to 16 are the same than those indicated in Anadón and Feist, 1981. The location of the locality 17 is detailed in Anadón, 1978. Levels 18 to 28 are localized in the stratigraphic sections provided in Colombo, 1980. Samples 29 and 30 are located in the Puig Moreno Section. The former at the bottom levels of the Paleogene succession, which can be attributed to the Mediona Formation (Colombo, 1980). The latter is 200 m above, in a carbonate-terigenous packet 60 m thick (Anadón *et al.*, 1981). (\*) close to level 16 shows the position of the Pontils fossil mammal locality (Anadón *et al.*, 1983).

**Correspondencia:** Este intervalo correspondería a la parte inferior de la biozona de *Peckichara piveteaui* de la biozonación de Riveline (1986). En la escala cronoestratigráfica abarcaría el Ilerdiense inferior y el medio.

#### **Biozona local 4 (Biozona de *Maedleriella lavocati*)**

**Definición:** Intervalo definido por la presencia de *Maedleriella lavocati*. Esta especie está presente en la Fm Santa Cándia del Grupo Pontils en el área de Igualada (yacimiento 7, Figs. 2 y 4) y en una intercalación lacustre de la Fm La Salut en el área de Montserrat (yacimiento 17, Figs. 2 y 4) que corresponde a la muestra SJ 44 de Anadón (1978).

**Especies significativas:** En el área de Igualada, los niveles lacustres de la Fm Santa Cándia presentan además *N.(T.) thaleri* y *N.(T.) thaleri elongata*.

**Correspondencia:** La biozona de *M. lavocati* de la Cuenca del Ebro corresponde a parte de la biozona de *N.(T.) thaleri* de la biozonación de Riveline (1986). En el presente trabajo se le atribuye a la biozona de *M. lavocati* una edad Ilerdiense superior, como se verá en el apartado de atribución cronoestratigráfica. Esta datación está en concordancia con la atribución al Eoceno inferior de los yacimientos argelinos de Gour Lazib (Gevin *et al.*, 1974) que contienen *M. lavocati*.

#### **Biozona local 5 (Biozona indefinida)**

**Definición:** Esta biozona comprende los niveles por encima de la biozona de *M. lavocati* y bajo los niveles atribuidos a la biozona de *Maedleriella embergeri*. El intervalo correspondiente a estos niveles no presenta especies de carófitas características, por lo que esta biozona queda indefinida (Fig. 4).

**Correspondencia:** Esta biozona corresponde a parte de la biozona de *N.(T.) thaleri* de Riveline (1986).

#### **Biozona local 6 (Biozona de *Maedleriella embergeri*)**

**Definición:** esta biozona corresponde al intervalo definido por la presencia de *Maedleriella embergeri*. Esta especie ha sido registrada en niveles del Complejo de Ulldemolins (Grupo Cornudella), equivalentes a la Fm Carme del Grupo Pontils del área de Igualada (yacimiento 20 en Figs. 2 y 4).

**Especies significativas:** En el yacimiento de Cornudella, *M. embergeri* aparece acompañada de *N.(T.) thaleri*.

**Correspondencia:** Esta biozona se corresponde con la biozona de *M. embergeri* de la biozonación de Riveline (1986).

#### **Biozona local 7 (Biozona de *Raskyella pecki*)**

**Definición:** Intervalo entre la primera aparición de *Raskyella pecki* y la primera presencia de *Harrisichara* aff. *brevipes* (Fig. 4)

**Especies significativas:** Otras especies presentes en el intervalo de esta biozona son: *N.(T.) elongata*, *R. caliciformis*, *H. caeciliana*, *M. manganoti* y *G. cf. caelata*.

**Correspondencia:** La biozona local 7 corresponde a la parte inferior de la biozona de *R. pecki* de Riveline (1986). *R. pecki* en la Cuenca del Ebro posee un rango mayor que el asignado por Riveline (1986) quien restringe su extensión a su biozona de *R. pecki*, mientras que en el presente trabajo se registra su presencia en niveles atribuibles a la biozona de *Raskyella vadaszi* (Fig. 4).

#### **Biozona local 8 (Biozona de *Harrisichara* aff. *brevipes*)**

**Definición:** Intervalo entre la aparición de *Harrisichara* aff. *brevipes* y la primera presencia de *Harrisichara hispanica*. Este intervalo corresponde a niveles altos de la Fm Fontanelles, hasta la aparición de *H. hispanica* (Fig. 4)

**Especies significativas:** Otras especies presentes en los niveles altos de la Fm Fontanelles asociadas a *H. aff. brevipes* son *R. caliciformis* y *G. cf. caelata*.

**Correspondencia:** La biozona local 8 corresponde a la parte superior de la biozona de *R. pecki* de Riveline (1986).

#### **Biozona local 9 (Biozona de *Harrisichara hispanica*)**

**Definición:** Intervalo definido entre la primera presencia de *H. hispanica* y la aparición de *R. vadaszi* (Fig. 4).

Figura 5.- Distribución de géneros y especies de carófitas en las sucesiones del Eoceno superior-Oligoceno inferior del sector 2. Consultar Anadón *et al.*, 1989 y Feist *et al.*, 1993 (en prensa) para una más detallada información sobre la ubicación de las muestras y las unidades litoestratigráficas.

Figure 5.- Late Eocene-Early Oligocene charophyte stratigraphic distribution in the sector 2. Note the lithostratigraphic units on the left and the local charophyte and mammal biozonation on the right (see Feist *et al.*, 1993, in press, for further information). The lower evaporite and carbonate lacustrine units (Barbastro, Torà and Castelltallat Fms.) belong to the Noguera Lacustrine system. The upper carbonate unit (Calaf Fm.) belong to the Segarra Lacustrine System. The alluvial-fluvial Artés, Súrria and Solsona units show vertical and lateral transitions to the lacustrine systems (see fig. 3 for a general sight on the stratigraphic relationships of the lacustrine systems and Anadón *et al.*, 1989 for further stratigraphic details).



Fm Torà	Fm Castelltalat	Fm Calaf			UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS Y EQUIVALENTES
Fm Barbastro	Fm. Artés / Fm Súría / Fm Solsona				
	A-11A 7 6 4-5 Pp 3 2 1 O+Ts 4a 3 1-2	5 6 8-8' 7 5-6 0 1 2	7-8 5-6 1-3 0 4 5 4 3 2 1 4	12 A-19A 19 18 10 18 16-17 15 13 12 11 10 9 8 7 6	CF: CALAF CR: CARDONA SB: SURIA . B SA: SURIA . A VF: FONOLLOSA SP: SANTPEDOR MO: MOIÀ SCG: ST. CUGAT GAVADONS
					H. tuberculata St. aff. edwardsii Rh. aff. attilis H. vāsiformis-tuberculata S. aff. subglobosa L. longus Chara sp. I (Choi 1984) Chara sp II (choi 1984) Rh. aff. raibocarpa N. jorbae G. caelata Rh. stockmansi St. lymnothamnoides
Sph. labellata 12		St. veclensis 13		N(T.) meriani? 14	ZONAS LOCALES DE CAROFITAS
Th. golpeae Sant Cugat G.		Santpedor Th. aff. aquatilis	Calat inferior	Th. calafensis Fonollosa VF-13	NIVELES CON MAMIFEROS Y CORRELACIONES Calat sup.

**Especies significativas:** Otras especies presentes en esta biozona son *Microchara gibbulosa*, *H. brevipes*, *Harrisichara spiculata*, *Maedleriella serialis* y *N. (T.) major*. También están presentes especies registradas en la biozona de *R. pecki* del presente trabajo, como la misma *R. pecki* y *R. caliciformis*.

**Correspondencia:** La biozona de *H. hispanica* corresponde a la biozona de *Ch. friteli* de la biozonación de Riveline (1986). Al no estar presente la especie tipo en la Cuenca del Ebro, se ha optado por asignarle el nombre de la especie más característica en esta cuenca.

#### **Biozona local 10 (Biozona de *Raskyella vadaszi*)**

**Definición:** Intervalo comprendido entre la aparición de *Raskyella vadaszi* y la desaparición de *Raskyella pecki*. Esta biozona abarca los niveles de la Fm Bosc d'En Borràs, sus equivalentes laterales de la Fm Morera y los niveles suprayacentes a ésta en la zona del Montsant (Figs. 2 y 4).

**Especies significativas:** Esta biozona registra la última presencia de *R. pecki*, *H. aff. brevipes*, *M. serialis*, *N. (T.) major* y *N. (T.) elongata* en la Cuenca del Ebro. Están presentes también *M. leiostachys* y *Harrisichara gigantea*.

**Correspondencia:** Esta biozona local corresponde a la biozona de *R. vadaszi* de Riveline (1986). En niveles de esta biozona de carófitas está presente el yacimiento de mamíferos fósiles de Pontils (Anadón *et al.*, 1983), atribuido al Standard level MP15 (La Livinière 2), Bartonniense, de la escala de Schmidt-Kittler (ed., 1987).

#### **Biozona local 11 (Biozona indefinida)**

**Definición:** Es un intervalo correspondiente a depósitos marinos y continentales que no han proporcionado restos de carófitas excepto *Harrisichara lineata*, especie presente en la zona de Vic (Colom *et al.*, 1970), en niveles equivalentes a la parte más alta de la Fm Tossa, *sensu* Ferrer (1971). Esta biozona, que se propone aquí como indefinida, corresponde al intervalo entre la biozona de *R. vadaszi* y la de *Sphaerochara labellata*. La biozona 11 corresponde a un conjunto de biozonas de Riveline (1986) que no han podido ser definidas en la Cuenca del Ebro (*H. vasiformis-tuberculata*, *Gyrogona tuberosa* y *Psilochara repanda*). La biozona 11 corresponde a la biozona local 1 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa).

#### **Biozona local 12 (Biozona de *Sphaerochara labellata*)**

**Definición:** Intervalo entre las apariciones de *Sphaerochara labellata* y de *Lychnothamnus longus* (Fig. 5).

**Especies significativas:** *Harrisichara tuberculata*, *Stephanochara aff. vectensis* y *Rhabdochara stockmansi* que aparecen simultáneamente a *S. labellata*.

**Correspondencia:** Esta biozona local corresponde íntegramente a la biozona de *S. labellata* (biozona local 2) definida en Feist *et al.*, 1993 (en prensa), que a su vez corresponde a la parte inferior de la biozona de *S. vectensis* de Riveline (1986). La biozona de *labellata* ha sido correlacionada con los niveles standard de mamíferos MP19-MP20 (Feist *et al.*, 1993, en prensa).

#### **Biozona local 13 (Biozona de *Stephanochara vectensis*)**

**Definición:** Intervalo entre la primera presencia de *Lychnothamnus longus* y la primera presencia de *Nitellopsis meriani* (Fig. 5 y 6).

**Especies significativas:** *Nodosochara jorbae*, que aparece en esta biozona; *H. tuberculata*, *S. aff. vectensis* y *R. stockmansi*, que persisten desde la biozona anterior 12.

**Correspondencia:** Esta biozona, correspondiente a la biozona local 3 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa), es correlacionada en su conjunto con parte de la biozona de *S. vectensis* de Riveline (1986).

#### **Biozona local 14 (Biozona de *Nitellopsis (T.) meriani*)**

**Definición:** Intervalo entre la primera presencia de *Nitellopsis meriani* y la última presencia de *Harrisichara tuberculata* (Figs. 6 y 7).

**Especies significativas:** Formas tempranas de *G. medicaginula*. Última presencia de *H. tuberculata*, *R. stockmansi*, *S. subglobosa*, *L. longus* y *S. lychnothamnoides*.

**Correspondencia:** Esta biozona, correspondiente a la biozona 4 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa), corresponde a su vez a la biozona de *St. pinguis* de Riveline (1986). Esta biozona, en la Cuenca del Ebro, ha sido asimilada a los niveles standard de mamíferos MP21-MP22.

#### **Biozona local 15 (Biozona indefinida)**

**Definición:** Esta biozona, indefinida, comprende el intervalo entre la última presencia de *Harrisichara tuberculata* y la primera presencia de *Chara microceara* (Figs. 6, 7 y 8).

**Correspondencia:** Esta biozona corresponde a la biozona local 5, indefinida, de Feist *et al.*, 1993 (en prensa), asimilada a su vez a la biozona de *Rhabdochara major* de Riveline (1986).

UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS Y EQUIVALENTES		Calizas de la Panadella		Fm. Artés s.l.		Yesos de S. Martí de Tous		Yesos de Clariana		
JP: JORBA-LA PANADELLA	CO: CONILL	ESP: L'ESPELT	38'	42'	37'	35'	34'	31'	29'	
			CO	27'	22'	21'	20'	20'	18'	
				17'	16'	15-15'	10'	9'	11'	
				15'	10'	9'	7'	5'	10'	
				5'	5,5A,5B	4'	3'	2'	7'	
				1-2					5'	
H. tuberculata	St. aff. edwardsii	L. longus	N. jorbae	G. caelata	Chara sp II (Choi 1984)	R. aff. raibocarpa	N (T.) meriani	Lamprothamnium sp.	Rh. stockmansii	G. medicaginula
ZONAS LOCALES DE CAROFITAS	NIVELES CON MAMIFEROS Y CORRELACIONES	ZONAS LOCALES DE MAMIFEROS	No definida ?	15	N(T.) meriani ?	14	JP 24 Porquerises	Yacimientos CALAF	Zona de Th. Calafensis	
								SANTPEDOR	Z. de Th. aquatilis	

Figura 6.- Distribución de géneros y especies de carófitas en las sucesiones del Eoceno superior-Oligoceno inferior del sector 3. Consultar Anadón *et al.*, 1989 y Feist *et al.*, 1993, en prensa, para una más detallada información sobre la ubicación de las muestras y las unidades litoestratigráficas.

Figure 6.- Late Eocene-Early Oligocene charophyte stratigraphic distribution in the sector 3. Note the lithostratigraphic units on the left and the local charophyte and mammal biozonation on the right and Feist *et al.*, 1993, in press, for further information). The lower evaporite lacustrine units (Sant Martí de Tous Gypsum and Clariana Gypsum) belong respectively to the Noguera and Anoia Lacustrine systems. The upper carbonate unit (Panadella Limestones) belong to the Segarra Lacustrine System. The alluvial-fluvial Artés unit shows vertical and lateral transitions to the lacustrine systems (see fig. 3 for a general sight on the stratigraphic relationships of the lacustrine systems and Anadón *et al.*, 1989, for further stratigraphic details).

**Biozona local 16 (Biozona de Chara microcera)**

**Definición:** Intervalo entre la primera presencia de *Chara microcera* y la primera ocurrencia de *Hornichara lagenalis* (Figs. 7, 8 y 9).

**Especies significativas:** *Sphaerochara hirmeri* y *R. major* cuya presencia en esta biozona corresponde a la parte más reciente de su extensión.

**Correspondencia:** Esta biozona, referida como biozona local 6 en Feist *et al.*, 1993 (en prensa) corresponde a la parte inferior de la biozona de *Ch. microcera* de Riveline (1986), teniendo en cuenta además las precisiones cronoestratigráficas efectuadas en Feist *et al.*, 1993 (en prensa).

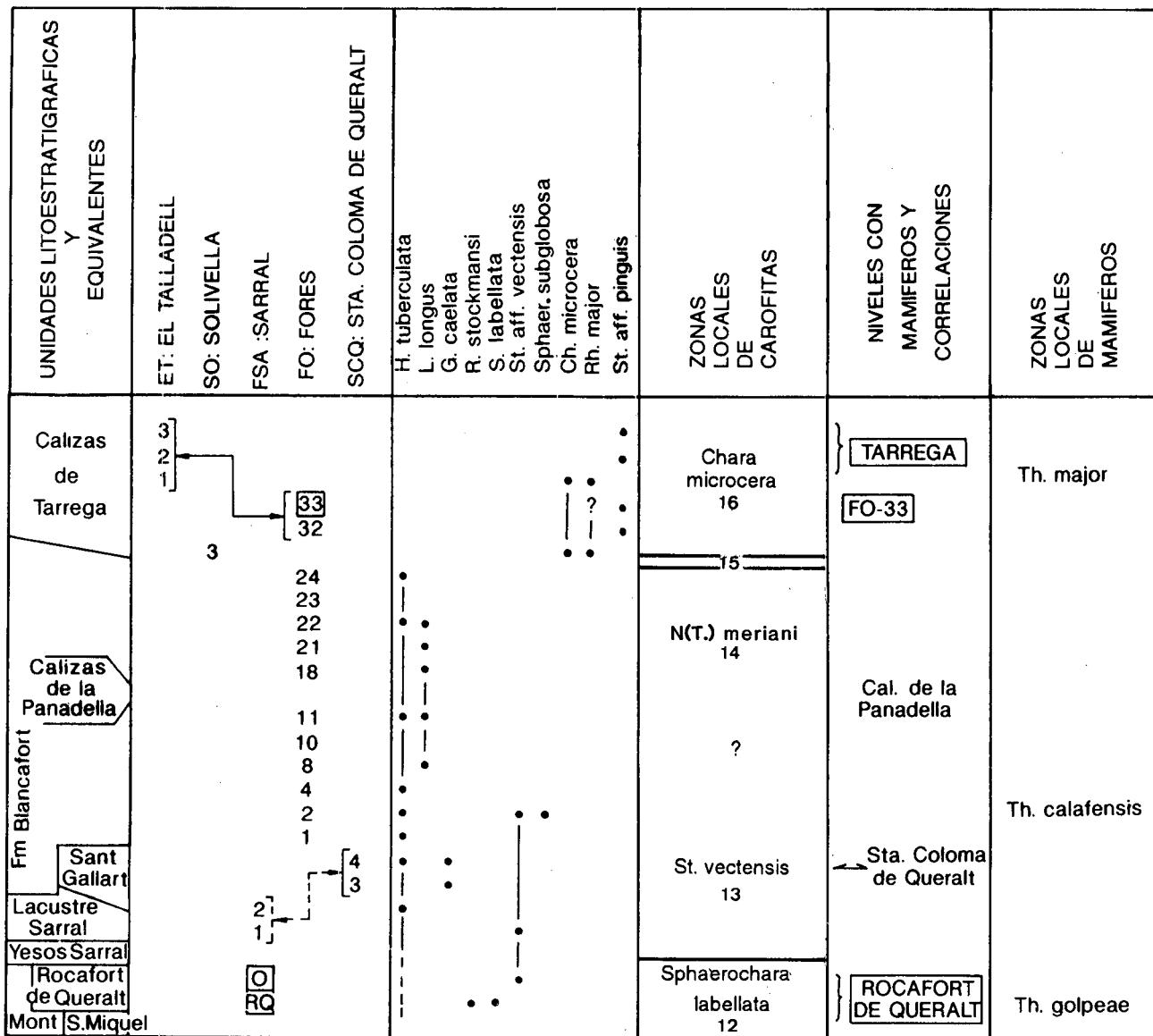


Figura 7.- Distribución de géneros y especies de carófitas en las sucesiones del Eoceno superior-Oligoceno inferior del sector 4. Consultar Anadón *et al.*, 1989 y Feist *et al.*, 1993, en prensa, para una más detallada información sobre la ubicación de las muestras y las unidades litoestratigráficas.

Figure 7.- Late Eocene-Early Oligocene charophyte stratigraphic distribution in the sector 4. Note the lithostratigraphic units on the left and the local charophyte and mammal biozonation on the right. The lower terrigenous evaporite and carbonate lacustrine units (Rocafort de Queralt, Sant Gallart) belong respectively to the Noguera and Anoia lacustrine systems. The intermediate (Panadella Limestones) and upper (Tarrega Limestones) carbonate units belong respectively to the Segarra and Urgell lacustrine Systems. The alluvial-fluvial St. Miquel del Montclar and Blancafort units show vertical and lateral transitions to the lacustrine systems (see fig. 3 for a general sight on the stratigraphic relationships of the lacustrine systems and Anadón *et al.*, 1989, for further stratigraphic details).

**Biozona local 17 (Biozona de *Hornichara lagenalis*)**

**Definición:** Intervalo entre la primera presencia de *Hornichara lagenalis* y la primera ocurrencia de *Stephanochara ungeri*.

**Especies significativas:** *Chara microcera*, persistiendo desde la biozona anterior.

**Correspondencia:** Esta biozona corresponde a la biozona local 7 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa), que a su vez es asimilada a la parte superior de la biozona de *Chara microcera* previamente definida por Riveline (1986). La biozona local 17 se correlaciona con la biozona de mamíferos de *Eomys major* de Agustí *et al.* (1987, 1988), asimilable al nivel standard de mamíferos MP 27 de Schmidt-Kittler ed. (1987)

UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS Y EQUIVALENTES	MM: MAS DE MAIALS LSA: SARROCA AL: ALCANO AS: ASPA CA: CASTELLDANS PP: PLA DEL PEPE FSP: SOLA DEL PLA MQ: MONTBLANQUET	N. (T) meriani Ch. microcera R. major Sphaerochara hirmeri Chara notata Rh. langeri Sph. ulmensis Chara n. sp. A (Feist.)	ZONAS LOCALES DE CAROFITAS	NIVELES CON MAMIFEROS
Granja d'Escarp	3 1	•	St. ungeri 18	
Areniscas del Cogull	4 2 0,1	•		
Calizas de Les Marqueses	2 3 3	•	Hornichara lagenalis ? 17	PP-8 Z. Th. aff. major
Ar. de l'Albí	12 14 11 10 9 8 4	•		
Fm. Tàrrega (El Talladell)	5 2 1	•	Chara microcera 16	Z. Th. major
	5 4 3 2	•		
		•	No definida 15	MQ 2

Figura 8.- Distribución de géneros y especies de carófitas en las sucesiones del Oligoceno inferior y superior del sector 5. Consultar Anadón *et al.*, 1989 y Feist *et al.*, 1993, en prensa, para una más detallada información sobre la ubicación de las muestras y las unidades litoestratigráficas.

Figure 8.- Early to Late Oligocene charophyte stratigraphic distribution in the sector 5. Note the lithostratigraphic units on the left and the local charophyte and mammal biozonation on the right. The lower terrigenous and carbonate lacustrine units (Tàrrega Limestones) belong to the Urgell Lacustrine System. The upper terrigenous and carbonate lacustrine units (Les Marqueses Limestone and Granja d'Escarp Fm) belong to the Los Monegros Lacustrine System. The alluvial-fluvial Albí and Cogull Sandstones show vertical and lateral transitions to the lacustrine systems (see fig. 3 for a general sight on the stratigraphic relationships of the lacustrine systems and Anadón *et al.*, 1989 for further stratigraphic details).

**Biozona local 18 (Biozona de *Stephanochara ungeri*)**

**Definición:** Intervalo entre la primera presencia de *Stephanochara ungeri* y la primera ocurrencia de *Stephanochara berdotensis* (Figs. 8 y 9).

**Especies significativas:** *Ch. microcera* y formas tempranas de *R. langeri*, *Chara* sp. 1 y *S. ulmensis*.

**Correspondencia:** Esta biozona corresponde a la biozona local 8 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa) que es asimilada a la biozona de *S. ungeri* de Riveline (1986) y de Berger (1986). La biozona local de *ungeri* es asimilable a los niveles standard de mamíferos MP27 a MP29 (Feist *et al.*, 1993, en prensa).

UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS Y EQUIVALENTES			ZONAS LOCALES DE CAROFITAS	NIVELES CON MAMIFEROS Y CORRELACIONES / ZONAS LOCALES DE MAMIFEROS
Calizas de Torrente de Cinca	1 39 31 24 68 12 W10 W9 12 10	Lamprothamnium sp N. (T) meriani Ch. microcera Ch. notata Rh. praelangeri Sphae. ulmensis Stephan. ungeri Hornich. lagenalis Rh. langeri Chara sp. A Sph. hirmeri Steph. berdotensis	St. berdotensis 19	Ballobar 21 Z.R. schlosseri Fraga W-11
Lutitas de la Cuesta de Fraga	5 W8 W7 3 1 48 47 43		St. ungeri 18	Fraga W-6 Z.Rh. transiens
Calizas de Mequinenza y luitas de Granja d'Escarp	W4 23 22 19 7 1 3 6 10 3 1		H. lagenalis 17	T.de Cinca 18 Z.E. aff. major T.de Cinca 4
Fm Flix	5 1-2 1		Chara microcera 16	La Bagarella Mina Pilar Z.E. major Gandesa Z.E. zitteli

Figura 9.- Distribución de géneros y especies de carófitas en las sucesiones del Oligoceno inferior y superior del sector 6. Consultar Anadón *et al.*, 1989 y Feist *et al.*, 1993 en prensa para una más detallada información sobre la ubicación de las muestras y las unidades litoestratigráficas.

Figure 9.- Late Oligocene charophyte stratigraphic distribution in the sector 6. Note the lithostratigraphic units on the left and the local charophyte and mammal biozonation on the right. The carbonate dominated lacustrine units (Mequinenza Limestone and Torrente de Cinca Limestone) and their equivalents in the Granja d'Escarp unit belong to the Los Monegros Lacustrine System. The alluvial-fluvial Flix Fm and Cuesta de Fraga Mudstones show vertical and lateral transitions to the lacustrine systems (see fig. 3 for a general sight on the stratigraphic relationships of the lacustrine systems and Anadón *et al.*, 1989 for further stratigraphic details).

### **Biozona local 19 (Biozona de *Stephanochara berdotensis*)**

**Definición:** La base de esta biozona corresponde a la presencia más baja de *S. berdotensis*. El techo de esta biozona no está definido debido a la ausencia, hasta la fecha, de especies indicadoras del Mioceno inferior (Fig. 9).

**Especies significativas:** *Chara notata*, *R. langeri* y *Ch. sp. A*, que persisten de niveles infrayacentes.

**Correspondencia:** Esta biozona corresponde a la biozona local 9 de Feist *et al.*, 1993 (en prensa), que a su vez representa tres biozonas de la biozonación de Riveline (1986): la biozona de *Chara notata*, que debe suprimirse como tal; la biozona de *R. nitida*, no identificada en la Cuenca del Ebro y la biozona de *S. berdotensis* que se redefine debido a la aparición de la especie característica en el Oligoceno Superior en vez del Aquitaniense inferior.

### **Atribución cronoestratigráfica de las biozonas y comparación con otras biozonaciones**

A partir de los datos hoy disponibles, ha sido posible establecer una atribución cronoestratigráfica de las biozonas propuestas. En algunos casos se han producido modificaciones apreciables a las atribuciones hasta ahora establecidas, bien por las variaciones del rango de las especies de carófitas reconocidas en el presente trabajo, bien por la existencia de nuevas correlaciones directas con las escalas biocronoestratigráficas marinas. Por ello es preciso discutir las características de la biozonación de carófitas aquí establecida y compararla con las biozonas preexistentes.

### **Zonas indefinidas**

En la sucesión paleógena de la zona oriental de la Cuenca del Ebro destacan varios intervalos mayores en los que se ha observado una escasez notable o práctica ausencia de carófitas. El primero de estos intervalos corresponde al Ilerdiense inferior y medio, registrado en la Formación Orpí, que se originó en ambientes marinos de plataforma carbonatada, y en las sucesiones equivalentes formadas en ambientes continentales.

El segundo de estos intervalos corresponde al Cui-siense-Luteciense, cuyo registro litológico es la Fm Carme (Grupo Pontils), y equivalentes laterales, que han sido ampliamente reconocidos en las zonas distales de la Cuenca del Ebro, alejadas de los sistemas de abanicos de zonas de borde de cuenca (Fig. 2). En esta época predominaron en amplias extensiones de la cuenca, ambientes de llanura lutítica donde se originaron potentes sucesiones de lutitas, areniscas rojas y

yesos, con escasísimos depósitos lacustres. Este episodio ya fue resaltado por Rosell *et al.* (1966).

Un tercer intervalo importante con escasez o ausencia de registro de floras de carófitas corresponde al Bartonense superior - Priabonense inferior. Este episodio, relativamente breve, quedó registrado en amplias zonas de la cuenca por las potentes sucesiones de depósitos marinos y de transición del Grupo Santa Maria (Fig. 2), con escasísimos restos de carófitas. Esto coincide además con el hecho de que en los equivalentes laterales, originados en medios continentales, no se han conservado apenas floras de carófitas fósiles, al estar prácticamente ausentes los niveles lacustres.

### **Atribuciones cronoestratigráficas de las biozonas locales**

Las atribuciones cronoestratigráficas de las biozonas definidas en este trabajo se han resumido en los cuadros de las figuras 10 a 12.

Por lo que se refiere a las biozonas del Paleógeno inferior, la atribución de la biozona de *Maedleriella lavocati* al Ilerdiense constituye una novedad. Esta biozona está representada en la zona oriental de la Cuenca del Ebro en la Formación Santa Càn dia. En esta unidad está presente también *Nitellopsis (T.) thaleri elongata*, forma característica de los niveles supra-ilerdienses de las Corbières y del Minervois, en el Sur de Francia (Castel y Grambast, 1969). La Fm Santa Càn dia corresponde a depósitos lagunares y lacustres originados tras una fase regresiva que ha sido atribuida al final del Ilerdiense medio (Ferrer, 1973). Teniendo en cuenta la ausencia de elementos de datación en las capas superpuestas, los niveles continentales supra-ilerdienses fueron atribuidos por su posición estratigráfica (tanto en el Sur de Francia como en Cataluña), al Cui-siense y al Ilerdiense superior-Cui-siense respectivamente (Castel y Grambast, 1969; Anadón y Feist, 1981). El descubrimiento de mamíferos fósiles de edad Cui-siense en las Calizas y Margas de Agel en las Corbières y en el Minervois (Marandat, 1986) condujo a considerar más antigua la serie infrayacente, que contiene la flora de *N. (T.) thaleri elongata* y que por tanto estaría comprendida entre el Ilerdiense medio y el Cui-siense superior. Esta datación se ha podido precisar más con el descubrimiento de esta flora en Cerdeña, en niveles intercalados entre tramos marinos datados por alveolinas del Ilerdiense medio a superior (Tambareau *et al.*, 1989). Esta es la edad que atribuimos a la base de la biozona local 4 de *M. lavocati* que comprende los yacimientos de la Fm Santa Càn dia y se corresponde, por la presencia de *N. (T.) thaleri elongata*, con la flora

ilerdiense del Sur de Francia y de Cerdeña. Para denominar la biozona local se ha preferido escoger *M. lavocati* como especie índice en lugar de *N. T. thaleri* puesto que *M. lavocati* presenta el mismo valor biocronológico pero en la Cuenca del Ebro muestra una mayor distribución areal.

La atribución cronoestratigráfica de las biozonas establecidas en este trabajo desde el Eoce-

no superior al Mioceno inferior se ha basado en la correspondencia de las mismas con las localidades de mamíferos fósiles existentes en la cuenca (Agustí *et al.*, 1987 y 1988; Anadón *et al.*, 1987) y han sido previamente discutidas en Feist *et al.* (1993, en prensa). Esta correspondencia aparece resumida en las columnas 4 a 6 de la figura 12 en el presente trabajo.

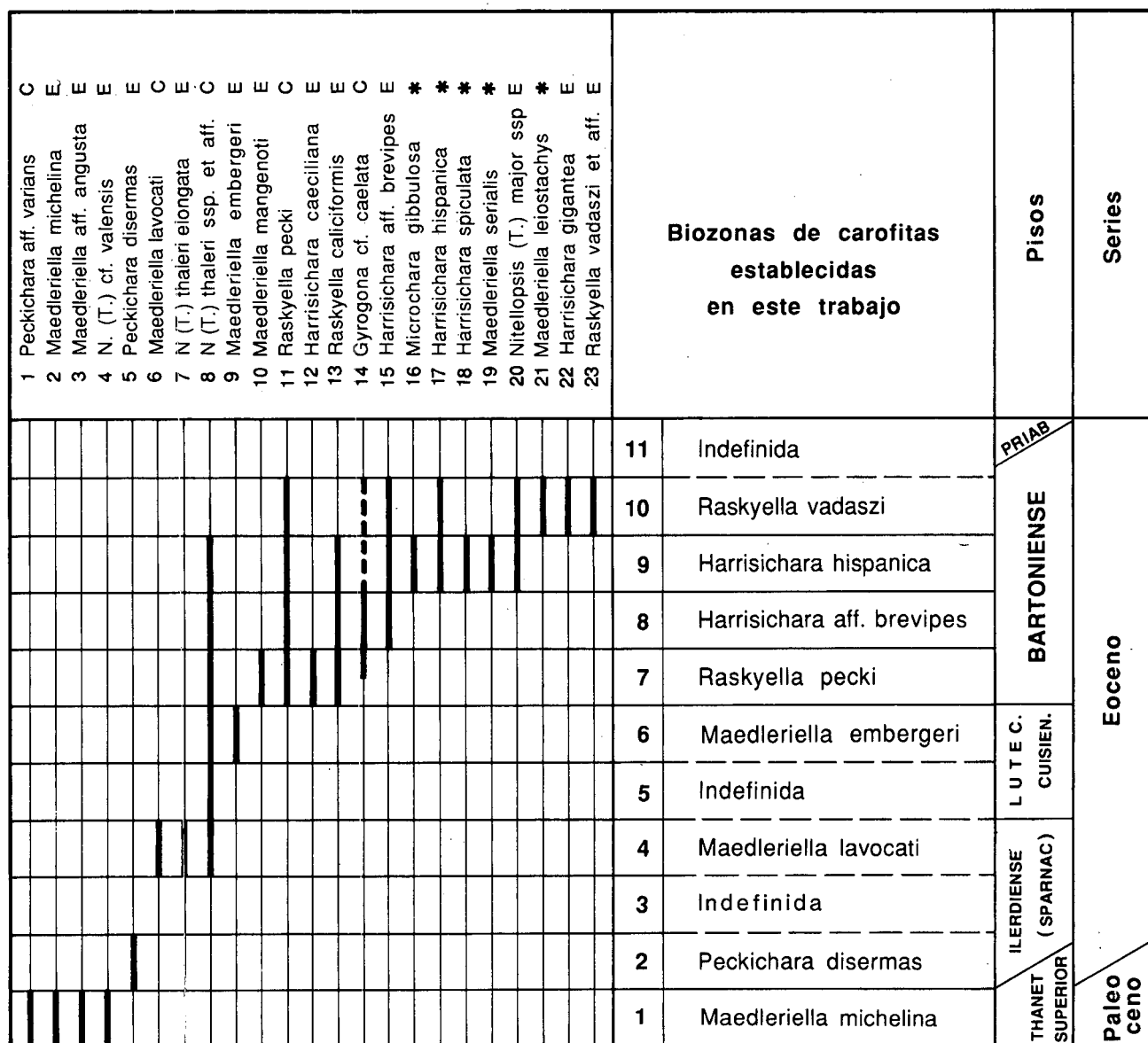


Figura 10.- Biozonación mediante carófitas del Paleoceno superior-Eoceno superior de la zona oriental de la Cuenca del Ebro. Observar la biozona de intervalo relacionada con el episodio transgresivo ilerdiense y las dos biozonas indefinidas relacionadas con asociaciones pobres o inexistentes de carófitas, en el Cuisiense-Luteciense y el Priabonense. Nótese la numeración de las especies y su caracterización paleobiogeográfica como especies pluricontinentales (C), europeas (E) e ibéricas posiblemente endémicas (\*).

Figura 10.- Late Paleocene- Late Eocene charophyte biozonation in the Eastern Ebro Basin. Note the interval biozone related to the ilerdiian transgressive episode and the two undefined biozones related to poor or unexistant charophyte assemblages in the Cuisian-Lutetian and the Priabonian. Note the species number and their paleobiogeographical characterization as pluricontinental (C), european (E) and iberian, likely endemic (\*), species on the basis of present knowledge on fossil charophyte taxonomy and areal distribution.



### **La zonación de carófitas del Paleógeno de la Cuenca del Ebro en relación con la biozonación de Europa occidental**

La zonación establecida en la Cuenca del Ebro está basada en cortes continuos correlacionados unos con otros dentro de los mismos sectores. La precisión obtenida al delimitar los rangos y la composición de los sucesivos conjuntos florísticos junto a su correlación con yacimientos de mamíferos fósiles (Figs. 5 a 9) ha conducido a modificar sensiblemente las zonaciones previas. En comparación con la más reciente, la de Riveline (1986), los cambios principales (Figs. 10, 11 y 12) consisten en:

1) Atribución de una edad más antigua a la biozona de *N. (T.) thaleri* (a la que corresponde la biozona local 4 de *Maedleriella lavocati*), que se inicia en el Ilerdiense y no en el Cuisiense tal como lo indican los datos reseñados anteriormente (ver apartado de atribución cronoestratigráfica de las biozonas).

2) La supresión de la biozona de *Chara notata* y la redefinición de la de *Stephanochara berdotensis*, al haber perdido ambas su significado inicial como consecuencia del alargamiento de la extensión de sus especies índices, deducible de sus relaciones con las faunas de mamíferos fósiles reconocidas en la Cuenca del Ebro (Feist *et al.*, 1993 en prensa).

La redefinición de la biozona de *St. berdotensis* implica que no ha de ser considerada como característica del Mioceno inferior. En la acepción aquí propuesta la biozona de *St. berdotensis* se define como el intervalo comprendido entre la aparición de esta especie índice en el Oligoceno superior alto (hecho comprobado en la Cuenca del Ebro) y el momento inicial de su coexistencia con *Rantziniella nitida*. Esta coexistencia inicial marca el comienzo de una biozona de *R. nitida* cuya base indicaría aproximadamente el límite inferior del Aquitaniense, tal como se ha aceptado hasta la fecha (Riveline, 1986). La coexistencia *S. berdotensis-R. nitida* no se ha observado todavía en la Cuenca del Ebro pero ha sido señalada en la Cuenca de Aquitania y es deducible del rango de distribución a lo largo del Neógeno de ambas especies.

3) La extensión del rango del conjunto que caracteriza la biozona de *Stephanochara pinguis* por encima del nivel de Ronzon, es decir, entre los niveles de mamíferos de Ronzon (MP-21) y de Villebramar (MP-22). Esta modificación se basaría en los datos de relación entre las faunas de micromamíferos fósiles y las floras de carófitas de la Cuenca del Ebro (Feist *et al.*, 1993, en prensa).

4) Una redefinición y nueva atribución cronoestratigráfica de las biozonas de *S. vectensis* y *Ch. microcera*

y la definición de dos nuevas biozonas, la de *Sphaerochara labellata* en el Priaboniense terminal y la de *Hornichara lagenalis* en el Chattiense, todas ellas basada en las nuevas relaciones de distribuciones relativas de los taxones de carófitas observados en la Cuenca del Ebro

### **CAMBIOS DE LAS FLORAS DE CAROFITAS PALEOGENAS EN LA ZONA ORIENTAL DE LA CUENCA DEL EBRO. ASPECTOS PALEO-BIOGEOGRAFICOS**

El análisis de los cambios de las asociaciones de floras de carófitas paleógenas reconocidas en la Cuenca del Ebro y su comparación con las de otras regiones ha de basarse en las especies reconocidas hasta la fecha, citadas o descritas en trabajos anteriores (Anadón y Feist, 1981; Anadón *et al.* 1983; Choi, 1989; Feist *et al.* 1993 en prensa). Como base para este análisis se han tomado los datos contenidos en los cuadros de las figuras 10 y 11 en los que los taxones han sido numerados. Los taxones de nomenclatura abierta (*Lamprothamnium* sp, número 42 en Fig. 11) no han sido tomados en cuenta, excepción hecha de aquellos para los que se considera que se cuenta con suficientes criterios para su diferenciación (números 33, 37 y 52 en Fig. 11) y han sido objeto de descripción (Choi, 1989; Feist *et al.* en prensa, 1993).

El progreso en el estudio de la taxonomía de las floras paleógenas de carófitas y un mayor conocimiento de su distribución en regiones hoy poco estudiadas puede llevar en el futuro a modificar algunos de los hechos aquí expuestos. El número de formas presuntamente exclusivas de la Cuenca del Ebro puede ser probablemente menor de lo que parece. No puede excluirse que ciertas especies hoy sólo conocidas en el dominio mediterráneo sean reconocidas en el futuro en regiones y depósitos todavía hoy no prospectados en busca de carófitas. Se puede citar a este respecto las carófitas del Ilerdiense medio-superior continental, todavía desconocidas fuera de las regiones mesogeas. También la lista de especies de distribución pluricontinental se alarga constantemente. Así *Stephanochara berdotensis*, especie descrita en 1977 en Aquitania y reconocida después en diversas localidades de Europa, ha sido recientemente registrada en Hingjiang, China (Lu y Luo, 1990). *Maedleriella lavocati* y *Raskiella pecki* han sido señaladas en depósitos eocénicos norteafricanos (Grambast, 1962; Gevin *et al.*, 1974) al igual que *Gyrogona caelata*, reconocida en depósitos del Eoceno terminal o del Oligoceno de la sucesión paleógena de El Biod (Busson y Grambast, 1965). Por todo lo expuesto los valores numéricos manejados en este apartado y las implicaciones de ellos derivadas, son una primera aproximación a algunos aspectos macroevolutivos y paleobiogeográficos que pueden orientar futuros trabajos.

**Cambios en el número de especies y en la composición de las asociaciones de carófitas**

El número de especies reconocidas y la composición de las asociaciones de carófitas en el sector oriental de la Cuenca del Ebro variaron ostensiblemente a lo largo del Paleógeno (Figs. 10 y 11). Las variaciones del número de especies reconocidas en el área estudiada fueron en parte debidas a la evolución paleogeográfica regional y a los cambios en el desarrollo areal y diversidad de paleoambientes lagunales y lacustre-palustres (Fig. 13). La ausencia o escasa diversidad de especies que se reconocen en las biozonas locales indefinidas 3 y 11, son obviamente debidas a las dos grandes etapas (Ilerdiense y Bartonense-Priabonense) de desarrollo persistente de medios marinos de plataforma a lo largo de la zona suroriental de la

Cuenca del Ebro, que restringieron drásticamente las floras de carófitas por la ausencia de ambientes adecuados para su desarrollo (Fig. 13). Por otra parte, el comparativamente bajo número de especies registrado en las sucesiones continentales que abarcan desde el Thanetiense al Luteciense puede ser debido (aparte de a las limitaciones espaciales del muestreo) al escaso desarrollo de sistemas lacustre-palustres durante este lapso de tiempo. Por el contrario las asociaciones más variadas de carófitas reconocidas durante el Bartonense (biozonas 7 a 10) y dentro del lapso Priabonense-Chattiense (biozonas 12 a 14 y biozona 18) corresponden a momentos en los cuales el desarrollo areal, variedad paleoambiental y persistencia de sistemas lagunales o lacustres fue muy importante.

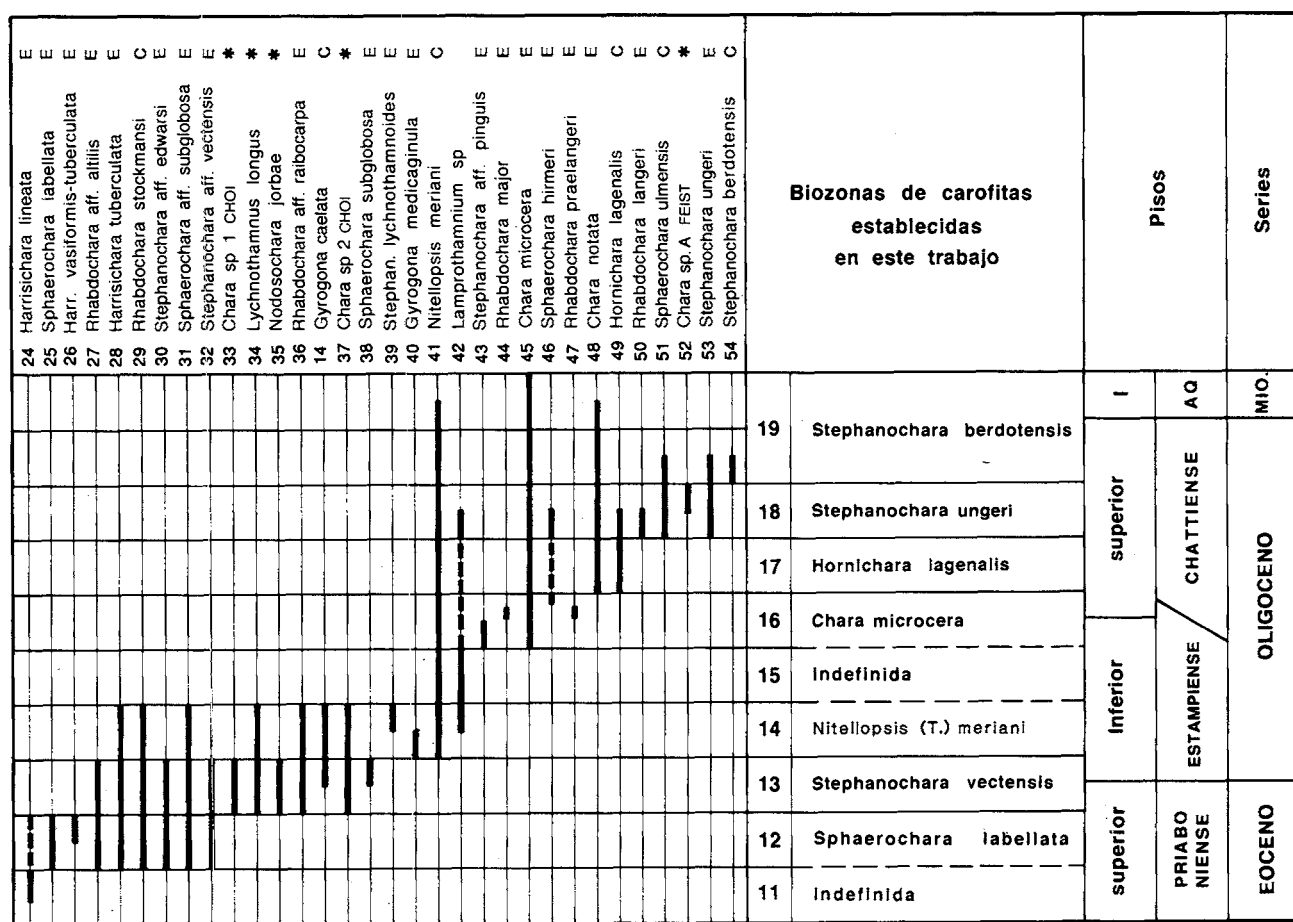


Figura 11.- Biozonación mediante carófitas del Eoceno superior-Oligoceno superior de la zona oriental de la Cuenca del Ebro. Observar las dos biozonas indefinidas relacionadas con asociaciones pobres o inexistentes de carófitas, en el Priabonense y el Estampiense. Nótese la numeración de las especies y su caracterización paleobiogeográfica como especies pluricontinentales (C), europeas (E) e ibéricas, posiblemente endémicas (\*). La numeración de las biozonas ha sido adaptada en relación a la indicada en Feist *et al.*, 1993, en prensa.

Figura 11.- Late Eocene-Late Oligocene charophyte biozonation in the Eastern Ebro Basin. Note the the two undefined biozones related to poor charophyte assemblages in the Priabonian and Early Oligocene. Note the species number and their paleobiogeographical characterization as pluricontinental (c), european (E) and iberian, likely endemic (\*) species on the basis of present knowledge on charophyte taxonomy and areal distribution. Biozone numbering has been modified in relation to that provided in Feist *et al.*, 1993, in press.

El registro de carófitas paleógenas de la cuenca correspondiente al lapso Priaboniense-Chattiense es el más continuo y menos afectado por sesgos introducidos por factores puramente paleogeográficos o paleoambientales regionales. Durante este lapso de tiempo el número de especies registradas es de 20 para las tres biozonas correspondientes al Priaboniense y Estampiense inferior (con una duración aproximada de unos 6 millones de años) y de 12 para el conjunto de biozonas posteriores (abarcando unos 5 millones de años). Además, los cambios observados no se restringieron únicamente al número de especies sino que también afectan a la composición taxonómica. Considerando las asociaciones representadas en la biozona local 14 se aprecia que las desapariciones de especies en la zona estudiada se incrementan de base al techo de la misma (Figs. 5 y 6). Estas desapariciones no fueron totalmente compensadas por la presencia de nuevas especies hecho que condujo a un cierto empobrecimiento de las floras de carófitas en esta región durante el Oligoceno inferior.

El empobrecimiento del grupo registrado a nivel regional en el sector oriental de la Cuenca del Ebro desde el final de la biozona 14 (biozona local de *T. (N.) meriani*) y hasta el comienzo de la 16 (biozona local de *Ch. microcera*) podría relacionarse, a título de hipótesis, con un proceso más general de extinciones que ocurrieron entre las biozonas generales europeas de *Stephanochara pinguis* y *Rhabdochara major*, en el Oligoceno inferior de Europa Occidental. El incremento posterior del número de especies registrado en la Cuenca del Ebro en las biozonas locales 16 a 18 podría a su vez ser correlativo al evento de especiación que tuvo lugar en la misma región europea durante el Oligoceno superior. Es posible que estos procesos generales estuvieran relacionados con los procesos de oscilación climática que tuvieron lugar durante el lapso de tiempo considerado (Keigwin y Keller, 1984; Shackleton, 1984; Miller y Fairbanks, 1985; Vianey-Liaud, 1991), sin ser descartable la influencia ejercida por los drásticos y repetidos cambios paleogeográficos que simultáneamente afectaron las regiones europeas (Dercourt *et al.* 1985).

#### **Distribución paleobiogeográfica conocida de las carófitas paleógenas de la Cuenca del Ebro**

Las zonas marinas profundas y de amplia extensión y las elevaciones montañosas que alternan con amplias zonas deprimidas, juegan según algunos autores un importante papel como barreras frente a la dispersión de las carófitas actuales (Corillion, 1957). También el régimen climático, condicionante de la dinámica hidrológica y composición hidroquímica de las zonas límnicas habitadas por las carófitas es un factor a tener en cuenta (Comelles *com.pers.*, 1993). Si bien

estos factores limitantes de la dispersión de las carófitas pueden llegar a ser circunstancialmente superados, el desarrollo de taxones endémicos no es un hecho infrecuente en las floras actuales de carófitas (Proctor, 1980) aunque la demostración de su existencia no es fácil debido a las dificultades del estudio de la taxonomía del grupo (Proctor, 1975, 1980).

La distribución paleobiogeográfica reconocida de las carófitas del Paleógeno del sector oriental de la Cuenca del Ebro, puede ser un elemento de referencia interesante para contrastar los datos paleogeográficos (orografía, distribución y persistencia de distintos medios deposicionales) de esta región occidental de la Mesogea. A partir de los datos hoy disponibles es posible establecer que de un total de 150 taxones de carófitas conocidos en Europa, desde el Thanetiense al Aquitaniense, 54 están representados en la parte oriental de la Cuenca del Ebro. Estos 54 taxones comprenden formas de distribución geográfica pluricontinental, otras de repartición europea y otras exclusivas hasta la fecha de la región NE de Iberia, que podrían ser endémicas (Figs. 10, 11 y 14).

En la siguiente relación se indica la distribución pluricontinental, europea o ibérica (C, E y \* respectivamente en las figuras 10 y 11) de las carófitas paleógenas reconocidas en la Cuenca del Ebro. Los números del 1 al 54 se refieren a los indicados en las listas de especies proporcionadas en las citadas figuras 10 y 11.

**Pluricontinentales (18,9%)**: 1, 6, 8, 11, 14, 29, 41, 49, 51, 54

**Europeas (62,2 %)**: 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 53

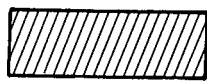
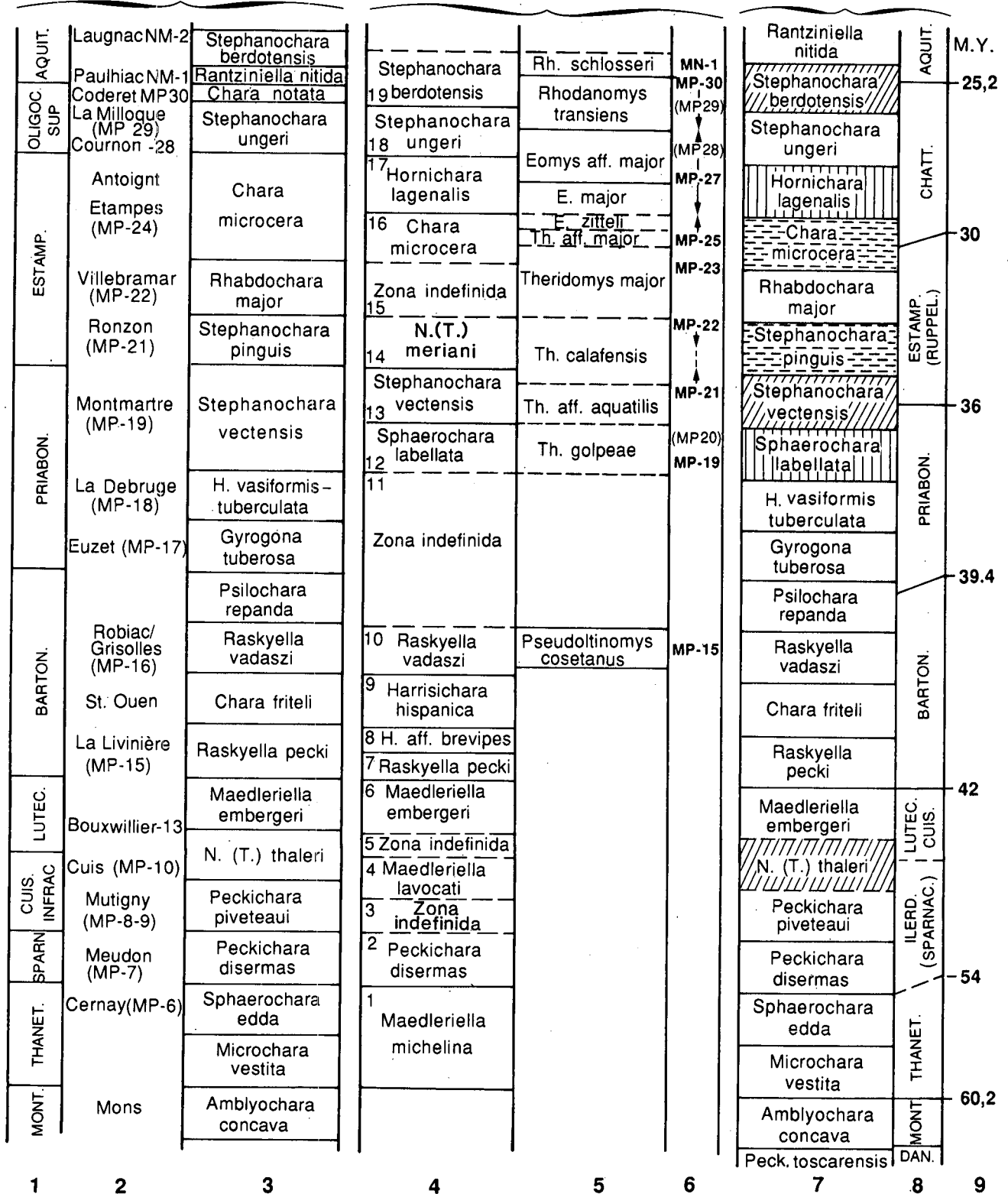
**Ibéricas (18,9 %)**: 16, 17, 18, 19, 21, 33, 34, 35, 37, 52

Esta distribución muestra que, en el conjunto de especies de carófitas reconocidas en las sucesiones paleógenas del Este de la Cuenca del Ebro, el grupo formado por los taxones de distribución pluricontinental y las europeas predomina con claridad sobre las de distribución exclusivamente ibérica, que a su vez pueden estar sobrevaloradas según se ha indicado (Fig. 14). Sin embargo en esta primera aproximación global (en la cual no se discriminan las variaciones observables considerando períodos de tiempo menores), el porcentaje de taxones reconocidos en varios continentes (18,9 %) es bastante bajo en comparación con las tasas actuales de carófitas cosmopolitas y endémicas en las regiones consideradas como poco afectadas por endemismo. Así por ejemplo, salvando las marcadas diferencias entre la geografía actual y las sucesivas paleogeografías paleógenas de la región europea occidental (incluyendo el Mediterráneo occi-

EUROPA OCCIDENTAL  
(Riveline, 1986)

CUENCA DEL EBRO  
PRESENTE TRABAJO

NUEVA PROPUESTA  
PARA  
EUROPA OCCIDENTAL



Biozona definida de nuevo



Nueva atribucion cronoestratigrafica



Nueva biozona

dental) en Francia las especies cosmopolitas representan hasta el 45% de la flora (Corillion, 1957). Para la misma Península Ibérica de un total de 28 especies de carófitas actuales 19 son valorables como cosmopolitas (incluyendo en este término las formas pluricontinentales boreales), mientras las 9 restantes son europeas y africanas (Comelles, 1982, 1985 y com. personal, 1993). Así pues las floras de carófitas actuales de la Península Ibérica muestran un endemismo poco marcado.

A la vista de lo anterior, el bajo porcentaje relativo de taxones pluricontinentales que caracteriza las floras paleógenas de la Cuenca del Ebro, sugiere que las condiciones paleogeográficas constituyeron, si no una barrera sí por lo menos un filtro que se opondría a un mayor grado de homogeneización florística. El Atlántico al Oeste (cuya conexión con la región de antepaís surpirenaica permitió hasta el Eoceno superior repetidas y persistentes extensiones del dominio marino), la Mesogea al SE (Fig. 15), y la existencia de los relieves pirenaicos al Norte, pudieron constituir obstáculos a esa homogeneización. Analizando las situaciones paleogeográficas que se dieron en la región NE de Iberia, y particularmente durante el lapso de tiempo en el que las biozonas de carófitas muestran un mayor número de taxones y también un porcentaje mayor de posibles endemismos (biozonas 9-10 durante el Bartonense y 13-14 durante el tránsito Priabonense-Estampiense) se constata que (Fig. 13):

1 - La máxima ocurrencia conocida de taxones exclusivamente ibéricos en las biozonas bartonienses se corresponde con una etapa en la que las regiones lagunales, aluviales y lacustres de la Cuenca del Ebro estuvieron separadas persistentemente del resto de Europa por una extensa zona marina (ver por ejemplo figs. 9 y 10 de Puigdefàbregas *et al.* 1986 y Dercourt *et al.*, 1985).

2 - La máxima ocurrencia de especies exclusivas del NE de Iberia durante el tránsito Priabonense-Estampiense se corresponde con una etapa paleogeográfica en la que los relieves pirenaicos, junto con las condi-

ciones ambientales de los extensísimos sistemas lacustres salinos desarrollados en la región surpirenaica, pudieron actuar como un filtro eficaz (ver por ejemplo figs. 1 a y 1 b en Anadón *et al.*, 1989).

Considerando otros lapsos de tiempo (Bartoniense inferior, biozonas 7 y 8; Oligoceno superior biozonas 15 a 19), se constata que el número de especies de distribución restringida al NE de Iberia es menor. Este hecho sugiere, a diferencia de los casos discutidos más arriba, una situación paleogeográfica más favorable al intercambio y migración de los taxones de carófitas.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se propone una biozonación mediante carófitas de las sucesiones paleógenas (Thanetiense superior- Oligoceno superior) de zona oriental de la Cuenca del Ebro (Fig. 12 columnas 4 a 6) Esta biozonación, elaborada mediante un riguroso control estratigráfico ha implicado la correlación de numerosas sucesiones continuas, el solapamiento del rango de las muestras recogidas y la integración de diversos yacimientos aislados. Por otra parte, la correlación con los diversos yacimientos de mamíferos fósiles de la cuenca ha redundado en un aceptable control cronostatigráfico de la biozonación local de carófitas que aquí se propone. Algunas de las biozonas locales establecidas son correlacionables tanto por su asociación florística como por su semejante atribución cronostatigráfica con las definidas previamente en Europa (Fig. 12 columnas 1 a 3) y por ello se ha mantenido su denominación a fin de facilitar el establecimiento de sus relaciones. Otras sin embargo vienen caracterizadas por asociaciones que incluyen formas endémicas y para ellas se propone una denominación específica local.

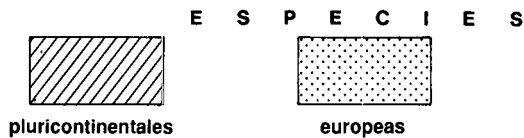
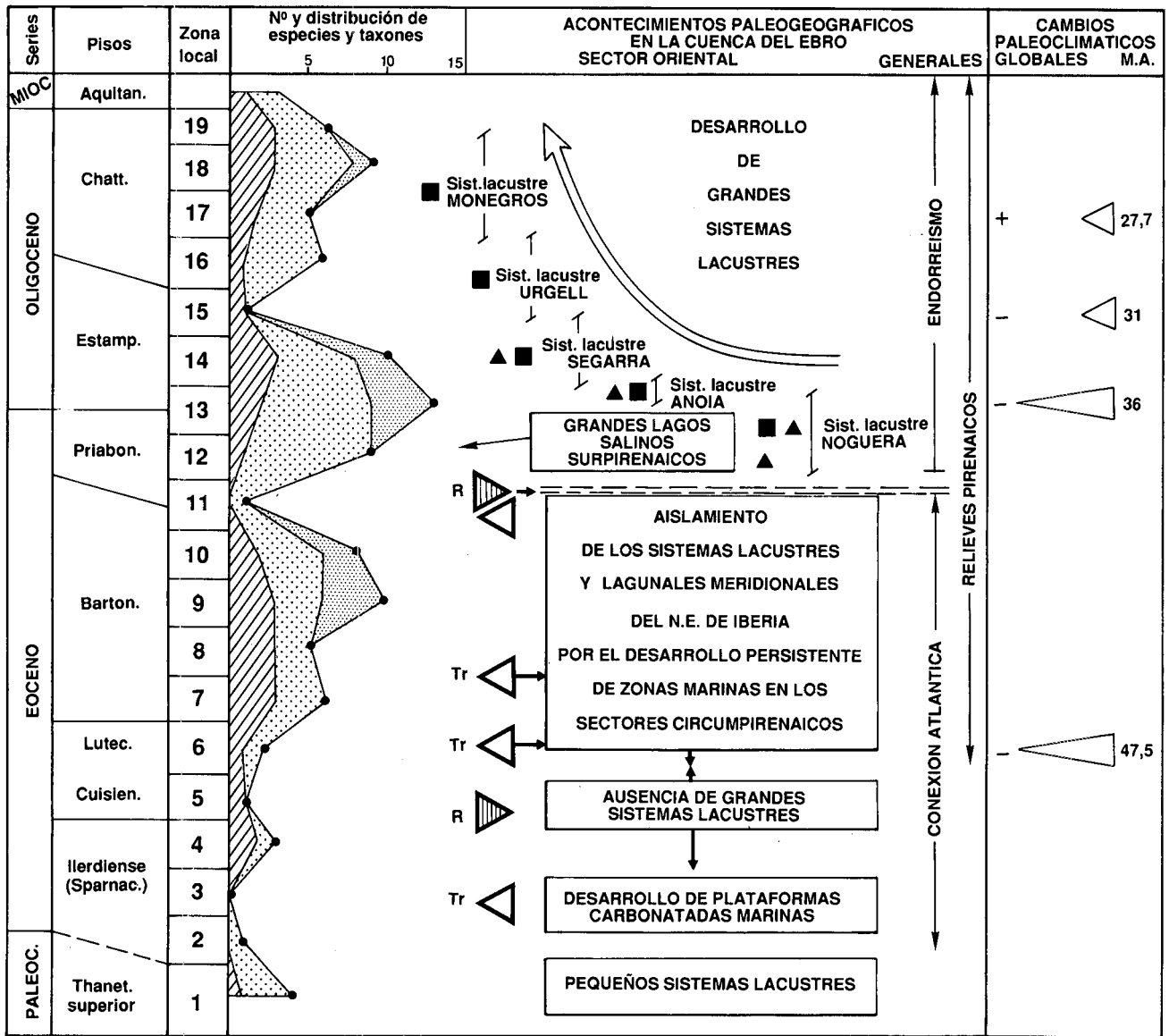
Algunas de las novedades y aspectos más interesantes sobre la biozonación de carófitas en el ámbito de la Cuenca del Ebro son (Fig. 12 columnas 4 a 6):

El Thanetiense se caracteriza momentáneamente por una única biozona local (de *Maedleriella michelina*).

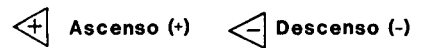
←

Figura 12.- Comparación entre las biozonas de carófitas local de la Cuenca del Ebro, la de Europa Occidental propuesta en este trabajo y la anteriormente propuesta por Riveline, 1986. Nótese que las biozonas de *Peckichara toscarenensis* y *Amblyochara concava* se han añadido en la parte inferior del cuadro de la columna 7 para completar su parte inferior (ver Galbrun *et al.*, 1993, en prensa). Las edades absolutas de la escala cronostatigráfica ha sido adoptada de Haq *et al.*, 1988. Ver texto para más detalles.

Figure 12.- Comparison between the local Ebro Basin Paleogene Charophyte Biozonation, the general biozonation for Western Europe proposed in this paper and that after Riveline (1986) for Western Europe. Some of the most noticeable changes introduced in the general biozonation (resulting as a consequence of the data derived from new direct correlations between marine and continental scales in Western Mediterranean paleogene basins and from the study of the Paleogene charophytes in the Eastern Ebro Basin) are: 1) The beginning in the Ilerdian of the *N. (T) thaleri* biozone 2) The definition of new biozones in the Late Eocene (*S. labellata* biozone) and the Late Oligocene (*H. lagenalis* biozone). 3) The enlargement of the range of several species which has resulted in the suppression of the *Chara notata* biozone (Late Oligocene) as well as in new definitions of the *St. pinguis*, *Chara microcera*, *St. vectensis* and *St. berdotensis* biozones. The biozones of *Peckichara toscarenensis* and *Amblyochara concava* have not been neither described nor discussed in this paper, but have been included in the table to complete its lower part (see Galbrun *et al.*, 1993, in press, for further detail). Absolute ages in the chronostratigraphic chart are after Haq *et al.*, 1988.



**TEMPERATURA**



■ Sistema lacustre carbonatado

▲ Sistema lacustre evaporítico



El Ilerdiense está caracterizado en sus facies continentales por parte de la biozona de *Peckichara disermas* y por la de *Maedleriella lavocati* ambas separadas entre sí por una biozona indefinida.

Por lo que respecta al lapso comprendido desde el Luteciense al Bartonense (biozonas locales 5 a 10) se han formalizado aspectos ya conocidos con anterioridad. Las biozonas locales 6,7 y 10 son relacionables con las generales y por ello se mantiene su denominación, a pesar de que en el caso de la biozona 7 el rango temporal es diferente. Las biozonas 8 y 9 sin embargo están caracterizadas por asociaciones que incluyen formas exclusivas de la Cuenca del Ebro y para ellas se propone una denominación específica local.

Igualmente, desde el Priabonense terminal al Aquitaniense inferior se proponen en este trabajo ocho biozonas locales (12 a 19) para las cuales también se ha seguido el criterio de mantener en lo posible las denominaciones establecidas previamente en las biozonas de Europa Occidental (Riveline, 1986). Sin embargo el rango y cronología de estas biozonas locales difiere en algunos casos de las biozonas de referencia (Fig. 12, comparar columnas 4 a 6 y 8 con las columnas 1 a 3).

El rango estratigráfico de varias especies índice de carófitas ha sido modificado a partir de los resultados obtenidos en la Cuenca del Ebro. Ello, junto con otras informaciones procedentes de áreas mediterráneas occidentales vecinas modifica de forma significativa el rango y cronología de las biozonas establecidas previamente en Europa Occidental (Fig. 12, comparar columnas 4 a 6 y 8 con las columnas 1 a 3).

Las principales modificaciones realizadas son (Fig. 12 columnas 6 a 9).

1) La nueva atribución cronoestratigráfica de la biozona de N. (T.) thaleri cuya parte inferior quedaría incluida en el Ilerdiense.

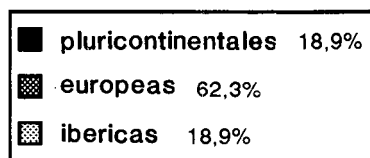
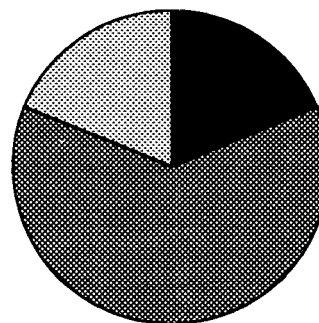


Figura 14.- Porcentajes relativos de especies pluricontinentales, europeas y endémicas del conjunto de especies de carófitas del Paleoceno superior al Oligoceno superior del sector oriental de la Cuenca del Ebro.

Figure 14.- Relative percentages of pluricontinental (18,9%), european (62,2%) and endemic (18,9%) charophyte paleogene species in the Eastern Ebro Basin. The noticeable percentage of paleogene likely endemic charophyte species, combined with the relative low percentage of pluricontinental species in NE Iberia suggest some isolation which can be related with paleogeographic constraints. The rising of noticeable Pyrenean subaerial reliefs (from the Lutetian to the Oligocene), the development of marine transgressions (Ilerdian, Lutetian, Bartonian) in the circumpyrenean regions as well as that of areally extensive saline inland lakes (Latest Priabonian-Early Stampian) in the southern Pyrenean foreland basin can be claimed as possible controlling features. See Puigdefàbregas *et al.*, 1986 and Anadón *et al.*, 1989 for further details.

←  
Figura 13.- Evaluación tentativa de los cambios en el número y carácter paleobiogeográfico de los taxones de carófitas reconocidos desde el Thanetiense superior al Oligoceno superior en la zona oriental de la Cuenca del Ebro. Las estimaciones porcentuales de especies pluricontinentales, europeas e ibéricas posiblemente endémicas no son consideradas significativas cuando las asociaciones de carófitas son excesivamente pobres. Las transgresiones marinas que afectaron la zona estudiada durante el Ilerdiense y el Bartonense (biozonas indefinidas 3 y 11) impidieron el desarrollo de un registro continuo de las floras de carófitas. Se considera que los cambios observados en el lapso de tiempo Priabonense superior-Oligoceno terminal fueron debidos a factores locales-regionales (evolución paleogeográfica y paleoambiental de los sistemas lacustres) y quizá también globales. El gráfico recoge los datos taxonómicos resumidos en las figuras 10 y 11. Los datos sobre los principales eventos climáticos globales han sido tomados de Miller y Fairbanks (1985) y de Williams (1988). El tamaño de los triángulos de la columna de eventos climáticos expresaría la importancia relativa de los mismos.

Figure 13.- Tentative evaluation of changes in the charophyte taxa number and paleobiogeographical character from the Late Thanetian to the Late Oligocene in the Eastern Ebro Basin. Estimation of charophyte taxa variation may be not significative in those subdivisions where charophyte fossil record is very scarce due to paleoenvironmental constraints (i.e biozones 1 to 6, and 11). Marine transgressions during undefined biozones 3 and 11 prevented the development of a continuous record in the area. The changes during the Late Priabonian-Late Oligocene time span are interpreted as essentially due to paleogeographic and paleoenvironmental changes although more general and global causes can be also suggested. The figure is based on the taxonomic data explained in figures 10 and 11. The data on the main global climatic changes are after Miller and Fairbanks (1985) and Williams (1988). The triangle size in the paleoclimatic event section corresponds to their respective relative importance.

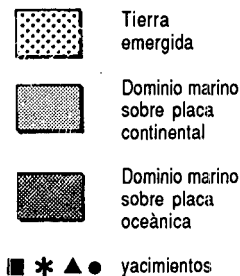
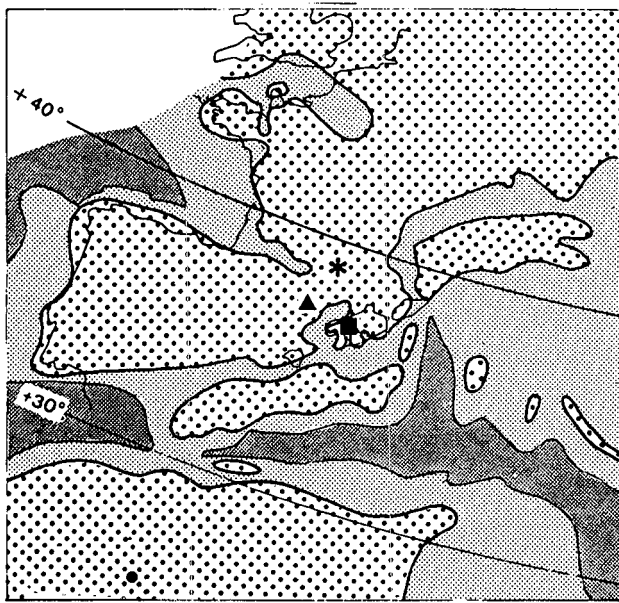


Figura 15.- Situación paleogeográfica general del Mediterráneo Occidental durante el Paleógeno inferior (según Dercourt *et al.* 1985 y Tambareau *et al.*, 1989, modificado). Las localidades ubicadas en el esquema son las citadas en el texto.

Figure 15.- Generalized paleogeographic sketch of the western Mediterranean during the Paleogene (after Dercourt *et al.*, 1985 and Tambareau *et al.* 1989, modified). The localities shown in the text correspond to those mentioned in the text.

2) En el Priaboniense terminal se ha creado la biozona de *Sphaerochara labellata* y en el Estampiense la de *Hornichara lagenalis*.

3) La prolongación de la extensión de varias especies zonales nos ha conducido por añadidura a la supresión de la biozona de *Chara notata* y la redefinición de las de *Stephanochara vectensis*, y *Stephanochara berdoutensis*. Se propone además una nueva atribución cronostratigráfica de las biozonas de *Stephanochara pinguis* y de *Chara microcera*.

Como la mayor parte de las especies reconocidas poseen una vasta distribución geográfica, las modificaciones establecidas pueden aplicarse al conjunto de Europa Occidental. Con áreas más distantes sólo pue-

den establecerse por el momento correlaciones más vagas, basadas en las escasas especies comunes. En concreto, tales correlaciones pueden establecerse con algunas regiones asiáticas (China).

Por otra parte, la comparación entre las zonaciones de carófitas y de mamíferos muestra que para el Oligoceno inferior en adelante la segunda es dos veces más precisa que la primera, en contraste con los períodos previos: el número de biozonas del Eoceno es similar en las zonaciones de carófitas y de mamíferos

Se indica la relación entre los cambios en el número y composición de las floras de carófitas del sector oriental de la Cuenca del Ebro y los cambios paleogeográficos y paleoambientales que afectaron la región. En el caso de los cambios florísticos reconocidos en el lapso de tiempo Priaboniense superior-Chat-tiense, también podrían estar relacionados con las etapas de cambio climático acaecidas durante esta etapa

Las distribuciones porcentuales de especies pluri-continenciales, europeas y endémicas sugieren la posibilidad de un incremento del grado de aislamiento de las poblaciones de carófitas de la zona NE de Iberia durante el Bartonense y el tránsito Priaboniense-Estampiense.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al apoyo recibido del Servei Geològic de la Generalitat de Catalunya para el desarrollo de los estudios estratigráficos y bioestratigráficos de algunos de los sectores estudiados. Igualmente desean agradecer los comentarios críticos y discusión recibidos de J. Agustí, C. Martín Closas, M. Comelles y dos revisores anónimos, que han permitido clarificar los contenidos del trabajo. Los autores son sin embargo los únicos responsables de los contenidos del artículo. F.C. y A.S. han recibido soporte económico del proyecto D.G.I.C.T. PB-91-0805. M.F.L fue parcialmente financiada con cargo a los proyectos del C.N.R.S. DBT2, «Changements de l' environnement global», nº 598 y la ISEM contribution nº 93026.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUSTI, J., ANADON, P., ARBIOL, S., CABRERA, LI., COLOMBO, F. y SAEZ, A., 1987: Biostratigraphical characteristics of the Oligocene sequences of North-Eastern Spain (Ebro and Campins Basins). *Münchner Geowiss. Abh. (A)*, 10: 35-42.
- AGUSTI, J., CABRERA, LI., ANADON, P. y ARBIOL, S., 1988: A late Oligocene-Early Miocene rodent biozonation from the SE Ebro Basin (NE Spain): A potential mammal stage stratotype. *Newsl. Stratigr.*, 18 (2): 81-97.
- ANADON, P., 1978: *El Paleógeno inferior anterior a la transgresión «biarritziense» (Eoceno medio) entre los ríos Gaià y Ripoll (Provincias de Tarragona y Barcelona)*. Tesis Univ. Barcelona, 267 pp. Inédita. Resumen publicado en *Estudios Geol.*, 34: 431-440.
- ANADON, P. y FEIST, M., 1981: Charophytes et biostratigraphie du Paléogène inférieur du bassin de l'Ebre oriental. *Palaeontographica*, B, 178: 143-168.



- ANADON, P., CABRERA, L., COLOMBO, F., MARZO, M. y RIBA, O., 1981: *Estudio estratigráfico y sedimentológico del borde meridional de la Depresión del Ebro entre Alcañiz y Borjas Blancas* (Prov. de Teruel, Zaragoza, Lérida y Tarragona). J.E.N., 109 pp. Inédito.
- ANADON, P., FEIST, M., HARTENBERGER, J.-L., MULLER, C. y VILLALTA, J.F., 1983: Un exemple de corrélation biostratigraphique entre échelles marines et continentales dans l'Eocène: La coupe de Pontils (Bassin de l'Ebre, Espagne). *Bull. Soc. Geol. France.*, (7), 25: 747-755.
- ANADON, P., VIANEY-LIAUD, M., CABRERA, L. y HARTENBERGER, J.L., 1987: Gisements à vertébrés du Paléogène de la zone orientale du bassin de l'Ebre et leur apport à la stratigraphie. *Paleont. i Evol.*, 21: 117-131.
- ANADON, P., CABRERA, L., COLLDEFORNIS, B. y SAEZ, A., 1989: Los sistemas lacustres del Eoceno superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro. *Acta Geol. Hispanica*, 24: 205-230.
- ARBIOL, S. y SAEZ, A., 1988: Sobre la edad oligocénica inferior del yacimiento de Santpedor (Cuenca del Ebro, provincia de Barcelona). *Acta Geológica Hispánica*, 23(1): 47-50.
- BERGER, J.-P., 1986: Biozonation préliminaire des charophytes oligocènes de Suisse occidentale. *Eclogae geol. Helv.*, 79: 897-912.
- BUSSON, G. y GRAMBASTL., 1965: Sur la découverte de charophytes oligocènes à la base du continental terminal de la région d'El Biod (Tinrhet, Feuille au 1/50000 Hassi-Inifel, Sahara Algérien. *C. R. Ac. Sci.*, 261, 5554-5557.
- CABRERA, L., 1983: *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligoceno-Mioceno del SE de la Cuenca del Ebro*. Tesis doctoral, Univ. de Barcelona, 443 pp. Inédito.
- CASTEL, M. y GRAMBAST, L., 1969: Charophytes de l'Eocène des Corbières. *Bull. Soc. Géol. France.*, (7), 11: 936-943.
- CHOI, S.J., 1989: Les charophytes du bassin potassique catalan (Nord-est de l'Espagne) à la limite Eocène-Oligocène. *Paleobiologie continentale*, 26: 1-67.
- COLOM, G., VIA, L. y REGUANT, S., 1970: Hallazgo de *Harrisichara lineata* en el yacimiento del Parés (Sant Boi del Lluçanés, Vic). *Acta Geol. Hispanica*, 5: 65-66.
- COLOMBO, F., 1980: *Estratigrafía y sedimentología del Terciario inferior continental de los Catalánides*. Tesis doc. Univ. de Barcelona, 608 pp. Inédito.
- COLOMBO, F., 1986: Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno continental del borde meridional occidental de los Catalánides (Provincia de Tarragona, España). *Cuad. Geol. Ibérica*, 10: 55-115.
- COMELLES, M., 1982: *Noves localitats i revisió de la distribució de les espècies de caròfits a Espanya*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.
- COMELLES, M. 1985: Clave de identificación de las especies de caròfits de la Península Ibérica. *Asociación española de Limnología*. Publicación 1. 35 pp.
- CORILLION, R., 1957: Sur la répartition géographique des Charophycées vivantes. *C.R. Soc. Biogéographie, Paris*, 200: 122-156.
- DERCOURT, J., ZONENSHAIN, L.P., RICOU, L.E., KAZMIN, V.G., LE PICHON, X., KNIPPER, A.L., GRANDJACQUET, C., SBORTSHIKOV, I.M., GEYSSANT, J., LEPVRIER, C., PECHERSKY, D.H., BOULIN, J., SIBUET, J.C., SAVOSTIN, L.A., SOROKHTIN, O., WESTPHAL, M., BAZHENOV, M.L., LAUER, J.P. y BIJU-DUVAL, B. 1985: Presentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/2000000 s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bull. Soc. géol. France*, (8) 1:637-652 (10 láminas aparte).
- FEIST, M., ANADON, P., CABRERA, L., CHOI, S.J., COLOMBO, F., y SAEZ, A., 1991: La succession des flores de Charophytes dans le Tertiaire continental du Bassin de l'Ebre. Comparaison avec la biochronologie des vertébrés. *I Congr. Grupo Español Terciario, Vic, Comunicaciones* :120 -122.
- FEIST, M., ANADON, P., CABRERA, L., CHOI, S.J., COLOMBO, F., y SAEZ, A., 1993, en prensa: Upper Eocene - Lowermost Miocene charophyte succession in the Ebro Basin. Contribution to the charophyte biozonation in Western Europe. *Newsl. Stratigraphy*.
- FEIST, M. y RIVELINE, M., en prensa: Charophytes. In: *Synthèse géologique des Pyrénées*. Ed. B.R.G.M.
- FERRER, J., 1971: El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la depresión del Ebro (Cataluña). *Mem. Suisses Paléont.*, 90: 1-70.
- FERRER, J., 1973: El Eoceno de Igualada. En : XII Col. de Micropaleontol. CNG-ENADIMSA, pp. 63-77.
- GALBRUN, B., FEIST, M., COLOMBO, F., ROCCHIA, R. y TAMBAREAU, Y., 1993: (en prensa) Magnetostratigraphy and biostratigraphy of Cretaceous-Tertiary continental deposits, Ager Basin, Province of Lerida, Spain. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecol.*
- GEVIN, P., FEIST, M. y MONGEREAU, N., 1974: Decouverte de charophytes d'âge Eocène au Glib Zegdou (Sahara algérien). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, Alger, 65: 371-374.
- GRAMBAST, L., 1962, Description et signification stratigraphique de deux charophytes d'origine saharienne. *Rev. Micropal.*, 4: 192-198.
- HAQ, B. U., HARDENBOL, J. Y VAIL, P. R., 1988, Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In Wilgus, Ch., Hastings B.S., Kendall, C.G. St. C., Posamentier, H.W., Ros, Ch., Van Wagoner, J.C. eds. *S.E.P.M. Spec. Publ.*, 42: 71-108.
- KEIGWIN, L. y KELLER, G., 1984: Middle Oligocene cooling from equatorial Pacific DSDP site 77B. *Geology*, 12: 16-19.
- LU, H. y LUO, Q., 1990: *Fossil charophytes from the Tarim Basin, Xinjiang. Scientific and technical documents*. Publishing House. Beijing. (en chino, con una versión en inglés).
- MARANDAT, B., 1986: Découverte d'une faune de micromammifères d'âge cuisien supérieur dans les marno-calcaires d'Agel à Azillanet (minervois, Hérault). *Géologie de la France*, 2: 197-204.
- MILLER, K.G. y FAIRBANKS, R.G., 1985: Cainozoic <sup>18</sup>O record of climate and sea level. *South Afr. Jour. Sci.*, 81:248-249.
- PROCTOR, V. W., 1975: The nature of charophyte species. *Phycologia*, 14 (2): 97-113.
- PROCTOR, V. W., 1980: Historical biogeography of Chara (Charophyta): an appraisal of the Braun-Wood classification plus a falsifiable alternative for future consideration. *J. Phycol.*, 16: 218-233.
- PUIGDEFABREGAS, C., MUÑOZ, J.A. y MARZO, M., 1986: Thrust belt development in the Eastern Pyrenees and related depositional sequences in the southern foreland basin. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 8: 229-246.
- RAMIREZ DEL POZO, J., RIBA, O., y MALDONADO, A., 1975 a: Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Hoja n. 362: *Calaf. IGME- Serv. Publ. Min. Industria*.
- RAMIREZ DEL POZO, J., RIBA, O., y MALDONADO, A., 1975 b: Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Hoja n. 330: *Cardona. IGME- Serv. Publ. Min. Industria*.

- RIBA, O., REGUANT, S. y VILLENA, J., 1983: Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la Cuenca terciaria del Ebro. *IGME. Libro Homenaje a J. Ríos*, t. II: 131-159.
- RIVELINE, J., 1986: *Les Charophytes du Paléogène et du Miocène inférieur d'Europe occidentale*. CNRS, Cahiers de Paléontologie, 227 pp., 38 lám.
- ROSELL, J., JULIA, R. y FERRER, J., 1966: Nota sobre la estratigrafía de unos niveles con carófitas existentes en el tramo rojo de la base del Eoceno al S. de los Catalánides (provincia de Barcelona). *Acta Geol. Hispanica*, 1: 17-20.
- SAEZ, A., 1987: *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. Servei de Publicacions de la Univ. de Barcelona, ed. microficha, 353 pp.
- SCHMIDT-KITTLER, N., ed., 1987: European reference levels and correlation tables. International Symposium on Mammalian Biostratigraphy and Paleoecology of the European Paleogene - Mainz, February 18th - 21st 1987. *Münchner Geowiss. Abh.(A)*, 10: 15-19.
- SHACKLETON, N.J., 1984: Oxygen isotope evidence for Cenozoic climatic change. In: *Fossils and climate*. P. Brenchley ed. J. Wiley & Sons Ltd., New York, 27-33.
- TAMBAREAU, Y., FEIST, M., GRUAS-CAVAGNETTO, C., y MURRU, M., 1989 : Caractérisation de l'Ilerdien continental dans le domaine ouest-méditerranéen. *C.R. acad. Sci. Paris*, 308: 689-695.
- TRUYOLS, J. y CRUSAFONT, M., 1961: Consideraciones sobre la edad del yacimiento de vertebrados de Tárrega. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, 61: 99-108.
- VIANEY-LIAUD, M., 1991: Les rongeurs de l'Eocène terminal et de l'Oligocène d'Europe comme indicateurs de leur environnement. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 85: 15-28.
- WILLIAMS, D.F., 1988: Evidence for and against sea level changes from the stable isotopic record of the Cenozoic. In: *Sea Level Changes. An Integrated Approach*. S.E.P.M. Spec. Publication, 42: 31-36.