

# *Conjuntos microflorísticos del Cretácico inferior de la Cuenca del Maestrazgo. Cordillera Ibérica Oriental (NE de España)*

N. SOLE DE PORTA \* y R. SALAS \*\*

\* *Departament de G. D. G. P. Facultat de Geologia.  
Universitat de Barcelona.*

*Martí i Franqués, s/n. 08071 Barcelona*

\*\* *Departament de G. P. P. G. Facultat de Geologia.  
Universitat de Barcelona.*

*Martí i Franqués, s/n. 08071 Barcelona.*

## RESUMEN

Con el objeto de poner de manifiesto las grandes etapas de variaciones climáticas en el Cretácico inferior de la cuenca del Maestrazgo (NE de España), se han establecido cuatro grupos de palinomorfos: Esporas, Polen bialado de Gimnospermas, *Classopollis* y Araucariaceae. A efectos de una comparación más homogénea, siempre que se ha podido, se han analizado los depósitos pertenecientes a la facies de plataforma profunda-cuenca. Sin embargo, ante la imposibilidad de disponer de otro tipo de facies, las muestras correspondientes al Valanginiense pertenecen a facies de plataforma somera de carbonatos y las del Albiense inferior-medio a facies de prodelta con amonites. De la relación que presentan los grupos de palinomorfos se puede deducir que durante la etapa Valanginiense-Aptiense inferior, existía un clima cálido y húmedo, con predominio de las esporas. En la etapa Aptiense inferior terminal-Aptiense superior el clima pasaría a ser menos húmedo, más árido y algo más frío, con el predominio del polen bialado de Gimnospermas. Durante el Albiense el clima sería de nuevo cálido y húmedo. Las Angiospermas aparecieron a partir del Albiense inferior-medio, con formas monocarpadas y tricarpadas, en una proporción muy baja.

**Palabras clave:** Palinología, Cretácico inferior, Cuenca del Maestrazgo, Cordillera Ibérica oriental.

## ABSTRACT

Four palynomorphs groups were established: Spores, bisaccate pollen of Gimnospermae, *Classopollis* and Araucariaceae to determine the paleoclimatic variations in the Lower Cretaceous of the Maestrat Basin. For a more homogeneous comparison we mainly analyzed deposits from deep carbonate platform-basin facies. Nevertheless, the Valanginian samples belong to shallower carbonate facies and the samples from the Lower-Middle Albian are from a prodelta ammonitic facies. We may deduce from palynomorphs groups that there was a warm and humid climate with a predominance of spores from the Valanginian to the Lower Aptian. In the upper part of the Lower Aptian the climate became less humid and somewhat cooler with the predominance of bisaccate pollen of Gimnospermae. The climate became warm and humid again in the Lower-Middle Albian. The Angiospermae appear in a very low proportion in monocolpate and tricolpate form from Lower-Middle Albian.

**Key words:** Palynology, Early Cretaceous, Maestrat Basin, Eastern Iberian Range.

## INTRODUCCION

En la cuenca del Maestrazgo, el Cretácico inferior está representado por extensos afloramientos, que nos han permitido estudiar varias secciones estratigráficas a través de la cuenca. Se han muestreado diversas unidades litoestratigráficas, algunas con facies distintas (Fig. 2, Canérot *et al.*, 1982; Salas, 1987), pero se ha intentado, siempre que ha sido posible, conseguir la máxima homogeneidad.

Para efectuar los análisis palinológicos se han recogido 175 muestras que se distribuyen, en las distintas secciones, desde el Valanginiense hasta el Albiense superior. El estudio detallado de la microflora de cada unidad litoestratigráfica se dará a conocer en próximas publicaciones.

La composición de la microflora presenta variaciones en relación con las facies, por lo que es importante realizar el estudio y comparación de los resultados en facies de medios sedimentarios idénticos o similares (Batten &

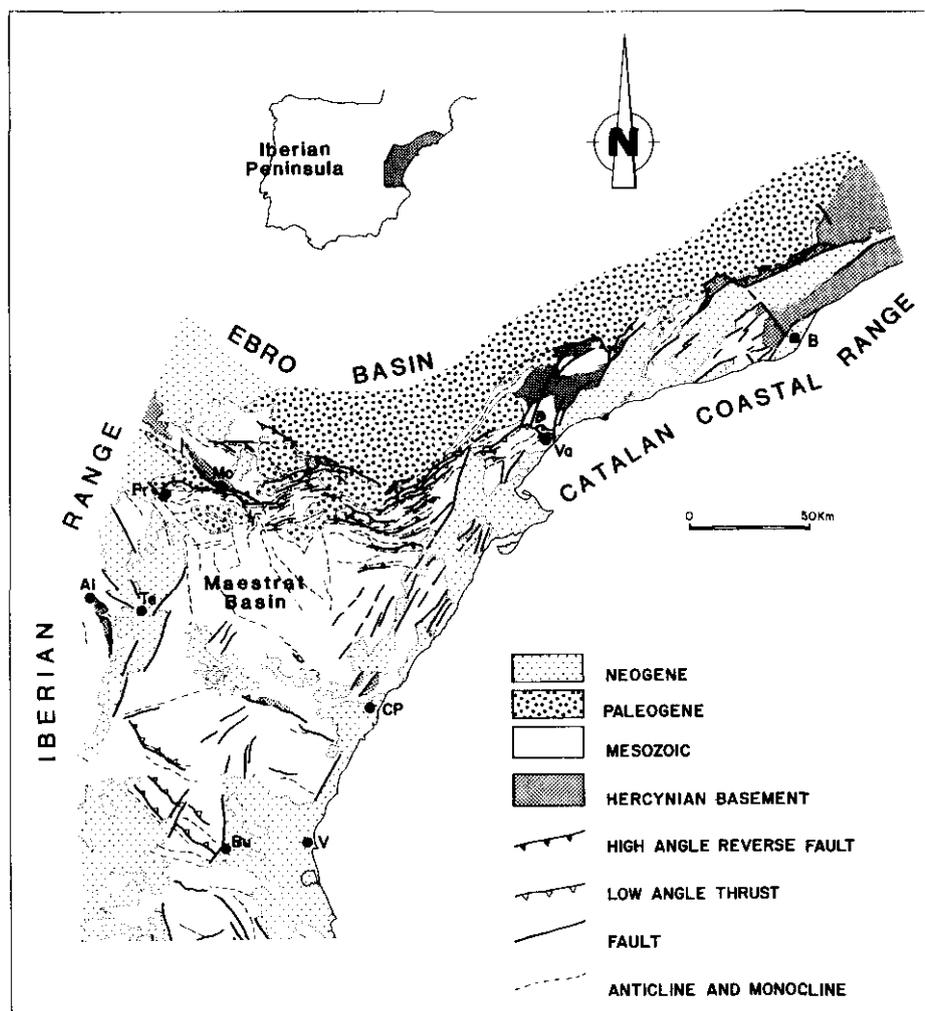


Fig. 1.—Mapa geológico simplificado de la región estudiada. Modificado de Alvaro y Guimerà (1990).

Fig. 1.—Simplified geological map of the study region. Modified from Alvaro and Guimerà (1990).

Wenber, 1987). Es por ello que, en el presente trabajo, se estudian y comparan principalmente, los resultados que corresponden a facies de plataforma profunda-cuenca. Sólo las muestras del Valanginiense pertenecen a facies de plataforma somera de carbonatos y las del Albiense inferior-medio a facies de prodelta con ammonites, ante la imposibilidad de poder disponer de otro tipo de facies en ambos casos.

La composición de la microflora y también las características climáticas pueden presentar variaciones dentro de una misma unidad litológica con la misma edad. Los datos que se aportan no pretenden tener un carácter general y se refieren concretamente a la unidad litoestratigráfica indicada.

## MARCO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

La cuenca del Maestrazgo o del Maestrat (Fig. 1) se encuentra situada en la denominada Zona de Enlace entre la Cordillera Costera Catalana y el sector oriental de la Cordillera Ibérica (Guimerà, 1984; Salas, 1989). Las importantes variaciones de potencias (hasta 6.500 m) y facies que presenta el Mesozoico del Este de Iberia, permiten deducir que la estructura mesozoica está formada por un sistema complejo de umbrales y cuencas (Salas, 1987; Salas *et al.*, 1991). En las cuencas del Este de Iberia, la historia de la subsidencia durante el Mesozoico y las estructuras tectónicas intramesozoicas observadas en el campo, nos muestran que existe una nueva y gran etapa de rift kimmeridgiense - Albiense medio (Salas, 1987; Salas, 1991). Esta nueva etapa extensiva se superpone a la primera etapa de rifting del Pérmico superior-Hettangiense y configura la paleogeografía de las cuencas del Este de Iberia durante el Malm y el Cretácico inferior (Fig. 1).

El análisis estratigráfico secuencial permite distinguir cuatro grandes secuencias de depósito o supersecuencias (Salas, 1985; 1989): 1) triásica (Pérmico superior-retiense), 2) jurásica (Hettangiense-Berriasiense), 3) cretácica inferior (Berriasiense terminal-Albiense medio), y 4) cretácica superior (Albiense superior-Senoniese). Estas grandes unidades están limitadas por discontinuidades regionales importantes. Si se consideran otras discontinuidades menores, se pueden distinguir otras 27 secuencias de menor rango en el Mesozoico de la zona estudiada.

La supersecuencia cretácica inferior comprende (hasta 2.500 m) desde el Berriasiense terminal hasta el Albiense medio (Fm Escucha) y se puede dividir en 10 secuencias de depósito de menor rango que son correlacionables con ciclos de tercer orden, o grupos de ciclos de tercer orden, de Haq *et al.* (1987) (Fig. 2). El registro más completo y de carácter más marino de la etapa neocomiense (Berriasiense terminal-Hauteriviense) sólo tiene lugar en el depocentro de la cuenca del Maestrazgo. En las demás áreas el Neocomiense es más incompleto y está representado principalmente por carbonatos de agua dulce o se encuentra ausente. Esta última situación es característica de las zonas marginales de las cuencas o de las áreas de umbral, donde es frecuente encontrar al Barremiense inferior fosilizando una importante superfi-



una serie de pequeñas cubetas muy subsidentes que registran la Fm Escucha, con importantes suministros de sedimentos terrígenos siliciclásticos ricos en carbón (Querol *et al.*, 1992).

La figura 2 es un panel cronoestratigráfico que muestra las relaciones espacio-temporales que hay entre las unidades litoestratigráficas y las secuencias de depósito. Es interesante observar que hay límites de secuencias que cortan y están dentro de una misma unidad litoestratigráfica y también límites de estas unidades que, en otros casos, pueden coincidir con los de las secuencias de depósito. Es decir, que las discontinuidades no siempre se sitúan en los cambios litológicos y con cierta frecuencia pueden presentarse dentro de una misma unidad litológica.

## METODOLOGÍA

La preparación de las muestras se ha realizado con ataques sucesivos de ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico. La separación de la materia orgánica se ha efectuado por densidad, con ataque por ácido nítrico en los casos que ha sido necesario y finalmente tamizado con una malla de 10 micras.

Para el análisis de los datos cuantitativos se han establecido cuatro grupos: Esporas, polen bialado de Gimnospermas (Pináceas, Podocarpáceas, etc.), *Classopollis* y Araucariáceas. De las Angiospermas solo se ha registrado presencia. La composición de la microflora de cada piso corresponde al valor medio de las muestras y se ha representado en la Fig. 3.

En la mayoría de las muestras están presentes también los Dinoflagelados y en este sentido se da su valor en porcentaje en relación con todo el conjunto de la microflora terrestre.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MICROFLORA

En general, el conjunto de la microflora (polen y esporas) es común a varias unidades litoestratigráficas de edades diferentes del Cretácico inferior de la cuenca del Maestrazgo. En este sentido, y en lo que respecta a su composición es muy parecida a los conjuntos descritos por Burger (1966) y Dörhofer (1977) en otras regiones de Europa y también por Brenner (1963), Singh (1964 y 1971) y Burden & Hills (1989) en América del Norte.

Las Angiospermas no aparecen hasta el Albiense inferior-medio y están representadas por *Clavatipollenites*, Monocolpados y Tricolpados en una proporción muy baja que sólo se puede expresar como presencia.

La edad de cada una de las unidades litoestratigráficas del Cretácico inferior estudiadas ha sido determinada por la fauna de foraminíferos, ammonites (Canérot *et al.*, 1982; Salas, 1987) y la flora de carofitas (Martín-Closas, 1989; Martín-Closas & Salas, 1988).

### **Formación de Areniscas d'En Siroll**

Como ya se ha indicado, los sedimentos analizados pertenecen a una facies de plataforma somera mixta de carbonatos y siliciclásticos de edad valanginiense inferior (Martín-Closas & Salas, 1988). Las muestras se recogieron en su sección tipo (Salas, 1987).

En la composición de la microfiora (Fig. 3) el grupo de las esporas domina ampliamente (47 %) sobre el polen bialado de las Gimnospermas. El resto de la microfiora está formada por *Cerebropollenites*, Araucariáceas, *Spheripollenites*, *Classopollis* y cabe destacar la abundancia de *Cerebropollenites* (18 %). Este último dato coincide con los datos conocidos del Valanginiense de Alemania (Dorhofer, 1977). Los Dinoflagelados representan el 20 % de la microfiora.

### **Formación de Calizas de Llàcova**

Las muestras analizadas pertenecen a la sección de la Carretera de Catí al Santuario de la Virgen de l'Avellà de edad hauteriviense. El grupo más abundante continúa siendo el de las esporas (76 %) seguido por el polen bialado de Gimnospermas (14 %). Araucariáceas y *Classopollis* presentan valores mas bien bajos (Fig. 3). Los Dinoflagelados han aumentado en relación con el Valanginiense.

### **Formación de Calizas de Artoles**

Las muestras analizadas corresponden a la sección de Mas del Regall de edad barremiense superior.

Los rasgos más significativos son la relativa abundancia de Araucariáceas (27 %) y la presencia de *Ephedra* con un 9 %. El valor de los Dinoflagelados es muy elevado (75 %).

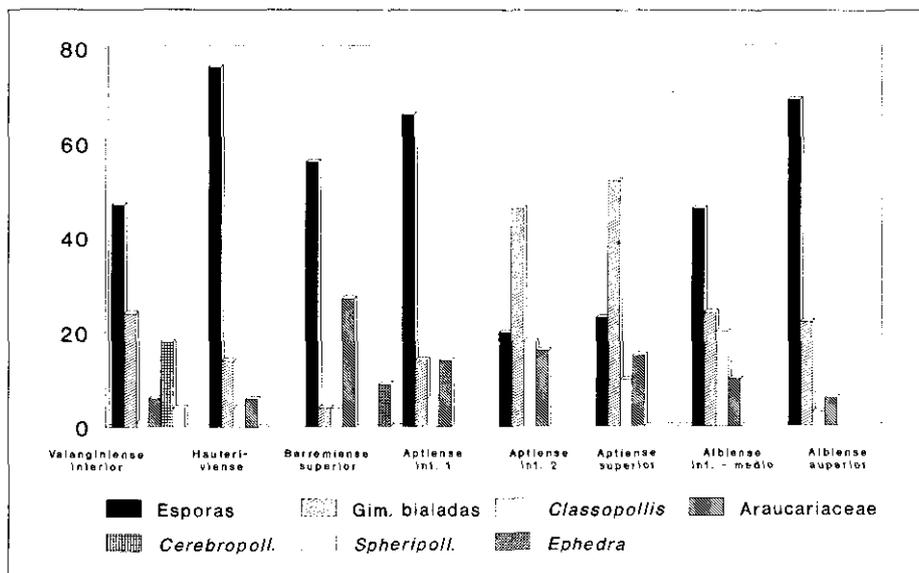


Fig. 3.—Comparación de la microflora (polen y esporas) en los diferentes pisos del Cretácico inferior del Maestrazgo: Valanginiense inferior: Facies de plataforma somera mixta de carbonatos y siliciclásticos. Hauteriviense-Aptiense superior: Facies de plataforma profunda-cuenca. Albiense inferior-medio: Facies de prodelta con ammonites. Albiense superior: Medio fluvial.

Fig. 3.—Comparison of the microflora groups (pollen and spores) through the Lower Cretaceous of the Maestrazgo basin. Lower Valanginian: mixed carbonate and siliciclastic facies of shallow platform. Hauterivian-Upper Aptian: deepcarbonate platform-basin. Lower-Middle Albian: Ammonitic Prodelta facies. Upper Albian: Fluvial facies.

### Formación de Margas del Forcall

Esta formación es de edad aptiense inferior. En la cuenca del Maestrazgo el Aptiense inferior, es más completo que el Aptiense superior el cual está en gran parte erosionado. Actualmente se está estudiando el Aptiense superior en áreas localizadas más al oeste y al norte de la cuenca del Maestrazgo. Las muestras proceden de los sectores del Forcall y de Morella La Vella.

Los sedimentos margosos de esta formación están divididos en dos conjuntos por el Miembro de Calizas de la Barra de Morella (Canérot *et al.*, 1982; Salas, 1987). En el conjunto margoso inferior, o Mb. Cap de Vinyet (Aptiense inf. 1 de la Fig. 3 y 4), el grupo de las esporas (66 %) domina sobre el polen bialado de Gimnospermas (14 %). Estos valores se invierten en el conjunto margoso superior, o Mb. de Morella La Vella (Aptiense inf. 2 de la Fig. 3 y 4), situado por encima del Mb. de Calizas de la Barra de Morella (20 %

de esporas y 46 % de polen bialado de Gimnospermas). El conjunto de los Dinoflagelados es de 32 % y 40 % respectivamente.

Esta inversión entre el grupo de las esporas y el polen bialado de Gimnospermas (Fig. 4) se ha podido observar también en otras secciones estratigráficas.

### **Formación de Calizas de Benassal**

En la sección tipo de Font d'En Segures (Benassal), de edad aptiense superior, la composición de la microflora guarda la misma relación que el conjunto del Mb. Morella La Vella, situado por encima de las Calizas de la Barra de Morella, aunque los Dinoflagelados han disminuido considerablemente (18 %).

### **Formación de Escucha**

Como ya se indicó anteriormente, el muestreo de esta formación se ha realizado en la facies de prodelta de la localidad de Traiguera (Albiense inferior-medio) donde contienen ammonites y fauna marina de medios marinos abiertos (Martínez *et al.*, 1994, en este volumen). El grupo de las esporas domina sobre el polen bialado de las Gimnospermas. *Classopollis* presenta el valor más alto de todos los encontrados (20 %).

### **Formación de Arenas de Utrillas**

Para dar una idea más completa de la evolución de la microflora durante el Cretácico inferior se incluyen también los resultados microflorísticos de esta unidad aunque pertenece ya a un medio continental fluvial de edad albiense superior. Las esporas constituyen el grupo dominante (69 %), seguido del polen bialado de Gimnospermas (22 %).

## **VARIACIONES CLIMÁTICAS**

De manera general, el dominio de las esporas indicaría la existencia de condiciones ambientales húmedas. La presencia de las esporas estriadas, pertenecientes probablemente a la familia de las Schizaeaceae, significarían un carácter cálido.

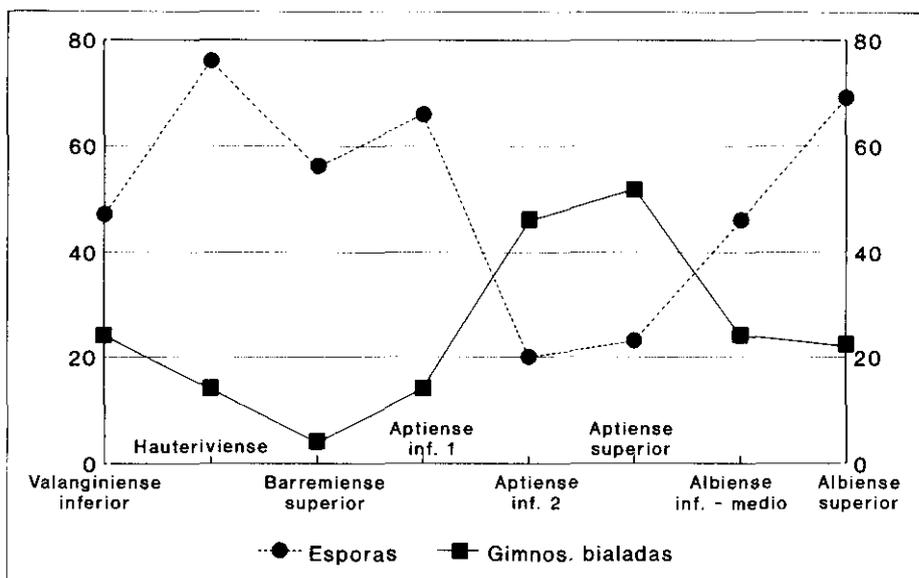


Fig. 4.—Variación del grupo de esporas y polen bialado de Gimnospermas a través del Cretácico inferior del Maestrazgo. Valores en %.

Fig. 4.—Distribution of the spores and bisaccate pollen grains in the Lower Cretaceous of the Maestrat basin. Data in percentages.

La dominancia del polen bialado de Gimnospermas representa condiciones más secas y algo más frías. Las Araucariaceas prefieren un clima de veranos secos (Krasilov, 1978; Courtinat, 1987).

La distribución de los grupos de las esporas y del polen bialado de Gimnospermas (Fig. 4) manifiesta un carácter oscilante, pero más marcado en las esporas. Así mismo se observa un predominio general del grupo de las esporas sobre el polen bialado de Gimnospermas. Sin embargo, en la parte alta del Aptiense inferior existe un cambio significativo que determina una inversión en las proporciones relativas de los dos grupos. Este cambio indicaría que el clima cálido y húmedo de la etapa Valanginiense-Aptiense inferior evolucionaría a unas condiciones más secas, y posiblemente más frías, desde la parte superior del Aptiense inferior al final del Aptiense. Estas condiciones más secas se han determinado a partir del aumento del polen bialado de Gimnospermas y la disminución de las esporas. Durante el Albiense inferior-medio (Formación de Escucha) se restablecen las condiciones de clima cálido y húmedo.

El descenso que experimentan el grupo de las esporas durante el Barremiense superior coincide con el aumento de las Araucariaceas y *Ephedra*, lo

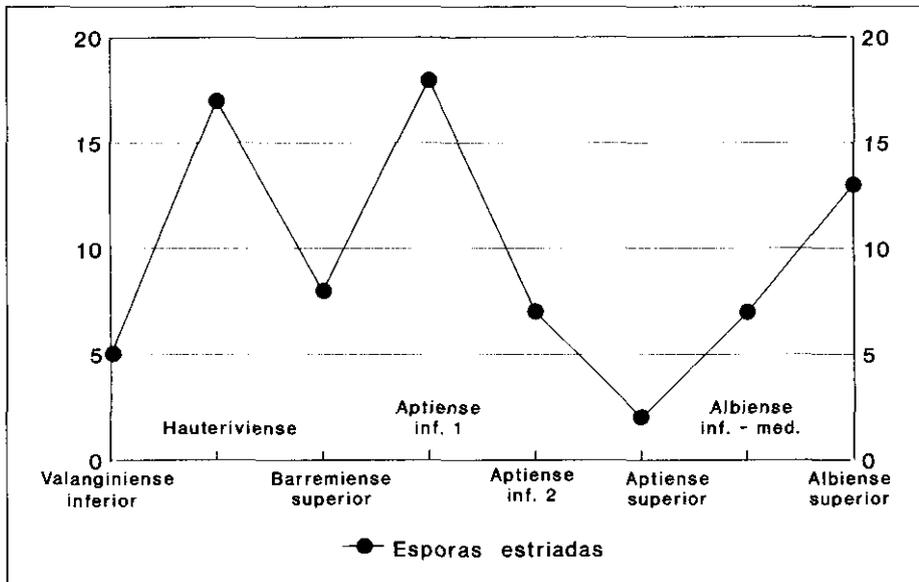


Fig. 5.—Variación de la proporción de esporas estriadas (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites* y *Plicatella*) en el Cretácico inferior del Maestrazgo. Valores en porcentaje sobre el total de esporas.

Fig. 5.—Fluctuations in frequency of the striate forms of spores (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites* and *Plicatella*) in the Lower Cretaceous of the Maestraz basin. Abundances in percentages of the total spores assemblage.

que podría indicarnos una fase más árida durante el Barremiense superior. Esta fase se enmarcaría en la etapa de clima árido determinada por Ruffell & Batten (1990) para el intervalo Barremiense-Aptiense inferior en toda Europa occidental.

En el aumento de *Classopollis* durante el Albiense inferior-medio podría influir el hecho de que las muestras pertenecen a facies de prodelta (Formación de Escucha en Traiguera), que podrían contener elementos más representativos de la línea de costa: En efecto, *Classopollis* se atribuye a las Coníferas de la familia Cheirolepidaceae que pudieron formar bosques costeros (Alvin, 1982; Kemper, 1987). Este carácter litoral también se observa en la disminución del porcentaje, de los Dinoflagelados en las muestras de la Fm. de Escucha.

El grupo de las esporas estriadas presenta una distribución prácticamente paralela al de las restantes esporas (Fig. 5), si bien los valores mínimos se alcanzan en el Aptiense superior, circunstancia que coincide con una etapa de clima más seco y frío.

## CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES

Se analizan las variaciones que presenta la composición de la microflora (esporas y polen) durante el Cretácico inferior de la cuenca del Maestrazgo, en muestras de facies de plataforma de carbonatos profunda-cuenca; a excepción del Valanginiense y del Albiense inferior-medio, que corresponden a facies de plataforma somera de carbonatos y prodelta, respectivamente.

Se ha detectado una inversión significativa entre el grupo de las esporas y el polen bialado de Gimnospermas, que afecta la etapa Aptiense inferior (parte alta) - Aptiense superior. Esta inversión es un carácter general que parece ser independiente de la naturaleza de las facies.

De la distribución, proporciones y asociaciones de los cuatro grupos de palinomorfos considerados se pueden diferenciar tres grandes etapas paleoclimáticas en la cuenca del Maestrazgo durante el Cretácico inferior: 1) clima húmedo y cálido (Valanginiense-Aptiense inferior), con una fase más árida durante el Barremiense superior; 2) clima más árido y frío (Aptiense terminal-Aptiense superior, y 3) clima húmedo y cálido (Albiense).

Durante el Barremiense, la actividad edáfica desarrolló suelos lateríticos y se formaron bauxitas en las áreas marginales de la cuenca (Combes, 1969; Molina & Salas, 1993) durante varias etapas de emersión. El desarrollo de suelos lateríticos implica la existencia de suelos bien drenados bajo un clima tropical húmedo, lo cual estaría de acuerdo con las condiciones climáticas húmedas y cálidas deducidas para la etapa Valanginiense-Aptiense inferior en la cuenca del Maestrazgo.

La Fm de Escucha (Albiense inferior-medio), tramo inferior de las denominadas «Facies Utrillas» contiene importantes depósitos de carbón subbituminoso con alto contenido de azufre (Querol *et al.*, 1992). La existencia de tales depósitos carbonosos nos indicaría un clima húmedo con precipitaciones de moderadas a abundantes durante una parte significativa del año. Estas condiciones paleoclimáticas son consecuentes con las deducidas para el Albiense a partir de los palinomorfos estudiados.

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de DGICYT PB89-0230 y se ha beneficiado de una ayuda concedida por el Servei Geològic de Catalunya.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVIN, K. L. (1982): Cheirolepidiaceae: Biology, Structure and Paleocology. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 37: 99-114.
- BATTEN, D. J. & WENBER, L. (1987): Aspects of Palynomorph distribution, floral provinces and climate during the Cretaceous. *Geol. Jb.*, A-96: 219-237.
- BRENNER, G. J. (1963): The spores and pollen of the Potomac Group of Maryland. *Bull. Md. Geol. Surv.*, 27: 1-125.
- BURDEN, E. T. & HILLS, L. V. (1989): Illustrated key to Genera of Lower Cretaceous terrestrial palynomorphs (excluding Megasporas) of Western Canada. *A. A. P. G. Contributions series*, 21: 1-147.
- BURGER, D. (1966): Palynology of uppermost Jurassic and lowermost Cretaceous strata in the eastern Netherlands. *Leidse Geol. Meded.*, 35: 209-276.
- CANEROI, J.; GUGNY, P.; PARDO, G.; SALAS, R. & VILLENA, J. (1982): Ibérica Central-Maestrazgo. In *El Cretácico de España*. Univ. Complutense. Madrid, 273-344.
- COMBES, P. J. (1969): Recherches sur la genèse des bauxites dans le NE de l'Espagne, le Languedocien et l'Ariege (France): Ph. D. Thesis Univ. Montpellier, Mem. Cent. Etud. Rech. Hydrogeol. e-4, 375 pp.
- COURTINAT, B. (1987): Interpretation des grains de pollen du groupe Araucariacites Cookson 1947. Comparaison avec les formes actuelles (*Araucaria excelsa* R. Brown): *Rev. de Micropaleont.*, 30: 79-90.
- DORHOFER, G. (1977): Palynologie und Stratigraphie der Bückeberg-Formation (Berriasium-Valanginium) in der Hilsmulde (NW-Deutschland): *Geol. Jb.*, A-42: 3-122.
- KEMPER, E. (1987): Das Klima der Kreide. *Zeit. Geol. Jahrb.*, A-96: 5-185.
- KRASILOV, V. (1978): Araucariaceae as indicators of climate and paleolatitudes. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 26: 113-124.
- MARTIN-CLOSAS, C. & SALAS, R. (1988): Corrélation de la Biozation des Charophytes avec celle des Foraminifères (Orbitolinidés) dans le Valanginien Inférieur du Bassin du Maestrat (Castelló, Espagne). *Geobios*, 21 (5): 645-650.
- MARTINEZ, R.; GRAUGES, A. & SALAS, R. (1994): Distribución de los ammonites del Cretácico inferior de la Cordillera Costera Catalana e Ibérica Oriental. *Cuad. Geol. Iber.*, 18.
- QUEROL, X.; SALAS, R.; PARDO, G. & ARDEVOL, L. (1992): Albian coal-bearing deposits of the Iberian Range in northeastern Spain. In J. P. McCabe and J. T. Parrish (Editors), Controls and distribution and quality of Cretaceous Coals: Boulder Colorado. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 267: 193-208.
- RUFFELL, A. H. & BATTEN, D. J. (1990): The Barremian-Aptian arid fase in Western Europe. *Paleogeogr. Palaeoclimat. Palaeocol.*, 80: 197-212.
- SALAS, R. (1987): El Malm i el Cretaci inferior entre el Massis de Garraf i la Serra d'Espadà. Anàlisi de Conca. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 345 pp.
- SALAS, R. & CASAS, A. (1993): Mesozoic extensional tectonics, stratigraphy and crustal evolution during the Alpine cycle of the eastern Iberian basin, *Tectonophysics*, 228:33-35.

- SINGH, C. (1964): Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, east-central Alberta. *Earth Sci. Rep. Alberta Res. Council*, 15: 1-237.
- SINGH, C. (1971): Lower Cretaceous microfiores of the Peace River Area, northwestern Alberta. *Earth Sci. Rep. Alberta Res. Council*, 28: 1-300.

*Recibido: 20 de Enero de 1992.*

*Aceptado: 3 de Mayo de 1994.*