

# Palinología del Cretácico Inferior de la sección de Montoria-La Mina (Cuenca Vasco-Cantábrica, España): polen de angiospermas primitivas

## *Palynology of the Lower Cretaceous Montoria-La Mina section (Basque-Cantabrian Basin, Spain): early angiosperm pollen*

Víctor E. García-Blanco<sup>1</sup>, Eduardo Barrón<sup>1</sup> y María José Comas-Rengifo<sup>1</sup>

GARCÍA-BLANCO, V.E., BARRÓN, E. y COMAS-RENGIFO, M.J. 2004. Palinología del Cretácico Inferior de la sección de Montoria-La Mina (Cuenca Vasco-Cantábrica, España): polen de angiosperma primitivas. [Lower Cretaceous Palynology of the Montoria-La Mina section (Basque-Cantabrian Basin, Spain): early angiosperm pollen]. *Coloquios de Paleontología*, **54**: 131-144.

**Resumen:** La sección del Cretácico Inferior de Montoria-La Mina se encuentra en el margen sur de la Cuenca Vasco-Cantábrica (España). Sus materiales están integrados por una sucesión de lutitas y arcillas con niveles de lignitos y areniscas que se depositaron en un cinturón deltáico, pudiéndose atribuir a la Formación Escucha. Se han obtenido asociaciones palinológicas bien conservadas con un número significativo de palinomorfos que ha permitido realizar estudios de tipo cuantitativo en ocho de los doce niveles analizados. Se ha puesto de manifiesto la existencia de una flora diversa, integrada por cuarenta y cuatro tipos diferentes de criptógamas vasculares y veintiocho de fanerógamas de las divisiones Bryophyta, Lycophyta, Pteridophyta, Pteridospermophyta, Coniferophyta, Cycadophyta/Ginkgophyta, Gnetophyta y Magnoliophyta. Las asociaciones palinológicas se encuentran dominadas por granos de polen anemófilo de *Corollina obidosensis* e *Inaperturopollenites dubius* y por esporas psiladas de *Cyathidites australis*, que indican la existencia de climas cálidos y secos. Es relevante el registro de polen de angiospermas primitivas en las asociaciones estudiadas, correspondiendo a formas de tamaño pequeño, reticuladas y, por lo general, columeladas. Se describen formas inaperturadas, operculadas, monosulcadas y tricotosulcadas que se han atribuido a los grupos Pre-*Afropollis*, *Clavatipollenites*, *Liliacidites*, *Retimonocolpites* y *Retimonoporites*. La aparición de estos grupos polínicos permite relacionar las asociaciones registradas con las de la parte inferior de la Zona I del Grupo Potomac (Maryland, USA) y con las del Cretácico Inferior de Israel.

**Palabras clave:** Palinología, Sistemática, Angiospermas primitivas, Bioestratigrafía, Cretácico Inferior, Cuenca Vasco-Cantábrica, España.

**Abstract:** The Lower Cretaceous Montoria-La Mina section is located in the extreme southern part of the Basque-Cantabrian Basin (Spain). The succession might be included into the Escucha Formation and contains siltstones and clays with interbedded deltaic lignite and sandstone rocks. The palynological analysis of these rocks shows well preserved miospore assemblages with significant numbers of specimens in eight of the twelve analysed horizons. A diverse flora composed of forty four vascular cryptogams and twenty eight fanerogams are identified, included in the divisions Bryophyta, Lycophyta, Pteridophyta, Pteridospermophyta, Coniferophyta, Cycadophyta/Ginkgophyta, Gnetophyta and Magnoliophyta. The palynological assemblages are dominated by anemophilous pollen grains of *Corollina obidosensis* and *Inaperturopollenites dubius*, as well as psilate spores of *Cyathidites australis*, which suggest warm and dry climatic conditions. The occurrence of pollen grains of ancient angiosperms is significant in the studied assemblages. They were identified as small-sized, reticulate and generally collumelate miospores. Inaperturate, operculate, monosulcate and trichotosulcate forms attributed to the Pre-*Afropollis*, *Clavatipollenites*, *Liliacidites*, *Retimonocolpites* and *Retimonoporites* pollen groups are described. The appearance of these palynological groups are compared to those in the lower part of Zone I of Potomac Group (Maryland, USA) and in the Lower Cretaceous of Israel.

**Key words:** Palynology, Systematic, Ancient Angiosperms, Biostratigraphy, Lower Cretaceous, Basque-Cantabrian Basin, Spain.

## INTRODUCCIÓN

Los materiales lignitíferos del Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica contienen interesantes asocia-

ciones palinológicas que permitieron la datación y caracterización paleoecológica y paleobiogeográfica de los afloramientos ambarígenos de edad apto-albiense de esta región (ALONSO *et al.*, 2000; BARRÓN *et al.*, 2001). En la

<sup>1</sup> Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas e Instituto de Geología Económica CSIC-UCM, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. e-mail: ebarron@geo.ucm.es y mjcomas@geo.ucm.es

actualidad se continua con nuevas investigaciones con el objetivo de conocer en detalle la Palinología del Cretácico Inferior del borde meridional de la citada cuenca.

Los materiales de la sección de Montoria-La Mina, cercanos a la localidad de Montoria (Álava), pertenecen a la Formación Escucha y, del mismo modo que los analizados en los afloramientos de Peñacerrada, corresponden a facies fluviales y de llanura aluvial. Su estudio ha proporcionado asociaciones de palinomorfos en excelente estado de conservación y que muestran una elevada diversidad taxonómica. Entre los palinomorfos identificados, hay que destacar aquellos con afinidad botánica con las angiospermas más primitivas por su interés paleobiológico y bioestratigráfico.

La aparición de las primeras angiospermas es uno de los enigmas más interesantes en el campo de la Paleobotánica y en el de la Biología Evolutiva. Aunque se conocen plantas pre-cretácicas con características angiospérmicas, los restos más antiguos atribuibles a verdaderas angiospermas se han hallado recientemente en materiales de la Formación Yixian en China, pertenecientes al tránsito Jurásico Superior / Cretácico Inferior (SUN *et al.*, 2002). Sin embargo, los granos de polen dispersos se empiezan a encontrar con cierta frecuencia en sedimentos del Valanginiense de Italia y Marruecos (GÜBELI *et al.*, 1984; TREVISAN, 1988) y del Hauteriviense de Palestina e Inglaterra (HUGHES, 1994; BRENNER, 1996) y corresponden a granos monocarpados y reticulados de pequeño tamaño. Durante el intervalo Barremiense medio-Aptiense las angiospermas experimentaron un proceso de diversificación que tuvo como consecuencia un aumento progresivo en las comunidades vegetales cretácicas (DOYLE, 1973; HUGHES *et al.*, 1979; HUGHES & McDougall, 1987) y, por tanto, una mayor relevancia en las asociaciones palinológicas.

Al estudio de estos granos de polen de primeras angiospermas correspondientes al Cretácico Inferior se han dedicado numerosas publicaciones en distintas cuencas, principalmente de Europa (LAING, 1975, 1976; HUGHES *et al.*, 1979; JUHASZ & GOZÁN, 1985; HUGHES & McDougall, 1987, 1990; PENNY, 1989), Norteamérica (DOYLE & ROBBINS, 1977; WALKER & WALKER, 1984) y África (DOYLE *et al.*, 1977; DOYLE *et al.*, 1982; PENNY, 1988, 1992; SCHRANK & MAHMOUD, 2002).

En la Península Ibérica, son escasas las citas de angiospermas primitivas y se han realizado muy pocos estudios taxonómicos, destacando los efectuados por MÉDUS & BERTHOU (1980), CHAPMAN (1982), TRINCÃO (1990) y FRIIS *et al.* (1999) en varios afloramientos portugueses. En España, los datos más antiguos proceden

de los materiales de edad Berriasiense-Valanginiense de la Sierra del Montsec (Pirineo Catalán), donde se ha identificado el género *Clavatipollenites* (BARALE *et al.*, 1984; COURTINAT, 1984; BARALE, 1991). Por otra parte, los sedimentos barremienses y barremiense-aptienses de la Cordillera Ibérica Suroccidental han proporcionado granos monosulcados de los géneros *Clavatipollenites* y *Liliacidites* (DOUBINGER & MAS, 1981; MOHR, 1989; TRINCÃO & DIÉGUEZ, 1995). El mayor número de trabajos sobre polen de angiospermas primitivas se han llevado a cabo en los afloramientos del Aptiense y Albiense de los Catalánides (SOLÉ DE PORTA, 1983), Maestrazgo (MENÉNDEZ-AMOR & ESTERAS, 1964; SOLÉ DE PORTA & GARCÍA-CONESA, 1987; SOLÉ DE PORTA *et al.*, 1994), Cordillera Ibérica Suroccidental (ARIAS & DOUBINGER, 1980), Béticas (LEEREVELD *et al.*, 1989) y Cuenca Vasco-Cantábrica (ALONSO *et al.*, 2000; BARRÓN *et al.*, 2001). Estos han puesto de manifiesto la existencia de una mayor diversificación de las angiospermas con la aparición de formas tricarpadas e inaperturadas.

Este trabajo supone una contribución relevante al conocimiento palinológico del Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica y del conjunto de la Península Ibérica, ya que, por primera vez, se realiza una caracterización taxonómica detallada de granos de polen de angiospermas primitivas encontrados en la sección de Montoria-La Mina. Con ello se ocupa una parte del vacío existente en el estudio sistemático de este grupo de plantas fósiles en España y amplía el conocimiento sobre la presencia y diversificación de las angiospermas en el Cretácico Inferior de la Provincia Europea del Área Euro-sínica.

## CONTEXTO GEOLÓGICO Y GEOGRÁFICO

La sección de La Mina se localiza cerca de la población de Montoria, situada a unos 30 Km al Sur de la ciudad de Vitoria (provincia de Álava) incluida dentro de la hoja geológica MAGNA, escala 1:50.000, n.º 170 (Haro) (Fig. 1).

Geológicamente está situada en el borde meridional de la Cuenca Cantábrica y en el extremo noroccidental del Surco terciario del Ebro-Rioja (PORTERO & RAMÍREZ DEL POZO, 1979).

ROBLES & PUJALTE (2000) levantaron la sección de La Mina dentro de un estudio estratigráfico y sedimentológico realizado sobre los yacimientos de ámbar de Montoria-Peñacerrada. Los materiales estudiados se pueden observar en los afloramientos correspondientes

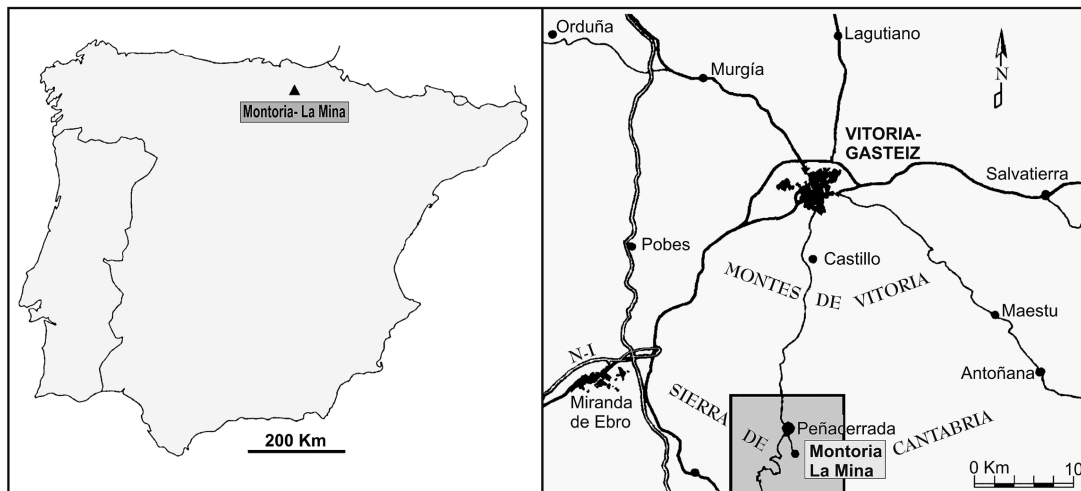


Figura 1.– Situación geográfica del afloramiento estudiado.

Figure 1.– Geographical setting of the studied outcrop.

a una mina de lignito que ha permitido realizar una sección estratigráfica de unos 50 m de espesor. Los sedimentos del Cretácico Inferior se encuentran sobre materiales calcáreo-terrigenos del Jurásico Medio y están constituidos por una sucesión de lutitas y arcillas con lignitos y areniscas de grano y espesor variables, que forman parte de una compleja unidad esencialmente detrítica característica de un ambiente de transición marino-continental formada en el margen Sur de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Esta unidad es asimilable en términos generales a la Formación Escucha (Aptiense-Albiense Medio). Según ROBLES & PUJALTE (2000) y MARTÍNEZ-TORRES *et al.* (2001) estos materiales se depositaron en un ambiente de transición, concretamente en un complejo cinturón deltáico alimentado por canales distribuidores fluviales entre los que se desarrollaban bahías de interdistribuidor.

Los sedimentos ricos en materia orgánica (Fig. 2) se pueden presentar en forma de niveles carbonosos de 1 a 5 cm (MIN.5, MIN.11a, MIN.11d) en forma de delgados niveles de arcillas carbonosas y en forma de fragmentos carbonosos dispersos entre las facies lutíticas o en las areniscas (los restantes niveles analizados).

Estos sedimentos de la Formación Escucha presentan facies de llanura aluvial y fluviales siliciclásticos con lignitos en el sur, que pasan hacia el norte y noroeste a ambientes de transición marina y depósitos deltáicos y después a plataformas carbonatadas (Fm. Arcillas de Ramales y sus equivalentes laterales) con una

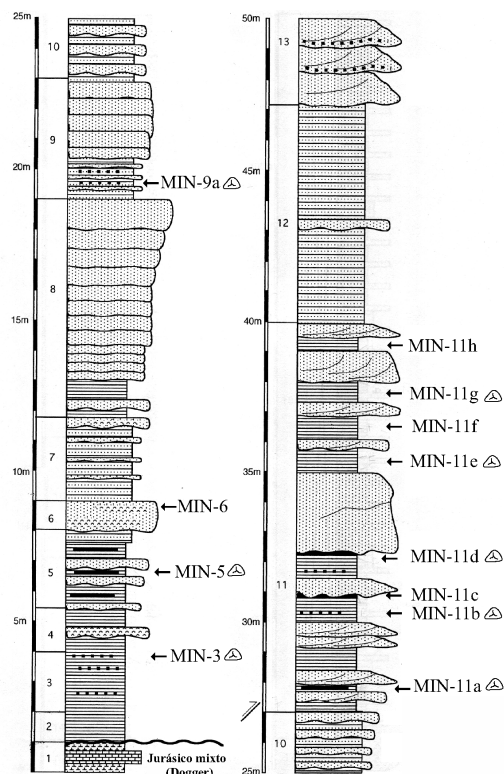


Figura 2.– Posición estratigráfica de las muestras palinológicas analizadas.

Figure 2.– Stratigraphical situation of the studied palynological samples

bahía profunda alrededor de la zona de Bilbao (MARTÍN-CHIVELET *et al.*, 2002).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron recogidas en el año 2000 en el marco del proyecto AMBAR 2000 que fue financiado por el Museo de Ciencias Naturales de Álava. Se tomaron muestras en 12 niveles correspondientes a lutitas y areniscas con materia orgánica, en los que se recogió aproximadamente 1 kg de sedimento, después de eliminar los primeros 20 cm con el fin de evitar la contaminación por polen actual.

En la preparación de las muestras se utilizaron 20 gr que fueron pesados con una balanza de precisión SARTORIUS XT6200 y a los que se les aplicó el método palinológico clásico indicado por PHIPPS & PLAYFORD (1984) y DUPRÉ (1992). Este método consiste en un ataque sucesivo con ácidos para la destrucción de la materia mineral y un posterior tamizado y concentración de la materia orgánica. La eliminación de los carbonatos se realizó utilizando CIH al 35%, la de los silicatos mediante la adición de FH (40%) y por último, la de los geles fluorosilados con un tratamiento de CIH en caliente al 35%.

La concentración de los palinomorfos se llevó a cabo con un conjunto de tamices con tamaño de malla de 500, 250, 75, 50 y 12  $\mu\text{m}$ , recuperándose el residuo de los dos últimos, porque los palinomorfos obtenidos se encuentran dentro de este rango de tamaños.

Para la identificación y cuantificación de los palinomorfos se utilizó un microscopio óptico LEITZ modelo LABORLUX D con cámara fotográfica WILD MPS45 incorporada, con el cual se barriaron de forma exhaustiva todas las preparaciones. Las muestras en las que se reconocieron palinomorfos con interés taxonómico fueron estudiados, también, con un microscopio electrónico de barrido JEOLJSM-6400.

Resultaron productivos ocho de los doce niveles analizados, en cada uno de los cuales se han contabilizado entre 500 y 1.000 ejemplares que permitieron la realización de análisis cuantitativos de acuerdo con lo recomendado por JONKER (1951) y GREEN & DOLMAN (1988). En las cuatro muestras restantes sólo se encontró materia orgánica indeterminable.

Las preparaciones palinológicas de la sección de Montoria-La Mina se encuentran depositadas en el Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.

Los palinomorfos se han determinado de forma parataxonómica y en el caso del polen de angiospermas primitivas, su clasificación fue compleja debido a su tamaño pequeño y a que ciertos caracteres utilizados en su determinación original, como la ultraestructura de la exina, sólo son observables con microscopía electrónica. Este es el caso de los géneros *Clavatipollenites*, *Liliacidites* y *Retimonocolpites* que inicialmente se caracterizaron a partir de elementos morfológicos visibles con microscopía óptica y que, posteriormente, fue necesario redefinir una vez que la microscopía electrónica permitió identificar que dichos géneros agrupaban formas muy diferentes (HUGHES *et al.*, 1979; CHAPMAN, 1982; WALKER & WALKER, 1984). Esto ha llevado a que autores, como JUHÁSZ & GÓCZÁN (1985) y SCHRANK & MAHMOUD (2002), utilicen una parataxonomía binomial, mientras que los defensores de la microscopía electrónica apuesten por sistemas no linneanos (HUGHES *et al.*, 1979; CHAPMAN, 1982; PENNY, 1989; HUGHES & McDUGALL, 1990).

La presencia puntual de estos granos de polen en las muestras de Montoria-La Mina y la imposibilidad de aislarlos para realizar estudios ultraestructurales con el microscopio electrónico de barrido, nos ha llevado a proponer nombres genéricos clásicos, de la forma recomendada por WALKER & WALKER (1984) es decir, eliminando su posible significado biológico. Además, ante la imposibilidad de relacionarlos con taxones concretos, se ha optado por reunirlos en grupos morfológicos de acuerdo con los estudios realizados por BRENNER (1996) en el Cretácico Inferior de Israel.

## ESTUDIO PALINOLÓGICO

En el estudio palinológico de las ocho muestras productivas se han identificado un total de 10.194 miosporas, fundamentalmente pertenecientes a grupos continentales, entre los que destacan las esporas de criptógamas vasculares (44 taxones) y los granos de polen (28 taxones). En menor proporción se han reconocido acritarcos, dinoflagelados y ficomas de Prasinophyceae.

Los palinomorfos continentales identificados se reflejan en la Figura 3, donde también se señala su distribución y abundancia.

Para el análisis cuantitativo, se han tenido en cuenta: esporas, granos de polen y elementos marinos (Fig. 4). Dentro de los palinomorfos continentales se han establecido varios grupos morfológico que están constitui-

	MIN.3	MIN.5	MIN.9a	MIN.11a	MIN.11b	MIN.11d	MIN.11e	MIN.11g
<b>Bryophyta</b>								
<i>Cingulitrites</i> sp.		p			p	p	p	
<i>Polycingulatisporites</i> sp.			p					
<i>Staplinisporites caminus</i>			r	p	p	p		p
<i>Stereisporites</i> sp.						r	p	p
<b>Lycophyta</b>								
<i>Densoisporites velatus</i>		p	p			p		p
<i>Foveotrites</i> sp.						p		
<i>Leptolepidites</i> sp.			p	r	r	r	r	r
<i>Lycopodiacidites rugulatus</i>			p					
<i>Lycopodiumsporites clavatoides</i>			p		p			
<i>Lycopodiumsporites</i> sp.			p			p		
<i>Neoraistrickia</i> sp.		r	p			p		p
<i>Patellasporites tavadensis</i>		p		r	r	r	r	r
<i>Pilosisporites trichopapillosus</i>			p	p				r
<b>Pteridophyta</b>								
<i>Anapiculatisporites</i> sp.								p
<i>Cardioangulina</i> sp.		p				p		
<i>Cibotiumspora jurienensis</i>	p	p			p			p
<i>Cicatricosisporites mohrioides</i>			p					p
<i>Cicatricosisporites venustus</i>						p		
<i>Cicatricosisporites</i> spp.	C	C		C	C			C
<i>Convexosporites</i> sp.			p				p	p
<i>Contignisporites</i> sp.						p	p	p
<i>Costatoperforosporites</i> sp.		p			p	p	p	p
<i>Cyathidites australis</i>	A	C	C	A	A	r	C	A
<i>Cyathidites minor</i>	r	r		C	p	r	r	r
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>			p					
<i>Dictyophyllidites</i> sp.	p	r	r	p	p			p
<i>Distaltriangulisporites</i> sp.	p	p						
<i>Equinatisporites</i> sp.		p				r		p
<i>Gleicheniidites senonicus</i>	p	p	p	p				r
<i>Gleicheniidites</i> sp.	r	p	p	p	p	r		r
<i>Impardicispora</i> sp.		p		p			p	r
<i>Ischyosporites</i> sp.			p			p	p	p
<i>Laevigatosporites</i> sp.	r	r		p		p		r
<i>Matonisporites</i> sp.						p		
<i>Osmundacidites</i> sp.	p	p			p	p		r
<i>Plicatella potomacensis</i>								p
<i>Plicatella pseudomacrorhyza</i>						p		
<i>Plicatella</i> sp.		p				r	r	r
<i>Taurucosporites</i> sp.							p	
<i>Triporoletes reticulatus</i>		p					p	p
<i>Todisporites major</i>	p	r					p	
<i>Todisporites minor</i>					p	p		
<i>Trachysporites</i> sp.			p					
<i>Verrucosisporites</i> sp.		p		p		r	r	r
<b>Pteridospermophyta</b>								
<i>Alisporites thomasii</i>	r	r		r	p	p	r	r
<i>Alisporites</i> sp.	r	r	p	r	r	r	r	r
<i>Vitreisporites cf. pallidus</i>			p	p				p
<b>Coniferophyta</b>								
<i>Araucariacites australis</i>	p	r	p	p	p			p
<i>Callialasporites dampieri</i>	p	p				p	p	r
<i>Cedripites</i> sp.								r
<i>Cerebropollenites mesozoicus</i>		r	r	p		p		p
<i>Corollina obidosensis</i>	A	A	A	A	C	MA	MA	A
<i>Corollina</i> sp.	C		C					
<i>Exesipollenites tumulus</i>		p				r	r	p
<i>Inaperturopollenites dubius</i>	C	A	C	r	r	r		C
<i>Inaperturopollenites limbatus</i>	r	r	r	r	C	r	C	r
<i>Inaperturopollenites indet.</i>	r	r	r	p		r	r	r
<i>Pinuspollenites</i> sp.	p	r	p		p	p	p	r
<i>Podocarpidites</i> sp.		r		p		p	p	r
<i>Perinopollenites elatoides</i>		p	r	p		p		
<i>Spheripollenites psilatus</i>	C	C	A		r	r		r
<i>Spheripollenites</i> sp.		p				p	p	
<i>Bisacados indeterminados</i>	r	r	r	C	C	r	C	A
<b>Cycadophyta/Ginkgophyta</b>								
<i>Eucommiidites minor</i>	r	r	p		p	r	p	r
<i>Monosulcites</i> sp.	p	r	r	p	p	p	p	p
<b>Gnetophyta</b>								
<i>Ephedripites</i> spp.	p	p		p	p	p		p
<b>Magnoliophyta</b>								
	r	r	p	r	c	r		r

MA = Muy abundante, > 40%      A = Abundante, 40%-15%      C = Común, 15%-5%      r = Raro, < 5%      p = Puntual

Figura 3.- Estudio semicuantitativo de los taxones identificados.  
Figure 3.- Semicquantitative study of the determined taxa.

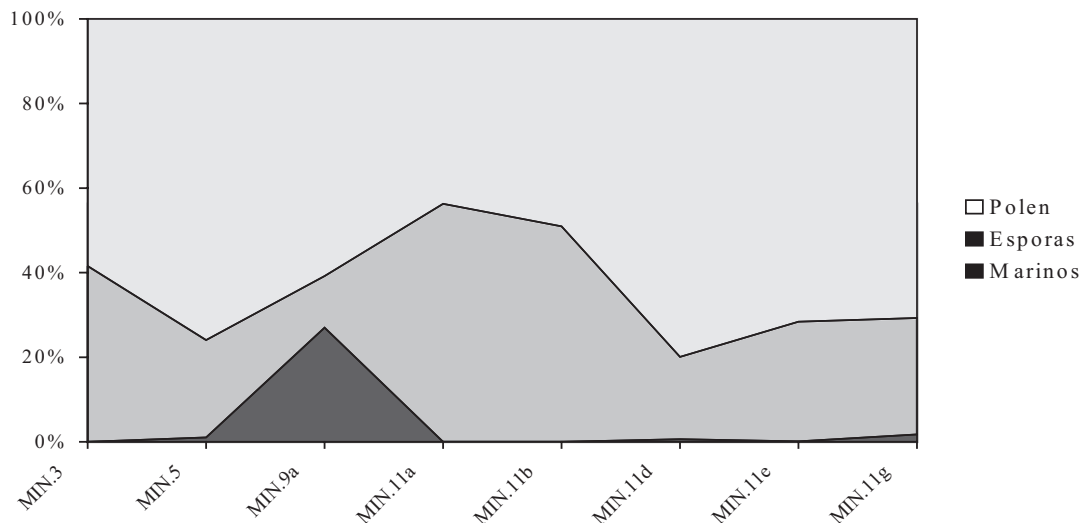


Figura 4.– Porcentajes de los grupos de palinormorfos mejor representados en la sección de Montoria-La Mina.  
 Figure 4.– Percentages of the best represented groups of palynomorphs in Montoria-La Mina section.

dos por esporas psiladas, esporas ornamentadas, polen del género *Corollina* (Lám. 1, fig. 16), polen inaperturado, polen bisacado y polen de angiospermas primitivas (Fig. 5), que representan la mayoría de los taxones identificados.

En todas las muestras, dominan los elementos de origen continental frente a los marinos que no superan el 2% del total, con excepción de la muestra MIN.9a donde suponen el 27% de los palinormorfos identificados.

En los niveles inferiores de la sucesión (MIN.3, MIN.5) (Fig. 4), las asociaciones identificadas muestran una mayor representación de granos de polen frente a esporas, que llegan a alcanzar un 40% de abundancia en el nivel MIN.3. Por otro lado, son dominantes los granos de polen inaperturado y de *Corollina*, que suponen un 43% del total en el nivel MIN.5 (Fig. 5). En menor proporción se han reconocido granos de polen bisacados y de angiospermas.

En el nivel MIN.9a se observa un aumento de los porcentajes de *Corollina*, y la casi desaparición de granos de polen relacionados con angiospermas, bisacados y de esporas ornamentadas (Fig. 5). Los porcentajes de *Corollina* se hacen similares a los de inaperturados (20%).

En los niveles MIN.11a y MIN.11b el porcentaje de esporas llega a alcanzar el 55% (Fig. 4) frente a los

granos de polen inaperturado y a *Corollina*, que muestra el porcentaje más bajo de todas las muestras estudiadas (9,6%) (Fig. 5). También se detecta un aumento de polen bisacado y de angiospermas.

Los niveles MIN.11d y MIN.11e registran de nuevo una dominancia de granos de polen frente a esporas (Fig. 4), aunque en esta ocasión es *Corollina* quien predomina respecto a los restantes grupos (64% y 51%, respectivamente) (Fig. 5). A partir de estos niveles los granos de angiospermas se encuentran de forma puntual.

En el nivel MIN.11g, *Corollina* continúa siendo el tipo polínico mejor representado, aunque aumenta el porcentaje de bisacados (fig. 5).

Las esporas psiladas (Lám. 1, figs. 2, 6), entre las que sobresale *Cyathidites* (Lám. 1, fig. 2), son más abundantes que las ornamentadas (Lám. 1, figs. 1, 3, 5, 7), aunque en las muestras MIN.11d y MIN.11e se invierte esta relación (Fig. 5). Entre éstas el género más frecuente es *Cicatricosisporites*, aunque en determinados niveles (MIN. 11e) hay grupos como el de *Pateillasporites-Leptolepidites* (Lám. 1, fig. 5) que tienen una importante representación.

Los granos de polen de tipo inaperturado muestran elevados porcentajes en los niveles basales de la sucesión (MIN.3, MIN.5 y MIN.9). Entre ellos (Fig. 3) destacan *Inaperturopollenites dubius* (POTONIÉ & VENITZ)

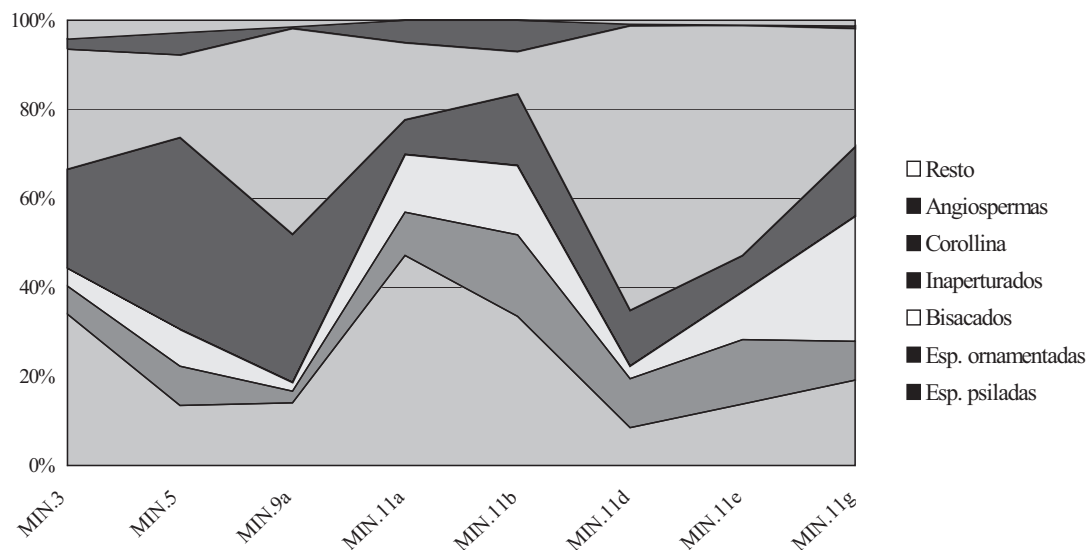


Figura 5.- Análisis cuantitativo de los grupos morfológicos de polinomorfos continentales más representativos en las muestras estudiadas. Se ha seguido la terminología utilizada por TRINCÃO (1990).

Figure 5.- Quantitative analysis of the more representative morphological groups of terrestrial palynomorphs in the studied samples. The terminology used by TRINCÃO (1990) has been considered.

THOMSON & PFLUG, *I. limbatus* BALME y *Spheripollenites* sp. Los valores menores corresponden a la especie *Perinopollenites elatoides* COUPER.

Los granos de polen bisacados siempre se han hallado en bajas proporciones, que varían desde un 2% en MIN.11a a un 28,1% en MIN.11g. Por lo general, se encuentra en mal estado de conservación, por lo que su determinación a nivel específico no ha sido posible en muchos casos. Entre los granos identificados, de forma más usual se han reconocido ejemplares atribuibles al género *Alisporites* (Lám. 1, fig. 17), que está relacionado con pteridospermas propias de ecosistemas de tipo manglar (BALME, 1995).

La familia Araucariaceae se encuentra representada por *Inaperturopollenites limbatus* y *Callialasporites dampieri* (BALME) DEV (Lám. 1, fig. 13), siempre de una forma mucho más escasa que en los afloramientos de Peñacerrada (BARRÓN *et al.*, 2001). Sin embargo, de forma análoga a estos, los granos de polen de Cycadophyta/Ginkgophyta se ha encontrado de forma puntual, destacándose las especies *Eucommiidites minor* GROOT & PENNY (Lám. 1, fig. 4) y *Monosulcites* sp.

Las asociaciones polínicas estudiadas, por la dominancia de *Corollina*, producido por coníferas de la familia Cheirolepidiaceae, y de granos de polen inapertu-

rados relacionables con cupresáceas (*I. dubius*) indican la existencia de comunidades vegetales que se desarrollaron en unas condiciones ambientales de tipo cálido y seco. Estas comunidades seguramente existieron en zonas costeras y las condiciones secas que soportaron no fueron debidas sólo a fenómenos de tipo climático, sino a meteoros como el viento, y a una sequía fisiológica producida por la concentración de sales en el suelo. Algunos helechos de las familias Cyatheaceae (productores de *Cyathidites australis* y *C. minor*) y Gleicheniaceae (productores de *Gleicheniidites*) fueron capaces de resistir estas condiciones de sequía por lo que eran frecuentes en la zona.

En todas las muestras, con excepción de la MIN.11e (Fig. 3), se han encontrado granos de polen de angiospermas que, por lo general, presentan bajos porcentajes que nunca superan el 5%, correspondiendo estos máximos con los de las esporas.

#### ASPECTOS SISTEMÁTICOS DEL POLEN DE ANGIOSPERMAS

Según los criterios fijados por CHAPMAN (1982) los granos de polen pertenecientes a angiospermas primiti-

vas se definen por la presencia de columela y retículo. En algunos casos en los que la columela está ausente, se considera evidencia suficiente la presencia de un retículo bien desarrollado con ornamentación supramural. En la descripción de los distintos grupos se han utilizado entre otras características la forma del retículo, anchura de su lúmina, grosor de los *muri*, tipo y número de aperturas.

Como ya se ha comentado, ante la gran dificultad de aislar estos granos de polen con el fin de conocer los detalles ultraestructurales se han utilizado nombres genéricos clásicos que de acuerdo con WALKER & WALKER (1984) no tienen un significado biológico. La imposibilidad de relacionarlos con taxones concretos nos ha llevado a reunirlos en grupos morfológicos similares a los utilizados por BRENNER (1996).

**1. Grupo Pre-*Afropollis*** (Lám. 1, figs. 14,15): Corresponden a granos de polen inaperturados, isopolares con simetría radial, de esferoidales a subesferoidales en vista ecuatorial, con diámetros entre 23 y 33  $\mu\text{m}$ , acolumelados, con 2,5  $\mu\text{m}$  de grosor de exina, ornamentación reticulada con lúminas de aspecto irregular de pequeño tamaño y gradación decreciente desde los polos a la zona ecuatorial, con anchura de la luz de las lúminas comprendida entre 0,5 y 1  $\mu\text{m}$  y grosor del muro de 0,5  $\mu\text{m}$ .

Los ejemplares identificados en Montoria-La Mina, procedentes de los niveles MIN.3, MIN.5, MIN.11a y MIN.11g, no presentan estructuras operculares, comunes en el género *Afropollis* (DOYLE *et al.*, 1982); sin embargo, comparten con éste el carácter inaperturado que poseen algunas de sus especies como *A. jardinus*

(BRENNER) DOYLE, JARDINÉ & DOERENKAMP. Como aspecto distintivo, los granos de polen estudiados se distinguen de *Afropollis* por la gradación de la lúmina del retículo, el pequeño tamaño de la luz reticular y el espesor que muestra el *muri*. Por estas razones estos granos no pueden atribuirse a *Afropollis*, debiendo considerarse en un grupo aparte. Su morfología les relaciona con los granos de polen del grupo Pre-*Afropollis* identificado en materiales del Hauteriviense superior de la Formación Helez (Israel) y en el Hauteriviense-Barremiense inferior de la Formación Jixi (China) (BRENNER, 1996; SUN & DILCHER, 2002). Dentro de este grupo se han incluido morfologías inaperturadas y sulcadas, siendo los del Cretácico de Montoria-La Mina del primer tipo. Pre-*Afropollis* ha sido encontrado *in situ* en las inflorescencias de *Xingxueina heilongjiangensis* SUN & DILCHER, lo que podría permitir relacionarlos con la Subclase Magnoliidae.

Este hallazgo supone la primera cita del grupo Pre-*Afropollis* en la Península Ibérica y en el Cretácico Inferior europeo.

**2. Grupo *Clavatipollenites*** (Lám.1, figs.10, 12): Corresponde a granos de polen monosulcados, a veces tricotomosulcados, con exina columelada y tectada (JARZEN & NICHOLS, 1996). A este grupo, frecuente en materiales del Cretácico, se han asignado un gran número de especies, cuya validez taxonómica es discutible tras la aplicación de técnicas de microscopía electrónica (HUGHES & McDUGALL, 1987); incluyendo, también, granos con caracteres similares que se han descrito en el Jurásico (BATTEN & KOPPELHUS, 1996).

#### LÁMINA 1 / PLATE 1

Fig. 1.– *Taurucosporites* sp. MIN.11e, x 1.250.

Fig. 2.– *Cyathidites australis* COUPER, 1953. MIN.3, x 1.250.

Fig. 3.– *Triporetetes reticulatus* (POCOCK, 1962) PLAYFORD, 1971. MIN.11e, x 1.250.

Fig. 4.– *Eucommidites minor* GROOT & PENNY, 1960. MIN.11e, x 1.250.

Fig. 5.– *Leptolepidites* sp. MIN.11e, x 1.250.

Fig. 6.– *Gleichenioidites senonicus* ROSS, 1949. MIN.5. M.E.B. Escala gráfica 5  $\mu\text{m}$ .

Fig. 7.– *Pilososporites trichopapillosus* (THIERGART, 1949) DELCOURT & SPRUMONT, 1955. MIN.9a, x 1.250.

Fig. 8.– *Liliacidites* sp. MIN.5, x 1.250.

Fig. 9.– *Retimonoporites* sp. MIN.11d, x 1.250.

Fig. 10.– *Clavatipollenites* tipo (i). MIN.11b, x 1.250.

Fig. 11.– *Retimonocolpites* sp. MIN.5, x 1.250.

Fig. 12.– *Clavatipollenites* tipo (ii). MIN.5, x 1.250.

Fig. 13.– *Calliasporites dampieri* (BALME, 1957) DEV, 1961. MIN.5, x 1.250.

Fig. 14.– Pre-*Afropollis* sp. MIN.5, x 1.250.

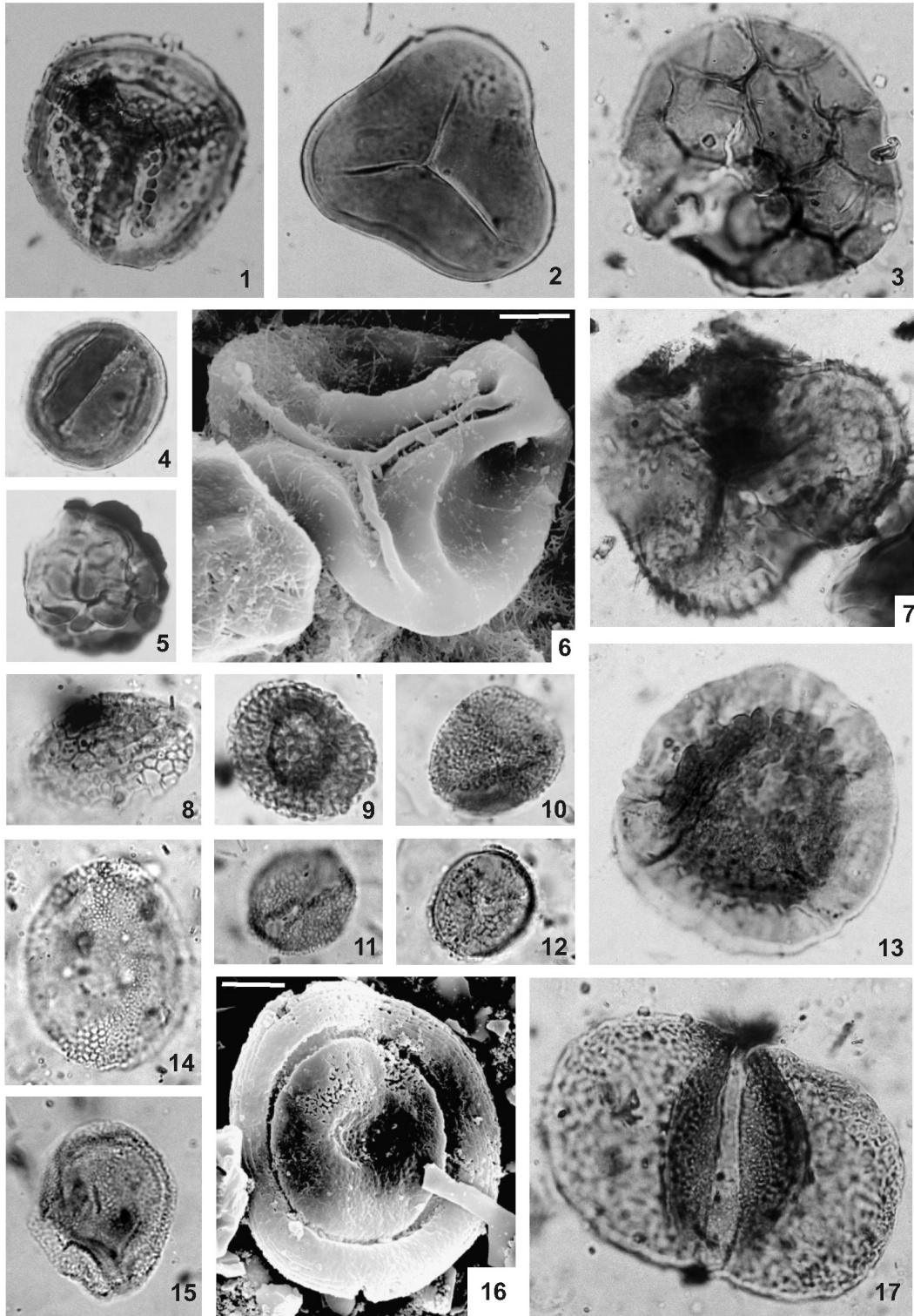
Fig. 15.– Pre-*Afropollis* sp. MIN.5, x 1.250.

Fig. 16.– *Corollina obidosensis* (GROOT & GROOT), 1962 TRINÇÃO, 1990. MIN.5, Escala gráfica 5  $\mu\text{m}$ .

Fig. 17.– *Alisporites thomasii* (COUPER, 1958) POCOCK, 1962. MIN.5, x 1.250.



LÁMINA 1 / PLATE 1



Atendiendo al tipo apertural se han diferenciado dos morfologías correspondientes a: (i) granos de polen monocolpados (Lám. 1, fig. 10) con colpo alargado y estrecho, isopolares con simetría bilateral, esferoidales con diámetros comprendidos entre 15 y 18  $\mu\text{m}$ , reticulados y clavados, con luz de lúmina de alrededor de 0,9  $\mu\text{m}$  y grosor del muro menor de 0,5  $\mu\text{m}$ ; (ii) granos de polen tricotomosulcados (Lám. 1, fig. 12), isopolares con simetría radial, esferoidales con diámetros de 18 a 20  $\mu\text{m}$ , reticulados, con luz de lúmina de 0,4 a 0,9  $\mu\text{m}$  y grosor del muro de 0,7 a 0,9  $\mu\text{m}$ .

La mayor parte de los ejemplares estudiados corresponden al tipo (i) que se ha encontrado en todos los niveles excepto en MIN.11e, llegando a ser abundante en MIN.11b. Del tipo (ii) sólo se han identificado dos granos procedentes de los niveles MIN.5 y MIN.11d.

La morfología (i) se relaciona con distintas especies dependiendo de las técnicas de microscopía utilizadas. En este sentido, KEMP (1968), DOYLE *et al.* (1975), DOYLE & ROBBINS (1977), WALKER & WALKER (1984) y JUHÁSZ & GÓCZÁN (1985) mediante microscopía óptica asignaron dicha morfología a *Clavatipollenites hughesii* COUPER o formas afines procedentes de materiales del Cretácico Inferior de Inglaterra, Estados Unidos y Hungría.

Sin embargo, al analizar el holotipo de *C. hughesii* con la ayuda de la microscopía electrónica se vio que poseía una ornamentación de tipo crotonoide, que no correspondía con la diagnosis realizada por COUPER (1958), lo que condujo a HUGHES & MCDUGALL (1987) a considerar nulo el género *Clavatipollenites*. Además, se han hecho otras interpretaciones como las de HUGHES *et al.* (1979), CHAPMAN (1982) y BRENNER (1996) que relacionaron estas morfologías con el biorregistro RETISULC-MONBAC, con el grupo de *monocolpados con apertura granular* o incluso con el grupo *Clavatipollenites*, respectivamente. En este trabajo al carecer de observaciones con microscopía electrónica se ha optado por seguir la propuesta de BRENNER (*op. cit.*).

Los granos tricotomosulcados de morfología tipo (ii) fueron considerados por CHAPMAN (1982) dentro del grupo de *monocolpados con apertura granular* y por WALKER & WALKER (1984) dentro del grupo *Clavatipollenites*, separándolos claramente de otros granos tricotomosulcados como *Tricotomosulcites* (COUPER) JUHÁSZ & GÓCZÁN, que carece de retículo y tiene una ornamentación granulada o verrucada, y de *Singhipollis* JUHÁSZ & GÓCZÁN que posee una ornamentación reticulada y baculada.

Granos de polen similares al tipo (ii) se han encontrado *in situ* en flores procedentes del Cretácico Inferior (Barremiense-Aptiense) de Famalição (Beira Litoral, Portugal) (PEDERSEN *et al.*, 1994) y se han relacionado con la Subclase Magnoliidae.

**3. Grupo *Liliacidites*** (Lám. 1, fig. 8): Su morfología es isopolar con simetría bilateral, prolato con 16  $\mu\text{m}$  de eje polar y 12  $\mu\text{m}$  de diámetro ecuatorial, monocolpado, con sulco estrecho que se extiende a lo largo del eje polar, tectado y acolumelado; ornamentación reticulada, con lúmina de contorno anguloso mayor de 2  $\mu\text{m}$  en casi toda la superficie del grano, exceptuando la zona que bordea al colpo en donde muestra una lúmina menor de 1  $\mu\text{m}$  y muro con grosor mayor de 1  $\mu\text{m}$ , que exhibe en algunos puntos pequeñas perforaciones.

Se ha estudiado un solo grano procedente del nivel MIN.5.

Los primeros granos atribuibles a *Liliacidites* fueron descritos por COUPER (1953) en el Cretácico Superior de Nueva Zelanda. Posteriormente, este género se ha reconocido en sedimentos de edad más antigua en los dos hemisferios (BRENNER & BICKOFF, 1992). Está integrado por granos de polen monocolpados y reticulados que presentan lúmina grada de la zona ecuatorial a los polos y al colpo, siendo su luz más amplia en la zona ecuatorial distal (DOYLE & ROBBINS, 1977; HUGHES *et al.*, 1979; JUHÁSZ & GÓCZÁN, 1985).

El ejemplar estudiado presenta una gran similitud con la especie *Liliacidites* sp. B (= *Retimonocolpites* sp. E *sensu* DOYLE, 1973) del Barremiense-Aptiense? de la parte inferior de la Zona I del grupo Potomac (DOYLE & ROBBINS, 1977) a la que se asemeja por la reticulación fina existente en los márgenes del colpo, diferenciándose en las mayores dimensiones del muro y de la luz del retículo. Por otro lado, según CHAPMAN (1982) se debería incluir en el grupo *monocolpados de lúmina gradada*.

**4. Grupo *Retimonocolpites*** (Lám. 1, fig. 11): Morfología monocolpada con colpo ensanchado en sus extremos distales que ocupa al menos 2/3 del diámetro del eje polar, isopolar con simetría bilateral, subprolato con eje polar de 18  $\mu\text{m}$  y diámetro ecuatorial de 15  $\mu\text{m}$ , reticulado con luz de lúmina de alrededor de 1  $\mu\text{m}$ , baculado y con grosor del muro menor de 0,5  $\mu\text{m}$ .

Se ha estudiado un ejemplar procedente del nivel MIN.5. Por los ensanchamientos distales del colpo se incluiría en *Clavatipollenites rotundus* KEMP, del Al-

biense medio del Sur de Inglaterra (KEMP, 1968), pero teniendo en cuenta la revisión de esta especie llevada a cabo por JUHÁSZ & GÓCZÁN (1985), por la presencia de báculos se le debe incluir en el género *Retimonocolpites* (PIERCE) JUHÁSZ & GÓCZÁN, que engloba granos de polen con características morfológicas heterogéneas, cuyas atribuciones taxonómicas sólo se podrán resolver con ayuda de la microscopía electrónica.

Según CHAPMAN (1982) pertenecería al grupo *monocolpados acostillados, techados y con lúmina graduada* y de acuerdo con HUGHES *et al.* (1979) al *genusbox* RETISULC-.

**5. Grupo *Retimonoporites*** (Lám. 1, fig. 9): Se trata de un grano de polen isopolar con simetría radial, de contorno subesferoidal, con diámetro ecuatorial de unas 22 µm, operculado en la zona proximal con opérculo de 9,6 µm de diámetro, fuertemente columelado con grosor de exina de 0,9 a 1,3 µm, ornamentación reticulada con lúmina de 1,2 a 1,5 µm de luz que no presenta gradación de tamaños y grosor del muro de 0,5 µm.

A este grupo atribuimos un ejemplar encontrado en el nivel MIN.11d. Corresponde a un tipo de grano operculado que sólo se había descrito en el Aptiense y Albiense de Israel (BRENNER & BICKOFF, 1992; BRENNER, 1996), relacionado con plantas de la familia Winteraceae. Muestra ciertas similitudes con *Retiacolpites* (SCHRANK & MAHMOUD, 2002) que engloba granos de polen inaperturados y columelados sin verdadero opérculo, pero sí con una zona oscura no relacionada con una abertura, sino con ondulaciones de la exina en una zona concreta del grano. Por el contrario, en algunas especies del género *Afropollis* (DOYLE *et al.*, 1982; PENNY, 1989), aparecen opérculos como el de nuestro ejemplar pero no son fuertemente columelados.

Es interesante resaltar que este grupo se cita por primera vez en el Cretácico Inferior de la Península Ibérica.

## CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS

Las asociaciones palinológicas han proporcionado datos bioestratigráficos de interés, ya que se han identificado algunas especies cuya distribución estratigráfica nos permite precisar la edad de las asociaciones registradas en los materiales del afloramiento de Montoria-La Mina.

La presencia de granos de polen poliplicados del género *Ephedripites* que, aunque de forma puntual, se han reconocido en la mayoría de los niveles estudia-

dos, con excepción de MIN.9a y MIN.11e, nos permite atribuir estos materiales al Cretácico Inferior, ya que dicho género no se ha encontrado en Europa por debajo del intervalo Hauteriviense-Barremiense (HUGHES & MCDUGALL, 1987).

Las especies *Pilosisorites trichopapillosus* (TIERGART) DELCOURT & SPRUMONT (Lám. 1, fig. 7) y *Cicatricosporites mohrioides* (DELCOURT & SPRUMONT) DE HAAN & LEEREVELD, nos permiten restringir la edad del afloramiento al intervalo Hauteriviense-Aptiense. Según POCOCK (1962) estas dos especies son características de las asociaciones neocomienses de Canadá (Fm. Mainville, Mb. Deville) aunque se pueden encontrar hasta el Aptiense. En Portugal, *C. mohrioides* se ha citado hasta el Aptiense superior (TRINCÃO, 1990) y formas similares a *P. trichopapillosus* se han encontrado en sedimentos barremienses?-aptienses de la formación Zeweira en Israel (BRENNER & BICKOFF, 1992). Además la identificación de *Cicatricosporites venustus* DEÁK en la muestra MIN.11d nos indica para este nivel una edad Aptiense (LEEREVELD *et al.*, 1989).

La información ofrecida por los granos de polen de angiospermas primitivas hay que analizarla con precaución, ya que hasta el momento, su presencia en los materiales del Cretácico Inferior de la Península Ibérica es muy reducida y además existe una gran dificultad para conocer sus afinidades taxonómicas así como su distribución estratigráfica y geográfica. El estudio más detallado sobre estos granos de polen fue realizado en Estados Unidos por DOYLE & ROBBINS (1977) en el Grupo Potomac. Las asociaciones registradas en la Zona I (Barremiense-Albiense inferior) están constituidas fundamentalmente por granos monosulcados de los géneros *Clavatipollenites*, *Liliacidites* y *Retimonocolpites*, y solo en su parte superior aparecen los primeros granos tricolpados, que toman relevancia en las asociaciones a partir de la Zona II (Albiense inferior alto?-superior).

En las muestras estudiadas no se han hallado ni granos de polen tricolpados ni de tipo crotonoide del grupo *Stellatopollis*, lo que nos permitiría comparar la sección de Montoria-La Mina con la parte inferior de la Zona I del Grupo Potomac. Esto diferencia estas asociaciones de las reconocidas en otras secciones de la cuenca Vasco-Cantábrica, como las estudiadas en el área de Peñacerrada, que tienen una edad Aptiense-Albiense (BARRÓN *et al.*, 2001).

La identificación de granos de tipo inaperturado (Pre-*Afropollis*) y operculado (*Retimonoporites*) así como la de los grupos *Clavatipollenites*, *Liliacidites* y *Retiacolpites* nos permite comparar nuestras asociacio-

nes con las del Cretácico Inferior de Israel (BRENNER & BICKOFF, 1992; BRENNER, 1996). Más concretamente, el grupo Pre-*Afropollis* sólo ha sido descrito en sedimentos del Hauteriviense superior y Hauteriviense-Barremiense inferior de Israel y China (BRENNER, *op. cit.*; SUN & DILCHER, 2002).

Por otra parte, *Retimonoporites* (MIN.11d) ha sido registrado en materiales del Aptiense y Albiense de Israel (WALKER & WALKER, 1984; BRENNER, *op. cit.*), aunque el ejemplar encontrado por nosotros, corresponde a una forma de mayor tamaño que *R. operculatus* descrita por BRENNER & BICKOFF (*op. cit.*) y posiblemente corresponda a una forma nueva. La coexistencia de este taxón, junto con *C. venustus* podría confirmarnos una edad Aptiense para la parte superior de la sección estudiada.

Es muy importante continuar con la búsqueda de niveles ricos en materia orgánica, que ocupen una posición estratigráfica inferior a la sección de Montoria-La Mina, con el fin de precisar la distribución estratigráfica de estos grupos primitivos de angiospermas (en especial el grupo Pre-*Afropollis*) que permitirían establecer correlaciones más precisas con otras cuencas.

## CONCLUSIONES

El estudio palinológico de la sección del Cretácico Inferior de Montoria-La Mina ha proporcionado unas asociaciones diversas, integradas por plantas de las divisiones Bryophyta (cuatro taxones), Lycophyta (nueve taxones), Pteridophyta (treinta taxones), Pteridospermatophyta (tres taxones), Coniferophyta (dieciséis taxones), Cycadophyta/Ginkgophyta (dos taxones), Gnetophyta (un taxón) y Magnoliophyta (seis taxones). La vegetación que refleja las distintas proporciones entre los taxones determinados estuvo caracterizada por plantas propias de zonas secas, posiblemente zonas costeras, como indica la presencia de *Corollina* y de granos inaperturados de tipo cupresolide (*Inaperturopollenites dubius*). La abundancia de esporas psiladas de la familia Cyatheaceae frente a ornamentadas, representadas por *Cicatricosisporites* y *Patellasporites-Leptolepidites* también es indicativa de un ambiente seco en esta región.

La presencia de granos de polen de angiospermas primitivas es importante desde el punto de vista del conocimiento del origen y diversificación de este grupo ahora dominante sobre el planeta, y de las comunidades vegetales en donde se integraban. La dificultad de su estudio a partir de microscopía óptica nos ha llevado

a reunirlos en cinco grupos morfológicos que no tienen un significado biológico. Todos los granos de polen estudiados son reticulados y salvo en un caso (Pre-*Afropollis*), todos presentan columelas.

Se han identificado granos inaperturados del grupo Pre-*Afropollis* que sólo se habían reconocido en el Hauteriviense superior de la Formación Helez (Israel) y en el Hauteriviense-Barremiense inferior de la Formación Jixi (China). Por tanto, es la primera cita de este grupo en la Península Ibérica y en el Cretácico Inferior europeo y se han encontrado, *in situ*, en inflorescencias de *Xingxueina heilongjiangensis*, lo que conlleva su relación con la Subclase Magnoliidae.

Los granos monocarpados de *Clavatipollenites* son frecuentes en uno de los niveles estudiados (MIN.11b) y se encuentran a lo largo de todo el Cretácico, aunque se ha citado una forma enigmática en sedimentos jurásicos. De forma puntual se han encontrado granos tricotomosulcados también atribuibles a *Clavatipollenites*. La aparición de granos de polen con este tipo de abertura en flores del Cretácico Inferior de Beira Litoral (Portugal) han permitido relacionarlos al igual que a pre-*Afropollis* con la Subclase Magnoliidae.

De forma muy escasa se han hallado granos monocarpados de los grupos *Liliacidites* y *Retimonocolpites* y granos operculados del grupo *Retimonoporites*, representado en el nivel MIN.11d. Se trata de un grano operculado y fuertemente columelado que quizás esté relacionado con la familia Winteraceae. Este tipo de polen hasta el momento sólo se ha descrito en el Aptiense y Albiense de Israel, siendo también en esta ocasión su primer hallazgo en el Cretácico Inferior español y europeo.

La presencia de *Cicatricosisporites mohrioides* y de *Pilosporites trichopapillosus* nos permiten acotar la edad de los materiales estudiados, al intervalo Hauteriviense-Aptiense. La ausencia de granos de polen de angiospermas tricarpados y de tipo crotonoide, nos permite comparar la sección de Montoria-La Mina con la parte inferior de la Zona I del Grupo Potomac.

La coexistencia de este *Retimonoporites* junto con *Cicatricosisporites venustus* nos permite atribuir al Aptiense la parte superior de la sección de Montoria-La Mina.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado, parcialmente, por el Museo de Ciencias Naturales de Álava y por la Univer-

sidad Complutense de Madrid, a través del presupuesto de la ayuda a la investigación.

Queremos agradecer a D. J. ALONSO, D. R. LÓPEZ DEL VALLE y Dña. L. ELORZA y, personal del mencionado museo, por su colaboración en los trabajos de campo. También destacamos la gran ayuda prestada por D. C. ALONSO del Dpto. de Paleontología (UCM) en la parte fotográfica y por Dña. S. VILA en los aspectos informáticos.

También, agradecemos a la Dra. C. DIÉGUEZ del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, al Dr. J. PAIS, del Dpto. de Ciências da Terra de la Faculdade de Ciências e Tecnologia de la Universidade Nova de Lisboa, y a la Dra. M.F. VALLE, del Dpto. de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca la lectura crítica del manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, J., ARILLO, A., BARRÓN, E., CORRAL, C., GRIMALT, J., LOPEZ, J. F., MARTÍNEZ-DELCLÓS, X., ORTUÑO, V., PEÑALVER, E. & TRINCAO, P. 2000. A new fossil resin with biological inclusions in Lower Cretaceous deposits from Álava (Northern Spain, Basque-Cantabrian Basin). *Journal of Paleontology*, **74**: 158-178.
- ARIAS, C. & DOUBINGER, J. 1980. La limite Aptien-Albien dans le secteur du Monpichel (Albacete). *Cretaceous Research*, **1**: 235-251.
- BALME, B.E. 1995. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **87** (2.4): 81-323.
- BARALE, G. 1991. La palinología de les calcaries litografiques del Montsec. In: *Les calcaries litografiques del Cretaci Inferior del Montsec. Deu anys de campanyes paleontologiques*. MARTÍNEZ DELCLÓS, X., Ed. pp. 70-72. Institut D'estudis Ilerdens. Llerida.
- BARALE, G., BLANC-LOUVEL, C., BUFFETAUT, E., COURTINAT, B., PEYBERNES, B., BOADA, L.V. & WENZ, S. 1984. Les Gisements de calcaires lithographiques du Cretace Inferieur du Montsec (Province de Lérida, Espagne). Considerations Paleoeologiques. *Geobios, Mém. Spécial*, **8**: 275-283.
- BARRÓN, E., COMAS-RENGIFO, M.J. & ELORZA, L. 2001. Contribuciones al estudio palinológico del Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica: los afloramientos ambarigenos de Peñacerrada (España). *Coloquios de Paleontología*, **52**: 135-156.
- BATTEN, D.J. & KOPPELHUS, E. B. 1996. Chapter 20D. Biostratigraphic significance of uppermost Triassic and Jurassic miospores in Northwest Europe. In: *Palynology: principles and applications*. JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D.C. Ed. pp. 795-806. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation.
- BRENNER, G.J. 1996. Evidence for the earliest stage of angiosperm pollen evolution: A paleoequatorial section from Israel. In: *Flowering Plant Origin, Evolution and Phylogeny*. TAYLOR, D. W. & HICKEY, L. J. Eds. pp. 91-115. Chapman & Hall. New York.
- BRENNER, G.J. & BICKOFF, I.S., 1992. Palynology and age of the Lower Cretaceous basal Kurnub Group from the Coastal Plain to the Northern Negev of Israel. *Palynology*, **16**: 137-185.
- CHAPMAN, J. 1982. *Morphology, classification and interpretation of Aptian and Albian angiosperm pollen from Portugal*. Ph. Thesis. 355 pp. King's College, Cambridge.
- COUPER, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, **22**: 1-77.
- 1958. British Mesozoic and Cainozoic microspores and pollen grains. *Palaeontographica* Abt. B., **103**: 75-179.
- COURTINAT, B. 1984. Palynologie et paléoenvironnement des calcaires lithographiques de La Pedrera de Rubies, Espagne. *Ilerda*, **XLV**: 93-108.
- DOUBINGER, J. & MAS, J.R. 1981. Une microflore du Barrémien dans la province de Valencia, Espagne. *Cretaceous Research*, **2**: 51-64.
- DOYLE, J. 1973. The monocotyledons: Their evolution and comparative biology. V, fossil evidence on early evolution of the monocotyledons. *The Quarterly Review of Biology*, **48** (3): 399-413.
- DOYLE, J., BIENS, P., DOORENKAMP, A. & JARDINÉ, S. 1977. Angiosperm pollen from the pre-albian Lower Cretaceous of Equatorial Africa. *Bulletin Centre Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, **1** (2): 451-473.
- DOYLE, J., JARDINÉ, S. & DOORENKAMP, A. 1982. *Afropollis*, a new genus of early angiosperm pollen, with notes on the Cretaceous Palynostratigraphy and paleoenvironments of Northern Gondwana. *Bulletin Centre Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, **6** (1): 39-117.
- DOYLE, J. & ROBBINS, E. 1977. Angiosperm pollen zonation of the continental Cretaceous of the Atlantic Coastal Plain and its implication to deep wells in the Salinsbury embayment. *Palynology*, **1**: 43-78.
- DOYLE, J., VAN CAMPO, M. & LUGARDON, B. 1975. Observations on exine structure of *Eucommiidites* and Lower Cretaceous angiosperm pollen. *Pollen et Spores*, **17**: 429-486.
- DUPRÉ, M. 1992. *Palinología*. Sociedad Española de Geomorfología. 30 pp. Logroño.
- FRIIS, E. M., PEDERSEN, K.R. & CRANE, P.R. 1999. Early angiosperm diversification: The diversity of pollen associated with angiosperm reproductive structures in Early Cretaceous floras from Portugal. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **86**: 259-296.
- GREEN, D.G. & DOLMAN, G.S., 1988. Fine resolution pollen analysis. *Journal of Biogeography*, **15**: 685-701.
- GÜBELL, A.A., HOCHULI, P.A. & WILDI, W., 1984. Lower Cretaceous turbiditic sediments from the Rift Chain (Northern Morocco) palynology, stratigraphy and paleogeographic setting. *Geologische Rundschau*, **73**: 1081-1114.
- HUGHES, N.F. 1994. *The Enigma of Angiosperm Origins*. Cambridge University Press. 242 pp. Cambridge.
- HUGHES, N.F., DREWRY, G.E. & LAING, J.F. 1979. Barremian earliest angiosperm pollen. *Palaeontology*, **22** (3): 513-535.
- HUGHES, N.F. & MCDUGALL, A. 1987. Records of angiosperm pollen entry into the English Early cretaceous succession. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **50**: 255-272.

- 1990. Barremian-Aptian angiosperm pollen records from southern England. *Review of Paleobotany and Palynology*, **65**: 145-151.
- JARZEN, D.M. & NICHOLS D. J., 1996. Chapter 9. Pollen. In: *Palynology: principles and applications*. JANSONIUS, J. & MCGREGOR, D. Eds. pp. 261-291. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation. Salt Lake City.
- JONKER, F.P., 1951. A plea for the standardization of pollen diagrams. *Taxon*, **1**: 89-91.
- JUHASZ, M. & GOCZAN, F. 1985. Comparative study of Albian monosulcate angiosperm pollen grains. *Acta Biologica Szeged*, **31**: 147-172.
- KEMP, E.M. 1968. Probable angiosperm pollen from British Barremian to Albian strata. *Palaeontology*, **11** (3): 421-434.
- LAING, J. 1975. Mid-Cretaceous angiosperm pollen from Southern England and Northern France. *Palaeontology*, **18** (4): 775-808.
- 1976. The stratigraphic setting of early angiosperm pollen. In: *The evolutionary significance of the exine*. FERGUSON, I.K. & MULLER, J., Eds., pp. 15-26.
- LEEVERVELD, H., DE HAAN, P.J. & JUHASZ, M. 1989. Stratigraphic evaluation of spore/pollen assemblages from the Lower Cretaceous of the Alpine-Mediterranean realm. *Laboratory of Paleobotany and Palynology. Special Services Report*. **89/07**: 1-253.
- MARTÍNEZ-TORRES, L.M., PUJALTE, V. & ROBLES, S., 2001. Los yacimientos de ámbar de Montoria-Peñacerrada (Álava, Cuenca Vasco-Cantábrica): estratigrafía, reconstrucción paleogeográfica y estructura tectónica. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **18** (Núm. Esp. 1): 9-32.
- MARTÍN-CHIVELET, J., BERÁSTEGUI, X., ROSALES, I., VILAS, L., VERA, J.A., CAUS, E., GRÁFE, K., MAS, R., PUIG, C., SEGURA, M., ROBLES, S., FLOQUET, M., QUESADA, S., RUIZ-ORTIZ, P., FRENÉGAL-MARTÍNEZ, M., SALAS, R., ARIAS, C., GARCÍA, A., MARTÍN-ALGARRA, A., MELÉNDEZ, N., CHACÓN, B., MOLINA, J.M., SANZ, J.L., CASTRO, J.M., GARCÍA-HERNÁNDEZ, M., CARENAS, B., GARCÍA-HIDALGO, J., GIL, J., & ORTEGA, F. 2002. Cretaceous. In: *The Geology of Spain*, GIBBONS, W. & MORENO, T. Eds., pp. 255-292. Geological Society. London.
- MÉDUS, J. & BERTHOU, P.-Y., 1980. Palynoflores dans la coupe de l'Albien de Foz do Folcão (Portugal). *Geobios*, **13** (2): 263-269.
- MENÉNDEZ-AMOR, J. & ESTERAS, M. 1964. Observaciones palinológicas sobre la microflora de la cuenca lignitifera de Utrillas (Teruel). *Estudios Geológicos*, **20**: 171-174.
- MOHR, B.A.R. 1989. New palynological information on the age and environment of Late Jurassic and Early Cretaceous vertebrate localities of the Iberian Peninsula (eastern Spain and Portugal). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **106**: 291-301.
- PEDERSEN, K.R., FRIIS, E.M. & CRANE, P.R. 1994. Ultrastructure of pollen from cretaceous angiosperm reproductive structures. In: *Ultrastructure of fossil spores and pollen*. KURMANN, M. H. & DOYLE, J., Eds., pp. 139-159. Royal Botanic Gardens. Kew.
- PENNY, J. 1988. Early Cretaceous acolumellate semitectate pollen from Egypt. *Palaeontology*, **31** (2): 373-418.
- 1989. New Early Cretaceous forms of the angiosperm pollen genus *Afropollis* from England and Egypt. *Review of Paleobotany and Palynology*, **58**: 289-299.
- 1992. The relevance of the Early Cretaceous angiosperm palynology of Egypt to biostratigraphy and reconstruction of angiosperm paleolatitudinal migrations. *Cretaceous Research*, **13**: 369-378.
- PHIPPS, D. & PLAYFORD, G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediment. *Papers of the Department of Geology of the University of Queensland*, **11**: 1-23.
- POCOCK, S. 1962. Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada Plains. *Palaeontographica Abt. B.*, **111** (1-3): 1-95.
- PORTERO, J.M. & RAMÍREZ DEL POZO, J. 1979. Memoria de la hoja geológica n.º 170 (Haro) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 MAGNA. IGME. 43 pp. Madrid.
- ROBLES, S. & PUJALTE, V. 2000. Informe de resultados. Proyecto ámbar, subtarea 2. Estratigrafía y sedimentología de los yacimientos de ámbar de Montoria-Peñacerrada (Álava). 18 pp. Museo de Ciencias Naturales de Álava. Vitoria.
- SCHRANK, E. & MAHMOUD, M. 2002. Barremian angiosperm pollen and associated palynomorphs from the Dakhla Oasis area, Egypt. *Palaeontology*, **45** (1): 33-56.
- SOLÉ DE PORTA, N. 1983. Palinología del Albiense del área de Salomo (Tarragona, España). In: *IV Simposio de Palinología (APLE)*. SOLÉ DE PORTA, N. & SUÁREZ, M., Coords., pp. 315-335. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- SOLÉ DE PORTA, N. & GARCÍA-CONESA, R. 1987. Conjuntos esporopolínicos en el Albiense del Maestrazgo (Cordillera Ibérica Oriental, España). In: *VI Simposio de Palinología (APLE)*. CIVIS, J. L. & VALLE, M.F., Coords. pp. 367-375. Universidad de Salamanca. Salamanca.
- SOLÉ DE PORTA, N., QUEROL, X., CABANES, R. & SALAS, R. 1994. Nuevas aportaciones a la palinología y paleoclimatología de la Formación Escucha (Albiense Inferior-Medio) en las cubetas de Utrillas y Oliete. Cordillera Ibérica Oriental. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **18**: 203-215.
- SUN, G. COLLINSON, M. E., LI, CH-S. WANG, Y-F. & BEERLING, D. J., 2002. Archaeofrutaceae, a new basal Angiosperm Family. *Science*, **296**: 899-904.
- SUN, G. & DILCHER, D.L., 2002. Early angiosperms from the Lower Cretaceous of Jixi, eastern Heilongjiang, China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **121**: 91-112.
- TREVISAN, L. 1988. Angiospermous pollen (monosulcate-trichotomosulcate phase) from the very early Lower Cretaceous of Southern Tuscany (Italy): Some aspects. In: *Abstracts of the VII International Palynological Conference*, p. 165. Brisbane.
- TRINCÃO, P. 1990. *Esporas e polenes do Cretácico Inferior (Berriasiano-Aptiano) de Portugal: paleontologia e biostratigrafia*. Ph. Thesis. 312 pp. 2 vol. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. (ined.)
- TRINCÃO, P. & DIÉGUEZ, C. 1995. Las Hoyas Palynology, state of the art. In: *II International Symposium on lithographic limestones*. pp. 143-144. Universidad Autónoma de Madrid. Lleida-Cuenca.
- WALKER, J. & WALKER, A. 1984. Ultrastructure of Lower Cretaceous angiosperm pollen and the origin and early evolution of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **71**: 464-521.

Manuscrito recibido el día 25 de marzo de 2004  
 Manuscrito aceptado el día 24 de septiembre de 2004