

*Estudio palinológico del tránsito
Pliensbachiense/Toarciense en la Rambla
del Salto (Sierra Palomera, Teruel, España)*

*Palynological study at the Pliensbachian-Toarcian
passage beds of the Rambla del Salto section
(Sierra Palomera, Teruel province, Spain)*

E. BARRÓN*, M. J. COMAS-RENGIFO* y P. TRINCÃO**

RESUMEN

El estudio palinológico de los materiales correspondientes al tránsito Pliensbachiense/Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel, España), ha permitido identificar veintiún taxones pertenecientes a distintos grupos de protoctistas, criptógamas vasculares y gimnospermas. Por el momento, ninguno de ellos ha resultado ser relevante desde el punto de vista bioestratigráfico. Se han distinguido dos intervalos caracterizados por su riqueza en elementos planctónicos, cuyas asociaciones palinológicas son de difícil comparación con las de otras cuencas europeas. En los materiales del Toarciense inferior, a partir de las muestras obtenidas en sedimentos del tránsito entre las Subzonas Mirabile y Semicelatum, tiene lugar la desaparición de los taxones planctónicos y ello podría estar relacionado con el evento subóxico reconocido en otros puntos de la cuenca.

Palabras clave: Esporas, Granos de polen, Dinoflagelados, Acritarcos, Pliensbachiense superior, Toarciense inferior, Cordillera Ibérica, España.

* Dpto. y UEI de Paleontología, Facultad de CC. Geológicas (UCM) e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

** Dep. de Geociências Universidade de Aveiro, 3810-Aveiro (Portugal).

ABSTRACT

A palynological study carried out at the Pliensbachian-Toarcian passage beds of the Rambla del Salto section (Teruel province, E. Spain) has led to the identification of twenty-one taxa belonging to some different groups of Proctostista, gymnosperm and vascular criptogamme plants. The identified taxa show a wide stratigraphic range and have low biostratigraphic value. Two separate intervals are distinguished by their content in planktic elements. In both intervals palynologic associations are difficult to compare with other european basins. Recorded planktic taxa disappear at the Mirabile-Semicelatum Subzone transition (lower Toarcian). This might be related with the suboxic events which has been recognised elsewhere in some other areas in the basin.

Key words: Spores, Pollen grains, Dinoflagellate Cysts, Acritarchs, Upper Pliensbachian, Lower Toarcian, Iberian Cordillera, Spain.

INTRODUCCIÓN

La Rambla del Salto es uno de los afloramientos del Sector Central de la Cordillera Ibérica donde la sucesión de los materiales del Pliensbachiense superior y Toarciense está mejor expuesta (Fig. 1). Este sección ya fue descrita por Dereims (1898) y desde 1977 ha sido objeto de numerosos trabajos de diversa índole, con el fin de obtener un estudio integral de dichos sedimentos.

El contenido paleontológico de los diferentes niveles es bien conocido y su estudio ha dado lugar a importantes trabajos, en los que se describen las asociaciones registradas de ammonites, braquiópodos, ostrácodos, foraminíferos y nannoplankton calcáreo (Comas-Rengifo & Goy, 1978; García-Joral, 1981; Comas-Rengifo, 1985; Arias, 1991, 1995; Arias *et al.*, 1992; Herrero, 1991, 1993; Martínez, 1992; Perilli, 1996).

Hasta el momento, se han realizado muy pocos trabajos sobre el contenido palinológico de los materiales jurásicos de la Península Ibérica, y éstos se centraron fundamentalmente en el análisis de los sedimentos del tránsito Rhaetiense/Hettangiense (Adloff *et al.*, 1974; Barrón & Goy, 1994) y Toarciense/Aalenense (Goy *et al.*, 1996). Este estudio esporopolínico es una nueva contribución al conocimiento de la Palinología del Jurásico Inferior de la Cordillera Ibérica y, en especial, al de las asociaciones de palinomorfos en el tránsito Pliensbachiense/Toarciense.

Desde un punto de vista paleobotánico, la zona estudiada estaría situada, según Vakhrameev (1991) en la región Euro-Sínica, y dentro de ella en la Provincia Europea, que durante el Jurásico Inferior y Medio se caracterizó por una flora de clima cálido compuesta por helechos, pteridospermas, cycadáceas, Bennetitales y coníferas, y cuya composición no cambió de forma significativa hasta el Jurásico Superior.

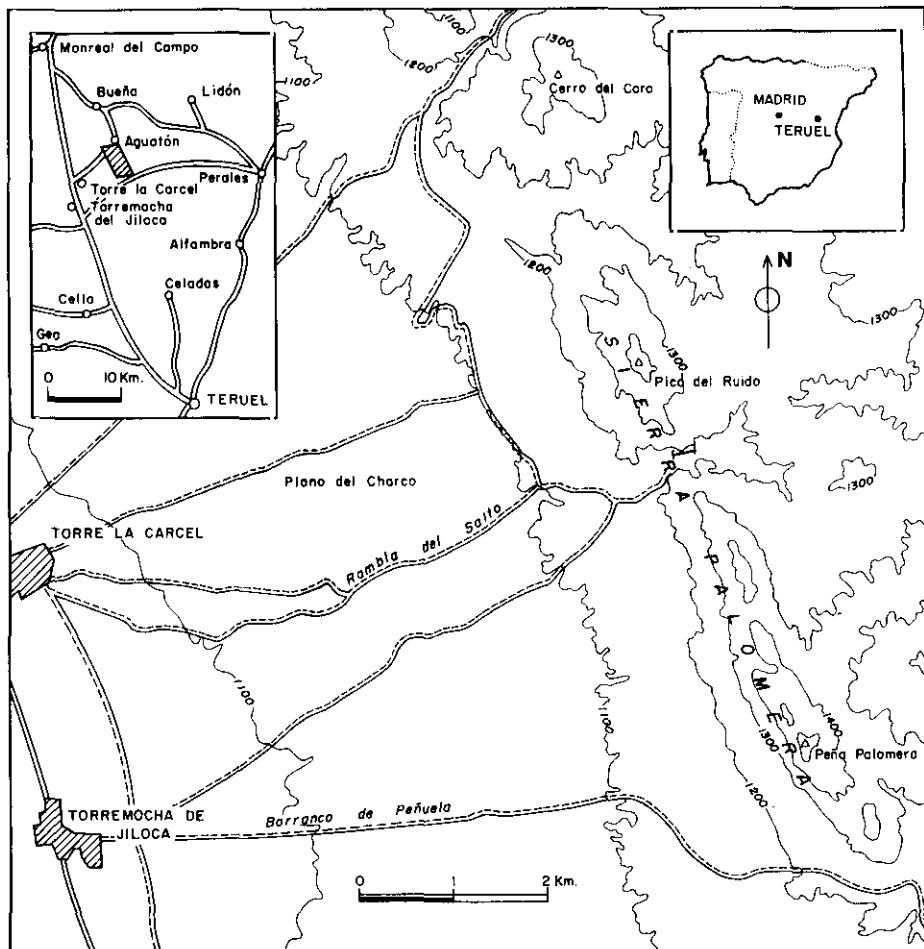


FIG. 1.—Localización geográfica del afloramiento.

FIG. 1.—Geographical location of outcrop.

CONTEXTO GEOLÓGICO, MATERIAL Y MÉTODOS

La sección de la Rambla del Salto está localizada a lo largo del camino que va desde el pueblo de Torrelacárcel hasta la ermita de la Virgen del Castillo, a unos 6,5 km del pueblo. Las coordenadas geográficas de la base de la sección son $40^{\circ}37'20''$, $2^{\circ}27'40''$ E.

En este trabajo sólo se ha estudiado una parte de la columna estratigráfica, concretamente la comprendida entre los niveles 168 y 216, realizada por Arche

et al. (1977) y Comas-Rengifo & Goy (1978) (Fig. 2). En este intervalo litológico, se han realizado 21 muestras. Las recogidas entre los niveles 168 y 185 proceden de materiales margocalizos, con excepción de la 185 que fue tomada en un nivel más calcáreo, y corresponden a la parte alta del Pliensbachiense (Zona Spinatum, Subzona Hawskerense). Entre los niveles 188 y 229, pertenecientes al Toarciense (Zonas Tenuicostatum y Serpentinus), sólo se han muestreado los sedimentos margosos (Fig. 2).

Del total de las muestras analizadas, doce han resultado fértiles, y de ellas seis corresponden a la parte alta de la Zona Spinatum, cuatro a la Subzona Mirabile, una al tránsito entre las Subzonas Mirabile y Semicelatum y una a la Subzona Serpentinus. Han resultado estériles, desde un punto de vista palinológico, las muestras tomadas en los niveles 168, 186, 198, 200, 213, 217, 221, 225 y 229.

Los últimos niveles pliensbachienses y los más antiguos del Toarciense (168 a 189) corresponden a la Formación Calizas bioclásticas de Barahona (Goy *et al.*, 1976), que fueron interpretados por Comas-Rengifo *et al.* (1985) como depósitos de una rampa externa poco profunda, donde las condiciones del fondo favorecieron el desarrollo de una abundante y variada micro y macrofauna. Los sedimentos comprendidos entre los niveles 190 y 216 se incluyen en la Formación Alternancia de margas y calizas de Turmiel (Goy *et al.*, 1976) y corresponden según Comas-Rengifo *et al.* (*op. cit.*) a una sedimentación de materiales terrígenos finos y lodos calcáreos, que se depositaron en una rampa homoclinal. La existencia de rampas externas con medios turbios y bien oxigenados permitió el desarrollo de una abundante y diversificada fauna bentónica. Con excepción de algunos episodios cortos, como el reconocido en la parte inferior de la Zona Serpentinus, las condiciones hidrodinámicas fueron tranquilas, como es normal en fondos marinos ubicados por debajo del nivel de base del oleaje.

La separación de los palinomorfos fue llevada a cabo usando el método palinológico clásico basado en tratamiento con ácidos (HCl, HF y HNO₃) y su concentración final fue estimada tras pasar el residuo a través de tamices de 500, 250, 75, 50 y 12 µm. No se han utilizado líquidos densos o licor de Thoulet, como sugirieron Guillet & Planchais (1969), Goeury & Beaulieu (1979) y Phipps & Playford (1984), ya que con ellos no se consiguió eliminar las partículas, tanto orgánicas como inorgánicas, que tenían la misma densidad que nuestros palinomorfos. Posteriormente, el estudio se realizó mediante un microscopio Óptico Leitz Laborlux D, con una cámara fotográfica incorporada Wild Photoautomac MPS45.

FIG. 2.—Columna estratigráfica y distribución de los palinomorfos en el tránsito Pliensbachiense/Toarciense en la Rambla del Salto.

FIG. 2.—Stratigraphical log sequence and palynomorph distribution at the Pliensbachian/Toarcian transition at Rambla del Salto.

CONSIDERACIONES TAFONÓMICAS

Se han reconocido 3.657 palinomorfos repartidos en 21 taxones. Del total de especímenes obtenidos, 1.843 no se han podido clasificar debido a su deficiente estado de conservación, aunque posiblemente puedan estar relacionados con granos de polen inaperturados o con el complejo *Corollina/Classopollis*.

En conjunto, los ejemplares determinados presentan mala conservación, ya que a menudo se encuentran rotos y deformados. Esta destrucción polínica se debió llevar a cabo tanto en la etapa bioestratigráfica como en la fósildiagenética; es decir, que de acuerdo con lo propuesto por Havinga (1964), los palinomorfos, antes del enterramiento, ya habrían sufrido una degradación microbiana y una oxidación más o menos fuerte. Como consecuencia de los procesos tafonómicos, los especímenes estudiados presentan las siguientes alteraciones:

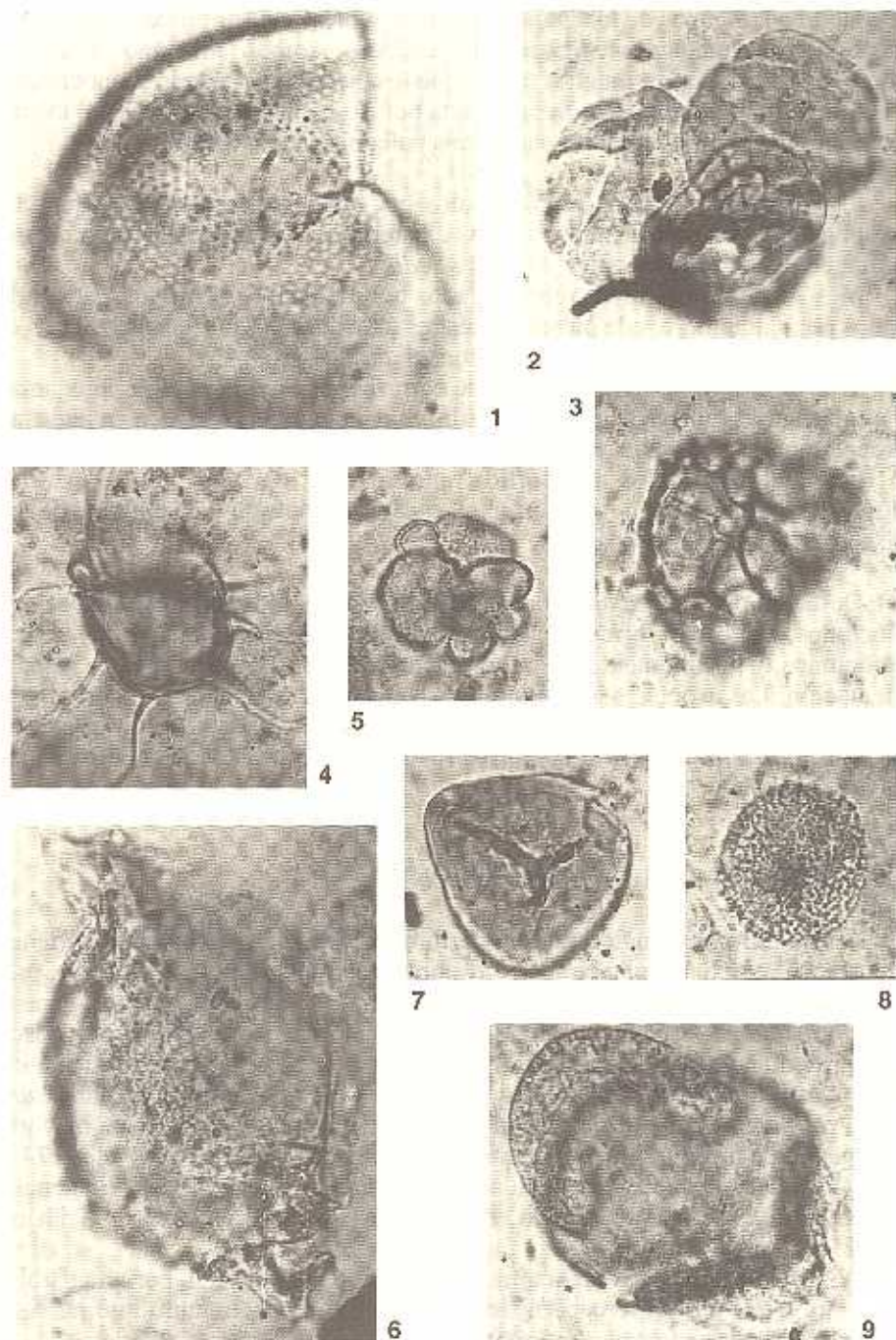
a) Destrucción parcial de la exina con la consiguiente pérdida de la ornamentación. Ésto se hace muy patente en ejemplares del complejo *Corollina/Classopollis*, que muestran una superficie lisa o más o menos escábrida debido a la desaparición de su típica ornamentación estriada en la zona ecuatorial (Lám. 1.2). Tal vez, esta pérdida de ornamentación sea debida a la composición química original de los sedimentos en los que quedaron incluidos los palinomorfos. En este sentido, Traverse (1988) ha propuesto que los medios alcalinos no son los más adecuados para la conservación de los palinomorfos, y en nuestro caso, la composición carbonática mayoritaria de los materiales en donde se recogieron las muestras nos hace suponer que el ambiente durante la fosilización debió ser eminentemente básico.

b) Es común encontrar ejemplares rotos (Lám. 1.1) y deformados, lo que debió tener lugar durante la fósildiagenesis, debido a la delicadeza que presentan los palinomorfos, después de su degradación biológica y química. Por los colores amarillentos, según el diagrama de Batten (1980), deben considerarse elementos inmaduros, que probablemente debieron sufrir una fósildiagenesis débil con pocos cambios químicos en su esporodermis.

c) En muchos casos, sobre todo en ejemplares atribuibles al género *Spheripollenites* Couper y en *Corollina/Classopollis*, se presentan rellenos internos, con frecuencia de pirita, que produjeron deformaciones (Lám. 1.5). Con bastante

LÁMINA 1.—1. *Tasmanites* sp. 2. Tétrade del complejo *Corollina/Classopollis*. 3. Quiste de dinoflagelado indeterminado. 4. *Micrhystridium* sp. 5. Grano de polen de *Spheripollenites* sp. con cristalizaciones internas. 6. *Nannoceratopsis gracilis* Alberti emend. Van Helden. 7. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock. 8. *Lycopodiumsporites* sp. 9. Polen bisacado similar a *Pinuspollenites globosaccus* Filatoff. Todas las figuras x1.250, menos la fig. 1 (x800).

PLATE 1.—1. *Tasmanites* sp. 2. Tetrad of *Corollina/Classopollis* complex. 3. Undetermined dinoflagellate cyst. 4. *Micrhystridium* sp. 5. *Spheripollenites* sp. pollen grain with inner crystallizations. 6. *Nannoceratopsis gracilis* Alberti emend. Van Helden. 7. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock. 8. *Lycopodiumsporites* sp. 9. Bisaccate pollen grain similar to *Pinuspollenites globosaccus* Filatoff. All figures x1.250, except for figure 1 (x800).



probabilidad, algunos de los granos, también pudieron sufrir procesos de deshidratación relacionados con procesos diagenéticos. Ambos fenómenos producen como consecuencia, en muchos casos, que los ejemplares sean irreconocibles.

Siguiendo la nomenclatura propuesta por Fernández-López (1991), los taxones se han agrupado en dos categorías paleobiológicas y tafonómicas:

a) **Taxones démicos** representados por elementos autóctonos, que corresponden a protoctistas planctónicos existentes en la cuenca (acritarcos, dinoflagelados, Pterospermales, *Incertae Sedis*).

b) **Taxones adémicos** representados por elementos alóctonos, caracterizados por palinomorfos de plantas terrestres transportados a la cuenca. Según el tipo de transporte sufrido se pueden considerar dos grupos:

b.1) **Palinomorfos hidrófilos** que corresponden a esporas de criptógamas vasculares, con una baja capacidad de diseminación y que aparecen en nuestras preparaciones de forma anecdótica.

b.2) **Palinomorfos anemófilos** representados por *Corollina/Classopollis*, *Spheripollenites* sp., *Araucariacites australis* Cookson y el conjunto de los bisacados y monosulcados.

Desde un punto de vista tafonómico, todos los palinomorfos estudiados son alóctonos, salvo los correspondientes a protoctistas planctónicos que serían autóctonos, y posiblemente en ambos casos hayan sufrido procesos de re sedimentación. Las asociaciones palinológicas registradas son pobres y presentan un escaso número, tanto de taxones como de ejemplares, debido a los procesos de transporte y a que los palinomorfos fosilizaron en una cuenca marina alejada del continente.

COMPOSICIÓN DE LAS ASOCIACIONES

El estudio palinológico nos ha permitido identificar ejemplares pertenecientes a Protoctistas planctónicos, esporas y granos de polen. Entre los primeros, debemos destacar el conjunto de acritarcos caracterizados por el género *Micrhystridium* Deflandre (Lám. 1.4). Los ejemplares estudiados por nosotros presentan un número de desarrollos no mayor de 10, y se asemejan a un ejemplar figurado por Guy-Olson (1986, pl. 8, fig.12) como *Micrhystridium* sp. 2, procedente del Jurásico Inferior de Suecia. Este género aparece mayoritariamente en todas las muestras estudiadas, menos en las de los niveles 174 y 196 (Fig. 2) y no se ha identificado ni en la 197 ni en la 202. El género *Micrhystridium* se ha reconocido en materiales mesozoicos desde el Triásico Superior hasta el Cretácico.

Los otros protoctistas planctónicos registrados pertenecen, por una parte a los dinoflagelados y Pterospermales y, por otra, a un conjunto que ha sido considerado por algunos autores (Guy, 1971) como *Incertae Sedis*.

Los dinoflagelados se han reconocido, en un número reducido, en casi todas las muestras estudiadas con excepción de la 174, 196, 197 y 202 (Fig. 2). Se trata de quistes más o menos esféricos irregularmente reticulados, que son de difícil comparación con las especies características del Jurásico (Lám. 1.3). Es de destacar la presencia en la muestra 185 de *Nannoceratopsis gracilis* Alberti emend. Van Helden (Lám. 1.6), típico del Jurásico Inferior y Medio. Esta especie se ha identificado en Europa a partir del Pliensbachiense superior (Fauconnier, 1997).

Las Pteropermales están representadas por el género *Tasmanites* Newton que se ha registrado de forma puntual a partir de la muestra 176 y hasta la 192 (Fig. 2). Los ejemplares encontrados con frecuencia aparecen rotos (Lám. 1.1), tienen una forma globosa y presentan la superficie puntuada. Dicho género tiene una distribución estratigráfica muy amplia, desde el Paleozoico hasta la actualidad (Guy-Olson & Boalch, 1992).

Dentro del conjunto de los protoctistas *Incertae Sedis*, hemos identificado *Crassosphaera exagonalis* Wall. Esta especie presenta una forma esférica de gran tamaño, de 60 hasta 150 μm de diámetro y una pared gruesa, y aparece de forma puntual en todas las muestras estudiadas desde la 176 hasta la 196, menos en la 192 (Fig. 2). Según Guy (1971), se ha encontrado en el Lías Inferior de Francia, en el Toarciense de Gran Bretaña y en el Jurásico Medio de Suecia.

Las esporas registradas siempre están relacionadas con distintos tipos de criptógamas vasculares. En nuestras muestras, su presencia es escasa y en muchos casos anecdótica, apareciendo en porcentajes muy bajos y en un número reducido de taxones, si comparamos con los estudios realizados en otras cuencas jurásicas de Europa, América y Australia (Pocock, 1962; Filatoff, 1975; Médus, 1983; Guy-Olson, 1986). Probablemente, esto se debe a que ciertas esporas presentan una difusión fundamentalmente hidrófila y por tanto, tienen una capacidad menor de transporte que los granos de polen anemófilos y se depositan en zonas más próximas a la costa (Barrón, 1996). Como los materiales estudiados corresponden a una zona marina de plataforma, es lógico que la proporción de esporas sea más baja que la de granos de polen anemófilos. Todos los géneros identificados presentan una distribución estratigráfica que comprende la mayor parte del Mesozoico.

Entre ellos hemos de destacar al género *Deltoidospora* (Miner) Potonié (= *Cyathidites* Couper) con sus especies *D. australis* (Couper) Pocock y *D. minor* (Couper) Pocock (Lám. 1.7). Se trata de esporas triletes con la exina lisa, que básicamente presentan una morfología idéntica, pero que según Guy (1971) se diferencian en el tamaño, que alcanza valores de 66-55 μm en la primera especie y de 53-42 μm en la segunda. Posiblemente, los dos tipos de esporas pertenecen a una misma especie de helecho, ya que las diferencias de tamaño podrían ser debidas a que las plantas productoras sufrieran, en distintos períodos de tiempo, condiciones de estrés ambiental (falta de agua, sequías, etc...) que tuvieron como consecuencia la formación de esporas de mayor o menor tamaño. Este autor relacionó estas esporas con helechos de los géneros *Dicksonia*

L'Héritier, *Coniopteris* Brongniart y *Aspidistes* Harris. La especie *D. australis* se ha registrado desde el nivel 172 al 192, aunque no se ha encontrado en el 184 y *D. minor* presenta una distribución menor, desde el nivel 174 al 184 (Fig. 2).

Además de estas dos especies aparecen de forma puntual algunos otros tipo de esporas triletas que debido a su mal estado de conservación no se han podido determinar específicamente (Fig. 2). Estas formas son:

i) *Dictyophyllidites* sp., sólo representado por un ejemplar en la muestra 174, y que corresponde a una espora con la exina lisa y con tori que según Guy (1971) podría estar relacionada con las familias Dipteridaceae y Matoniaceae.

ii) *Lycopodiumsporites* sp. (Lám. 1.8), esporas reticuladas relacionadas con la familia Lycopodiaceae y de las que se han encontrado tres ejemplares en las muestras 172, 174 y 176.

iii) *Ischyosporites* sp., esporas relacionadas con las familias Dicksoniaceae o Schizaeaceae, que presentan un grueso retículo con areolas irregulares y que únicamente se han reconocido en los niveles 176 y 184.

iv) *Leptolepidites* sp., esporas verrucadas con afinidad botánica desconocida y de la que sólo se ha hallado un ejemplar en la muestra 176.

v) *Pilosisorites* sp., esporas de afinidad botánica incierta que presenta una ornamentación espinulada y su presencia se ha detectado en la muestra 174.

vi) *Osmundacidites* sp., esporas relacionadas con la familia Osmundaceae, ornamentada con báculos irregulares dispuestos de forma espaciada y rúgulas formadas por la fusión de báculos adyacentes. Se ha determinado un ejemplar en el nivel 176.

vii) *Converrucosisporites* sp., esporas de afinidad botánica desconocida y que presentan tanto la cara proximal como la distal ornamentada por verrugas. Se ha encontrado un ejemplar en la muestra 182.

Los palinomorfos anemófilos están presentes, en mayor o menor número, a lo largo de todo la sección estudiada. En concreto, granos del complejo *Corollina/Classopollis* (Lám. 1.2) se encuentran en todas las muestras desde la 174 hasta la 197 (Fig. 2) y se han denominado de esta forma porque con frecuencia presentan una conservación deficiente en la que la ornamentación es difícil de observar, tal vez como consecuencia de la degradación general de la exina. Por esta razón, no se han podido realizar determinaciones genéricas o específicas precisas; sin embargo, se ha detectado que en algunas muestras aparecen granos de polen de este grupo con tamaños diferentes, lo que podría ser debido a un problema paleoecológico, como el explicado en el caso de *Deltoidospora* o bien a la existencia de especies diferentes. Este es el ejemplo puesto de manifiesto por Trincão (1990) en el Cretácico Inferior de Portugal.

Los granos de polen inaperturados, cuya distribución estratigráfica comprende desde el Mesozoico hasta la actualidad, se relacionan por lo general con gimnospermas de las familias Araucariaceae, Cupressaceae, Taxodiaceae y Taxaceae. Hemos encontrado en los niveles 182, 185, 192 y 197 (Fig. 2) granos

asignables al género *Spheripollenites* sp., que no es posible atribuir en concreto a ninguna de estas familias y que, por lo general, aparecen de forma relativamente abundante y en muchas ocasiones, deformados como consecuencia de recristalizaciones internas (Lám. 1.5).

También, se han determinado en las muestras 174 y 188 palinomorfos asignables a la especie *Araucariacites australis* Cookson, que según Guy (*op. cit.*) son comparables con los del género *Araucaria* Jussieu, tal vez, con *Podozamites* F. Br. emend Saporta (Fig. 2). Su distribución comprende el Jurásico y el Cretácico.

Los granos bisacados han sido hallados en todas las preparaciones estudiadas en mayor o menor número (Fig. 2 y 3). Generalmente, su estado de preservación es muy malo, por lo que los hemos incluido dentro del término bialado sin hacer referencia a ningún grupo concreto. Además, estos granos presentan un alto grado de variabilidad morfológica que podría indicar su pertenencia a un único taxón. A pesar de ello, hemos identificado algunos granos que por el tamaño de sus sacos aéreos respecto al cuerpo central, que es más pequeño, podrían estar relacionados con el género *Podocarpidites* Cookson. Otros granos recuerdan, por su tamaño pequeño y la forma arriñonada de sus sacos aéreos, a la especie *Pinuspollenites globosaccus* Filatoff (Lám. 1.9) del Jurásico Medio y Superior de Australia. No obstante, debido a su mal estado de conservación nos hemos inclinado a determinarlo como bisacados en sentido amplio.

Por último, de forma puntual, en los niveles 172, 174, 176, 188, 190 y 202 (Fig. 2) hemos hallado escasos granos monosulcados, que seguramente puedan estar relacionados con diferentes especies de Bennetitales y Cycadales. Aunque en la mayor parte de los casos es imposible su determinación, hemos hallado dos ejemplares en las preparaciones 172 y 174 atribuibles al género *Monosulcites* Cookson ex Couper.

En resumen, el estudio cuantitativo realizado (Fig. 3) revela el predominio de los acritarcos en todas las muestras, menos en la 174 de la Zona Spinatum, cuyos valores son menores que los de *Corollina/Classopollis* y la ausencia de éstos en las muestras 197 y 202 correspondientes, respectivamente, a la transición entre las Subzonas Mirabile, Semicelatum y Serpentinus. La ausencia de acritarcos en esos niveles va acompañada de la desaparición de los restantes taxones démicos. En estos dos últimos niveles, los palinomorfos más abundantes son los inaperturados, bisacados y el complejo *Corollina/Classopollis*. En general, se observa que la mayor diversidad de formas y la mayor proporción de ejemplares se encuentra en los materiales del Pliensbachiense superior, descendiendo drásticamente en las muestras del Toarciense inferior.

DISCUSIÓN

El análisis de la distribución estratigráfica de los taxones identificados pone de manifiesto, que ninguno de ellos de forma aislada es característico del

Jurásico Inferior, ya que hasta el momento a todos se les ha atribuido una distribución mas amplia a lo largo del Mesozoico. Esto ya había sido señalado por Van Herve (1978) en un estudio palinológico realizado sobre muestras procedentes de materiales de las localidades tipo del Pliensbachiense y Toarciense. Sin embargo, los trabajos realizados por Filatoff (1975) en el Jurásico de Australia, Boutet (1981) en el Jurásico Inferior y Medio de Gresigne-Sud Quercy (Francia) y Guy-Ohlson (1990) en el Pliensbachiense de Scania (Suecia), parecen indicar que los estudios basados en el análisis de la composición de las asociaciones palinológicas proporcionan mejores resultados desde el punto de vista bioestratigráfico.

En nuestro caso, se han podido reconocer dos intervalos diferentes:

1. El primero está caracterizado por asociaciones constituidas por más de un 80% de acritarcos, apareciendo los restantes palinomorfos con valores menores al 20%. Esta relación se ha reconocido en los niveles 172 y del 176 al 192 (Fig. 3) es decir, que el predominio de los acritarcos es patente hasta el nivel 192 que corresponde a la Subzona Mirabile; por tanto, en la Rambla del Salto no se reflejan variaciones en la composición de las asociaciones polínicas en el límite Pliensbachiense/Toarciense.

2. El segundo intervalo se caracteriza por una ausencia total de elementos planctónicos, y un predominio de taxones anemófilos adémicos que se hace patente a partir de la Subzona Mirabile. Posiblemente, el evento subóxico detectado a escala global que afectó a otros grupos, como braquiópodos y foraminíferos (Comas-Rengifo *et al.*, 1996), también pudo tener su influencia en la desaparición de los elementos planctónicos, que llega a ser total a partir de la muestra 197, donde sólo se han registrado granos de polen inaperturados, bisacados y *Corollinal/Classopollis*.

Además hay que destacar, que en determinados niveles también se produce un cambio significativo en la composición de las asociaciones, marcado por un alto porcentaje del complejo *Corollinal/Classopollis*, como sucede en las muestras 174, 184 y 196, siendo éste el grupo mayoritario en la primera de ellas (Fig. 3). Los valores altos de este complejo parecen estar relacionados con descensos en el porcentaje de los elementos planctónicos. Los mayores o menores porcentajes de *Corollinal/Classopollis* podrían deberse tanto a que su entrada en el medio está condicionada por la dirección de los vientos en la zona, como a la mayor proximidad de las zonas emergidas del continente. Tradicionalmente las plantas productoras de este tipo de polen, pertenecientes a la familia Cheirolepidiaceae están consideradas habitantes de zonas costeras (Hughes & Moody-Stuart, 1967).

Filatoff (1975) propuso una correlación palinoestratigráfica entre las cuencas jurásicas australianas y otras regiones del globo, bien documentadas desde el punto de vista palinológico, y los pisos del Jurásico europeo. Así, definió la existencia de varias asociaciones polínicas basadas en los datos cuantitativos

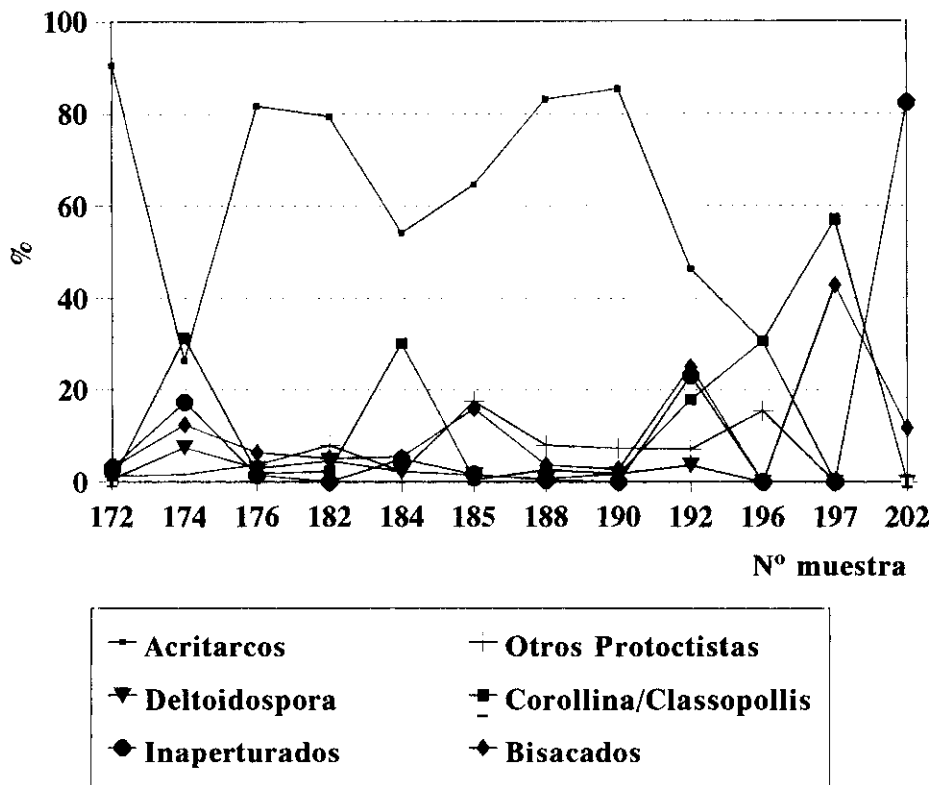


FIG. 3.—Variación de los porcentajes de los grupos más representativos de los palinomorfos de la Rambla del Salto.

FIG. 3.—Percentage variation of the most representative palynomorph groups in the Rambla del Salto section.

obtenidos sobre seis grupos de miosporas y la afinidad botánica de éstas. Los grupos utilizados fueron: 1- *Classopollis* spp., 2- Granos de polen pequeños inaperturados o pseudoporados, 3- Granos de polen lenticulares y usualmente cavados, 4- Granos de polen bi o trisacados, 5- Granos de polen monosulcados o poliplicados, y 6- Esporas. Posteriormente, Guy-Ohlson (1990) estableció dos asociaciones polínicas en el Pliensbachiense de Suecia y las comparó con las del resto del Jurásico, teniendo en cuenta la variación de los grupos propuestos por Filatoff. Evidentemente, el carácter marino, alejado de la costa y con un escaso contenido de granos de polen y esporas que llegaron de forma esporádica a nuestra cuenca, no permite una comparación satisfactoria ni con las cuencas australianas, ni con las suecas. Otro factor que dificulta la relación entre nuestras asociaciones y los grupos establecidos por Filatoff es que en ellas no se detecta el aparente declive que el complejo *Corollina/Classopollis* sufrió durante

el Toarciense y que este autor hace corresponder con un incremento de polen inaperturado de tipo araucarioide. Como ya hemos indicado, la especie *Araucariacites australis* sólo se encuentra de forma puntual en dos niveles y el complejo *Corollinal/Classopollis* es bastante abundante en los niveles estudiados del Toarciense inferior.

El predominio de granos de polen inaperturados en el nivel 202 podría estar relacionado con el aumento gradual de este tipo polínico, que tuvo lugar en Europa occidental a principios del Toarciense y que alcanzó su máximo durante el Aalenense (Filatoff, 1975; Guy-Ohlson, 1990). Sin embargo, por el momento no podemos ratificar que dicho aumento sea significativo en nuestra cuenca, ya que el intervalo temporal que hemos considerado en este trabajo es muy corto.

Las asociaciones descritas en el Domeriense superior y Toarciense de Gresigne-Sud Quercy (Francia) (Boutet, 1981, tablas 8 y 20), aunque dominadas numéricamente por los elementos continentales, poseen taxones similares a los determinados por nosotros. Sin embargo, se han detectado algunos cambios significativos, como por ejemplo que en los sedimentos del Domeriense superior francés destaca la abundancia de *Cerebropollenites mesozoicus* (Couper) Nilsson y la ausencia de *Spheripollenites*, al contrario que lo que sucedió en Sierra Palomera y que en las asociaciones del Toarciense inferior (Zonas Tenuicostatum y Serpentinus) de Quercy, *Spheripollenites* se encuentra muy bien representado junto a un porcentaje elevado de acritarcos, *Crassosphaera* y *Tasmanites*, a diferencia de lo que sucede en la Cordillera Ibérica.

Por último, la casi ausencia de esporas de criptógamas vasculares en los sedimentos estudiados, marca aún más la diferencia de la palinoflora analizada con la de otras cuencas de América, Europa y Australia. No obstante, como ocurre de forma habitual en sedimentos jurásicos en Europa (Guy-Ohlson, 1986, 1990), la presencia de esporas del género *Deltoidospora* es más o menos constante a lo largo de todo el perfil. En nuestro caso se extiende desde el nivel 172 hasta el 192, donde se registra ya un descenso acusado de elementos planctónicos (Fig. 3). Es posible que las condiciones de sedimentación, también, afectaran a la presencia de esporas, cuyo medio de transporte son las corrientes de agua, favoreciendo la presencia de los taxones anemófilos.

CONCLUSIONES

Los veintiún taxones identificados muestran una distribución estratigráfica muy amplia y, por tanto, son poco significativos desde un punto de vista bioestratigráfico. El estudio palinológico de los sedimentos correspondientes al tránsito entre el Pliensbachiense y el Toarciense en la sección de la Rambla del Salto pone de manifiesto que en el límite Pliensbachiense/Toarciense no tuvo lugar ninguna desaparición significativa de taxones.

Los valores más altos de diversidad se encuentran en la parte terminal del Pliensbachiense superior (entre los niveles 172 y 185), donde se ha reconocido un número importante de taxones, en especial en las muestras 172 y 174. Esta diversidad disminuye a partir del nivel 188, por la desaparición general de las esporas con excepción de *Deltoidospora australis*, que sí se ha encontrado el nivel 192. Las muestras 196, 197 y 202, se caracterizan por la dominancia de granos de polen anemófilos y desaparición de los démicos representados por elementos autóctonos.

Desde el punto de vista de su contenido palinológico, las muestras 190 y 192, de la Subzona Mirabile y la 196, correspondiente a la transición entre las Subzonas Mirabile y Semicelatum, no se pueden distinguir de las del Pliensbachiense salvo en la disminución del número de taxones. No obstante, se detecta un cambio brusco a partir del nivel 197 correspondiente, también, al tránsito entre las Subzonas Mirabile y Semicelatum donde tiene lugar una total desaparición de los elementos planctónicos y esporas, hallándose sólo representados granos de polen bisacados, monosulcados, inaperturados y *Corollina/Classopollis*. Este hecho se sigue observando en el nivel 202 correspondiente a la Subzona Serpentinus.

Se pone de manifiesto una gran diferencia en la composición de nuestras asociaciones palinológicas con las que hasta el momento se han descrito en el Pliensbachiense y Toarciense de Australia, Suecia y Francia. Posiblemente, gran parte de ello sea debido a que los sedimentos estudiados por nosotros podrían corresponder a una cuenca marina más alejada de los continentes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto PB93-0459 de la DGICYT. Los autores quieren agradecer al Dr. A. Goy y a la Dra. C. Herrero del Depto. de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid la lectura crítica del trabajo, ya que sus observaciones han permitido mejorar el manuscrito original; así como a los revisores Dr. Dénise Pons y Dr. Javier Ferrer, cuyas opiniones han enriquecido notablemente el trabajo, y al Dr. Guillermo Meléndez por sus correcciones. Las fotografías han sido realizadas por Eulogio Martín Castellanos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADLOFF, M.C., DOUBINGER, J. & PALAIN, C., (1974): Contribution à la palynologie du Trias et du Lias inférieur du Portugal. *Comunicações da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*, 58:91-144.
- ARCHE, A., COMAS-RENGIFO, M.J., GÓMEZ, J. J. & GOY, A., (1977): Evolución vertical de los sedimentos carbonatados del Lías medio y superior en la Sierra Palomera. *Estudios Geológicos*, 33:571-574.
- ARIAS, C.F., (1991): Asociaciones de ostrácodos del Domeriense superior y Toarciense inferior de la Cordillera Ibérica. *Coloquios de Paleontología*, 43:79-99.

- ARIAS, C. F., (1995): *Los ostrácodos del Toarciense Inferior en la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Fac. CC. Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 533 pp. (ined.)
- ARIAS, C. F., COMAS-RENGIFO, M. J., GOY, A., HERRERO, C. & RUGET, CH., (1992): Variations dans les associations de brachiopodes, foraminifères et ostracodes du Toarcien basal dans un secteur central de la Cordillère Ibérique. Un exemple dans la Rambla del Salto (Teruel, Espagne). *Les Cahiers de l'Université Catholique de Lyon, Série Sciences*, 5:5-25.
- BARRÓN, E., (1996): Sesgos en la distribución de palinomorfos en el registro fósil. Ejemplos del lago mioceno de la Cerdeña (España). In: G. Meléndez Hevia, M. F. Blasco Sancho & I. Pérez Urresti (eds.) *Comunicaciones de la II Reunión de Tafonomía y fosilización, 1996*. Institución Fernando el Católico, Zaragoza:47-54.
- BARRÓN, E. & GOY, A., (1994): Caracterización palinológica del tránsito Triásico/Jurásico en la región de Sigüenza. *II Coloquio de Estratigrafía del Pérmico y Triásico de España*, Cuenca. Resúmenes, p. 13.
- BATTEN, D. J., (1980): Use of transmitted light microscopy of sedimentary organic matter for evaluation of hydrocarbon source potential. *IV International Palynological Conference Proceedings*, 2:589-594.
- BOUTET, C., (1981): *Étude palynoplantologique du Trias et du Jurassique inférieur et moyen de Gresigne - Sud Quercy*. Thèse de 3ème Cycle. Travaux du Laboratoire de Géologie Méditerranéenne associé au C.N.R.S. Université Paul Sabatier Toulouse, 161 pp.
- COMAS-RENGIFO, M. J., (1985): *El Pliensbachiense de la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Doctorales Universidad Complutense de Madrid, 19/85:591 pp.
- COMAS-RENGIFO, M. J. & GOY, A., (1978): El Pliensbachiense y Toarciense en la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel). *Grupo Español del Mesozoico. Jurásico de la Cordillera Ibérica* (Extr. Guía de Excursiones), IV:11 pp.
- COMAS-RENGIFO, M. J., GOY, A. & YÉBENES, A., (1985): Le Lias dans La Rambla del Salto (Sierra Palomera). *Strata*, ser. 2,2:122-142.
- COMAS-RENGIFO, M. J., GÓMEZ, J. J., GOY, A., ARIAS, C. F., BERNAD, J., GARCÍA JORAL, F., HERRERO, C., MARTÍNEZ, G. & PERILLI, N., (1996): The Toarcian in the Rambla del Salto (Sierra Palomera) section. *1st. Toarcian and 4th Aalenian working groups meeting. Nuévalos-Freiburg, Fieldtrip Iberian Range Guide-Book, 20-22 September 1996*, Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid: 27-48.
- DEREIMS, A., (1898): Recherches géologiques dans le sud de l'Aragón. *Ann. Hébert*, 2:1-199.
- FAUCONNIER, D., (1997): Kystes de dinoflagellés des domaines nord-ouest européen et sud-téthysien. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 17:225-241.
- FERNÁNDEZ- LÓPEZ, S., (1991): Taphonomic concepts for a theoretical biochronology. *Revista Española de Paleontología*, 6:37-49.
- FILATOFF, J., (1975): Jurassic Palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica Abt. B*, 154:1-113.
- GARCÍA JORAL, F., (1981): *Estudio paleontológico de los braquiópodos del Toarciense Superior del Sector Central de la Cordillera Ibérica*. Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 136 pp. (ined.)
- GOEURY, CL. & BEAULIEU, J. L. DE, (1979): À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans le sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 21(12):241-251.
- GOY, A., GÓMEZ, J. J. & YÉBENES, A., (1976): El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (mitad Norte). I. Unidades litoestratigráficas. *Estudios Geológicos*, 32:391-423.

- GOY, A., URETA, S., ARIAS, C., BERNAD, J., BARRÓN, E., CANALES, M. L., GARCÍA JORAL, F., GIALANELLA, P. R., GÓMEZ, J. J., HERRERO, C., MARTÍNEZ, G., OSETE, M. L., PERILLI, N. & VILLALAIN, J. J., (1996): The Toarcian/Aalenian transition in Fuentelsaz section. *1st. Toarcian and 4th Aalenian working groups meeting, Nuévalos-Freiburg, Fieldtrip Iberian Range Guide-Book, 20-22 September 1996*. Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid: 51-77.
- GUILLET, B. & PLANCHAIS, N., (1969): Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par une solution dense. *Pollen et Spores*, 11(1): 141-145.
- GUY, D. J. E., (1971): Palynological investigations in the Middle Jurassic of the Vilhelmsfalt boring, Southern Sweden. *The Institutes of Mineralogy, Palaeontology and Quaternary Geology*, 168:1-104.
- GUY-OHLSON, D., (1986): *Jurassic Palynology of the Vilhelmsfalt Bore no 1, Scania, Sweden. Toarcian-Aalenian*. Swedish Museum of Natural History, Stockholm. 127 pp.
- GUY-OHLSON, D., (1990): Pliensbachian palynology of the Karindal bore no.1, north-west Scania, Sweden. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 65: 217-228.
- GUY-OHLSON, D., & BOALCH, G. T., (1992): Comparative morphology of the genus *Tasmanites* (Pterospermales, Chlorophyta). *Phycologia*, 31:523-528.
- HAVINGA, A. J., (1964): Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. *Pollen et Spores*, 6:621-635.
- HUGHES, N. F. & MOODY-STUART, J. C., (1967): Palynological facies and correlation in the english Wealden. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 1:864.
- HERRERO, C., (1991): Asociaciones de foraminíferos del Toarciense inferior de la Rambla del Salto (Sierra Palomera, Teruel): *Revista Española de Micropaleontología*, 3:99-112.
- HERRERO, C., (1993): *Los foraminíferos del Toarciense inferior de la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Doctorales Universidad Complutense de Madrid, 87/93: 524 pp.
- MARTÍNEZ, G., (1992): *Hammatoceratinae (Ammonitina) del Toarciense superior y Aalenense en la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Doctorales Universidad Complutense de Madrid, 374/92: 331 pp.
- MÉDUS, J., (1983): Des palynoflores de l'Infralias de Normandie (France). *Géobios*, 16(6): 647-685.
- PERILLI, N., (1996): Early Toarcian Calcareous Nannofossil biostratigraphy of the Rambla del Salto and La Almunia de Doña Godina sections from the Cordillera Iberica (Teruel, Spain). *Aalenews*, 6:29.
- PHIPPS, D. & PLAYFORD, G., (1984): Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers. Department of Geology. University of Queensland*, 11:1-23.
- POCOCK, S. A. J., (1962): Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canada plains. *Palaeontographica Abt. B*, 111:1-95.
- TRAVERSE, A., (1988): *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston. 600 pp.
- TRINCÃO, P. R. P., (1990): *Esporos e granos de polen do Cretácico inferior (Berriasiano-Aptiano) de Portugal: Paleontologia e Biostratigrafia*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa. 312 pp. (ined.).
- VAKHRAMEEV, V. A., (1991): *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth*. Cambridge University Press, Cambridge, 318 pp.
- VAN ERVE, A. W., (1978): Palynological study of the type localities of the Pliensbachian and Toarcian Stages—a preliminary account. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 34:109-116.

Manuscrito recibido: 12 de julio de 1988

Aceptado: 1 de diciembre de 1998