

Contribuciones al estudio palinológico del Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica: los afloramientos ambaríferos de Peñacerrada (España)

Contributions to the palynological study of Lower Cretaceous of the Vasco-Cantabrian Basin: the outcrops with amber from Peñacerrada (Spain)

Eduardo Barrón¹, María José Comas-Rengifo¹ y Laura Elorza²

Resumen: Los afloramientos ambaríferos del Cretácico Inferior de Peñacerrada están situados en el margen S de la Cuenca Vasco-Cantábrica (España). Sus materiales, que se han analizado desde un punto de vista palinológico, corresponden a la unidad intermedia de la Formación Escucha y están constituidos por lutitas y lignitos que se depositaron en los canales arenosos de una llanura deltaica. Este estudio ha revelado la existencia de una rica flora integrada por un elevado número de taxones de las divisiones Briophyta, Lycophyta, Pteridophyta, Coniferophyta, Cycadophyta/Ginkgophyta, Gnetophyta y Magnoliophyta, que se desarrolló en unas condiciones climáticas cálidas y húmedas. En las asociaciones palinológicas dominan los granos de polen anemófilo inaperturado, bisacado y del género *Corollina* y de esporas cinguladas, taeniadas y psiladas posiblemente hidrófilas que indican la existencia de bosques de coníferas, constituidos principalmente por plantas de las familias Araucariaceae y Cupressaceae, con un rico sotobosque de criptógamas vasculares y de formaciones xeromórficas, dominadas por especies de la familia Cheirolepidiaceae. Los estudios cualitativos y cuantitativos parecen indicar que los materiales de los afloramientos estudiados corresponderían al intervalo Aptiense Superior-Albiense Inferior. En la Península Ibérica, la palinoflora estudiada presenta semejanzas con algunos afloramientos de la zona suroccidental de la Cordillera Ibérica, las Cordilleras Béticas y de las regiones portuguesas de Beira Litoral y Estremadura, siendo este estudio una de las primeras contribuciones palinológicas que se realizan en el Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

Palabras clave: Palinología, Tafonomía, Paleoecología, Bioestratigrafía, Paleobiogeografía, Cretácico Inferior, Cuenca Vasco-Cantábrica.

Abstract: The outcrops with amber from Lower Cretaceous of Peñacerrada are located in the south margin of the Vasco-Cantabrian Basin (Spain). The palynological samples come from the middle unit of the Escucha Formation and consist of mudstones, limes and lignites deposited in the sandy channels of a deltaic plain. The palynoflora is rich and diverse constituted by a high number of taxa of the Briophyta, Lycophyta, Pteridophyta, Coniferophyta, Cycadophyta/Ginkgophyta, Gnetophyta and Magnoliophyta divisions, which developed in warm and wet climatic conditions. The inaperturate and bisaccate anemophilous and *Corollina* pollen grains and cingulate, taeniate and psilate, possibly hydrophilous, spores numerically dominated the assemblages. On the one hand, these associations show the existence of coniferous forests formed by trees of the Araucariaceae and Cupressaceae families, with a rich undergrowth constituted by vascular cryptogamas. Besides, xeromorphic communities of the Cheirolepidiaceae family occurred. The qualitative and quantitative analysis pointed out an Upper Aptian-Lower Albian age for the studied outcrops. The studied palynoflora presents similarities with ones from the southwestern zone of the Iberian Range, Betic Range and portuguese regions of Beira Litoral and Estremadura. This study is one of the first palynological contributions in Lower Cretaceous from Vasco-Cantabrian Basin.

Key words: Palynology, Taphonomy, Paleoecology, Biostratigraphy, Paleobiogeography, Lower Cretaceous, Vasco-Cantabrian Basin.

¹ Dpto. 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

² Museo de Ciencias Naturales de Álava, c/ Siervas de Jesús, 24, 01001 Vitoria-Gasteiz. e-mail: lauraelorza@hotmail.com

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los materiales del Cretácico Inferior del N la Península Ibérica eran muy poco conocidos, desde un punto de vista palinológico, ya que sólo se han estudiado algunos palinomorfos procedentes del afloramiento de Ereño en la provincia de Bilbao (FECHNER & GRUBER, 1991). Sin embargo, la existencia de resinas fósiles en algunas explotaciones mineras del N de España, especialmente en las dedicadas a la extracción de lignito y arena de fundición, era conocida desde hacía más de dos décadas (CORRAL *et al.*, 1999).

El descubrimiento de ámbar con inclusiones biológicas en sedimentos cretácicos cercanos a la localidad de Peñacerrada (Álava), aumentó el interés por el conocimiento geológico y paleontológico de la región, ya que los afloramientos ambarígenos con este tipo de inclusiones son bastante escasos en la Península Ibérica (PEÑALVER *et al.*, 1999). Hasta la fecha, la mayor parte de los trabajos que se han publicado sobre estos materiales, se han centrado en el estudio taxonómico de un número importante de especies de artrópodos que se encuentran muy bien conservados en este material ambarígeno (SZADZIEWSKI & ARILLO, 1998; ORTUÑO & ARILLO, 1998; ARILLO & MOSTOVSKI, 1999; WATERS & ARILLO, 1999; ARILLO & NEL, 2000; ARILLO & SUBIAS, 2000 y BAZ & ORTUÑO, 2000).

El desconocimiento, hasta ese momento, de otros fósiles significativos que permitieran conocer la edad de los materiales de Peñacerrada, hizo que las asociaciones de palinomorfos registradas fueran las herramientas fundamentales para su datación. El estudio de algunas muestras tomadas en la sección de Peñacerrada I permitió atribuirles una edad comprendida entre el Aptiense Superior y el Albiense Medio (ALONSO *et al.*, 2000). Ello convirtió a estos afloramientos ambarígenos en unos de los más importantes del mundo, desde un punto de vista paleontológico, ya que materiales de esta edad ricos en ámbar son muy escasos en otras cuencas (MARTÍNEZ-DELCLÒS *et al.*, 1999). Dentro de este reducido conjunto se encuentran, además de los citados, los de Jezzine y Baabda en el Líbano, Wadi Zerka en Jordania, Isla de Wight en el Reino Unido y Golling en Austria.

En este trabajo se realiza una descripción detallada de las asociaciones de palinomorfos continentales de los afloramientos de Peñacerrada, que han proporcionado una importante información de tipo tafonó-

mico, paleoecológico y bioestratigráfico. Asimismo, se realiza una comparación de dichas asociaciones con las reconocidas en otros afloramientos de edad similar en la Península Ibérica y en otras cuencas boreales y del N de Gondwana. El interés de este trabajo no sólo radica en la datación de los afloramientos ambarígenos con importancia mundial, sino que representa una de las primeras contribuciones al conocimiento de la palinología del Cretácico Inferior del N de la Península Ibérica.

En la Península Ibérica, los primeros estudios paleobotánicos del Cretácico Inferior se centraron en el estudio de macrorrestos procedentes de cuencas portuguesas (HEER, 1881; SAPORTA, 1894; ROMARIZ, 1946; TEIXEIRA, 1948, 1952); aunque el primer estudio esporopolínico no se llevó a cabo hasta bastante más tarde, también en Portugal, en la región de Estremadura (GROOT & GROOT, 1962). Posteriormente, los estudios palinológicos en Portugal se centraron en los afloramientos del Cretácico Inferior de la región de Beira Litoral (PAIS & REYRE, 1980-1981, PAIS & TRINCÃO, 1983, TRINCÃO *et al.*, 1989); Estremadura (GROOT & GROOT, 1962; REY, 1972; MÉDUS & BERTHOU, 1980; BERTHOU *et al.*, 1981; HASENBOEHLER, 1981; MÉDUS, 1983; LEEREVELD *et al.*, 1989; TRINCÃO, 1990) y del Algarve (BERTHOU *et al.*, 1983; LEEREVELD *et al.*, 1989 y TRINCÃO, 1990).

En España, los primeros trabajos palinológicos del Cretácico Inferior fueron realizados por MENÉNDEZ AMOR & ESTERAS (1964) en la «serie lignitífera aptiense-albiense» de la cuenca de Utrillas y por MENÉNDEZ AMOR (1970) en los niveles «wealdenses» de los lignitos de Uña (Cuenca), en los que se identificaron diecisiete especies de esporas, tres de angiospermas y una *incertae sedis*. Posteriormente, se llevó a cabo un número reducido de estudios puntuales sobre materiales de esa edad, repartidos por las distintas cuencas españolas, entre los que hay que mencionar los efectuados en los Pirineos (MÉDUS & PONS, 1967; BARALE, 1991), Catalánides (MÉDUS, 1970; SOLÉ DE PORTA, 1983), Ibérica Central y Maestrazgo (BOULOARD & CANÉROT, 1970; MÉDUS, 1970; SOLÉ DE PORTA & GARCÍA CONESA, 1987; QUEROL & SOLÉ DE PORTA, 1989; DIÉGUEZ *et al.*, 1995a, b; TRINCÃO & DIÉGUEZ, 1995), Ibérica Suroccidental (ARIAS & DOUBINGUER, 1980; DOUBINGER & MAS, 1981) y Béticas (BUSNARDO & TAUGOURDEAU, 1964; LEEREVELD *et al.*, 1989).

De forma complementaria, tanto en España como en Portugal, también se ha abordado el estudio de los palinomorfos marinos del Cretácico Inferior, espe-

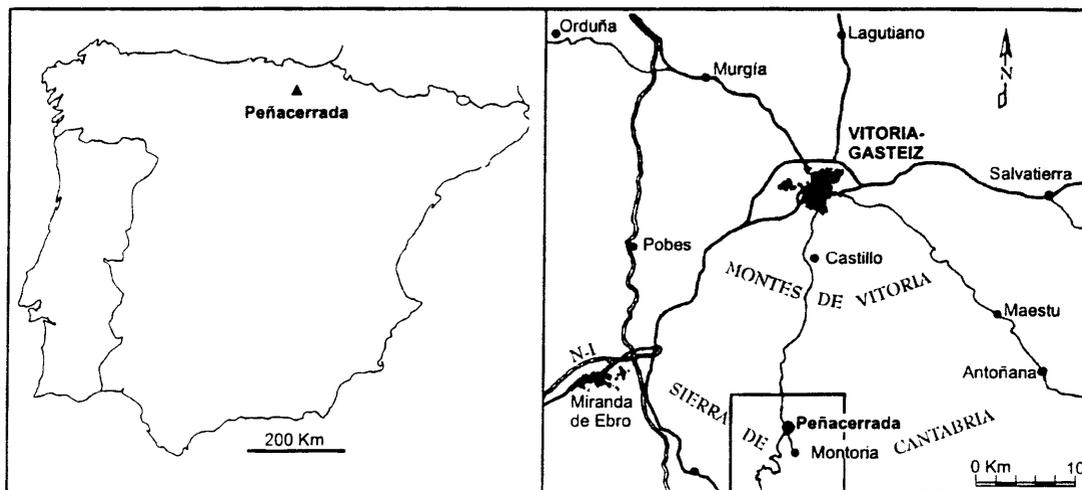


Figura 1.-Situación geográfica del área de estudio.
 Figure 1.-Geographical setting of the studied outcrops.

cialmente de los dinoflagelados, destacándose los realizados por MENÉNDEZ AMOR & ESTERAS MARTÍN (1964), SOLÉ DE PORTA (1983), BERTHOU & LEEREVELD (1986), SOLÉ DE PORTA & GARCÍA CONESA (1987) y BERTHOU & LEEREVELD (1990).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los afloramientos de Peñacerrada (Fig. 1) están situados en el margen S de la Cuenca Vasco-Cantábrica, a unos 30 Km de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Nuestro trabajo se ha centrado en dos secciones estratigráficas localizadas en los alrededores de la mencionada población (ALONSO *et al.*, 2000), que han sido atribuidas a la Formación Escucha por ROBLES & PUJALTE (2000). En términos generales, según estos autores, dicha formación se puede subdividir en tres subunidades: una basal, constituida por facies lutíticas y heterolíticas con intercalaciones de calizas arenosas y areniscas; una intermedia, en la que predominan las areniscas y microconglomerados de relleno de canal con abundantes niveles carbonosos, y una superior, en la que vuelven a ser frecuentes las facies lutíticas y heterolíticas con algunas intercalaciones de calizas detríticas con lamelibranquios, orbitolínidos, etc.

El muestreo palinológico se ha realizado en dos cortes parciales de la subunidad intermedia (Fig. 2), que presentan varios niveles ricos en materia orgánica y, que en algunas ocasiones, contienen el ámbar.

Las características estratigráficas generales del área de Montoria-Peñacerrada (Álava), así como la descripción de los distintos tipos de facies, el análisis del ambiente deposicional y la distribución de los niveles carbonosos en toda la región puede encontrarse en el trabajo de ROBLES & PUJALTE (*op. cit.*). Concretamente las facies estudiadas en este trabajo fueron

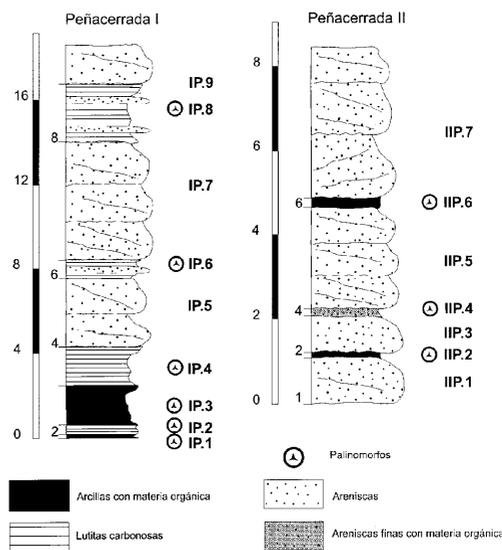


Figura 2.-Posición estratigráfica de las muestras palinológicas analizadas.
 Figure 2.-Stratigraphical situation of the studied palynological samples.

interpretadas como canales arenosos, con pasadas microconglomeráticas, que presentan niveles de arcillas carbonosas y areniscas con fragmentos carbonosos y lignito pulverulento, que pueden representar el relleno o los derrames laterales de los canales distribuidores de un sistema deltaico.

Se tomaron nueve muestras, de muro a techo, en la sección de Peñacerrada I y siete en la de Peñacerrada II (Fig. 2), de las cuales un 56% presentaron contenido esporopolínico. La separación de los palinomorfos se llevó a cabo mediante el método palinológico clásico basado en el tratamiento con ácidos (HCl, HF y HNO₃) y utilizado en el trabajo de PHIPPS & PLAYFORD (1984). Su concentración final fue estimada después de pasar el residuo a través de tamices con luces de malla de 500, 250, 75, 50 y 12 mm. Posteriormente, el estudio se realizó mediante un microscopio óptico Leitz Laborlux D, con una cámara fotográfica Wild Photoautomac MPS45 incorporada. Además, y algunas muestras fueron fotografiadas con un microscopio electrónico Jeol JSM-6400. Para que la muestra fuera representativa estadísticamente se consideró un número mínimo de palinomorfos a contar por cada muestra procesada, entre 500-1.000 tal como propusieron JONKER (1951) y GREEN & DOLMAN (1988).

Los palinomorfos se han determinado de forma parataxonómica, relacionándose con las principales divisiones del Reino Plantae propuestas por TAYLOR & TAYLOR (1993). Después de la determinación y conteo se elaboraron tablas de porcentajes de taxones y los correspondientes diagramas polínicos de esporas cinguladas, esporas taeniadas, esporas psiladas, bisacados, polen de araucariáceas, polen de cupresáceas y *Corollina*, siguiendo criterios análogos a los utilizados por TRINCÃO (1990).

ESTUDIO PALINOLÓGICO

El estudio palinológico de las nueve muestras productivas de ambas secciones ha proporcionado un total de 16.574 palinomorfos, fundamentalmente continentales, entre los que destacan las esporas de criptógamas vasculares (55 taxones) y los granos de polen (19 taxones). De forma más escasa, se han identificado dinoflagelados, acritarcos y ficomas de Prasinophyceae. Los dinoflagelados están siendo objeto de un estudio más profundo y, por el momento, se puede decir que, principalmente, se encuentran representados por especies de los géneros *Oligosphaeridium* y *Nyctericysta* (NÚÑEZ-BETELU, 1998).

Se han determinado los palinomorfos continentales incluidos en el listado adjunto, cuya distribución y abundancia se ha reflejado en la Tabla 1:

BRIOPHYTA

- Cingulitriteles clavus* (BALME, 1957) DETTMANN, 1963
Polycingulatisporites reduncus (BOLKHOVITINA, 1953) PLAYFORD & DETTMANN, 1965 (Lám. 2, Fig. 14)
Staplinisporites caminus (BALME, 1957) POCOCK, 1962

LYCOPHYTA

- Camerozonosporites* sp.
Densoisporites velatus WEYLAND & KRIEGER, 1953 (Lám. 1, Fig. 17)
Foveotriteles subtriangularis BRENNER, 1963
Leptolepidites sp.
Neoraistrickia truncatus (COOKSON, 1953) POTONIÉ, 1956
Neoraistrickia sp.
Patellaspores tavadensis GROOT & GROOT, 1962 (Lám. 1, Figs. 1, 2; Lám. 2, Fig. 15)

PTERIDOPHYTA

- Aequitridites spinulosus* COOKSON & DETTMANN, 1958
Acritisporites oculatus (DEÁK, 1965) JUHÁSZ, 1979 (Lám. 1, Fig. 9)
Baculatisporites sp.
Cardioangulina sp.
Cibotiumspora jurienensis (BALME, 1957) FILATOFF, 1975
Cicatricosisporites angicanalis DÖRING, 1965
Cicatricosisporites apicanalis PHILLIPS et FELIX, 1971
Cicatricosisporites apiteretus PHILLIPS et FELIX, 1971
Cicatricosisporites brevilaesuratus (COUPER, 1958) KEMP, 1970
Cicatricosisporites hallei DELCOURT & SPRUMONT, 1955
Cicatricosisporites minutaestriatus (BOLKHOVITINA, 1961) POCOCK, 1964
Cicatricosisporites mohrioides (DELCOURT & SPRUMONT, 1955) SINGH, 1971
Cicatricosisporites patapscoensis BRENNER, 1963 (Lám. 1, Fig. 4)
Cicatricosisporites pseudotripartitus (BOLKHOVITINA, 1961) DETTMANN, 1963
Cicatricosisporites recticicatricosus DÖRING, 1965
Cicatricosisporites venustus DEÁK, 1963 (Lám. 1, Figs. 13, 14)
Cicatricosisporites spp.
Concavissimisporites variverrucatus (COUPER, 1958) BRENNER, 1963
Converrucosisporites sp.
Costatoperforosporites fistulosus DEÁK, 1962 (Lám. 1, Fig. 10)
Costatoperforosporites foveolatus DEÁK, 1962
Costatoperforosporites triangulatus DEÁK, 1962
Costatoperforosporites spp.
Contignisporites sp.
Cyathidites australis COUPER, 1953 (Lám. 1, Fig. 6)
Cyathidites minor COUPER, 1953
Equinatisporites sp.
Deltoidospora sp. (Lám. 1, Fig. 8)
Dictyophyllidites harrisii COUPER, 1958

Distaltriangulispores costatus SINGH, 1971 (Lám. 1, Fig. 3)
Gregussispores orientalis JUHÁSZ & SMIRNOVA, 1985 (Lám. 1, Fig. 6)
Impardicispora sp.
Laevigatosporites sp.
Nodosisporites sp.
Phleboteris globosus (KIMYAI, 1966) JUHÁSZ, 1979 (Lám. 1, Fig. 15)
Plicatella jansonii (POCOCK, 1962) DÖRHÖFER, 1977
Plicatella potomacensis (BRENNER, 1963) DAVIES, 1985 (Lám. 2, Fig. 13)
Plicatella pseudomacrorhyza (MARKOVA, 1961) DÖRHÖFER, 1977 (Lám. 2, Fig. 17)
Plicatella spp.
Todisporites sp.
Trilobosporites sp.
Triporoletes reticulatus (POCOCK, 1962) PLAYFORD, 1971
Verrucosisporites sp.

CONIFEROPHYTA

Araucariacites australis COOKSON, 1947 ex COUPER, 1953
Callialasporites dampieri (BALME, 1957) DEV, 1961 (Lám. 2, Fig. 1)
Cerebropollenites mesozoicus (COUPER, 1958) NILSSON, 1958 (Lám. 1, Fig. 5)
Corollina obidosensis (GROOT & GROOT, 1962), TRINCÃO, 1990 (Lám. 2, Fig. 8)
Inaperturopollenites dubius (POTONIE & VENITZ, 1932) THOMSON & PFLUG, 1953 (Lám. 2, Fig. 5)
Inaperturopollenites limbatus BALME, 1957 (Lám. 2, Figs. 2, 11)
Spheripollenites psilatus COUPER, 1958
 BISACADOS INDETERMINADOS (Lám. 2, Figs. 4, 10, 16)

CYCADOPHYTA/GINKGOPHYTA

Eucommidites minor GROOT & PENNY, 1960 (Lám. 2, Fig. 6)
Monosulcites sp. (Lám. 2, Fig. 9)

GNETOPHYTA

Ephedripites translucidus DÉAK & TOMBAZ, 1967 (Lám. 1, Fig. 7)

MAGNOLIOPHYTA

Afropollis sp. (Lám. 1, Fig. 11)
Clavatipollenites hughesii COUPER, 1958 (Lám. 2, Fig. 7)
Crassopollis sp.
Liliacidites sp. (Lám. 1, Fig. 12)
Retimonocolpites sp.
Stellatopollis barghoonii DOYLE, 1975 (Lám. 2, Fig. 12)
Striatopollis sp.
Tricolpites vulgaris (PIERCE, 1961) SRIVASTAVA, 1969 (Lám. 2, Figs. 3a, b)

Las **esporas** más características en las muestras de las secciones de Peñacerrada I y II son *Patellasporites tavadensis* (Lám. 1, Figs. 1-2; Lám. 2, Fig. 15), *Cicatricosisporites* sp., *Cyathidites australis* (Lám. 1, Fig. 16) y *Deltoidospora* sp. (Lám. 1, Fig. 8). La

primera especie es bastante frecuente en todos los niveles estudiados y como también se ha puesto de manifiesto en el Cretácico de Portugal (PAIS & TRINCÃO, 1983; TRINCÃO *et al.*, 1989; TRINCÃO, 1990), corresponde a un taxón muy polimorfo que se ha relacionado con la división Lycophyta.

A continuación el género de esporas mejor representado es *Cicatricosisporites*, dentro del cual se han identificado trece especies. Entre ellas, la especie más significativa es *C. venustus* (Lám. 1, Figs. 13-14), por su presencia casi continua en todas las muestras, con excepción de la IIP.4, siendo más frecuente en las IP.8 y IIP.1; las restantes especies aparecen de forma puntual en ambas secciones. Estas formas se pueden incluir en tres de los cuatro grupos establecidos por DE HAAN *et al.* (1987-1988) dentro del citado género, atendiendo al desarrollo característico de sus taenias. Concretamente, las especies *C. anglicanalis*, *C. mohrioides*, *C. pseudotripartitus*, y *C. recticicatricosus* se incluyen en el Grupo 1; *C. apicanalis*, *C. apitereus*, *C. brevilaeuratus* y *C. patapscoensis* (Lám. 1, Fig. 4), en el Grupo 2; y, de igual modo que *C. venustus*, *C. hallei* y *C. minutaestriatus* en el Grupo 4. Todas estas especies se relacionan con helechos de la familia Schizaeaceae.

Por otra parte, las especies *Cyathidites australis* y *Deltoidospora* sp., que se atribuyen a helechos de las familias Cyathaceae y Dicksoniaceae, tienen un registro diferente en los dos cortes, pues mientras que la primera especie se ha reconocido en todas las muestras de ambas localidades, *Deltoidospora* sp. sólo se ha identificado en Peñacerrada I.

Las restantes esporas identificadas, de forma individual, no llegan a alcanzar el 1% en el total de los palinomorfos determinados.

Dentro del conjunto de los **granos de polen**, hay que resaltar la abundancia de *Inaperturopollenites dubius* (Lám. 2, Fig. 5) e *I. limbatus* (Lám. 2, Figs. 2 y 11), relacionados con las familias Cupressaceae y Araucariaceae, respectivamente. Se trata de dos familias de coníferas con representación actual, que tuvieron una gran importancia en los ecosistemas del Mesozoico. Algunos autores (HASENBOEHLER, 1981; DEJAX, 1987) figuran y describen granos de polen idénticos a los determinados en este trabajo como *I. limbatus*, atribuyéndolos a la especie *Araucariacites australis* y COURTINAT (1986) indica que debido a la gran variabilidad que muestra el polen de Araucariaceae, todos los granos de este tipo deberían asignarse al género *Araucariacites*. Sin embargo, en este trabajo se han encontrado tres morfologías de polen de Araucariaceae fácil-

mente identificables, que se mantienen separadas, como se ha hecho de forma clásica. Estas son: el tipo *Araucariacites* (*A. australis*), el tipo *Callialasporites* (*C. dampieri*) (Lám. 2, Fig. 1) y el tipo *Inaperturopollenites* (*I. limbatus*). La existencia de Araucariaceae no sólo se pone de manifiesto por el registro de abundantes granos de polen sino por la naturaleza de los nódulos de ámbar encontrados en algunos de los niveles estudiados, cuya composición química indica que las plantas que originaron la resina fueron coníferas de esta familia (ALONSO *et al.*, 2000).

Entre los granos de polen también destacan los de *Corollina obidosensis* (Lám. 2, Fig. 8), más frecuentes en los niveles superiores de los dos afloramientos,

y los del grupo de los bisacados, que no se han podido determinar a nivel específico por su mal estado de conservación. Parece existir una gran diversidad taxonómica, reconociéndose algunas morfologías asimilables a las de los géneros *Podocarpidites* (Lám. 2, Fig. 4), *Pinuspollenites* (Lám. 2, Fig. 10) y *Alisporites* (Lám. 2, Fig. 16).

Los restantes taxones, determinados a partir de granos de polen, aparecen siempre de una forma puntual y entre ellos destaca el género *Monosulcites* (Lám. 2, Fig. 9), posiblemente atribuible a plantas de las divisiones Cycadophyta y Ginkgophyta.

Por otra parte, se han determinado ocho especies atribuibles a angiospermas primitivas (Magnoliophy-

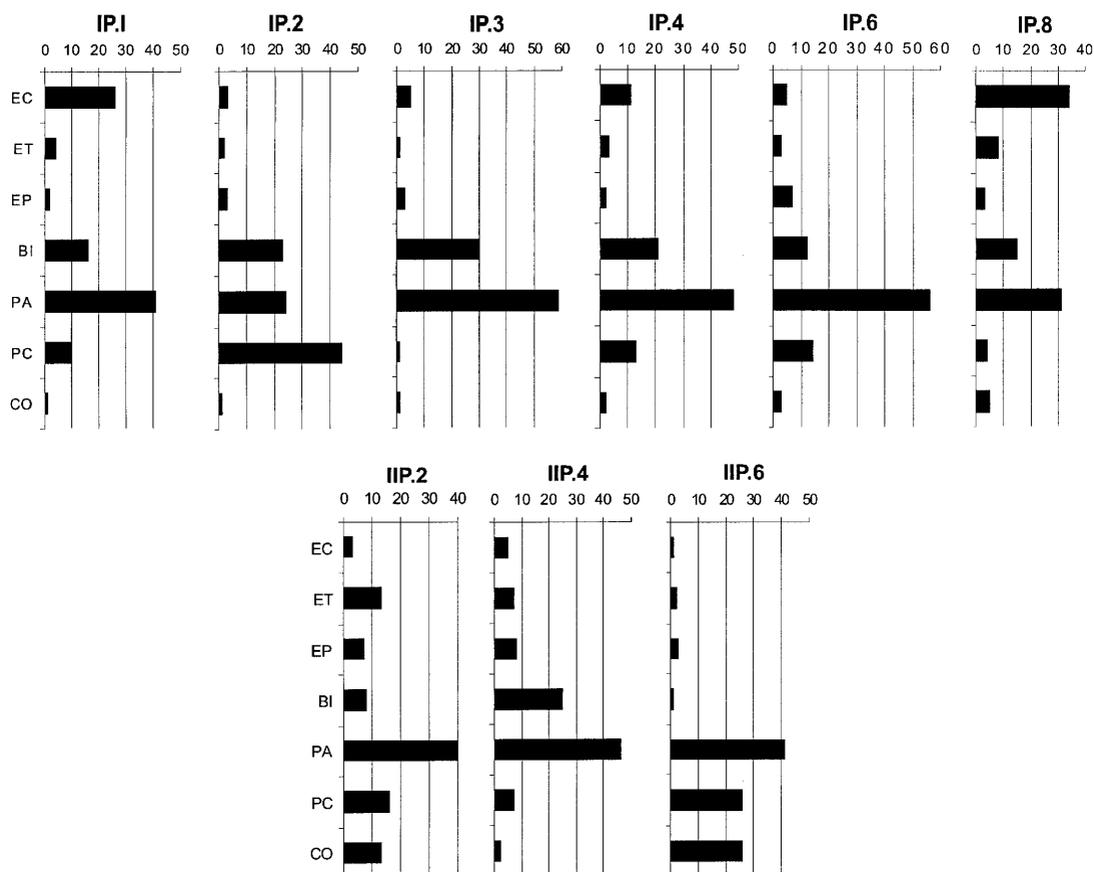


Figura 3.-Análisis cuantitativo de los grupos morfológicos de palinomorfos continentales más representativos en las muestras estudiadas. Se ha seguido la terminología utilizada por TRINCÃO(1990). EC= esporas cinguladas; ET= esporas taeniadas; EP= esporas psiladas; BI= bisacados; PA= polen inaperturado araucarioide; PC= polen inaperturado cupressoide; CO= *Corollina*.

Figure 3.-Quantitative analysis of the more representative morphological groups of palynomorphs in the studied samples. The terminology used by TRINCÃO (1990) has been considered. EC= cingulate spores; ET= taeniate spores; EP= psilate spores; BI= bisaccate pollen grains; PA= araucariaceous inaperturate pollen grains; PC= cupressaceous inaperturate pollen grains; CO= *Corollina* pollen grains.

ta). Entre ellas, la mejor representada es *Tricolpites vulgaris* (Lám. 2, Fig. 3a-3b), que se ha reconocido en cinco de los nueve niveles estudiados. Este taxón podría relacionarse con especies primitivas de la subclase Hamamelidae.

Los **estudios cuantitativos** realizados en las muestras procedentes de Peñacerrada I (Fig. 3, Tabla 1) ponen de manifiesto que las esporas se encuentran siempre en menor porcentaje que los granos de polen, excepto en el nivel IP.8, donde los dos grupos aparecen con porcentajes similares. Entre las esporas, las cinguladas y en concreto *Patellasporites tavadensis* (30%) son las que tienen mayor representación, especialmente en los niveles IP.1 y IP.8. Los porcentajes de inaperturados del tipo cupressoides, representados por *Inaperturopollenites dubius* (5-45%) son más altos en la parte inferior de la sucesión. Por otra parte, los inaperturados relacionables con la familia Araucariaceae se encuentran en todas las muestras con valores superiores al 20%, alcanzando casi el 60% en IP.3 y IP.6. Los granos de polen bisacados representan porcentajes comprendidos entre el 10 y el 30%, siendo en el nivel IP.3 donde son más abundantes. En la parte superior de las secciones aumentan los porcentajes de *Callialasporites dampieri* (hasta un 15%) y *Corollina obidosensis* (hasta un 5%). La presencia de granos de polen relacionables con Cycadophyta, Ginkgophyta, Gnetophyta y Magnoliophyta, es casi siempre puntual.

Los tres niveles analizados del afloramiento de Peñacerrada II muestran porcentajes muy bajos de esporas (7-30%) respecto a los de polen, siendo en el nivel IIP.4 donde están mejor representadas. Entre ellas, destaca la especie cingulada *Patellasporites tavadensis*, la taeniada *Cicatricosisporites venustus* y la psilada *Cyathidites australis*. En el conjunto de los granos de polen, dominan los inaperturados relacionables con la familia Araucariaceae, encontrándose los de tipo cupressoides en porcentajes inferiores al 10% en el nivel IIP.4, donde abundan los bisacados, que por el contrario aparecen en porcentajes exigüos en la muestra IIP.6. En este afloramiento, también, hay que destacar los valores altos de *Corollina obidosensis*, que superan el 20% en IIP.6. y que contrastan con los bajos valores de la misma especie obtenidos en Peñacerrada I. Los granos de polen relacionables con Cycadophyta, Ginkgophyta, Gnetophyta y Magnoliophyta, como en el caso del afloramiento de Peñacerrada I, aparecen de forma puntual.

ASPECTOS TAFONÓMICOS Y PALEOECOLÓGICOS

La mayoría de los palinomorfos son continentales y, en conjunto, presentan una buena conservación. De acuerdo con la nomenclatura propuesta por FERNÁNDEZ-LÓPEZ (1991) todos los taxones determinados, desde los puntos de vista paleobiológico y tafonómico, son adémicos y representados por elementos alóctonos, ya que se trata de palinomorfos de plantas terrestres transportados a la zona. Según el tipo de transporte sufrido, podemos considerar tres grupos:

– **Palinomorfos anemófilos:** representados por algunas esporas con ornamentación psilada como *Cyathidites australis*, *C. minor* y *Deltoidospora* sp., y por la mayor parte de los granos de polen identificados, si exceptuamos algunos de Magnoliophyta. Estos se producen en gran cantidad y poseen una gran capacidad de dispersión. Los estudios de tipo cuantitativo muestran que en todas las muestras existe sobrerrepresentación de unos pocos taxones, particularmente de *Inaperturopollenites dubius*, *I. limbatulus* y del conjunto de granos de polen bisacados, debido a su dispersión anemófila y elevada producción. Sin embargo, no podemos dejar de tener en cuenta que, tal vez, las plantas productoras de estos granos de polen pudieran vivir en zonas ribereñas y costeras, cercanas al lugar de fosilización.

– **Palinomorfos hidrófilos:** correspondientes a casi todas las esporas de criptógamas vasculares de las divisiones Briophyta, Lycophyta y Pteridophyta. Estos palinomorfos se producen en menor cantidad que los granos de polen anemófilos y, a diferencia de estos, son formas pesadas y siempre están ligadas a lugares húmedos para su germinación.

– **Palinomorfos entomófilos:** escasos y entre ellos se encontraban algunos tipos polínicos de Magnoliophyta con ornamentaciones reticuladas o clavadas. A diferencia de los palinomorfos anteriores, se debieron producir en bajas cantidades. En la actualidad, una gran parte de las angiospermas poseen granos de polen con dispersión ligada a distintos tipos de animales, entre los que sobresalen los insectos. En el Cretácico Inferior estos empezaban a establecer relaciones con las primeras angiospermas y posiblemente, los insectos polinizantes se nutrieron con polen (GRIMALDI, 1999). Al respecto, en el ámbar del Cretácico Inferior de Peñacerrada I se han encontrado lepidópteros primitivos que tuvieron este tipo de alimentación (ORTUÑO & ARILLO, 1998) y que con seguridad intervinieron en la polinización de algunas plantas.

	IP.1	IP.2	IP.3	IP.4	IP.6	IP.8	IIP.2	IIP.4	IIP.6
BRIOPHYTA									
<i>Cinguliriletes clavus</i>	●	●	●		X	X	X		
<i>Polycingulatisporites reduncus</i>						X	●		X
<i>Staplinisporites caminus</i>						●			
LYCOPODIOPHYTA									
<i>Camerozonosporites</i> sp.		●		●	X	●	●		
<i>Densoisporites velatus</i>	X	●		X	X	X	●	X	X
<i>Foveotrilletes subtriangularis</i>					X	X			
<i>Leptolepidites</i> sp.			●	●		●			
<i>Neoraistrickia truncatus</i>			●	●		●			
<i>Patellasporites tavadensis</i>	◀	X	X	■	■	◀	X	X	X
<i>Neoraistrickia</i> sp.		●	●	●	X	X	●		●
PTERIDOPHYTA									
<i>Aequitriradites spinulosus</i>		X	●	X	X			●	
<i>Acritosporites oculatus</i>	●		●	●		X	X		
<i>Baculatisporites</i> sp.					●	X	●	●	
<i>Cardioangulina</i> sp.			X						
<i>Cibotiumspora jurienensis</i>					X				
<i>Cicatricosisporites angicanalis</i>							●		
<i>Cicatricosisporites apicanalis</i>	●	●			●	●			
<i>Cicatricosisporites apiteretus</i>						●	●		
<i>Cicatricosisporites breviaesuratus</i>						●	●		
<i>Cicatricosisporites hallei</i>	●	●	●						
<i>Cicatricosisporites minutaestriatus</i>			●	●	●	●	●		●
<i>Cicatricosisporites mohrioides</i>							●		
<i>Cicatricosisporites patapscoensis</i>					●				
<i>Cicatricosisporites pseudotripartitus</i>	●	●	●				●		
<i>Cicatricosisporites purbeckensis</i>					●	●			
<i>Cicatricosisporites reticatricosus</i>			●				●		
<i>Cicatricosisporites venustus</i>	X	X	X	X	X	■	■		X
<i>Cicatricosisporites</i> spp.	●	●	●	●	●	●	●	■	●
<i>Concavissimisporites variverrucatus</i>		●	X	●	X	X	X		X
<i>Converrucosisporites</i> sp.	X	●	●	●	X	X			
<i>Costatoperforosporites fistulosus</i>	X		X	●	X	X			
<i>Costatoperforosporites foveolatus</i>			●	●		●			
<i>Costatoperforosporites triangulatus</i>	●		●	●		●	●	●	
<i>Costatoperforosporites</i> spp.			●	●	●	●	●		
<i>Contignisporites</i> sp.	X		X	X		X			
<i>Cyathidites australis</i>	X	●	X	●	●	●	■	■	■
<i>Cyathidites minor</i>	●					●	●		X
<i>Equinatisporites</i> sp.						X	●		
<i>Deltoidospora</i> sp.	●	X	●	X	■	X			
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>	●				X	X			
<i>Distaltriangulisporites costatus</i>	●	●	X	X	●	X			X
<i>Gregussisporites orientalis</i>			●	●		●			
<i>Impardicispora</i> sp.						●	●		
<i>Laevigatosporites</i> sp.	●		●		X	●			
<i>Nodosisporites</i> sp.					●	●			
<i>Phlebopteris globosus</i>	X		X	X	X	X			●
<i>Plicatella jansonii</i>	●	●	●	●					
<i>Plicatella pseudomacrorhyza</i>	●	●	●	●	X	X	●	●	●
<i>Plicatella potomacensis</i>	●	●	●	X	●	X			
<i>Plicatella</i> spp.	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Todisporites</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Trilobosporites</i> sp.				●					
<i>Triporoletes reticulatus</i>						X	●		X
<i>Verrucosisporites</i> sp.						●			
CONIFEROPHYTA									
<i>Spheripollenites psilatus</i>	X			X					
<i>Inaperturopollenites dubius</i>	■	▲	X	■	■	X	◀	■	◀
<i>Inaperturopollenites limbatus</i>	◀	◀	▲	▲	◀	◀	◀	◀	◀
<i>Araucariacites australis</i>		X							
<i>Callialasporites dampieri</i>	X	X	X	X	◀	■	■	X	■
<i>Corollina obidosensis</i>	X	X	X	X	X	■	■	●	▲
<i>Cerebropollenites mesozoicus</i>	●		X	●	●	●	●	●	
<i>Bisacados indeterminados</i>	■	◀	◀	◀	■	■	■	◀	X
CYCADOPHYTA/GINKGOPHYTA									
<i>Monosulcites</i> sp.	●	X	●	X	X	X	X	●	X
CYCADOIDEOPHYTA									
<i>Eucommidites minor</i>					X	X			
GNETOPHYTA									
<i>Ephedripites translucidus</i>				●	●	X	X		
MAGNOLIOPHYTA									
<i>Afropollis</i> sp.		●							
<i>Clavatipollenites hughesii</i>					●				
<i>Crassopollis</i> sp.	X	X				●			
<i>Liliacidites</i> sp.									●
<i>Retimonocolpites</i> sp.					●				
<i>Stellatopollis larguissimus</i>				X			X		
<i>Striatopollis</i> sp.					●				
<i>Tricolpites vulgaris</i>			●		●	X	●		●

▲ Muy abundante: > 40% X Raro: < 5%
 ◀ Abundante: 40% - 15% ● Puntual
 ■ Común: 15% - 5%

Tabla 1.-Estudio semicuantitativo de los taxones identificados.

Tabla 1.-Semi quantitative study of the determined taxa.

Entre los granos de polen estudiados hemos encontrado granos clavados, como los de la especie *Stellatopollis barghoornii* (Lám. 2, Fig. 12) cuya ornamentación seguramente tuvo como finalidad adherirse al cuerpo del insecto, que le trasladaba de una flor a otra. A finales del Cretácico debido a la diversificación y dominancia de las angiospermas, ya se encuentran insectos polinizadores semejantes a los actuales (ENGEL, 2000).

Los materiales de los afloramientos estudiados se depositaron en una llanura deltaica (ALONSO *et al.*, 2000) y, con seguridad, una gran parte de los palinomorfos obtenidos llegaron arrastrados por medio de corrientes, quizás desde grandes distancias. Los restantes palinomorfos llegaron por medios aéreos al tener un comportamiento anemófilo. Ello significa que desde un punto de vista tafonómico, todos los palinomorfos estudiados son alóctonos y, probablemente, sufrieron procesos de resedimentación. Debido a su lugar de sedimentación y, suponiendo que la zona recibió importantes aportes de sedimentos y de materia orgánica, las asociaciones estudiadas son ricas en taxones. Con seguridad, se trata de asociaciones mezcladas, es decir, constituidas por palinomorfos correspondientes a plantas que vivieron en ecosistemas diferentes.

En este sentido, las asociaciones palinológicas obtenidas indican la existencia de bosques de coníferas con sotobosque de criptógamas vasculares, por una parte; y de formaciones vegetales xeromórficas por otra. Los bosques de coníferas estuvieron formados, sobre todo, por Araucariaceae, Cupressaceae y, tal vez, Pinaceae y Podocarpaceae y en ellos, también pudieron integrarse especies de Ginkgophyta. El sotobosque era diverso y estuvo constituido, fundamentalmente, por lycopodios y helechos de la familia Schizaeaceae, junto a los que pudieron habitar algunos representantes de Cycadophyta y Magnoliophyta. Esta vegetación pudo desarrollarse en llanuras aluviales correspondientes a los denominados *Lowland wet* (ABBINK, 1998).

Por otra parte, las formaciones xeromórficas estuvieron integradas por coníferas de la familia Cheirolepidiaceae; especies de las divisiones Cycadophyta y Gnetophyta; algunos helechos de las familias Cyathaceae (*Cyathidites australis*, *C. minor* y *Deltoidospora* sp.) y Matoniaceae (*Phlebopteris globosus*), capaces de resistir condiciones de sequía; y por angiospermas. Estas formaciones vegetales seguramente existieron en zonas costeras y las condiciones adversas que soportaban no fueron debidas a fenó-

menos de tipo climático, sino a meteoros como el viento, y a una sequía fisiológica producida por la concentración de sales en el suelo. Al respecto, las primeras angiospermas fueron plantas probablemente pioneras y herbáceas que pudieron conquistar hábitats alterados a lo largo de las costas (HENDRIKS & SCHRANK, 1990).

El clima de la zona debió ser cálido y húmedo. Esto se encuentra avalado por la abundancia de esporas de Lycophyta (altos porcentajes de la especie *Patellasporites tavadensis*); los valores de abundancia y diversidad de especies de las esporas de Schizaeaceae, representadas por cuatro géneros (*Cicatricosisporites*, *Plicatella*, *Costatoperforosporites* y *Nodosisporites*) y veintitrés especies; por el gran número de granos de polen atribuibles a Araucariaceae; y por la escasez de los de Cheirolepidiaceae, representados en los afloramientos estudiados por *Corollina obidosensis*. Estos datos se apoyan en los actualísticos ya que hoy en día, los representantes de Schizaeaceae tienen una distribución tropical y subtropical en zonas muy húmedas (TRYON & TRYON, 1982; DE HAAN, 1987); y los de Araucariaceae, aunque con algún representante capaz de desarrollarse en climas áridos, por lo general corresponden a especies que habitan en climas de cálidos a muy cálidos, pero siempre húmedos (BETTAR & COURTINAT, 1987).

La distinta proporción de esporas y granos de polen en las distintas muestras de los afloramientos estudiados puede deberse a un tema de índole tafonómico. Concretamente, en el afloramiento de Peñacerrada I se observa que la mayor proporción de esporas se encuentra en el nivel inferior (IP.1) y superior (IP.8), lo que podría estar relacionado con la evolución del sistema deltaico. De acuerdo con LUND & PEDERSEN (1985), la abundancia de esporas trilete es inversamente proporcional a la distancia de las desembocaduras de los ríos o de las líneas de costa. De forma inversa, un máximo relativo de granos de polen anemófilo indica distancia de la costa. Este fenómeno se denomina efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), y es debido al diferente grado de transporte que experimentan los distintos tipos de palinomorfos. Sin duda, este efecto sería más patente si los afloramientos cretácicos estudiados estuvieran más completos y presentaran mayor número de niveles a analizar.

Entre los palinomorfos estudiados es común encontrar ejemplares rotos, lo que debió tener lugar durante la etapa fosildiagenética después de haber sufrido una degradación biológica y química durante la bioestratinómica. Por ejemplo, es frecuente encon-

trar granos de polen de *Inaperturopollenites limbatus* (Lám. 2, Fig. 11) con una rotura característica de aspecto circular, posiblemente debida a un efecto de la presión.

Algunos palinomorfos tienen parcialmente destruida su esporodermis con la consiguiente pérdida de ornamentación. Este es el caso de gran cantidad de ejemplares de la especie *Patellasporites tavadensis*, que han perdido en parte o en su totalidad sus verrugas o patelas, presentando cicatrices características semejantes a foveolas (Lám. 1, Fig. 1) que algunos autores como TRINCÃO (1990) consideraron como una variación ornamental típica de la especie. Asimismo, se han observado palinomorfos con el aspecto de haber sufrido corrosión o disolución de sus exinas (ver el ejemplar de *Acritosporites oculus* figurado en ALONSO *et al.*, 2000, pág. 109, fig. 8, 4). Desgraciadamente, no podemos saber si estos efectos destructivos se debieron a un efecto conjunto de la oxidación, acción de microorganismos y diagénesis o al ataque de los productos utilizados durante la obtención de los palinomorfos en el laboratorio. Al respecto, los palinomorfos estudiados en los dos afloramientos están relacionados, en mayor o menor medida, con niveles carbonosos, por lo que para su aislamiento se tuvieron que oxidar las muestras con ácido nítrico.

El conjunto de los palinomorfos estudiados experimentó cambios y alteraciones en la etapa fosildiagenética ya que se encuentran asociados a carbones y han sufrido metamorfismo. La coloración de los palinomorfos cambia según las condiciones diagenéticas que afectaron los sedimentos en donde se encuentran y en relación con ellas TRAVERSE (1988) estableció una gama de colores que van desde el amarillo pálido al marrón oscuro. Las esporas y granos de polen del Cretácico Inferior de Peñacerrada I y II presentan colores amarillos oscuros y marrones claros característicos de carbones subbituminosos, en transición a bituminosos. Atendiendo a estos colores y en relación con la maduración térmica de la materia orgánica, los palinomorfos reconocidos se encuentran en la transición entre inmaduros y maduros, tienen unos valores entre 14,253 y 13,800, considerando la serie estándar de color de Munsell, y un índice de alteración térmica entre 2 y 2⁺.

BIOESTRATIGRAFÍA

Las asociaciones palinológicas obtenidas han proporcionado datos bioestratigráficos de interés, a pesar

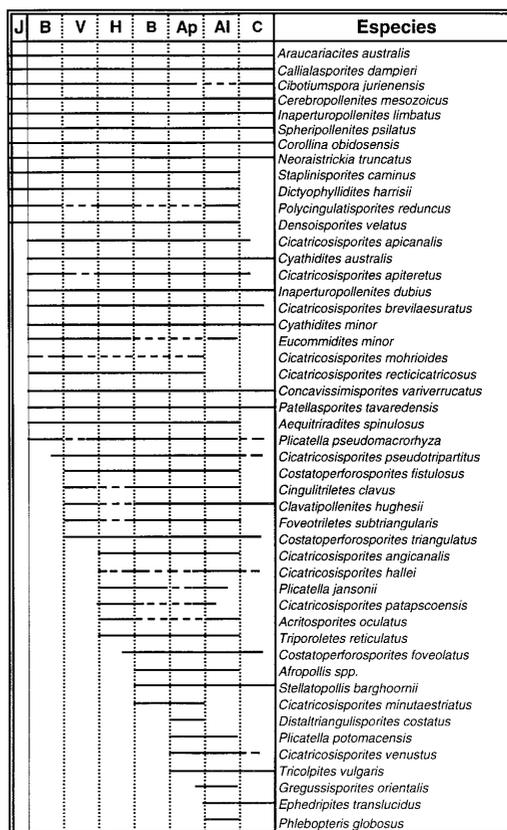


Figura 4.-Distribución estratigráfica en Europa de los principales especies identificadas, según los trabajos de DEÁK & COMBAZ (1967), JUHÁSZ (1979), GUY-OHLSON (1986), LEEREVELD *et al.* (1989), TRINCÃO(1990). J= Jurásico; B= Berriasiense; V= Valanginiense; H=Hauteriviense; B= Barremiense; Ap= Aptiense; Al= Albiense; C= Cenomaniense.

Figure 4.-Stratigraphical distribution of the main determined species in Europa, according to DEÁK & COMBAZ (1967), JUHÁSZ (1979), GUY-OHLSON (1986), LEEREVELD *et al.* (1989), TRINCÃO(1990). J= Jurassic; B= Berriasian; V= Valanginian; H=Hauterivian; B= Barremian; Ap= Aptian; Al= Albian; C= Cenomanian.

de la reducida exposición de los materiales del Cretácico en los afloramientos estudiados. El análisis palinobioestratigráfico se ha realizado teniendo en cuenta la composición cualitativa y cuantitativa de las asociaciones registradas. Desde el punto de vista cualitativo, se ha valorado la presencia de taxones determinados en distintas cuencas de Laurasia (Fig. 4) durante el Cretácico Inferior; y desde el cuantitativo, el significado paleoambiental de las asociaciones inferidas.

En el conjunto de los taxones reconocidos, una gran parte de las esporas de criptógamas, y todas las especies de granos de polen atribuibles a la división

Coniferophyta presentan una amplia distribución estratigráfica amplia, que tiene su origen en el Jurásico (GUY-OHLSON, 1986; LEEREVELD *et al.*, 1989; TRINCÃO, 1990). Entre las especies de criptógamas se encuentran: *Densoisporites velatus*, *Polycingulatisporites reduncus*, *Neoraistrickia truncatus*, *Cibotiumspora jurienensis*, *Cicatricosisporites apicanalis*, *C. brevilaesuratus*, *C. pseudotripartitus*, *C. reticatricosus*, *Cyathidites australis*, *C. minor*, *Dictyophyllidites harrisii*.

Con respecto a las esporas, la aparición de la especie *Acritosporites oculatus* (Lám. 1, Fig. 9) en las muestras IP.1, IP.3, IP.4, IP.8 y IIP.1, nos indica que la edad de estos materiales no puede ser más antigua que el Hauteriviense ya que, hasta el momento, esta especie sólo se ha registrado en la Península Ibérica durante este período en Portugal (TRINCÃO, *op. cit.*).

La edad de los afloramientos estudiados, sin embargo, se encuentra acotada al intervalo Aptiense Superior-Albiense Medio, de acuerdo con lo indicado por ALONSO *et al.* (2000), dada la presencia de *Distaltriangulisporites costatus* (Lám. 1, Fig. 3), *Gregussisporites orientalis* (Lám. 1, Fig. 6) y, posiblemente, de *Phlebopteris globosus* (Lám. 1, Fig. 15). La primera especie mencionada ha sido encontrada en todos los niveles del afloramiento de Peñacerrada I y en IIP.7 y, hasta el momento, sólo se había citado en el Aptiense Superior de Portugal, en la Provincia Europea (TRINCÃO, 1990). La segunda, se ha identificado exclusivamente en los niveles IP.3, IP.4 y IP.8 del afloramiento de Peñacerrada I. *G. orientalis* tiene una distribución estratigráfica restringida al Albiense en Hungría y Rusia (LEEREVELD *et al.*, 1989), pero también se ha registrado en el límite Aptiense/Albiense en el Sector de Mompichel (Albacete) (ARIAS & DOUBINGER, 1980) y en el Albiense Superior de Caravaca (LEEREVELD *et al. op. cit.*). Por otro lado, *Phlebopteris globosus* (Lám. 1, Fig. 15), que aparece en los niveles IP.1, IP.3, IP.4, IP.7, IP.8 y IIP.6, fue descrita por JUHÁSZ (1979) en el Albiense de Hungría, aunque este mismo autor señala que también se ha encontrado en sedimentos más antiguos, sin indicar cuáles.

Si tenemos en cuenta los datos proporcionados por los granos de polen, en primer lugar debemos considerar el hallazgo de la especie *Corollina obidosensis* (Lám. 2, Fig. 8). Ésta fue descrita por GROOT & GROOT (1962) en el Aptiense/Albiense de la llanura costera de Portugal cerca del lago de Óbidos, como perteneciente al género *Classopollis*. Dichos autores identifican la especie *Classopollis major* en

la muestra 50625 de Nazaré (W de Pederneira) perteneciente al Albiense y, en ambos casos, le atribuyen un importante valor biostratigráfico, ya que señalan que *C. obidosensis*, que se encuentra en el Aptiense-Albiense, es reemplazada por *C. major* en el Albiense. Por el contrario, BOLAND (1986) sitúa el origen de *C. major* (probablemente sinónima de *Corollina itunenensis* (POCOCK) CORNET & TRAVERSE) en el Jurásico Superior y TRINCÃO (1990) prolonga la distribución estratigráfica de *C. obidosensis* hasta el Cenomaniense, lo que significa que, por el momento, las especies de este género no nos aportan datos bioestratigráficos precisos.

Por otra parte, la edad inferida por las esporas está de acuerdo con la aparición de granos de polen de angiospermas primitivas relacionables con los del techo de la Zona I (Aptiense o Albiense Inferior) descrita en los materiales de la Llanura Costera Atlántica (Grupo Potomac, Formación Raritan, Estados Unidos) (DOYLE & ROBBINS, 1977). Esta zona se encuentra caracterizada por la presencia de los géneros *Liliacidites*, *Stellatopollis*, *Retimonocolpites*, la especie *Clavatipollenites hugessii* y pequeños y escasos granos tricolpados y reticulados del género *Tricolpites*. Las asociaciones registradas no podrían atribuirse ni al Albiense Medio ni al Cenomaniense debido a la baja diversidad de granos de polen tricolpados tectados de angiospermas primitivas que presentan las preparaciones estudiadas, a diferencia de lo que ocurre en el NO de Alberta (SINGH, 1971) y en Foz do Falcão (MÉDUS & BERTHOU, 1980).

La presencia de granos de polen efedroide, representados por *Ephedripites translucidus* (Lám. 1, Fig. 7) en las muestras IP.4, IP.7, IP.8 y IIP.2, corrobora lo indicado, ya que este tipo polínico no aparece hasta el Hauteriviense-Barremiense (HUGHES & McDUGALL, 1987; MOHSEN, 1992); en concreto, esta especie fue descrita por DEÁK & COMBAZ (1967) en el Albiense Superior-Cenomaniense de Santoig (Francia).

TRINCÃO (1987, 1990) y después de un estudio detallado de los palinomorfos continentales reconocidos en materiales pertenecientes a todos los pisos del Cretácico Inferior de Portugal, los dividió en trece grupos morfológicos y analizó su variación a lo largo de este intervalo. Concretamente a partir del Aptiense, dentro del conjunto de las esporas, los porcentajes más altos estuvieron representados por las esporas taeniadas del grupo Muronati, como las de los géneros *Cicatricosisporites*, *Plicatella*, *Costatoperforosporites* y *Nodosisporites*, y las cinguladas, debido a la abundancia de *Patellasporites tavadensis* (Lám.

1, Figs. 1, 2; Fig. 2, Fig. 15). Por otra parte, las esporas de exina psilada (tipo *Cyathidites*, *Dyctiophyllidites* y *Deltoidospora*) sólo representaron alrededor de un 10% a lo largo de todo el Cretácico Inferior, y los restantes grupos de esporas se encontraron en porcentajes aún más bajos, salvo las verrucada, que tuvieron una representación algo superior en la parte inferior del Aptiense.

Respecto a los granos de polen, TRINCÃO (1990) señala una reducción progresiva de bisacados, inaperturados y *Corollina* a lo largo de todo el Cretácico Inferior y un aumento de los pólenes de angiospermas en el Aptiense y Albiense. Estos, en el Cretácico Inferior de Portugal nunca llegaron a alcanzar un 10% de abundancia, y su comportamien-

to fue el siguiente: sufrieron un aumento numérico en el Aptiense Inferior (6%), disminuyeron hasta por debajo de un 1% hacia la mitad de ese piso y aumentaron notablemente su diversidad y abundancia en el Aptiense Superior y el Albiense, donde llegaron a representar hasta casi un 9%.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en la muestra de Peñacerrada (Fig. 4), observamos que del mismo modo que en el Aptiense y Albiense de Portugal, en nuestras asociaciones dominan las esporas taeniadas del género *Cicatricosisporites* y las especies *Patellasporites tavadensis*, *Cyathidites australis* (Lám. 1, Fig. 16) y *Deltoidospora* sp. (Lám. 1, Fig. 8), encontrándose las restantes esporas en porcentajes muy bajos o de forma puntual. Por otra par-

LÁMINA 1

Fig. 1.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.8, x1.250. Ejemplar con pérdida de patelas debida a la destrucción de su esporodermis.

Fig. 2.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.8, x3.000.

Fig. 3.- *Distaltriangulisporites costatus* SINGH, 1971. 1P.1, x1.250.

Fig. 4.- *Cicatricosisporites patapscoensis* BRENNER, 1963. 1P.3, x1.250.

Fig. 5.- *Cerebropollenites mesozoicus* (COUPER, 1958) NILSSON, 1958. 1P.1, x1.250.

Fig. 6.- *Gregussisporites orientalis* JUHÁSZ & SMIRNOVA, 1985. 1P.8, x1.250.

Fig. 7.- *Ephedripites translucidus* DEÁK & TOMBAZ, 1967. 1P.8, x1.250.

Fig. 8.- *Deltoidospora* sp. 1P.6, x1.250.

Fig. 9.- *Acritosporites oculatus* (DEÁK, 1965) JUHÁSZ, 1979. 1P.8, x1.250.

Fig. 10.- *Costatoperforosporites fistulosus* DEÁK, 1962. 1P.3, x1.250.

Fig. 11.- *Afropollis* sp. 1P.2, x1.250. Ejemplar deformado.

Fig. 12.- *Liliacidites* sp. 1P.6, x1.250.

Fig. 13.- *Cicatricosisporites venustus* DEÁK, 1963. 1P.3, x1.250.

Fig. 14.- *Cicatricosisporites venustus* DEÁK, 1963. 1P.8, x4.000. Detalle de la ornamentación taeniada.

Fig. 15.- *Phlebopteris globosus* (KIMYAI, 1966) JUHÁSZ, 1979. 1P.1, x1.250.

Fig. 16.- *Cyathidites australis* COUPER, 1953. 2P.4, x1.250.

Fig. 17.- *Densoisporites velatus* WEYLAND & KRIEGER, 1953. 1P.1, x1.250.

PLATE 1

Fig. 1.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.8, x1.250. Specimen without patellas due to sporodermical destruction.

Fig. 2.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.8, x3.000.

Fig. 3.- *Distaltriangulisporites costatus* SINGH, 1971. 1P.1, x1.250.

Fig. 4.- *Cicatricosisporites patapscoensis* BRENNER, 1963. 1P.3, x1.250.

Fig. 5.- *Cerebropollenites mesozoicus* (COUPER, 1958) NILSSON, 1958. 1P.1, x1.250.

Fig. 6.- *Gregussisporites orientalis* JUHÁSZ & SMIRNOVA, 1985. 1P.8, x1.250.

Fig. 7.- *Ephedripites translucidus* DEÁK & TOMBAZ, 1967. 1P.8, x1.250.

Fig. 8.- *Deltoidospora* sp. 1P.6, x1.250.

Fig. 9.- *Acritosporites oculatus* (DEÁK, 1965) JUHÁSZ, 1979. 1P.8, x1.250.

Fig. 10.- *Costatoperforosporites fistulosus* DEÁK, 1962. 1P.3, x1.250.

Fig. 11.- *Afropollis* sp. 1P.2, x1.250. Deformed specimen.

Fig. 12.- *Liliacidites* sp. 1P.6, x1.250.

Fig. 13.- *Cicatricosisporites venustus* DEÁK, 1963. 1P.3, x1.250.

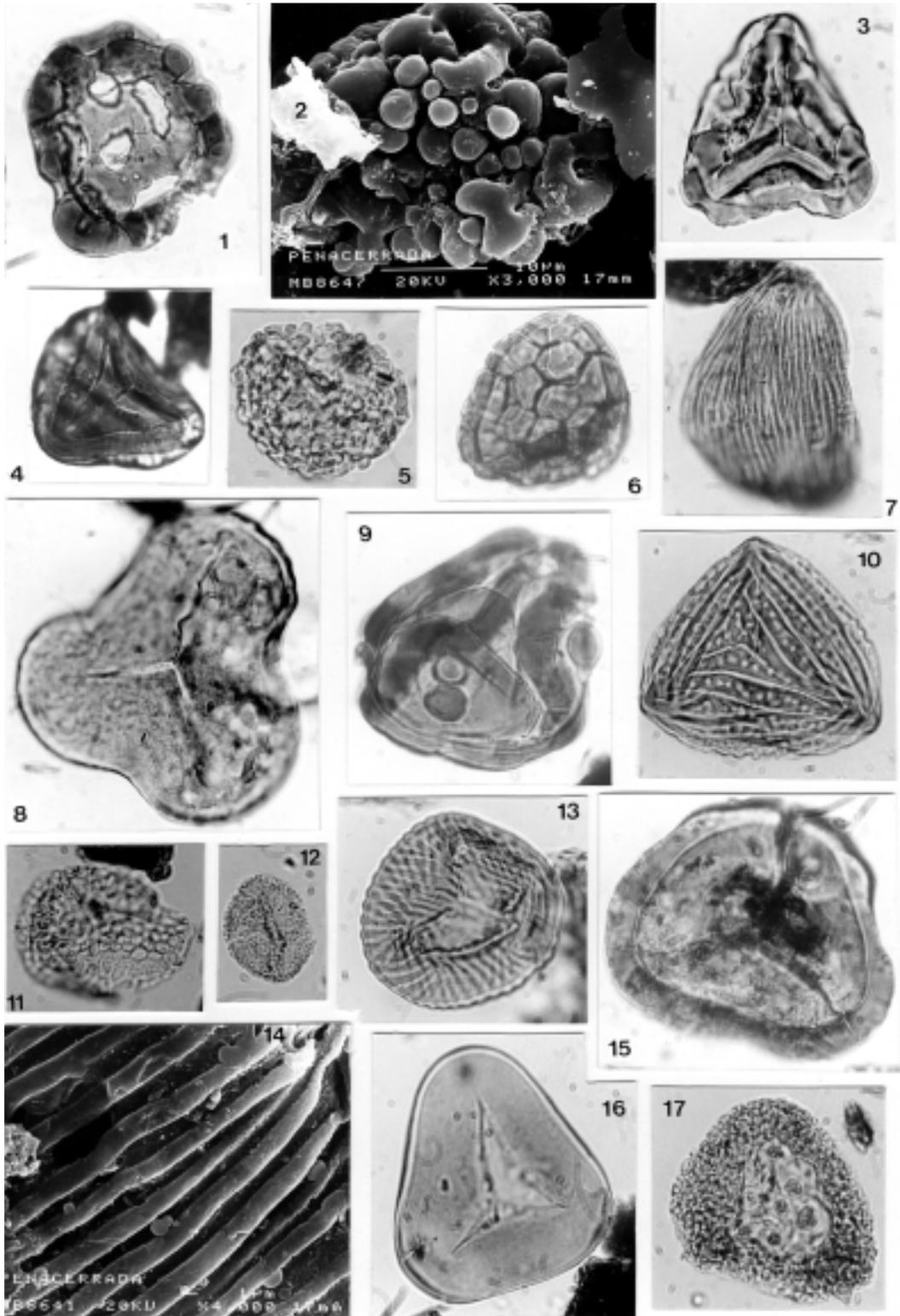
Fig. 14.- *Cicatricosisporites venustus* DEÁK, 1963. 1P.8, x4.000. Taeniate ornamentation detail.

Fig. 15.- *Phlebopteris globosus* (KIMYAI, 1966) JUHÁSZ, 1979. 1P.1, x1.250.

Fig. 16.- *Cyathidites australis* COUPER, 1953. 2P.4, x1.250.

Fig. 17.- *Densoisporites velatus* WEYLAND & KRIEGER, 1953. 1P.1, x1.250.

LÁMINA 1/PLATE 1



te, en nuestras asociaciones de pólenes no se aprecia la reducción de grupos, pero sí que los porcentajes de *Corollina* son mucho más bajos que los de inaperturados y bisacados. Asimismo, la presencia de granos de polen monosulcado y poliplicado es puntual. Si realizamos una comparación global de los porcentajes de todos los grupos de palinomorfos con las variaciones de los grupos polínicos descritos en Portugal, podríamos decir que tal vez los afloramientos estudiados podrían corresponder a un intervalo temporal comprendido entre la parte media del Aptiense y el Aptiense Superior, lo que es, relativamente, contradictorio con los datos aportados por el análisis cualitativo.

Los estudios cuantitativos revelan que el clima de la zona debió ser cálido y húmedo, lo que es coincidente con el que parece que existió en lo que hoy es Europa Occidental desde el Aptiense Superior hasta el Albiense Inferior (RUFFELL & BATTEN, 1990). En edades más antiguas (Hauteriviense-Aptiense Inferior) y más modernas (Albiense Superior-Cenomaniense Inferior) al O de Europa y S de los Alpes, el clima fue árido o semiárido presentando éste una clara influencia Gondwánica (HOCHULI, 1981).

En resumen, podríamos concluir que los datos cuantitativos y paleoclimáticos parecen indicar que los materiales de los dos afloramientos estudiados en los alrededores de Peñacerrada corresponderían al

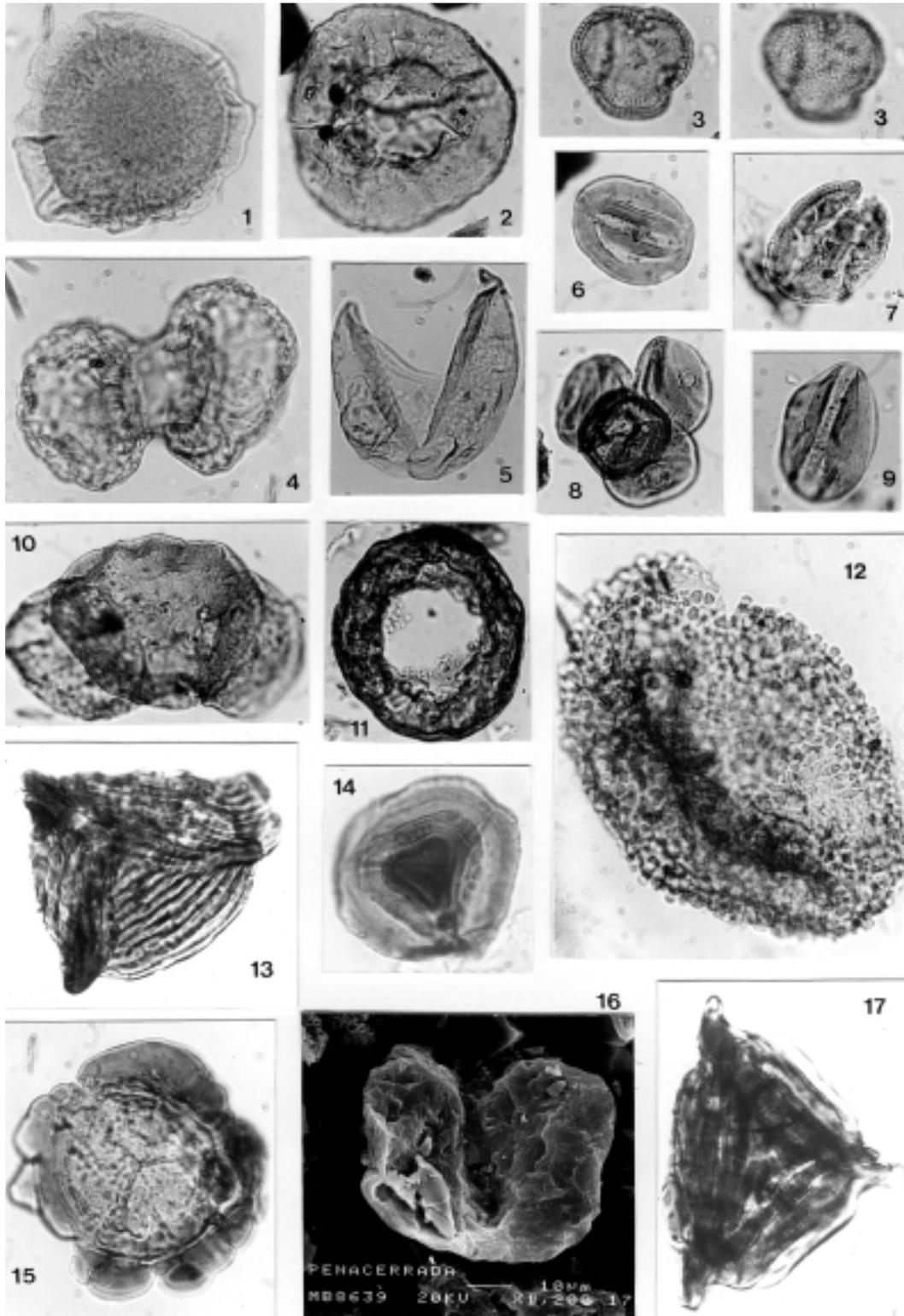
LÁMINA 2

- Fig. 1.- *Callialasporites dampieri* (BALME, 1957) DEV, 1961. 1P.3, x1.250.
 Figs. 2.- *Inaperturopollenites limbatus* BALME, 1957. 1P.6, x812.
 Figs. 3a, b.- *Tricolpites vulgaris* (PIERCE, 1961) SRIVASTAVA, 1969. 1P.6, x1.250.
 Figs. 4.- Bisacado indeterminado tipo *Podocarpidites* sp. 1P.3, x1.250.
 Fig. 5.- *Inaperturopollenites dubius* (POTONIE & VENITZ, 1932) THOMSON & PFLUG, 1953. 2P.6, x1.250.
 Fig. 6.- *Eucommidites minor* GROOT & PENNY, 1960. 1P.8, x1.250.
 Fig. 7.- *Clavatipollenites hughesii* COUPER, 1958. 1P.6, x1.250.
 Fig. 8.- *Corollina obidosensis* (GROOT & GROOT, 1962) TRINCÃO, 1990. 2P.4, x1.250.
 Fig. 9.- *Monosulcites* sp. 1P.6, x1.250.
 Fig. 10.- Bisacado indeterminado tipo *Pinuspollenites* sp. 1P.8, x812.
 Fig. 11.- *Inaperturopollenites limbatus* BALME, 1957. 1P.6, x812. Ejemplar con típica rotura circular, posiblemente debida a efectos de la presión de los sedimentos.
 Fig. 12.- *Stellatopollis barghoonii* DOYLE, 1975. 2P.4, x1.250.
 Fig. 13.- *Plicatella potomacensis* (BRENNER, 1963) DAVIES, 1985. 1P.3, x1.250.
 Fig. 14.- *Polycingulatisporites reduncus* (BOLKHOVITINA, 1953) PLAYFORD & DETTMANN, 1965. 1P.8, x1.250.
 Fig. 15.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.4, x1.250.
 Figs. 16.- Bisacado indeterminado tipo *Alisporites* sp 1P.8, x1.200.
 Fig. 17.- *Plicatella pseudomacrorhyza* (MARKOVA, 1961) DÖRHÖFER, 1977. 1P.2, x1.250.

PLATE 2

- Fig. 1.- *Callialasporites dampieri* (BALME, 1957) DEV, 1961. 1P.3, x1.250.
 Figs. 2.- *Inaperturopollenites limbatus* BALME, 1957. 1P.6, x812.
 Figs. 3a, b.- *Tricolpites vulgaris* (PIERCE, 1961) SRIVASTAVA, 1969. 1P.6, x1.250.
 Figs. 4.- Indeterminate bisaccate type *Podocarpidites* sp. 1P.3, x1.250.
 Fig. 5.- *Inaperturopollenites dubius* (POTONIE & VENITZ, 1932) THOMSON & PFLUG, 1953. 2P.6, x1.250.
 Fig. 6.- *Eucommidites minor* GROOT & PENNY, 1960. 1P.8, x1.250.
 Fig. 7.- *Clavatipollenites hughesii* COUPER, 1958. 1P.6, x1.250.
 Fig. 8.- *Corollina obidosensis* (GROOT & GROOT, 1962) TRINCÃO, 1990. 2P.4, x1.250.
 Fig. 9.- *Monosulcites* sp. 1P.6, x1.250.
 Fig. 10.- Indeterminate bisaccate type *Pinuspollenites* sp. 1P.8, x812.
 Fig. 11.- *Inaperturopollenites limbatus* BALME, 1957. 1P.6, x812. Specimen with a rounded typical breaking, possibly due to sediment pressure effects.
 Fig. 12.- *Stellatopollis barghoonii* DOYLE, 1975. 2P.4, x1.250.
 Fig. 13.- *Plicatella potomacensis* (BRENNER, 1963) DAVIES, 1985. 1P.3, x1.250.
 Fig. 14.- *Polycingulatisporites reduncus* (BOLKHOVITINA, 1953) PLAYFORD & DETTMANN, 1965. 1P.8, x1.250.
 Fig. 15.- *Patellasporites tavadensis* GROOT & GROOT, 1962. 1P.4, x1.250.
 Figs. 16.- Indeterminate bisaccate type *Alisporites* sp 1P.8, x1.200.
 Fig. 17.- *Plicatella pseudomacrorhyza* (MARKOVA, 1961) DÖRHÖFER, 1977. 1P.2, x1.250.

LÁMINA 2/PLATE 2



intervalo Aptiense Superior-Albiense Inferior, sin que por el momento se puedan realizar más precisiones. Sus diferencias con las asociaciones palinológicas de las cuencas portuguesas pueden deberse a causas de tipo paleobiogeográfico.

COMPARACIÓN CON OTRAS PALINOFLORAS

La comparación con las palinofloras reconocidas en los sedimentos aptienses y albienses de la Península Ibérica y con el fin de poder integrar los datos existentes, la realizaremos teniendo en cuenta los distintos sectores paleogeográficos reconocidos por ALONSO *et al.* (1982) para España y por TRINCÃO (1990) para Portugal.

Hasta el momento, en la Cuenca Vasco-Cantábrica sólo se habían estudiado palinomorfos procedentes del afloramiento de Ereño (Bilbao) (FECHNER & GRUBER, 1991), donde se habían identificado dos especies de esporas de criptógamas vasculares, cinco tipos de granos de polen y nueve especies de dinoflagelados. La edad del afloramiento (Aptiense-Albiense) se determinó por la presencia del dinoflagelado *Carpodinium granulatum* COOKSON & EISENAK, pero la escasez de taxones continentales en las asociaciones de Ereño hace muy difícil su comparación con las de los afloramientos de Peñacerrada. La presencia de *Gleichenioidites senonicus* ROSS, *Taxodiaceapollenites hiatus* (POTONIÉ) KREMP y *Vitreisporites pallidus* (REISSINGER) NILSSON, nos indica unas condiciones ambientales distintas.

En el resto España, los estudios palinológicos realizados sobre materiales del Aptiense y del Albiense se localizan fundamentalmente en varios afloramientos de Catalánides y de las Cordilleras Ibérica y Bética.

En Catalánides, el contenido esporopolínico de los materiales del Aptiense inferior (MÉDUS, 1970) presenta un importante número de taxones comunes con los de Peñacerrada, diferenciándose en la ausencia de granos de polen de angiospermas y la dominancia numérica de *Corollina obidosensis*. Por otra parte, en los afloramientos del Albiense inferior-medio y de la misma forma que en Peñacerrada, las esporas de la familia Schizaeaceae, representadas por los géneros *Cicatricosisporites* y *Plicatella* son las que poseen un mayor número de especies; por el contrario, no se ha identificado la especie *Patellasporites tavadensis* (SOLÉ DE PORTA, 1983).

En el Maestrazgo, las asociaciones del Aptiense inferior presentan características análogas a las reco-

nocidas en Catalánides y en Álava; sin embargo, las del Albiense se diferencian de las de Peñacerrada por la ausencia de *Corollina obidosensis*, los bajos porcentajes de inaperturados y los altos porcentajes de bisacados y esporas psiladas (MÉDUS, *op. cit.*; MÉDUS & PONS, 1967; BOULOUARD & CANÉROT, 1970; SOLÉ DE PORTA & GARCÍA CONESA, 1987).

El límite Aptiense-Albiense en la Cordillera Ibérica ha sido estudiado en los afloramientos con lignitos de Utrillas (Teruel) (MENÉNDEZ AMOR & ESTERAS MARTÍN, 1964) y del sector de Mompichel (Albacete) (ARIAS & DOUBINGUER, 1980). En ambos casos se ha citado la presencia de granos de polen de angiospermas. La primera localidad se diferencia netamente de Peñacerrada por poseer asociaciones con elevados porcentajes de esporas psiladas (76,5% del total de palinomorfos). En la segunda se observa un gran parecido con las asociaciones que nos ocupan desde un punto de vista cualitativo, y aunque poseen porcentajes semejantes de esporas, se diferencian por los bajos porcentajes de inaperturados (3,5-8,5%) y bisacados (2,5-8,5%), los altos valores relativos de granos de polen de angiospermas (3-3,5%) y la presencia de la especie *Exesipollenites tumulus*, ausente en Peñacerrada, en una estimable cantidad (2,5-7%).

Por otra parte, el Albiense inferior-medio se ha estudiado en las secciones turolenses de Val de la Piedra (Cubeta de Calanda) y Mina Elvira (Cubeta de Castellote) (QUEROL & SOLÉ DE PORTA, 1989). En ambas, las asociaciones obtenidas no presentan granos de polen de angiospermas y poseen porcentajes de bisacados y de *Corollina* similares a los de Peñacerrada, aunque a diferencia de estos afloramientos, exhiben altos valores de esporas que llegan a ser del 99% en la muestra superior de la Serie de Mina Elvira.

Las Béticas se encuentran escasamente estudiadas desde un punto de vista esporopolínico, únicamente se han realizado investigaciones en el Aptiense inferior y Albiense superior de la Sección de Caravaca (Murcia) (LEEREVELD *et al.*, 1989) y en el Albiense inferior del *flysch* de los Villares (Jaén) (BUSNARDO & TAUGOURDEAU, 1964). Desde un punto de vista cualitativo las asociaciones reconocidas en la primera localidad son semejantes a las de Peñacerrada por la presencia de especies como: *Cicatricosisporites venustus*, *Gregussisporites orientalis*, *Plicatella potomacensis*, y distintos tipos de granos de polen de angiospermas de los géneros *Afropollis*, *Liliacidites*, *Retitricolpites* y *Tricolpites*. Sin embargo, desde un punto de vista cuantitativo, las asociaciones esporo-

polínicas difieren por encontrarse dominadas por bisacados en los niveles aptienses y por el género *Corollina* en los albienses. De forma distinta, la segunda localidad presenta pocos taxones en común con Peñacerrada, no habiéndose hallado ni granos de polen bisacados ni de angiospermas, aunque los autores citados indican la presencia de este último grupo a partir de un grano de polen que determinan como *Polycopites* y que realmente debería ser atribuido al género *Ephedripites*.

Los escasos estudios palinológicos realizados en la región de Beira Litoral (Portugal) mostraron asociaciones en donde la especie *Patellasporites tavadensis*, el género *Cyathidites* y distintos tipos de esporas de Schizaeaceae siempre se encontraron presentes (PAIS & REYRE, 1980-1981; PAIS & TRINCÃO, 1983; TRINCÃO *et al.*, 1989). Los afloramientos con asociaciones más parecidas a los de Peñacerrada son los del Aptiense-Albiense de los «Grés Grosseiros Inferiores» de la Serie de Almas do Juncal (Montemor-o-Velho) y el perfil Albiense medio de Papanata (cuenca de Lousã). Es posible que las asociaciones de los afloramientos la primera localidad sean más antiguas que las que se estudian en este trabajo al no presentar granos de polen tricolpados de angiospermas. Por su parte, el perfil de Papanata se diferencia del de Peñacerrada por exhibir altos porcentajes de angiospermas (3,65%). La razón de estos valores es la edad de esta localidad que es algo más reciente (Albiense medio) que las que se estudian en este trabajo.

En la Región de Estremadura se han estudiado un gran número de afloramientos de edad Aptiense y Albiense y todos ellos presentan un buen número de taxones en común con los afloramientos de Peñacerrada (GROOT & GROOT, 1962; REY, 1972; MÉDUS & BERTHOU, 1980; HASENBOEHLER, 1981; BERTHOU *et al.*, 1981; LEEREVELD *et al.*, 1989; TRINCÃO, 1990). Sin embargo, desde un punto de vista cuantitativo, estos últimos se diferencian netamente de la mayor parte por presentar altos porcentajes de esporas (Beduliense de Forte Crismina, Gargasiense de Quinta de Água Livre y Albiense inferior con duda de la Praia de São Julião), de granos de polen bisacado (Aptiense superior del N de la Colina de Sintra), de *Corollina* (Aptiense-Albiense del lago de Óbidos y Albiense de Nazaré) o de angiospermas (Beduliense de Quinta de Água Livre, Albiense inferior con duda de Praia de São Julião y Albiense medio de Foz do Falcão).

Los afloramientos de Estremadura con asociaciones más parecidas a las de Peñacerrada son los del Albiense inferior-medio de Falcão-Magoito, Guin-

cho y Baforeiro-Rana (HASENBOEHLER, 1981; BERTHOU *et al.*, 1981). Los porcentajes de palinomorfos que presentan estos afloramientos guardan semejanza con los que se estudian en este trabajo, aunque en estos no se ha encontrado las especies *Classopollis major* y *Exesipollenites tumulus*. De forma idéntica a los afloramientos que nos ocupan, estos muestran presencias puntuales de *Ephedripites* y de un número semejante de granos de polen de distintas especies de angiospermas.

Así mismo, son comparables con Peñacerrada los niveles superiores de los afloramientos de la Colina de Sintra-Región del Tajo, atribuidos al Albiense medio (LEEREVELD *et al.*, 1989). En ellos, los granos de polen inaperturados relacionables con la familia Araucariaceae presentan porcentajes apreciables que se incrementan hacia el techo del afloramiento; *Corollina*, sin tener una presencia consistente, es común en algunas muestras; *Calliasporites* aparece frecuentemente pero en bajo número, siendo limitado el aumento de granos de polen de angiospermas que poseen una alta diversidad y de *Ephedripites*. Entre las esporas aparecen *Gregussisporites orientalis*, *Cicatricosisporites venustus* y *C. subrotundus* (ambas del Grupo 4 del género *Cicatricosisporites*).

Según TRINCÃO (1990), los afloramientos del Algarve son extremadamente pobres en palinómoros y de 64 muestras estudiadas únicamente 2 han sido fértiles. Éstas se encuentran atribuidas al Aptiense medio (Gargasiense). Una de ellas fue recogida en las llamadas «margo-calizas de Porto de Mós» y la otra en las «margas da Luz».

LEEREVELD *et al.* (1989) estudiaron estos mismos afloramientos indicando que *Araucariacites*, *Calliasporites* y *Cicatricosisporites* son los taxones más frecuentes. Los valores medios que arrojan las dos muestras estudiadas son un 74,6% de esporas, un 17,5% de granos de polen de gimnospermas y un 7,9% de granos de polen de angiospermas (TRINCÃO, 1990), lo que diferencia netamente a estas asociaciones de las que se estudian en este trabajo.

En concreto, en la Península Ibérica la palinoflora estudiada presenta semejanzas con las del Aptiense-Albiense del Sector de Mompichel (Albacete, Cordillera Ibérica) y la Serie de Almas do Juncal (Beira Litoral), Albiense inferior-medio de Falcão-Magoito, Guincho y Baforeiro-Rana (Estremadura), Albiense medio de Papanata (Beira Litoral) y Colina de Sintra-Región del Tajo (Estremadura).

Por otra parte, las cuencas cretácicas de la Península Ibérica se encontraban en el continente de Lau-

rasia durante el Cretácico Inferior, formando parte de la denominada Región Eurosínica que se diferenciaba en varias Provincias. Concretamente, nuestra zona de estudio estaba integrada en la Provincia Europea (VAKHRAMEEV, 1991), que se distinguía de las restantes por poseer unas condiciones climáticas más húmedas, semejantes a las que existieron en ésta durante el Jurásico Superior, como lo prueba la abundancia de restos vegetales atribuibles a criptógamas vasculares entre las que se encuentran las de la familia Schizaeaceae, representada fundamentalmente por esporas de los géneros *Cicatricosisporites* y *Plicatella*.

En líneas generales, si se comparan las palinofloras del Cretácico Inferior de Laurasia (Europa y Norteamérica) y Gondwana (África y Suramérica) se observan notables diferencias entre ellas. En el primer caso, las asociaciones presentan altos porcentajes de polen bisacado e inaperturado y elevadas diversidades de algunos tipos de esporas, como las de la familia Schizaeaceae; en el segundo, predominan las gimnospermas, *Corollina*, *Ephedripites*, *Araucariacites* y *Eucommidites*, los bajos porcentajes de polen bisacado y la baja diversidad de esporas de Pteridophyta (DOYLE *et al.*, 1977), todo ello característico de unas condiciones climáticas más cálidas y secas que las existentes en Laurasia.

Según el esquema propuesto por HOCHULI (1981), los afloramientos estudiados se localizaban al S de Laurasia, es decir, restringidos a latitudes medias dentro del Hemisferio Norte. Esta provincia con clima subtropical o cálido templado se caracterizaba por conjuntos con abundantes de granos de polen bisacados, escasos pero frecuentes granos de polen monosulcado y de los géneros *Corollina*, *Ephedripites* y *Araucariacites*, y alta diversidad de esporas de Pteridophyta, entre las que destacaron las de las familias Gleicheniaceae y Schizaeaceae. Por el contrario, al norte de esta provincia, correspondiendo con las latitudes más altas del Hemisferio Norte, donde existió un clima templado y húmedo, las asociaciones polínicas estuvieron caracterizadas por la dominancia numérica de granos de polen bisacados afines a los de las familias Pinaceae y Podocarpaceae, raros representantes de *Corollina* y de granos de polen monosulcado, y comunes, aunque poco diversas, esporas de Pteridophyta. Por otra parte, no se han identificado los géneros *Ephedripites* y *Araucariacites*.

Al sur se encontraba la provincia del N de Gondwana, que se extendió por el N de África y de Suramérica hasta latitudes situadas al S del Ecuador, don-

de las condiciones climáticas eran tropicales y semiáridas. En esta provincia destacaba la abundancia de *Corollina* y *Araucariacites*, que a veces dominaban las asociaciones, la gran diversidad de granos de polen monosulcados y del género *Ephedripites* y la baja diversidad de las esporas de Pteridophyta.

En resumen, si comparamos las asociaciones inferidas en Peñacerrada con las que se han estudiado en distintos puntos del Aptiense y Albiense de Europa, N de África y Norteamérica, observamos que sobre todo se encuentran relacionadas con las del S de Laurasia. No obstante, los altos porcentajes de polen inaperturado relacionable con la familia Araucariaceae, son indicativos de una influencia de la provincia del N de Gondwana. De forma idéntica que en el S de los Alpes (HOCHULI, 1981), la presencia de granos de polen de angiospermas del género *Afropollis* también señala esta influencia. Así, del mismo modo que las palinofloras estudiadas en el Dominio Mediterráneo por LEEREVELD *et al.* (1989), las asociaciones palinológicas de Peñacerrada formaron parte de las floras de transición que se desarrollaron entre la provincia del N de Gondwana y la del S de Laurasia.

CONCLUSIONES

El estudio de los palinomorfos procedentes de los afloramientos ambarígenos de Peñacerrada es una de las primeras contribuciones al conocimiento palinológico de los materiales del Cretácico Inferior de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En concreto, los palinomorfos estudiados se encontraban ligados a sedimentos de naturaleza arcillosa y lignitifera, habiéndose identificado 76 taxones (55 referibles a criptógamas vasculares y 19 a granos de polen).

Entre las esporas destacan las de las divisiones Briophyta, Lycophyta y Pteridophyta, debiéndose reseñar por su abundancia las especies: *Patellasporites tavaredensis*, *Cicatricosisporites venustus*, *Cyathidites australis* y *Deltoidospora* sp. Dentro del conjunto de los granos de polen cabe resaltar la dominancia numérica de *Inaperturopollenites dubius*, *I. limbatus*, *Corollina obidosensis* y un importante número de granos de polen bisacado que no ha sido posible determinar específicamente. Todos ellos se pueden relacionar con la división Coniferophyta. También debe apuntarse la presencia de 8 especies diferentes de granos de polen atribuibles a angiospermas primitivas de la división Magnoliophyta.

La distribución cualitativa y cuantitativa de las asociaciones esporopólicas a lo largo de las secciones estudiadas parece depender de aspectos tafonómicos relacionados con el transporte y destrucción polínica, de la evolución geológica de la zona y de cuestiones de índole paleoecológico.

Se han identificado taxones anemófilos, hidrófilos y, en muy poca proporción, entomófilos. Las asociaciones reconocidas se encuentran dominadas numéricamente por taxones anemófilos y, en menor medida, por hidrófilos, constituyendo asociaciones mezcladas. En su mayor parte, los palinomorfos son autóctonos desde un punto de vista tafonómico y, probablemente, sufrieron procesos de resedimentación. En general, los ejemplares estudiados se encuentran con un buen grado de conservación, aunque en algunos grupos son frecuentes las roturas y la destrucción parcial de la esporodermis. Con mucha probabilidad, éstos sufrieron una degradación biológica y química durante la etapa fosildiagenética y los efectos de la presión y temperatura durante la bioestratinómica. Esto último se pone de manifiesto al presentarse con colores amarillentos y marrones.

Las asociaciones palinológicas obtenidas indican, por un parte, la existencia de bosques de coníferas con un rico y variado sotobosque de criptógamas vasculares y, por otra, el desarrollo de formaciones xeromórficas integradas por cheirolepidiáceas, helechos capaces de resistir condiciones de sequía y angiospermas primitivas. El primer tipo de bosque se desarrolló en las llanuras aluviales, mientras que el segundo pobló lugares costeros. El clima de la región debió ser cálido y húmedo.

La edad de los afloramientos estudiados correspondería al intervalo Aptiense Superior-Albiense Inferior, debido a la presencia de las especies *Distaltriangulisporites costatus*, *Gregussisporites orientalis* y *Phlebopteris globosus*, y de polen de angiospermas primitivas comparable con el descrito en el techo de la Zona I del Grupo Potomac (Estados Unidos). Asimismo, los datos paleoclimáticos inferidos para el Cretácico Inferior de Europa Occidental se encuentran de acuerdo con la edad indicada.

Las investigaciones palinológicas llevadas a cabo en la Península Ibérica, parecen indicar que la Cuenca Vasco-Cantábrica presentaba unas características paleoflorísticas propias que muestran ciertas semejanzas, fundamentalmente desde un punto de vista cualitativo, con las del Aptiense-Albiense del Sector de Mompichel (Cordillera Ibérica) y la Serie de Almas do

Juncal (Beira Litoral), Albiense inferior-medio de Falcão-Magoito, Guincho y Baforeiro-Rana (Estremadura) y Albiense medio de Papanata (Beira Litoral) y Colina de Sintra-Región del Tajo (Estremadura).

La palinoflora de Peñacerrada se encuentra sobre todo relacionada con las descritas en el S de Laurasia, aunque presenta un conjunto de palinomorfos como los de Araucariaceae, Gnetophyta y Magnoliophyta, que indican influencia de los ecosistemas vegetales que se desarrollaban en la provincia del N de Gondwana.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera podido realizarse sin la inestimable colaboración de D. J. ALONSO, Director del Museo de Ciencias Naturales de Álava y de D. R. LÓPEZ DEL VALLE y C. CORRAL, personal colaborador de la misma institución. También queremos poner de manifiesto la ayuda prestada por el Profesor Dr. Paulo R. TRINCÃO, del Museu Nacional de Ciência e da Técnica (Coimbra) por su apoyo en los momentos iniciales de este trabajo y su asesoramiento de tipo taxonómico.

Por otra parte, agradecemos a la Dra. E. MORENO del Dpto. de Paleontología (UCM), 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; a Carlos ALONSO del Dpto. de Paleontología (UCM) y a Rafael CANO el apoyo en la parte fotográfica del trabajo; y a la Dra. C. HERRERO del Dpto. de Paleontología (UCM) su ayuda en la traducción al inglés.

Las preparaciones palinológicas fueron realizadas en las instalaciones del Dpto. de Geociências de la Universidade de Aveiro (Portugal), durante los años 1997 y 1998, durante una estancia postdoctoral de uno de los firmantes (E. BARRÓN) y por ello, queremos expresar nuestra gratitud a los integrantes del citado Departamento y especialmente a su director Dr. F. ROCHA.

Este trabajo ha sido financiado por el Museo de Ciencias Naturales de Álava, quien además de la subvención, contrató temporalmente a L. ELORZA para la consecución de un proyecto de investigación sobre Paleobotánica.

Recibido el día 31 de mayo de 2001.

Aceptado el día 29 de noviembre de 2001.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBINK, O.A. 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. *Laboratory of Palaeobotany and Palynology Foundation, Utrecht, Contributions Series*, **8**: 1-191.
- ALONSO, A., ARIAS, C., GARCÍA, A., MAS, R., RINCÓN, R. & VILAS, L. 1982. *El Cretácico de España*. 680 págs. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- ALONSO, J., ARILLO, A., BARRÓN, E., CORRAL, J.C., GRIMALT, J., LÓPEZ, J.F., LÓPEZ, R., MARTÍNEZ-DELCLÓS, X., ORTUÑO, V., PEÑALVER, E. & TRINCÃO, P.R. 2000. A new fossil resin with biological inclusions in Lower Cretaceous deposits from the Sierra de Cantabria (Álava, Northern Spain, Basque-Cantabrian basin). *Journal of Paleontology*, **74**(1): 158-178.
- ARIAS, C. & DOUBINGER, J. 1980. La limite Aptien-Albien dans le Secteur du Mompichel (Albacete). *Cretaceous Research*, **1**: 235-251.
- ARILLO, A. & MOSTOVSKI, M. 1999. A new genus of Pterophoridae (Diptera, Phoridae) from the Lower Cretaceous amber of Álava (Spain). *Studia Dipterologica*, **6**(2): 251-255.
- ARILLO, A. & NEL, A. 2000. Two new fossil Cecidomyiidae flies from the Lower Cretaceous amber of Álava (Spain) (Diptera, Cecidomyiidae). *Bulletin de la Société Entomologique de France*, **105**(3): 285-288.
- ARILLO, A. & SUBÍAS, L.S. 2000. A new fossil oribatid mite, *Archaeorchesites minguezae* gen. nov., sp. nov. from the Spanish Lower Cretaceous amber. Description of a new family, Archaeorchesitidae (Acariformes, Oribatida, Zetorchesitoidea). *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, **84**: 231-236.
- BARALE, G. 1991. La Palinología de les calcàries litogràfiques del Montsec. In: *Les calcàries litogràfiques del Cretaci Inferior del Montsec. Deus anys de campanyes paleontològiques*. X. MARTÍNEZ-DELCLÓS, Ed. págs. 71-72. Institut d'Estudis Ilerdencs. Lleida.
- BAZ, A. & ORTUÑO, V.M. 2000. Archaeatropidae, a new family of Psocoptera from the Cretaceous amber of Álava, northern Spain. *Annals of the Entomological Society of America*, **93**(3): 367-373.
- BERTHOU, P.Y. & LEEREVELD, H. 1986. L'apport de l'étude des kystes de dinoflagellés à la stratigraphie des terrains hauteriviens à albiens. Région de Lisbonne (Portugal). *Comunicações dos Serviços Geológicos do Portugal*, **72**(1/2): 119-128.
- 1990. Stratigraphic implications of palynological studies on Berriasian to Albian deposits from western and southern Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **66**: 313-344.
- BERTHOU, P.Y., HASENBOEHLER, B. & MORON, J.M. 1981. Apports de la Palynologie à la stratigraphie du Cretacé Moyen et Supérieur du Bassin Occidental Portugais. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **91-92**: 183-221.
- BERTHOU, P.-Y., CORREIA, F., PRATES, S., TAUGOURDEAU, J. & BLANC, PH. 1983. Essai de synthèse du Crétacé de l'Algarve: Biostratigraphie, Paléogéographie, sédimentation argileuse. *Bulletin Informatif Géologique du BSSIN de Paris*, **20**(2): 3-24.
- BETTAR, I. & COURTINAT, B. 1987. Palynologie de la série grésocarbonatée d'Imi n'Tanout (Cretacé inférieur, zone synclinale d'Essaouira, Maroc). *Bulletin de l'Institut des Sciences Rabat*, **11**: 103-108.
- BOLAND, D.C. 1986. *Upper Jurassic (Portlandian) sedimentology and palynofacies of Cabo Espichel, Portugal*. Thesis for the Degree of Master of Sciences, Department of Earth Sciences, Memorial University of Newfoundland, 261 págs. (ined.).
- BOULOUARD, C. & CANÉROT, J. 1970. Données nouvelles sur l'Aptien supérieur et l'Albien dans le Bas-Aragón et le Maestrazgo (Espagne). *Bulletin du Centre de Recherches de Pau-SNPA*, **4**(2): 453-463.
- BUSNARDO, R. & TAUGOURDEAU, J. 1964. Intercalations végétales dans le flysch albien de los Villares (Jaén, Andalousie): introduction stratigraphique et étude palynologique. *Revue de Micropaléontologie*, **7**(3): 164-179.
- CHALONER, W.G. & MUIR, M. 1968. Spores and floras. In: *Coal and coal-bearing strata*. D. MURCHINSON & P.S. WERTOLL, Eds., págs. 127-146. Oliver & Boyd. Edinburg.
- CORRAL, J.C., LÓPEZ DEL VALLE, R. & ALONSO, J. 1999. El ámbar cretácico de Álava (Cuenca Vasco-Cantábrica, Norte de España). Su colecta y preparación. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **14** (número especial): 7-21.
- COURTINAT, B. 1986. Interprétation des grains de pollen du groupe *Araucariacites* Cookson, 1947. Comparaison avec les formes actuelles (*Araucaria excelsa* R. Brown). *Revue de Micropaléontologie*, **30**(2): 79-90.
- DEÁK M.H. & COMBAZ, A. 1967. «Microfossiles organiques» du Wealdien et du Cénomaniens dans un sondage de Charente-Maritime. *Revue de Micropaléontologie*, **10**(2): 69-96.
- DE HAAN, P.J. 1987. *Morphological comparisons of the recent spores of the genera Anemia, Mohria and Ceratopteris with the spores of the form genus Cicatricosisporites*. 25 págs. Internal Report, Laboratory of Palaeobotany and Palynology. University of Utrecht. The Netherlands.
- DE HAAN, P.J., LEEREVELD, D.H. & VAN DER BERGH, J.J. 1987-1988. *Determination key of species assignable to the formgenus Cicatricosisporites*. 79 págs. Internal Report, Laboratory of Palaeobotany and Palynology. University of Utrecht. The Netherlands.
- DEJAX, J. 1987. *Une étude palynologique dans le Crétacé Inférieur du Congo*. 187 págs. Thèse Docteur de l'Université Paris 6. Paris (ined.).
- DINIS, J.L. & TRINCÃO P. R. 1991. Controlos deposicionais e biostratigrafia da base dos «grés belasianos» (Aptiano, Bacia Lusitânica). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **77**: 89-102.
- DIÉGUEZ, C., MARTÍN-CLOSAS, TRINCÃO, P. & LÓPEZ-MORÓN, N. 1995a. Flora. In: *Las Hoyas. A lacustrine konservat-lagerstätte, Cuenca, Spain*. N. MELÉNDEZ, Ed., págs. 29-32. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- DIÉGUEZ, C., MARTÍN-CLOSAS, C., MELÉNDEZ, N., RODRÍGUEZ-LÁZARO, J. & TRINCÃO, P. 1995b. Biostratigraphy. In: *Las Hoyas. A lacustrine konservat-lagerstätte, Cuenca, Spain*. N. MELÉNDEZ. págs. 70-79. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

- DOUBINGUER, J. & MAS, J.R. 1981. Une microflore du Barrémien dans la Province de Valencia, Espagne. *Cretaceous Research*, **2**: 51-64.
- DOYLE, J.A., BIENS, P., DOERENKAMP, A. & JARDINÉ, S. 1977. Angiosperm pollen from the pre-Albian Lower Cretaceous of Equatorial Africa. *Buletin des Centres de Recherche de Exploration-Production Elf-Aquitaine*, **1**(2): 451-473.
- DOYLE, J.A. & ROBBINS, E.I. 1977. Angiosperm pollen zonation of the continental Cretaceous of the Atlantic Coastal Plain and its application to deep wells in the Salisbury Embayment. *Palynology*, **1**, 43-78.
- ENGEL, M. 2000. A new interpretation of the oldest fossil bee (Hymenoptera: Apidae). *American Museum Novitates*, **3296**: 1-11.
- FECHNER, G.G. & GRUBER, G. 1991. Palynomorphs from the Lower Cretaceous Ereño Limestone (northern Spain). *Cretaceous Research*, **12**: 333-338.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1991. Taphonomic concepts for a theoretical biochronology. *Revista Española de Paleontología*, **6**: 37-49.
- GREEN, D.G. & DOLMAN, G.S. 1988. Fine resolution pollen analysis. *Journal of Biogeography*, **15**: 685-701.
- GRIMALDI, D. 1999. The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **86**: 373-406.
- GROOT, J.J. & GROOT, C.R. 1962. Plant microfossils from Aptian, Albian and Cenomanian deposits of Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **46**: 133-176.
- 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-OHLSON, D. 1986. *Jurassic Palynology of the Vilhelmsfält bore n° 1, Scania, Sweden. Toarcian-Aalenian*. 127 págs. Section of Palaeobotany, Swedish Museum of Natural History. Stockholm.
- HASENBOEHLER, B. 1981. *Étude paléobotanique et palynologique de l'Albien et du Cénomanién du «Bassin Occidental Portugais» au sud de l'accident de Nazare (Province d'Estremadura, Portugal)*. 319 págs. These du Diplôme du Docteur de 3^e Cycle. Université Pierre et Marie Curie. Paris (ined.).
- HEER, O. 1881. *Contributions à la flore fossile de Portugal*. Comissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal, Lisboa, 51 págs.
- HENRIKS, F. & SCHRANK, E. 1990. The marine Abu Ballas Formation of southern Egypt: a clay-mineralogic and microfloral reconstruction of the Aptian paleoclimate. *Journal of African Earth Sciences*, **10**(3): 471-481.
- HOCHULI, P.A. 1981. North gondwanal floral elements on lower to middle cretaceous sediments of the Southern Alps (Southern Switzerland, Northern Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **35**: 337-358.
- HUGHES, N.F. & McDUGALL, A.B. 1987. Records of angiosperm pollen entry into the english Early Cretaceous succession. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **50**: 255-272.
- JONKER, F.P. 1951. A plea for the standarization of pollen diagrams. *Taxon*, **1**: 89-91.
- JUHÁSZ, M. 1979. Dispersed Matoniaceae spores from the hungarian lower and middle cretaceous sediments. *Acta Biologica of Szeged*, **25**(1-2): 33-47.
- LEEREVELD, H., DE HAAN, P.J. & JUHÁSZ, M. 1989. Stratigraphic evaluation of spore/pollen assemblages from the Lower Cretaceous of the Alpine-Mediterranean realm. *Laboratory of Palaeobotany and Palynology. Special Services Report*, **89/07**: 1-253.
- LUND J.J. & PEDERSEN, K.R. 1985. Palynology of the marine Jurassic formations in the Valde kloft ravine, Jameson Land, East Greenland. *Bulleti of the Geological Society of Denmark*, **33**: 371-399.
- MARTÍNEZ-DELCLOS, X., ARILLO, A., ORTUÑO, V. & PEÑALVER, E. 1999. El ámbar del Cretácico Inferior de Peñacerrada (Álava, España). *Temas Geológico-Mineros*, **26**: 13-17
- MÉDUS, J. 1970. A palynological method for stratigraphical correlations. A study of the Barremian, Aptian and Albian Complex of North-Eastern Spain and of Roussillon in France. *Grana*, **10**: 149-158.
- 1983. Quelques éléments palynofloristiques de l'Hauterivien du Portugal. In: *Actas del IV Simposio de Palinología*. N. SOLÉ DE PORTA & M. SUÁREZ CERVERA, Eds. págs. 39-409. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.
- MÉDUS, J. & BERTHOU, P.Y. 1980. Palynoflores dans la coupe de l'Albien de Foz de Folcão (Portugal). *Géobios*, **13**: 263-269.
- MÉDUS, J. & PONS, A. 1967. Étude palynologique du Crétacé pyrénéo-provençal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **2**: 111-117.
- MENÉNDEZ AMOR, J. 1970. Primera contribución al estudio esporo-polinico de los lignitos de Uña (Cuenca). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, **68**: 275-281.
- MENÉNDEZ AMOR, J. & ESTERAS MARTÍN, M. 1964. Observaciones sobre la microflora de la cuenca lignitifera de Utrillas (Teruel). *Estudios Geológicos*, **20**: 171-174.
- MOHSEN, S.A. 1992. Cretaceous plant microfossils from the subsurface of Kharga Oasis, Western Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, **14**(4): 567-577.
- NUÑEZ-BETELU, K. 1998. Kretazeo goiztiarreko itsas dinoflagelatuén kisteak urizaharrekoanbardun aztarnategian (Euskokantauriar Arroa). In: *Resúmenes of the World congress on amber inclusions*. Museo de Ciencias Naturales de Álava. Ed., pág. 113. Vitoria-Gasteiz.
- ORTUÑO, V.M. & ARILLO, A. 1998. Estudio morfológico de los fósiles de Micropterygidae (Insecta, Lepidoptera) del ámbar alavés (Cretácico Inferior). In: *Resúmenes of the World congress on amber inclusions*. Museo de Ciencias Naturales de Álava. Ed., pág. 169. Vitoria-Gasteiz.
- PAIS, J. & REYRE, Y. 1980-1981. Problèmes posés par la population sporopollinique d'un niveau à plantes de la série de Buarcos (Portugal). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **22**: 35-40.
- PAIS, J. & TRINCÃO, P. 1983. Contribuições para o estudo estratigráfico e paleobotánico dos «grés grosseiros inferiores» (arenitos do carrascal). I – A jazida de Almas do Juncal. *Ciências da Terra (UNL)*, **7**: 141-160.
- PEÑALVER, E., MARTÍNEZ-DELCLOS, X. & ARILLO, A. 1999. Yacimientos con insectos fósiles en España. *Revista Española de Paleontología*, **14**(2): 231-245.

- PHIPPS, D. & PLAYFORD, G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers of the Department of Geology of the University of Queensland*, **11**(1): 1-23.
- QUEROL, X. & SOLÉ DE PORTA, N. 1989. Precisiones cronoestratigráficas sobre la Fm. Escucha en el sector noroeste de la cuenca del Maestrazgo. Cordillera Ibérica oriental. *Acta Geológica Hispánica*, **24**(2): 73-82.
- REY, J. 1972. Recherches géologiques sur le Crétacé Inférieur de l'Estremadura (Portugal). *Memoria dos Serviços Geológicos de Portugal*, **21**(n.s.): 1-447.
- ROBLES, S. & PUJALTE, V. 2000. Estratigrafía y Sedimentología de los yacimientos del ámbar de Montoria-Peñacerrada (Álava). *Informe de Resultados, Proyecto ámbar, subtarea 2*. Museo de Ciencias Naturales de Álava, Vitoria-Gasteiz, 18 págs. (ined.).
- ROMARIZ, C. 1946. Estudo e revisão das formas portuguesas de *Frenelopsis*. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciencias da Universidade de Lisboa*, **1946**: 135-149.
- RUFFELL, A.H. & BATTEN, D.J. 1990. The Barremian-Aptian arid phase in Western Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **80**: 197-212.
- SAPORTA, G. DE 1894. *Flore fossile de Portugal*. Direction des Travaux Géologiques du Portugal. 228 págs. Lisboa.
- SINGH, CH. 1971. Lower Cretaceous microfloras of the Peace River Area, Northwestern Alberta. *Research Council of Alberta Bulletin*, **28**(1): 1-299.
- SOLÉ DE PORTA, N. 1983. Palinología del Albiense del área de Salomó (Tarragona España). In: *Actas del IV Simposio de Palinología*. N. SOLÉ DE PORTA & M. SUÁREZ CERVERA, Eds. págs. 315-335. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona.
- SOLÉ DE PORTA, N. & GARCÍA CONESA, R. 1987. Conjuntos esporopolínicos en el Albiense del Maestrazgo (Cordillera Ibérica Oriental, España). In: *Actas de Palinología (Actas del VI Simposio de Palinología, A.P.L.E.)*. J. CIVIS LLOVERA & M.F. VALLE HERNÁNDEZ, Eds. págs. 367-375. Universidad de Salamanca. Salamanca.
- SZADZIEWSKI, R. & ARILLO, A. 1998. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) from the Lower Cretaceous amber from Alava, Spain *Polskie Pismo Entomologiczne*, **67**(3/4): 291-298.
- TAYLOR, T.N. & TAYLOR, E.L. 1993. *The biology and evolution of fossil plants*. 982 págs. Prentice Hall. New Jersey.
- TEIXEIRA, C. 1948. *Flora Mesozoica Portuguesa I*. 118 págs. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- 1952. Notes sur quelques gisements des végétaux fossiles du Crétacé des environs de Leiria. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2ª Serie, **2**: 133-154.
- TRAVERSE, A. 1988. *Paleopalynology*. 600 págs. Unwin Hyman. Boston.
- TRINCÃO P. R 1987. Portuguese Lower Cretaceous (pre-Albian) palynology, present state of knowledge. In: *Actas de Palinología (Actas del VI Simposio de Palinología, A.P.L.E.)*. J. CIVIS LLOVERA, J. & VALLE HERNÁNDEZ, M.F., Eds. págs. 377-384. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- 1990. *Esporos e granos de polen do Cretácico Inferior (Berriassiano-Aptiano) de Portugal: Paleontologia e Biostratigrafia*. 312 págs. Dissertação de Doutoramento. 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, extended abstracts*. págs. 143-144. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- TRINCÃO, P., PENA DOS REIS, R., PAIS, J. & PROENÇA DA CUNHA, P. 1989. Palinomorfos ante-cenomanianos do «Grés do Buçaco» (Lousã, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, **10**: 51-64.
- TRYON, R.M. & TRYON, A.F. 1982. *Ferns and allied plants, with special reference to tropical America*. 857 págs. Spinger-Verlag. New York.
- VAKHRAMEEV, V.A. 1991. *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the Earth*. 318 págs. Cambridge University Press. Cambridge.
- WATERS, S. B. & ARILLO, A. 1999. A new genus of Hybotidae (Diptera, Empidoidea) from Lower Cretaceous amber of Alava (Spain). *Studia Dipterologica*, **6**(1): 59-66.