PROV. T-15/50
T
14
107

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA

NANNOFOSILES DEL CRETACICO DE LA CORDILLERA BETICA (S DE ESPAÑA). BIOESTRATIGRAFIA

Memoria que presenta Roque Aguado Merlo para optar al Grado de Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada.

Fdo: Roque Aguado Merlo.

VºBº DEL DIRECTOR

Fdo: Jorge Martínez-Gallego.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
Nº Documento b19671660
Nº Copia 12122013x

UNIVERSIDAD DE GRANADA
1992

UNIVERSIDAD DE GRANADA
30 SET. 1992
COMISION DE DOCTORADO

INDICE

I.	GENERALIDADES	3
I.1.	Introducción	5
I.2.	Objetivos	5
II.	LOCALIZACION Y ENCUADRE GEOLOGICO	7
II.1.	Introducción	9
II.2.	Penibético	9
II.3.	Subbético Interno	15
II.4.	Subbético Medio	17
II.5.	Subbético Externo	22
II.6.	Unidades Intermedias	28
II.7.	Muestras aisladas	32
III.	BIOESTRATIGRAFIA Y CRONOESTRATIGRAFIA	35
III.1.	Bioestratigrafía	37
	III.1.1. Antecedentes	37
	III.1.2. Zonación propuesta	38
III.2.	Cronoestratigrafía	72
III.4.	Correlaciones	77
IV.	PALEONTOLOGIA	85
	Familia Ahmuellerellaceae	85
	Familia Arkhangelskiellaceae	94
	Familia Biscutaceae	109
	Familia Braarudosphaeraceae	115
	Familia Calciosoleniaceae	121
	Familia Calyptrosphaeraceae	122
	Familia Chiastozygaceae	130
	Familia Crepidolithaceae	136
	Familia Eiffellithaceae	144
	Familia Ellipsagelosphaeraceae	152
	Familia Microrhabdulaceae	168
	Familia Nannoconaceae	177
	Familia Podorhabdaceae	191
	Familia Polycyclolithaceae	230
	Familia Prediscosphaeraceae	248
	Familia Rhagodiscaceae	254
	Familia Stephanolithiaceae	263
	Familia Zygodiscaceae	276
	Grupo incertae scdis	292
	Clase Dinophyceae, Orden Peridiniales	309
	Género *Thoracosphaera*	309
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	311

I. GENERALIDADES.

II. LOCALIZACION Y ENCUADRE GEOLOGICO.

II.1 **Introducción**.

En el presente capítulo se hace una relación de las localizaciones geográficas de los perfiles estudiados, realizando un somero encuadre geológico y una breve descripción de cada uno de ellos. Todas las secciones se encuentran emplazadas en materiales pertenecientes a las Zonas Externas de la Cordillera Bética, abarcando los dominios Penibético, Subbético y Unidades Intermedias. En Azéma *et al.* (1979), García-Hernández *et al.* (1980) y Vera (1981,1983,1988) pueden encontrarse síntesis sobre los rasgos generales de las Zonas Externas y su división en dominios paleogeográficos, así como mapas de los afloramientos de cada uno de estos dominios. El orden de descripción de las diferentes secciones estudiadas se hará atendiendo a su asignación a los diferentes dominios.

Geográficamente, las muestras y perfiles estudiados se localizan en las siguientes hojas 1:50.000 de la serie L del Servicio Geográfico del Ejército: Fortuna (892), Caravaca (910), Cehegín (911), Mula (912), Baeza (927), San Clemente (929), Zarcilla de Ramos (931), Martos (946), Jaén (947), Vélez-Blanco (952), Montilla (966), Baena (967), Alcaudete (968), Valdepeñas de Jaén (969), Huelma (970), Cuevas del Campo (971), Lucena (989), Benalúa de Guadix (993), Montefrío (1008), Loja (1025), Teba (1037), Ardales (1038), Ubrique (1050) y Jimena de la Frontera (1071). Este área se extiende por las provincias de Málaga, Córdoba, Granada, Jaén, y Murcia (Fig. 1).

La elección del emplazamiento de los perfiles estudiados viene motivada en primer lugar por la localización de afloramientos adecuados (en lo que se refiere a exposición y litología favorable), y las posibilidades de correlación con otros grupos fósiles. Por este motivo, buena parte de las secciones realizadas han sido previamente descritas y estudiadas mediante algún otro grupo de fósiles (generalmente ammonites o foraminíferos planctónicos). Para la localización de los diferentes perfiles se acompañan esquemas en el apartado correspondiente, al tiempo que se dan las coordenadas U.T.M. de cada uno de ellos. En la Fig. 2 se representa un cuadro con las diferentes secciones estudiadas, el intevalo temporal que comprenden cada una de ellas y su encuadre dentro de los dominios paleogeográficos diferenciados en la Cordillera Bética.

II.2 **Penibético**.

El término Penibético fue definido por Blumenthal (1927) para agrupar varias unidades geológicas que ocupan una posición interna dentro del sector occidental de la Zona Subbética. Desde su definición, el término ha sido empleado con distintas acepciones por diferentes autores. Una recopilación histórica de estas acepciones puede encontrarse en González-Donoso *et al.*(1983). Estos últimos autores precisaron el significado geológico del término Penibético y resaltaron, como uno de sus rasgos más notables, la presencia de importantes interrupciones sedimentarias fundamentalmente durante el Cretácico inferior (ver también Martín-Algarra, 1987 y Martín-Algarra *et al.*, 1992). Se han estudiado cuatro secciones y varias muestras aisladas procedentes de materiales cretácicos del Penibético, repartidas en las hojas 1:50.000 de Jimena de La Frontera, Ubrique, Teba y Ardales.

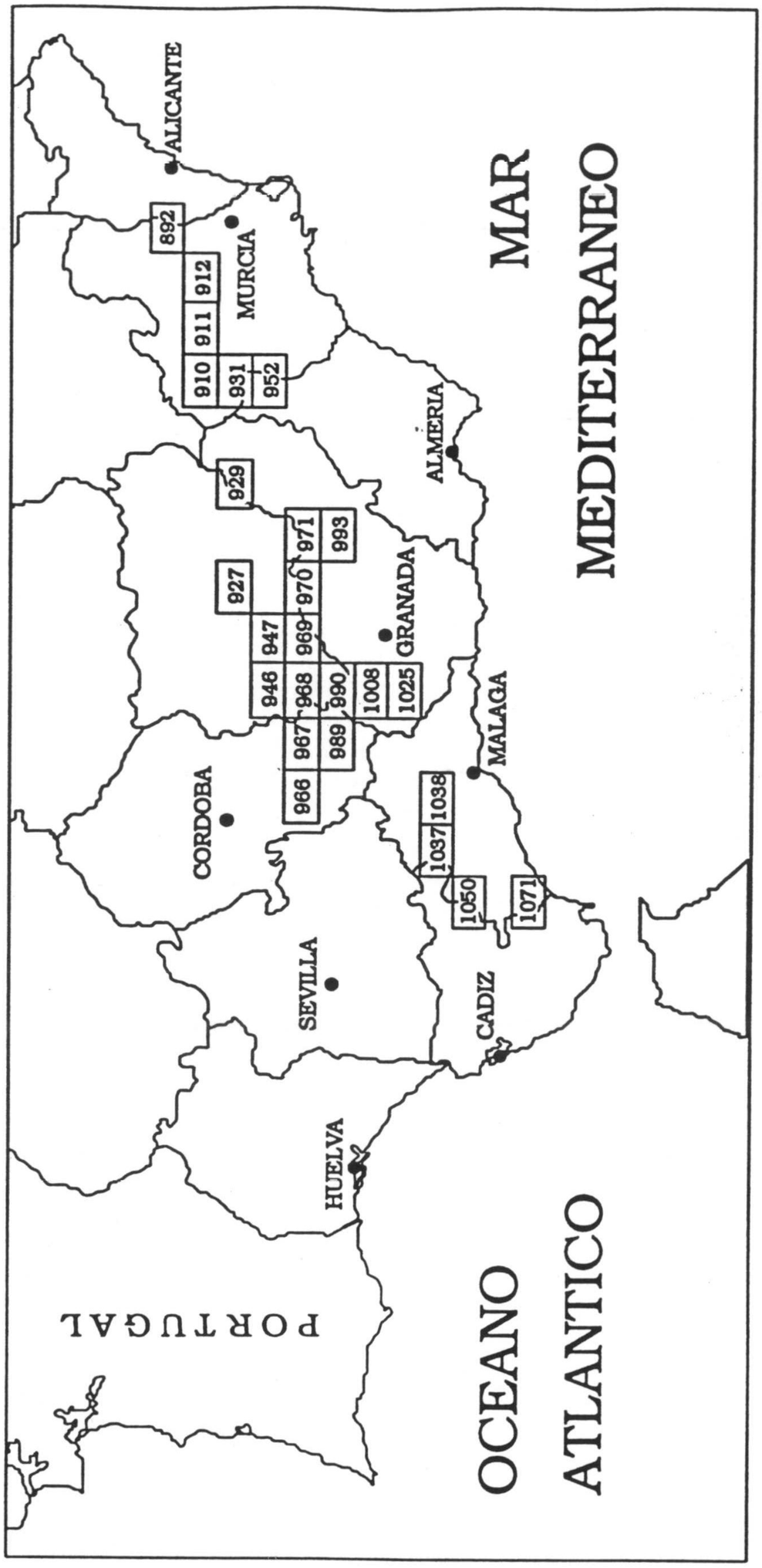

Fig. 1. Situación geográfica del área estudiada y hojas 1:50.000 que la cubren, con indicación de su numeración.

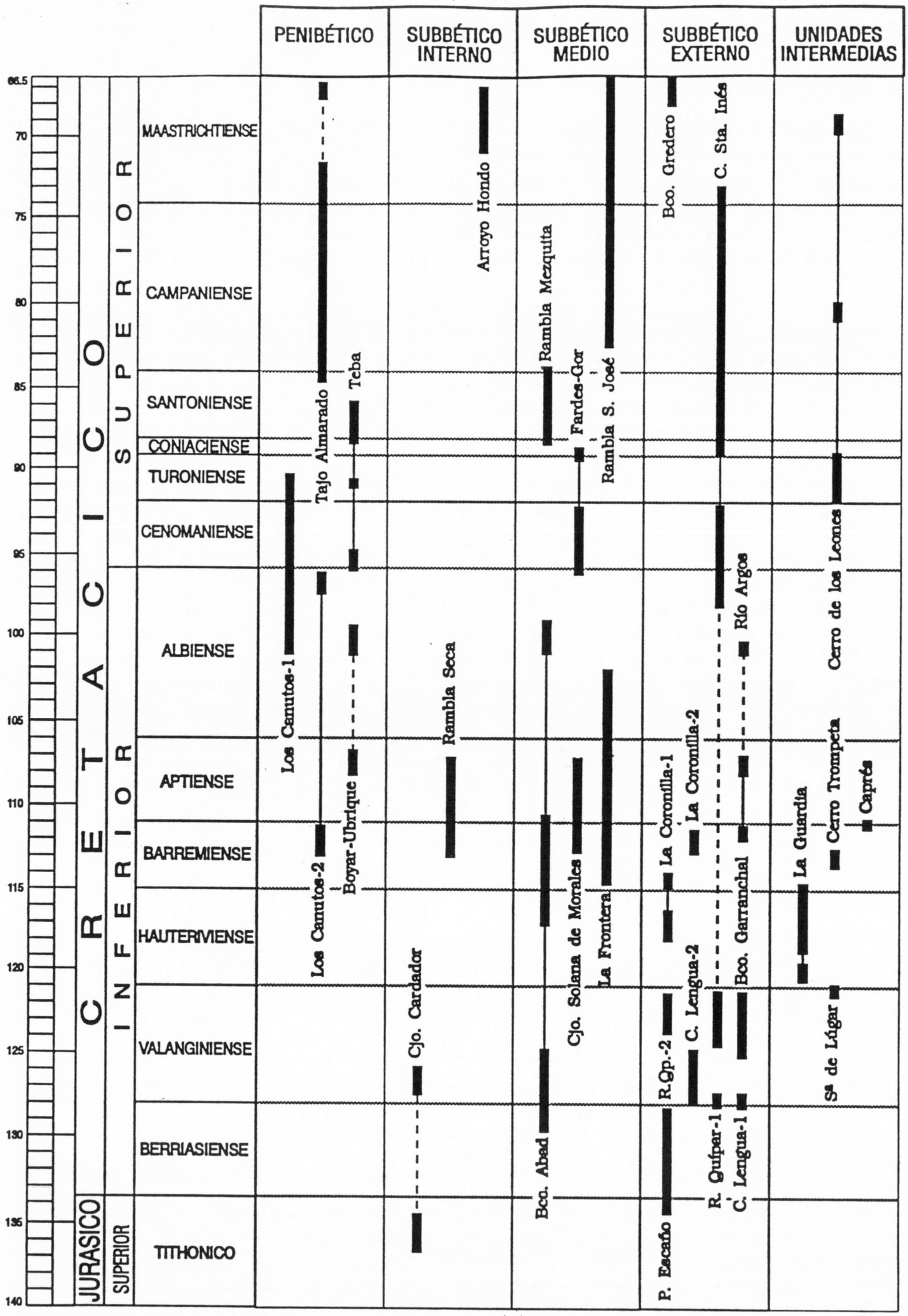

Fig. 2. Distribución espacio-temporal de las secciones estudiadas. (Ver texto.).

Los Canutos.

Los dos perfiles muestreados, Canutos-1 y Canutos-2, se han realizado en el borde Sur de la Sierra de Utrera, al NW de Manilva, en la hoja 1:50.000 de Jimena de La Frontera (1071) y se sitúan a unos 2.5 y 3 km respectivamente al NW de Manilva, próximos a la carretera que une Manilva con Gaucín (Fig. 3). Las coordenadas UTM de ambas secciones son TF960303 y TF958292 respectivamente. Estos dos perfiles son muy similares y paralelos a los estudiados por González-Donoso *et al.*, (1982,19-83).

La sección de Los Canutos-1 (nº 1 en Fig. 3; Tabla 1) consiste, en su parte inferior, en unos 46 m de alternancia de margas (en ocasiones con aspecto algo arenoso) y margocalizas de coloraciones muy variables, de edad Albiense medio-Cenomaniense medio. Encima se sitúa un tramo de unos 9 m de espesor de margocalizas con frecuentes nódulos silíceos, alternando con algunos paquetes margosos del orden de los 40 cm de espesor, atribuibles al Cenomaniense medio-superior. Sobre éste se disponen unos 8 m de arcillas silíceas alternantes con niveles de chert que, por su posición (ya que apenas contienen foraminíferos y nannofósiles), se atribuyen al tránsito Cenomaniense-Turoniense. Al anterior se superpone una alternancia, de unos 13 m de espesor, de niveles arcillosos, niveles calcáreos con nódulos de sílex y niveles de chert, cuya parte superior se ha datado como Turoniense inferior. Sobre éstos se sitúa una alternancia de margas y margocalizas rojas de, al menos 10 m de espesor, asignables al Turoniense medio. Se han diferenciado las zonas de *Ticinella primula*, *Biticinella breggiensis*, *Rotalipora subticinensis*, *R. ticinensis*, *R. apenninica*, *R. brotzeni*, *R. reicheli*, *R. cushmani* y *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos planctónicos, y las de *Prediscosphaera columnata* (subzonas de *Cribrosphaerella ehrenbergii* y *Tranolithus phacelosus*), *Eiffellithus turriseiffelii* (subzonas de *Hayesites albiensis*, *Prediscosphaera spinosa* y *Lithraphidites alatus*), *Corollithion kennedyi*, *Quadrum gartneri* y *Eiffellithus eximius* de nannofósiles (Tabla 1).

La sección de Los Canutos-2 (nº 2 en Fig. 3; Tabla 2) consiste, en su tramo inferior, en unos 5 m de alternancia de margas de color gris oscuro y margocalizas de color gris claro, de edad Barremiense superior. Encima se dispone un nivel de unos 80 cm, de carácter margoso-arcilloso, muy escamoso, con coloraciones negruzcas y nódulos ferruginosos hacia la mitad inferior y coloraciones

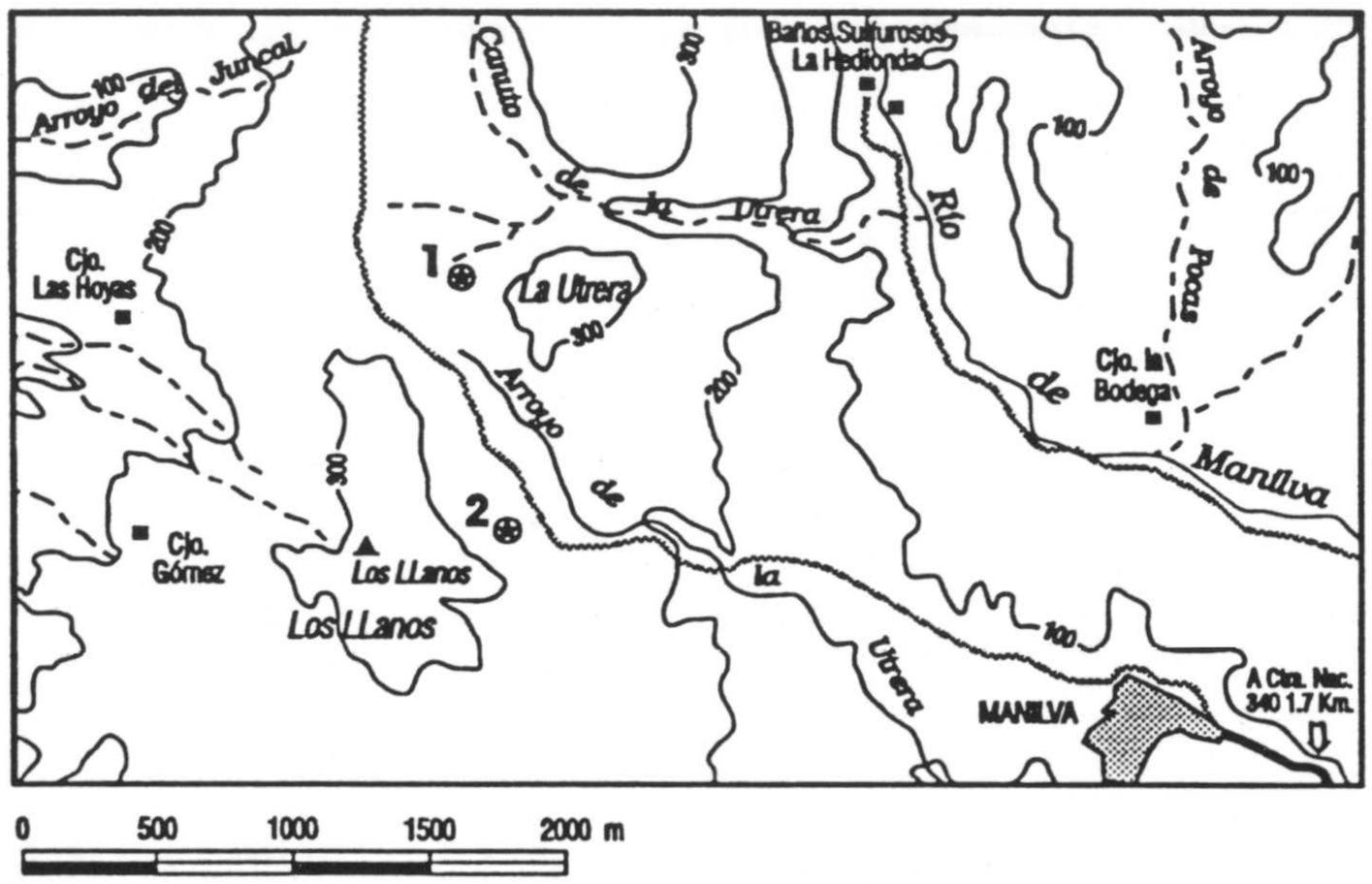

Fig. 3. Esquema de localización geográfica de las secciones de Los Canutos-1 (nº1) y Los Canutos-2 (nº2).

verdoso-amarillentas, hacia la parte superior. Hacia la mitad de este nivel existe una importante discontinuidad que pone en contacto los materiales del Barremiense superior (parte inferior oscura), con los del Albiense superior (parte superior verdosa). Sobre este nivel se dispone un tramo, de unos 14 m de espesor, con bancos entre los 5-15 cm, de una alternancia de margas y margocalizas algo arenosas, con ocasionales niveles silíceos. La coloración es gris oscura hacia la parte inferior, para terminar siendo gris clara hacia el final. Todo este tramo es de edad Albiense superior. Se han diferenciado, mediante nannofósiles, las zonas de *Micrantholithus hoschulzii* y *Eiffellithus turriseiffelii* (Tabla 2).

Tajo Almarado (Tabla 3).

La sección de Tajo Almarado (nº1 en Fig. 4) se sitúa unos 3 km al NE del Valle de Abdalajís, en la hoja 1:50.000 de Ardales (1038). Sus coordenadas UTM son: UF514917. A esta sección se accede por una pista que asciende desde el Valle de Abdalajís hasta la carretera de La Joya. Está constituida por una alternancia rítmica de margas y margocalizas rojas. Este corte fue descrito por Peyre (1974), quien dató el Campaniense, Maastrichtiense, Paleoceno, Eoceno y Oligoceno. Martín-Algarra y Martínez-Gallego (1984), describieron en detalle los materiales correspondientes al límite Cretácico-Terciario y los del Paleógeno, centrándose en el estudio bioestratigráfico de éstos últimos. Yo mismo, en un trabajo anterior (Aguado, 1986) abordé el estudio de los foraminíferos planctónicos y los nannofósiles del Campaniense, Maastrichtiense y Paleoceno de esta misma sección. Se detecta un posible hiato que afecta a los materiales de la parte baja del Maastrichtiense inferior (no se ha encontrado las zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos, ni las de *Arkhangelskiella cymbiformis* y *Lithraphidites quadratus* de nannofósiles). Se han diferenciado, en los sedimentos cretácicos, las zonas de *Globotruncanita elevata*, *Globotruncana ventricosa*, *G'ita. calcarata*, *G. falsostuarti* y *Abathomphalus mayaroensis* mediante foraminíferos planctónicos, y *Broinsonia parca*, *Ceratolithoides aculeus*, *Uniplanarius gothicus*, *Uniplanarius trifidus*, y *Micula murus* de nannofósiles. En los niveles correspondientes al límite Cretácico-Terciario existe una discontinuidad, puesta de manifiesto por la

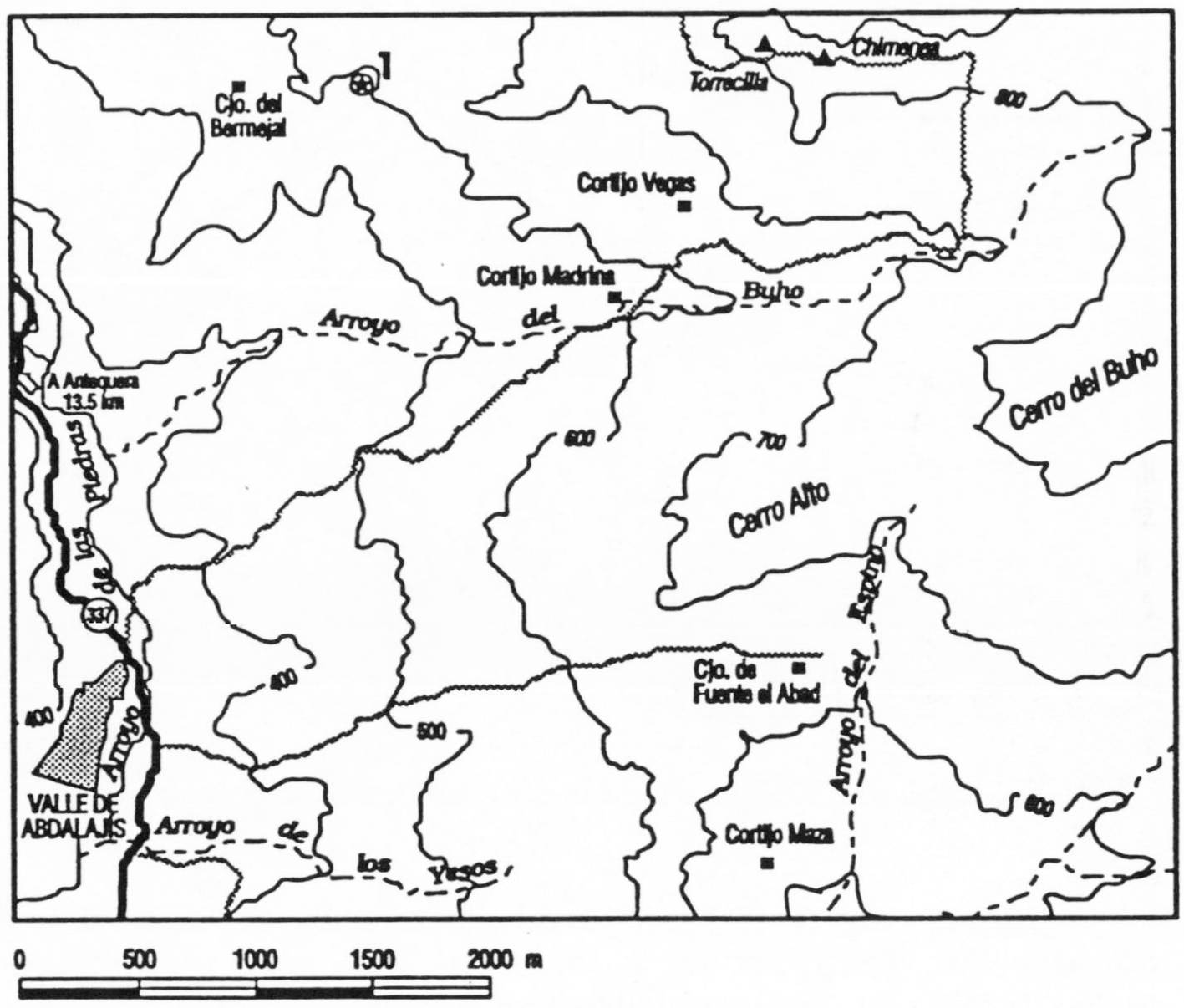

Fig. 4. Esquema de localización geográfica de la sección de Tajo Almarado (nº1).

ausencia de la Zona de *Micula prinsii* de nannofósiles y las de *Globigerina eugubina* y *Globorotalia pseudobulloides* de foraminíferos planctónicos (ver también Martín-Algarra y Martínez-Gallego, 1984).

Teba (Tabla 4).

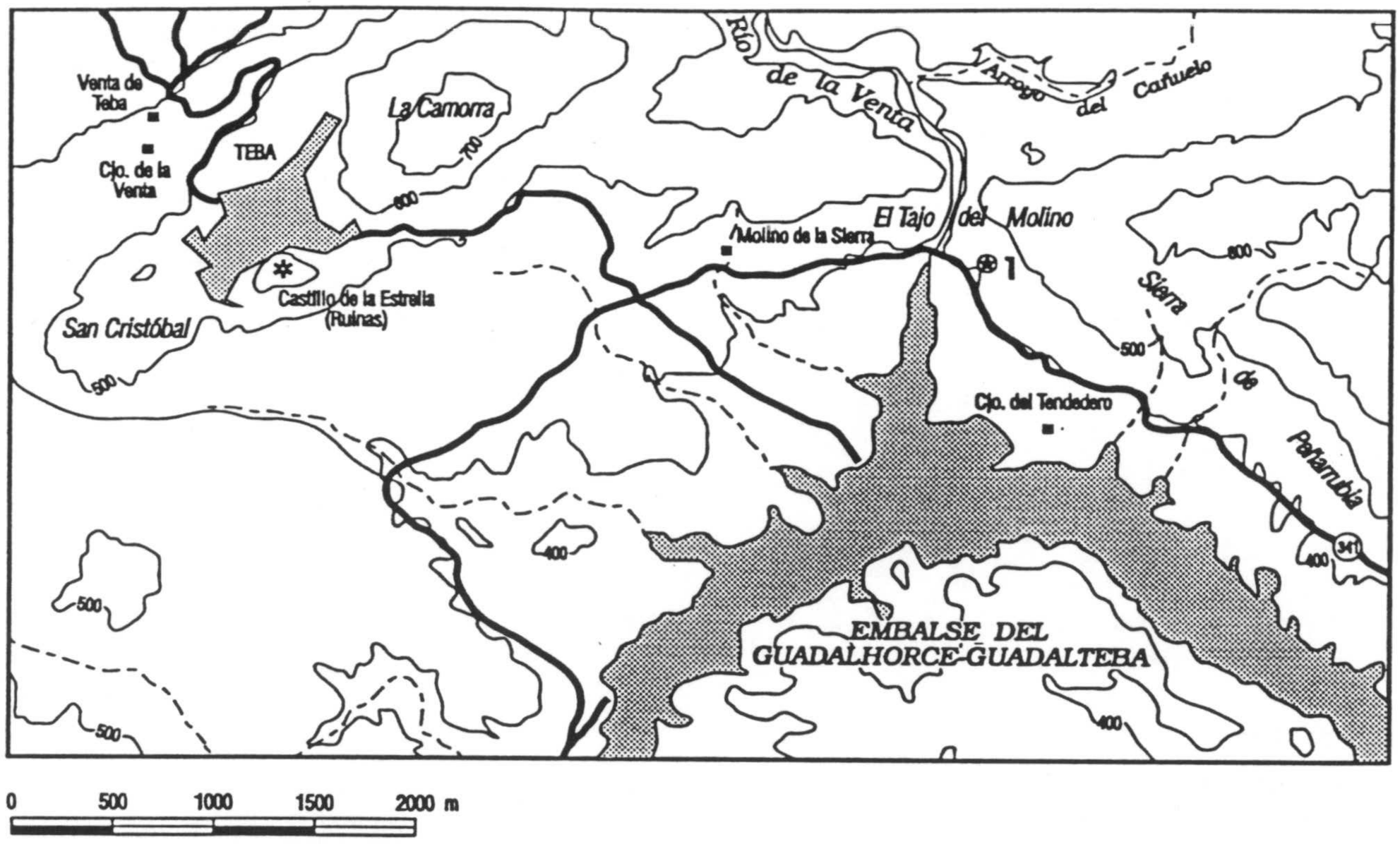

Fig. 5. Esquema de localización geográfica de la sección de Teba (nº1).

La sección de Teba (coordenadas UTM UF328945), se sitúa (nº 1 en Fig. 5) al lado derecho de la carretera comarcal 341, muy próximo al cruce entre ésta y el Río de la Venta, en la hoja 1:50.000 de Teba (1037). Presenta materiales de edades comprendidas entre el Albiense superior y el Coniaciense-Santoniense inferior. Esta sección ha sido estudiada anteriormente, mediante foraminíferos planctónicos, por Linares (1977, sección Teba-1) y Rebollo (1980, sección Teba-3), quienes describieron en detalle su litología y bioestratigrafía. Se han podido diferenciar materiales pertenecientes a las zonas de *Eiffellithus turriseiffelii* (subzonas de *Prediscosphaera spinosa* y *Lithraphidites alatus*) y *Micula decussata*. No se ha encontrado la Zona de *Corollithion kennedyi*, y las de *Quadrum gartneri* y *Eiffellithus eximius* no se pueden diferenciar por la escasa densidad del muestreo y por la mala preservación de la nannoflora.

Corredor del Boyar y Ubrique.

En la hoja 1:50.000 de Ubrique (1050), se han tomado algunas muestras sobre los materiales del Flysch del Corredor del Boyar y de Ubrique, de edad Albiense medio-superior y correspondientes, en su mayor parte, a la Zona de *Prediscosphaera columnata* de nannofósiles. No constituyen una verdadera sección.

II.3 **Subbético Interno.**

Este es uno de los dominios paleogeográficos diferenciados en la parte más meridional de la cuenca subbética dentro del margen continental sudibérico y muestra características de umbral, con un Jurásico que presenta algunas lagunas estratigráficas y una parte superior en facies "ammonitico rosso". Para una completa caracterización de éste, el lector queda remitido a los trabajos de Azéma *et al.* (1979), García-Hernández *et al.* (1980), Vera (1981,1983,1988) y Martín-Algarra *et al.* (1992).

Cjo. Cardador (Tabla 5).

La sección del Cortijo del Cardador (nº1 en Fig. 6) se sitúa en el borde NE de Sierra Gorda, dentro de la hoja 1:50.000 de Loja (1025). Sus coordenadas UTM son: VG046068. El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que asciende desde la carretera comarcal 335 (Loja-Vélez Málaga) en las proximidades de El Salar. La sección presenta materiales comprendidos entre el Tithónico superior y el Valanginiense inferior, con una posible laguna en el Berriasiense (que está mal representado y no presenta buenos afloramientos) y pertenecen a la Unidad de Sierra Gorda (Linares y Vera, 1966). Los ammonites de esta misma sección fueron estudiados por Tavera (1985, perfil T.G_{23}), en donde pueden encontrarse antecedentes y una descripción litológica. Se han muestreado los niveles correspondientes a las zonas de Burckhardticeras, Simplisphinctes y Transitorius de ammonites, y algunos bancos situados por encima, de asignación dudosa. Todo el intervalo inferior pertenece a la Zona de *Polycostella beckmannii* (Subzona de *Nannoconus compressus*), mientras que las dos muestras superiores corresponden a las zonas de *Retecapsa angustiforata* (Subzona de *Percivalia fenestrata*) y *Calcicalathina oblongata* (Subzona de *Rucinolithus wisei*).

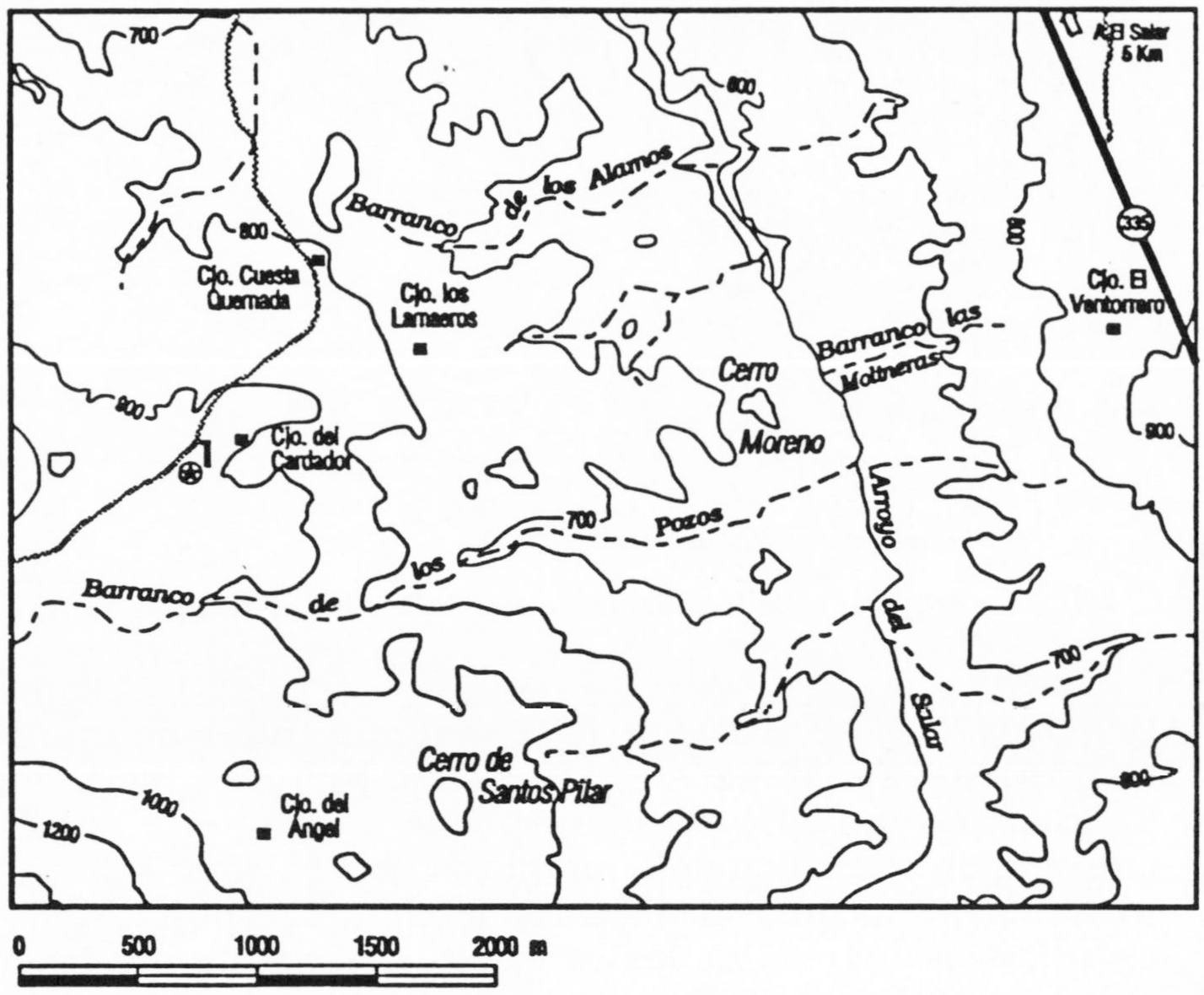

Fig. 6. Esquema de localización geográfica de la sección del Cortijo del Cardador (nº1).

Arroyo Hondo (Tabla 6).

La sección de Arroyo Hondo (nº1 en Fig. 7) se sitúa al NW del Hacho de Loja, dentro de la hoja 1:50.000 de Montefrío (1008). Sus coordenadas UTM son:

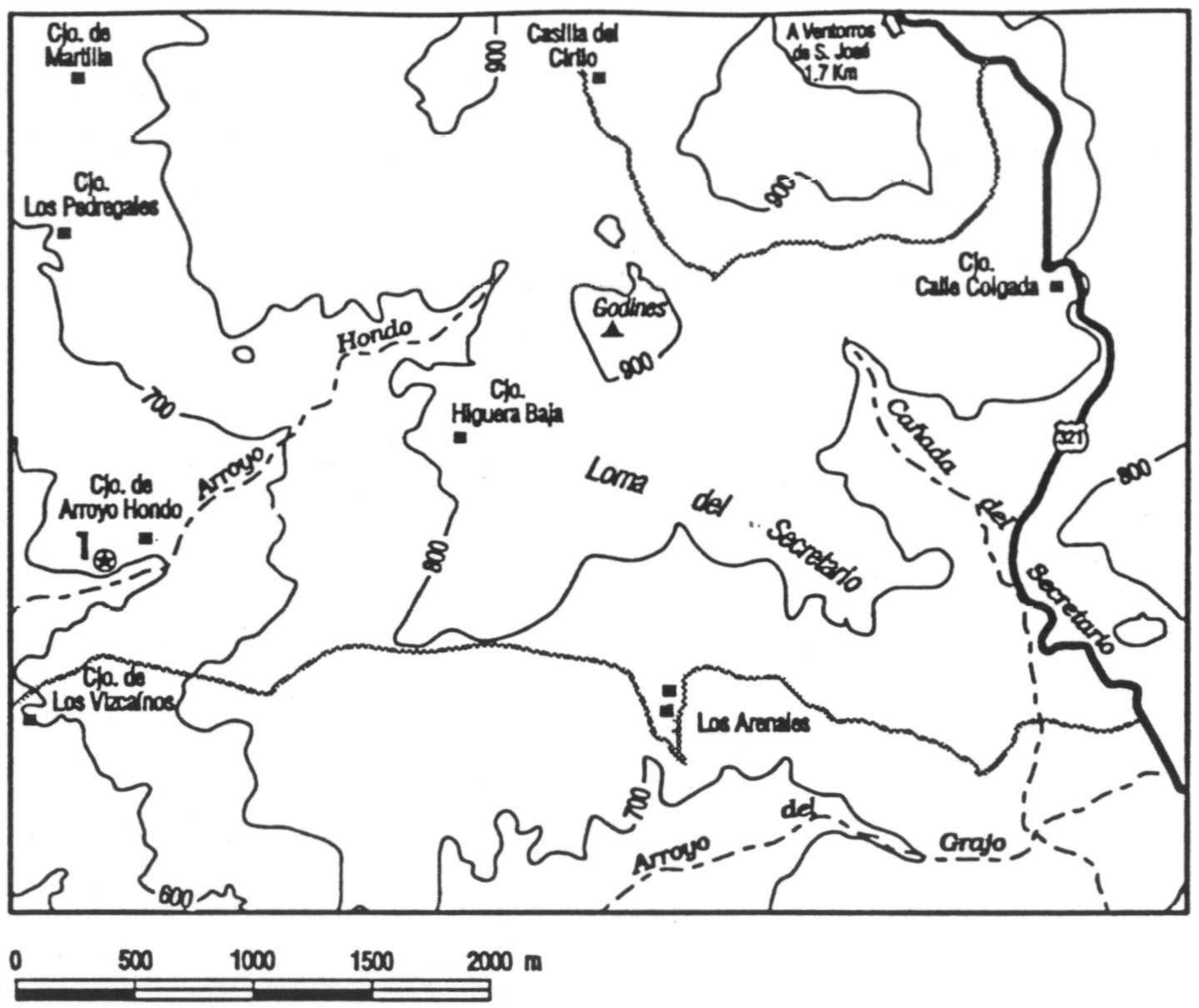

Fig. 7. Esquema de localización geográfica de la sección de Arroyo Hondo (nº1).

UG954195. El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que parte, a la altura del km 45 de la carretera nacional 321, hacia la cortijada de Los Arenales. El intervalo muestreado corresponde a una serie monótona constituida por una alternancia de paquetes margosos de colores rojizos con esporádicos niveles turbidíticos calcáreos con granoselección. El espesor de los paquetes margosos oscila entre los 3-4 m y el de los niveles turbidíticos entre los 14 y 35 cm A través de la granoselección de los paquetes turbidíticos y del estudio de los nannofósiles y foraminíferos planctónicos, se llega a la conclusión de que la serie está invertida. Los materiales de esta sección corresponden en su totalidad al Maastrichtiense superior (Aguado, 1986). Se diferencian las zonas de *Gansserina gansseri* y *Abathomphalus mayaroensis* mediante foraminíferos planctónicos, y las de *Arkhangelskiella cymbiformis* (Subzonas NBK21b y NBK21c), *Lithraphidites quadratus*, y *Micula murus* de nannofósiles.

Rambla Seca (Tabla 7).

La sección de Rambla Seca se sitúa cerca del Embalse de Valdeinfierno, en la hoja 1:50.000 de Vélez-Blanco (952). El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que une la localidad de Zarcilla de Ramos con María y Vélez-Blanco. Por razones derivadas de la exposición de los materiales, la sección fue comenzada en un lugar (nº 1 en Fig. 8, UTM WG858829) y continuada en otro punto cercano (nº 2 en Fig. 8, UTM WG873844). Contiene materiales comprendidos entre el Barremiense superior y el Aptiense superior pertenecientes a las formaciones Calderón y Parra (Kuhry, 1975). Romein (1975) estudió los nannofósiles de una sección realizada en esta misma área. Posteriormente, Aguado *et al.* (1991) realizaron el estudio de los

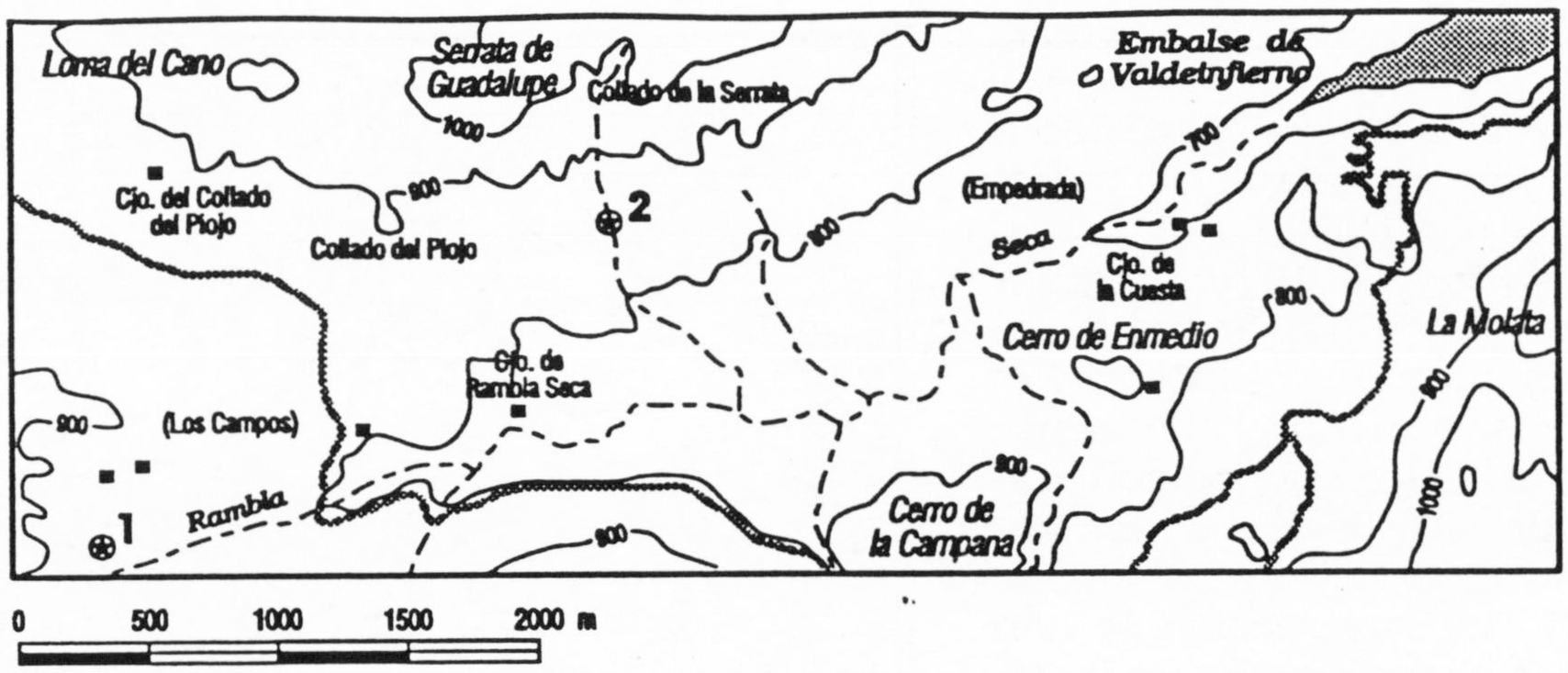

Fig. 8. Esquema de localización geográfica de la sección de Rambla Seca (nº1 y 2).

nannofósiles, radiolarios y foraminíferos planctónicos de esta misma sección, junto con un completo encuadre geológico y estratigráfico, y una descripción litológica. Se han diferenciado las zonas de *Micrantholithus hoschulzii*, *Hayesites irregularis* y *Rhagodiscus angustus* de nannofósiles, y las de *Globigerinelloides blowi* y *Hedbergella praetrocoidea* de foraminíferos planctónicos. La mala preservación de los foraminíferos planctónicos en las muestras del Aptiense superior ha impedido su determinación a nivel de zona.

II.4 **Subbético Medio.**

El Subbético Medio muestra características de surco subsidente durante la mayor parte del Jurásico, estando la sedimentación caracterizada por depósitos correspondientes a medios marinos más profundos que en los dominios adyacentes. Uno de sus aspectos más destacables es la presencia, desde el Lías inferior hasta el Cretácico inferior, de intercalaciones de rocas volcánicas submarinas básicas en la serie sedimentaria. Para una caracterización general del Subbético Medio ver los trabajos de Azéma *et al.* (1979), García-Hernández *et al.* (1980), Vera (1981,1983,19-88) y Martín-Algarra *et al.* (1992).

Sector del Río Fardes.

Esta área está situada en el sector oriental de la Comarca de los Montes Orientales y se recoge en las hojas 1:50.000 de Benalúa de Guadix (993) y Cuevas del Campo (971). Se han realizado tres secciones que afectan a materiales de edades comprendidas entre el Berriasiense superior y el Coniaciense, pertenecientes a las formaciones Peñón y Fardes (Comas, 1978), y que dentro de un esquema paleogeográfico regional se asignan al Surco Subbético Meridional. Estas secciones son las de Barranco del Abad (nº1 en Fig. 9, UTM VG857484), Río Fardes (nº2 en Fig. 10, UTM VG894503) y Río Gor (nº1 en Fig. 10, UTM VG928509).

La sección del Barranco del Abad (Tabla 8) se sitúa (a lo largo del lecho de dicho barranco, subsidiario del Río Gor) unos 7 km al SW del Balneario de Alicún de las Torres, cerca de la carretera que une esta localidad con Huélago (Fig. 9). Un estudio preliminar de los nannofósiles del tramo inferior de este perfil se realizó en

Hernández-Molina & Aguado (1991). Los materiales estudiados en esta sección pertenecen a los Miembros I y II de la Fm. Peñón y al Miembro I de la Fm. Fardes (Comas, 1978; Hernández-Molina, 1992) y tienen edades comprendidas entre el Berriasiense superior y el Albiense superior. Una descripción detallada de su litología puede encontrarse en Hernández-Molina (1992). En esta sección se han diferenciado, mediante nannofósiles, las zonas de *Retecapsa angustiforata* (subzonas de *Assipetra infracretacea* y *Percivalia fenestrata*), *Calcicalathina oblongata* (Subzona de *Rucinolithus wisei*), *Micrantholithus hoschulzii*, *Hayesites irregularis* y *Prediscosphaera columnata* (subzonas de *Cribrosphaerella ehrenbergii* y *Tranolithus phacelosus*). Debido en parte a un posible contacto mecánico entre los materiales Miembro I y Miembro II de la Fm. Peñon, y a la mala preservación de la escasa nannoflora, no pueden diferenciarse con claridad las zonas correspondientes al intervalo Valanginiense superior-Barremiense inferior.

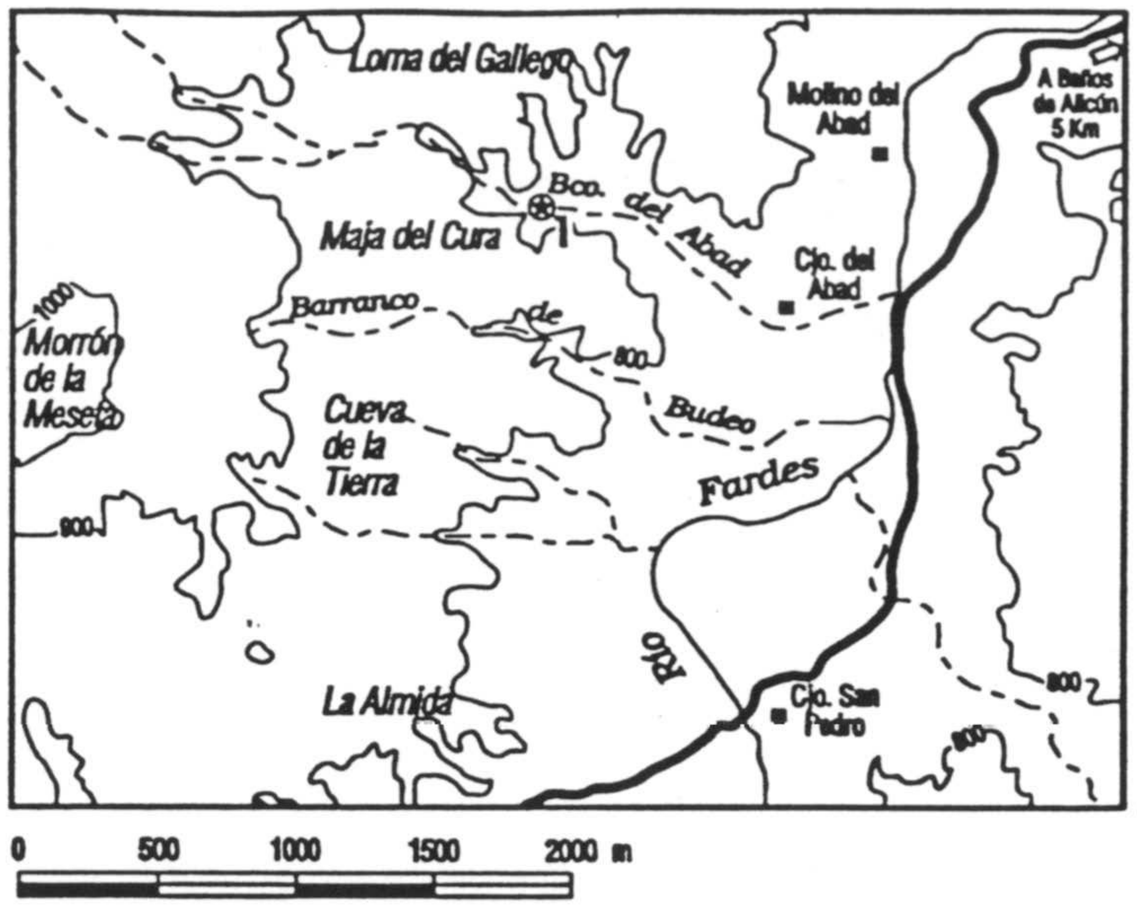

Fig. 9. Esquema de localización geográfica de la sección del Barranco del Abad (nº1).

La sección del Río Fardes se encuentra situada a lo largo de la carretera de Huélago a Villanueva de las Torres, a 1.3 km al S del empalme del Balneario de Alicún de las Torres (Fig. 10). Los materiales muestreados pertenecen a los miembros II y III de la Fm. Fardes (Comas, 1978; Hernández-Molina, 1992), aunque sólo el inferior ha suministrado nannofósiles. Se han datado materiales pertenecientes al Cenomaniense superior y Coniaciense. El Turoniense ha sido datado mediante radiolarios y foraminíferos planctónicos silicificados. Descripciones detalladas de la serie, así como columnas litológicas, pueden encontrarse en Hernández-Molina *et al.* (1991) y Hernández-Molina (1992).

La sección del Río Gor está situada en la margen derecha del Río Gor, unos 200 m al N de la carretera que une Gorafe con el Balneario de Alicún de las Torres (Fig. 10). Los materiales muestreados pertenecen al Miembro II de la Fm. Fardes (Comas, 1978; Hernández-Molina, 1992). Aunque se han estudiado muestras de toda la sección, solamente los materiales de la parte inferior contienen nannofósiles, que permiten asignar esta parte de la sección al Cenomaniense (ver Hernández-Molina *et al.*, 1991; Hernández-Molina, 1992). En los trabajos citados pueden encontrarse descripciones litológicas y columnas estratigráficas de detalle de esta sección.

La tipología de las facies presentes en estas dos secciones da lugar a la ausencia de nannofósiles en la mayoría de las muestras y a una mala preservación general en las demás. Sólo en unas pocas de las muestras estudiadas se encontraron nannofósiles, que permiten datar materiales pertenecientes a las zonas de *Eiffellithus turriseiffelii* (subzonas de *Prediscosphaera spinosa* y *Lithraphidites alatus*), *Corollithion*

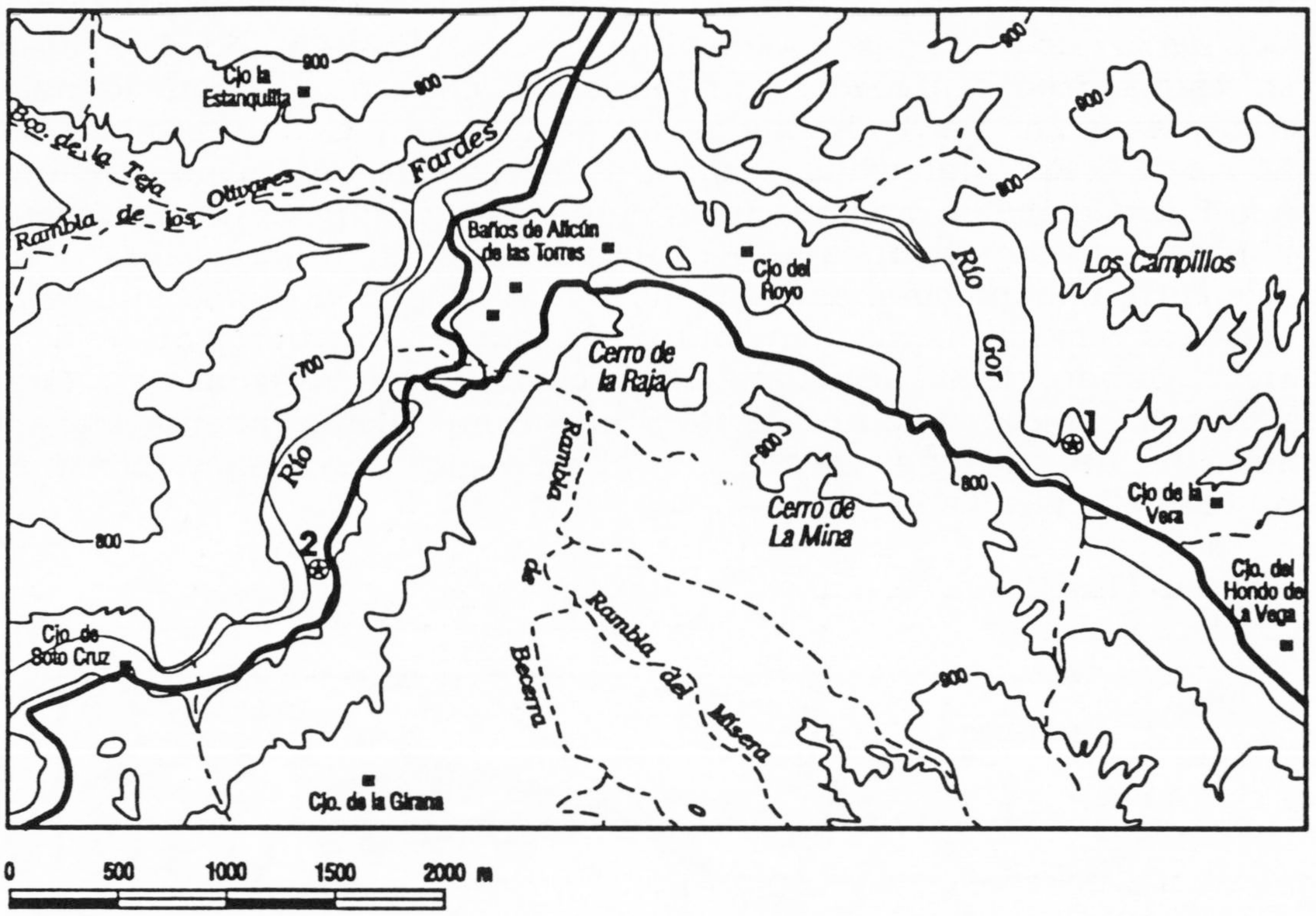

Fig. 10. Esquema de localización geográfica de las secciones de Río Gor (nº1) y Río Fardes (nº2).

kennedyi, y la parte superior (por la prcscncia dc *Marthasterites furcatus*) de la de *Eiffellithus eximius*. Las zonas correspondientes al Turoniense no han podido ser identificadas a causa de la mala preservación. En la Tabla 9 se representa un cuadro combinado de la distribución y abundancia de los nannofósiles de las secciones del Río Fardes y Río Gor. La situación detallada de las muestras puede verse en Hernández-Molina *et al*. (1991) y Hernández-Molina (1992).

Rambla de S. José (Tabla 10).

La sección de la Rambla de S. José (coordenadas UTM VG775583) se sitúa (nº1 en Fig. 11) unos 2 km al S de

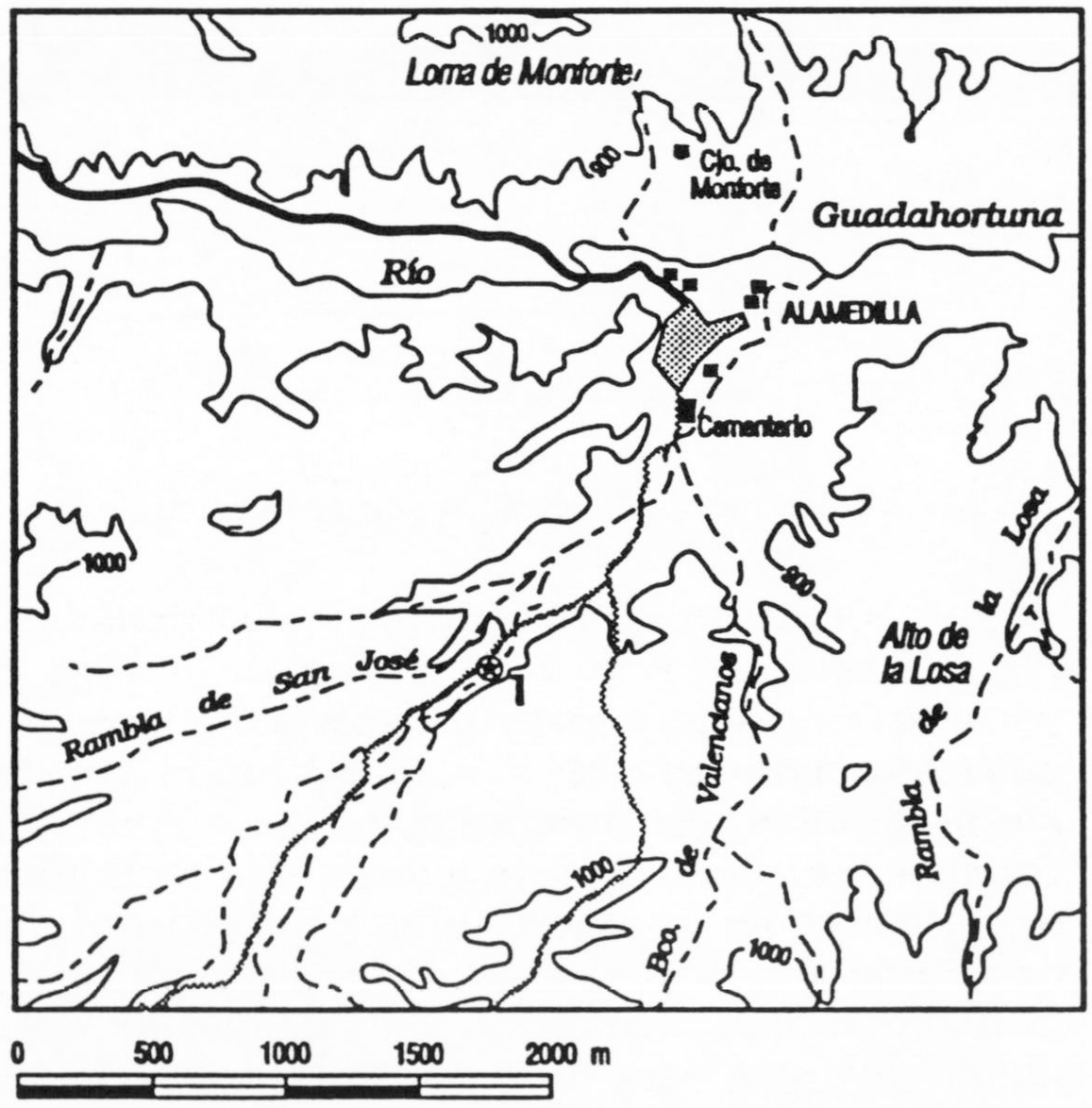

Fig. 11. Esquema de localización geográfica de la sección del Barranco de S. José (nº1).

Alamedilla, en la hoja 1:50.000 de Huelma (970). El acceso al perfil se realiza por una pista de tierra que parte desde Alamedilla, bordeando la Rambla de S. José. El perfil se ha realizado en el flanco de un anticlinal cuyo núcleo está formado por los materiales de la Fm. Fardes sobre los que se disponen, tras un posible hiato deposicional, los de la Fm. Alamedilla (Comas, 1978). Los materiales muestreados pertenecen a la Fm. Alamedilla y comprenden el intervalo Campaniense-Paleoceno inferior. La litología consiste en unos 145 m de ritmita marga-margocaliza de coloración variable entre blanquecina, asalmonada y roja, siendo la última la dominante. Los nannofósiles y foraminíferos planctónicos de esta sección fueron objeto de un trabajo anterior (Aguado, 1986). Se han diferenciado todas las zonas de foraminíferos planctónicos correspondientes al intervalo Campaniense inferior-Maastrichtiense terminal, al igual que todas las zonas y subzonas de nannofósiles definidas para este mismo intervalo (ver Tabla 10).

La Mezquita (Tabla 11).

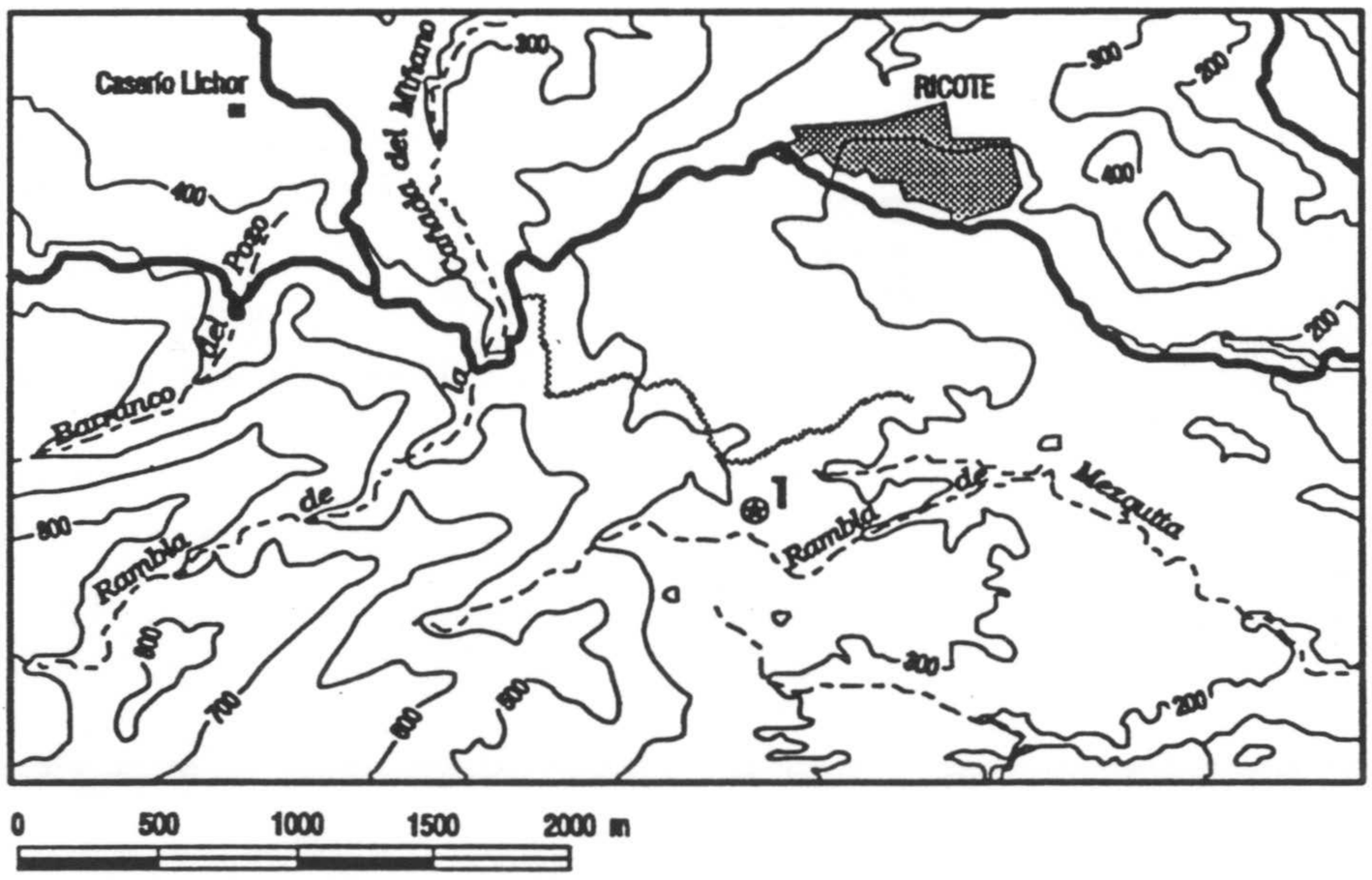

Fig. 12. Esquema de localización geográfica de la sección de la Rambla de la Mezquita (nº1).

La sección de La Mezquita (coordenadas UTM XH426233) se localiza (nº1 en Fig. 12) unos 2 km al S de Ricote, en la hoja 1:50.000 de Mula (912). El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que parte, a unos 2 km de Ricote, desde la carretera que une esta localidad con la carretera comarcal 330 entre Cieza y Mula. Los materiales muestreados son de edad Santoniense-Campaniense basal. La litología consiste en unos 20 m de alternancia monótona de margas y margocalizas de color rojo, ricas en foraminíferos planctónicos y nannofósiles. Se han diferenciado las zonas de *Dicarinella concavata*, *D. asymetrica* y la base de la de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos, y las de *Micula decussata*, *Rucinolithus hayi*, *Placozygus fibuliformis* y la base de la de *Broinsonia parca*, de nannofósiles.

Cortijo Solana de Morales (Tabla 12).

La sección del Cjo. Solana de Morales (coordenadas UTM VG292576) se localiza (nº1 en Fig. 13) unos 4 km al SE de Valdepeñas de Jaén, en la hoja 1:50.000 de Valdepeñas de Jaén (969). El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que, partiendo desde el pueblo de Valdepeñas de Jaén, bordea las estribaciones del Alto de los Noguerones y discurre paralelo al cauce del Arroyo Carboneros (Fig. 13). Esta sección corresponde al estratotipo de la Fm. Carbonero (Molina, 1987), perteneciente a la Unidad del Ventisquero-Sierra del Trigo (Sanz de Galdeano, 1973), en la transición Subbético Medio-Subbético Externo. Descripciones detalladas de su litología pueden encontrarse en Molina (1987) y Aguado *et al.* (1992b) y los aspectos mineralógicos de algunas secciones de esta formación se discuten en López-Galindo (1986). El estudio de los nannofósiles y radiolarios de esta sección ha sido, recientemente, objeto de un trabajo (Aguado *et al.*, 1992b). El intervalo muestreado corresponde a una edad Barremiense superior-Aptiense superior, habiéndose datado materiales de las zonas de *Micrantholithus hoschulzii*, *Hayesites irregularis* y *Rhagodiscus angustus* (Subzona de *Eprolithus floralis*).

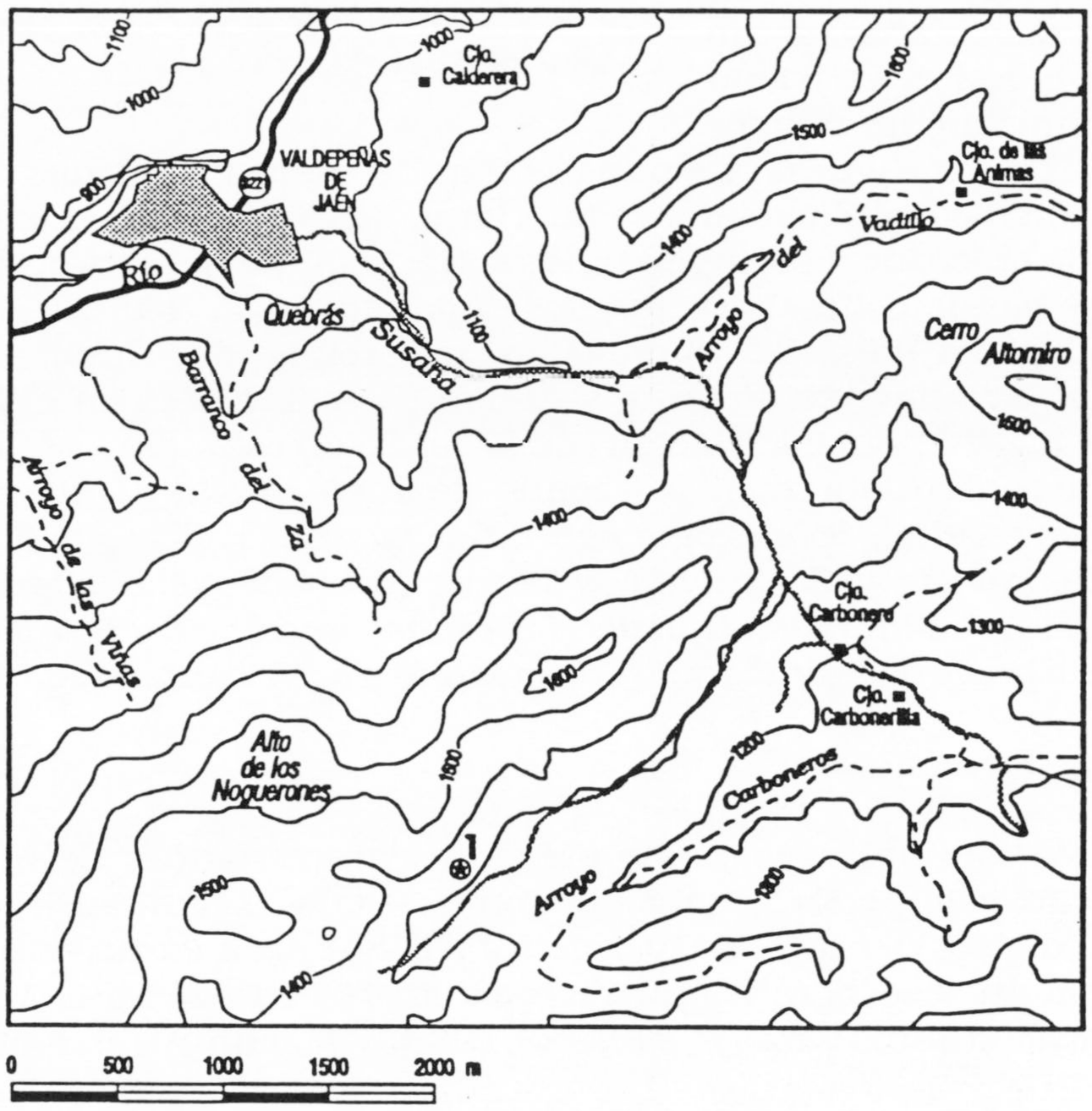

Fig. 13. Esquema de localización geográfica de la sección del Cortijo Solana de Morales (nº1).

La Frontera (Tabla 13).

Esta sección (nº1 en Fig. 14, coordenadas UTM VG468610) se localiza unos 3.5 km al NE de Campillo de Arenas, en parte sobre el talud de la carretera nacional 323

(Bailén-Motril), frente al Restaurante La Frontera, en la hoja 1:50.000 de Valdepeñas de Jaén (969). Los términos más altos de la serie afloran a lo largo del cauce de un pequeño barranco afluente del Río Guadalbullón. En el sector de Campillo de Arenas existe el precedente de un trabajo anterior de González-Donoso *et al.*, (1974) quienes, basándose en la microfauna, describen la presencia de materiales de edad Aptiense. El perfil estudiado consiste en un tramo inferior, de unos 95 m de espesor, de una alternancia de margas negras a grises oscuras con margocalizas más claras, sobre el que se superpone el tramo superior, esencialmente margoso y de coloraciones oscuras, de unos 100 m de espesor. La edad de los materiales está comprendida entre Barremiense inferior y, probablemente, Albiense medio. Esta sección ha sido objeto de algunos estudios sobre la fauna de ammonites, foraminíferos planctónicos, nannofósiles y radiolarios (Aguado *et al.* 1988,1992; O'Dogherty y Martínez-Gallego, 1989). Se diferencian las zonas de Hugii, Compressissima, Moutoniceras, Barremense, Feraudi y Astieri de ammonites en el Barremiense (ver más adelante Fig. 26 para correlación con la zonación estándar). Mediante foraminíferos planctónicos se distinguen las zonas de *Hedbergella sigali*, *Globigerinelloides blowi*, *H. praetrocoidea*, *Schackoina cabri*, *G. algerianus*, *Planomalina cheniourensis*, *Ticinella bejaouaensis* y *T. primula*, y las de *Nannoconus bucheri* (Subzona de *N. circularis*), *Micrantholithus hoschulzii*, *Hayesites irregularis* y *Rhagodiscus angustus* (subzonas de *Eprolithus floralis* y *Braarudosphaera africana*) mediante nannofósiles.

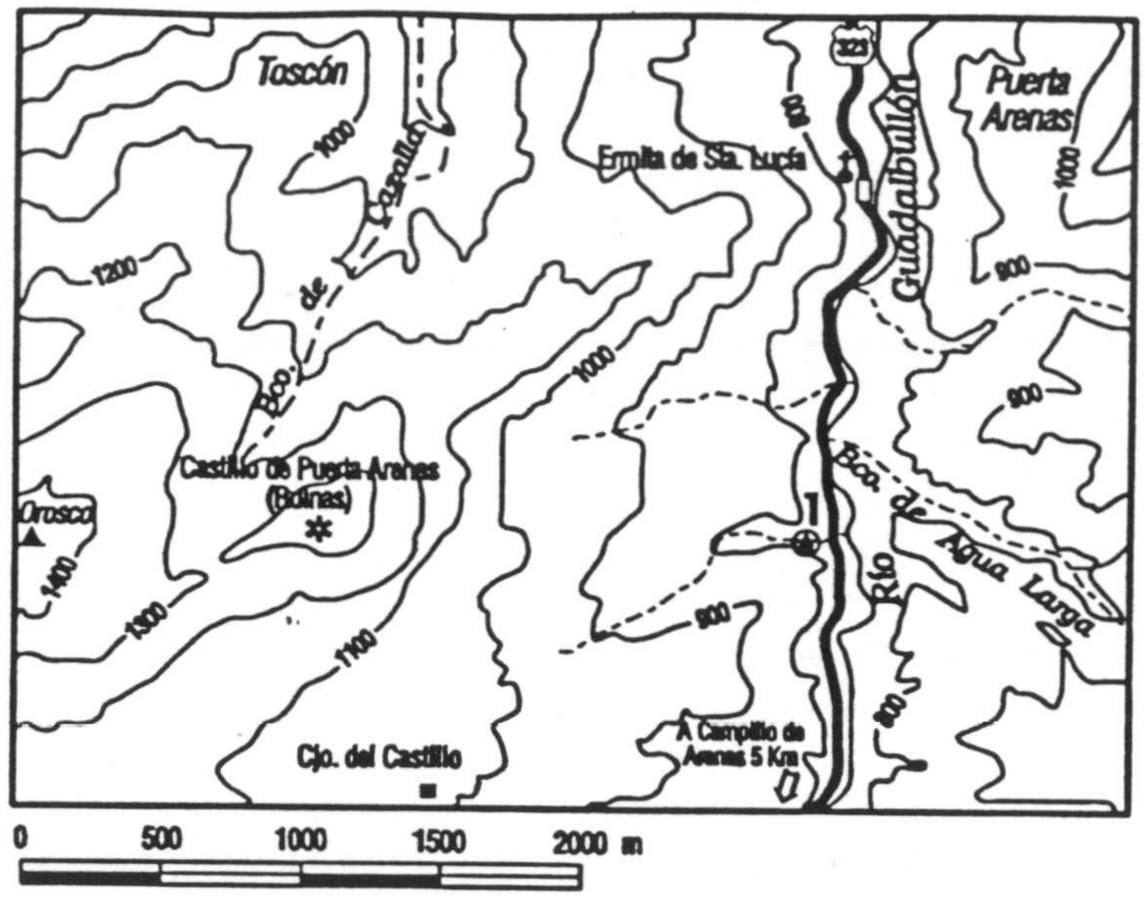

Fig. 14. Esquema de localización geográfica de la sección de La Frontera (nº1).

II.5 **Subbético Externo**.

Este dominio paleogeográfico presenta características de umbral durante el Jurásico medio y superior, con emersiones locales seguidas de karstificación y formación de diques neptúnicos (Vera et al., 1984). Una caracterización general del de este dominio paleogeográfico puede encontrarse en Azéma *et al.* (1979), García-Hernández *et al.* (1980), Vera (1981,1983,1988) y Martín-Algarra *et al.* (1992).

La Coronilla.

En el cerro de La Coronilla, situado unos 2 km al N de Castillo de Locubín, en la hoja 1:50.000 de Alcaudete (968), se han realizado dos secciones Coronilla-1 (nº1 en Fig. 15, coordenadas UTM VG175565) y Coronilla-2 (nº2 en Fig. 15, coordenadas UTM VG169556), que comprenden materiales de edad Hauteriviense superior-Barremiense superior. El acceso se realiza a través de una pista de tierra que, desde el Río de S. Juan, asciende por la falda S del cerro de La Coronilla.

El perfil de La Coronilla-1 (Tabla 14) consiste en una alternancia de margas y margocalizas de color gris claro a verdoso, de edad Hauteriviense superior-Barremiense inferior. La fauna de ammonites de estos mismos niveles está en fase de estudio por algunos de los miembros del Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Según M. Company (comunicación personal), la fauna del Barremiense corresponde por entero a la Zona de Hugii de ammonites. Se ha detectado, mediante ammonites, un posible hiato deposicional que afectaría a los materiales del Hauteriviense superior y, probablemente, algo del Barremiense inferior. Se han diferenciado, mediante nannofósiles, las zonas de *Cruciellipsis cuvillieri* (Subzona de *Lithraphidites bollii*) y *Nannoconus bucheri* (subzonas de *Conusphaera rothii* y *N. circularis*). La Subzona de *C. rothii*, correspondiente al Hauteriviense superior está reducida tan sólo a un par de niveles.

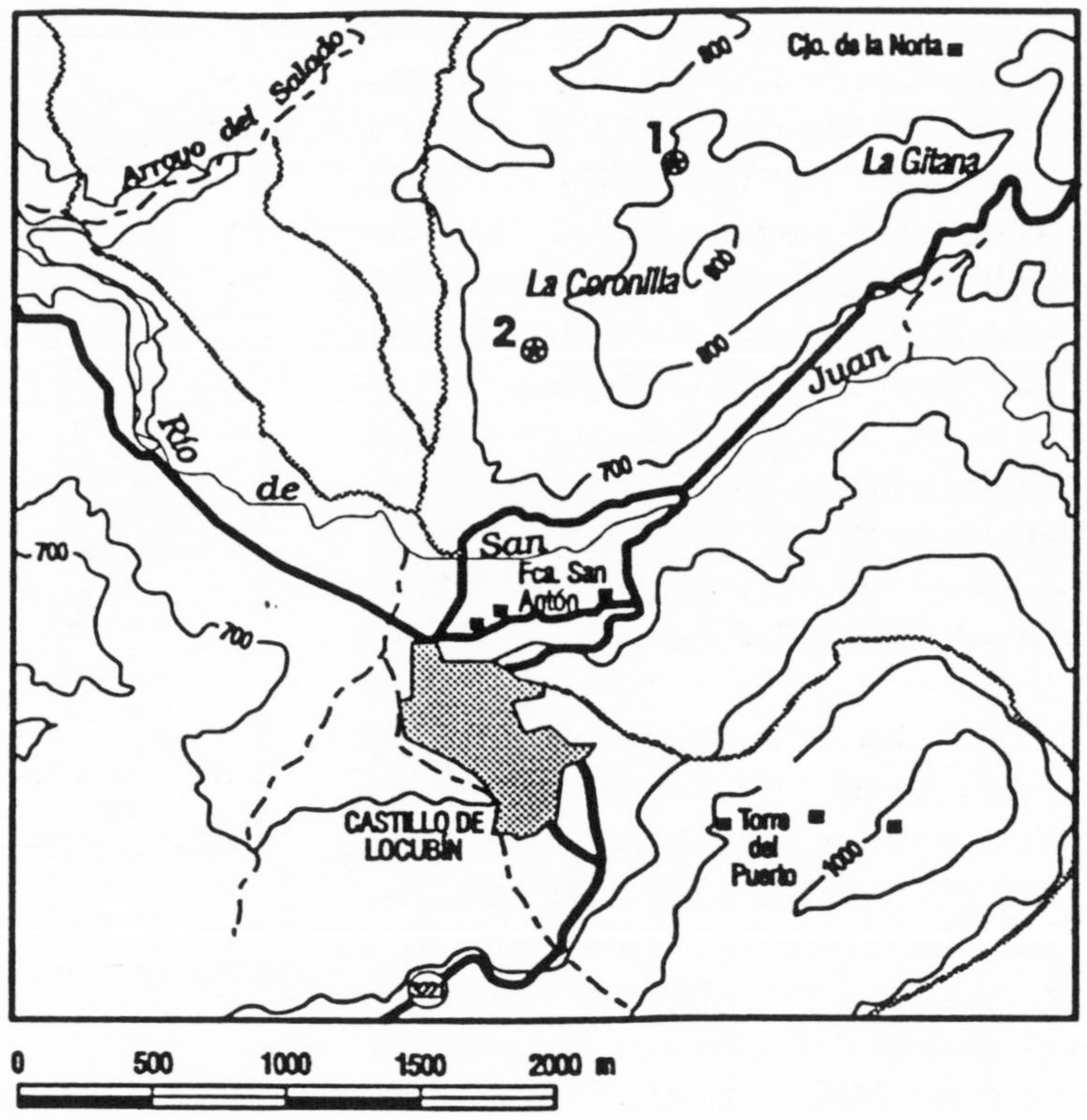

Fig. 15. Esquema de localización geográfica de las series Coronilla-1 (nº1) y Coronilla-2 (nº2).

El perfil de La Coronilla-2 (Tabla 15) consiste también en una alternancia de margas y margocalizas de colores claros (gris, amarillo, verde) de edad Barremiense superior. Su fauna de ammonites se encuentra también en fase de estudio por losmiembros de este Departamento. Según M. Company (comunicación personal), los niveles inferiores (1-5, ver Tabla 15) probablemente correspondan a la Zona de Caillaudianus, y los superiores a la Zona de Vandenheckii, por lo que estaría representado el tránsito Barremiense inferior-Barremiense superior. Todo el intervalo corresponde a la Zona de *Micrantholithus hoschulzii* de nannofósiles.

Puerto Escaño (Tabla 16).

La sección de Puerto Escaño (nº1 en Fig. 16, coordenadas UTM UG861452 se sitúa unos 1.5 km al E de Carcabuey, en la hoja 1:50.000 de Lucena (989). El acceso al perfil se realiza a través de una pista de tierra que, desde Carcabuey, parte en dirección a Puerto Escaño, atravesando el Arroyo del Pontón. En los materiales de esta sección se han muestreado los niveles correspondientes al Tithónico superior y Berriasiense. La fauna de ammonites de esta sección fue previamente estudiada por Tavera (1985); en Tavera *et al.* (1992) se estudian los materiales de las zonas de Durangites y Jacobi (tránsito Jurásico-Cretácico) mediante ammonites, calpionellas y nannofósiles, estableciéndose una correlación entre los tres grupos. En los trabajos previamente citados puede encontrarse una caracterización estratigráfica de la sección, cuyos materiales pertenecen geológicamente al Subbético Externo meridional.

La sección estudiada engloba las zonas de Durangites, Jacobi, Andrussowi y Boissieri de ammonites. Se han diferenciado, mediante nannofósiles, las zonas de *Polycostella beckmannii* (con sus cuatro subzonas), *Nannoconus steinmannii* ssp. *steinmannii*, y *Retecapsa angustiforata* (Subzona de *Assipetra infracretacea*).

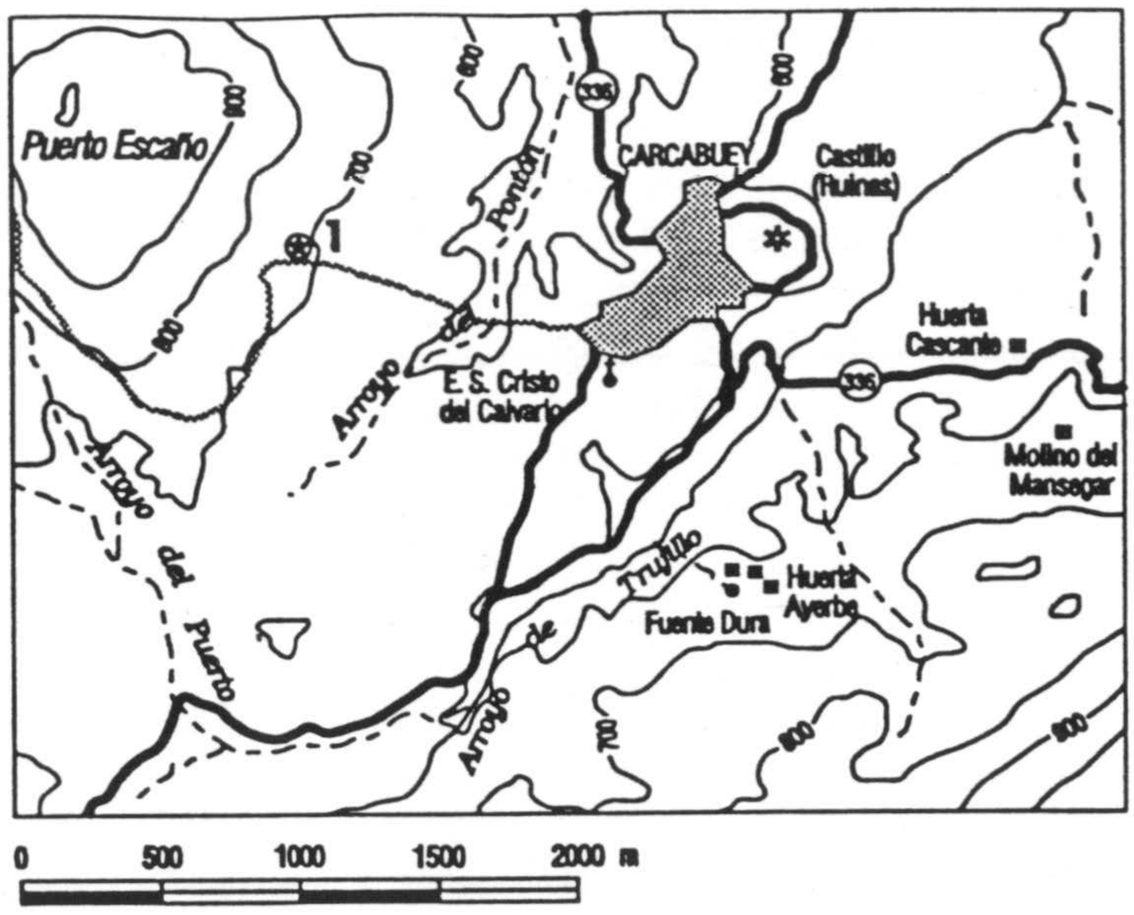

Fig. 16. Esquema de localización geográfica de la sección de Puerto Escaño (nº1).

Sector del Río Quípar-Río Argos.

Para algunos autores (Van Veen, 1969), las series de los sectores del Río Quípar y las del Río Argos, al SW de Caravaca, pertenecen a dos unidades tectónicas adyacentes (Loma de la Solana y Buitre, respectivamente) mientras que para otros (Fallot, 1945) ambas pertenecen a la misma unidad tectónica. En cualquier caso, la evolución paleogeográfica de ambos sectores puede ser considerada conjuntamente (Rey y Vera, 1988; García-Hernández *et al.*, 1989). Descripciones de la serie cretácica pueden encontrarse también en Fallot (1931, 1943, 1945), Paquet (1969) y Kuhry (1972). Esta área se encuentra representada en las hojas 1:50.000 de Caravaca (910) y Cehegín (911).

En el sector del Río Quípar, entre 3 y 6 km al S de Cehegín se han realizado numerosas secciones en materiales de edad Berriasiense superior-Valanginiense. Los perfiles muestreados en este sector son: Río Quípar-1 (nº1 en Fig. 17, UTM XH051137), Cañada Lengua-1 (nº3 en Fig. 17, UTM XH049139), Cañada Lengua-2 (nº2 en Fig. 17, UTM XH049138), Río Quípar-2 (nº4 en Fig. 17, UTM XH049134) y Bco. Garranchal (nº5 en Fig. 17, UTM XH038116). Varios de estos perfiles han sido previamente descritos y estudiada su fauna de ammonites por Company y Tavera (1982), Tavera (1985) y Company (1987). El acceso a estas secciones se hace a través de una pista que parte hacia el sur desde Cehegín y que asciende junto a los márgenes del Río Quípar.

La sección de Río Quípar-1 (Tabla 17) corresponde a materiales del tránsito Berriasiense-Valanginiense, y se ha levantado prácticamente en la confluencia entre el Río Quípar y el Bco. de Cañada Lengua (Fig. 17). El espesor muestreado corresponde a unos 6 m, de los cuales, los 0.5 m inferiores presentan una litología de calizas nodulosas rojas, en facies de "ammonítico rosso" del Berriasiense superior, que terminan con un nivel de unos 20 cm de una calcarenita a calcirudita gris formada por fragmentos de equinodermos y otros organismos. Sobre este nivel se disponen 4.5 m de una alternancia de margas y margocalizas de color gris azulado, de edad Valanginiense inferior. Todo el intervalo corresponde a la Zona de *Retecapsa angustiforata* (Subzona de *Percivalia fenestrata*) de nannofósiles.

La sección de Cañada Lengua-1 (Tabla 18) corresponde también a materiales del tránsito Berriasiense-Valanginiense (zonas de Boissieri y Otopeta de ammonites), con una litología idéntica a la del perfil anterior, aunque con pequeñas variaciones de potencia. Se corresponde con el perfil M.CL de Company y Tavera (1982), Tavera (1985) y Company (1987), quienes estudiaron su fauna de ammonites, y en él se realizó un estudio magnetoestratigráfico del tránsito Berriasiense-Valanginiense (Ogg *et al.*, 1988). Mediante nannofósiles se ha distinguido la Zona de *Retecapsa angustiforata* (subzonas de *Assipetra infracretacea* y *Percivalia fenestrata*). Se ha observado que la primera aparición de *P. fenestrata* tiene lugar muy próxima al límite Berriasiense-Valanginiense.

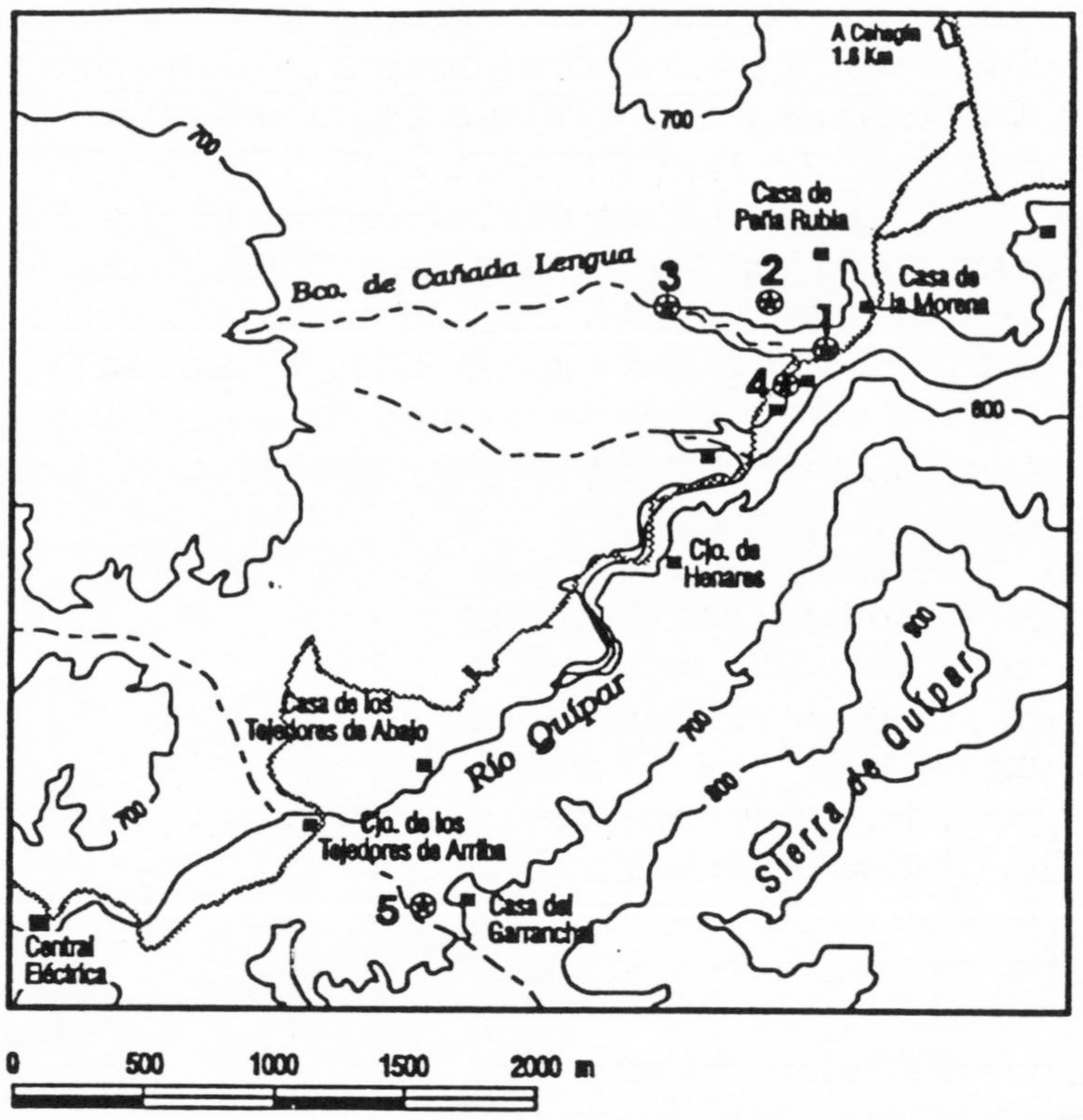

Fig. 17. Esquema de localización de las secciones de Río Quípar-1 (nº1), Cañada Lengua-2 (nº2), Cañada Lengua-1 (nº3), Río Quípar-2 (nº4) y Barranco del Garranchal (nº5).

La sección de Cañada Lengua-2 (Tabla 19) comprende materiales pertenecientes al Valanginiense inferior (zonas de Otopeta, Pertransiens y Salinarium de ammonites). Se trata de unos 30 m de una alternancia de margas y margocalizas de coloraciones gris azuladas. En esta sección, la zona de Otopeta presenta un mayor espesor que en las anteriores. Los ammonites de esta sección están en curso de estudio por M. Company, según el cual (comunicación personal) pueden diferenciarse las zonas de Otopeta, Pertransiens y Salinarium. Se han diferenciado las zonas de *Retecapsa angustiforata* (Subzona de *Percivalia fenestrata*) y *Calcicalathina oblongata* (Subzona de *Rucinolithus wisei*) de nannofósiles.

La sección de Río Quípar-2 (Tabla 20) comprende materiales del Valanginiense superior. La fauna de ammonites de esta misma sección (M.Qp$_1$) fue estudiada por Company (1987), quien identificó las zonas de Verrucosum y Pachydicranus. La litología es una alternancia rítmica de unos 20 m de potencia de margas y margocalizas amarillentas en superficie y grises azuladas en corte fresco, siendo generalmente más abundantes los niveles duros excepto en la parte superior. Mediante nannofósiles se puede diferenciar la Zona de *Calcicalathina oblongata* (Subzona de *Tubodiscus verenae*) y la base de la Zona de *Cruciellipsis cuvillieri* (Subzona de *Cretarhabdus loriei*).

La serie de la sección del Bco. del Garranchal (Tabla 21) fue descrita por Paquet (1969) y por Company (1987). El intervalo muestreado en este trabajo se corresponde exactamente con la sección M.BG de Company (1987), y comprende materiales de la parte alta del Valanginiense inferior y la mayor parte del Valanginiense superior

(zonas de Pertransiens, Salinarium, Verrucosum y Pachydicranus de ammonites). Todo el intervalo corresponde a la Zona de *Calcicalathina oblongata* (subzonas de *Rucinolithus wisei* y *Tubodiscus verenae*) de nannofósiles.

En la cuenca del Río Argos, al S y SW de Caravaca, se han realizado tres secciones que comprenden materiales de edad Valanginiense-Paleoceno inferior. Estas secciones son la del Cortijo de Santa Inés (nº1 en Fig. 18, UTM XH005160) y Barranco del Gredero (nº2 en Fig. 18, UTM WH983147) y la del Río Argos (nº1 en Fig. 19, UTM WH957153). El acceso a todas ellas se realiza a través de la carretera comarcal 330, en el tramo entre Barranda y Caravaca.

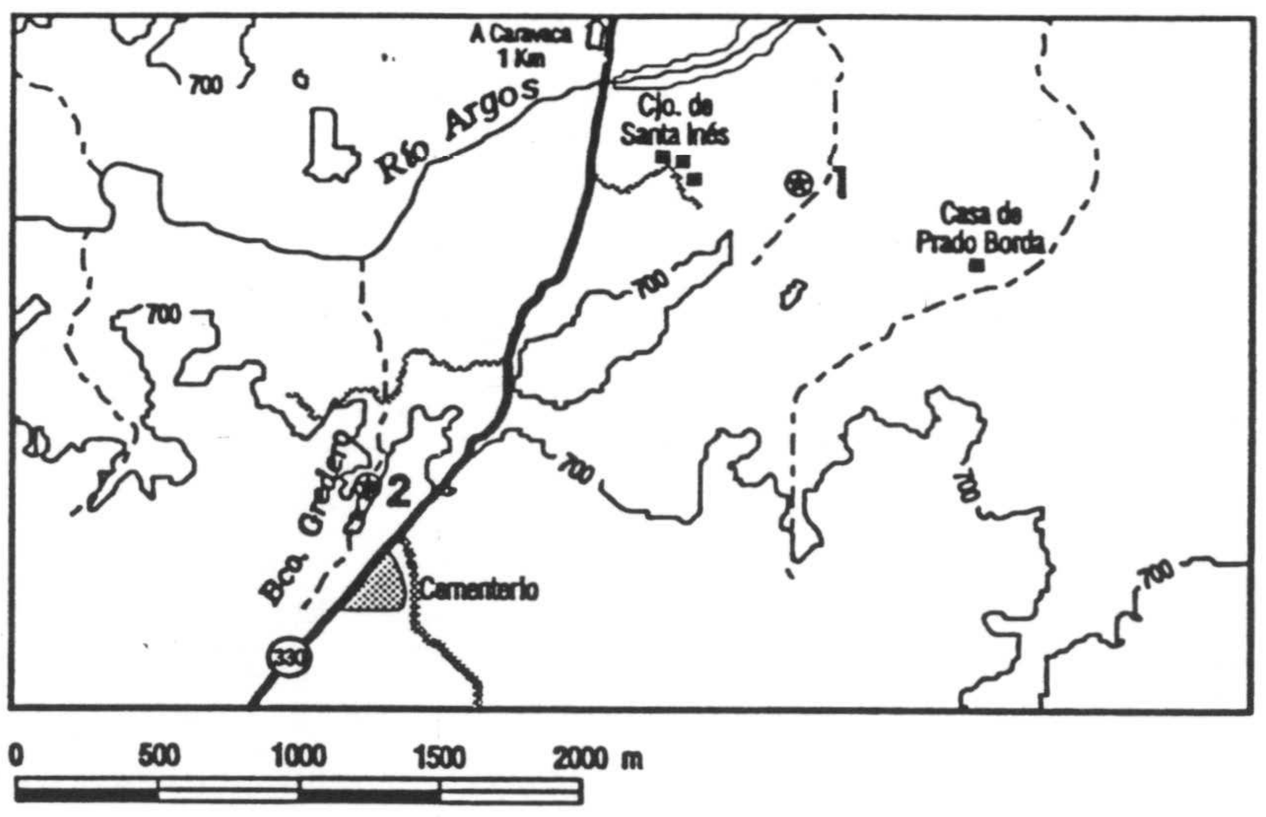

Fig. 18. Esquema de localización geográfica de las secciones del Cortijo de Sta. Inés (nº1) y del Barranco del Gredero (nº2).

La sección del Cortijo. de Sta. Inés (nº1 en Fig. 18; Tabla 22) comprende en total unos 320 m de materiales de litología variada, pertenecientes a la Unidad de la Loma de la Solana (formaciones Miravetes, Represa y Quípar-Jorquera de Van Veen, 1966,1969) y edad Valanginiense-Maastrichtiense. La parte inferior de este perfil se corresponde, aproximadamente con la sección 2 de Kuhry (1972). El acceso al perfil se realiza por la carretera comarcal 330, a través de una pista de tierra hasta el Cortijo de Santa Inés, para partir desde aquí andando en dirección a la Casa de Prado Borda, en cuyas proximidades se encuentra la base de la sección. El tramo inferior consiste en unos 70 m de alternancia de margas y margocalizas amarillentas, muy laminadas, de edad Valanginiense, que culminan en un potente banco calcáreo con una leve pátina ferruginosa. En este nivel existe un importante hiato deposicional que afecta al intervalo Valanginiense superior-Albiense superior. Sobre el tramo inferior, y concordantemente, se disponen unos 68 m de una alternancia de margas, margocalizas y niveles turbidíticos, más frecuentes hacia la base y prácticamente ausentes hacia el techo, de edad Albiense superior-Cenomanense superior. Encima se sitúan unos 60 m de alternancia de margas, margocalizas, y niveles calcáreos con nódulos silíceos, con predominio de los niveles duros, de edad Cenomaniense superior-Coniaciense inferior. Encima existe un tramo cubierto por los aluviones de un barranco, y que se estima del orden de unos 14 m Sobre el tramo cubierto se disponen unos 95 m de alternancia de margas y margocalizas de colores asalmonados, rojos y blanquecinos, correspondientes al Santoniense y Campaniense, siendo más frecuentes los niveles duros hacia la parte inferior. La serie culmina con unos 10 m de alternancia de margas, niveles turbidíticos calcáreos y margocalizas de edad, probablemente, Maastrichtiense inferior. Mediante nannofósiles se han identificado las zonas de *Calcicalathina oblongata* (Subzonas de *Rucinolithus wisei* y *Tubodiscus verenae*) y la base de la de *Cruciellipsis cuvillieri* (Subzona de *Cretarhabdus loriei*), y las de *Eiffellithus turriseiffelii* (subzonas de *Hayesites albiensis*, *Predis-*

cosphaera spinosa y *Lithraphidites alatus*), *Corollithion kennedyi*, *Eiffellithus eximius*, *Micula decussata*, *Rucinolithus hayi*, *Broinsonia parca*, *Uniplanarius gothicus* y *U. trifidus* (subzonas de *Reinhardtites anthophorus* y *R. levis*). Debido a la mala preservación no ha sido posible diferenciar la Zona de *Quadrum gartneri*. Tampoco se ha encontrado la Zona de *Ceratolithoides aculeus*, posiblemente por razones derivadas de la densidad de muestreo. Los foraminíferos planctónicos han permitido identificar las zonas de *Rotalipora apenninica*, *R. brotzeni*, *R. reicheli*, *R. cushmani*, *Dicarinella primitiva*, *D. concavata*, *D. asymetrica*, *Globotruncanita elevata*, *Globotruncana ventricosa* y *G'ita. calcarata*. Debido a la pésima preservación no se han podido diferenciar las zonas del Turoniense.

Los materiales de la sección del Barranco del Gredero (nº 2 en Fig. 18; Tabla 23) pertenecen a la Unidad de la Loma de la Solana, y dentro de ésta, a la Fm. Quípar-Jorquera (Van Veen, 1966,1969) y presentan excelentes condiciones para el estudio del límite Cretácico-Terciario. En este sentido merecen destacarse los trabajos de Hillebrandt (1974), por su estudio de los foraminíferos planctónicos de los materiales terciarios, y de Romein (1977) por su estudio de los nannofósiles. El muestreo realizado en el presente estudio se ha limitado a los niveles del Maastrichtiense superior y del Paleoceno basal incluyendo, como es natural, los del límite Cretácico-Terciario. Mediante nannofósiles se han reconocido las zonas de *M. murus* y *M. prinsii* y la Zona de *A. mayaroensis* de foraminíferos planctónicos.

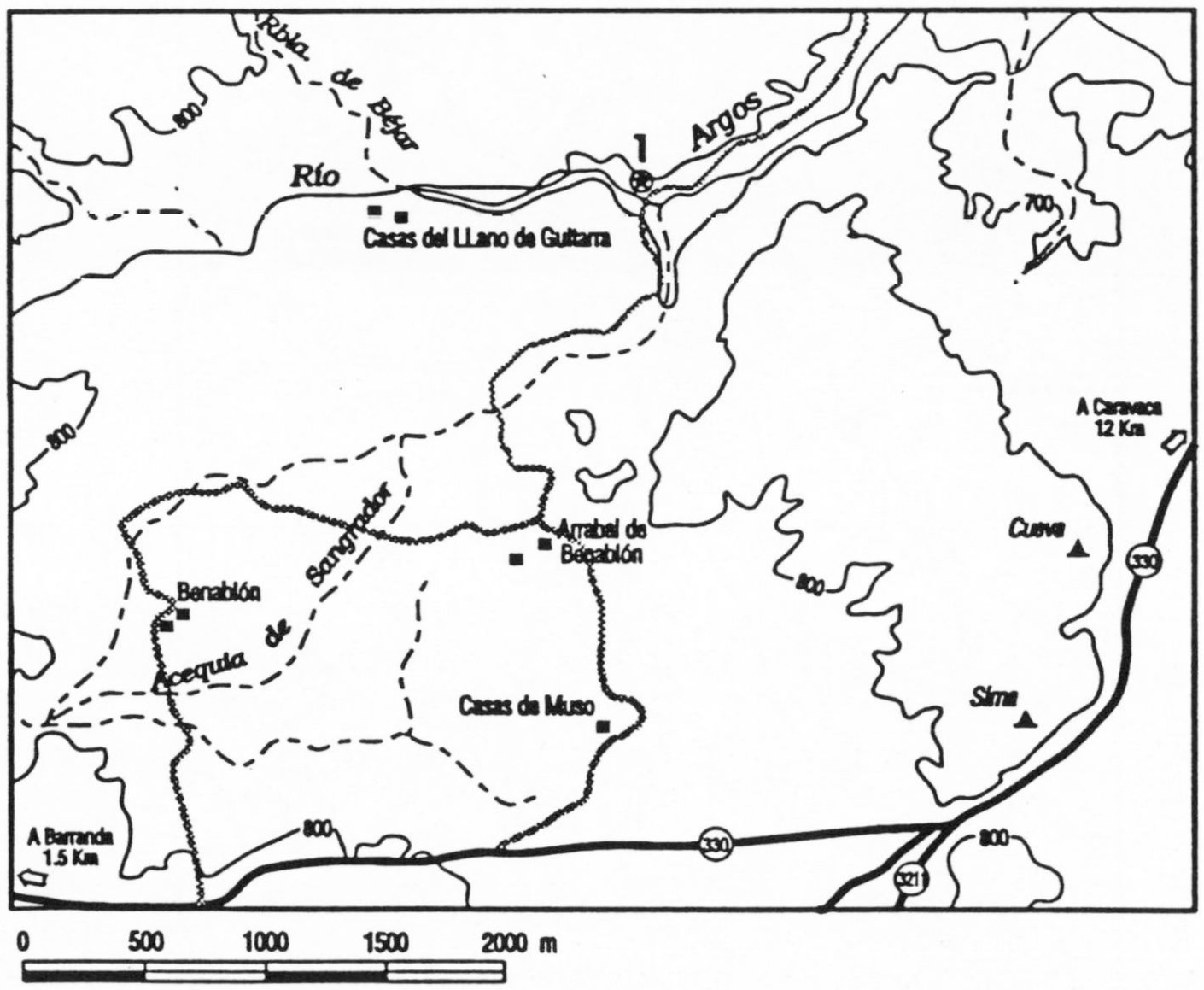

Fig. 19. Esquema de localización geográfica de la sección del Río Argos (nº1).

El acceso a la sección del Río Argos (nº1 en Fig. 19; Tabla 24) se realiza a través de una pista secundaria que parte de la carretera comarcal 330 a unos 3.5 km desde Barranda en dirección a Caravaca, atraviesa el Arrabal de Benablón y desciende por la margen izquierda del Río Argos. El intervalo muestreado comprende la parte superior de la Fm. Miravetes y la Fm. Argos y, según Van Veen (1969), se encuadra

en una unidad tectónica diferenciada (Unidad del Buitre) de la Unidad de la Loma de la Solana. Descripciones detalladas de la serie se pueden encontrar en Van Veen (1966, 1969). Hermes (1966) y Kuhry (1971) estudiaron los foraminíferos planctónicos. Aunque el afloramiento presenta un tramo cubierto se han identificado los materiales del Barremiense superior, Aptiense superior y parte alta del Albiense medio. Se detecta un hiato entre los materiales del Aptiense superior (incompleto) y los del Albiense medio, dentro de la Fm. Argos. Mediante nannofósiles se han identificado las zonas de *Micrantholithus hoschulzii*, *Rhagodiscus angustus* (Subzona de *Eprolithus floralis*) y *Prediscosphaera columnata* (Subzona de *Tranolithus phacelosus*). Los foraminíferos planctónicos han permitido caracterizar el Aptiense superior mediante *Globigerinelloides ferreolensis* y el Albiense medio, mediante la Zona de *Biticinella breggiensis*.

II.6 **Unidades Intermedias.**

Ruiz-Ortiz (1980) propuso el término de "Dominio intermedio" para la región que ocuparía originariamente una posición entre las zonas Subbética y Prebética. Esta zona tiene individualidad tectónica (es cablagada por el Subbético y a su vez cabalga sobre el Prebético) y presenta características estratigráficas propias de surco pelágico.

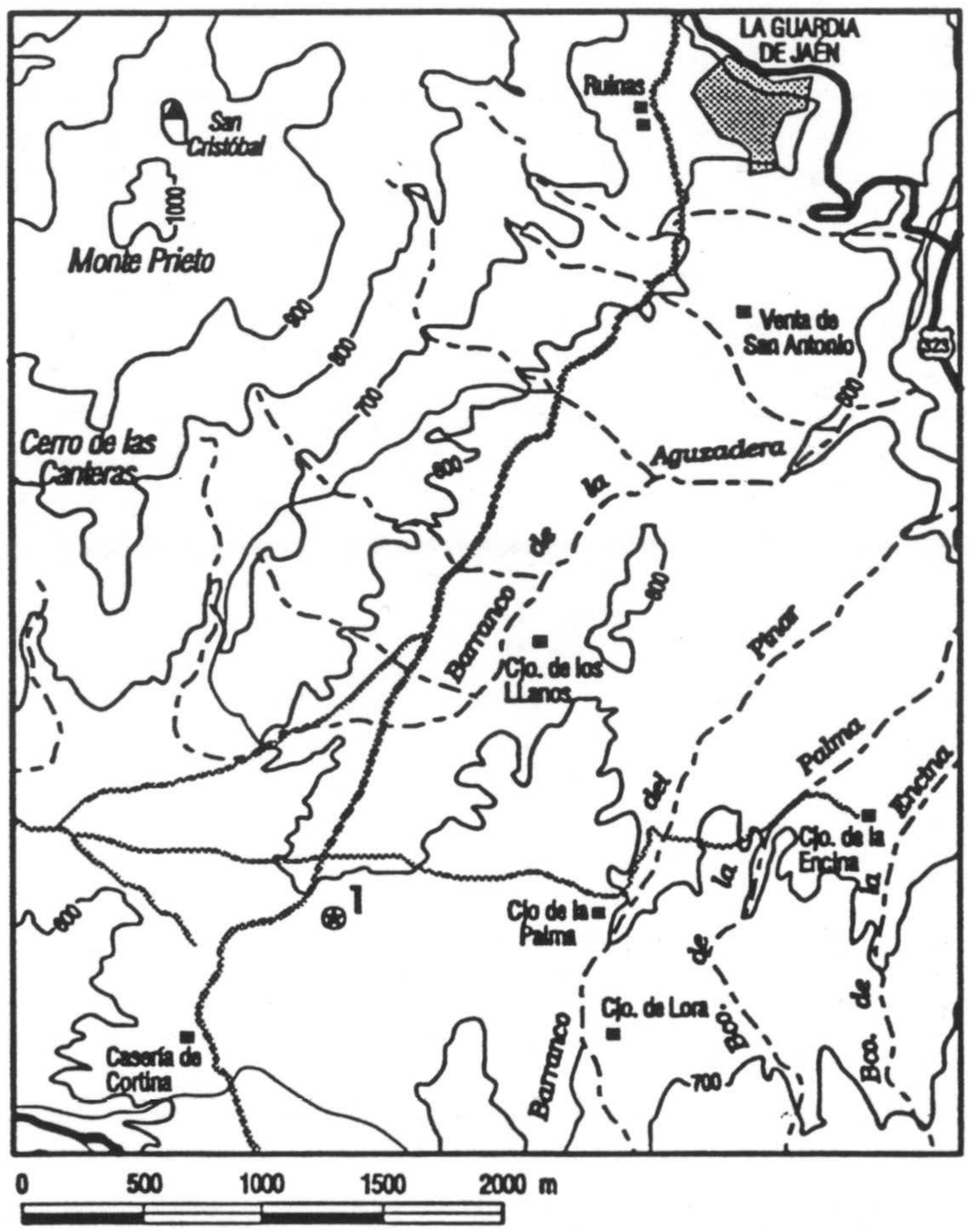

Fig. 20. Esquema de localización geográfica de la sección de La Guardia (nº1).

La Guardia (Tabla 25).

La sección de La Guardia (nº 1 en Fig. 20, coordenadas UTM VG375737) se sitúa en la hoja 1:50.000 de Jaén (947), unos 5 km al SSW de La Guardia de Jaén junto a la pista hacia Puerto Alto, aproximadamente 1 km antes de llegar a la Casería de la Cortina. Los materiales de esta sección pertenecen, en su mayor parte, a la Fm. Los Villares, y los últimos niveles a la Fm. Cerrajón (Ruiz-Ortiz, 1980), dentro de la Unidad de Jabalcuz-San Cristóbal (Sanz de Galdeano, 1973). La litología consiste en una alternancia de unos 160 m de margas y margocalizas de color gris azulado, en niveles de espesor variable que no suele sobrepasar los 50 cm Hacia el techo de la sección comienzan a aparecer intercalaciones de materiales detríticos finos que denotan el comienzo de la Fm. Cerrajón. La mayor parte de esta misma sección (exceptuando la parte más inferior) fue estudiada mediante ammonites por Braga *et al.* (1982), asignándola al intervalo Hauteriviense superior-Barremiense basal, mediante las Zonas de Sayni, Ligatus, Compressissima y Pulchella. Los nannofósiles han permitido diferenciar, en esta sección, las zonas de *Cruciellipsis cuvillieri* (subzonas de *Cretarhabdus loriei* y *Lithraphidites bollii*) y *Nannoconus bucheri* (subzonas de *Conusphaera rothii* y *N. circularis*).

Cerro de los Leones (Tabla 26).

Esta sección (nº1 en Fig. 21, coordenadas UTM UG643584) se sitúa al borde

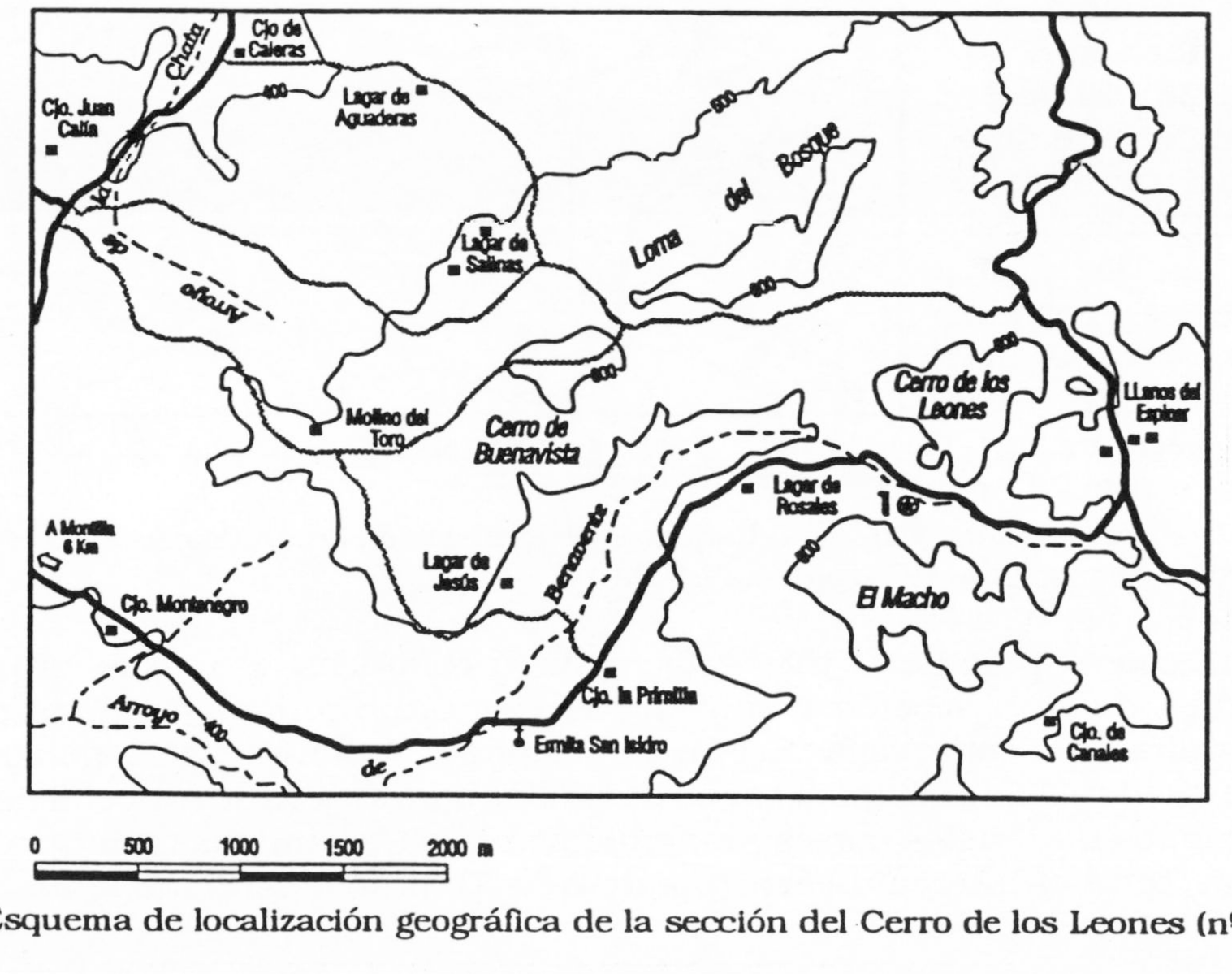

Fig. 21. Esquema de localización geográfica de la sección del Cerro de los Leones (nº1).

de la carretera que conduce a Montilla, en la falda S del Cerro de los Leones, en la hoja 1:50.000 de Montilla (966). Litológicamente consiste en unos 60-70 m de niveles calcáreos grises con nódulos de sílex, entre los que se intercalan algunos niveles margosos, de edad Turoniense. Sobre este intervalo se dispone una alternancia de margas y margocalizas de edad Coniaciense-Maastrichtiense y coloración variable entre crema y rojo en las que sólo se han podido tomar escasas muestras. Su

potencia, aunque es difícilmente evaluable, se estima en unos 500 m. En el tramo inferior se han reconocido, mediante foraminíferos planctónicos, el Turoniense inferior (por la presencia de *Whiteinella archaeocretacea* y *Helvetoglobotruncana praehelvética*) y el medio (*H. helvetica*). Los nannofósiles, aunque muy mal preservados, han permitido diferenciar las zonas de *Q. gartneri* y *E. eximius*. Las muestras de la parte superior de la sección pertenecen a las zonas de *Dicarinella primitiva*, *Globotruncana ventricosa* y *Gansserina gansseri* de foraminíferos y a las de *Eiffellithus eximius*, *Ceratolithoides aculeus* y *Arkhangelskiella cymbiformis* (Subzona NBK21b) de nannofósiles, respectivamente.

Cerro de la Trompeta (Tabla 27).

Esta sección (nº1 en Fig. 22, coordenadas UTM WG37-4913), se sitúa unos 11 km al N de Huéscar, en la falda occidental del Cerro de la Trompeta, a medio camino entre éste y el Barranco de la Virgen, en la hoja 1:-50.000 de San Clemente (926). El acceso al perfil se realiza a través de una pista que parte desde el Cortijo de Mazagrán y asciende por la margen derecha del Barranco de la Virgen. La sección consiste en unos 28 m de una alternancia de margas y margocalizas de color gris azulado, con esporádicas intercalaciones turbidíticas arenosas muy finas. Los ammonites de esta sección están en fase de estudio por miembros del Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Según M. Company (comunicación personal), en este perfil se pueden diferenciar las zonas de Caillaudianus y Vandenheckii de ammonites, por lo que los materiales corresponden al tránsito Barremiense inferior-Barremiense superior. Todo el intervalo corresponde a la Zona de *Micrantholithus hoschulzii* de nannofósiles.

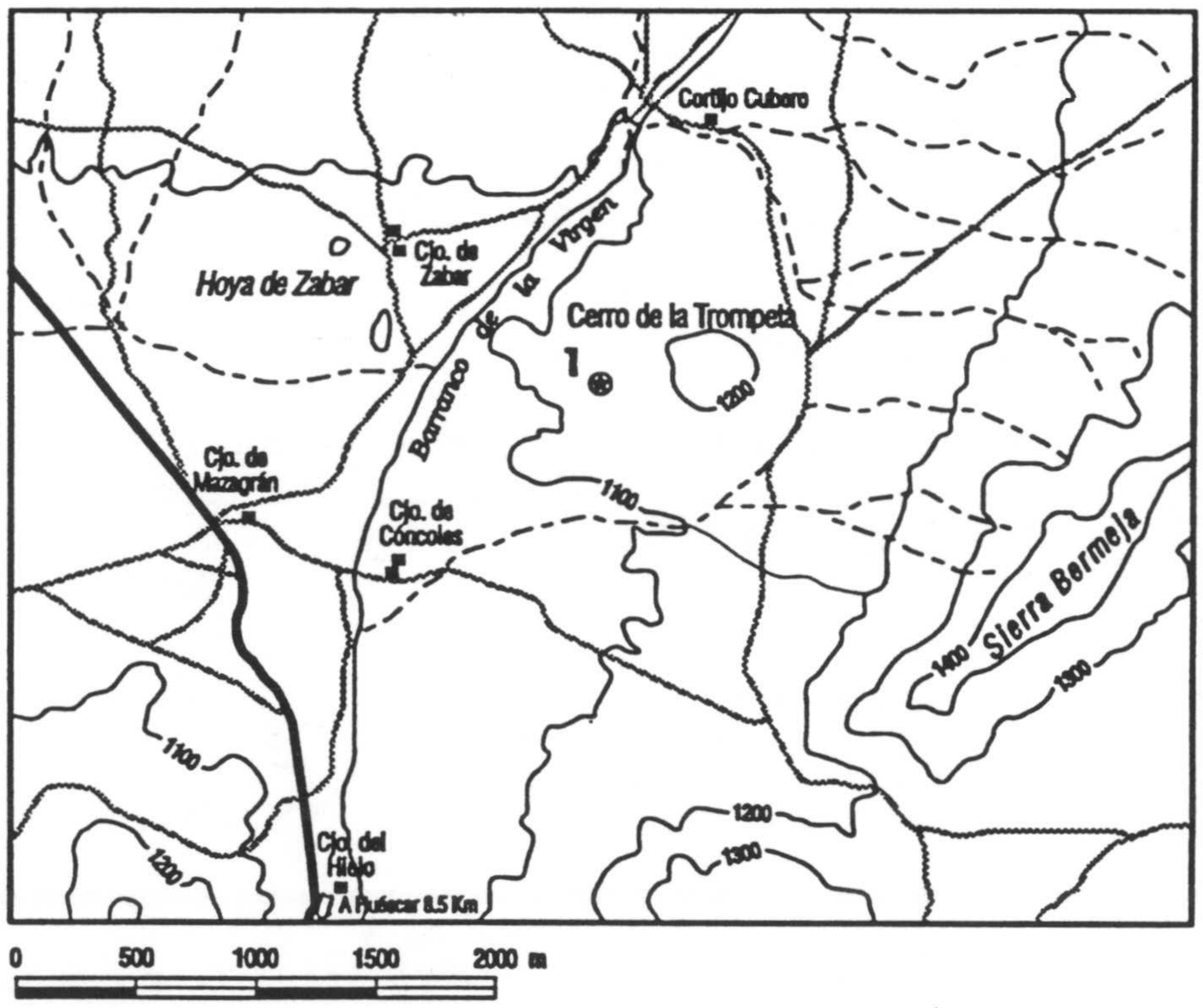

Fig. 22. Esquema de localización geográfica de la sección del Cerro de la Trompeta (nº1).

Area de Fortuna.

Los pequeños macizos de las Sierras del Corque y Lúgar, unos 10 km al NW de Fortuna (Fig. 23) constituyen una unidad paraautóctona intercalada entre el Prebético y las unidades alóctonas del Subbético (Company *et al.*, 1992). Algunos de los afloramientos de esta zona han sido atribuidos alternativamente al Prebético Interno

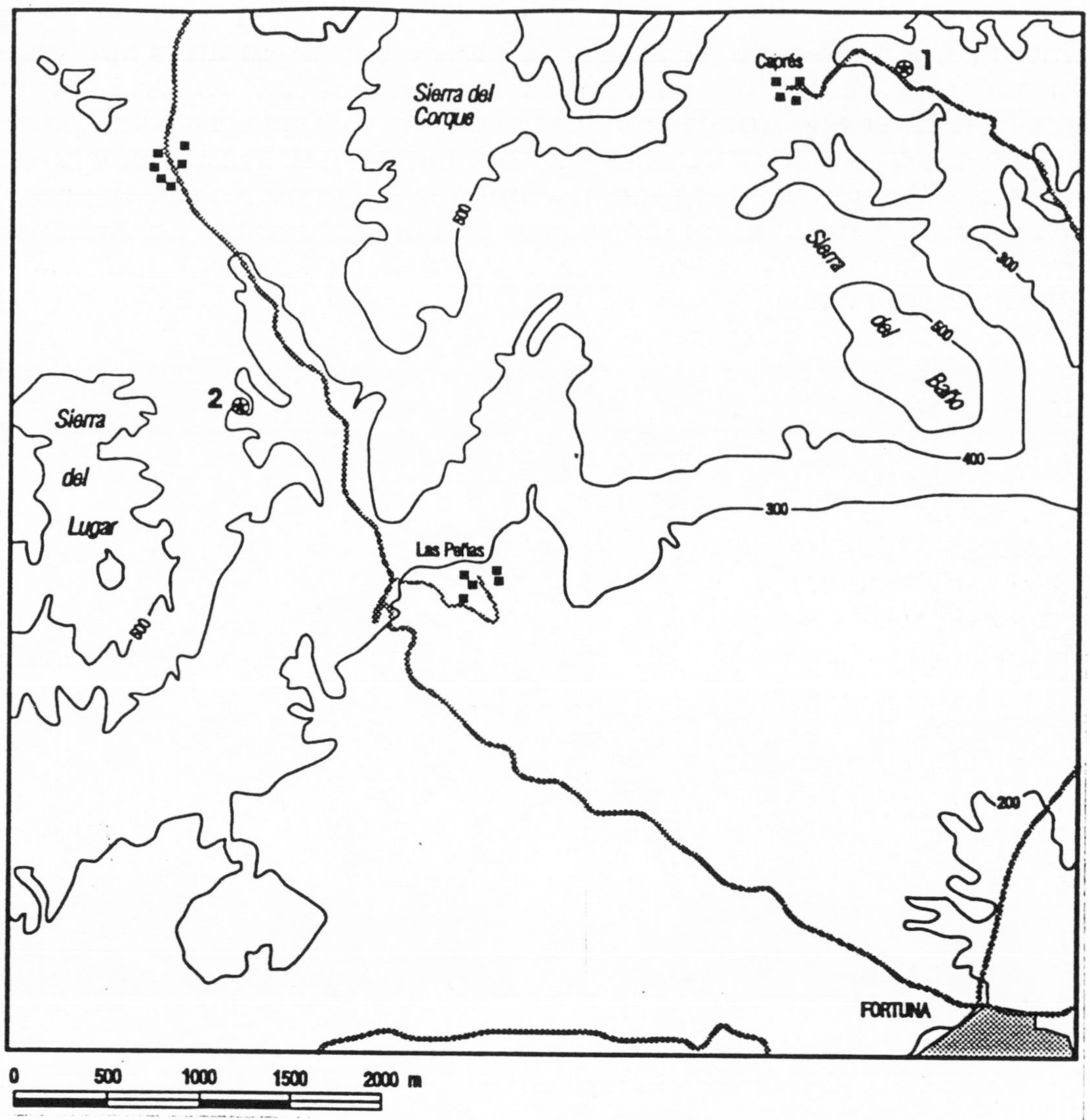

Fig. 23. Esquema de localización geográfica de las secciones de Caprés (nº1) y Sierra de Lúgar (nº2).

(Azéma, 1977), a las Unidades Intermedias (Azéma, 1966) y al Subbético (Seyfried, 1978). En este área se han realizado dos secciones, la de Sierra de Lúgar (nº2 en Fig. 23, UTM XH601313) y la de Caprés (nº1 en Fig. 23, UTM XH??????). En ambas, el número de muestras estudiado ha sido pequeño, por lo que no se adjunta esquema de distribución. La sección de la Sierra de Lúgar se corresponde exactamente con la $M.SL_2$ de Company (1987). Solamente se han estudiado cinco muestras: tres correspondientes a los niveles 6, 9 y 11 (Company, 1987) y dos en niveles por encima del 11. Las tres muestras más bajas pertenecen a la Zona de Pachydicranus de ammonites, de edad Valanginiense superior, mientras que las situadas por encima son de edad Hauteriviense inferior. Con respecto al contenido en nannofósiles, sólo merece destacarse que las tres muestras superiores contenían la especie *Cretarhabdus loriei*. Las dos inferiores (6 y 9) pertenecen a la Zona de *Calcicalathina oblongata* (Subzona de *Tubodiscus verenae*) mientras que la 11 y las dos superiores pertenecen a la Zona de *Cruciellipsis cuvillieri* (Subzona de *Cretarhabdus loriei*). La sección de Caprés se corresponde con el perfil CP_2, cuya litología, fauna de ammonites y estratigrafía puede verse en Company *et al.* (1982). Sólo he estudiado los nannofósiles correspondientes al intervalo Barremiense terminal (zonas de Giraudi-Securiformis de

ammonites) y Aptiense inferior, con la pretensión de localizar adecuadamente, con respecto a la escala bioestratigráfica de ammonites, la primera aparición del nannofósil *Hayesites irregularis*. Del total de 6 muestras estudiadas (4 de edad Barremiense terminal y 2 de edad Aptiense inferior), *H. irregularis* sólo se encontró en las dos muestras más altas (Aptiense inferior). Esto indica que la primera aparición de *H. irregularis* es un buen índice para determinar la base del Aptiense.

II.7 **Muestras aisladas**.

Se han estudiado numerosas muestras aisladas, sobre todo, en materiales del

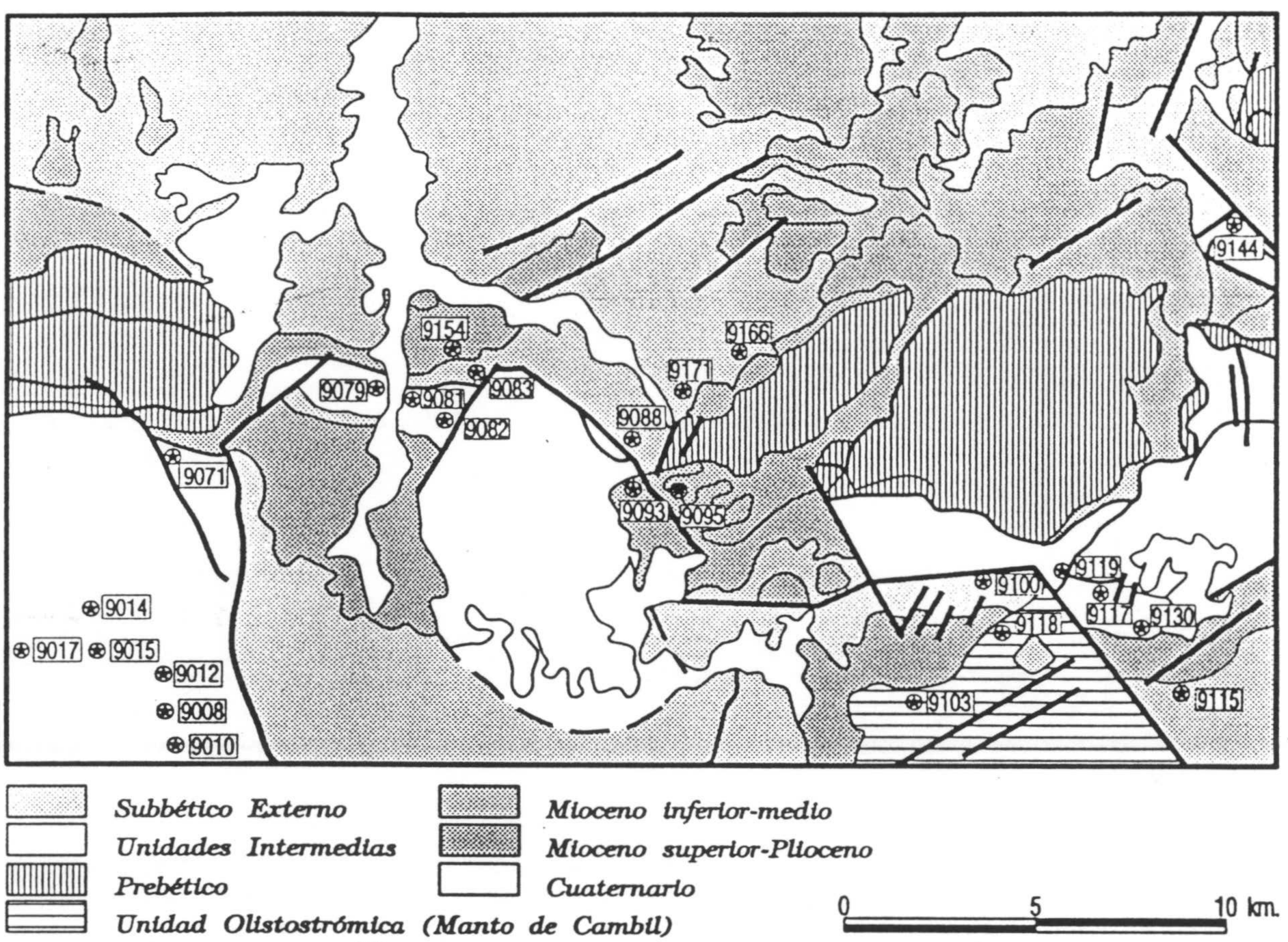

Fig. 24. Esquema tectónico de la hoja de cartografía geológica 1:50.000 de Jaén (947) (Modificado de Roldán-García *et al.*, 198), con las muestras aisladas estudiadas.

Subbético y Unidades Intermedias en las hojas 1:50.000 de Montilla (966), Baena (967), Martos (946), Jaén (947) y Baeza (927). Estas muestras se han ordenado cronológicamente en función de su contenido en nannofósiles y se representan en la Tabla 28. La localización aproximada de algunas de estas muestras puede observarse en las figuras 23 y 24, que corresponden a los esquemas tectónicos de las hojas 1:50.000 de Martos y Jaén. Algunas de estas muestras aparecen situadas en materiales asignados al Mioceno, ya que han sido recogidas en olistolitos cretácicos dentro de los materiales de esa edad.

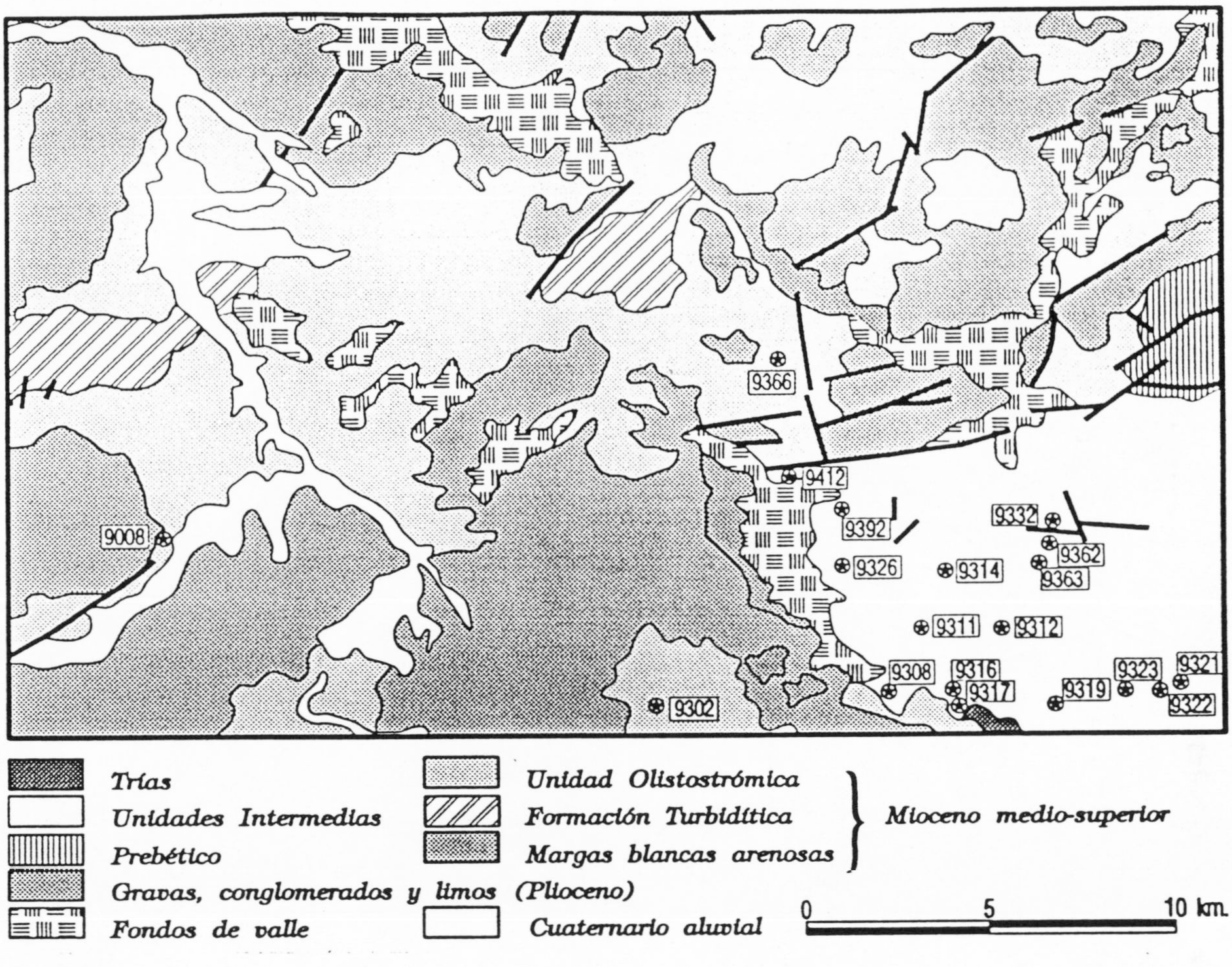

Fig. 25. Esquema tectónico de la hoja 1:50.000 de cartografía geológica de Martos (946) (modificado de Roldán-García *et al.*, 198), con las muestras aisladas estudiadas.

III. BIOESTRATIGRAFIA Y CRONOESTRATIGRAFIA.

III.1 **BIOESTRATIGRAFÍA.**

III.1.1 **Antecedentes.**

El número de trabajos científicos que se ocupan del estudio de los nannofósiles del Cretácico es, en la actualidad, muy importante. Una buena parte de éstos está relacionada con cuestiones y problemas taxonómicos, otros tienen por objetivo principal el establecimiento de una bioestratigrafía, y un tercer grupo, menos importante en cuanto a volumen, trata sobre cuestiones relativas a paleoecología, paleoceanografía, paleobiogeografía, etc. De entre el gran número de publicaciones dedicadas fundamentalmente al estudio bioestratigráfico, destacaré algunas que presentan un especial interés, bien por suponer un significativo avance o por representar variaciones importantes con respecto a trabajos anteriores.

Las primeras publicaciones relacionadas con la bioestratigrafía de los nannofósiles del Cretácico son las de Bramlette & Martini (1964) y Stover (1966). En ellas se muestra el posible potencial bioestratigráfico del nannoplancton calcáreo fósil del Cretácico superior, y se establecen unas pseudo-zonas, no definidas formalmente y basadas en asociaciones de especies (Stover, 1966). Un importante avance para el conocimiento de la bioestratigrafía del Cretácico superior, supusieron los trabajos de Cepek & Hay (1969,1970), Bukry & Bramlette (1970), Perch-Nielsen, 1972 y Bukry (1973). En el Cretácico inferior, los estudios de Thierstein (1971a,1973a,b) constituyeron la base para el establecimiento de una escala bioestratigráfica. Posteriores estudios (entre los que podemos destacar los de Roth & Thierstein, 1972; Roth, 1973,1978,1983; Thierstein, 1974,1975,1976; Verbeek, 1976a,b,1977; Sissingh, 1977,1978; Manivit *et al.*, 1977; Shafik, 1978,1985; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Robaszynski *et al.*, 1980,1982,1990; Crux, 1982; Taylor, 1982; Wise, 1983a,b; Watkins & Bowdler, 1984; Monechi & Thierstein, 1985; Covington & Wise, 1987; Jakubowski, 1987; Bralower, 1987,1990; Applegate & Bergen, 1988; Bralower *et al.*, 1989) han supuesto importantes aportaciones a la bioestratigrafía de los nannofósiles del Cretácico. En el campo particular del estudio de los *Nannoconus*, caben destacar los trabajos de Brönniman (1955), Trejo (1960), Geel (1966), Moshkovitz (1972), Déres & Achériteguy (1972,1980) y Erba (1989).

En la Cordillera Bética, sin embargo, son muy escasos los estudios (bioestratigráficos o taxonómicos) sobre la nannoflora cretácica. Podemos mencionar el trabajo de Geel (1966), sobre los *Nannoconus* de la sección de Los Miravetes, cerca de Caravaca. Romein (1975) y Romein (in Kuhry, 1975) realizaron el estudio de los materiales de edad Aptiense y Albiense de las formaciones Calderón y Parra. Este mismo autor (Romein, 1977) hizo un primer estudio sobre los materiales del límite Cretácico-Terciario en la sección del Barranco del Gredero, cerca de Caravaca (Murcia). Verbeek (1977), estudió los nannofósiles de la sección de El Burrueco, cerca de Arjona (Sevilla). González-Donoso *et al.* (1983) utilizaron la distribución estratigráfica de algunos grupos de Nannoconus para la datación de materiales del Cretácico inferior del Penibético. Manivit (in Rasplus *et al.*, 1987), estudió el nannoplancton del Cretácico inferior de la Sierra de Foncalent (Alicante). El resto de trabajos publicados se deben al autor de la presente Tesis Doctoral (ver Aguado, 1986; Aguado & Martínez-Gallego, 1988,1990; Aguado *et al.*, 1988,1990,1991,1992a,b; Hernández-Molina & Aguado, 1991; Hernández-Molina *et al.*, 1991; Tavera *et al.*, 1992).

III.1.2 **Zonación propuesta.**

El análisis de la distribución vertical de los diferentes taxones (ver capítulo sobre taxonomía) de nannofósiles presentes en las treinta secciones muestreadas ha permitido el establecimiento de una zonación para el Tithónico y Cretácico de la Cordillera Bética.

En la elaboración de esta zonación se ha intentado, en lo posible, la adopción de esquemas zonales preexistentes. Este intento ha tropezado con numerosos problemas, entre los que cabe citar:

a) El efecto latitudinal en la distribución espacial (y temporal) de la nannoflora cretácica a nivel global. Este hecho repercute en la existencia, para una misma edad, de asociaciones diferentes en paleolatitudes altas y bajas, y provoca el establecimiento de zonaciones también diferentes. Este efecto es particularmente marcado durante parte del Cretácico inferior (Berriasiense-Aptiense), aunque puede apreciarse a lo largo de todo el período.

b) La amplitud del período estudiado (incluye unos 68 millones de años entre la base del Berriasiense y el límite superior del Maastrichtiense según la escala geocronológica de Haq *et al.*, 1986). Esto hace que, históricamente, los nannofósiles del Cretácico hayan debido ser estudiados acotando períodos de tiempo más cortos. Cada uno de éstos puede haber sido estudiado en una localidad geográfica distinta y por un autor diferente, con sus propias concepciones taxonómicas e incluso bioestratigráficas.

c) La taxonomía de los nannofósiles cretácicos ha estado en continuo cambio y progresión durante los últimos años, de modo que se han introducido especies nuevas y se han modificado los conceptos sobre otras. Esto da lugar a un cierto grado de incertidumbre sobre los conceptos taxonómicos que, de ciertas especies, pudiesen tener los autores de algunos de los primeros trabajos.

d) Al igual que otras áreas, los sedimentos cretácicos del paleomargen sudibérico presentan, por su posición, unas características propias que se reflejan en la composición y distribución de las asociaciones de nannofósiles que contienen.

A pesar de estos problemas, han sido de gran ayuda, y se han intentado seguir, los esquemas zonales de Roth *et al.*, (1983) y Bralower *et al.* (1989) para el Tithónico; los de Thierstein (1971a,1973a), Sissingh (1977) Roth (1978) y Bralower *et al.* (1989) para el intervalo Berriasiense-Barremiense; los de Thierstein (1971a,1973a) y Manivit *et al.* (1977) y Applegate & Bergen (1988) para el intervalo Aptiense-Turoniense; los de Cepek & Hay (1969), Bukry & Bramlette (1970), Perch-Nielsen (1972), Martini (1976), Verbeek (1976a,1977), Sissingh (1977) y Aguado (1986) para el intervalo Coniaciense-Maastrichtiense.

La escala que propongo comprende veinticuatro zonas para el intervalo Berriasiense-Maastrichtiense, más una zona en el Tithónico y otra de tránsito entre el Tithónico y el Berriasiense. La inmensa mayoría de estas zonas (todas menos una) son zonas de intervalo, cuyo límite inferior queda caracterizado por la aparición

(ocasionalmente por la extinción) de una especie generalmente abundante y fácil de identificar, y cuyo límite superior queda definido por la base de la biozona siguiente. El uso de este tipo de zonas evita la existencia de lagunas temporales carentes de denominación y el solapamiento de intervalos con denominaciones distintas (Hedberg, 1976; Callomon, 1984).

Algunas de estas zonas se han dividido en intervalos menores, que he denominado subzonas. Para todo el intervalo estudiado (Tithónico-Maastrichtiense) he diferenciado veintiseis subzonas. Éstas tienen exactamente las mismas características que las zonas, con la excepción de que, en algunos casos, las especies usadas para definir sus límites son menos abundantes o más difíciles de identificar. En cualquier caso, todos los taxones utilizados, bien sea para definir límites entre zonas o entre subzonas pueden ser perfectamente determinados con el uso del microscopio óptico, sin tener que recurrir al microscopio electrónico. Si se combinan las zonas y subzonas definidas, se obtiene un total de cuarenta y un intervalos para el Tithónico-Maastrichtiense. Esto nos da una duración media de 1.8 millones de años por intervalo, lo cual supone una notable resolución.

Se ha introducido una notación abreviada para hacer referencia a cada uno de los intervalos propuestos, consistente en un conjunto de letras y números. El primer subgrupo lo constituyen tres o cuatro (según el caso) de las siguientes letras mayúsculas: N = Nannofósiles, B = Béticas, J = Jurásico, K = Cretácico. A continuación se añade, en numeración arábiga, el dígito correspondiente al orden de la zona, a partir de la base del Cretácico. Por último, se añade (en su caso) una letra minúscula para denotar, por orden alfabético, cada una de las subzonas. De este modo, la tercera subzona de una zona situada entre el Tithónico y el Berriasiense tendría la denominación NBJKc; la segunda subzona dentro de la quinta zona a partir de la base del Cretácico tendría por notación NBK5b.

Aunque el nannoplancton calcáreo está constituido por organismos típicamente planctónicos existe, entre los nannofósiles del Cretácico, un determinado número de especies cuya distribución se encuentra limitada a paleolatitudes altas o bajas. La posición paleogeográfica del paleomargen sudibérico durante el Cretácico corresponde a una paleolatitud baja con influencia claramente tethysica. Este hecho afecta a las asociaciones de nannofósiles presentes en los sedimentos y, por tanto, a la escala zonal resultante. De este modo, la escala zonal propuesta es relativamente fácil de correlacionar con otras zonaciones realizadas en paleolatitudes bajas y con influencia tethysica. La correlación con zonaciones establecidas en sedimentos marinos depositados en paleolatitudes altas (dominios Boreal o Austral) es mucho más complicada, en particular, para determinados intervalos temporales (ver más adelante apartados sobre correlaciones y biogeografía).

Uno de los objetivos fundamentales de la realización de esta tesis, aparte del establecimiento de la escala zonal, es la correlación de ésta con escalas zonales basadas en otros grupos fósiles. Dadas las características de los sedimentos estudiados, estas correlaciones se han realizado con respecto a los ammonites (para el intervalo Tithónico-Barremiense) y a los foraminíferos planctónicos (para el intervalo Aptiense-Maastrichtiense). Las zonaciones de ammonites utilizadas para correlacionar han sido las propuestas por Olóriz (1976) y Tavera (1985) para el Tithónico-Berriasiense, Company (1987) para el Valanginiense, Braga *et al.* (1982) para el Hauteriviense, y Aguado *et al.*, (1992) y Company *et al.*, (1992) para el Barremiense

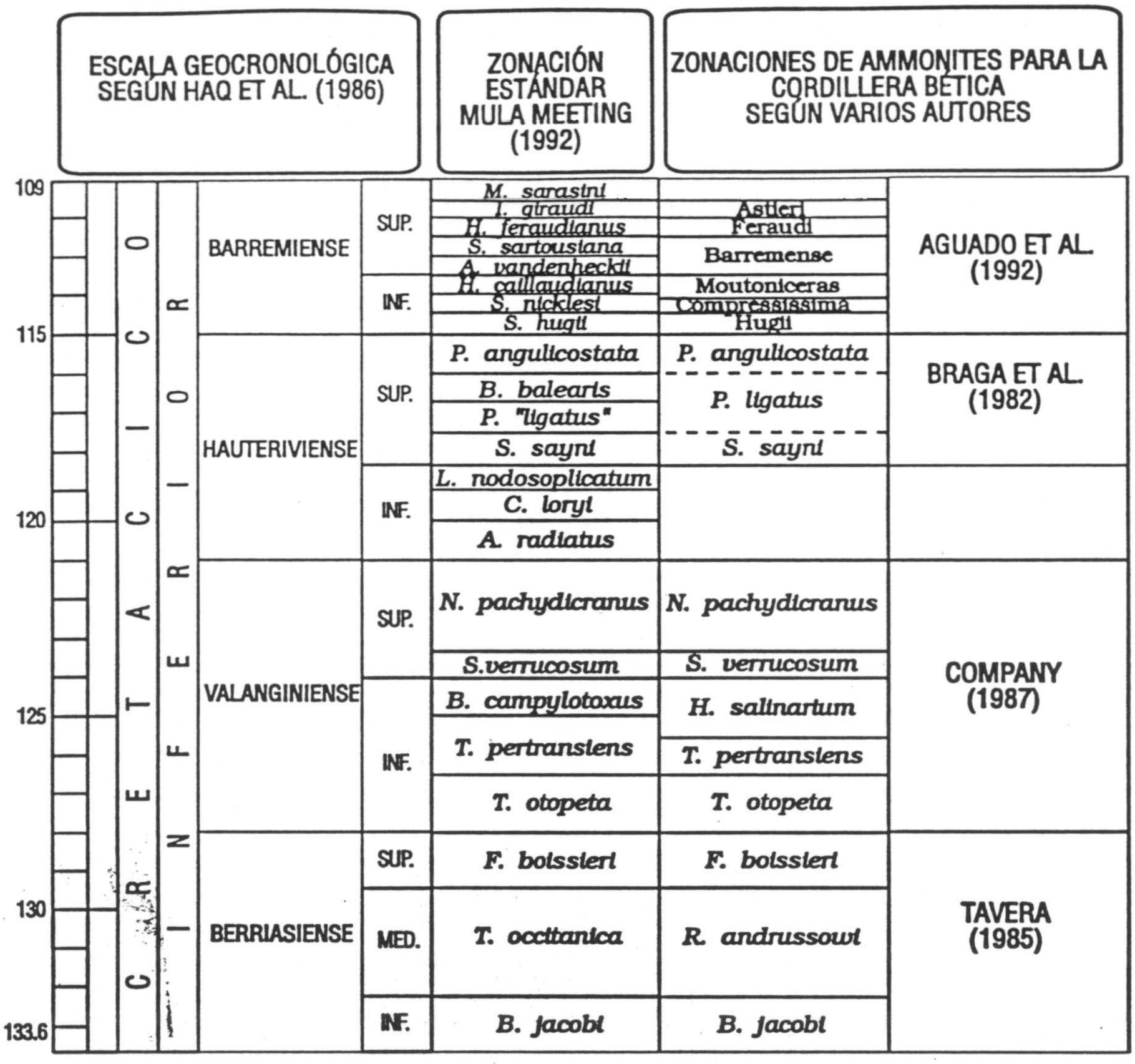

Fig. 26. Cuadro de correlación, para el intervalo Berriasiense-Barremiense, entre la zonación estándar de ammonites (Mula, 1992) y algunas otras zonaciones establecidas en la Cordillera Bética.

La correlación entre estas zonaciones y la estándar para el Cretácico del área mediterránea, propuesta en el *2nd. Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team*, del IGCP Proyecto 262: *Tethyan Cretaceous Correlation* (Mula, 2-5 Julio 1992) puede verse en la Fig. 26. Mediante foraminíferos, se han utilizado las zonaciones de Aguado *et al.* (1992), para el Barremiense-Aptiense y la de Caron (1986) para el Albiense-Maastrichtiense, aunque se han tenido en cuenta datos de Longoria (1974), Linares (1977), González-Donoso *et al.*, (1982) y Robaszynski *et al.* (1984). Para poder correlacionar la escala zonal basada en nannofósiles con las de ammonites, se ha procurado estudiar secciones cuya bioestratigrafía mediante este último grupo de

fósiles fuese bien conocida. Para la correlación con respecto a la escala basada en foraminíferos planctónicos, se ha procedido al estudio de estos microfósiles en las mismas muestras cuya nannoflora ha sido examinada. El estudio de las muestras mediante foraminíferos planctónicos lo he realizado personalmente. Puesto que no me considero un especialista en la taxonomía de este grupo de fósiles, he preferido ilustrar cuál ha sido mi concepto de cada una de las especies más importantes desde el punto de vista bioestratigráfico (véanse láminas ??-??).

En las figuras 27 y 28, situadas al final del presente apartado, se recogen cuadros resumen de la zonación propuesta para el Cretácico inferior (Fig. 27) y superior (Fig. 28) y las correlaciones con respecto a las escalas zonales de foraminíferos planctónicos y ammonites. También se establece la correlación con respecto a la escala cronoestratigráfica. En las figuras 29 y 30 se representa la zonación propuesta, con indicación de los taxones que marcan los límites entre las zonas y su correlación con la escala cronoestratigráfica. La escala geocronológica utilizada en todos los casos es la de Haq *et al.* (1986).

Zona de *Hexapodorhabdus cuvillieri*. (NBJ).

Autor: Roth *et al.* (1983) como subzona, emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 ssp. *minor* Bralower ex Cooper, 1989 y la primera aparición de *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971.

Roth *et al.* (1983) definieron originalmente esta zona como el intervalo entre la primera aparición de *Conusphaera mexicana* y la última aparición de *Stephanolithion bigotii* Deflandre, 1939. Según estos autores, la última aparición de *S. bigotii* está muy próxima a la primera aparición de *P. beckmannii* y de los primeros representantes del género *Nannoconus*, por lo que en ausencia del primero, podrían ser utilizados estos dos últimos eventos. La litología dominante en las secciones estudiadas de edad Tithónico es de calizas nodulosas alternantes con niveles algo más margosos. Esto da lugar a que la preservación no sea excepcionalmente buena, y que las asociaciones estén dominadas por formas robustas. *S. bigotii* no ha sido observado en las muestras, mientras que *P. beckmannii* es una forma abundante desde el momento de su primera aparición. Ante esto, he preferido la modificación de la definición original de la zona, para adaptarla a las circunstancias, al tiempo que se utiliza una primera aparición (en lugar de una última) para su límite superior. *Hexapodorhabdus cuvillieri* Noël, 1965, especie cuya última aparición (según Roth *et al.*, 1983) tiene lugar próxima al techo de esta zona, no ha sido encontrada en este estudio.

La asociación es relativamente pobre en cuanto a diversidad y en cuanto a abundancia, y está dominada por especies pertenecientes a los géneros *Cyclagelosphaera*, *Watznaueria*, *Ellipsagelosphaera* y *Conusphaera*.

La base de la Zona de *H. cuvillieri* no ha podido ser determinada en el presente estudio, aunque se puede asegurar que debe estar en o por debajo de la Zona de Albertinum de ammonites. El techo se encuentra en la parte inferior de la Zona de Burckhardticeras de ammonites. Por tanto, podemos asegurar que la Zona de *H. cuvillieri* se corresponde con la parte inferior del Tithónico inferior. Según Bralower *et*

al. (1989), la primera aparición de *C. mexicana* ssp. *minor* tiene lugar dentro de la magnetozona CM22n, y la primera aparición de P. beckmannii hacia el techo de la CM21n.

Zona de *Polycostella beckmannii*. (NBJK).

Autor: Roth *et al*. (1983) como subzona, emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Nannoconus steinmannii* Brönnimann, 1955 ssp. *steinmannii* Déres & Achériteguy, 1980.

Roth *et al*. (1983) definió originalmente esta zona como el intervalo entre la última aparición de *Stephanolithion bigotii* Deflandre, 1939 y la primera aparición de *Nannoconus colomii* s. str. (formas mayores de 8 de longitud). En el comentario sobre la zona anterior se ha justificado la elección del límite inferior del presente intervalo. La taxonomía de los primitivos nannoconus ha cambiado mucho tras el estudio realizado por Bralower *et al*. (1989), en el que se describieron varias especies dentro de este grupo. Debido a que no queda demasiado claro qué es lo que Roth *et al*. (1983) entendieron por *N. colomii* s. str., y aprovechando dos subespecies descritas con anterioridad (*Nannoconus steinmannii* ssp. *steinmannii* y *N. steinmannii* ssp. *minor*), siguiendo a Bralower *et al*. (1989) he preferido situar el límite superior de la zona coincidiendo con la primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii*. El concepto de esta especie queda, en mi opinión, mucho más claro, encaja mejor con la taxonomía de los primitivos representantes del género *Nannoconus* (ver capítulo sobre Paleontología), por lo que es más fácil de determinar que la especie propuesta por Roth *et al*. (1983).

Con respecto a la zona anterior, las asociaciones presentan un aumento de diversidad y abundancia de la nannoflora. Se produce un incremento general en la abundancia relativa de los géneros *Conusphaera* y *Polycostella*, que dominan en los intervalos más calcáreos, mientras que en los más margosos la asociación está dominada por *Ellipsagelosphaera*, *Watznaueria* y *Cyclagelosphaera*. En la parte inferior de la Zona de *P. beckmannii* (dentro de la Zona de Simplisphinctes de ammonites) se produce la aparición de los primeros representantes del género *Nannoconus*. Estos primitivos *Nannoconus* evolucionan rápidamente, dando lugar a la sucesiva aparición de varias especies dentro de la Zona de *P. beckmannii*. Utilizando las primeras apariciones de estas especies de *Nannoconus* se llega a la división de esta zona en cuatro subzonas, que describo más abajo. Bralower *et al*. (1989) utilizaron las primeras apariciones de otras especies como *Microstaurus chiastius*, *Umbria granulosa* ssp. *granulosa* y *Rotelapillus laffittei* para subdividir este intervalo. Tales especies, menos resistentes a los procesos diagenéticos, no se han encontrado en el presente estudio o son muy poco frecuentes. Por este motivo, se ha preferido realizar la subdivisión de esta zona usando las primeras apariciones de formas resistentes, como son los *Nannoconus* (Tavera *et al*., 1992).

El límite inferior de este intervalo se encuentra en la parte inferior de la Zona de Burckhardticeras de ammonites. Su límite superior prácticamente coincide con el límite entre las zonas de Jacobi y Andrussowi de ammonites. La Zona de *P. beckmannii* se corresponde, pues, con el la parte superior del Tithónico inferior más el Tithónico superior y el Berriasiense inferior. Según Bralower et al. (1989), la

primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* tiene lugar dentro de la magnetozona CM17r.

Subzona de *Nannoconus compressus*. (NBJKa).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Nannoconus infans* Bralower in Bralower *et al.*, 1989.

Dentro de esta subzona he observado la primera (parte inferior de la Zona de Simplisphinctes de ammonites) y última (parte inferior de la Zona de Durangites) aparición de *Nannoconus compressus*. Los primeros especímenes de *Microstaurus chiastius* se han encontrado en la parte inferior de este intervalo, dentro de la Zona de Simplisphinctes de ammonites. La primera aparición de *N. infans* tiene lugar en la parte inferior de la Zona de Durangites de ammonites y, según Bralower *et al.* (1989), en la magnetozona CM19n. Esta subzona comprende, pues, el intervalo entre la parte superior del Tithónico inferior y la mayor parte del Tithónico superior.

Subzona de *Nannoconus infans*. (NBJKb).

Autor: Aguado, in Tavera *et al.*, 1992.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Nannoconus infans* Bralower in Bralower *et al.*, 1989, y la primera aparición de *Nannoconus wintereri* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989.

Según Bralower *et al.* (1989), dentro del corto intervalo comprendido en esta subzona se produce la primera aparición de varias especies cuyo rango se extiende a lo largo de todo el Cretácico. En las secciones estudiadas, y debido a efectos preservacionales, no se ha observado esta renovación en la nannoflora. Dentro de esta subzona se ha registrado la última aparición de *Polycostella beckmannii*. La primera aparición de *N. wintereri* tiene lugar en la parte superior de la Zona de Durangites de ammonites, muy próxima al límite Tithónico-Berriasiense y, según Bralower *et al.* (1989), en la parte superior de la magnetozona CM19n. Esta subzona se corresponde, por tanto, con la parte terminal del Tithónico. En ausencia de ammonites, la primera aparición de *N. wintereri* constituye una muy buena aproximación en la determinación del límite Jurásico-Cretácico.

Subzona de *Nannoconus wintereri*. (NBJKc).

Autor: Aguado, in Tavera *et al.*, 1992.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Nannoconus wintereri* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989 y la primera aparición de *Nannoconus steinmannii* Brönnimann, 1955 ssp. *minor* Déres & Achériteguy.

Dentro de esta subzona se encuentra el límite Tithónico-Berriasiense, considerado actualmente también como el límite Jurásico-Cretácico (Tavera, 1985). Según Bralower *et al.* (1989), este intervalo sigue correspondiendo a una importante renovación de la nannoflora por aparición de nuevas especies. En las secciones

estudiadas, este intervalo presenta una litología desfavorable para la preservación de los nannofósiles, por lo que las mencionadas apariciones no se han observado. La primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *minor* se ha registrado hacia la mitad de la Zona de Jacobi de ammonites y, según Bralower *et al.* (1989), tiene lugar dentro de la magnetozona CM18n. Esta subzona se corresponde con el techo del Tithónico más la parte más baja del Berriasiense inferior.

Subzona de *Nannoconus steinmannii* ssp. *minor*. (NBJKd).

Autor: Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *N. steinmannii* Brönnimann, 1955 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, 1980 y la primera aparición de *N. steinmannii* Brönnimann, 1955 ssp. *steinmannii*.

Este intervalo está caracterizado, en las secciones estudiadas, por una litología desfavorable a la preservación de la nannoflora (calizas nodulosas algo arenosas) por lo que sólo están presentes taxones resistentes a los efectos de la diagénesis (géneros *Watznaueria*, *Cyclagelosphaera*, *Nannoconus* y *Cruciellipsis*. La primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* se ha observado coincidiendo con el tránsito entre las zonas de Jacobi y de Andrussowi de ammonites y, según Bralower *et al.* (1989), dentro de la magnetozona CM17r. Se observa un pequeño desfase entre los datos de Bralower *et al.* (1989) y los presentados aquí en lo que se refiere a la primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii*. En efecto, según estos autores, la mencionada aparición tiene lugar en niveles equivalentes al final de la Zona de Jacobi de ammonites. Este pequeño desfase puede, sin embargo, ser explicado por el efecto de la mala preservación en este intervalo de la sección de Puerto Escaño. Esta subzona se corresponde aproximadamente con la parte superior del Berriasiense inferior.

Zona de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii*. (NBK1).

Autor: Worsley (1971) emend. Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Nannoconus steinmannii* Brönnimann, 1955 ssp. *steinmannii* y la primera aparición de *Retecapsa angustiforata* Black, 1971 emend. Bralower *et al.*, 1989.

Con respecto al límite superior de esta zona, es preciso aclarar que en el presente estudio se ha utilizado la especie *R. angustiforata* en el sentido de Bralower *et al.*, 1989 (véase taxonomía). Dentro de esta zona se produce, en Puerto Escaño, un cambio hacia litologías más margosas, con lo que la preservación de los nannofósiles mejora notablemente. Debido a este efecto preservacional, se registran por primera vez especies que realmente aparecen en niveles estratigráficos más bajos (*Umbria granulosa* ssp. *granulosa*, *Retecapsa octofenestrata*, *Haqius circumradiatus*, etc.). La asociación aparece ya bastante diversificada, y los nannofósiles constituyen el componente principal de la roca. *Nannoconus wintereri* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989, tiene su última aparición dentro de esta zona y, según Bralower *et al.* (1989), dentro de la magnetozona CM17r. Entre las primeras apariciones registradas en este intervalo podemos citar las de *Diadorhombus rectus* (CM17r) y *Rhagodiscus nebulosus* (CM17n). La primera aparición de *R. angustiforata* se ha registrado coincidiendo con los últimos niveles de la Zona de Andrussowi de

ammonites y, según Bralower *et al.* (1989), en la base de la magnetozona CM16r. El presente intervalo equivale, por tanto, al Berriasiense medio y probablemente incluye el final del Berriasiense inferior.

Zona de *Retecapsa angustiforata*. (NBK2).

Autor: Thierstein (1971) emend. Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Retecapsa angustiforata* Black, 1971 emend. Bralower et al., (1989) y la primera aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.

La primera aparición de *C. oblongata* tiene lugar al final de la Zona de Pertransiens de ammonites. La asociación dentro de esta zona es muy uniforme, con escasos cambios y está dominada por *Nannoconus steinmannii* ssp. *steinmannii* y representantes de los géneros *Cyclagelosphaera*, *Watznaueria*, *Ellipsagelosphaera*, *Cruciellipsis*, *Rhagodiscus* y *Assipetra* y, en determinadas ocasiones también por *Micrantholithus*. Se registran las primeras apariciones de *Rucinolithus wisei* y *Percivalia fenestrata* y la última aparición de *Umbria granulosa* ssp. *granulosa*. Este intervalo puede dividirse en dos subzonas mediante la primera aparición de *Percivalia fenestrata*. Esta zona se corresponde con el Berriasiense superior y la parte baja del Valanginiense inferior.

Subzona de *Assipetra infracretacea*. (NBK2a).

Autor: Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Retecapsa angustiforata* Black, 1971 emend. Bralower et al. (1989) y la primera aparición de *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.

La primera aparición de *P. fenestrata* tiene lugar dentro de la Zona de *Boissieri* de ammonites y, según Bralower *et al.* (1989), en la parte superior de la magnetozona CM16n. Dentro de esta subzona tienen lugar la primera aparición de *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971 y la última aparición de *Umbria granulosa* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989 ssp. *granulosa*. Esta subzona se corresponde con la parte inferior y media del Berriasiense superior.

Subzona de *Percivalia fenestrata*. (NBK2b).

Autor: Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983 y la primera aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.

Según Bralower et al. (1989), dentro de este intervalo tienen lugar las primeras apariciones de *Tubodiscus jurapelagicus* y *T. verenae*, siendo esta última muy próxima a la primera aparición de *C. oblongata*, límite superior de la subzona. En el presente estudio, sólo se han encontrado escasos especímenes atribuibles a *T. jurapelagicus* y que presentan un registro muy discontinuo, desde la Zona de Otopeta de ammonites.

Dentro del intervalo que nos ocupa no he encontrado ningún espécimen asignable a *T. verenae*. Esta subzona se corresponde con el Berriasiense terminal y la parte baja del Valanginiense inferior. Según Bralower *et al.* (1989), la primera aparición de *C. oblongata* tiene lugar dentro de la magnetozona CM14r.

Zona de *Calcicalathina oblongata*. (NBK3).

Autor: Sissingh (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968.

Thierstein (1971a) usó la primera aparición de *Lithraphidites bollii* para definir el límite superior de su Zona de *Calcicalathina oblongata*. Roth (1978) utilizó como límite superior la última aparición de *Tubodiscus verenae*, aunque no definió formalmente la zona. Bralower *et al.* (1989) usaron la zona en el sentido de Roth (1978) al tiempo que la definieron formalmente. La zona de *Calcicalathina oblongata* en el sentido de Thierstein (1971a) es demasiado amplia, por lo que en el presente estudio se ha intentado utilizar un evento (aparición o extinción) que consiga reducir su duración. Históricamente se presentan tres opciones, la propuesta por Sissingh (1977), que consiste en situar el límite superior de la zona coincidiendo con la primera aparición de *C. loriei*, la de Roth (1978) que sitúa dicho límite en la última aparición de *T. verenae* y la de Applegate & Bergen (1988), que lo hacen en la primera aparición de *Eiffellithus striatus*. En las secciones estudiadas en la Cordillera Bética, *T. verenae* es una especie poco frecuente y con un registro no muy continuo, y sólo se han encontrado contados especímenes de *E. striatus*. Desde este punto de vista, *C. loriei* presenta unas mejores condiciones de abundancia y continuidad, por lo que he preferido la utilización de la zona en el sentido de Sissingh (1977).

Las asociaciones están dominadas por los géneros *Watznaueria*, *Cyclagelosphaera*, *Diazomatolithus*, *Nannoconus*, *Micrantholithus* y *Assipetra*, junto con muy abundante *C. oblongata* y *Cruciellipsis cuvillieri*. Dentro de esta zona tienen lugar la primera aparición de *Eiffellithus windii* y la última de *Rucinolithus wisei* y *Tubodiscus verenae*. Este último evento parece estar situado próximo a su límite superior.

En los muestreos realizados, *C. loriei* tiene su primera aparición en la parte más alta de la Zona de Pachydicranus de ammonites. Esto significa que esta zona corresponde a la parte alta del Valanginiense inferior más la mayor parte del Valanginiense superior.

La Zona de *C. oblongata* puede ser dividida en dos subzonas utilizando la última aparición de *R. wisei*.

Subzona de *Rucinolithus wisei*. (NBK3a).

Autor: Bralower *et al.* (1989).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971 y la última aparición de *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.

Applegate & Bergen (1988) utilizaron la primera aparición de *Eiffellithus windii* para subdividir su Zona de *Calcicalathina oblongata*. En el presente estudio se ha observado que *E. windii* es poco frecuente, presenta un tamaño muy pequeño y tiene su primera aparición muy próxima a la de *C. oblongata* (dentro de la parte superior de la Zona de Pertransiens de ammonites), por lo que se ha preferido no usar su primera aparición para subdividir la zona. Se ha utilizado la última aparición de *Rucinolithus wisei* por ser una especie que, aunque presenta un tamaño muy variable y tampoco es muy abundante en estos niveles, es, sin embargo, fácilmente identificable. Se ha observado que la última aparición de *R. wisei* tiene lugar en la parte superior de la Zona de Salinarium de ammonites, próxima al límite Valanginiense inferior-Valanginiense superior. La Subzona de *R. wisei* corresponde aproximadamente a la parte superior del Valanginiense inferior.

Subzona de *Tubodiscus verenae*. (NBK3b).

Autor: Bralower *et al*. (1989) emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968.

Bralower *et al*. (1989) definieron esta subzona como el intervalo entre la última aparición de *R. wisei* y la última aparición de *Tubodiscus verenae*. Como ya se ha comentado anteriormente, *T. verenae* es bastante escaso y de registro muy discontinuo en las secciones estudiadas, por lo que se ha preferido el uso de *C. loriei* para la definición del límite superior de la subzona. Según se deduce del material estudiado, *T. verenae* tiene su última aparición algo por debajo de la primera aparición de *C. loriei* y, por tanto, dentro de la presente subzona. De acuerdo con todo lo anterior, la Subzona de *T. verenae* corresponde a una edad Valanginiense superior, excluyendo su parte terminal. Según Bralower (1987), la última aparición de *T. verenae* tiene lugar dentro de la magnetozona M11n.

Zona de *Cruciellipsis cuvillieri*. (NBK4)

Autor: Sissingh (1977), con el nombre de *Cretarhabdus loriei*, emend. Aguado, en este trabajo. Non sensu Roth (1978).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968 y la última aparición de *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.

Sissingh (1977) definió originalmente esta zona, bajo la denominación de *Cretarhabdus loriei*, como el intervalo entre la primera aparición de *C. loriei* y la última aparición de *Speetonia colligata*. En las secciones estudiadas en la Cordillera Bética, *S. colligata* es una especie muy poco frecuente, por lo que se ha preferido modificar el límite superior de la zona para hacerlo coincidir con la última aparición de *C. cuvillieri*. Esta última especie es mucho más abundante, fácil de identificar y presenta una mayor resistencia a los procesos diagenéticos. Por estas mismas razones he preferido modificar también la denominación original de la zona, reservando el nombre de *C. loriei* para la subzona inferior de este intervalo. Roth (1978) definió su Zona de *C. cuvillieri* como el intervalo entre la última aparición de *Tubodiscus verenae* y *Diadorhombus rectus* y la última aparición de *C. cuvillieri*. Como ya he comentado al hablar de la zona anterior, *T. verenae* es una especie muy poco frecuente en las

secciones estudiadas, y su última aparición se ha localizado algo por debajo de la primera aparición de *C. loriei*, dentro de la misma zona de ammonites (Zona de Pachydicranus). Por tanto, la Zona de *C. cuvillieri* de Roth (1978) representa un intervalo ligeramente más amplio que la definida en este trabajo.

En el presente estudio se ha observado que la primera aparición de *C. loriei* tiene lugar dentro de la Zona de Pachydicranus de ammonites y que el biohorizonte de última aparición de *C. cuvillieri* se sitúa muy próximo a la base de la Zona de Ligatus. Esta última especie es relativamente abundante a lo largo de la zona. La asociación está dominada por representantes de los géneros *Watznaueria*, *Nannoconus*, *Micrantholithus*, *Diazomatolithus*, *Calcicalathina*, *Lithraphidites*, *Cruciellipsis* y representantes de la familia Biscutaceae (*Discorhabdus* y *Biscutum*). Dentro del intervalo que nos ocupa se produce la transición entre *Conusphaera mexicana* ssp. *mexicana* y *C. rothii*. Aunque las formas típicamente asignables a *C. rothii* se han encontrado ya en el Hauteriviense superior, desde el Valanginiense superior se observan especímenes morfológicamente próximos a *C. rothii* junto con una mayoría asignables a *C. mexicana* ssp. *mexicana*. Hacia la parte inferior de esta zona se produce la primera aparición de *Nannoconus grandis* y hacia su mitad, la de *Lithraphidites bollii*. *Crucibiscutum salebrosum*, que presenta una distribución con mayores abundancias en paleolatitudes altas, se va haciendo progresivamente más abundante. *Eiffellithus striatus*, especie frecuentemente utilizada como índice en paleolatitudes altas, es extraordinariamente rara en los sedimentos estudiados, y su presencia se limita a algún escaso espécimen en muestras de la parte inferior de la zona.

Según Bralöwer (1987), la última aparición de *C. cuvillieri* tiene lugar dentro de la magnetozona M8r. Hechas todas las consideraciones anteriores, podemos concluir que la Zona de *C. loriei* corresponde a una edad Valanginiense terminal-parte baja del Hauteriviense superior. El intervalo representado por esta zona puede ser dividido en dos subzonas utilizando la primera aparición de *L. bollii*.

Subzona de *Cretarhabdus loriei*. (NBK4a)

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968 y la primera aparición de *Lithraphidites bollii* (Thierstein, 1971) Thierstein, 1973.

Aunque este intervalo presenta la misma denominación que una de las zonas definida por Sissingh (1977) y su base es coincidente, no lo es su techo y, además, en el presente estudio es formalmente descrito como subzona. Dentro de este intervalo tiene lugar la primera aparición de *Nannoconus grandis* y la transición entre *Conusphaera mexicana* ssp. *mexicana* y *C. rothii*.

Se trata de un intervalo con escasa cobertura en el presente estudio, debido a la dificultad de encontrar materiales bien datados mediante ammonites. Por este motivo, no se ha podido establecer correctamente la correlación entre la primera aparición de *L. bollii* y la zonación basada en ammonites. Queda claro, sin embargo, que la mencionada primera aparición debe situarse en el Hauteriviense inferior, probablemente por debajo de la Zona de Nodosoplicatum. Según Bralower (1987), la

primera aparición de *L. bollii* tiene lugar dentro de la magnetozona M9r. Esta subzona se corresponde con el final del Valanginiense y parte del Hauteriviense inferior.

Subzona de *Lithraphidites bollii*. (NBK4b)

Autor: Roth (1978).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Lithraphidites bollii* (Thierstein, 1971) Thierstein, 1973 y la última aparición de *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.

C. cuvillieri es relativamente abundante hasta el momento de su desaparición, la cual ocurre bruscamente. Este hecho hace que su última aparición sea comúnmente utilizada con interés bioestratigráfico (Roth, 1978,1983; Watkins & Bowdler, 1984; Bralower, 1987). El último espécimen de *Speetonia colligata* se ha encontrado dentro de este intervalo. Otros autores (Applegate & Bergen, 1988) sitúan la última aparición de esta especie en niveles estratigráficos superiores. Este desfase puede deberse a la escasez de la mencionada especie en las muestras estudiadas de la Cordillera Bética. Dentro de este intervalo ya sólo se encuentran morfologías asignables a *Conusphaera rothii*, habiendo desaparecido por completo *C. mexicana* ssp. *mexicana*. Esta subzona se corresponde con la parte superior del Hauteriviense inferior más la parte baja del Hauteriviense superior.

Zona de *Nannoconus bucheri*. (NBK5)

Autor: Roth (1978), como subzona, emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971 y la última aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.

Roth (1978) definió su Subzona de *N. bucheri* como el intervalo entre la última aparición de *C. cuvillieri* y la última aparición de *Lithraphidites bollii*. En el presente estudio se le ha dado rango de zona al tiempo que se ha modificado su límite superior. La razón de esta modificación es que *L. bollii* es extremadamente raro en el Hauteriviense superior y, sobre todo, en el Barremiense inferior, en los niveles próximos a su desaparición. *C. oblongata* también se va haciendo más escasa al final de su rango de distribución vertical, pero es mucho más abundante y de más fácil identificación que *L. bollii*. Dentro del intervalo representado en esta zona se produce un importante cambio en las asociaciones de representantes del género *Nannoconus*, pasándose de un dominio de las formas con canales axiales estrechos (*N. steinmannii* ssp. *steinmannii*, *N. bermudezii*, *N. colomii*) a una presencia importante de formas con cavidades axiales amplias (*N. grandis*, *N. bucheri* y *N. circularis*). Algo por encima de la base de esta zona se ha registrado la primera aparición de *N. bucheri*, y más arriba la de *N. circularis*. *L. bollii* y *Cretarhabdus loriei* se van haciendo progresivamente menos abundantes a la vez que *Crucibiscutum salebrosum* se hace más frecuente.

La última aparición de *C. oblongata* se ha registrado dentro de la Zona de Nicklesi de ammonites y, según Bralower (1987), dentro de la magnetozona M3. La Zona de *N. bucheri* se corresponde con la parte alta del Hauteriviense superior más

la parte baja del Barremiense inferior. Este intervalo puede ser dividido en dos subzonas utilizando la primera aparición de *N. circularis*.

Subzona de *Conusphaera rothii*. (NBK5a).

Autor: Aguado, en este trabajo. Non sensu Jakubowski (1987).

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Nannoconus circularis* Déres & Achériteguy, 1980.

Jakubowski (1987) definió su Zona de *C. rothii* como el intervalo entre la extinción de *C. rothii* y la extinción de *Crucibiscutum salebrosum*. La zona de Jakubowski fue definida para un dominio típicamente Boreal (Mar del Norte) y representa, según su autor, un intervalo comprendido entre el Barremiense inferior y el medio. Esta zona, en el sentido de Jakubowski, no tiene ningún significado en la Cordillera Bética, ya que *C. rothii* desaparece aquí al final del Aptiense inferior. Dentro de este intervalo se han encontrado unas morfologías de *Micrantholithus* de contorno fuertemente estrellado y de gran tamaño (*Micrantholithus* sp.1 en el capítulo de taxonomía). La primera aparición de *N. circularis* se ha registrado, en el presente estudio, prácticamente coincidiendo con la base de la Zona de Hugii de ammonites, considerada como la base del Barremiense. Esto hace de este evento una útil y excelente aproximación para el límite Hauteriviense-Barremiense en ausencia de ammonites. Esta subzona se corresponde con la parte alta del Hauteriviense superior.

Subzona de *Nannoconus circularis*. (NBK5b).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Nannoconus circularis* Déres & Achériteguy, 1980 y la última aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.

C. oblongata es una especie ausente en paleolatitudes altas, y muy difundida y frecuente en paleolatitudes bajas (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Covington & Wise, 1987; Bralower, 1987; Jakubowski, 1987; Applegate & Bergen, 1988; Mutterlose, 1988; Crux, 1989), sobre todo, en el Dominio Tethysico. Esta subzona se caracteriza por un notable incremento de los nannoconus con cavidad axial amplia. Dentro del intervalo que representa se ha observado la presencia de formas asignables a *Staurolithites mutterlosei*. La Subzona de *N. circularis* se corresponde con la parte baja del Barremiense inferior (Zona de Hugii y parte de la de Nicklesi de ammonites).

Zona de *Micrantholithus hoschulzii*. (NBK6).

Autor: Thierstein (1971a) emend. Thierstein (1973a), Sissingh (1977), Applegate & Bergen (1988).

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971 y la primera aparición de *Hayesites irregularis* (Thierstein in Roth & Thierstein, 1972) Covington & Wise, 1987.

Thierstein (1971a,1973a) definió originalmente esta zona como el intervalo entre la última aparición de *C. oblongata* a la última aparición de *Nannoconus colomii* y/o las primeras apariciones de *Chiastozygus litterarius* y/o *H. irregularis*. Posteriormente, Sissingh (1977) modificó la definición del límite superior de la zona, haciéndolo coincidir con la primera aparición de *C. litterarius*. Applegate & Bergen (1988) volvieron a modificar la definición del techo de esta zona, situándolo en la primera aparición de *H. irregularis*. La definición original de Thierstein (1971a,1973a) es totalmente ambigua, ya que *N. colomii* es frecuentemente encontrado por encima de las primeras apariciones de *C. litterarius* y de *H. irregularis* (Applegate & Bergen, 1988; Aguado *et al.*, 1991,1992a,b). Aunque cabe la posibilidad de que la existencia de *N. colomii/steinmannii* por encima del Barremiense terminal se deba a reelaboración en áreas marginales (Applegate & Bergen, 1988), este hecho da lugar a que la zona, sensu Thierstein, sea inutilizable en la Cordillera Bética. Por otro lado, *C. litterarius* es una especie de taxonomía algo confusa. Basta una mirada a la literatura existente para comprobar que *Tegumentum stradneri* ha sido frecuentemente confundido con *C. litterarius*. Por último, algunos autores (Noël, 1980; Applegate & Bergen, 1988) han encontrado *C. litterarius* en sedimentos más antiguos, por debajo del Barremiense. Ante todo lo expuesto, la solución más adecuada para la definición del límite superior de la Zona de *M. hoschulzii* es la propuesta por Applegate & Bergen (1988) y adoptada en el presente estudio.

La asociación es muy semejante a la presente en la zona anterior, excepto por la aparición de *Rucinolithus terebrodentarius*. También se registran los primeros especímenes de *Retecapsa radiata* (Worsley, 1971) Applegate & Bergen, 1988 y, hacia el final de la zona, un aumento en la abundancia de *Palaeomicula quadrisphena* y la aparición de los primeros especímenes asignables a *Flabellites oblongus*.

En el presente estudio se ha observado que la primera aparición de *H. irregularis* coincide con bastante exactitud con la primera aparición del foraminífero planctónico *Hedbergella praetrocoidea* Kretzchmar & Gorbatchik y se sitúa por encima de la Zona de Securiformis (=Zona de Sarasini) de ammonites, en el Aptiense inferior. La primera aparición de *H. irregularis* parece ser, por tanto, una buena aproximación para el límite Barremiense-Aptiense. Según Bralower (1987), la primera aparición de *H. irregularis* se sitúa dentro de la magnetozona M0. La Zona de *M. hoschulzii* se corresponde con la parte alta del Barremiense inferior más el Barremiense superior.

Zona de *Hayesites irregularis*. (NBK7).

Autor: Thierstein (1971) emend. Manivit *et al.* (1977), Applegate & Bergen (1988).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Hayesites irregularis* (Thierstein in Roth & Thierstein, 1972) Covington & Wise, 1987 y la primera aparición de *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966.

Thierstein (1971a,1983a) definió originalmente esta zona como el intervalo desde la última aparición de *Nannoconus colomii* y/o las primeras apariciones de *Chiastozygus litterarius* y/o *H. irregularis* hasta la primera aparición de *Rhagodiscus angustus* y/o *E. floralis*. Al hablar del límite superior de la zona anterior se ha justificado el uso de la primera aparición de *H. irregularis* como límite inferior. En lo que se refiere al límite superior, Manivit *et al.* (1977), lo situaron coincidiendo con la primera aparición de *R. angustus*, mientras que Applegate & Bergen (1988) lo hicieron

con la primera aparición de *E. floralis*. *R. angustus* se encuentra frecuentemente por encima de la primera aparición de *E. floralis* (Applegate & Bergen, 1988; Aguado *et al.*, 1991,1992a,b) lo que hace que la definición original de Thierstein sea ambigua. Por otro lado, en varias ocasiones se observa que la primera aparición de *R. angustus* no es un fenómeno repentino, sino gradual, con morfologías intermedias entre esta especie y *R. asper*. Ante esto, en el presente estudio se ha optado por el uso del límite superior de la zona del mismo modo que proponen Applegate & Bergen (1988) y se hace en Aguado *et al.* (1991,1992a,b).

Dentro de este intervalo se ha observado una disminución en la abundancia del género *Nannoconus*, sobre todo de las formas con canal axial estrecho (*N. colomii*, *N. steinmannii*), y pasan a dominar la asociación las formas con cavidad axial amplia. Se registran los primeros especímenes de *N. truittii* al tiempo que disminuye progresivamente la abundancia de *N. circularis*. En este intervalo tiene lugar la última aparición de *Conusphaera rothii*, se registran los primeros especímenes asignables a *Staurolithites matalosus* y se observa un aumento en la abundancia de *Flabellites oblongus* y una disminución progresiva en la abundancia de los géneros *Diazomatolithus* y *Cyclagelosphaera*.

En la Cordillera Bética he observado que la primera aparición de *E. floralis* coincide con bastante aproximación con la del foraminífero planctónico *Schakoina cabri* Sigal, tradicionalmente usada para determinar el límite Aptiense inferior-Aptiense superior. De este modo, la Zona de *H. irregularis* se corresponde con una edad Aptiense inferior.

Zona de *Rhagodiscus angustus*. (NBK8).

Autor: Thierstein (1971) emend. Manivit *et al.*, 1977, Applegate & Bergen (1988).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966 y la primera aparición de *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984.

Al comentar la zona anterior se ha justificado ya la elección del límite inferior de esta zona. En cuanto a la primera aparición de *P. columnata* (límite superior de la zona), es un evento utilizado prácticamente con carácter universal. Sin embargo, persisten problemas en lo que se refiere a la determinación de la posición cronoestratigráfica de dicho evento. Así Thierstein (1971a,1973a), situó la aparición de *P. columnata* en la parte superior del Albiense inferior (Zona de *Douvilliceras mammillatum* de ammonites), mientras que Taylor (1982) la situó en la base del Albiense medio (coincidiendo con la base de la Zona de *Hoplites dentatus* de ammonites). Manivit *et al.* (1977) y Perch-Nielsen (1979d,1985a) coinciden con Thierstein (1971a,1973a) y sostienen una edad Albiense inferior alto para la primera aparición de esta especie. Sin embargo, en Bolli *et al.*, (1985), se sitúa la primera aparición de *P. columnata* coincidiendo con la del foraminífero planctónico *Biticinella breggiensis* (Gandolfi), el cual, según Caron (1985) aparece en la base de la Subzona de *Diploceras cristatum* de ammonites, en la base del Albiense superior. De acuerdo con Manivit in Robaszynski *et al.* (1980), la primera aparición de esta especie se corresponde con la parte inferior del Albiense medio. En trabajos más recientes, Erba (1988) sitúa este evento en el Aptiense terminal, dentro de la Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos. En las escalas geocronológicas y

correlaciones efectuadas por Van Hinte (1978), Kent & Gradstein (1985) se sitúa la aparición de *P. columnata* dentro de la Zona de *D. mammillatum* de ammonites (Albiense inferior), mientras que en la de Haq *et al.* (1989) se sitúa a ésta dentro de la Zona de *E. lautus* de ammonites y *T. primula* de foraminíferos planctónicos (parte alta del Albiense medio). Como podemos ver, aunque existe bastante dispersión, la mayoría de los autores coinciden en una edad correspondiente a la parte alta del Albiense inferior para la primera aparición de *P. columnata*. Las asignaciones de edades más recientes pueden ser debidas a factores preservacionales o la presencia de hiatos deposicionales. Bréheret *et al.* y Delamette *et al.* (1986, *fide* Erba, 1988), sin embargo, observaron la primera aparición de *P. columnata* en sedimentos de la Zona de *H. jacobi* de ammonites, de edad Aptiense terminal, de la Fosa Vocontiana (sección de Col de Pre'Guittard).

Con respecto al problema de la posición de *P. columnata*, poco se puede añadir a partir de los datos obtenidos en el presente estudio. La mayor parte de las secciones estudiadas que comprenden el tránsito Aptiense-Albiense han presentado importantes hiatos. Sólo en la sección de La Frontera, cerca de Campillo de Arenas, se ha podido reconocer la sucesión normal de zonas de foraminíferos planctónicos para el Aptiense y Albiense inferior. Aparentemente (al menos hasta donde alcanza la resolución de los foraminíferos planctónicos) no existe ningún hiato. Lamentablemente, los materiales margosos del Aptiense y Albiense no presentan restos fósiles de ammonites. En esta sección, los materiales más altos pertenecen a la Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos y, sin embargo, no he encontrado en ellos a *P. columnata*. En la sección de Los Canutos, cerca de Manilva, los materiales más bajos datados mediante foraminíferos planctónicos pertenecen al final de la Zona de *Ticinella primula*, y sí contienen *P. columnata*. De este modo, aunque en ninguna de las secciones se ha podido observar la primera aparición de *P. columnata*, se puede afirmar que ésta tiene lugar dentro de la Zona de *T. primula* de foraminíferos planctónicos.

Dentro de este intervalo tienen lugar las primeras apariciones de *Stoverius achylosus* y *Braarudosphaera africana*, y las desapariciones de *Assipetra infracretacea*, *Cyclagelosphaera margerelii*, *Nannoconus colomii/steinmannii* y *Micrantholithus hoschulzii/obtusus*. La presencia de *Nannoconus colomii/steinmannii* y *Micrantholithus hoschulzii/obtusus* hasta la parte superior de este intervalo (se llegan a encontrar hasta el final de la Zona de *T. primula* de foraminíferos planctónicos), se sospecha que esté relacionada con fenómenos de resedimentación, que ha sido confirmada por la presencia de algunos especímenes de *Calcicalathina oblongata* y *Nannoconus circularis*. Un fenómeno similar para el mismo intervalo es descrito en Applegate & Bergen (1988). Debido a la presencia de hiatos deposicionales en las secciones estudiadas, no ha sido posible determinar los momentos de aparición de *Axopodorhabdus albianus*, *Hayesites albiensis* y *Gephyrorhabdus coronadventis* con respecto al de *P. columnata*. El género *Nannoconus* (ahora representado fundamentalmente por las especies *N. bucheri*, *N. wassallii* y *N. truittii* y en menor proporción *N. minutus*) deja de ser un componente importante de las asociaciones, para pasar a ser un elemento relativamente poco abundante y relacionado, sobre todo, con las litologías más calcáreas.

Aunque la denominación lógica de este intervalo hubiese sido Zona de *Eprolithus floralis* (por ser el nombre de la especie índice cuya aparición defina la base de la zona), he preferido, para evitar confusión, mantener el nombre original. La

denominación de *Eprolithus floralis* la he reservado para la subzona inferior de este intervalo.

La Zona de *R. angustus* se corresponde con una edad Aptiense superior-parte inferior del Albiense medio, aunque no existe seguridad en el límite superior. Este intervalo puede ser dividido en dos subzonas utilizando la primera aparición de *B. africana*.

Subzona de *Eprolithus floralis*. (NBK8a).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966 y la primera aparición de *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961 emend. Lambert, 1986.

A lo largo de esta subzona tiene lugar la primera aparición de *Stoverius achylosus*, y las desapariciones de *Assipetra infracretacea* y *Cyclagelosphaera margerelii*. *Nannoconus* gr. *colomii/steinmannii* se encuentran a lo largo de toda la subzona, pero dado el carácter de las series estudiadas, se tiene la fundada sospecha de que puedan ser resedimentados. La primera aparición de *B. africana* se ha registrado hacia la parte inferior de la Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos. Esta subzona se corresponde aproximadamente con una edad Aptiense superior-Albiense inferior, aunque no existe seguridad en cuanto a la asignación de la edad a su límite superior.

Subzona de *Braarudosphaera africana*. (NBK8b).

Autor: Aguado, en este trabajo. Non sensu Applegate & Bergen, 1988.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961 emend. Lambert, 1986 y la primera aparición de *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984.

Applegate & Bergen (1988) utilizaron la denominación de Subzona de *B. africana* para el intervalo entre la primera aparición de *P. columnata* y la primera aparición de *Tranolithus phacelosus*. En mi opinión, es preferible el uso de este nombre para el intervalo cuyo límite inferior viene definido por la primera aparición de *B. africana* y, por esta causa, he adoptado aquí esa denominación. Este es uno de los intervalos peor representados en las secciones estudiadas en el presente trabajo ya que, a causa de la falta de continuidad deposicional de los afloramientos, sólo se ha reconocido (su límite inferior) en una de ellas. Esta subzona puede corresponder aproximadamente a una edad Albiense inferior-parte baja del Albiense medio.

Zona de *Prediscosphaera columnata*. (NBK9).

Autor: Thierstein (1971) emend. Manivit *et al.* (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984 y la primera aparición de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.

Thierstein (1971a) denominó originariamente a este intervalo, Zona de *Prediscosphaera cretacea*, ya que no distinguió entre *P. cretacea* y *P. columnata*. Posteriormente, Manivit *et al.* (1977) modificaron el nombre de la zona para adecuarlo al nombre correcto del taxón que define su límite inferior. Como ya se ha comentado al hablar de la zona anterior, en las secciones estudiadas en el presente trabajo no se han podido observar las primeras apariciones de *P. columnata*, *Axopodorhabdus albianus*, *Hayesites albiensis* y *Gephyrorhabdus coronadventis*, bien por problemas derivados de la falta de continuidad deposicional de los materiales de los afloramientos estudiados, o por cuestiones relacionadas con la exposición de dichos afloramientos. Esto da lugar a que no se conozca la posición relativa de las primeras apariciones de las citadas especies, ni cuáles de ellas aparecen dentro de la Zona de *P. columnata* y cuáles en la zona anterior (*R. angustus*). Estas primeras apariciones se localizan, sin embargo, dentro de la Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos. La primera aparición de *E. turriseiffelii* tiene lugar prácticamente coincidiendo con el límite entre las zonas de *Rotalipora subticinensis* y *R. ticinensis* de foraminíferos planctónicos. He podido observar esta correlación en Mallorca (Aguado & Martínez-Gallego, 1990) y en la sección de Los Canutos, cerca de Manilva (Prov. Málaga). Lo anterior está en desacuerdo con los datos de Bolli *et al.* (1985), quienes situaron la primera aparición de *E. turriseiffelii* coincidiendo con el límite entre las zonas de *R. ticinensis* y *R. apenninica*.

Dentro de este intervalo se han registrado las primeras apariciones de *Cribrosphaerella ehrenbergii*, *Tranolithus phacelosus*, *Lithraphidites alatus*, *Rhagodiscus achlyostaurion* y *Helicolithus trabeculatus*, y se han encontrado los primeros especímenes asignables a *Nannoconus donnatensis*, *N. fragilis* y *Broinsonia enormis*. *B. africana* y los representantes del género *Nannoconus* (*N. truittii*, *N. donnatensis*, *N. fragilis*) son abundantes en los niveles de litologías más calcáreas, mientras que en las litologías más margosas dominan la asociación los placolitos.

Este intervalo se corresponde aproximadamente con el Albiense medio y la parte baja del Albiense superior, y puede ser dividido en dos subzonas utilizando la primera aparición de *T. phacelosus*. Otros autores (Roth, 1978,1983; Erba, 1988) han utilizado la primera aparición de *A. albianus* para subdividir la Zona de *P. columnata*. En el presente estudio se ha observado que *A. albianus* (cuya primera aparición no ha sido encontrada por causas relacionadas con la continuidad de los afloramientos) se encuentra por debajo de la primera aparición de *T. phacelosus*, y es menos abundante que éste. Aunque la mayor parte de los autores coinciden en el orden de aparición de *A. albianus* y *T. phacelosus*, algunos (Thierstein, 1976; Roth, 1983) sitúan estas apariciones en orden inverso (*T. phacelosus* anterior a *A. albianus*). Erba (1988) usó también la primera aparición de *R. achlyostaurion* para subdividir este intervalo. Esta última especie no es, sin embargo, muy frecuente en las secciones estudiadas en este trabajo, por lo que no se utiliza como índice.

Subzona de *Cribrosphaerella ehrenbergii*. (NBK9a).

Autor: Sugerida por Perch-Nielsen (1979d), formalmente definida por Applegate & Bergen (1988), emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984 y la primera aparición de *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966.

Applegate & Bergen (1988) definieron este intervalo con los mismos límites que se usan en el presente estudio, pero usaron el nombre de Subzona de *Braarudosphaera africana*. Este nombre he preferido utilizarlo para un intervalo de la zona anterior (*R. angustus*) caracterizado precisamente por la primera aparición de *B. africana*. Para la subzona que nos ocupa me ha parecido más apropiada la denominación de *Cribrosphaerella ehrenbergii*, por aparecer, dentro de ésta, las primeras formas asignables a esta especie. La primera aparición de *T. phacelosus* se ha registrado dentro de la Zona de *Biticinella breggiensis* de foraminíferos planctónicos. Esta subzona se puede corresponder con la parte superior del Albiense medio.

Subzona de *Tranolithus phacelosus*. (NBK9b).

Autor: Sugerida por Perch-Nielsen (1979), formalmente definida por Applegate & Bergen (1988). Non sensu Sissingh (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966 y la primera aparición de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.

Esta subzona tiene el mismo nombre que una zona definida por Sissingh (1977) para el Campaniense terminal-Maastrichtiense inferior. He preferido el uso del nombre de *T. phacelosus* para el intervalo marcado por la primera aparición de esta especie y, por este motivo he seguido a Applegate & Bergen (1988). Prácticamente coincidiendo con la base de esta subzona se han registrado los primeros especímenes de *L. alatus*, y próximos a su techo, los primeros de *H. trabeculatus* y los últimos de *Stoverius achylosus*. Con respecto a la zonación basada en foraminíferos planctónicos, la presente subzona equivale a la parte superior de la Zona de *B. breggiensis* más la Zona de *R. subticinensis*, por esto, según Haq *et al.* 1989, le correspondería una edad Albiense medio alto-Albiense superior bajo.

Zona de *Eiffellithus turriseiffelii*. (NBK10).

Autor: Thierstein (1971) emend. Manivit *et al.* (1977), emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 y la primera aparición de *Corollithion kennedyi* Crux, 1981.

Originalmente, Thierstein (1971), solamente definió la base de esta zona, dejando indefinido su límite superior. Posteriormente, Manivit *et al.* (1977) situaron este límite coincidiendo con la primera aparición de *L. acutus*. Sissingh (1977) usó como límite superior la primera aparición de *Microrhabdulus decoratus*. En el presente estudio, la primera aparición de *M. decoratus* se ha encontrado por encima de la de *Quadrum gartneri*, por lo que no parece aconsejable su uso. La primera aparición de *L. acutus*, resulta una buena opción para situar el límite superior de la zona. Sin embargo, he observado que en condiciones de mala preservación de la asociación, a causa de la diagénesis, *C. kennedyi* es más fácil de reconocer al microscopio óptico. Por esta causa, he preferido utilizar su primera aparición para definir el límite superior de la zona. En la Cordillera Bética, la primera aparición de *C. kennedyi* es

ligeramente anterior a la de *L. acutus* y tiene lugar próxima a la base de la Zona de *Rotalipora reicheli* de foraminíferos planctónicos.

Dentro de este intervalo se han observado las últimas apariciones de *Hayesites albiensis*, *H. irregularis*, *Ellipsagelosphaera britannica*, *Braarudosphaera africana* y *Lithraphidites alatus* y la primera aparición de *Gartnerago nanum*. Los representantes del género *Nannoconus* (*N. truittil*) pierden definitivamente su importancia en cuanto a abundancia dentro de las asociaciones, estando éstas dominadas por placolitos. En los niveles más calcáreos es relativamente abundante *B. africana*. Usando algunos de los eventos anteriores (últimas apariciones de *H. albiensis*, y *B. africana*), se puede dividir la zona en tres subzonas.

Este intervalo se corresponde con las zonas de *Rotalipora ticinensis*, *R. apenninica*, *R. brotzeni* y probablemente la base de la de *R. reicheli* de foraminíferos planctónicos. Por tanto, la edad de esta zona es Albiense superior alto más el Cenomaniense inferior.

Subzona de *Hayesites albiensis*. (NBK10a).

Autor: Manivit *et al.* (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 y la última aparición de *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.

Según los propios autores de la subzona (Manivit *et al.*, 1977) hay que ser cauto con su utilización, ya que *H. albiensis* se va haciendo progresivamente más escaso a medida que se acerca el momento de su última aparición. A pesar de que esto es cierto, la subzona así definida ha probado ya en numerosas ocasiones su utilidad (Watkins & Bowdler, 1984; Applegate & Bergen, 1988), por lo que se ha adoptado en el presente estudio. La última aparición de *H. albiensis* se ha observado hacia la mitad de la Zona de *Rotalipora apenninica* de foraminíferos planctónicos, ligeramente por encima de las desapariciones de *Biticinella breggiensis* y *Rotalipora ticinensis*. Este intervalo se corresponde con la parte baja del Albiense superior.

Subzona de *Prediscosphaera spinosa*. (NBK10b).

Autor: Manivit *et al.* (1977) emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Hayesites albiensis* Manivit, 1971 y la última aparición de *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961.

Manivit *et al.* (1977) definieron originalmente esta subzona como el intervalo entre la última aparición de *H. albiensis* y la primera aparición de *Lithraphidites acutus*. En las secciones estudiadas en este trabajo, he observado que la última aparición de *B. africana*, por debajo de las primeras apariciones de *Corollithion kennedyi* y *L. acutus*, constituye un excelente marcador, por lo que he decidido usarlo como índice para definir un límite zonal que permite acotar aún más el límite Albiense-Cenomaniense. Dentro de esta subzona se han observado, además, las últimas apariciones de *Hayesites irregularis* y *Ellipsagelosphaera britannica* y los primeros especímenes de *Gartnerago nanum*. Aquí se encuentra también el límite

entre las zonas de *Rotalipora apenninica* y *R. brotzeni* de foraminíferos planctónicos y el límite Albiense-Cenomaniense.

Subzona de *Lithraphidites alatus*. (NBK10c).

Autor: Aguado, en este trabajo. Non sensu Verbeek, 1976b.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961 y la primera aparición de *Corollithion kennedyi* Crux, 1981.

Perch-Nielsen (1979d) señaló al mismo nivel la desaparición de *B. africana* y la primera aparición de *C. kennedyi* (*C. completum* de este autor). En el presente estudio, sin embargo, se pone de manifiesto la existencia de un intervalo entre estos dos eventos. Dentro de este intervalo se han encontrado algunos especímenes de *Crucicribrum striatum* y, hacia su techo, se registran los últimos especímenes de *Lithraphidites alatus*, especie de la que toma nombre la subzona. Este intervalo se corresponde con la parte superior de la Zona de *Rotalipora brotzeni* más la parte baja de la Zona de *R. reicheli* de foraminíferos planctónicos. Su edad es, aproximadamente, Cenomaniense inferior alto.

Zona de *Corollithion kennedyi*. (NBK11).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Corollithion kennedyi* Crux, 1981 y la primera aparición de *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, 1977.

La primera aparición de *Lithraphidites acutus* tiene lugar ligeramente por encima de la de *C. kennedyi*. Al hablar del límite superior de la zona anterior he expuesto las razones por las que he preferido el uso de la primera aparición de *C. kennedyi* a la de *L. acutus*. A lo largo de esta zona, *Prediscosphaera columnata* va aumentando de tamaño y modificándose hasta dar lugar a morfologías asignables a *P. cretacea*. Perch-Nielsen (1979d,1985a) distingue varias especies dentro de este grupo, pero son difíciles de separar usando el microscopio óptico. *Cribrosphaerella ehrenbergii* va aumentando progresivamente de tamaño al tiempo que va disminuyendo su elipticidad. Dentro de este intervalo, desde su parte inferior, se han observado los primeros especímenes de *Gartnerago obliquum*, que son de un tamaño menor que los encontrados más arriba. También se encuentran los primeros especímenes asignables a *Glaukolithus bicrescenticus* y *Lithastrinus moratus*. Las últimas apariciones de *Rhagodiscus asper*, *Microstaurus chiastius*, *Axopodorhabdus albianus*, *C. kennedyi* y *L. acutus* tienen lugar dentro de esta zona, en las proximidades del límite Cenomaniense-Turoniense. Este es un fenómeno bien documentado a nivel mundial (Thierstein, 1976; Manivit *et al.*, 1977; Verbeek, 1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Robaszynski *et al.*, 1980,1982,1990; Crux, 1982). En el presente estudio, si bien se han observado las citadas desapariciones, éstas coinciden con un fuerte deterioro de la preservación causado por la entrada de litologías calcáreas con importantes cantidades de sílex (en algunos puntos, auténticos *cherts*). Esto da lugar a que tales desapariciones sean, en parte, un efecto de la preservación y no pueda determinarse correctamente el orden en que tienen lugar. Por este motivo, se ha preferido no usarlas, de momento, para delimitar zonas,

en espera de un estudio más detallado en litologías más adecuadas que seguramente permita subdividir este intervalo. *Q. gartneri*, al ser una especie muy resistente a los efectos de disolución-recalcificación que tienen lugar durante la diagénesis, está presente en las muestras a pesar de su mala preservación, por lo que constituye una buena especie índice. Su primera aparición se ha registrado dentro de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea* de foraminíferos planctónicos.

La Zona de *C. kennedyi* tal como es definida en el presente estudio se corresponde con la mayor parte de la Zona de *Rotalipora reicheli* más la Zona de *R. cushmani* y la parte inferior de la de *Whiteinella archaeocretacea* de foraminíferos planctónicos. Es equivalente a una edad Cenomaniense medio-Turoniense inferior, aproximadamente.

Zona de *Quadrum gartneri*. (NBK12).

Autor: Cepek & Hay (1969), emend. Manivit *et al.* (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, 1977 y la primera aparición de *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.

En las secciones realizadas en el presente estudio, este intervalo presenta una nannoflora empobrecida a causa de la mala preservación producto de la litología desfavorable (bancos muy calcáreos con cantidades, a veces muy importantes, de sílex). La primera aparición de *E. eximius* (que al igual que *Q. gartneri* es una especie muy resistente) se ha observado dentro de la Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos planctónicos, por lo que este intervalo se corresponde aproximadamente con la parte alta del Turoniense inferior más la parte baja del Turoniense medio (ver Robaszynski *et al.*, 1990). Según la mayor parte de los autores, la primera aparición del género *Lucianorhabdus* tiene lugar dentro de este intervalo. Todos los representantes del género *Lucianorhabdus* son holococolitos, y son destruidos fácilmente por los fenómenos de disolución-recalcificación (Wise & Wind, 1976; Wind & Wise, 1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a, Hattner *et al.*, 1980), y ésta puede ser la causa de que sólo se haya observado esta primera aparición en una de las secciones estudiadas aquí.

Zona de *Eiffellithus eximius*. (NBK13).

Autor: Verbeek (1976a) emend. Crux (1982). Non sensu Roth (1973).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968 y la primera aparición de *Micula decussata* Vekshina, 1959.

Verbeek (1976a) definió originalmente esta zona como el intervalo entre la primera aparición de *E. eximius* y la primera aparición de *Arkhangelskiella specillata* Vekshina, 1959, especie no encontrada en el presente estudio. Roth (1973) usó el mismo nombre para denominar a un intervalo completamente distinto (entre la primera aparición de *Broinsonia parca* y la última aparición de *E. eximius*). Dentro del intervalo representado en la Zona de *E. eximius* tiene su primera aparición *Marthasterites furcatus*, especie tradicionalmente empleada como índice zonal para aproximar la base del Coniaciense. Esta primera aparición ha sido recientemente

situada en el Turoniense superior por Crux (1982) y Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990) dentro de la parte alta de la Zona de *Marginotruncana sigali* de foraminíferos planctónicos. Perch-Nielsen (1985a) hace alusión a que esta especie no es reconocible en asociaciones mal preservadas o que presentan recalcificación. Dado que la litología dominante en las secciones estudiadas de edad Turoniense superior-Santoniense es, en general, muy rica en carbonatos, en la mayor parte de éstas no se ha reconocido esta especie. Tan sólo en secciones con litologías más pobres en carbonatos, con efectos de disolución sobre la nannoflora, se han encontrado abundantes especímenes de *M. furcatus*. Por todo lo expuesto, y aunque ésta parece ser una buena especie índice utilizable a nivel global (Manivit, 1971; Roth, 1973; Thierstein, 1976; Verbeek, 1976a,1977; Manivit *et al.*, 1977; Perch-Nielsen, 1979,1985; Crux, 1982; Stradner & Steinmetz, 1985), he preferido no utilizar su primera aparición con fines bioestratigráficos en el presente estudio. Dentro de esta zona se han observado también los primeros especímenes asignables a *Microrhabdulus decoratus*, *Cylindralithus serratus* y *Lucianorhabdus quadrifidus*.

La primera aparición de *M. decussata* se ha registrado dentro de la Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos. La zona de *E. eximius* se corresponde aproximadamente, pues, con el final del Turoniense medio más el Coniaciense inferior y algo del superior.

Zona de *Micula decussata*. (NBK14).

Autor: Sissingh (1977) emend. Aguado, en este trabajo. Non sensu Crux (1982).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Micula decussata* Vekshina, 1959 y la primera aparición de *Rucinolithus hayi* Stover, 1966.

Sissingh (1977) definió originalmente esta zona como el intervalo entre la primera aparición de *Micula staurophora* (=*M. decussata*) y la primera aparición de *Reinhardtites anthophorus*. La primera aparición de *R. anthophorus* se ha observado, en el presente estudio, dentro de la Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos. Sin embargo, es una especie poco abundante, por lo que se ha preferido el uso de *R. hayi* para definir el límite superior de esta zona. *R. hayi* es una especie relativamente frecuente y fácil de determinar usando el microscopio óptico, cuya primera aparición se ha encontrado dentro de la Zona de *Dicarinella asymetrica*, en las proximidades de su base. Dentro de este intervalo se ha registrado la primera aparición de *R. anthophorus* y, hacia su parte superior, se han observado los primeros especímenes semejantes a *Lucianorhabdus cayeuxii* y los últimos asignables a *Eprolithus floralis*, *Lithastrinus moratus* y *Lucianorhabdus quadrifidus*. Este intervalo se corresponde aproximadamente con el Coniaciense superior más el Santoniense inferior y, probablemente, algo del Santoniense superior.

Zona de *Rucinolithus hayi*. (NBK15).

Autor: Verbeek, (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Rucinolithus hayi* Stover, 1966 y la primera aparición de *Placozygus fibuliformis* (Reinhardt, 1964) Hoffmann, 1970.

Dentro de este intervalo se han observado las primeras apariciones de *Micula concava* y *Calculites obscurus*, sin embargo, ambas especies son aún escasas en estos niveles. También se han encontrado los últimos especímenes asignables a *Nannoconus truittii*. La primera aparición de *P. fibuliformis* tiene lugar hacia la mitad de la Zona de *Dicarinella asymetrica* de foraminíferos planctónicos. Esta zona ya fue usada por Verbeek (1977) y Aguado (1986) para los sedimentos de la Cordillera Bética y se corresponde aproximadamente con la parte baja del Santoniense superior.

Zona de *Placozygus fibuliformis*. (NBK16).

Autor: Verbeek (1976a).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Placozygus fibuliformis* (Reinhardt, 1964) Hoffmann, 1970 y la primera aparición de *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.

En el presente estudio se ha observado que la primera aparición de *B. parca* es prácticamente coincidente con o levemente posterior a la última aparición del foraminífero planctónico *Dicarinella asymetrica* (Sigal) y, según Monechi & Thierstein (1985), dentro de la magnetozona 34n. Dentro de este intervalo no se han observado cambios significativos en la asociación. El límite Santoniense-Campaniense, tal y como es entendido en este trabajo, está situado dentro de este intervalo (ver más adelante apartado sobre cronoestratigrafía). Esta zona se corresponde, pues, con el final del Santoniense y algo del Campaniense basal.

Zona de *Broinsonia parca*. (NBK17).

Autor: Verbeek (1976a). Non sensu Bukry (1973).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969 y la primera aparición de *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

Bukry (1973) definió su Zona de *B. parca* como el intervalo entre la última aparición de *Eiffellithus eximius* y la primera aparición de *Uniplanarius trifidus*, por lo que representa un intervalo diferente y posterior al usado aquí con el mismo nombre en el sentido de Verbeek (1976a). Dentro del intervalo representado por esta zona se registran los primeros especímenes asignables a *Arkhangelskiella cymbiformis* y *Ceratolithoides verbeekii* y se produce un aumento en la abundancia de *Lucianorhabdus cayeuxii* y *Calculites obscurus*. La asociación está dominada por los géneros *Micula*, *Watznaueria*, *Prediscosphaera*, *Stradneria*, *Cribrosphaerella* y *Cylindralithus*. Son también abundantes *Eiffellithus*, *Placozygus* y *Microrhabdulus*. La primera aparición de *C. aculeus* se ha localizado en la parte superior de la Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos y, según Monechi & Thierstein (1985) en la parte inferior de la magnetozona 33r. Esta zona se corresponde, aproximadamente, con la parte baja del Campaniense inferior.

Zona de *Ceratolithoides aculeus*. (NBK18).

Autor: Verbeek (1977).

Definición: Intervalo ente la primera aparición de *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977 y la primera aparición de *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980.

Dentro de esta zona se encuentran los primeros especímenes aquí asignados a *Uniplanarius* sp.1 (ver taxonomía). La asociación es prácticamente idéntica a la de la zona anterior. La primera aparición de *U. gothicus* tiene lugar dentro de la Zona de *Globotruncana ventricosa* de foraminíferos planctónicos y, según Monechi & Thierstein (1985), hacia la mitad de la magnetozona 33r. Esta zona se corresponde, aproximadamente, con la parte alta del Campaniense inferior.

Zona de *Uniplanarius gothicus*. (NBK19).

Autor: Martini (1976).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980, emend. Varol, 1991 y la primera aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980.

Dentro del intervalo comprendido en esta zona tienen lugar las últimas apariciones de *Rucinolithus hayi* y *Eiffellithus eximius* y la primera aparición de *Monomarginatus quaternarius*. Algunos de estos biohorizontes podrían ser usados para subdividir la zona, sin embargo, las especies mencionadas son relativamente muy poco abundantes dentro de esta zona. Se ha observado que la primera aparición de *U. trifidus* tiene lugar prácticamente coincidiendo con la del foraminífero planctónico *Globotruncanita calcarata* (Cushman) y, según Monechi & Thierstein (1985), al final de la magnetozona 33r. Esta zona se corresponde, aproximadamente, con la parte baja del Campaniense superior.

Zona de *Uniplanarius trifidus*. (NBK20).

Autor: Bukry & Bramlette (1970). Non sensu Verbeek (1977). Non sensu Sissingh (1977).

Definición: Intervalo entre la primera y última aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980.

Verbeek (1977) definió su Zona de *Quadrum trifidum* como el intervalo entre la primera aparición de *Q. trifidum* (=*U. trifidus*) y la de *Lithraphidites quadratus*. La zona en el sentido de Verbeek es, por tanto, de mayor amplitud. Sissingh (1977) definió su Zona de *Tetralithus trifidus* como el intervalo entre la primera aparición de *T. trifidus* (=*U. trifidus*) y la última aparición de *Reinhardtites anthophorus*. En las secciones estudiadas, *U. trifidus* es una especie más abundante que *R. anthophorus* y presenta, además una extinción brusca, por lo que he preferido la utilización de la zona en el sentido de Bukry & Bramlette (1970). Dentro del intervalo incluido en esta zona tiene lugar la primera aparición de *Reinhardtites levis* y las últimas apariciones de *R. anthophorus*, *Monomarginatus quaternarius* y *Tranolithus phacelosus*. La última aparición de *T. phacelosus*, comúnmente utilizada como índice zonal (Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1979,1985; Mortimer, 1987; Girgis, 1989), presenta, en mi opinión ciertos problemas relacionados con su posición con respecto a las últimas apariciones de *U. trifidus*, *U. gothicus* y *B. parca*. En efecto, de los cuadros de distribución de

Sissingh (1977) parece deducirse (con una notable incertidumbre) que la última aparición de *T. phacelosus* es posterior a la de *U. trifidus*. Según Doeven *et al.* (1982) y Doeven (1983) la última aparición de *T. phacelosus* es anterior a la de *U. trifidus*. Perch-Nielsen, 1979d, 1985a, sitúa ambos eventos coincidiendo en el tiempo, mientras que Girgis (1989) sitúa ambos eventos en orden inverso al observado por Doeven (1983). En el presente estudio se ha encontrado, al respecto, el mismo orden observado por Doeven (1983). Prácticamente coincidiendo con la desaparición de *U. trifidus*, se han encontrado también las últimas apariciones de *Broinsonia parca* y *Uniplanarius gothicus*. La última aparición de *U. trifidus* se ha observado dentro de la parte basal de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos y, según Monechi & Thierstein (1985), al final de la magnetozona 32r. Esta zona se corresponde, pues, con el Campaniense terminal más el Maastrichtiense inferior y probablemente algo del superior, y puede ser dividida en dos subzonas utilizando la primera aparición de *R. levis*. Por los motivos señalados anteriormente, se ha preferido no usar con fines bioestratigráficos, de momento, la última aparición de *T. phacelosus*.

Subzona de *Reinhardtites anthophorus*. (NBK20a).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980 y la primera aparición de *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

Sissingh (1977) definió su zona de *R. anthophorus* como el intervalo entre la primera aparición de *R. anthophorus* y la de *Lucianorhabdus cayeuxii*. La zona en el sentido de Sissingh corresponde, aproximadamente, al Santoniense inferior, y no tiene nada que ver con el sentido que se le otorga en el presente trabajo. Hacia el final de este intervalo, *R. anthophorus* se va transformando progresivamente hasta dar lugar a *R. levis*. La primera aparición de *R. levis* se ha observado dentro de la Zona de *Globotruncanita calcarata* de foraminíferos planctónicos.

Subzona de *Reinhardtites levis*. (NBK20b).

Autor: Aguado, en este trabajo. Non sensu Sissingh (1977).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977 y la última aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980.

Sissingh (1977) definió su Zona de *R. levis* como el intervalo entre la última aparición de *Tranolithus phacelosus* y la última aparición de *R. levis*. La Zona de *R. levis*, en el sentido de Sissingh engloba, pues, un intervalo posterior al que tiene la mencionada zona en el sentido utilizado aquí. Dentro de este intervalo he observado las últimas apariciones de *Reinhardtites anthophorus*, *Monomarginatus quaternarius* y *T. phacelosus*. Esta subzona podría aún subdividirse usando las sucesivas últimas apariciones de *M. quaternarius* y *T. phacelosus*, sin embargo, de momento y hasta realizar un estudio mucho más detallado prefiero no utilizar estos bioeventos. Como ya he discutido anteriormente al hablar de la Zona de *U. trifidus*, la utilización del biohorizonte de última aparición de *T. phacelosus* presenta aún problemas (ver más

arriba). La última aparición de *M. quaternarius* se sitúa dentro de la Zona de *Globotruncana falsostuarti* de foraminíferos planctónicos, y puede servir como aproximación al límite Campaniense-Maastrichtiense. Esta subzona es relativamente amplia y se corresponde con el final del Campaniense más el Maastrichtiense inferior y, probablemente, algo del superior.

Zona de *Arkhangelskiella cymbiformis*. (NBK21).

Autor: Perch-Nielsen (1972), emend. Martini (1976).

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980 y la primera aparición de *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.

Dentro de este intervalo se han observado, por este orden, las últimas apariciones de *Calculites obscurus*, *Glaukolithus bicrescenticus* y *Reinhardtites levis*. También se observa un aumento en la abundancia y en el tamaño de los especímenes de *Arkhangelskiella cymbiformis*. Este fenómeno parece tener una amplia difusión y tener algún interés desde el punto de vista bioestratigráfico (Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985a; Girgis, 1989; Varol, 1989). La primera aparición de *L. quadratus* se ha registrado hacia la parte superior de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos y, según Monechi & Thierstein (1985), hacia la base de la magnetozona 31r. Esta zona se corresponde con la parte baja del Maastrichtiense inferior. Dentro de este intervalo pueden reconocerse tres subzonas utilizando los biohorizontes de última aparición de *G. bicrescenticus* y de *R. levis*. De momento, por no haber encontrado una nomenclatura apropiada para estos intervalos, los nombro únicamente por sus siglas.

Subzona (NBK21a).

Autor: Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980 y la última aparición de *Glaukolithus bicrescenticus* (Stover, 1966) com. nov.

Este mismo intervalo puede ser reconocido en varios trabajos publicados con anterioridad (Monechi & Thierstein, 1985; Aguado, 1986; Girgis, 1989; e indirectamente en Mortimer, 1987). *G. bicrescenticus* es una especie relativamente abundante en las secciones estudiadas, y con una desaparición brusca. Esta desaparición tiene lugar dentro de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos. Dentro de este intervalo se ha registrado la última aparición de *Calculites obscurus*. El uso de la última aparición de *G. bicrescenticus* con fines bioestratigráficos es ya sugerido por Mortimer (1987) y Girgis (1989).

Subzona (NBK21b).

Autor: Aguado, en este trabajo

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Glaukolithus bicrescenticus* (Stover, 1966) com. nov. y la última aparición de *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

El biohorizonte de última aparición de *R. levis* ha sido ampliamente utilizado en bioestratigrafía (Perch-Nielsen, 1972; Sissingh, 1977;Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Mortimer, 1987; Girgis, 1989). *R. levis* es frecuente y tiene una desaparición relativamente brusca, por lo que constituye una buena especie índice. En el presente estudio se ha encontrado hacia la parte superior de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos.

Subzona (NBK21c).

Autor: Perch-Nielsen (1972) emend. Aguado, en este trabajo.

Definición: Intervalo entre la última aparición de *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977 y la primera aparición de *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.

Perch-Nielsen (1972) definió originalmente su Zona de *Arkhangelskiella cymbiformis* como el intervalo entre la última aparición de su *Reinhardtites anthophorus* (=*R. levis*) y la primera aparición de *Micula murus* o *Nephrolithus frequens*. En el presente estudio se ha modificado el límite superior de la zona de Perch-Nielsen, para hacerlo coincidir con la primera aparición de *L. quadratus*, especie muy abundante y fácil de identificar. La primera aparición de *L. quadratus* tiene lugar bastante por debajo de la de *M. murus*, al final de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos, por lo que la duración de este intervalo es menor que el definido por Perch-Nielsen (1972). Puesto que la denominación de Zona de *A. cymbiformis* ya ha sido utilizada para la zona que engloba a este subintervalo, sólo se utiliza para éste, la nomenclatura basada en siglas.

Zona de *Lithraphidites quadratus*. (NBK22).

Autor: Cepek & Hay (1969), emend. Bukry & Bramlette (1970).

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964 y la primera aparición de *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.

Cepek & Hay definieron originalmente esta zona como el intervalo entre la primera aparición de *L. quadratus* y la primera aparición de *Nephrolithus frequens*. Puesto que en el presente estudio no se ha encontrado la especie *N. frequens*, se ha preferido usar la modificación de la zona propuesta por Bukry & Bramlette (1970), consistente en cambiar el límite superior anterior por la primera aparición de *M. murus*, especie muy abundante y de fácil identificación. Dentro del intervalo comprendido en esta zona, se han observado, casi simultáneamente, las primera apariciones de *Ceratolithoides kamptneri* y *Cribrocorona gallica*. La primera aparición de *M. murus* tiene lugar hacia la mitad de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, dentro del Maastrichtiense superior y, según Monechi & Thierstein (1985), en la magnetozona 30r.

Este intervalo se corresponde con la parte final de la Zona de *Gansserina gansseri* más la parte inferior de la de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos. Se corresponde, pues, con la parte intermedia del Maastrichtiense superior. Esta zona puede ser dividida en dos subzonas mediante el uso de la primera aparición de *C. gallica*. Al igual que con la zona anterior, he preferido nombrar estos dos subintervalos utilizando únicamente la nomenclatura basada en siglas.

Subzona (NBK22a).

Autor: Aguado (1986), con el nombre de Subzona de *L. quadratus*.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964 y la primera aparición de *Cribrocorona gallica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1973.

Se ha abandonado la denominación original de esta subzona por el hecho de que era la misma utilizada para la zona, y en orden a evitar confusiones. Las primeras apariciones de *C. gallica* y de *C. kamptneri* tienen lugar hacia la parte inferior de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos. De este modo, este intervalo se corresponde con la parte terminal de la Zona de *Gansserina gansseri* más la parte basal de la de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos.

Subzona (NBK22b).

Autor: Aguado (1986), con el nombre de Subzona de *C. gallica*.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Cribrocorona gallica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1973 y la primera aparición de *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.

También se ha preferido abandonar la denominación original, en tanto se encuentre una denominación adecuada para los dos intervalos de la Zona de *L. quadratus*. Este intervalo se corresponde con la parte inferior de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, excluyendo la parte basal.

Zona de *Micula murus*. (NBK23).

Autor: Martini (1969) emend. Perch-Nielsen, 1979d,1981c.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973 y la primera aparición de *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979.

Originalmente, la Zona de *M. murus* comprendía el intervalo entre la primera aparición de esta especie y el brusco aumento en la abundancia de *Braarudosphaera* spp. y *Thoracosphaera* spp. que denota el límite Cretácico-Terciario. Posteriormente, Perch-Nielsen (1979) describió *M. prinsii*, diferenciándola de *M. murus*, y utilizando el biohorizonte de primera aparición de la primera para subdividir la primitiva Zona de *M. murus*. La primera aparición de *M. prinsii* tiene lugar al final de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, muy cerca ya del límite Cretácico-Terciario.

Zona de *Micula prinsii*. (NBK24).

Autor: Perch-Nielsen, 1979d,1981c.

Definición: Intervalo entre la primera aparición de *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979 y el brusco aumento en la abundancia de *Thoracosphaera* spp. asociado a *Braarudosphaera* spp., que marca el límite Cretácico-Terciario.

Algunas de las especies cretácicas más abundantes al final del Maastrichtiense se encuentran en menor proporción en los sedimentos correspondientes al Paleoceno basal, mezcladas con especies típicamente terciarias. Este es un fenómeno ampliamente documentado a nivel mundial (Hay & Mohler, 1967; Perch-Nielsen, 1981c,1982a,b; Thierstein, 1981,1982a,b,c; Perch-Nielsen *et al.*, 1981,1982; Jiang & Gartner, 1986; Aguado, 1986; Pospichal & Wise, 1990; Eshet *et al.*, 1992). Sin entrar en disquisiciones sobre si dicho fenómeno es producto de la resedimentación o (como se piensa en la actualidad) de una extinción más gradual de lo que en un principio pudo pensarse, el hecho dificulta algo la definición del límite Cretácico-Terciario en términos de la extinción de las especies cretácicas. En efecto, ya no puede hablarse de la extinción de las especies cretácicas pensando en una superficie, sino más bien en una zona o banda. Ante esto, es preferible la situación del mencionado límite coincidiendo con el aumento brusco de *Thoracosphaera* spp. y *Braarudosphaera* spp., que tiene lugar previamente a la aparición de las primeras especies típicamente terciarias.

Esta zona se corresponde con el Maastrichtiense terminal, y con la parte más alta de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos.

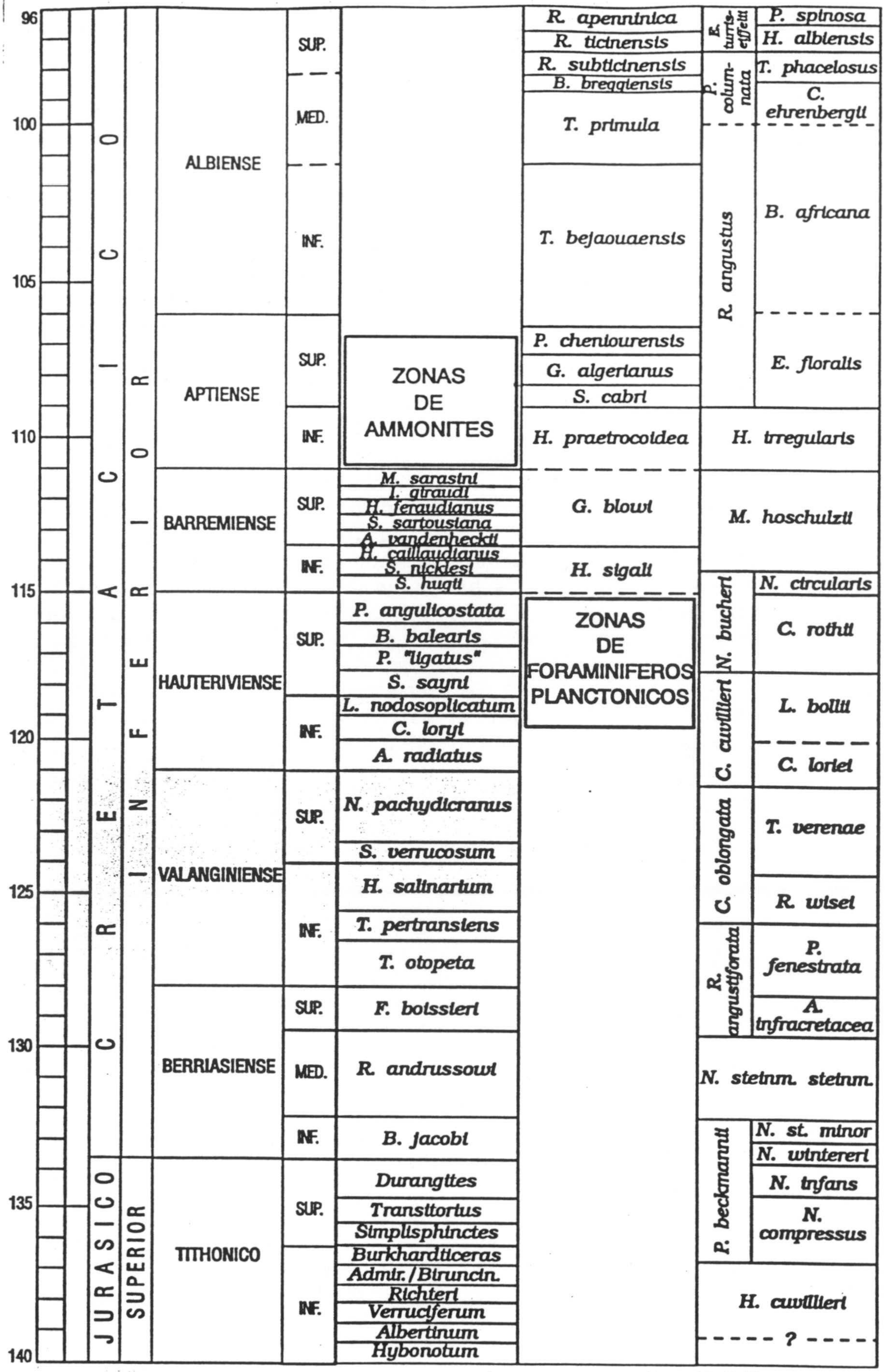

Fig. 27. Correlación entre las zonas de nannofósiles, ammonites y foraminíferos (ver texto).

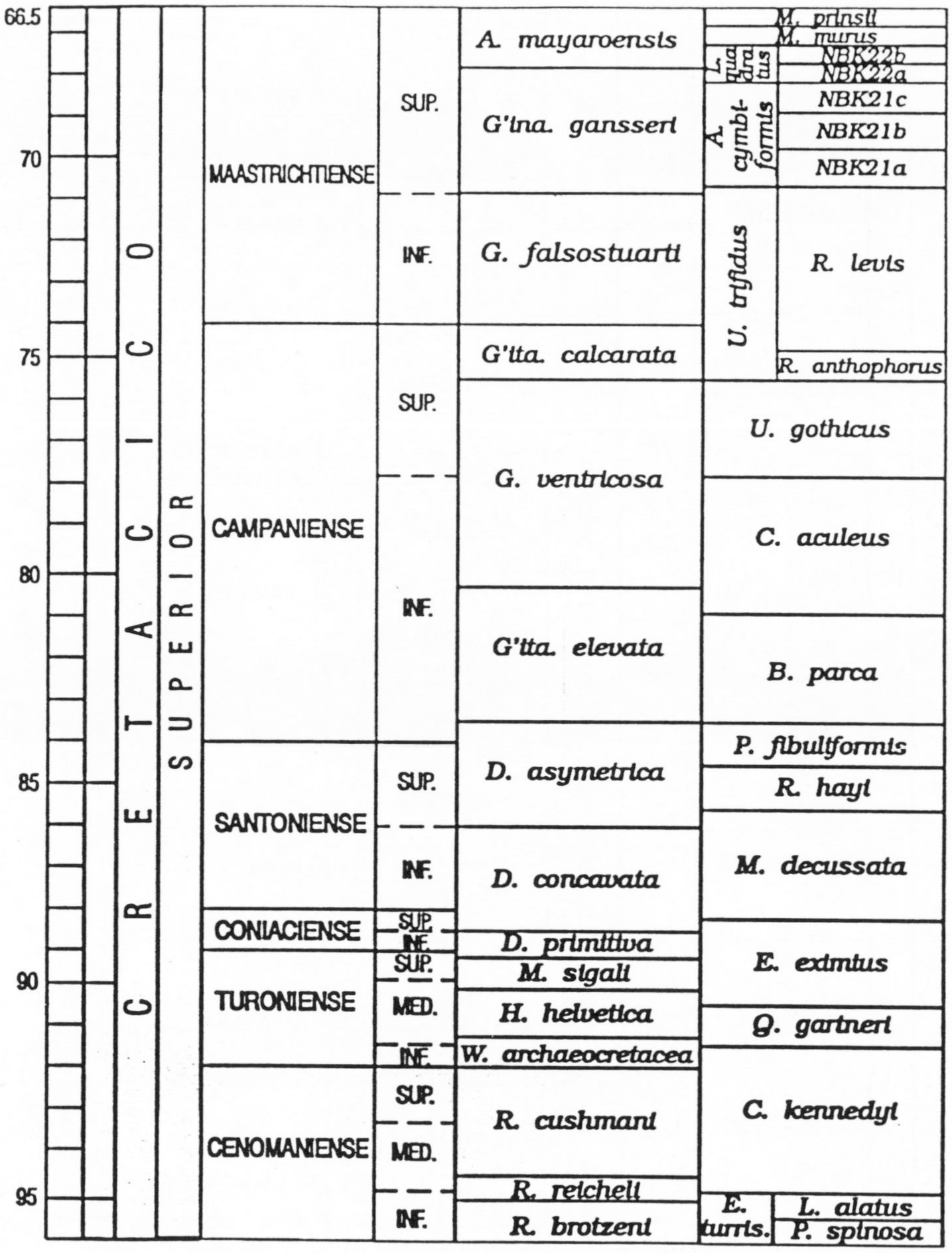

Fig. 28. Correlación, para el Cretácico superior, entre la zonación propuesta basada en nannofósiles y la basada en foraminíferos planctónicos (Caron, 1985). Explicación en texto.

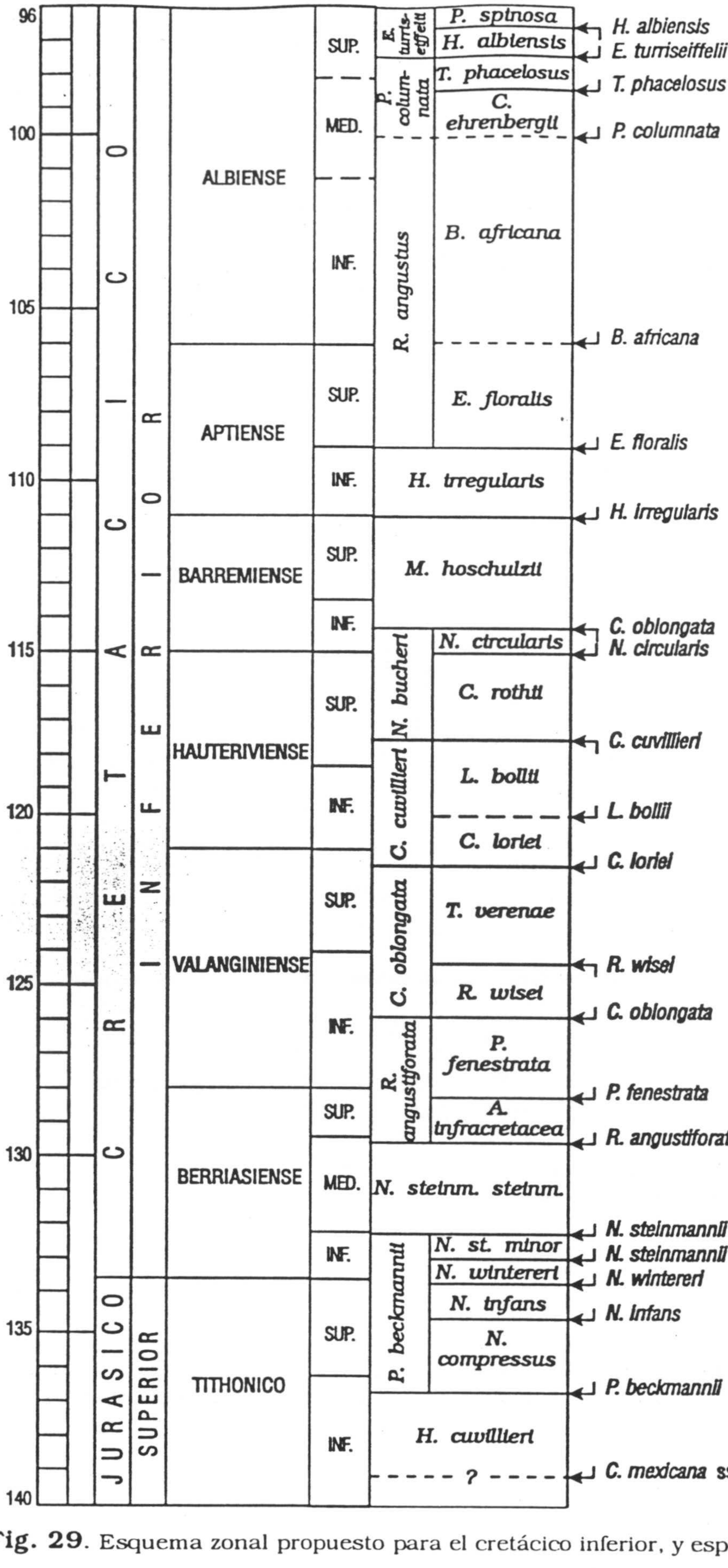

Fig. 29. Esquema zonal propuesto para el cretácico inferior, y especies-índice.

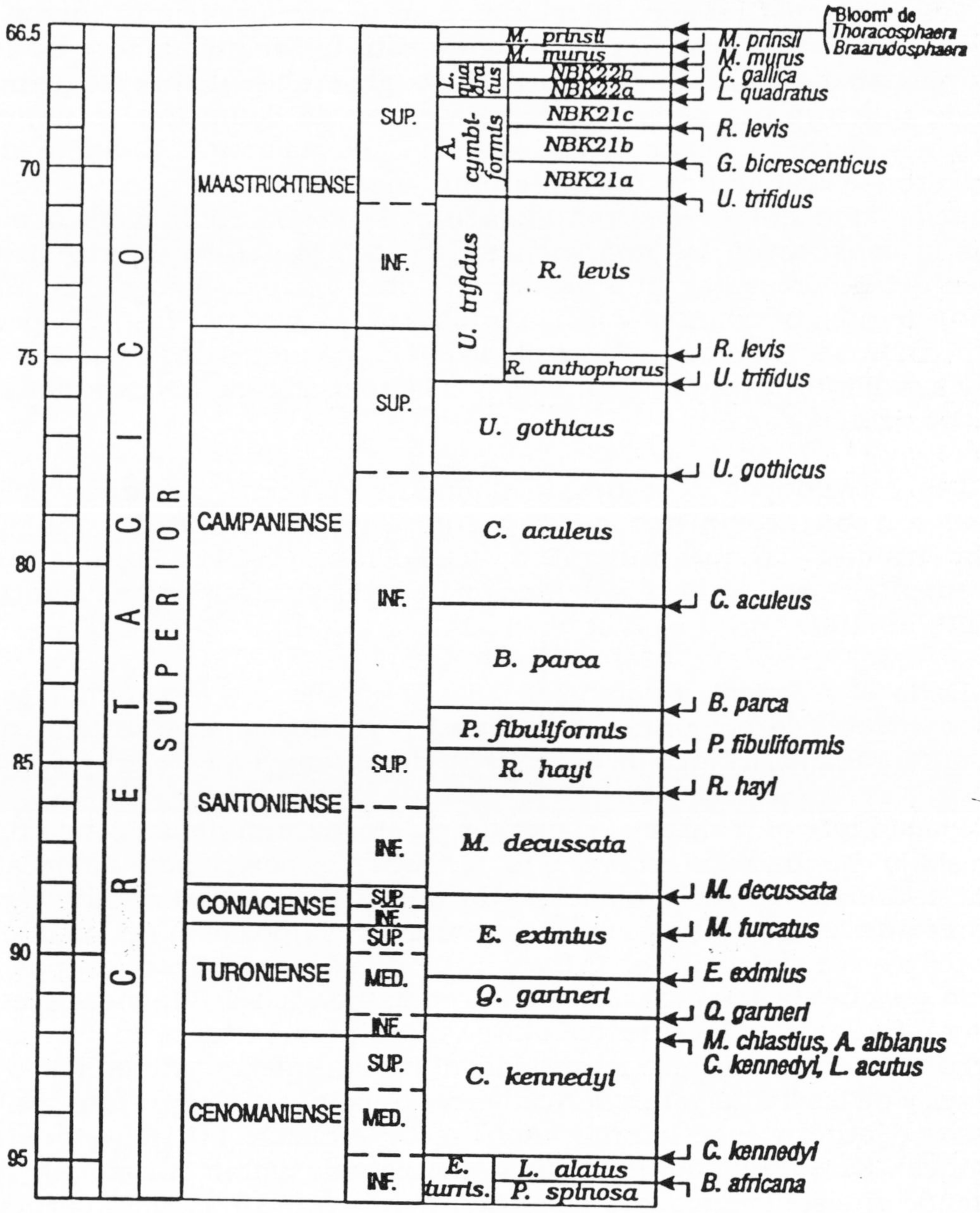

Fig. 30. Zonación propuesta para el Cretácico superior, con indicación de los taxones usados en la delimitación de las zonas. (Ver explicación en texto).

III.2 **CRONOESTRATIGRAFÍA.**

Los pisos del Cretácico, al igual que los de otros sistemas, fueron establecidos inicialmente sobre la base de cuerpos de estratos relativamente uniformes cuyos límites reflejaban algún tipo de evento físico, generalmente puesto de manifiesto por medio de una ruptura sedimentaria. Este tipo de definición es imprecisa y poco satisfactoria de cara a las necesidades de la Geología actual. El límite ideal para una unidad cronoestratigráfica es un evento marcador isócrono y con una amplia distribución horizontal. Hasta el momento, la mejor aproximación a este tipo de eventos la constituyen las apariciones de especies dentro del registro fósil. Estas especies deben presentar una amplia distribución paleogeográfica horizontal, ser razonablemente abundantes y fácilmente identificables por los no especialistas. Los pisos, podrían ser tratados, de este modo como "paquetes de zonas" (Birkelund *et al.*, 1984) y sus límites estarían definidos por la aparición de las especies índice de sus respectivas zonas basales.

Los estratotipos definidos inicialmente carecen, con frecuencia, de fósiles adecuados, o son incompletos, incumpliendo el requerimiento de contiguidad exigible a toda unidad cronoestratigráfica (Callomon, 1984). Para subsanar estos inconvenientes, se procede a la definición de hipoestratotipos y estratotipos de límite (ver Rawson, 1983; Birkelund *et al.*, 1984).

Dado el reconocido potencial bioestratigráfico de los ammonites durante el Jurásico y Cretácico, los límites de la mayor parte de los pisos se definen en términos de las primeras apariciones de especies pertenecientes a este grupo de fósiles.

Puesto que al realizar el comentario de cada una de las zonas propuestas en este trabajo he hablado sobre sus respectivas posiciones cronoestratigráficas, correlacionándolas con las zonaciones de ammonites y/o foraminíferos planctónicos, en el presente apartado sólo me voy a ocupar de la posición de los límites entre los diferentes pisos en relación con la bioestratigrafía de los distintos grupos. Esto se hará teniendo en cuenta las características propias de los sedimentos cretácicos de la Cordillera Bética (que contienen abundantes ammonites sólo hasta el Albiense, mientras que presentan gran cantidad de foraminíferos planctónicos a partir del Aptiense), y de las limitaciones derivadas del escaso estudio que han recibido algunos intervalos (Hauteriviense inferior, Aptiense y Albiense inferior y medio, mediante ammonites). Este apartado tiene, pues, el objeto de definir claramente qué es lo que se entiende en este trabajo, al hablar de un determinado piso en particular.

Límite Tithónico-Berriasiense.

Este límite ha sido situado coincidiendo con el de las zonas de Durangites y Jacobi de ammonites, siguiendo las propuestas de Tavera (1985) y los acuerdos del *2nd. Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team*, del IGCP Proyecto 262: *Tethyan Cretaceous Correlation* (Mula, 2-5 Julio 1992). Este límite puede ser aproximado mediante la primera aparición del nannofósil *Nannoconus wintereri* (ver Tavera *et al.*, 1992). El límite Tithónico-Berriasiense es considerado, a su vez, como el límite Jurásico-Cretácico (véase Tavera, 1985, p. 345-348 y Company, 1987, p. 67-68).

Límite Berriasiense-Valanginiense.

En la actualidad, dicho límite se sitúa coincidiendo con el de las zonas de Boissieri y Otopeta de ammonites (Tavera, 1985; Company, 1987), y este es el sentido adoptado en el presente trabajo. Sin embargo, de cara al futuro es preciso tener en cuenta una propuesta surgida dentro del *2nd. Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team*, del IGCP Proyecto 262: *Tethyan Cretaceous Correlation* (Mula, 2-5 Julio 1992), encabezada por J. L. Bulot y secundada por M. Company, de situar dicho límite coincidiendo con la base de la Zona de Pertransiens de ammonites donde, al parecer, tiene lugar un relevo más importante de la fauna fósil. El límite entre estos dos pisos se sitúa dentro de la Subzona de *Percivalia fenestrata* de nannofósiles y, probablemente, próximo a su base.

Límite Valanginiense-Hauteriviense.

En este trabajo se toma como límite Valanginiense-Hauteriviense, la base de la Zona de Castellanensis de ammonites equivalente, según Company (1987), a la base de la Zona de Radiatus del SE de Francia. Esta es, también, la posición mantenida tras la reunión del *2nd. Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team*, del IGCP Proyecto 262: *Tethyan Cretaceous Correlation* (Mula, 2-5 Julio 1992). Dicho límite no queda bien determinado mediante nannofósiles, pero se sitúa dentro de la Subzona de *Cretarhabdus loriei*.

Límite Hauteriviense-Barremiense.

Se ha considerado como límite Hauteriviense-Barremiense la base de la Zona de Hugii de ammonites, tal como se mantiene tras el *2nd. Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team*, del IGCP Proyecto 262: *Tethyan Cretaceous Correlation* (Mula, 2-5 Julio 1992). Este límite coincide, con bastante aproximación, con la primera aparición del nannofósil *Nannoconus circularis*, que marca la base de la subzona que lleva su nombre.

Límite Barremiense-Aptiense.

Se sitúa coincidiendo con la base de la Zona de Tuarkyricus de ammonites. En la Cordillera Bética, esta zona no ha sido reconocida hasta el momento. En los materiales estudiados (sección de Caprés) se ha situado el límite Barremiense-Aptiense por encima de la Zona de Securiformis (=Zona de Sarasini) de ammonites, coincidiendo con la primera aparición de *Deshayesites* sp. (ver Company *et al.*, 1992). El límite Barremiense-Aptiense, así definido, coincide con bastante aproximación con la primera aparición del nannofósil *Hayesites irregularis*, que constituye la base de la zona que lleva su nombre. Los primeros especímenes asignables a *Hedbergella praetrocoidea* se encuentran también próximos a este límite.

Límite Aptiense-Albiense.

Este límite se sitúa habitualmente coincidiendo con la base de la Zona de Tardefurcata de ammonites. Sólo se ha encontrado una sección con sedimentos atribuibles al Aptiense terminal-Albiense inferior, pero no contienen ammonites, por lo que la atribución a este intervalo se ha realizado en base a los foraminíferos planctónicos y la nannoflora. De acuerdo con Caron (1985), la base de la Zona de

Tardefurcata se encuentra dentro de la Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos. Como se discute en Aguado *et al.*, 1992, este límite podría estar próximo al biohorizonte de última aparición del foraminífero planctónico *Planomalina cheniourensis* y al de primera aparición del nannofósil *Braarudosphaera africana*. No existe, sin embargo, certeza alguna al respecto.

Límite Albiense-Cenomaniense.

Este límite se sitúa habitualmente a la base de la Zona de *M. mantelli* de ammonites. Ninguna de las secciones de esta edad, de las estudiadas aquí, contiene ammonites por lo que, de acuerdo con Caron (1986), se sitúa dicho límite coincidiendo, aproximadamente, con la base de la Zona de *Rotalipora brotzeni* de foraminíferos planctónicos. Dicha base se sitúa dentro de la Subzona de *Prediscosphaera spinosa* de nannofósiles. La *Sub-commision on the Cretaceous Stratigraphy* (Birkelund *et al.*, 1984) cita la última aparición del foraminífero planctónico *Planomalina buxtorfi* como una buena aproximación de este límite. En este trabajo se ha observado que la última aparición de *P. buxtorfi* tiene lugar ligeramente por debajo de la aparición de los primeros especímenes asignables a *R. brotzeni*.

Límite Cenomaniense-Turoniense.

El límite Cenomaniense-Turoniense se sitúa, según las recomendaciones de la *Sub-commision on the Cretaceous Stratigraphy* (Birkelund *et al.*, 1984), coincidiendo con la primera aparición del ammonites *P. flexuosum*. Según Robaszynski *et al.* (1990), la primera aparición de *P. flexuosum* se sitúa muy próxima a (ligeramente por encima de) la última aparición del género *Rotalipora* (*R. cushmani*, *R. greenhornensis*). Según González-Donoso y Linares (in Robaszynski *et al.*, 1990), los primeros especímenes de *Whiteinella archaeocretacea* coexisten con el género *Rotalipora*, dentro del Cenomaniense superior. De esto se deduce que, aunque la base de la Zona de *W. archaeocretacea* de foraminíferos planctónicos puede constituir una buena aproximación a este límite, es preferible tomar la última aparición del género *Rotalipora*. Mediante nannofósiles, Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990), observa que las últimas apariciones de *Microstaurus chiastius* y *Axopodorhabdus albianus* tienen lugar prácticamente coincidiendo con este límite. También según este autor, *Lithraphidites acutus* y *Corollithion kennedyi* tienen su última aparición ligeramente por debajo y por encima, respectivamente de este límite. El nannofósil *Quadrum gartneri*, frecuentemente usado como aproximación del límite Cenomaniense-Turoniense por medio de nannofósiles, tiene su primera aparición dentro de la Zona de *M. nodosoides* de ammonites (ver Amédro, Gartner in Robaszynski *et al.*, 1990), ya bien entrado el Turoniense inferior. En el presente estudio, a causa de la ausencia de ammonites, litología desfavorable y la mala preservación tanto de la microfauna como de la nannoflora, no ha podido establecerse este límite con la deseada precisión, de modo que las últimas apariciones de *Rotalipora* spp., *M. chiastius*, *A. albianus*, *L. acutus* y *C. kennedyi* se han observado al mismo tiempo. La primera aparición de *Q. gartneri* se ha registrado dentro de la Zona de *W. archaeocretacea*.

Límite Turoniense-Coniaciense.

La *Sub-commision on the Cretaceous Stratigraphy* (Birkelund *et al.*, 1984), recomienda el uso de la primera aparición del ammonites *F. petrocoriensis*, para definir el límite Turoniense-Coniaciense. Según Caron (1985), la primera aparición de

Dicarinella primitiva, coincide aproximadamente con la base de la Zona de *B. haberfellneri* de ammonites, la cual, según Birkelund *et al.* (1984), es equivalente a la de *F. petrocoriensis*. Lamolda *et al.* (1989) situaron este límite, en el área de Estella, mediante las primeras apariciones de *Marginotruncana sinuosa* y *M. schneegansi* s.str., junto con las que encuentra, quizá algo por encima, *D. primitiva*. Por otro lado, González-Donoso & Linares (in Robaszynski *et al.*, 1990) encuentran, desde el Turoniense superior, morfologías asignables al grupo *D. primitiva/D. concavata*, en Túnez (área de Kalaat-Senan). En el presente estudio, dada la mala preservación de los foraminíferos planctónicos y la nannoflora en los niveles de esta edad, y la ausencia de ammonites, ha sido bastante dificultosa la situación de este límite. Finalmente se ha hecho coincidir con la primera aparición de *D. primitiva*. No se han encontrado ningún nannofósil cuya aparición pueda servir de límite. *Marthasterites furcatus*, cuya primera aparición es muy utilizada entre los especialistas en nannofósiles, para situar el límite Turoniense-Coniaciense, ha sido recientemente encontrado en el Turoniense superior (Gartner in Robaszynski *et al.*, 1990).

Límite Coniaciense-Santoniense.

Según las recomendaciones de la *Sub-commision on the Cretaceous Stratigraphy* (Birkelund *et al.*, 1984), este límite debe situarse coincidiendo con la primera aparición del subgénero *Texanites (Texanites)* de ammonites (habitualmente coincidente con la base de la Zona de *T. texanus*). Según Caron (1985), la base de la Zona de *T. texanus* se sitúa dentro de la Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos. Con anterioridad, Linares (1977), señaló que el límite que nos ocupa debía estar dentro de la Zona de *D. concavata*. La primera aparición del nannofósil *Micula decussata* tiene lugar dentro de la Zona de *D. concavata*, y habitualmente se sitúa dentro del Coniaciense superior. Como se puede ver, se trata de un límite difícil de identificar usando los datos actuales de foraminíferos planctónicos y nannofósiles.

Límite Santoniense-Campaniense.

Tradicionalmente se ha usado, como límite Santoniense-Campaniense, la base de la Zona de *Placenticeras bidorsatum* de ammonites. P. bidorsatum es, sin embargo, extremadamente raro en el área tipo. Ante esto, la *Sub-commision on the Cretaceous Stratigraphy* (Birkelund *et al.*, 1984) propuso dos alternativas: la aparición de *Submortoniceras* a partir de *Texanites*, o la línea evolutiva de *Scaphites hippocrepis*. La mayor parte de los micropaleontólogos, en el área mediterránea utilizan la desaparición del foraminífero planctónico *Dicarinella asymetrica* (Birkelund *et al.*, 1984; Robaszynski *et al.*, 1984; Caron, 1985) o la primera aparición de *Globotruncanita elevata*, algo por encima (véase también Linares, 1977). Sin embargo, recientemente, Lillegraven (1991) ha observado, en Texas, dentro de la zona de *D. concavata*, formas evolucionadas del ammonites *S. hippocrepis*, que se encuentra en la Cuenca de Aquitania (donde está definido el estratotipo del Campaniense), en la parte inferior de la Zona de *P. bidorsatum*, considerada como la primera zona del Campaniense. Si se admite que la aparición de *S. hippocrepis* en la Cuenca de Aquitania y en la Costa del Golfo americana es coetánea y que las de *D. concavata* y *D. asymetrica* en la Costa del Golfo americana y el área mediterránea también lo son, entonces el límite Santoniense-Campaniense debería situarse dentro de la Zona de *D. concavata* de foraminíferos planctónicos, bastante por debajo de donde se sitúa en la actualidad. En el presente estudio, ante la ausencia de ammonites y siguiendo a

Robaszynski *et al.* (1984) y Caron (1985) se ha situado el mencionado límite coincidiendo con la última aparición de *D. asymetrica*, la cual es prácticamente coetánea, en la Cordillera Bética, con la del nannofósil *Broinsonia parca*.

Límite Campaniense-Maastrichtiense.

Este límite suele situarse coincidiendo con la primera aparición del ammonites *Hoploscaphites constrictus*, en el Dominio Boreal, y con la de *Pachydiscus neubergicus*, en el Dominio Tethysico (Birkelund *et al.*, 1984). Sin embargo, parecen existir evidencias de que la primera aparición de *P. neubergicus* es bastante posterior a la de *H. constrictus*. Mediante foraminíferos planctónicos, se ha utilizado tradicionalmente como límite el biohorizonte de última aparición de *Globotruncanita calcarata* (Linares, 1977; Caron, 1985). Salaj & Wiedmann (1989), basándose en el hallazgo del ammonites *Pseudokossmaticeras brandti*, ligeramente por encima de la base de la Zona de *Archaeoglobitruncana kefiana* de foraminíferos planctónicos (sección de El Kef, Túnez), han situado recientemente el límite Campaniense-Maastrichtiense coincidiendo con la base de esta zona, por encima de la última aparición de *G. calcarata*. *A. kefiana* no ha sido reconocida en el presente estudio, pero la primera aparición de esta especie, y por tanto el límite Campaniense-Maastrichtiense según estos autores habría que situarlo en el intervalo entre la última aparición de *G. calcarata* y la primera aparición de *Globotruncana falsostuarti*. En mi opinión, sin embargo, el límite elegido por estos autores no tiene más fundamento que pueda tener su situación coincidiendo con la desaparición de *G. calcarata*. En efecto, los datos de estos autores se reducen a la presencia del ammonites *Bostrychoceras polyplocum* (reconocido por ser la base de la última zona del Campaniense), por debajo de la primera aparición de *G. calcarata*, y *P. brandti* (Maastrichtiense inferior) por encima de la primera aparición de *A. kefiana*. Con estos datos, el límite Campaniense-Maastrichtiense podría haber sido trazado en un amplio intervalo que cubre, desde la primera aparición de *G. calcarata*, hasta la primera aparición de *A. kefiana*, incluyendo la última aparición de *G. calcarata*. Salaj & Wiedmann (1989) eligen como límite, quizá por razones de proximidad a la primera aparición de *P. brandti*, la primera aparición de *A. kefiana*, pero cualquiera de los otros límites podría haber sido elegido (por ejemplo, la desaparición de *G. calcarata* que, además es una especie más fácil de reconocer y con una amplia distribución horizontal). Discutido todo lo anterior, he preferido seguir considerando, de momento, como límite Campaniense-Maastrichtiense, la última aparición de *G. calcarata*. El límite así definido se sitúa dentro de la Zona de *Reinhardtites levis* de nannofósiles, próximo a su base.

Límite Maastrichtiense-Daniense.

El límite Maastrichtiense-Daniense coincide con la extinción de los ammonites y de la mayor parte de los foraminíferos planctónicos y buena parte de la nannoflora. Se sitúa coincidiendo con el límite superior de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos. Mediante nannofósiles, se encuentra situado coincidiendo con el límite superior de la Zona de *Micula prinsii*. El límite Maastrichtiense-Daniense es también considerado como el límite entre los sistemas Cretácico y Terciario.

III.4 **CORRELACIONES.**

En los comentarios que siguen a la descripción de cada una de las zonas utilizadas en este trabajo se establece la correlación con respecto a las zonaciones basadas en ammonites y/o foraminíferos planctónicos. Estas correlaciones se encuentran recogidas en los cuadros de las figuras 27 y 28. En los esquemas de las figuras 31-36 se recoge una correlación de la zonación propuesta en el presente estudio con otras zonaciones realizadas en distintas áreas geográficas.

De la comparación de las figuras 31-33 se desprende que, para el Cretácico inferior, las correlaciones entre zonaciones de paleolatitudes bajas y medias se realizan con relativa facilidad, mientras que resultan muy dificultosas o prácticamente imposibles, las correlaciones entre zonaciones de paleolatitudes bajas y altas, particularmente entre los dominios Tethysico y Boreal (Fig. 33). Este hecho se debe a la existencia de taxones diferentes en ambos dominios, producto de la escasa comunicación entre ellos (factores paleogeográficos y paleoceanográficos) y de razones paleoecológicas (temperatura, salinidad, luminosidad, etc.). Es frecuente que, en determinados momentos y debido a cambios paleogeográficos y paleoceanográficos, existan migraciones de nannofloras tethysicas al Dominio Boreal (Mutterlose, 1989a,b). Por este motivo, cuando se encuentran, las especies "tethysicas" presentan, en el Dominio Boreal, distribuciones estratigráficas muy diferentes a las observadas en el Dominio Tethysico. Esto implica una comunicación intermitente y muy precaria entre ambos dominios. A partir del Aptiense superior se observa una tendencia a la uniformización de las asociaciones presentes en ambos dominios (Fig ??c), indicando el inicio de una mejor comunicación entre ellos (Mutterlose, 1989a).

Para el Cretácico superior (Fig. 34-36), aunque persisten diferencias relacionadas con la paleolatitud en las asociaciones, éstas parecen ser menos acusadas. Esto es particularmente cierto para el intervalo Cenomaniense-Campaniense inferior de los dominios Tethysico y Boreal. Las correlaciones son mucho más dificultosas con respecto al área de influencia antártica (Wise, 1983). En cualquier caso, se observa una fuerte dependencia latitudinal de las asociaciones, hacia el final del Cretácico superior (Campaniense y Maastrichtiense), la cual ya ha sido puesta de manifiesto por Worsley & Martini (1970), Thierstein (1981) y Roth (1989).

UNIVERSIDAD DE GRANADA
3 0 SET. 1992
SION DE DOCTORADO

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	PACÍFICO CENTRAL (DSDP LEG 17) ROTH (1973)	FRANCIA, SUIZA GRAN BRETAÑA THIERSTEIN (1973a)	EUROPA OCCIDENTAL SISSINGH (1977)	FRANCIA, ESPAÑA MANIVIT ET AL. (1977)	ATLÁNTICO NOROCCIDENTAL (DSDP LEG 44) ROTH (1978)
ALBIEN.	*E. turris.* / *P. spinosa* / *H. albiensis*	*E. turriseiffelii*	*E. turriseiffelii*	*E. turriseiffelii*	*E. turris.* / *P. spinosa* / *H. albiensis*	*E. turriseiffelii*
	P. columnata / *T. phacelosus* / *C. ehrenbergii*	*P. cretacea*	*P. cretacea*	*P. cretacea*	*P. columnata*	*P. columnata* / *A. albianus* / *P. cretacea*
APTIEN.	*R. angustus* / *B. africana* / *E. floralis*	*P. angustus*	*P. angustus*	*C. litterarius*	*P. angustus*	*R. angustus*
	H. irregularis		*C. litterarius*			*C. litterarius-V. matalosa*
BARREM.	*M. hoschulzii*	*T. malticus*	*M. hoschulzii*	*M. hoschulzii*		*W. oblonga* / *M. obtusus* / *N. bucheri*
HAUTER.	*N. bucheri* / *N. circularis* / *C. rothii*		*L. bollii*	*L. bollii* / *C. loriei*		*C. cuvillieri* / *L. bollii* / *C. oblongata*
VALANG.	*C. cuvillieri* / *L. bollii* / *C. loriei*	*C. cuvillieri* / *T. jurapelagicus*	*C. oblongata*	*C. oblongata*		*T. verenae-D. rectus*
	C. oblongata / *T. verenae* / *R. wisei*					
BERRIA.	*R. angustiforc.* / *P. fenestrata* / *A. infracretacea*	? / *W. britannica*	*C. crenulatus*	*C. crenulatus*		*R. neocomiana*
	N. steinm. steinm.	*N. colomii*	*N. colomii*	*N. steinmannii*		*N. colomii-L. carniolensis*
TITHON.	*P. beckmannii* / *N. steinm. minor* / *N. wintereri* / *N. infans* / *N. compressus*					
	H. cuvillieri					

Fig. 31. Cuadro de correlación para el Cretácico inferior.

Fig. 32. Cuadro de correlación para el Cretácico inferior.

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	ATLÁNTICO NOROCCIDENTAL (DSDP LEG 76, SITE 534) ROTH & WATKINS (1983) ROTH (1983)	GOLFO DE MEXICO (DSDP LEG 77) WATKINS & BOWDLER (1984)	MARGEN DE GALICIA (ODP LEG 103) APPLEGATE & BERGEN (1988)	ITALIA CENTRAL Y SEPTENTRIONAL ERBA & QUADRIO (1977) ERBA (1988)	ATLÁNTICO CENTRAL Y AREA CIRCUNMEDITERRÁNEA BRALOWER ET AL. (1989)
ALBIEN.	*E. turris.* / *P. spinosa* / *H. albiensis*	*E. turriseiffelii*	*E. turris.* / *P. spinosa* / *H. albiensis*	*E. turris.* / *P. spinosa* / *H. albiensis*	*E. turriseiffelii*	
	P. columnata / *T. phacelosus*	*A. albianus*	*P. columnata*	*P. columnata* / *T. phacelosus*	*P. achlyostaurion* / *A. albianus*	
	C. ehrenbergii	*D. cretaceus*			*P.columnata*	
	R. angustus / *B. africana*	*R. angustus*	*R. angustus*	*B. africana*		
APTIEN.	*E. floralis*			*C. litterarius* / *R. angustus*	*N. regularis*	
	H. irregularis	*C. litterarius*	*C. litterarius*	*H. irregularis*	*P. angustus* / *C. litterarius*	
BARREM.	*M. hoschulzii*	*W. oblonga*	*M. hoschulzii*	*M. hoschulzii*	*M. hoschulzii*	
	N. bucheri / *N. circularis*			*L. bollii*		
HAUTER.	*C. rothii*		*L. bollii*	*C. loriei* / *S. colligata*	*L. bollii*	
	C. cuvillieri / *L. bollii*	*C. cuvillieri*				
VALANG.	*C. loriei*			*E. striatus*		
	C. oblongata / *T. verenae*	*T. verenae*	*C. oblongata*	*C. oblongata* / *E. windii*	*C. oblongata*	*C. oblongata* / *T. verenae*
	R. wisei			*T. verenae*		*R. wisei*
BERRIA.	*R. angustifor.* / *P. fenestrata*	*R. neocomiana*	*R. angustiforata*	*R. angustiforata*	*C. angustiforatus*	*C. angustifor.* / *P. fenestrata*
	A. infracretacea					*A. infracretacea*
	N. steinm. steinm.	*N. colomii*	*N. colomii*		*N. colomii*	*N. steinm. steinm.*
TITHON.	*P. beckmannii* / *N. steinm. minor*	*C. mexicana* / *P. beckmannii*			*C. mexicana*	*M. chiastius* / *N. steinm. minor*
	N. wintereri					*R. laffittei*
	N. infans					*U. granulosa granul.*
	N. compressus					*H. noelae*
	H. cuvillieri	*H. cuvillieri*				*P. beckmannii* / *C. mexicana* / *H. cuvillieri*

Fig. 33. Cuadro de correlación para el Cretácico inferior.

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	GRAN BRETAÑA TAYLOR (1982)	ATLÁNTICO SUROCCIDENTAL WISE (1983)	AUSTRALIA SHAFIK (1985)	MAR DEL NORTE SEPTENTRIONAL JAKUBOWSKI (1987)	ALEMANIA NOROCCIDENT. GRAN BRETAÑA CRUX (1989)
ALBIEN.	*E. turris.* / *P. spinosa*	*E. turriseiffelii*	*E. turriseiffelii*	*E. turriseiffelii*	*NLK1-NLK4A (4 intervalos)*	
	H. albiensis					
	P. columnata / *T. phacelosus*	*P. cretacea*	*P. cretacea* / *T. orionatus*	*P. columnata* / *T. orionat.* \ *B. const.*	*W. barnesae (NKL4B)*	
	C. ehrenbergii		*R. asper* \ *S. falklan.*	*S. falklandensis*	*P. columnata (NLK5A)*	
APTIEN.	*R. angustus* / *B. africana*	*P. angustus*	*R. angustus*	*R. angustus*	*B. constans (NLK5B)*	
	E. floralis				*B. ambiguus (NLK6)*	
					M. obtusus (NLK7)	
					E. apertior (NLK8A)	
	H. irregularis	*C. litterarius*	*T. decorus*		*E. varolii (NLK8B)*	
					L. moray-firthensis (NLK9)	
BARREM.	*M. hoschulzii*	*N. abundans*			?	*V. matalosa*
					N. abundans (NLK10)	*Z. sisyphus*
					N. borealis (NLK11)	*C. conicus*
					C. rothii (NLK 12)	*N. abundans*
HAUTER.	*N. bucheri* / *N. circularis*	?	*S. salebrosum*		*C. salebrosum (NLK13)*	?
	C. rothii				*S. comptus (NLK14)*	*C. inaequalis*
	C. cuvillieri / *L. bollii*	*C. striatus*			*L. septentrionalis (NLK15)*	*S. comptus*
					S. colligata (NLK16A)	*T. septentrionalis*
	C. loriei	?			*C. margerelii (NLK16B)*	*C. margerelii*
VALANG.	*C. oblongata* / *T. verenae*	*M. speetonensis*				*C. silvaradion*
						E. antiquus
	R. wisei				*C. silvaradion (NLK17)*	
	R. angustiror. / *P. fenestrata*	*C. salebrosus*				*T. striatum*
	A. infracretacea	*R. angustiforata*			*M. speetonensis (NLK18)*	*M. speetonensis*
BERRIA.	*N. steinm. steinm.*				*S. arcuatus (NLK19A)*	*Intervalo innominado*
					R. angustiforata (NLK19B)	*S. arcuatus*
	P. beckmannii / *N. steinm. minor*					*P. fletcheri*
	N. wintereri				*L. carnlolensis (NLK19C)*	*Nannoconus sp.*
	N. infans					
TITHON.	*N. compressus*					
	H. cuvillieri					

Fig. 34. Cuadro de correlación para el Cretácico superior.

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	ALABAMA, ARKANSAS CEPEK & HAY (1969)	ATLÁNTICO CENTRAL (DSDP LEG 14) ROTH & THIERSTEIN (1972)	PACÍFICO ECUATORIAL (DSDP LEG 16) BUKRY (1973)	PACÍFICO CENTRAL (DSDP LEG 17) ROTH (1973)	FRANCIA, TÚNEZ MANIVIT ET AL. (1977)
MAASTR.	*M. prinsii*	*N. frequens*		*M. mura*	*M. mura*	
	M. murus					
	L. quadratus NBK22b	*L. quadratus*		*L. quadratus*	*L. quadratus*	
	L. quadratus NBK22a					
	A. cymbiformis NBK21c	*C. Initialis*	*T. gothicus trifidus*			
	A. cymbiformis NBK21b					
	A. cymbiformis NBK21a	?				
	U. trifidus *R. levis*	*T. aculeus*		*T. trifidus*	*T. trifidus*	
CAMPAN.	*R. anthophorus*					
	U. gothicus			*B. parca*	*B. parca*	
	C. aculeus		*E. angustus*	*E. augustus*	*E. eximius*	
	B. parca	*K. magnificus*				
SANTON.	*P. fibuliformis*				*G. obliquum*	
	R. hayi					
	M. decussata	*K. punctatus*				
CONIAC.	*E. eximius*	*A. ethmopora*				
		M. furcatus		*M. furcatus*	*M. furcatus*	
TURONI.	*Q. gartneri*	*T. pyramidus*			*E. eximius*	
					Q. gartneri	
CENOMA.	*C. kennedyi*	*C. exiguum*			*L. acutum* *G. obliquum*	
		C. cuneatus	*C. cuneatus*		*C. chiastia*	
	E. turris elfisi *L. alatus*		*E. turriseiffelii*		*E. turris elfisi* *P. spinosa*	
	P. spinosa					

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	ESPAÑA, FRANCIA TÚNEZ VERBEEK (1977)	FRANCIA, HOLANDA SUIZA, TÚNEZ SISSINGH (1977)	ATLÁNTICO NOROCCIDENTAL (DSDP LEG 44) ROTH (1978)	CUENCA DE ANGOLA (DSDP SITE 530) STRADNER & STEINMETZ (1984)	GOLFO DE MEXICO (DSDP LEG 77) WATKINS & BOWDLER (1984)
MAASTR.	M. prinsii	M. murus	N. frequens	M. murus	M. murus	N. frequens
	M. murus					
	L. quadratus: NBK22b	L. quadratus	A. cymbiformis	L. quadratus	A. cymbiformis	A. cymbiformis
	L. quadratus: NBK22a					
	A. cymbiformis: NBK21c	Q. trifidum		L. praequadratus		
	A. cymbiformis: NBK21b		R. levis			R. levis
	A. cymbiformis: NBK21a		I. phacelosus			I. phacelosus
	U. trifidus: R. levis		T. trifidus	T. trifidus	Q. trifidum	T. trifidus
	U. trifidus: R. anthophorus					
CAMPAN.	U. gothicus	Q. gothicum	I. nitidus		Q. gothicum	I. nitidus
	C. aculeus	C. aculeus	C. aculeus	T. aculeus	C. aculeus	C. aculeus
	B. parca	B. parca	A. parcus / C. ovalis	B. parca	E. eximius / B. parca	A. parcus / C. ovalis
SANTON.	P. fibuliformis	Z. spiralis	C. obscurus	T. obscurus M. concava	M. furcatus	C. obscurus
	R. hayi	R. hayi	L. cayeuxii R. anthophorus			L. cayeuxii R. anthophorus
CONIAC.	M. decussata	M. concava B. lacunosa	M. staurophora	B. lacunosa		M. decussata
	E. eximius	M. furcatus	M. furcatus	M. furcatus		M. furcatus
TURONI.		E. eximius	L. maleformis	K. magnificus M. staurophora	L. angularis ?	E. eximius
	Q. gartneri	Q. gartneri	T. pyramidus			Q. gartneri
CENOMA.	C. kennedyi	G. obliquum	M. decoratus	G. obliquum	NO ZONADO	L. acutum
		L. acutum	?	L. acutum	L. acutum	
	E. turriseiffelii: L. alatus	E. turriseiffelii	E. turriseiffelii	E. turriseiffelii	E. turriseiffelii	E. turriseiffelii: P. spinosa
	E. turriseiffelii: P. spinosa					

Fig. 35. Cuadro de correlación para el Cretácico superior.

Fig. 36. Cuadro de correlación para el Cretácico superior.

EDAD	CORDILLERA BETICA AGUADO (1992)	ISRAEL MOSHKOVITZ (1983)	GUBBIO (ITALIA) MONECHI & THIERSTEIN (1985)	PACÍFICO NOROCCIDENTAL MONECHI (1985)	ATLÁNTICO SUROCCIDENTAL (DSDP LEG 71) WISE (1983)	GRAN BRETAÑA CRUX (1982)
MAASTR.	*M. prinsii*	*M. prinsii*	*M. murus*	*M. prinsii*	*C. danlae*	
	M. murus	*M. murus*		*M. murus*		
	L. quadratus *NBK22b*	*L. quadratus*	*L. quadratus*	*L. quadratus*		
	L. quadratus *NBK22a*					
	A. cymbiformis *NBK21c*	*A. cymbiformis*	*A. cymbiformis*	*Q. trifidum*	*B. magnum*	
	A. cymbiformis *NBK21b*					
	A. cymbiformis *NBK21a*					
	U. trifidus *R. levis*	*Q. trifidum*	*T. trifidus*			
CAMPAN.	*R. anthophorus*				*B. coronum*	*P. stoveri*
	U. gothicus		*T. gothicus*	*Q. gothicum*		*B. parca*
	C. aculeus		*C. aculeus*	*C. aculeus*		
	B. parca		*B. parca*	*A. parcus*		
SANTON.	*P. fibuliformis*		*T. obscurus*		*M. furcatus*	*L. cayeuxii*
	R. hayi					*R. anthophorus*
CONIAC.	*M. decussata*				*L. floralis*	*L. maleformis* *M. staurophora*
TURONI.	*E. eximius*				*T. ecclesiastica*	*E. eximius*
	Q. gartneri				*K. magnificus*	*Q. gothicum* *L. quadrifidus* *C. coronatus*
CENOMA.	*C. kennedyi*					*E. turriseiffelii* *M. decoratus* *L. acutus*
	E. turriseiffelii *L. alatus*				*E. turriseiffelii*	*P. spinosa*
	P. spinosa					

IV. **PALEONTOLOGIA.**

Familia Ahmuellerellaceae Reinhardt 1965.

Esta familia incluye cocolitos elípticos con una corona marginal de elementos inclinados y un área central parcialmente cubierta por una cruz alineada con los ejes de la elipse. Además de la cruz pueden aparecer otras estructuras secundarias cubriendo el área central.

Género *Ahmuellerella* Reinhardt, 1964.

Especie tipo, por designación original: *Discolithus octoradiatus* Górka, 1957, p. 259; pl. 4, fig. 10.

Cocolitos elípticos con una corona marginal constituida por elementos imbricados y un área central parcialmente cubierta por barras ligeramente asimétricas con respecto a los ejes mayor y menor de la elipse.

Ahmuellerella se diferencia del resto de representantes de la familia por presentar más de 4 barras (usualmente 8 en parejas de 2) ligeramente asimétricas con respecto a los ejes de la elipse.

Ahmuellerella octoradiata (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.

1957 - *Discolithus octoradiatus* Górka, p. 259; pl. 4, fig. 10.
1963 - *Zygolithus octoradiatus* (Górka, 1957) Stradner, p. 14; pl. 5, fig. 2, 2a.
1964 - *Ahmuellerella limbitenuis* Reinhardt, p. 751; pl. 1, fig. 6; pl. 12, fig. 6.
1966 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Reinhardt, p. 24; pl. 22, fig. 3-4.
1968 - *Eiffellithus octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, p. 25; pl. 2, fig. 17-21; pl. 3, fig. 11.
1968 - *Eiffellithus octoradiatus* (Górka, 1957) Gartner, p. 25; pl. 2, fig. 17-21; pl. 3, fig. 11a-c, pl. 5, fig. 20; pl. 12, fig. 10a-c.
1968 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, p. 23-24; pl. 2, fig. 1,2,12-15.
1969 - *Vagalapilla octoradiata* (Górka, 1957) Bukry, p. 58; pl. 33, fig. 5-7.
1972 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Forchheimer (partim), p. 82; pl. 23, fig. 3, (non fig. 6).
1973 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Priewalder, p. 12; pl. 1, fig. 1-5.
1976 - *Vagalapilla octoradiata* (Górka, 1957) Bukry, 1969.- Thierstein, p. 352; pl. 4, fig. 36,37.
1977 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Kollmann *et al.*, (partim), p. 422; pl. 3, fig. 2; (non fig. 1).
1977 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Verbeek, p. 86; pl. 4, fig. 8.
1977 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Wise & Wind, pl. 2, fig. 3,4.
1978 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Shafik, p. 223; fig. 6, Oa-Ob.
1980 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Smith, p. 27-28; pl. 1, fig. 1-15.
1980 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Hattner & Wise, (partim), p. 56; pl. 1, fig. 5-9; (non fig. 3).
1982 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Crux, pl. 5.6, fig. 7,8; pl. 5.8, fig. 18.
1983 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Wise, p. 512; pl. 21, fig. 4-6.
1990a- *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 1, fig. 1.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.25-1.40) con una corona marginal

UNIVERSIDAD DE GRANADA
30 SET. 1992
CO[illegible] DE DOCTORADO

relativamente estrecha constituida por 40-50 elementos imbricados dextralmente. El área central es amplia y está parcialmente cubierta por 8 barras policristalinas. Estas barras se unen formando 4 grupos de 2 barras cada uno, los cuales se disponen aproximadamente orientados según los ejes de la elipse y dejando aberturas triangulares laterales sobre el área central. En cada uno de los grupos de 2 barras, éstas divergen hacia el margen interno de la corona marginal y convergen hacia el centro. En el punto de unión de las 8 barras se sitúa un proceso central o espina que se eleva distalmente. En conjunto, la forma es ligeramente convexa en vista distal y cóncava en vista proximal.

Discusión:

A. octoradiata se diferencia de los representantes del género *Staurolithites* Caratini, 1960 por presentar 8 en lugar de 4 barras aproximadamente orientadas según los ejes de la elipse. Se diferencia de *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968, por poseer una corona marginal más ancha, un área central cubierta por 8 barras claramente individualizadas sin elementos adicionales. Se diferencia de *A. regularis* (Górka, 1957) Verbeek, 1977 por presentar aberturas entre las barras que atraviesan el área central.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-8m.

Distribución:

La mayor parte de los autores (Verbeek, 1976a,1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Crux, 1982) coinciden en asignar a esta especie un rango Cenomaniense terminal/Turoniense-Maastrichtiense. En trabajos recientes (Robaszynski, 1990) se ha localizado su primera aparición en el Turoniense medio, prácticamente coincidiendo con la base de la Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos planctónicos. En las secciones estudiadas en el presente trabajo, *A. octoradiata* apareció como una especie muy rara y con un registro muy discontinuo desde el Turoniense medio (Zona de *H. helvetica* de foraminíferos planctónicos, Zona de *E. eximius* de nannofósiles) hasta el Maastrichtiense superior (Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, Zona de *M. prinsii* de nannofósiles). Dado que se trata de una especie muy rara y de un registro sumamente discontinuo, no es utilizada con fines bioestratigráficos. La escasez de esta especie en los sedimentos estudiados queda explicada cuando acudimos a su modelo de distribución paleogeográfica. Según Thierstein (1976,1981) *A. octoradiata* presenta valores máximos de abundancia en sedimentos de paleolatitudes altas y mínimos en paleolatitudes bajas.

Ahmuellerella regularis (Górka, 1957) Verbeek, 1977.

1957 - *Tremalithus regularis* Górka, p. 246; pl. 2, fig. 4.
1963 - *Rhabdolithus regularis* (Górka, 1957) Stradner, p. 14; pl. 5, fig. 5,5a.
1968 - *Actinozygus regularis* (Górka, 1957) Gartner, p. 23; pl. 3, fig. 12; pl. 5, fig. 17-18; pl. 6, fig. 17-18; pl. 12, fig. 11.
1968 - *Actinozygus splendens* (Deflandre, 1953) Gartner (partim), p. 25, Pl. 10, fig. 1; (non pl. 5, fig. 15-16; pl. 7, fig. 1-2; pl. 11, fig. 15).
1968 - *Reinhardtites mirabilis* Perch-Nielsen, p. 40; pl. 7, fig. 1; fig. 15.
1969 - *Parhabdolithus regularis* (Górka, 1957) Bukry, p. 53; pl. 30, fig. 8-10.
1972 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Forchheimer (partim), p. 82; pl. 23, fig. 6, (non fig. 3).

1973 - *Reinhardtites mirabilis* Perch-Nielsen, 1968.- Priewalder, p. 24; pl. 16, fig. 5-6.
1977 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Kollmann *et al.*, (partim), p. 422; pl. 3, fig. 1; (non fig. 2).
1977 - *Ahmuellerella regularis* (Górka, 1957) Verbeek, p. 86-87; pl. 4, fig. 9.
1982 - *Ahmuellerella regularis* (Górka, 1957) Verbeek, 1977.- Crux, pl. 5.6, fig. 9,10.
1984 - *Reinhardtites mirabilis* Perch-Nielsen, 1968.- Stradner & Steinmetz, pl. 41, fig. 3,4.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.30) con una corona marginal relativamente estrecha constituida por 45-55 elementos imbricados dextralmente. El área central es amplia y está cubierta por 8 barras policristalinas. Estas barras se unen formando 4 grupos de 2 barras cada uno, los cuales se disponen aproximadamente orientados según los ejes de la elipse. Entre cada 2 pares de barras queda un espacio cubierto por pequeños elementos planos y tabulares, de modo que el área central aparece cubierta por completo. En cada uno de los grupos de 2 barras, éstas divergen hacia el margen interno de la corona marginal y convergen hacia el centro. En el punto de unión de las 8 barras se sitúa un proceso central o espina que se eleva distalmente. En conjunto, la forma es ligeramente convexa en vista distal y cóncava en vista proximal.

Discusión:

A. regularis se diferencia de los representantes de la familia Rhagodiscaceae Hay, 1977 por presentar 8 barras en grupos de 2 aproximadamente alineadas con los ejes de la elipse. Se diferencia de *A. octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964 por presentar el área central totalmente cubierta, sin aberturas entre las barras.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-7m.

Distribución:

Su distribución estratigráfica está mal conocida. Verbeek (1977) cita a esta especie desde el Cenomaniense superior hasta el Maastrichtiense mientras que Crux (1982) limita su rango al intervalo Santoniense-Maastrichtiense. La mayor parte de los autores citan a *A. regularis* entorno al Campaniense y Maastrichtiense (Perch-Nielsen, 1968; Priewalder, 1973; Stradner & Steinmetz, 1984). En el presente estudio se ha encontrado, como especie poco frecuente y de registro discontinuo en algunas muestras de edad Maastrichtiense. Prácticamente nada se conoce con respecto a su distribución paleogeográfica.

Género *Haslingfieldia* Black, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Haslingfieldia stradneri* Black, 1973, p. 110; pl. 30, fig. 11-15.

Cocolitos elípticos con una corona marginal estrecha, constituida por elementos imbricados dextralmente. Sobre la superficie proximal presentan una crux axial que deja cuatro amplias aberturas sobre el área central. Estas aberturas están parcialmente cubiertas por pequeñas barras colocadas de modo que forman ángulos rectos con los brazos de la cruz central.

Haslingfieldia se diferencia de *Staurolithites Caratini*, 1960 por presentar una cruz axial que se mantiene en el plano proximal y poseer pequeñas barras formando ángulos rectos con respecto a ésta.

Haslingfieldia stradneri Black, 1973.

1968 - *Zygolithus striatus* (Stradner) Stradner in Stradner, *et al.*, p. 38; pl. 32, fig. 1.
1973 - *Haslingfieldia stradneri* Black, p. 110; pl. 30, fig. 11-15.
1989 - *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.- Crux, (partim), p. 194; pl. 8.6, fig. 6; (non pl. 8.6, fig. 3-5; pl. 8.12, fig. 17,18).

Descripción:

Cocolito elíptico con una corona marginal estrecha y relativamente elevada, constituida por 30-40 elementos inclinados e imbricados dextralmente. Sobre la cara proximal, el área central presenta una estructura basal consistente en una cruz axial que divide al área central en cuatro aberturas en forma de cuadrantes. De los brazos de la cruz axial se proyectan, lateralmente y en ángulo recto, un número variable de barras cortas con extremos redondeados. Estas barras son de longitud variable y usualmente menor de la mitad de la anchura de los cuadrantes. En cada cuadrante hay normalmente 4 barras que se proyectan a partir del brazo largo de la cruz y 1-2 que lo hacen a partir del brazo corto. La cruz axial y las barras se encuentran en un mismo plano al nivel de la base de la cara proximal. En el centro de la cruz y sobre la cara distal se sitúa la base de una espina masiva que se eleva distalmente.

Discusión:

Esta especie sólo ha sido reconocida por medio del M.E.B. debido a su pequeño tamaño y a lo extremadamente delicado de su estructura de barras formando ángulos rectos con la cruz axial. Esta estructura no es visible al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3-4.5m.

Distribución:

Muy poco se conoce sobre la distribución de esta especie. Black (1973) la citó entre el Albiense medio y el Cenomaniense del Sur de Gran Bretaña. Crux (1989) figuró un espécimen procedente de una sección de edad Hauteriviense. En el presente estudio ha sido encontrada, como especie muy rara, en algunas muestras de edad Albiense medio (Zona de *P. columnata* de nannofósiles).

Género *Monomarginatus* Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Monomarginatus pectinatus* Wind & Wise, 1977, p. 302; pl. 18, fig. 5; pl. 19, fig. 5,6; pl 20, fig. 1,2.

Cocolitos de contorno elíptico que poseen un anillo constituido por un solo y estrecho ciclo de elementos solapantes con imbricación dextral. Desde el anillo, y coincidiendo con los ejes de la elipse, se extienden hacia el centro cuatro barras multicristalinas que conforman un dispositivo en forma de cruz. Esta cruz central aparece arqueada, de modo que es convexa en vista distal. Los elementos cristalinos de la cruz son fibrosos y alargados. En cada cuadrante aparece una barra

multicristalina diagonal, recta o ligeramente arqueada, que se extiende entre los puntos de unión de la cruz central con el anillo. De este modo encontramos una perforación grande, de contorno redondeado o triangular hacia la parte interna de cada cuadrante, definida por las barras axial y diagonal. En el espacio comprendido entre la barra diagonal y el anillo, pueden aparecer entre una y cuatro perforaciones. En el centro de la cruz se inserta una espina, que sólo es observable en los especímenes bien conservados. Bajo nícoles cruzados, la cruz axial y el anillo aparecen brillantes.

Monomarginatus quaternarius Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

1977 - *Monomarginatus quaternarius* Wind & Wise in Wise & Wind, p. 303; pl. 19, fig. 1-4.
1986 - *Staurolithites mielnicensis* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado, p. 80,81; L. 3, fig. 20,21.

Descripción:

Cocolito dividido en cuatro cuadrantes por barras cruzadas prominentes que coinciden con los ejes de la elipse. Estas barras no se extienden generalmente sobre la superficie distal del anillo, el cual está constituido por un número de elementos imbricados que oscila entre 50 y 75. La elipticidad de los especímenes varía entre 1.20 y 1.25. En cada cuadrante aparece una barra diagonal que se extiende entre los puntos de unión de la cruz con el anillo. De este modo, en cada cuadrante pueden observarse 2 perforaciones de gran tamaño: la más interna, de contorno triangular, entre los brazos de la cruz central y la barra diagonal y la más externa, de contorno alargado, entre la barra diagonal y el anillo. En conjunto, el cocolito presenta, en su área central, ocho grandes perforaciones. En el centro de la cruz suele aparecer una espina maciza.

Discusión:

Cuando es observado al microscopio electrónico, la presencia de sólo 4 grandes perforaciones entre las barras diagonales y el anillo diferencia a *M. quaternarius* de *M. pectinatus* Wind & Wise, 1977, que puede tener entre 5 y 16. *M. quaternarius* se diferencia de *Heteromarginatus wallacei* Bukry, 1969 en que este último presenta un tamaño mucho menor, un anillo compuesto por dos ciclos con menor número de elementos, y una elipticidad mayor. Cuando se observa al microscopio óptico, aparece como una especie característica, de difícil confusión debido a su gran tamaño, baja elipticidad y estructuras características. En los sedimentos estudiados es relativamente frecuente encontrar especímenes sin la espina central y a los que les falte una o varias barras diagonales a causa de la preservación.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 8.3-8.8m.

Distribución:

Esta especie fue originalmente descrita en sedimentos de edad Maastrichtiense del Falkland Plateau. En la Cordillera Bética ha sido encontrado en sedimentos de edad Campaniense superior y Maastrichtiense inferior (Zonas de *U. gothicus* y *U. trifidus* de nannofósiles y zonas de *Globotruncana ventricosa-Globotruncana falsostuarti* de foraminíferos planctónicos).

Género *Staurolithites* Caratini 1960

Sinónimos: *Vekshinella* Loeblich & Tappan, 1963; *Vekshinella* Loeblich & Tappan, 1963 emend. Gartner, 1968; *Vagalapilla* Bukry, 1969; *Staurorhabdus* Noël, 1973.
Especie tipo, por designación original: *Staurolithites laffittei* Caratini, 1960.

Cocolitos de contorno elíptico, que presentan una corona marginal constituida por elementos con fuerte imbricación dextral en vista distal. En vista proximal, en el área marginal interna aparece un segundo ciclo de elementos de tamaño más pequeño, que no siempre son visibles en vista distal. El área central está parcialmente cubierta por una cruz, de complejidad estructural variable, alineada con los ejes de la elipse y situada en el plano de la corona marginal. El centro de esta cruz es el soporte de una espina maciza la cual aparece frecuentemente destruída.

Es preciso aclarar que Caratini (1960) no menciona la presencia o no de espina distal. Aunque las descripciones de *Vekshinella, Vagalapilla* y *Staurorhabdus* son más concretas y definen mejor al concepto del grupo taxonómico al que se aplican, la de *Staurolithites*, en mi opinión, incluye y engloba claramente a las de éstos y es anterior. A pesar de esto, hay autores que piensan que la descripción de *Staurolithites* no es plenamente satisfactoria y, en su lugar, adoptan alguno de los nombres genéricos que aquí considero como sinónimos.

Staurolithites crux (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.

1954 - *Discolithus crux* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 143; fig. 55; pl. 14, fig. 4.
1963 - *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, p. 25.
1971 - *Vekshinella stradneri* Rood *et al.*, p. 249; pl. 1, fig. 2.
1971a- *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.- Thierstein, p. 475; pl. 6, fig. 13,14.
1973 - *Vekshinella crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Risatti, p. 19; pl. 7, fig. 24,25.
1973 - non *Vekshinella crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Shafik & Stradner.- Priewalder, p. 26; pl. 20, fig. 1-6.
1977 - *Vekshinella crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Risatti, 1973.- Verbeek, p. 96; pl. 7, fig. 6.
1977 - *Vekshinella stradneri* Rood *et al.*, 1971.- Wise & Wind, p. 308; pl. 83, fig. 6; pl. 84, fig. 1,3,5; pl. 89, fig. 7.
1979 - *Vagalapilla stradneri* (Rood *et al.*, 1971) .- Manivit, pl. 6, fig. 5.
1979 - *Vagalapilla elliptica* (Gartner, 1968) Bukry, 1969.- Siesser, p. 825; pl. 2, fig. 13,14; pl. 3, fig. 5; pl. 5, fig. 20,21.
1982 - *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.- Hamilton, p. 3.1, fig. 13; pl. 3.4, fig. 23.
1982 - *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.- Taylor, pl. 4.4, fig. 15,16; pl. 4.7, fig. 27.
1983 - *Vekshinella stradneri* Rood *et al.*, 1971.- Wise, p. 513; pl. 28, fig. 8; pl. 35, fig. 7.
1987 - *Vekshinella stradneri* Rood *et al.*, 1971.- Covington & Wise, p. 636; pl. 1, fig. 1-5.
1989 - *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1963.- Crux, (partim), p. 194; pl. 8.6, fig. 3-5; pl. 8.12, fig. 17,18; (non pl. 8.6, fig. 6).
1991 - *Vekshinella stradneri* Rood *et al.*, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 3.1,3.2,5.10,6.11,6.12.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.30-1.45) con una corona marginal formada por un ciclo constituido por 30-50 elementos imbricados dextralmente. En

vista proximal aparece un segundo ciclo de pequeños elementos que se disponen rodeando al margen interno. El área central está atravesada por 4 barras estrechas en forma de cruz, constituidas por elementos cristalinos fibrosos. Esta cruz presenta sus brazos alineados con respecto a los ejes de la elipse. Sobre el centro de la cruz se dispone una espina maciza que se eleva distalmente. La cruz central se sitúa en el mismo plano que la corona marginal.

Discusión:

S. crux se diferencia de *S. ellipticus* (Gartner, 1968) Lambert, 1987, por presentar un área central más amplia y una cruz central más estrecha.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-6m.

Distribución:

Rood *et al.* (1971) y Hamilton (1982) sitúan la primera aparición de esta especie en el Oxfordiense. Con respecto a su última aparición existen diferencias significativas entre los diferentes autores, debido, sin duda, a lo confuso de la taxonomía de estas formas. Hamilton (1982) y Taylor (1982) sitúan la última aparición de esta especie en el Turoniense. En la Cordillera Bética, en este trabajo, se ha encontrado a *S. crux* desde el Berriasiense hasta el Cenomaniense inferior (Zona de *E. turriseiffelii* de nannofósiles, Zona *Rotalipora brotzeni* de foraminíferos planctónicos). Esta especie es abundante en el intervalo Berriasiense-Aptiense. En el Albiense es ya una especie muy rara y con un registro muy discontinuo. Con respecto a su distribución paleogeográfica, parece ser una especie cosmopolita.

Staurolithites imbricatus (Gartner, 1968) com. nov.

1958 - non *Discolithus cruciatus* Noël, p. 162; pl. 1, fig. 3.
1968 - *Staurolithites cruciatus* (Noël, 1958) Reinhardt, 1965.- Perch-Nielsen, p. 26; pl. 2, fig. 6.
1968 - *Vekshinella imbricata* Gartner, p. 30-31; pl. 9, fig. 16,17?; pl. 13, fig. 8,9?.
1969 - *Vagalapilla imbricata* (Gartner, 1968) Bukry ssp. *elongata* Bukry, p. 58; pl. 33, fig. 3,4.
1969 - non *Vagalapilla imbricata* (Gartner, 1968) Bukry ssp. *imbricata*.- Bukry, p. 57-58; pl. 33, fig. 2.
1973 - (?) *Vekshinella cruciata* (Noël, 1965) Shafik & Stradner, 1971.- Priewalder, (partim), p. 25; pl. 21, fig. 4; (non fig. 3).
1986 - *Staurolithites ellipticus* (Gartner, 1968) Black, 1975.- Aguado, p. 79-80; L. 4, fig. 18-21.

Descripción:

La corona marginal, elíptica (elipticidad entre 1.40-1.60) y de anchura variable, está constituida por 30-40 elementos con imbricación dextral en vista distal. En vista proximal aparece un ciclo secundario de elementos que se disponen entorno al margen interno. El área central, relativamente pequeña, está cubierta casi totalmente por una gruesa cruz central alineada con los ejes de la elipse. Esta cruz central está formada por unos pocos cristales tabulares alargados orientados paralelamente a los brazos. Los brazos suelen presentar una sutura medial. Sobre el centro de la cruz se inserta una espina que generalmente está destruida. Entre la cruz central y la corona marginal quedan delimitadas cuatro pequeñas aperturas (una por cuadrante) estrechas y alargadas.

Discusión:

Algunos de los especímenes encontrados durante el presente estudio presentaron una cruz central con una morfología algo romboidal, con brazos más anchos en la zona central que en los extremos. Estos cambios en la morfología se han achacado a diferencias preservacionales. *S. imbricatus* se diferencia de *S. crux* por poseer una elipticidad más acusada, una cruz central de brazos más anchos constituida por elementos tabulares (en lugar de fibrosos) y un área central estrecha prácticamente cubierta, en la que quedan aberturas de pequeño tamaño.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-5m.

Distribución:

Esta especie fue originalmente descrita por Gartner (1968) en el Campaniense superior. Bukry (1969) la cita en el Santoniense. Se trata de una especie de pequeño tamaño y de taxonomía compleja, por lo que con frecuencia no es considerada por los autores o es confundida con *Staurolithites crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Caratini, 1960. En la Cordillera Bética ha sido identificada, en este estudio, desde el Campaniense superior (Zona de *Globotruncanita calcarata* de foraminíferos planctónicos y Zona de *U. trifidus* de nannofósiles) hasta el límite Cretácico-Terciario.

Staurolithites matalosus (Stover, 1966) Cepek & Hay, 1969.

1966 - *Coccolithus matalosus* Stover, (partim), p. 139; pl. 1, fig. 12-14; (non pl. 8, fig. 6).
1969 - *Staurolithites matalosus* (Stover, 1966) Cepek & Hay, p. 325.
1972 - *Staurolithites matalosus* (Stover, 1966) Cepek & Hay, 1969.- Roth & Thierstein, pl. 13, fig. 6-11.
1973a- *Vagalapilla matalosa* (Stover, 1966) Thierstein, p. 37-38; pl. 3, fig. 15-18.
1976 - *Vagalapilla matalosa* (Stover, 1966) Thierstein, 1973.- Thierstein, p. 352; pl. 3, fig. 35,36.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.30) con una corona marginal estrecha, compuesta por un sólo ciclo de unos 40-50 elementos imbricados dextralmente. Adosado al margen interno de la corona marginal presenta un ciclo de elementos irregulares que reducen considerablemente el tamaño libre del área central. Sobre el área central se dispone una cruz cuyos brazos coinciden con los ejes de la elipse y que constituye el soporte de una espina que se eleva distalmente. Los brazos de la cruz poseen extremos con terminaciones en forma de punta de flecha, los cuales se apoyan sobre el ciclo de elementos irregulares.

Discusión:

S. matalosus se diferencia de *S. mutterlosei* Crux, 1989 por presentar un ciclo de elementos irregulares que cubren una parte importante del área central y una cruz axial de brazos rectos y terminaciones en forma de punta de flecha. En *S. mutterlosei* el ciclo de elementos irregulares es mucho más estrecho y los brazos de la cruz axial coincidentes con el eje mayor de la elipse se desvían lateralmente en sus extremos. En *S. crux* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1959) Caratini, 1963, este ciclo

es muy estrecho o no es visible en vista distal.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-7m.

Distribución:

Thierstein (1973a,1976) asigna a esta especie un rango Aptiense-Campaniense. En el presente estudio se han encontrado algunos especímenes en sedimentos de edad Aptiense y Albiense inferior. Se trata siempre de una especie rara y de registro bastante discontinuo. Por otro lado, no se ha encontrado en todas las secciones con sedimentos de esta edad.

Staurolithites mutterlosei Crux, 1989.

1989 - *Staurolithites mutterlosei*, p. 194; pl. 8.6, fig. 7,8; pl. 8.12, fig. 16,21,22.

Descripción:

Cocolito de contorno elíptico (elipticidad entre 1.20-1.50) con una corona marginal constituida por 24-44 elementos con imbricación dextral en vista distal. En vista proximal aparece un ciclo de elementos secundarios que se disponen sobre la parte interna del área marginal y son visibles incluso en vista distal. La corona marginal es relativamente estrecha y no muy alta. El área central es amplia y está parcialmente cubierta por una cruz de brazos delgados, cuyos ejes coinciden aproximadamente con los ejes de la elipse y se apoyan sobre el ciclo interno de la corona marginal. Los brazos más largos de esta cruz se desvían lateralmente de modo que no coinciden exactamente con el eje mayor de la elipse y presentan un aspecto algo curvado. La elipticidad de esta especie oscila entorno a 1.2-1.5.

Discusión:

Al microscopio óptico es de fácil diferenciación con respecto a *S. crux* (Deflandre, 1954) Caratini, 1963 por la desviación que presentan los brazos más largos de la cruz central con respecto al eje mayor de la elipse. Frecuentemente, el ciclo de elementos secundarios en la parte interna de la corona marginal, es visible al microscopio óptico con nícoles cruzados.

Tamaño: El diámetro mayor oscila entre las 5.0-5.8m.

Distribución:

Esta especie fue descrita por primera vez en el Hauteriviense-Barremiense de Inglaterra (Speeton Clay). En la Cordillera Bética se ha encontrado a lo largo del Barremiense (Zonas de Hugii-Giraudi de ammonites, zonas de *N. bucheri* y *M. hoschulzii* de nannofósiles), aunque se trata de una especie poco frecuente.

Familia Arkhangelskiellaceae Bukry 1969.

En esta familia se incluyen cocolitos elípticos con una corona marginal compuesta por 3-5 series superpuestas (gradas) de elementos con disposición radial, de las cuales, entre 2 y 4 son visibles en vista proximal y usualmente 2 lo son en vista distal. La mayor parte de los géneros y especies carecen de proceso central o espina.

Género *Arkhangelskiella* Vekshina, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959, p. 66, pl. 2, fig. 3a-b.

Cocolitos de contorno elíptico. La corona marginal está constituida por 2 ó 3 series (a veces 4) superpuestas de elementos de calcita con disposición radial (gradas) muy próximas entre sí, que van aumentando progresivamente de tamaño desde la cara proximal a la distal, de modo que la penúltima es la mayor. La última grada (la más distal) es menor que la penúltima y se sitúa al mismo nivel que las placas (a veces perforadas) que cubren por completo el área central. El área central se encuentra atravesada por suturas longitudinales, y transversales con respecto a los ejes de la elipse. En vista proximal, las piezas del área central se disponen en 8 cuadrantes netamente individualizados que le dan (cuando es observado al microscopio óptico con luz polarizada y nícoles cruzados) una típica estructura en "alas de molino de viento". Cuando el cocolito es observado en vista distal, la corona marginal aparece como un borde continuo de igual anchura en todo el contorno. En conjunto, los cocolitos son cóncavos en vista proximal y ligeramente convexos en vista distal.

Arkhangelskiella cymbiformis Vekshina, 1959.

1959 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, p. 66; pl. 2, fig. 3a-b.
1963 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Stradner, p. 12; pl. 1, fig. 4-4a,b.
1964 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Bramlette & Martini, p. 297; pl. 1, fig. 3-9.
1966 - non *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Stover, p. 137; pl. 1, fig. 17a,b, 18; pl. 8, fig. 8.
1966 - *Discolithus octocentralis* Stover, p. 143; pl. 3, fig. 1-2; pl. 8, fig. 18.
1968 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Gartner, p. 38; partim pl. 1, fig. 1-5; pl 4, fig. 1-4; pl. 6, fig. 1; pl. 27, fig. 2; non pl. 1, fig. 6.
1968 - *Akhangelskiella scapha* Gartner, p. 39; pl. 14, fig. 1; pl. 15, fig. 1; pl. 20, fig. 1-3.
1969 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Bukry, p. 21; pl. 1, fig. 1-3.
1973 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Priewalder, p. 12; pl. 3, fig. 1-4.
1973 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Roth, p. 715; pl. 19, fig. 1,3,5,7.
1977 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Verbeek, p. 72; pl. 2, fig. 3-4.
1980 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Hattner & Wise, p. 57; pl. 2, fig. 3.
1982 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Crux, pl. 5.4, fig. 7; pl. 5.9, fig. 21.
1983 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Miller, p. 191; pl. 2, fig. 32a-34.
1984 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 1, fig. 1-4; pl. 3, fig. 1-3
1985 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Monechi, p. 315; pl. 3, fig. 9A-B.
1989 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Varol, fig. 1.1-1.12
1989 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Moshkovitz & Osmond, pl 4.1, fig. 11-18; pl. 4.2, fig. 9-12.
1990a- *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 1, fig. 2a-c.
1991 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Gorostidi & Lamolda, pl. 1, fig. 1.

Descripción:

Cocolitos de contorno elíptico (elipticidad entre 1.15-1.40), cóncavos en vista proximal y ligeramente convexos en vista distal. La corona marginal está constituida por 2 ó 3 series (a veces 4) superpuestas de elementos de calcita con disposición radial (gradas) muy próximas entre sí, que van aumentando progresivamente de tamaño desde la cara proximal a la distal, de modo que la penúltima es la mayor. La última grada (la más distal) es menor que la penúltima y se sitúa al mismo nivel que las placas (a veces perforadas) que cubren por completo el área central. El área central se encuentra atravesada por suturas longitudinales, y transversales con respecto a los ejes de la elipse. En vista proximal, las piezas del área central se disponen en 8 cuadrantes netamente individualizados que le dan (cuando es observado al microscopio óptico con luz polarizada y nícoles cruzados) una típica estructura en "alas de molino de viento". Cuando el cocolito es observado en vista distal, la corona marginal aparece como un borde continuo de igual anchura en todo el contorno.

Discusión:

A. cymbiformis Vekshina, 1959, presenta al microscopio óptico, con nícoles cruzados, un modelo muy similar a *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971, de la que se diferencia por tener un tamaño ligeramente superior y un área central más grande con respecto a la anchura de la corona marginal. Mi concepto de esta especie engloba actualmente tanto a formas con perforaciones en el área central, como formas imperforadas. En mi opinión (ver Thierstein, 1976), la presencia o no de perforaciones en el área central es un carácter que puede ser ampliamente modificado por efectos diagenéticos.

Tamaño: Diámetro del eje mayor entorno a 7.5-12.0m.

Distribución:

La mayor parte de los autores (Perch-Nielsen, 1985a, Girgis, 1989; Varol, 1989) coinciden en atribuir a esta especie una distribución Campaniense superior - Maastrichtiense. En la Cordillera Bética los primeros especímenes asignables a *A. cymbiformis* se han encontrado en sedimentos de edad Campaniense (Zona de *B. parca*), aunque su distribución se extiende a lo largo del Maastrichtiense hasta el límite Cretácico-Terciario. Entorno al Maastrichtiense medio se observa un aumento brusco y considerable del tamaño de los cocolitos, que también ha sido puesto de manifiesto por Girgis (1989) para muestras de Oriente Medio y Norte y Oeste de Africa.

Género *Broinsonia* Bukry, 1969.

Sinónimo: *Aspidolithus* Noël, 1969.
Especie tipo, por designación original: *Broinsonia dentata* Bukry, 1969, p. 21-22, pl. 2, fig. 1-3.

Cocolitos elípticos compuestos por una corona marginal constituida por 3 series superpuestas de elementos radiales (gradas) visibles en vista proximal. En vista distal, la serie superior está bordeada interiormente por un ciclo de elementos radiales más o menos desarrollado, que limita a un área central netamente convexa, de

dimensiones variables, compuesta por cristales situados en torno a suturas dispuestas longitudinal y transversalmente con respecto a los ejes de la elipse.

Para algunos autores (Perch-Nielsen, 1985a), *Aspidolithus* Noël, 1969 no es un sinónimo posterior de *Broinsonia* Bukry, 1969. El mencionado autor diferencia a ambos géneros asignando a *Broinsonia* formas con una "cruz central distintiva" y a *Aspidolithus* aquellas formas con "área central completamente cerrada constituida por 8 segmentos atravesados por perforaciones". Mi conclusión, tras un examen detallado de las definiciones e ilustraciones originales de las especies asignadas a ambos géneros, es que *Aspidolithus*, es sinónimo de *Broinsonia*, por razones de prioridad en su publicación. La diferenciación propuesta por Perch-Nielsen (1985a) no me parece válida por los siguientes motivos:

a) *Broinsonia bevieri* Bukry, 1969 (=*Aspidolithus signatus* Noël, 1969) es una forma que presenta una "cruz central distintiva" y fue asignada por Noël al género *Aspidolithus*.
b) *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969 (=*Aspidolithus parcus* (Stradner, 1963) Noël, 1969) con un "área central completamente cerrada" fue incluida por ambos autores en sus respectivos géneros.
c) Tras la observación de las ilustraciones de Bukry y de Noël, es perceptible una ligera disolución en el del primer autor y una ligera recalcificación en el del segundo, lo que afecta a la morfología y apariencia de los elementos y estructuras que cubren el área central de estas formas.

Broinsonia enormis (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.

1968 - *Arkhangelskiella enormis* Shumenko, p. 33; pl. 1, fig. 3.
1969 - *Broinsonia bevieri* Bukry, p. 21; pl. 1, fig. 8-12.
1969 - *Broinsonia furtiva* Bukry, p. 22; pl. 2, fig. 7,8.
1969 - *Aspidolithus angustus* Noël, p. 196; pl. 1, fig. 1-2.
1971 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, p. 105; pl. 1, fig. 18-20.
1972 - *Broinsonia bevieri* Bukry, 1969.- Roth & Thierstein, pl. 14, fig. 14-17,22-29.
1972 - *Broinsonia lata* (Noël, 1969) Noël, 1970.- Roth & Thierstein, pl. 14, fig. 18-21
1974 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Thierstein, pl. 10, fig. 1-6.
1974 - non ?*Broinsonia furtiva* Bukry, 1969.- Thierstein, p. 637; pl. 10, fig. 7-14.
1976 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Thierstein, p. 351; pl. 4, fig. 20,21.
1977 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Verbeek, p. 73; pl. 2, fig. 5.
1977 - *Broinsonia furtiva* Bukry, 1969.- Verbeek, p. 74; pl. 2, fig. 6,7.
1982 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Crux, pl. 5.4, fig. 9,10; pl. 5.9, fig. 22-23.
1983 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Miller, p. 191; pl. 2, fig. 24-26.
1984 - *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 18, fig. 5,6.
1984 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Locker, 1972.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 17, fig. 4; (non pl. 17, fig. 1-3; pl. 18, fig. 3,4,7,8).
1990a- *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 3, fig. 1a-b.

Descripción:

Cocolito de contorno elíptico (elipticidad entre 1.30-1.40) con una corona marginal formada por tres gradas compuestas por 32-42 elementos cada una. Estos elementos están limitados por suturas radiales y ligeramente imbricados sinistralmente. En vista distal aparece un ciclo interno de elementos de construcción

irregular, característico del género. Las estructuras del área central son ligeramente variables, aunque todas están basadas en suturas rectas alineadas con los ejes de la elipse. En unas formas, se presenta una cruz producida por una única fila de elementos a cada lado de las suturas; en otras aparece un área central oval que contiene más elementos. En vista proximal aparece una clara rotura entre el área central y el ciclo interno.

Discusión:

En mi opinión, no hay diferencia entre el espécimen figurado por Shumenko (1968) como *Arkhangelskiella enormis* y los figurados por Bukry (1969) como *Broinsonia bevieri* y *Broinsonia furtiva*. Aunque en Shumenko (1976) se trata a *B. bevieri* como especie diferente a *Broinsonia enormis* es evidente, a partir de sus ilustraciones, que se trata de un único taxon. Para Shumenko (1976), *B. enormis* incluye tanto a especímenes con los elementos del área central en forma de cruz, sin que ésta quede totalmente cubierta (Shumenko, 1976; pl. 8, fig. 8) como a especímenes con el área central totalmente cubierta de elementos (Shumenko, 1976; pl. 8, fig. 9). Noël (1969) describió *Aspidolithus signatus* para formas con el área central en forma de cruz y no totalmente cubierta y *Aspidolithus angustus* para formas con el área central totalmente cubierta. El holotipo de *Arkhangelskiella enormis* Shumenko, 1968 posee el área central totalmente cubierta. Por este motivo, *Aspidolithus angustus* Noël, 1969 es considerado en sinonimia con *B. enormis* por razón de prioridad, mientras *Broinsonia signata* (Noël, 1969) Noël, 1970 (=*Aspidolithus signatus*) es considerado como otra especie diferente. *B. enormis* es difícil de confundir con el resto de representantes de la familia encontrados en los sedimentos cretácicos investigados en este estudio, ya que presenta un tamaño notablemente menor. Al microscopio electrónico puede ser fácilmente diferenciada de *Broinsonia dentata* Bukry, 1969, *B. ethmoquadrata* Bukry, 1969 y B. handfieldii Bukry, 1969, por la presencia en estos últimos taxones de elementos distintivos en el área central. Es preciso, sin embargo, ser cauteloso a la hora de utilizar elementos tales como presencia y número de perforaciones en el área central como caracteres taxonómicos, ya que éstos parecen estar muy fuertemente influenciados por el grado de preservación. De este modo, en muestras con un cierto grado de recalcificación no se encuentran especímenes con perforaciones (Thierstein, 1974,1976) mientras que los especímenes con perforaciones en el área central son muy frecuentes en muestras con síntomas de una ligera disolución. Este hecho da lugar a que no pueda ser utilizada la presencia o el número de perforaciones como criterio taxonómico en muestras con un cierto grado de recalcificación. Dicho todo lo anterior sobre la influencia de la disolución y recalcificación sobre la morfología y número de perforaciones que pueden aparecer en los elementos del área central, es preciso mencionar que las características de los sedimentos estudiados aquí hacen que no sea posible diferenciar entre *B. enormis* y *B. furtiva* Bukry (ver Thierstein, 1974,1976). Por otro lado pienso, al igual que Thierstein, que tanto *B. enormis* como *B. furtiva* son morfotipos preservacionales de un único taxon y por este motivo, *B. furtiva* es incluida en sinonimia dentro de *B. enormis*.

Tamaño: Diámetro del eje mayor entorno a 6-7m.

Distribución:

Esta especie fue originalmente descrita en el Cretácico superior de la URSS,

por Shumenko (1968). Posteriormente fue citada en el Campaniense de Texas por Bukry (1969). Más recientemente ha sido encontrada por Thierstein (1974) en el Turoniense-Coniaciense. En la actualidad, aunque su rango estratigráfico no está del todo bien conocido por ser una especie poco frecuente, se le admite una distribución Albiense-Campaniense inferior. En la Cordillera Bética se han encontrado algunos (escasos) especímenes a partir del Albiense (Subzona de *C. ehrenbergii*) hasta el Campaniense inferior. En las secciones estudiadas de edades Turoniense, Coniaciense y Santoniense, los representantes del género *Broinsonia* están virtualmente ausentes.

Broinsonia parca (Stradner, 1963) Bukry, 1969 ssp. *constricta* Hattner *et al.*, 1980.

1964 - *Arkhangelskiella parca* Stradner, 1963.- Bramlette & Martini, p. 298; pl. 1, fig. 1-2.
1966 - *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959.- Stover, (partim), p. 137; pl. 1, fig. 17; (non pl. 1, fig. 18).
1968 - *Arkhangelskiella parca* Stradner, 1963.- Gartner, (partim), p. 38; pl. 8, fig. 4; pl. 11, fig. 2; (non pl. 8 fig. 5).
1969 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, (partim), p. 23; pl. 3, fig. 3-6; (non pl. 3 fig. 7-10).
1969 - *Aspidolithus parcus* (Stradner, 1963) Noël, p. 196; pl. 1, fig. 3-4.
1972b- *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Perch-Nielsen, p. 1007; pl. 22, fig. 5.
1973 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Roth, p. 715; pl. 22, fig. 3
1976 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Thierstein, p. 352; pl. 5, fig. 20,21.
1976a- *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Verbeek, p. 144; pl. 2, fig. 6.
1977 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Verbeek, p. 75; pl. 2, fig. 10,11.
1980 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969 ssp. *constricta* Hattner *et al.*, p. 59; pl. 6, fig. 7-10; pl. 7, fig. 1-9.
1983 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Miller, p. 191; pl. 2, fig. 28a-b.
1983 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Varol, p. 445; fig. 5.13-5.16.
1984 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 3, fig. 4-6; pl. 4, fig. 1-3,4?; (non pl. 2, fig. 1-4; pl. 3, fig. 7-9).
1986 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Aguado, p. 20-21; L. 3, fig. 24-27; L. 4, fig. 1-4.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad próxima a 1.20) con una estructura característica del género *Broinsonia*. En vista proximal, la corona marginal está constituida por tres gradas de elementos. De éstas, las dos más proximales están formadas por elementos de pequeño tamaño y disposición radial y la más externa está compuesta por dos ciclos de elementos. El ciclo externo, más estrecho, está compuesto por unos 42-56 elementos con una ligera imbricación dextral en vista distal. El ciclo interno, que se dispone rodeando al área central, es mucho más ancho que el externo, y presenta unos 50 elementos radiales en el margen externo y aproximadamente 25 en el margen interno. El área central está constituida por elementos dispuestos en torno a dos suturas alineadas según los ejes de la elipse, de modo que queda dividida en cuadrantes. En cada cuadrante pueden aparecer (no necesariamente) entre 1 y 4 perforaciones situadas paralelamente al eje mayor de la elipse. El área central es aproximadamente igual o significativamente más pequeña que la anchura del ciclo marginal interno.

Discusión:

B. parca ssp. *constricta* se diferencia de *B. parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969 ssp. parca por poseer un área central más pequeña y un menor número de

perforaciones que sólo se presentan alineadas con respecto al eje mayor de la elipse (en *B. parca* ssp. *parca* pueden existir perforaciones alineadas con respecto al eje menor). Los especímenes con perforaciones no suelen aparecer en muestras con síntomas de recalcificación, ya que parece ser que la calcita tiende a cubrirlas. Ambas subespecies son fácilmente diferenciables tanto al microscopio óptico como al microscopio electrónico por medio del diferente tamaño de sus respectivas áreas centrales relativo a la anchura del ciclo marginal interno.

Tamaño: Diámetro del eje mayor entre 9-10m.

Distribución:

Esta subespecie se encuentra desde el Campaniense inferior hasta el Maastrichtiense medio (Lauer, 1974; Hattner *et al.*, 1980; Hattner & Wise, 1980; Perch-Nielsen, 1985a), y coexiste parcialmente (durante el Campaniense inferior y medio) con *B. parca* ssp. *parca*. En la Cordillera Bética la primera aparición de esta subespecie se localiza muy próxima a la base del Campaniense (Zona de *B. parca* de nannofósiles, Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos) y su última aparición en el Maastrichtiense medio (techo de la Zona de *U. trifidus* de nannofósiles, base de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos).

Broinsonia parca (Stradner, 1963) Bukry, 1969 ssp. *parca*

1963 - *Arkhangelskiella parca* Stradner, p. 10; pl. 1, fig. 3, 3a.
1980 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969 ssp. *parca*.- Hattner & Wise, p. 59.
1982 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Crux, pl. 5.4, fig. 11; pl. 5.9, fig. 24.
1984 - *Broinsonia parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 2, fig. 1-4; pl. 3, fig. 7-9; (non pl. 3, fig. 4-6; pl. 4, fig. 1-3,4?).

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad próxima a 1.20), con una estructura característica del género *Broinsonia*. En vista proximal, la corona marginal está constituida por tres gradas de elementos. De estas tres gradas, las dos más proximales están formadas por elementos de pequeño tamaño y disposición radial. La grada más externa está compuesta por dos ciclos de elementos. El ciclo externo, más estrecho, está compuesto por unos 42-56 elementos con ligera imbricación dextral en vista distal. El ciclo interno, que rodea al área central, es mucho más ancho que el externo, y presenta aproximadamente 50 elementos radiales en el margen externo y unos 25 en el margen interno. El área central está constituida por elementos dispuestos en torno a dos suturas alineadas según los ejes de la elipse, de modo que queda dividida en cuadrantes. En cada cuadrante pueden aparecer entre 1 y 4 perforaciones próximas a la sutura y dispuestas paralelamente al eje mayor de la elipse. Según Hattner *et al.* (1980) esta especie presenta en cada cuadrante, además, dos perforaciones subparalelas al eje menor. El área central es significativamente más ancha que el ciclo marginal interno, pero sin llegar al tamaño que presenta *B. enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971.

Discusión:

En el material estudiado, que presenta una ligera recalcificación, no se han encontrado especímenes que presentasen perforaciones en el área central por lo que

el número y disposición de éstas no ha podido ser utilizado para diferenciar a *B. parca* ssp. *parca* de *B. parca* ssp. *constricta*. Sí se han encontrado, sin embargo, cocolitos con un área central mayor que *B. parca* ssp. *constricta* y menor que *B. enormis*. Estos especímenes han sido asignados a *B. parca* ssp. *parca*, ya que en condiciones de ligera recalcificación, las perforaciones en el área central no pueden ser utilizadas como criterio taxonómico.

Tamaño: Diámetro del eje mayor entre 9-10m.

Distribución:

B. parca ssp. *parca* queda restringida, según la mayor parte de los autores (Hattner *et al.*, 1980; Hattner & Wise, 1980; Perch-Nielsen, 1985a) al Campaniense inferior y medio. En la Cordillera Bética, *B. parca* ssp. *parca* es una subespecie relativamente poco frecuente en las muestras. Se ha encontrado en el Campaniense inferior (Zona de *Broinsonia parca*, y parte inferior de la Zona *Ceratolithoides aculeus* de nannofósiles; Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos).

Género *Crucicribrum* Black, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Crucicribrum anglicum* Black, 1973, p. 62; pl. 22, fig. 11-15.

Cocolitos elípticos, con una corona marginal estrecha, constituida por varios ciclos de elementos (gradas). En vista distal, aparecen 2 ciclos, de los cuales el más externo está formado por elementos imbricados dextralmente. El área central es amplia y aparece cubierta por una rejilla porosa con numerosas perforaciones. Sobre esta rejilla se sitúa una cruz axial, de brazos delgados y divididos longitudinalmente, sobre cuyo centro pueden presentarse los restos de una espina.

Crucicribrum se diferencia de *Arkhangelskiella* Vekshina, 1959, por poseer un mayor número de perforaciones, un ciclo distal estrecho de elementos inclinados y una crux axial prominente sobre el área central. Se diferencia de *Gartnerago* Bukry, 1969, *Kamptnerius* Deflandre, 1959 y *Broinsonia* Bukry, 1969 por presentar una cruz axial prominente en vista distal.

Crucicribrum striatum (Stradner, 1963) Wise, 1983.

1963 - *Arkhangelskiella striata* Stradner, p. 176; pl. 1, fig. 1.
1966 - non *Arkhangelskiella striata* Stradner, 1963.- Stover, p. 137; pl. 2, fig. 3,4.
1966 - *Arkhangelskiella erratica* Stover, p. 137; pl. 2, fig. 10; pl. 8, fig. 14.
1972 - non *Gartnerago striatum* (Stradner, 1963) Forchheimer, p. 29; pl. 3, fig. 1-3.
1973 - non *Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black, p. 53; pl. 17, fig. 3-6, 10-11.
1973 - *Crucicribrum anglicum* Black, p. 62; pl. 22, fig. 11-15.
1974 - non *Gartnerago striatum* (Stradner, 1963) Forchheimer, 1972.- Thierstein, p. 640; pl. 4, fig. 1-15.
1976 - *Broinsonia stenostaurion* Hill, p. 127-128; pl. 3, fig. 13-24; pl. 13, fig. 12-14.
1982 - non *Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black, 1973.- Taylor, p. 64; pl. 4.3, fig. 15,16.
1982 - *Gartnerago striatum* (Stradner, 1963) Forchheimer, 1972.- Taylor, p. 68; pl. 4.5, fig. 12,15,16.
1983 - *Crucicribrum striatum* (Stradner, 1963) Wise ssp. *striatum* p. 507.
1983 - *Crucicribrum striatum* (Stradner, 1963) Wise ssp. *constansii* Wise & Parker in Wise, p. 507; pl. 23, fig. 1-4; pl. 24, fig. 1-6.

1984 - *Gartnerago striatum* (Stradner, 1963) Forchheimer, 1972.- Stradner & Steinmetz, (partim) p. 594; pl. 19, fig. 1-4; (non pl. 18, fig. 9,10).
1988 - *Crucicribrum striatum* ssp. *striatum* (Stradner, 1963) Wise, 1983.- Applegate & Bergen, p. 319; pl. 1, fig. 8-12.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.40-1.50), con una corona marginal estrecha compuesta por varios ciclos de elementos. En vista distal son visibles dos ciclos de elementos. El ciclo externo, muy estrecho, está constituido por 30-40 elementos tabulares imbricados dextralmente. El ciclo interno, apenas diferenciable, está constituido por elementos dispuestos paralelamente al margen interno del ciclo externo. En vista proximal son visibles tres gradas (ciclos superpuestos) constituidas por unos 40 elementos separados por suturas rectas y radiales y no imbricados o sólo ligeramente imbricados. El área central es muy amplia en relacion con la anchura de la corona marginal y está atravesada por una cruz alineada con respecto a los ejes de la elipse. Esta cruz está formada por elementos cristalinos fibrosos y es prominente en vista distal. Cada uno de sus brazos aparece dividido longitudinalmente en dos mediante una sutura. Sobre el centro de esta cruz aparecen los restos de una espina que se eleva distalmente. Los cuadrantes que quedan entre los brazos de la cruz y el margen interno de la corona marginal están totalmente cubiertos por una rejilla con un gran número de preforaciones (en torno a 14-15 por cuadrante). El cocolito es ligeramente convexo en vista distal y ligeramente cóncavo en vista proximal. La cruz central, cuyos brazos se apoyan sobre la corona marginal, se sitúa a un nivel superior a la rejilla que cubre el área central.

Discusión:

Wise (1983) demostró que *Arkhangelskiella striata* Stradner, 1963 no es una forma perteneciente al género *Cretarhabdus Bramlette* & Martini, 1964, tal como asumieron muchos autores (Black, 1973; Taylor, 1982). Según Wise, *Crucicribrum anglicum* Black, 1973 es un sinónimo posterior de '*A. striata*'. Este autor aceptó la descripción del género *Crucicribrum* Black, 1973, basada en *C. anglicum*, pero situando a esta especie en sinonimia con '*A. striata*'. *Crucicribrum striatum* se diferencia del resto de representantes de la familia por presentar una corona marginal muy estrecha, un área central cribosa, con un gran número de perforaciones, y una cruz central alineada con los ejes de la elipse, prominente y con brazos divididos longitudinalmente.

Tamaño: Longitud del eje mayor entre 6.5-7.5m.

Distribución:

Es una especie cuya distribución es poco conocida. Perch-Nielsen (1979d) asigna a esta especie un rango Albiense superior-Cenomaniense inferior. Taylor (1982) la cita en el Albiense y Wise (1983) en el Aptiense superior y Albiense inferior. Stradner & Steinmetz (1984) le asignan un rango Albiense superior-Cenomaniense superior. Applegate & Bergen (1988) la encuentran en el Albiese superior y Cenomaniense inferior. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes en sedimentos de edad Albiense superior y Cenomaniense inferior.

Género *Gartnerago* Bukry, 1969.

Sinónimo: *Laffitius* Noël, 1969.
Especie tipo, por designación original: *Arkhangelskiella concava* Gartner, 1968, p. 37, pl. 14, fig. 2,3; pl. 16, fig. 5-7; pl. 17, fig. 7; pl. 18, fig. 22,23; pl. 19, fig. 6; pl. 21, fig. 7; pl. 22, fig. 13-15.

Cocolitos de contorno elíptico caracterizados por presentar de 4 a 5 gradas muy apretadas en la corona marginal, de las cuales 3 ó 4 son visibles en vista proximal y la cuarta o quinta lo es en vista distal. El área central consiste en un sólo escudo formado por varios elementos y dividido por suturas subaxiales. El escudo del área central es convexo en vista distal y cóncavo en vista proximal. La alineación de un margen de los elementos poligonales que cubren el área central da lugar a las suturas subaxiales. Estas suturas subaxiales pueden estar orladas por una fila de perforaciones. En vista proximal, la grada más interna es la más ancha, y está constituida por elementos que presentan un tramo más interno con inclinación dextral y otro más externo y más visible, con inclinación sinistral. Los elementos del ciclo más interno presentan imbricación dextral. El resto de las gradas son más estrechas y constituidas por elementos con ligera inclinación.

El género *Gartnerago* se diferencia del resto de géneros de la familia Arkhangelskiellaceae, por la estructura característica y compleja de su corona marginal.

Gartnerago nanum Thierstein, 1974.

1974 - *Gartnerago nanum* Thierstein, p. 637; pl. 2, fig. 1-13.
1982 - non *Gartnerago nanum* Thierstein, 1974.- Crux, pl. 5.4, fig. 1-4.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.40) con una estructura típica del género *Gartnerago*. La corona marginal es compleja, y está constituida por 4 gradas de elementos. El cocolito es cóncavo en vista proximal, en la que son visibles las 4 gradas, tres de las cuales se sitúan sobre el borde externo de la corona marginal, y la cuarta, rellenando las zonas periféricas del área central. La grada más externa, está constituida por 40-50 elementos inclinados e imbricados sinistralmente en vista proximal. Las dos gradas intermedias están formados por unos 45 elementos aproximadamente equidimensionales y de pequeño tamaño, la más interna de las cuales presenta inclinación sinistral. El ciclo más interno, más ancho que los anteriores, presenta la inclinación inversa típica del género *Gartnerago*. El área central, con forma subromboidal, está totalmente cubierta, atravesada por una cruz axial y muestra unas pocas perforaciones en cada cuadrante. En vista distal, el cocolito es ligeramente convexo, y muestra un amplio ciclo interno de elementos con forma irregular e imbricación sinistral que rodean a un área central pequeña, subromboidal, y atravesada por una cruz axial. Este área central está totalmente cubierta por elementos que presentan algunas perforaciones. El ciclo más externo es la grada más externa de la corona marginal.

Discusión:

G. nanum se diferencia de *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970, por su área central más pequeña, y presentar una cruz central más distintiva, además de por tener un tamaño ligeramente inferior. Los especímenes figurados por

Crux (1982) como *G. nanum* parecen ser, en parte (pl. 5.4, fig. 1-2) *Gartnerago theta* y *Gartnerago obliquum* (pl. 5.4, fig. 3-4).

Tamaño: El diámetro del eje mayor de los ejemplares observados oscila entorno a las 5-6m.

Distribución:

Esta especie fue descrita por primera vez (Thierstein, 1974) en el Albiense superior y Cenomaniense de Crimea y el Océano Indico. En la Cordillera Bética se han encontrado solamente algunos ejemplares en el Cenomaniense inferior y medio de la sección de Los Canutos, dentro se la Zona de *Rotalipora brotzeni* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *P. spinosa* de nannofósiles. Se trata de una especie muy poco frecuente en los sedimentos estudiados.

Gartnerago obliquum (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.

1963 - *Arkhangelskiella obliqua* Stradner, p. 176; pl. 1, fig. 2, 2a.
1966 - *Discolithus segmentatus* Stover, p. 143; pl. 3, fig. 3-6.
1968 - *Arkhangelskiella concava* Gartner, p. 37; pl. 14, fig. 2-3; pl. 16, fig. 5-7; pl. 17, fig. 7; pl. 18, fig. 22, 23; pl. 19, fig. 6; pl. 21, fig. 7; pl. 22, fig. 13-15.
1968 - *Arkhangelskiella costata* Gartner, p. 37; pl. 8, fig. 1-3; pl. 11, fig. 1; pl. 28, fig. 2.
1969 - *Gartnerago concavum* (Gartner, 1968) Bukry, p. 24; pl. 4, fig. 2-6.
1969 - *Gartnerago costatum costatum* (Gartner, 1968) Bukry, p. 24; pl. 4, fig. 7-9.
1969 - *Gartnerago costatum porolatum* (Gartner, 1968) Bukry, p. 24; pl. 4, fig. 10-12.
1969 - *Laffitius obliquus* (Reinhardt, 1967) Noël, p. 197; pl. 3, fig. 1-5.
1970 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, p. 66.
1970 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Noël, p. 79; pl. 26, fig. 1-7.
1972 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Noël, 1970.- Forchheimer, p. 28; pl. 4, fig. 5,6.
1972 - *Gartnerago costatum* (Gartner, 1968) Forchheimer, p. 27; pl. 4, fig. 2,4.
1972 - *Gartnerago porolatum* (Bukry, 1969) Forchheimer, p. 28; pl. 3, fig. 2,4.
1972 - *Gartnerago concavum* (Gartner, 1968) Forchheimer, p. 26; pl. 3 fig. 5.
1973 - *Gatnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Priewalder, p. 19; pl. 10, fig. 1-4.
1974 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Thierstein, pl. 5, fig. 3,5,6.
1974 - *Gartnerago segmentatum* (Stover, 1966) Thierstein, p. 640; pl. 5. fig. 1,2; pl. 6, fig. 1,3-10; pl. 7, fig. 6.
1976 - *Gatnerago obliquum* (Stradner, 1963) Noël, 1970.- Thierstein, p. 352; pl. 4, fig. 30,31.
1977 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Verbeek, p. 76-77; pl. 3, fig. 1,2.
1980 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Hattner & Wise, p. 63; pl. 18, fig. 2-9; pl. 19, fig. 1; pl. 40, fig. 1,4.
1981 - *Gartnerago costatum* (Gartner, 1968) Bukry, 1969.- Smith, p. 47; pl. 6, fig. 34-42; pl. 7, fig. 1-14.
1981 - *Gartnerago segmentatum* (Stover, 1966) Thierstein, 1974.- Smith, p. 48-49; pl. 7, fig. 15-27.
1982 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Crux, pl. 5.4, fig. 5,6; pl. 5.9, fig. 25.
1983 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Miller, p. 193; pl. 2, fig. 29-31a,b.
1984 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Locker, 1972.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 17, fig. 1-3; pl. 18, fig. 3,4,7,8; (non pl. 17, fig. 4).
1984 - (?) *Gartnerago segmentatum* (Stover, 1966) Thierstein, 1974.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 18, fig. 1,2.
1986 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Aguado, p. 39-41; L. 3, fig. 16-18.
1989 - *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.1, fig. 2-6.

1989 - *Gartnerago costatum* (Gartner, 1968) Forchheimer, 1972.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.1, fig. 19,20; pl. 4.2, fig. 1,2.
1989 - *Gartnerago* sp. cf. *G. costatum* (Gartner, 1968) Forchheimer, 1972.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.3, fig. 18.
1989 - *Gartnerago* sp.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.1, fig. 10.

Descripción:

Cocolito de contorno elíptico (elipticidad entre 1.20-1.60), cóncavo en vista proximal y convexo en vista distal. La corona marginal es compleja; en vista proximal presenta 4 ciclos de elementos superpuestos (gradas). La grada más interna es la más ancha, y presenta la estructura típica del género *Gartnerago*. Las dos gradas intermedias son estrechas y formadas por elementos más equidimensionales; los elementos de la más interna de ellas presentan ligera inclinación dextral y los de la más externa, son prácticamente radiales. La grada más externa es visible en vista distal, y sus elementos presentan una fuerte inclinación e imbricación sinistral en vista proximal. El área central es romboidal, con una anchura entorno al doble del ancho total de la corona marginal, y está completamente cubierta por elementos ordenados de forma que sus bordes configuran una sutura subaxial en forma de cruz. A ambos lados de las suturas pueden aparecer una fila de poros más o menos desarrollados. En vista distal, el área central aparece rodeada por un ciclo interno que se hace más estrecho hacia los polos de los ejes de la elipse y está constituido por elementos calcáreos irregulares. El ciclo externo es muy estrecho y está constituido por un elevado número (aproximadamente 80) de elementos inclinados con imbricación dextral.

Discusión:

En este estudio se sigue la opinión de Thierstein (1974,1976), de considerar a *Gartnerago segmentatum* (Stover, 1966) Thierstein, 1974 y *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970 como morfotipos de una misma especie. El mencionado autor probó que la presencia de ejemplares con poros en el área central (*G. obliquum*) es frecuente en muestras con ligera disolución, mientras que los ejemplares con el área central totalmente cubierta (*G. segmentatum*) son frecuentes en muestras en que predomina la recalcificación. Por este motivo, la diferenciación entre ambos morfotipos es un hecho puramente diagenético y sin valor taxonómico. De hecho, ambos morfotipos tienen la misma distribución estratigráfica. En este estudio se incluyen ambos morfotipos bajo el nombre de *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970. Esta especie se diferencia del resto de representantes de la familia por poseer un ciclo interno proximal típico del género y un área central romboidal, y de *Gartnerago nanum* Thierstein, 1974, por tener un área central de tamaño más grande. Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, presenta un modelo de interferencia totalmente distintivo y que no permite confusión.

Tamaño: El diámetro del eje mayor oscila entre 8-12m.

Distribución:

Según Thierstein (1974,1976) la distribución de esta especie es Cenomaniense superior-Campaniense. En la Cordillera Bética se ha encontrado desde el Cenomaniense medio (ejemplares de pequeño tamaño en la Zona de *Rotalipora reicheli* de foraminíferos planctónicos, Zona de *C. kennedyi* de nannofósiles) hasta el

Maastrichtiense superior (Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, *M. prinsii* de nannofósiles), si bien es una especie muy rara a partir del Maastrichtiense inferior. *G. obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970 es una especie relativamente poco abundante dentro de cada muestra, aunque se encuentra persistentemente en gran número de ellas.

Género *Kamptnerius* Deflandre, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959, p. 135, pl. 1, fig. 1-4.

Cocolitos elípticos con una corona marginal compleja, compuesta por varios (4) ciclos superpuestos de elementos. La estructura de esta corona marginal es muy similar a la del género *Gartnerago* Bukry, 1969 (ver más arriba). El ciclo más externo es más ancho que los demás, está formado por elementos inclinados sinistralmente en vista proximal, y puede presentar expansiones asimétricas hacia el exterior del cocolito. El área central está cubierta por elementos alargados con tendencia radial, dirigidos hacia una alineación central aproximadamente axial. Este área central puede estar variablemente perforada.

Kamptnerius magnificus Deflandre, 1959.

1959 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, p. 135; pl. 1, fig. 1-4.
1963 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Stradner, p. 178; pl. 2, fig. 3.
1963 - *Kamptnerius punctatus* Stradner, p. 182; pl. 2. fig. 3.
1964 - *Kamptnerius? minimus* Reinhardt, p. 752; pl. 1, fig. 5.
1964 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Bramlette & Martini, p. 301; pl. 2, fig. 1-3.
1966 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Stover, p. 144; pl. 4., fig. 28-30.
1968 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Gartner, p. 39; pl. 2, fig. 1,2; pl. 3, fig. 7; pl. 6, fig. 10; pl. 10, fig. 11-13; pl. 12, fig. 3; pl. 14, fig. 11,12; pl. 15, fig. 10; pl. 16, fig. 17-19; pl. 17, fig. 11,12; pl. 21, fig. 12.
1968 - *Kamptnerius? tabulatus* Perch-Nielsen, p. 42; pl. 6, fig. 4.
1969 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959 ssp. magnificus.- Bukry, p. 25; pl. 5, fig. 7-9.
1969 - *Kamptnerius magnificus* (Deflandre, 1959) ssp. sculptus Bukry, p. 25; pl. 5, fig. 10-12.
1969 - *Kamptnerius percivalii* Bukry, p. 25; pl. 6, fig. 1-3.
1969 - *Kamptnerius punctatus* Stradner, 1963.- Bukry, p. 26; pl. 6, fig. 4,5.
1970 - *Kamptnerius magnificus* Stradner, 1963.- Cepek, p. 242; pl. 24, fig. 5,6; pl 26, fig. 5.
1970 - *Kamptnerius pseudopunctatus* Cepek, p. 242,; pl. 24, fig. 7-9.
1970 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Noël, p. 82; pl. 27, fig. 1-5; pl. 28, fig. 1-5.
1972 - *Kamptnerius punctatus* Stradner, 1963.- Forchheimer, p. 30; pl. 4, fig. 1,3; pl. 5, fig. 5,6.
1974 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 640; pl. 8, fig. 1-9; pl. 9, fig. 1-11.
1976 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 351; pl. 4, fig. 38,39.
1977 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 77-78; pl. 3, fig. 4,5.
1977 - *Kamptnerius tabulatus* Perch-Nielsen, 1968.- Verbeek, p. 78; pl. 3, fig. 6,7.
1977 - *Kamptnerius punctatus* Stradner, 1963.- Kollmann *et al.*, p. 422; pl. 2, fig. 4,5.
1978 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Shafik, p. 223; fig. 3Va-b.
1980 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Hattner & Wise, p. 63; pl. 19, fig. 4-9; pl. 20, fig. 1-4.
1981 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Smith, p. 49-51; pl. 8, fig. 1-11.
1981 - *Kamptnerius punctatus* Stradner, 1963.- Smith, p. 51-52; pl. 8, fig. 12-20.
1982 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Crux, pl. 5.4, fig. 12,16; pl. 5.9, fig. 28,29.
1983 - *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Miller, p. 193; pl. 2, fig. 27a,b.
1990a- *Kamptnerius magnificus* Deflandre, 1959.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 5, fig. 4a-c.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.25-1.30) con una corona marginal compuesta por 4 ciclos (gradas) de elementos, con una estructura muy similar a la del género *Gartnerago* Bukry, 1969 (ver más arriba), con la excepción de que el ciclo más ancho es el más externo y presenta forma de pestaña. Este ciclo externo está constituido por un gran número (80 - 100) de elementos con inclinación sinistral en vista proximal, y tiene una anchura desigual, presentando alguna expansión asimétrica. El área central es muy amplia y está totalmente cubierta por elementos alargados que tienden a converger a lo largo de una alineación central aproximadamente coincidente con el eje mayor de la elipse. Cuando esa alineación se observa en detalle, y en especímenes bien preservados, se adivina en ella un área central similar a la de *Gartnerago* (con dos suturas subaxiales), aunque enormemente reducida. La verdadera área central de esta especie ha quedado reducida a la alineación central, el resto de elementos radiales y alargados que ocupan la aparentemente enorme área central son en realidad los del ciclo interno de la corona marginal, también presentes, aunque con menor desarrollo en *Gartnerago*.

Discusión:

Esta especie es fácilmente diferenciable del resto de representantes de la familia Arkhangelskiellaceae por su área central de gran tamaño y estructura característica. Existen un gran número de tipos morfológicos descritos como especies dentro del género *Kamptnerius*. Todas estas "especies" se diferencian atendiendo a características tales como número y disposición de perforaciones en el área central y presencia de una cruz central de pequeños elementos. Estas características son sólo observables en muestras con especímenes excepcionalmente conservados; en muestras con recalcificación, todos los especímenes son del tipo imperforado. Por otro lado, a partir de la literatura, se obtienen rangos de distribución idénticos para los tipos perforados e imperforados (Turoniense-Maastrichtiense). Por este motivo, y siguiendo a Thierstein (1974), ambos morfotipos (perforado e imperforado) son considerados conspecíficos. De la construcción de la corona marginal y área central del género *Kamptnerius*, se deduce una relación próxima con *Gartnerago* Bukry, 1969. El primero probablemente se haya originado a partir del segundo por una fuerte reducción del área central romboidal con suturas subaxiales, al tiempo que un fuerte desarrollo paralelo del ciclo interno de la corona marginal, que llega a ocupar gran parte del área central, y el desarrollo de expansiones asimétricas sobre el ciclo externo de la corona marginal.

Tamaño: Diámetro del eje mayor muy variable, entre 8-12m.

Distribución:

Combinando los datos de diferentes autores (Deflandre, 1959; Stradner, 1963; Bramlette & Martini, 1964; Stover, 1966; Gartner, 1968; Bukry, 1969; Cepek, 1970; Thierstein, 1974,1976), la distribución de esta especie es Turoniense-Maastrichtiense. En la Cordillera Bética sólo se han observado raros especímenes en algunas muestras de edad Campaniense (Aguado, 1986). Este último hecho puede ser debido a la distribución paleogeográfica de esta especie, muy abundante en paleolatitudes altas y prácticamente ausente en las bajas. Su aparición es transgresiva en el tiempo, de modo que se registra más tarde hacia paleolatitudes más

bajas (Thierstein, 1976,1981).

Género *Umbria* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989.

Especie tipo, por designación original: *Umbria granulosa* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, p. 201, pl. 1, fig. 1-15.

Cocolitos elípticos con una corona marginal compuesta de dos o tres ciclos superpuestos de elementos (gradas) en ambas vistas (proximal y distal). Cada grada está constituida por numerosos elementos no imbricados o con ligera imbricación, separados por suturas radiales. El área central en ambas vistas (proximal y distal) está compuesta de elementos granulares orientados al azar. En vista distal puede existir un proceso central.

Umbria granulosa Bralower & Thierstein, 1989 ssp. *granulosa*.

1989 - *Umbria granulosa* Bralower & Thierstein ssp. *granulosa* in Bralower *et al.*, p. 201,202,204; pl. 1, fig. 4-7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad próxima a 1.40) con una corona marginal compuesta por dos ciclos superpuestos de elementos (gradas) en ambas vistas (proximal y distal). La corona marginal puede presentar en vista proximal una tercera grada muy poco desarrollada. La grada interna es mucho más ancha que la externa en vista distal, mientras que en vista proximal, ambas tienen una anchura similar. Cada grada está constituida por unos 40 elementos, que en vista proximal no aparecen imbricados. En vista distal, la grada externa está constituida por elementos sin imbricación, mientras que los de la grada interna están ligeramente imbricados dextralmente. Las suturas entre elementos individuales son radiales en ambas vistas. Los elementos de la corona marginal se inclinan ligeramente hacia el área central en vista proximal, pero en vista distal se disponen en el mismo plano que ésta. El área central está formada, en ambas vistas, por varios cristales granulares dispuestos al azar. Estos cristales son de un tamaño considerablemente mayor en la capa distal que en la proximal. Pueden existir un pequeño proceso central petaloideo en vista distal, y una muy pequeña apertura central en vista proximal.

Discusión:

U. granulosa Bralower & Thierstein ssp. *granulosa* (diámetro mayor 5.5 - 10 m) se diferencia de *U. granulosa* Bralower & Thierstein ssp. *minor* (diámetro mayor 4 - 6 m), por su mayor tamaño y distinta estructura de su área central. El área central de *U. granulosa* ssp. *minor* aparece con gránulos más pequeños y presenta una fila de poros en su contorno. Sólo *U. granulosa* ssp. *granulosa* ha sido observada en estudios sobre secciones estratigráficas, ya que es más resistente a la diagénesis que *U. granulosa* ssp. *minor*. Esa última sólo ha sido encontrada en material proveniente de sondeos oceánicos (Bralower *et al.*, 1989). Por este motivo, esta última especie no ha sido encontrada en el presente estudio. Las formas más primitivas de *U. granulosa* ssp. *granulosa* pueden ser confundidas al microscopio óptico con *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971, pero se diferencian de éste por su margen crenulado y corona marginal mucho más brillante bajo nícoles cruzados.

Tamaño: Longitud del eje mayor en torno a 5.5-10m.

Distribución:

Esta especie fue originalmente descrita en sedimentos de edad Tithónico superior-Berriasiense superior (Bralower *et al.*, 1989). En la Cordillera Bética ha sido encontrada sólo en el Berriasiense medio y superior (Zona de Andrussowi de ammonites, Zona de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles). El hecho de que en este estudio no se haya encontrado esta especie en el Tithónico superior y Berriasiense inferior se debe, sin duda a efectos preservacionales causados por la diagénesis en las secciones realizadas.

Familia Biscutaceae Black 1971

Sinónimo: Discorhabdaceae Noël, 1973.

Esta familia incluye cocolitos circulares y elípticos consistentes en dos escudos muy apretados construidos de elementos petaloideos radiales no imbricados. Cuando se observan al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, ambos escudos permanecen oscurecidos, mientras que la estructura central es frecuentemente birrefringente.

Género *Biscutum* Black in Black & Barnes, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Biscutum testudinarium* Black in Black & Barnes, 1959, p. 325; pl. 10, fig. 1..

Cocolitos de contorno elíptico, con dos escudos estrechamente unidos, de modo que los elementos de uno de ellos se sitúan muy apretados lateralmente, prácticamente embutidos en el otro. Los elementos que forman los escudos son alargados, en forma de cuña y convergen hacia el centro a lo largo de suturas rectas aproximadamente radiales, sin imbricación. El área central es generalmente imperforada y consiste en un ciclo de elementos de menor tamaño que los que forman el escudo, dispuestos radialmente. El escudo distal puede presentar suturas radiales o en "zig-zag". Cuando presenta suturas en zig-zag, los elementos no tienen forma de cuña sino que son elementos en "zig-zag".

Biscutum ellipticum (Górka, 1957) Grün in Grün & Allemann, 1975.

1957 - *Tremalithus ellipticus* Górka, p. 245, 269; pl. 1, fig. 11.
1957 - *Tremalithus melaniae* Górka, p. 245, 270; pl. 1, fig. 12.
1957 - *Tremalithus rhomboidalis* Górka, p. 247, 271; pl. 2, fig. 3.
1957 - *Tremalithus enodis* Górka, p. 247, 271; pl. 2, fig. 8.
1957 - *Discolithus constans* Górka, p. 257, 279; pl. 4, fig. 7.
1957 - *Discoaster floridus* Górka, p. 264, 283; pl. 5, fig. 11.
1959 - *Biscutum testudinarium* Black in Black & Barnes, p. 325; pl. 10, fig. 1.
1966 - non *Biscutum testudinarium* Black in Black & Barnes, 1959.- Reinhardt, p. 30; pl. 19, fig. 1.
1967 - *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black, p. 139.
1968 - *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black, 1967.- Perch-Nielsen, p. 78; text-fig. 39; pl. 27, fig. 1-11.
1968 - *Biscutum blacki* Gartner, p. 18; pl. 1, fig. 7; pl. 6, fig. 2; pl. 8, fig. 8-10; pl. 11, fig. 8; pl. 15, fig. 2.
1968 - *Maslovella blackii* Pienaar, (partim), p. 336; pl. 69, fig. 5; (non pl. 69, fig. 1).
1968 - *Maslovella pulchra* Pienaar, p. 366; pl. 69, fig. 3.
1969 - *Biscutum testudinarium* Black, 1959.- Bukry, p. 28; pl. 8, fig. 7-12.
1969 - *Biscutum testudinarium* Black, 1959.- Pienaar, (partim), p. 85; pl. 7, fig. 2, 6, 7; (non fig. 4).
1972 - *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black, 1967.- Roth & Thierstein, pl. 8, fig. 14.
1973a- *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black, 1967.- Thierstein, p. 41.
1973 - *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black, 1967.- Priewalder, p. 15; pl. 5, fig. 1-3.
1975 - *Biscutum ellipticum* (Górka, 1957) Grün in Grün & Allemann, p. 154-156; text-fig. 3; pl. 1, fig. 5-7.
1979 - *Bidiscus rotatorius* Bukry, 1969.- Siesser, pl. 3, fig. 17.
1982 - *Biscutum ellipticum* (Górka, 1957) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.2, fig. 5,6; pl. 4.7, fig. 10.
1982 - *Biscutum ellipticum* (Górka, 1957) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Cruz, pl. 5.1, fig.

5,6.

1989 - *Biscutum ellipticum* (Górka, 1957) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Crux, p. 182; pl. 8.2, fig. 11,12; pl. 8.10, fig. 21-24.

Descripción:

Cocolitos elípticos con grandes diferencias en elipticidad (1.1-1.45). Presentan dos escudos muy apretados y anchos y un área central relativamente pequeña. El número de elementos es extremadamente variable (13-32) en ambos escudos. Los elementos son planos, con forma de cuña y no están imbricados. El área central, en vista distal, es una depresión rodeada por un ciclo de elementos planos, de menor longitud que los de los escudos, y dispuestos radialmente. La depresión del área central puede estar ocupada por una perforación, parcialmente cubierta o no por gránulos, o por un pequeño proceso, de elementos petaloideos. En vista proximal, los elementos del escudo se prolongan hasta alcanzar el centro, área en la que se encuentran cubiertos por pequeños gránulos de calcita.

Discusión:

B. ellipticum se diferencia del resto de cocolitos elípticos que no pertenecen a la familia Biscutaceae por presentar ambos escudos oscurecidos cuando se observa el microscopio óptico bajo nícoles cruzados. Se diferencia de *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968 por presentar un contorno elíptico frente al circular de éste último. De *Crucibiscutum salebrosum* (Black, 1971) Jakubowski y *Seribiscutum primitivum* (Thierstein, 1974) Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, se diferencia por presentar un área central sin estructuras (poro o pequeño proceso) frente al área central compleja que presentan éstas últimas especies (cruz axial y pares de gránulos alternos, respectivamente; para más detalles ver descripción de estas especies). Al igual que Grün y Allemann (1975), pienso que el nombre correcto de la especie debe ser *B. ellipticum*, ya que de entre las especies sinónimas descritas por Górka (1957), *Tremalithus ellipticus* es la primera en su publicación.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor muy variable, en torno a 2-10m.

Distribución:

La distribución estratigráfica de esta especie es extraordinariamente amplia, desde el Lías hasta el Maastrichtiense. En la Cordillera Bética, en el presente estudio, ha sido encontrado desde el Berriasiense hasta el Maastrichtiense. El hecho de que no se haya encontrado en el Tithónico superior es, sin duda, un efecto preservacional. Esta especie es especialmente abundante en el Cretácico inferior, Albiense y Cenomaniense, aunque se encuentra, como ya he mencionado, hasta el Maastrichtiense. Desde el punto de vista paleogeográfico, su distribución espacial y su abundancia parece estar controlada por factores paleoceanográficos. Particularmente esta especie presenta altas concentraciones en áreas relacionadas con una alta productividad orgánica o zonas de upwelling (Roth & Krumbach, 1986; Roth, 1986,1989).

Género *Crucibiscutum* Jakubowski, 1986.

Especie tipo, por designación original: *Cruciplacolithus salebrosus* Black, 1971, p. 397, pl. 30, fig. 4.

Cocolitos elípticos de pequeño tamaño, constituidos por dos escudos muy apretados de elementos alargados y con disposición radial. En el escudo distal, los elementos están separados por suturas radiales o en "zig-zag", mientras que en el proximal, las suturas son siempre radiales. El área central está parcialmente cubierta por una cruz orientada según los ejes principales de la elipse. El escudo distal, que es ligeramente más ancho, está conectado al proximal mediante un tubo central, formado por un ciclo de elementos tabulares aproximadamente equidimensionales inclinados hacia el poro central, parcialmente cubierto por la cruz.

Crucibiscutum salebrosum (Black, 1971) Jakubowski, 1986.

1971 - *Cruciplacolithus salebrosus* Black, p. 397; pl. 30, fig. 4.
1982 - *Cruciplacolithus salebrosus* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.2, fig. 17,18.
1983 - *Seribiscutum salebrosum* (Black, 1971) Wise, p. 508; pl. 30, fig. 2-4; pl. 31, fig. 1-7.
1986 - *Crucibiscutum salebrosum* (Black, 1971) Jakubowski, p. 38; pl. 1, fig. 16,17.
1987 - *Crucibiscutum salebrosum* (Black, 1971) Jakubowski, 1986.- Jakubowski, pl. 2, fig. 21,22.
1987 - *Cruciplacolithus hayi* Black, 1971.- Covington & Wise, pl. 1, fig. 6.
1989 - *Crucibiscutum salebrosum* (Black, 1971) Jakubowski, 1986.- Crux, p. 184; pl. 8.2, fig. 8,9; pl. 8.10, fig 28-32.
1990 - *Crucibiscutum salebrosum* (Black, 1971) Jakubowski, 1986.- Mutterlose & Wise, pl. 1, fig. 7-9; pl. 2, fig. 1-3.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.20-1.35), con una corona marginal constituida por dos ciclos o escudos muy apretados de elementos alargados y con disposición aproximadamente radial. El escudo distal está formado por 28-44 elementos con forma de cuña o "zig-zag", separados por suturas radiales o zigzagueantes. Ambos tipos de suturas y elementos pueden presentarse en un mismo cocolito. El escudo proximal, más estrecho, presenta un menor número de elementos que el distal, y éstos son siempre en forma de cuña y separados por suturas radiales. Ambos ciclos están unidos en sus márgenes internos mediante un ciclo en forma de tubo constituido por elementos pequeños, tabulares y aproximadamente equidimensionales, inclinados hacia el centro. Este tubo es visible solamente en vista distal. El área central es de tamaño muy variable, y está parcialmente cubierta por una cruz orientada según los ejes principales de la elipse.

Discusión:

Esta especie se caracteriza por su estructura, muy similar a la del género *Biscutum* Black, 1959, con la salvedad de su área central característica y parcialmente cubierta por una cruz axial. Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, presenta ambos escudos oscurecidos mientras que el ciclo en forma de tubo y la cruz central aparecen iluminados, por lo que es fácilmente diferenciable del resto de representantes de la familia Biscutaceae. En este estudio se sigue la opinión de Jakubowski (1986) de usar un género distinto (*Crucibiscutum*) para acomodar a '*Cruciplacolithus salebrosus*' Black, 1971, ya que esta especie no podía ser fácilmente acomodada dentro de ninguno de los géneros cretácicos previamente existentes. Además, *Cruciplacolithus* Hay & Mohler, 1967, es un género terciario y posee dos ciclos de elementos en el escudo proximal.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3-6m.

Distribución:

Puesto que se trata de una especie de pequeño tamaño y no muy abundante, el rango atribuido e esta especie es muy variable según los autores (Taylor, 1982; Wise, 1983; Jakubowski, 1989; Crux, 1989; Bralower, 1990; Mutterlose & Wise, 1990). Si tomamos el rango más amplio posible teniendo en cuenta a los distintos autores, resulta una distribución que abarca desde el Berriasiense superior hasta el Aptiense superior bajo. En la Cordillera Bética, ha sido encontrado (como especie poco frecuente) desde el Berriasiense superior hasta aproximadamente el límite Aptiense inferior-Aptiense superior. Algunos especímenes encontrados en el Aptiense superior y Albiense medio, se sospecha que puedan ser resedimentados, ya que se encuentran en series con frecuentes depósitos turbidíticos.

Género *Discorhabdus* Noël, 1965.

Sinónimo: *Bidiscus* Bukry, 1969.
Especie tipo: *Rhabdolithus patulus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954, p. 39, fig. 97,98, pl. 15, fig. 40-45.

Cocolitos constituidos por dos escudos circulares monocíclicos muy apretados entre sí, compuestos por elementos radiales con forma de cuña, y que rodean a un área central muy pequeña. El área central puede contener gránulos o un proceso central.

Discorhabdus ignotus (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.

1957 - *Tremalithus ignotus* Górka, p. 248, 272; pl. 2, fig. 9.
1966 - *Biscutum testudinarium* Black, 1959.- Reinhardt, p. 30; pl. 19, fig. 1.
1966 - *Biscutum trenedale* Reinhardt, 1965.- Reinhardt, p. 31; pl. 2, fig. 3.
1968 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, p. 81; text-fig. 41; pl. 28, fig. 6.
1969 - *Bidiscus rotatorius* Bukry, p. 27; pl. 7, fig. 5-8.
1970 - *Bidiscus ignotus* (Górka, 1957) Hoffmann, p. 862; pl. 7, fig. 1.
1972 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Forchheimer, p. 34; pl. 6, fig. 8, 9.
1973a- *Discorhabdus rotatorius* (Bukry, 1969) Thierstein, p. 42; pl. 5, fig. 13-16.
1973 - *Biscutum ignotum* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Priewalder, p. 16; pl. 5, fig. 4-6.
1975 - *Bidiscus ignotus* (Górka, 1957) Hoffmann, 1970.- Grün & Allemann, p. 157-158; text-fig. 4; pl. 1, fig. 8-10.
1982 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Hamilton, pl. 3.2, fig. 18-19; pl. 3.4, fig. 7.
1982 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Taylor, pl. 4.2, fig. 1-3; pl. 4.7, fig. 9.
1982 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Crux, pl. 5.1, fig. 3.
1986 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado, p. 32-34; L. 2, fig. 23.
1989 - *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Crux, p. 186; pl. 8.2, fig. 1-3; pl. 8.10, fig. 25.

Descripción:

Cocolito de contorno circular, constituido por dos escudos muy apretados entre sí formados por elementos radiales sin imbricación. El escudo distal es ligeramente más ancho que el proximal y está compuesto de un único ciclo que contiene entre 16 y 23 elementos en forma de cuña. Estos elementos están separados

por suturas rectas y radiales. El área central circular, ocupa entorno a 1/3 del diámetro del escudo distal y está cubierta por elementos pequeños ordenados irregularmente o imbricados sinistralmente. El escudo proximal posee entre 12 y 23 elementos en forma de cuña dispuestos radialmente. En vista proximal, el área central queda reducida a una mínima indentación.

Discusión:

Esta especie es fácil de diferenciar del resto de representantes de la familia Biscutaceae Black, 1971, por su contorno circular. Como el resto de representantes de la familia, al ser observado al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, sus escudos aparecen oscurecidos, y la única zona birrefringente es su reducida área central. Al contrario que Grün y Allemann (1975), incluyo a *Tremalithus ignotus* Górka, 1957 dentro del género *Discorhabdus* Noël, 1965, porque estimo que *Bidiscus* Bukry, 1969 es sinónimo de éste y posterior. Es relativamente frecuente encontrar cocosferas completas de esta especie.

Tamaño: Diámetro entre 2.5-5.5m.

Distribución:

Es esta una especie con una distribución estratigráfica extraordinariamente amplia, ya que se encuentra desde el Sinemuriense (Hamilton, 1982) hasta el Maastrichtiense. En la Cordillera Bética se ha encontrado en todos los materiales investigados. Se ha observado que su abundancia disminuye en muestras con mala preservación. Con respecto a su distribución paleogeográfica es preciso comentar que se trata de una especie cosmopolita.

Género *Seribiscutum* Filewicz *et al.* in Wise & Wind, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Seribiscutum bijugum* Filewicz *et al.* in Wind & Wise, 1977, p. 310, pl. 63, fig. 7,8, pl. 65, fig. 3-6, pl. 66, fig. 1-3.

Cocolitos elípticos constituidos por dos escudos monocíclicos de elementos no imbricados o ligeramente imbricados que rodean un área central parcialmente cubierta por grandes elementos aproximadamente equidimensionales y gránulos. La estructura de la corona marginal es similar a la de *Biscutum* Black, 1959, del que se diferencia por presentar un área central perforada y parcialmente cubierta. Al igual que en *Biscutum* Black, 1959, pueden aparecer en el escudo distal, elementos en "zig-zag".

Seribiscutum primitivum (Thierstein, 1974) Filewicz *et al.* in Wise & Wind, 1977.

1968 - *Tremalithus* cf. *cretaceus* (Deflandre, 1954) Forchheimer, p. 36; pl. 3, fig. 6a,b; text-fig. 3(10),14.
1974 - *Cribrosphaerella primitiva* Thierstein, p. 637; pl. 1, fig. 1-3.
1976 - *Cribrosphaerella primitiva* Thierstein, 1974.- Thierstein, pl. 4, fig. 3,4.
1977 - *Seribiscutum primitivum* (Thierstein, 1974) Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, p. 311; pl. 66, fig. 4-6; pl. 67, fig. 1-4.
1982 - *Cribrosphaerella primitiva* Thierstein, 1974.- Taylor, pl. 4.1, fig. 17,18; pl. 4.7, fig. 8.
1987 - *Seribiscutum primitivum* (Thierstein, 1974) Filewicz *et al.* in Wise & Wind, 1977.- Jakubowski, pl. 1, fig. 12,13.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.35), con una corona marginal constituida por dos escudos monocíclicos de elementos dispuestos radialmente. Ambos escudos están muy apretados entre sí. El escudo distal está formado por 15-20 elementos en "zig-zag", ligeramente inclinados dextralmente y con una muy leve imbricación en el mismo sentido. El escudo proximal es más estrecho que el distal y posee entre 15 y 21 elementos en forma de cuña dispuestos radialmente. Los dos escudos están conectados por un ciclo tubular de pequeños elementos que bordean el área central, que a su vez está parcialmente cubierta por 4 placas cristalinas dispuestas en zig-zag a lo largo del eje mayor de la elipse.

Discusión:

Esta especie se caracteriza por tener un área central parcialmente cubierta por 4 placas dispuestas en "zig-zag". Al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, sus escudos proximal y distal aparecen oscurecidos, y su área central (ciclo tubular) birrefringente; las placas aparecen brillantes u oscurecidas en función de su orientación con respecto a las direcciones de vibración de la luz. Se diferencia del resto de representantes de la familia Biscutaceae por su área central característica.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-9m.

Distribución:

Aunque esta es una especie que los autores con frecuencia no identifican, parece que su rango estratigráfico comprende desde el Barremiense superior hasta el Campaniense. (Thierstein, 1974,1976; Wise & Wind, 1977; Wise, 1983; Jakubowski, 1987; Mutterlose & Wise, 1990). Por otro lado, es esta una especie cuya distribución paleogeográfica presenta máximos de abundancia en paleolatitudes altas (Wise & Wind, 1977; Roth & Bowdler, 1981; Roth & Krumbach, 1986; Jakubowski, 1987; Applegate *et al.*, 1989). En el presente estudio se ha encontrado desde el Barremiense superior hasta el Albiense-Cenomaniense aunque siempre como una especie extremadamente rara y poco frecuente.

Familia Braarudosphaeraceae Deflandre 1947.

A esta familia pertenecen "cocolitos pentagonales" (pentalitos), constituidos por 5 segmentos monocristalinos separados por suturas que pueden presentar una ligera imbricación. Cuando se observan al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, cada segmento presenta orientación cristalográfica independiente.

Género *Braarudosphaera* Deflandre, 1947.

Especie tipo, por designación original: *Pontosphaera bigelowi* Gran & Braarud, 1935; p. 388; fig. 67.

Cocolitofóridos constituidos por elementos calcáreos pentagonales (pentalitos) formados cada uno por 5 placas calcáreas unidas. Las suturas entre placas convergen en el centro y llegan hasta los lados del pentalito. Los ángulos intersuturales son positivos.

Braarudosphaera africana Stradner, 1961. emend. Lambert, 1986.

1961 - *Braarudosphaera africana* Stradner, p. 82; fig. 44.
1973 - *Braarudosphaera primula* Black, p. 91; pl. 28, fig. 1, 5-6.
1973 - *Braarudosphaera hockwoldensis* Black, 1973, in Black, p. 90; pl. 28, fig. 7-9.
1973 - *Braarudosphaera regularis* Black, p. 91; pl. 28, fig. 10.
1976 - *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961.- Hill, p. 124; pl. 2, fig. 10-13.
1976 - *Braarudosphaera* cf. *discula* Bramlette & Riedel, 1954.- Hill, (partim) p. 124; pl. 2, fig. 14, 18-21, (non fig. 15-17).
1976 - *Braarudosphaera stenorheta* Hill, p. 125; pl. 2, fig. 26,31; pl. 13, fig. 7-9.
1976 - *Braarudosphaera quinquecostata* Hill, p. 125; pl. 2, fig. 22-25; pl. 13, fig. 6.
1986 - *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961 emend. Lambert, p. 258; fig. 1; pl. 1, fig. 1-11.
1991 - *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961.- Aguado *et al.*, fig. 9.10.

Descripción:

Pentalitos constituidos por segmentos con ángulos variablemente positivos y separados por suturas rectas radiales y no imbricadas. El pentalito tiene forma pentagonal variablemente estrellada, con suturas intersegmentales simétricas con respecto a los vértices o ángulos positivos. La "cocosfera" está compuesta de 12 conos formados cada uno por numerosos pentalitos superpuestos. Estos pentalitos tienen una morfología variable dependiendo del lugar que ocupan en el cono. El pentalito de la base del cono (parte proximal) posee una morfología pentagonal regular, mientras que los pentalitos apicales (parte distal) tienen una morfología estrellada muy pronunciada. Pueden ser encontrados todas las morfologías intermedias entre estos dos extremos. Los pentalitos se caracterizan por una simetría casi perfecta de cada una de sus piezas constitutivas. Los conos pueden presentar morfologías variables. Es posible encontrar conos muy cortos, cuya longitud no supera la mitad del diámetro del pentalito de base. Por el contrario, algunos conos presentan una longitud de hasta cinco veces el diámetro del pentalito de base.

Discusión:

B. africana se diferencia de *B. bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947 por poseer pentalitos con suturas simétricas y un contorno en general más

estrellado, además de un tamaño medio menor. El hallazgo por parte de Lambert (1986) de cocosferas completas de esta especie en el Albiense del Camerún ha hecho variar completamente el concepto que se tenía anteriormente de *B. africana*, obligando a colocar en sinonimia una buena cantidad de especies anteriormente definidas. En varias secciones de edad Albiense de las realizadas en la Cordillera Bética durante el presente estudio, se han encontrado numerosos conos más o menos fragmentados de los que constituyen la cocosfera de *B. africana*. Las conclusiones obtenidas por Lambert (1986) sobre esta especie nos hacen reflexionar sobre la validez de algunos representantes del género *Micrantholithus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954 , en concreto *M. hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971 y *M. obtusus* Stradner, 1963 (ver más adelante la discusión sobre estas especies).

Tamaño: Diámetro de los pentalitos entre 3 y 6 m. Altura de los conos, entre 2 y 20 m.

Distribución:

Según las revisiones realizadas por Perch-Nielsen (1979d, 1985a) y Lambert (1986), el rango estratigráfico de esta especie es Aptiense superior-Cenomaniense inferior. En la Cordillera Bética ha sido encontrada desde el Albiense inferior (Zona de *Rhagodiscus angustus* de nannofósiles y Ticinella bejaouaensis de foraminíferos planctónicos) hasta el Cenomaniense inferior (Zona de *Eiffellithus turriseiffelii* de nannofósiles y *Rotalipora brotzeni* de foraminíferos planctónicos). Su máxima abundancia se encuentra a partir del Albiense medio hasta el Vraconiense ambos incluidos.

Braarudosphaera bigelowii (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.

1935 - *Pontosphaera bigelowi* Gran & Braarud, p. 388; fig. 67.
1947 - *Braarudosphaera bigelowi* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, p. 439; fig. 1-5.
1961 - *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Bramlette & Sullivan, p. 153; pl. 8, fig. 1-5.
1963 - *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Gohrbandt *et al.*, pl. 10, fig. 6,7.
1967 - *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Hay & Mohler, p. 1535; pl. 202, fig. 12,16,20.
1981a- *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Perch-Nielsen, pl. 3, fig. 11.
1983 - *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Miller, p. 191; pl. 1, fig. 8.
1986 - *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947.- Aguado, p. 93-95; L. 7, fig. 20,24.

Descripción:

Pentalitos constituidos por segmentos con ángulos positivos y separados por suturas rectas radiales y no imbricadas. El pentalito tiene forma de pentágono regular, con suturas intersegmentales asimétricas con respecto a los vértices o ángulos positivos y que convergen en el centro. La "cocosfera" está formada por 12 pentalitos yuxtapuestos.

Discusión:

B. bigelowii se diferencia de *B. africana* Stradner, 1961 emend Lambert, 1986, por presentar pentalitos con forma de pentágono regular y con suturas asimétricas con respecto a los ángulos positivos o vértices. Se diferencia de *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971 y *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963, por presentar ángulos intersuturales positivos y suturas ligeramente asimétricas. Es una especie que se determina con facilidad tanto al microscopio óptico como al microscopio electrónico.

Tamaño: Diámetro medio de los pentalitos entre 8-12m.

Distribución:

En la revisión realizada por Perch-Nielsen (1979d, 1985a) se atribuye a esta especie una distribución que abarca desde el Cenomaniense hasta la actualidad, si bien, para el intervalo Cenomaniense-Campaniense su distribución es irregular y dudosa. En la Cordillera Bética (Aguado, 1986) y en el presente estudio, se ha encontrado como especie extremadamente poco frecuente en el Maastrichtiense, y como especie muy abundante en el límite Cretácico Terciario.

*Braarudosphaera sp.*1.

1981 - *Braarudosphaera* (sp. ind.).- Thierstein & Manivit, pl. 7, fig. 1-4.
1985 - *Braarudosphaera sp.*1.- Monechi, p. 315; pl. 1, fig. 1-10,12.

Descripción:

Pentalitos constituidos por 5 elementos subradiales triangulares ligeramente imbricados separados por suturas prácticamente rectas y radiales que convergen en el centro. Estas suturas alcanzan el margen periférico en los puntos medios entre los extremos del elemento adyacente. El aspecto general es el de una estrella pentagonal con brazos triangulares asimétricos de lados desiguales.

Discusión:

Tanto los especímenes figurados por Monechi (1985) como los encontrados en el presente estudio presentaron una fuerte recalcificación. Por este motivo, y dado el nivel estratigráfico en que se encuentran, cabe la posibilidad de que se trate de especímenes fuertemente recalcificados de la especie *Bukryaster hayi* (Bukry, 1969) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977. En este sentido, algunas de las figuras de *B. hayi* mostradas por Stradner & Steinmetz (1984, pl. 5, fig. 3,4; pl. 6, fig. 4-6,8-10) correspondientes a especímenes recalcificados son realmente muy similares a *Braarudosphaera sp.*1. Para un completo estudio y revisión de esta última especie me remito al trabajo de Moshkovitz (1987).

Tamaño: Diámetro medio de los pentalitos entre 6-8m.

Distribución:

Los escasos especímenes encontrados en el presente estudio fueron hallados en sedimentos de edad Campaniense inferior (Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos).

Género *Micrantholithus* Deflandre, 1950.

Especie tipo, por designación original: *Micrantholithus flos* Deflandre, 1950, p. 1156-1157; fig. 8-11.

Pentalitos constituidos por 5 elementos triangulares separados por suturas rectas y radiales que convergen en el centro. Los ángulos intersuturales son neutros o negativos, por lo que las suturas tocan el margen externo aproximadamente en los vértices del pentalito. Los pentalitos de *Micrantholithus* se encuentran frecuentemente disgregados, encontrándose los elementos sueltos en los sedimentos.

Este género tiene representantes en el Cretácico inferior y medio y en el Terciario. Sin embargo no existe, aparentemente, conexión entre ellos. Se trata, pues, de un género bastante artificial que necesita, en mi opinión, una revisión taxonómica que permita situar en géneros diferentes a las formas cretácicas y a las terciarias. *Micrantholithus* se diferencia de *Braarudosphaera* Deflandre, 1947, por presentar ángulos intersuturales negativos o neutros.

Micrantholithus hoschulzii (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971.

1966 - *Braarudosphaera hoschulzii* Reinhardt, p. 42; pl. 21, fig. 3.
1971a- *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, p. 482; pl. 1, fig 12-15.
1982 - *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971.- Taylor, pl. 4.8, fig. 23.
1987 - *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971.- Erba & Quadrio, p. 45; pl. 4, fig. 7,9.
1991 - *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 3.16,4.2,4.3.

Descripción:

Pentalitos constituidos por segmentos triangulares con ángulos intersuturales neutros y separados por suturas rectas radiales y no imbricadas. El pentalito tiene forma pentagonal regular, con suturas intersegmentales que pasan por los vértices del pentágono. Aunque no se han observado "cocosferas" completas, cabe suponer que estarían formadas por 12 pentalitos yuxtapuestos, por analogía con los representantes del género *Braarudosphaera* Deflandre, 1947.

Discusión:

Es frecuente encontrar en las muestras especímenes con gradaciones intermedias entre *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971 y *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963. Por otro lado, los rangos estratigráficos de ambas especies son muy similares. Si pensamos en la morfología de *Braarudosphaera africana* Stradner, 1961 emend. Lambert, 1986 (ver descripción de ésta más arriba, y en Lambert, 1986), podríamos pensar quizá con acierto, que los pentalitos de las dos especies de *Micrantholithus* antes mencionadas, formasen parte de conos al estilo de los de *B. africana*. En estos conos, las morfologías tipo *Micrantholithus hoschulzii* ocuparían las zonas basales, y las morfologías tipo *Micrantholithus obtusus* las zonas más apicales. Si esto fuese así sería preciso incluir a ambos tipos morfológicos bajo una sola especie, con el nombre de *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963, por razones de prioridad. Pero esto, como ya he dicho antes, no está demostrado al no haberse encontrado piezas cónicas o cocosferas completas. Por este motivo, en este

estudio aún mantenemos la diferenciación entre ambas especies. Dicha diferenciación se basa en que *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963 presenta ángulos intersuturales negativos en lugar de neutros.

Tamaño: El diámetro medio de los pentalitos oscila entre 6-12m.

Distribución:

En la revisión realizada por Perch-Nielsen (1979d,1985a) se da a esta especie una distribución Berriasiense-Aptiense. En el presente estudio se ha encontrado desde el Berriasiense superior (Zona de *Retecapsa angustiforata* de nannofósiles y Zona de Boissieri de ammonites) hasta el Albiense inferior (Zona de *Rhagodiscus angustus* de nannofósiles y Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos), si bien, ya en el final del Aptiense y Albiense inferior, es sumamente escaso.

Micrantholithus obtusus Stradner, 1963.

1963 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, p. 11; pl. 6, fig. 11, 11a.
1971a- *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Thierstein, p. 482; pl. 5, fig. 9.
1976 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Thierstein, p. 352; pl. 3, fig. 37,38.
1978 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Roth, pl. 2, fig. 17.
1979 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Siesser, pl. 6, fig. 18,19.
1979 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Manivit, pl. 6, fig. 12.
1981 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Moshkovitz & Ehrlich, pl. 1, fig. 5.
1982 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Taylor, pl. 4.6, fig. 20; pl. 4.8, fig. 21.
1987 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Erba & Quadrio, p. 46; pl. 4, fig. 12.
1989 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Crux, p. 188; pl. 8.14, fig. 1,2.
1991 - *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963.- Aguado *et al.*, fig. 3.15,3.17,4.1,4.4,4.23.

Descripción:

Pentalitos constituidos por segmentos aproximadamente triangulares con ángulos intersuturales ligeramente negativos y separados por suturas rectas radiales y no imbricadas. El pentalito tiene forma pentagonal regular ligeramente estrellada, con suturas intersegmentales que pasan por los vértices del pentágono.

Discusión:

M. obtusus probablemente constituya una única especie junto con *M. hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971 (ver más arriba la discusión sobre *M. hoschulzii*). Sin embargo, en este estudio se mantiene la diferenciación entre ambas.

Tamaño: El diámetro medio de los pentalitos oscila entre 8-14m.

Distribución:

En la revisión realizada por Perch-Nielsen (1979d,1985a) se da a esta especie una distribución Berriasiense-Aptiense. En el presente estudio se ha encontrado desde el Berriasiense superior (*Zona de Retecapsa angustiforata* de nannofósiles y Zona de Boissieri de ammonites) hasta el Aptiense superior (Zona de *Rhagodiscus angustus* de nannofósiles y Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos), si bien, ya en el Aptiense superior, es sumamente escaso.

*Micrantholithus sp.*1

1988 - *Micrantholithus sp.*- Applegate & Bergen, pl. 29, fig. 13.
1991 - *Micrantholithus sp.*- Aguado *et al.*, fig. 6.24.

Descripción:

En este estudio se denomina *Micrantholithus sp.*1 a pentalitos constituidos por segmentos con ángulos intersuturales fuertemente negativos y separados por suturas rectas radiales y no imbricadas. El pentalito tiene forma estrellada pentagonal, con suturas intersegmentales que pasan por las puntas de la estrella.

Discusión:

Se ha optado por diferenciar a esta forma de *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963, por su tamaño mucho mayor, sus ángulos intersuturales fuertemente negativos y su morfología general mucho más estrellada.

Tamaño: Diámetro medio de los pentalitos entre 10-20m.

Distribución:

Applegate & Bergen (1988) lo citan en el Hauteriviense superior, aunque no aparece en sus tablas de distribución de especies. En el presente estudio sólo se ha encontrado como especie abundante en algunas muestras de edad Hauteriviense y Barremiense inferior.

Familia Calciosoleniaceae Kamptner 1927.

Cocolitos compuestos por partículas con orientación paralela (Ortholitae). Cocosferas constituidas por un elevado número de cocolitos de morfología romboidal (escafolitos).

La descripción original de Kamptner (1927) se aplica a células algales actuales. Del mismo modo, la distinción entre los dos géneros constitutivos de la familia (Calciosolenia Gran, 1912 y Anoplosolenia Deflandre, 1952) se efectúa a partir de características propias de la cocosfera completa. Consciente de este hecho, Deflandre (1954) creó el género Scapholithus para los cocolitos (escafolitos) fósiles, que siempre se encuentran aislados. Ghidalia (1987) en un estudio sobre niveles laminados de edad Plio-Pleistoceno analizó un cierto número de cocosferas dislocadas pertenecientes visiblemente a los dos géneros actuales. Este autor muestra que es posible distinguir características estructurales suficientes, a partir de los escafolitos, para diferenciar ambos géneros. Por este motivo, parece aconsejable abandonar el género *Scapholithus* Deflandre, 1954.

Género *Calciosolenia* Gran, 1912 emend. Ghidalia 1987.

Especie tipo, por designación original: *Calciosolenia murrayi* Gran, 1912, p. 332, fig. 239.5.

Cocolitos en forma de paralelogramo estrecho o muy estrecho que poseen una pared espesa constituida por elementos verticales adosados. El área central es muy estrecha y se encuentra parcialmente ocupada por una serie de elementos alargados y estrechos, dispuestos perpendicularmente al eje de mayor longitud del escafolito y atravesándola por completo. Estos elementos se apoyan directamente sobre la pared.

Calciosolenia murrayi Gran, 1912 emend. Ghidalia, 1987.

1912 - *Calciosolenia murrayi* Gran, p. 332; fig. 239.5.
1987 - *Calciosolenia murrayi* Gran, 1912 emend. Ghidalia, 1987.- Lambert, p. 56; pl. 13, fig. 2,3.
1989 - *Scapholithus fossilis* Deflandre, 1954.- Crux, p. 194; pl. 8.7, fig. 9.

Descripción:

Escafolitos estrechos o muy estrechos con una pared alta y gruesa constituida por elementos verticales adosados. El área central es muy estrecha y se encuentra parcialmente ocupada por una serie de elementos alargados y estrechos, dispuestos perpendicularmente al eje de mayor longitud del escafolito y atravesándola por completo. Estos elementos se apoyan directamente sobre la pared.

Discusión:

El escafolito de *Calciosolenia murrayi* se diferencia del de *Anoplosolenia brasiliensis* (Lohmann, 1920) Deflandre, 1952 por su pared mucho más gruesa y más alta (el área central se sitúa en un plano muy inferior) y su área central más estrecha y atravesada por un sólo ciclo de lamelas estrechas (*A. brasiliensis* presenta un área central amplia atravesada por dos ciclos de lamelas anchas y alternas). Como ya se

ha discutido al hablar de la familia Calciosoleniaceae, y a la luz del trabajo de Ghidalia (1987), se abandona el género *Scapholithus* Deflandre, 1954.

Tamaño: Longitud en torno a 3-4m.

Distribución:

Calciosolenia murrayi Gran, 1912 es una especie actual. Como fósil se conoce desde el Albiense superior (Lambert, 1987), aunque en la literatura hay citas de Scapholithus fossilis Deflandre, 1954 desde el Hauteriviense, las cuales bien podrían corresponder a *C. murrayi* (por ejemplo, en Crux, 1989). En la Cordillera Bética se ha encontrado en el Albiense medio, en los materiales de la Fm. Fardes. En general se trata de una especie muy escasa, de difícil identificación por su pequeño tamaño y características ópticas, y de un interés estratigráfico prácticamente nulo. Su único interés radica en ser una de las pocas especies cretácicas cuya distribución estratigráfica se prolonga por encima del límite Cretácico-Terciario.

Familia Calyptrosphaeraceae Boudreaux & Hay 1969.

Cocolitofóridos que producen holococolitos (cocolitos constituidos por cristales de calcita de pequeño tamaño y uniformes) en lugar de heterococolitos (constituidos por elementos de diferente tamaño y forma). Es una familia con representantes desde el Jurásico hasta la actualidad.

Género *Calculites* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959, p. 138, pl. 3, fig. 26-29.

Holococolito elíptico que presenta una placa basal muy estrecha sobre la que se sitúa una gruesa pared constituida por un número reducido de segmentos de calcita con orientación cristalográfica diferente, que se juntan en el centro y que pueden formar un corto proceso central. Cada uno de los segmentos está constituido a su vez por varios elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño. Todos los elementos cristalinos de un mismo segmento presentan idéntica orientación cristalográfica (esto es particularmente visible cuando se observa al cocolito con luz polarizada bajo nícoles cruzados). El cocolito es plano y ligeramente cóncavo en vista proximal y convexo y con excavaciones en vista distal.

Calculites obscurus (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

1959 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, p. 138; pl. 3, fig. 26-29.
1964 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Bramlette & Martini, p. 320; pl. 4, fig. 26-28.
1966 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Stover, p. 163; pl. 7, fig. 10.
1968 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Perch-Nielsen, p. 87, fig. 44; pl. 31, fig. 6-8.
1969 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Bukry, p. 63; pl. 37, fig. 11,12.
1973 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Risatti, p. 32; pl. 5, fig. 5-12.
1973 - *Tetralithus ovalis* Stradner, 1963.- Risatti, p. 32; pl. 5, fig. 3,4.
1977 - *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh, p. 60.
1977 - *Phanulithus obscurus* (Deflandre, 1959) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 304; pl. 31, fig. 5; pl. 33, fig. 2-6; pl. 34, fig. 2-4; pl. 36, fig. 6.
1986 - *Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959.- Aguado, p. 82-83; L. 2, fig. 3-5.

Descripción:

Holococolito elíptico (elipticidad entre 1.4-1.6) que presenta una placa basal muy estrecha sobre la que se desarrolla una gruesa pared constituida por cuatro segmentos de calcita, con orientación cristalográfica diferente, separados por suturas que forman ángulo con los ejes de la elipse. Estas suturas pueden converger en el centro o distribuirse como trazas en forma de V conectadas por una barra de longitud variable y paralela a la mayor dimensión de la elipse. Los segmentos presentan orientación cristalográfica alterna (aquellos que se encuentran opuestos por el vértice presentan igual orientación). Cada uno de los segmentos está constituido a su vez por varios elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño que presentan idéntica orientación cristalográfica (esto es particularmente visible cuando se observa al cocolito con luz polarizada bajo nícoles cruzados). El cocolito es plano y ligeramente cóncavo en vista proximal y convexo y con excavaciones en vista distal. Sobre la cara distal puede aparecer un corto proceso central.

Discusión:

Por razones de prioridad en su publicación (ver lista de sinónimos y van Heck, 1980) se considera *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh como nombre correcto de esta especie. Si bien, hay que hacer la precisión de que Prins & Sissingh (in Sissingh, 1977) consideraron explícita y erróneamente al género Calculites como un heterococolito. Wind & Wise (in Wise & Wind, 1977) crearon unos meses más tarde el género *Phanulithus*, basándose en la misma especie tipo (*Tetralithus obscurus* Deflandre, 1959), por lo que debe ser considerado en sinonimia. Sin embargo, estos últimos autores sí observaron la verdadera naturaleza de esta especie, indicando claramente que se trata de un holococolito y estableciendo su relación con otros géneros como *Lucianorhabdus, Ottavianus, Pharus*, etc. Al microscopio óptico, y bajo nícoles cruzados, *C. obscurus* es una especie de fácil identificación, y cuya primera aparición es utilizada por algunos autores (Sissingh, 1977) como marcador zonal. Es muy frecuente que la delgada corona marginal externa no sea visible al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud del eje mayor entre 6-9m.

Distribución:

La mayor parte de los autores sitúan la aparición de *C. obscurus* en el Santoniense superior (Shafik, 1978; Perch-Nielsen, 1979d) o coincidiendo con el límite Santoniense-Campaniense (sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1985a). A la falta de acuerdo en lo referente al nivel exacto de aparición de *C. obscurus* hay que sumar problemas derivados de la imprecisión a la hora de fijar el límite Santoniense-Campaniense (ver apartado sobre cronoestratigrafía). La mayor parte de los micropaleontólogos aproximan este límite, en el Area Mediterránea mediante la desaparición del foraminífero planctónico *Dicarinella asymetrica* o la aparición de *Globotruncanita elevata* (Linares, 1977; Birkelund *et al.*, 1984; Robaszynski *et al.*, 1984; Caron, 1985). Sin embargo, según Lillegraven (1991), el mencionado límite se encontraría dentro de la Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos. En la Cordillera Bética encontramos los primeros especímenes de *C. obscurus* dentro de la Zona de *Dicarinella asymetrica* de foraminíferos planctónicos (Zona de *P. fibuliformis* de nannofósiles) y por tanto, Santoniense superior según unos autores

(Robaszynski *et al.*, 1984; Caron, 1985) o Campaniense basal según otros (Lillegraven, 1991). El biohorizonte de primera aparición de *C. obscurus* es empleado por algunos autores como evento para aproximar el límite Santoniense-Campaniense (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1985a). En la Cordillera Bética se han encontrado los primeros especímenes de *C. obscurus* en la Zona de *D. concavata* de foraminíferos planctónicos y Zona de *R. hayi* de nannofósiles. *C. obscurus*, junto con los representantes del género *Lucianorhabdus* es más abundante en muestras de zonas marginales que en aquellas procedentes de áreas oceánicas, además de ser muy susceptibles a los efectos preservacionales (Hattner *et al.*, 1980).

Género *Lucianorhabdus* Deflandre, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959, p. 142, pl. 4, fig. 11-25.

Bastones calcáreos alargados, constituidos básicamente por una placa basal delgada, y de anchura variable sobre la que se desarrolla una gruesa pared constituyendo un proceso de mayor longitud que la mencionada anchura. El proceso, de longitud variable, está formado por cuatro segmentos longitudinales unidos entre sí. La unión se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados como una línea longitudinal a causa de la orientación óptica propia de cada elemento. La morfología general es muy variable, de cilíndrica a subcilíndrica, con tendencia cónica o globosa en uno de sus extremos, y de apariencia general recta, ligeramente curvada e incluso raramente acodada. El contorno es irregular, con una superficie de aspecto granuloso. Cada uno de los cuatro segmentos se halla constituido por multitud de elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño (holococolito). La placa basal, dispuesta perpendicularmente al bastón, se encuentra dividida en cuatro sectores por medio de suturas y es muy similar en su construcción a la del género *Calculites* Prins & Sissingh, 1977. En el extremo opuesto a la placa basal puede existir una serie de elementos, que presentan forma de corona, con orientación cristalográfica diferente del resto del proceso. Al conjunto de estos elementos lo podemos llamar montera (inglés plug).

Wise & Wind (1976) y Wind & Wise (1978) demostraron la estrecha relación existente entre los géneros *Lucianorhabdus, Calculites, Ottavianus* y otros géneros no encontrados en este estudio (*Pharus, Orastrum, Okkolithus, Russellia y Acuturris*). Hattner & Wise (1980) encontraron formas transicionales entre las diferentes especies del género *Lucianorhabdus* y concluyeron agrupándolas a todas bajo una sola definición con el nombre de *L. cayeuxii*. Sin embargo, esto no ha sido secundado por la mayoría de los autores, que continúan diferenciando las distintas especies de este género. En este estudio, a pesar de los efectos preservacionales negativos, diferenciamos en lo posible las distintas especies dentro de este género, que de hecho, parecen tener rangos estratigráficos diferentes.

Lucianorhabdus arcuatus Forchheimer, 1972.

1972 - *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, p. 69-70; pl. 10, fig. 5.
1977 - *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, 1972.- Verbeek, p. 116; pl. 11, fig. 1.
1977 - *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, 1972.- Wise & Wind pl. 32, fig. 1,2; pl. 36 fig 4a,b.
1978 - *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, 1972.- Wind & Wise, p. 142; fig. 2b.
1980 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Hattner & Wise, (partim), p. 64; pl. 22, fig.

8; pl. 23, fig. 1-3,4?,5?,6?,7-9; pl. 24, fig. 2,3,5,6; (non pl. 22, fig. 1-7,9; pl. 24, fig. 1,4,7-9).
1986 - *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Aguado, (partim), p. 49-50; L. 2, fig. 22,26; (non L. 2, fig. 20,21).
1990a- *Lucianorhabdus arcuatus* Forchheimer, 1972.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 9, fig. 10.

Descripción:

Bastones calcáreos alargados, constituidos básicamente por una placa basal delgada, sobre la que se desarrolla una gruesa pared que constituye un largo proceso. El proceso, de longitud variable, está formado por cuatro segmentos longitudinales unidos entre sí. La unión se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados como una línea longitudinal a causa de la orientación óptica propia de cada elemento. El proceso está acodado a una distancia de unas 3/4 de su longitud a partir de la placa basal. El contorno es irregular, con una superficie de aspecto granuloso. Cada uno de los cuatro segmentos se halla constituido por multitud de elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño (holococolito). La placa basal tiene prácticamente la misma anchura que el proceso (por lo que el disco proximal es reducido) y está muy poco desarrollada (hay especímenes en los que no es apreciable). La montera está muy desarrollada y se dispone sobre el proceso, en el extremo opuesto a la placa basal y paralelamente a ésta, a partir del acodamiento.

Discusión:

Lucianorhabdus arcuatus se diferencia del resto de representantes del género por poseer un proceso bruscamente arqueado o acodado y una montera en forma de cresta sobre la parte convexa del acodamiento.

Tamaño: Longitud variable entre 12-30m.

Distribución:

Perch-Nielsen (1979d, 1985a) atribuye a esta especie un rango Coniaciense-Maastrichtiense. En el presente estudio se ha comprobado que L. arcuatus es extremadamente poco frecuente en los sedimentos de la Cordillera Bética, de modo que sólo se han encontrado escasos especímenes en muestras de edad Campaniense.

Lucianorhabdus cayeuxii Deflandre, 1959.

1897 - "Bâtonnets de nature indéterminée".- Cayeux, p. 275-277; pl. 9, fig. 4
1959 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, (partim) p. 142; pl. 4, fig. 11-19, 21-25; (non pl. 4, fig. 20).
1964 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Bramlette & Martini, p. 312,314; pl. 5, fig. 10-12.
1966 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Stover, p. 152, pl. 7, fig. 13,14.
1968 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Gartner, (partim) p. 45; pl. 10, fig. 18,20; pl. 12, fig. 7a-c; pl. 16, fig. 3-4; pl. 18, fig. 3,4; (non pl. 20, fig. 14).
1969 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Bukry, p. 66-67; pl. 40, fig. 4.
1971b- *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 36; pl. 3, fig. 58-59.
1976 - *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 350; pl. 5, fig. 6,7.
1976 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Shumenko, p. 78; pl. 30, fig. 3.
1977 - *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 116; pl. 11, fig. 2,3.
1977 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Wind & Wise, p. 140, fig. 1a-d; fig. 2a,c.
1978 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Shafik, p. 223; fig. 3 Oa-Pb.
1986 - *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Aguado, (partim), p. 49-50; L. 2, fig. 20,21;

(non L. 2, fig. 22,26).
1990a- *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 9, fig. 7.

Descripción:

Bastones calcáreos alargados, constituidos básicamente por una placa basal delgada, sobre la que se desarrolla una gruesa pared que constituye un largo proceso. El proceso, de longitud variable, está formado por cuatro segmentos longitudinales unidos entre sí. La unión se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados como una línea longitudinal a causa de la orientación óptica propia de cada elemento. La morfología general es muy variable, de cilíndrica a subcilíndrica, con tendencia cónica o globosa en uno de sus extremos, y de apariencia general recta o ligeramente curvada. El contorno es irregular, con una superficie de aspecto granuloso. Cada uno de los cuatro segmentos se halla constituido por multitud de elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño (holococolito). La placa basal tiene prácticamente la misma anchura que el proceso (disco proximal reducido) y está poco desarrollada (hay especímenes en los que no es visible). La montera es extremadamente pequeña o inexistente.

Discusión:

Lucianorhabdus cayeuxii se diferencia de *L. arcuatus* por poseer un proceso recto o sólo ligeramente curvado, de *L. maleformis*, por presentar un disco proximal reducido y de *L. quadrifidus* por poseer una montera más estrecha que el proceso o no poseer montera. El concepto de esta especie en Hattner & Wise (1980) es mucho más amplio, e incluye al resto de representantes de este género.

Tamaño: Longitud muy variable, en torno a 12-30m.

Distribución:

La mayoría de los autores coinciden en una edad Santoniense (Sissingh, 1977, 1978; Shafik, 1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a) o Campaniense inferior (Verbeek, 1977; Wind & Wise, 1978) para el biohorizonte de primera aparición de *L. cayeuxii*. Su rango se extiende a lo largo del Campaniense y Maastrichtiense hasta el límite Cretácico-Terciario. En la Cordillera Bética, en el presente estudio se ha encontrado desde el Santoniense hasta el Maastrichtiense terminal. Su aparición exacta dentro del Santoniense no ha podido ser bien precisada a causa del oscurecimiento de caracteres taxonómicos por la recalcificación diagenética presente en las secciones estudiadas (los holococolitos son especialmente sensibles a los efectos preservacionales).

Lucianorhabdus maleformis Reinhardt, 1966.

1966 - *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt, p. 42, pl. 21, fig. 5,7.
1977 - *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt, 1966.- Verbeek, p. 117; pl. 11, fig. 6.
1978 - *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt, 1966.- Shafik; fig. 3Qa,b, 3Ra,b.
1980 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Hattner & Wise, (partim), p. 64; pl. 22, fig. 1-7; (non pl. 22, fig. 8,9; pl. 23, fig. 1-9; pl. 24, fig. 1-9).
1982 - *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt, 1966.- Crux, pl. 5.7, fig. 1,2.

Descripción:

Bastones calcáreos alargados, constituidos básicamente por una placa basal delgada y de anchura apreciable, sobre la que se desarrolla una gruesa pared que constituye un largo proceso. El proceso, de longitud variable, está formado por cuatro segmentos longitudinales unidos entre sí. La unión se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados como una línea longitudinal a causa de la orientación óptica propia de cada elemento. La morfología general es variable, de cilíndrica a subcilíndrica, con tendencia cónica y de apariencia general recta. El contorno es irregular, con una superficie de aspecto granuloso. Cada uno de los cuatro segmentos está formado por multitud de elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño (holococolito). La placa basal tiene una anchura apreciablemente mayor que el proceso (disco proximal desarrollado). La montera se sitúa sobre el proceso, centrada sobre el extremo opuesto a la placa basal. Su anchura es siempre menor que la del proceso.

Discusión:

Lucianorhabdus maleformis se diferencia de *L. cayeuxii* por tener un disco proximal más desarrollado, una montera más desarrollada y un aspecto general más cónico. Se diferencia de *L. arcuatus* por ser recto y de *L. maleformis* por poseer una montera más estrecha que el proceso.

Tamaño: Longitud variable entre 10-20m.

Distribución:

Sissingh (1977,1978) y Perch-Nielsen (1979d,1985a) asignaron a esta especie un rango Turoniense superior-Campaniense inferior que es generalmente aceptado. Hay que remarcar que el esquema de *L. maleformis* que presenta Sissingh (1977) en su tabla de distribución se asemeja más a *L. quadrifidus* que al mismo *L. maleformis*. Por otro lado, este autor no consideró la especie *L. quadrifidus*, por lo que en su cuadro de distribución *L. quadrifidus* podría estar incluido junto con *L. maleformis* (según Perch-Nielsen, 1979d,1985a ambas especies tienen una distribución estratigráfica muy semejante). En la Cordillera Bética he encontrado a *L. maleformis* desde el Turoniense medio (Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos planctónicos, Zona de *E. eximius* de nannofósiles) hasta el Santoniense (Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos, Zona de *M. decussata* de nannofósiles). Ciertamente hay que decir que la preservación de las muestras de edad Turoniense-Santoniense en las secciones estudiadas no es demasiado buena, observándose una importante recalcificación. Este hecho ha influido muy negativamente sobre los holococolitos y en particular sobre los representantes del género *Lucianorhabdus*, que es a veces relativamente escaso y presenta frecuentemente especímenes indeterminables a causa de la recalcificación diagenética.

Lucianorhabdus quadrifidus Forchheimer, 1972.

1972 - *Lucianorhabdus quadrifidus* Forchheimer, p. 70; pl. 9, fig. 2; pl. 10, fig. 3,4,6.
1977 - *Lucianorhabdus quadrifidus* Forchheimer, 1972.- Verbeek, p. 117; pl. 11, fig. 7.
1980 - *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre, 1959.- Hattner & Wise, (partim), p. 64; pl. 22, fig. 9; pl. 24, fig. 1?,4,7-9; (non pl. 22, fig. 1-8; pl. 23, fig. 1-9; pl. 24, fig. 2,3,5,6).

Descripción:

Bastones calcáreos alargados, constituidos básicamente por una placa basal

delgada y generalmente ancha, sobre la que se desarrolla una gruesa pared que constituye un largo proceso. El proceso, de longitud variable, está formado por cuatro segmentos longitudinales unidos entre sí. La unión se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados como una línea longitudinal a causa de la orientación óptica propia de cada elemento. La morfología general es variable aunque con una clara tendencia cónica y apariencia recta. El contorno es irregular, con una superficie de aspecto granuloso. Cada uno de los cuatro segmentos está formado por multitud de elementos cristalinos uniformes y de pequeño tamaño (holococolito). La placa basal tiene una anchura generalmente mucho mayor que el proceso (disco proximal muy desarrollado). La montera se sitúa sobre el proceso, centrada sobre el extremo opuesto a la placa basal. Su anchura es siempre claramente mayor que la del proceso.

Discusión:

Lucianorhabdus quadrifidus se diferencia del resto de representantes del género por presentar un disco basal mucho más ancho que el proceso y una montera en forma de corona que es también más ancha que el proceso.

Tamaño: Longitud comprendida entre 12-20m.

Distribución:

Aunque según Forchheimer (1972) el rango de *L. quadrifidus* es Aptiense-Cenomaniense, es evidente que no es así ya que en los cuadros de distribución de este autor, se encuentra siempre asociado a *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968 y a *Micula decussata* Vekshina, 1959. Por tanto, interpretando correctamente los datos de este autor quedaría una edad Coniaciense-Santoniense? para el rango de esta especie. Según Perch-Nielsen, (1979d,1985a) el rango total de la especie sería desde el Turoniense superior hasta el Campaniense inferior. Según se desprende del esquema de ilustración de *L. maleformis* en Sissingh (1977), este autor podría haber confundido a *L. quadrifidus* Forchheimer, 1972 con aquél (ver apartado de distribución en *L. maleformis*). En el presente estudio, pese a la dificultad de identificación a causa de la mala preservación, se han encontrado escasos especímenes atribuibles a *L. quadrifidus* en el Coniaciense y probablemente en el Santoniense.

Género *Ottavianus* Risatti, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Ottavianus giannus* Risatti, 1973, p. 30; pl. 8, fig. 10,11.

Holococolitos elípticos biperforados constituidos por 10-15 segmentos con disposición radial separados por suturas. Cada uno de los segmentos está formado por numerosos elementos uniformes de calcita.

Ottavianus giannus Risatti, 1973.

1973 - *Ottavianus giannus* Risatti, p. 30; pl. 8, fig. 10,11.
1982 - *Ottavianus giannus* Risatti, 1973.- Siesser, fig. 9A,a.
1986 - *Ottavianus giannus* Risatti, 1973.- Aguado, p. 59; L. 4, fig. 26,27.

Descripción:

Holococolito elíptico (elipticidad en torno a 1.40) constituido por 10-11 segmentos. Posee dos perforaciones circulares orientadas según la dirección del eje mayor. La especie se caracteriza por un contorno suave y suturas ondulantes entre los segmentos, cada uno de los cuales está formado por multitud de pequeños elementos cristalinos uniformes. La pequeña barra que separa las dos aperturas está atravesada por una sutura. Esto indica que la mencionada barra está formada a partir de dos segmentos opuestos que crecen en sentido contrario. Cuando el espécimen se observa bajo nícoles cruzados y aproximadamente a 45 grados de la dirección de polarización, aparece completamente brillante a excepción de las perforaciones y presenta dos líneas de extinción en forma de V con vértice en las perforaciones y ramas hacia los polos de la elipse.

Discusión:

Ottavianus giannus es una especie que, a pesar de su pequeño tamaño y, debido a sus características, es difícil de confundir con cualquier otra. Es de fácil determinación al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-5m.

Distribución:

De acuerdo con los datos de Wise & Wind (1977), el rango de esta especie se extiende desde el Campaniense superior al Maastrichtiense inferior. En el presente estudio se observa una distribución algo diferente a la apuntada por estos autores, ya que se ha encontrado desde el Maastrichtiense medio hasta el límite Cretácico-Terciario.

Familia Chiastozygaceae Rood, Hay & Barnard 1973.

Cocolitos elípticos con una corona marginal de elementos inclinados (zeugoide) y una estructura central en forma de X o H.

Tappan (1980) incluye a esta familia dentro de la Zygodiscaceae Hay & Mohler, 1967. En el presente estudio se ha preferido (al igual que Perch-Nielsen, 1985a) reservar la familia Zygodiscaceae para formas exclusivamente terciarias.

Género *Chiastozygus* Gartner, 1968.

Especie tipo, por designación original: *Zygodiscus? amphipons* Bramlette & Martini, 1964, p. 302-303; pl. 4, fig. 9,10.

Cocolitos elípticos con un disco basal constituido por un solo ciclo de elementos imbricados. El área central está abierta y atravesada por unas barras en forma de X colocadas simétricamente y formando ángulo con respecto a los ejes mayor y menor de la elipse. Sobre la intersección de las barras en forma de X puede aparecer una espina o proceso.

Chiastozygus se diferencia de *Helicolithus* y *Tegumentum* por tener una corona marginal formada por un sólo ciclo de elementos imbricados y un área central despejada, únicamente atravesada por unas barras en forma de X.

Chiastozygus litterarius (Górka, 1957) Manivit, 1971.

1957 - *Discolithus litterarius* Górka, p. 274; pl. 3, fig. 3.
1966 - *Discolithus fessus* Stover, p. 142; pl. 2, fig. 17-21; pl. 8, fig. 16.
1971 - *Chiastozygus tenuis* Black, p. 416; pl. 34, fig. 8.
1971 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, p. 92; pl. 4, fig. 1-5.
1971a- *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Thierstein, p. 476; pl. 2, fig. 17-21.
1972 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Roth & Thierstein, pl. 1, fig. 1-6.
1982 - non *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Crux, pl. 5.3, fig. 5; pl. 5.9, fig. 19.
1982 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Taylor, pl. 4.4, fig. 7,8; ((?) pl. 4.7, fig. 22).
1982 - *Chiastozygus tenuis* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.4, fig. 9,10; pl. 4.7, fig. 23.
1983 - *Chiastozygus tenuis* Black, 1971.- Roth, p. 612; pl. 6, fig. 5,6.
1986 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Aguado, p. 24-26; L. 1, fig. 35.
1987 - *Chiastozygus sp.* cf. *litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Covington & Wise, pl. 21, fig. 5-9.
1988 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Applegate & Bergen, pl. 8, fig. 1-4; pl. 9, fig. 11.
1989 - *Tegumentum tenuis* (Black, 1971) Crux, p. 196.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.25-1.30) con una corona marginal constituida por un sólo ciclo de elementos imbricados e inclinados dextralmente en vista distal. El área central está abierta y atravesada por unas barras en forma de X que se apoyan sobre el margen interno de la corona marginal. Estas barras tienen una anchura ligeramente inferior a la de la corona marginal y están constituidas por elementos alargados y dispuestos paralelamente. Hacia el centro, las barras se elevan

ligeramente por encima del plano de la corona marginal, y en su intersección se sitúa la base de una espina o proceso, que raras veces se conserva.

Discusión:

Chiastozygus litterarius fue descrito en el Maastrichtiense de Polonia y podría no ser el mismo taxon que algunos autores utilizan como especie marcadora para la base del Aptiense (Thierstein, 1971a,1973a,1976). Sin embargo, a causa de la pobre ilustración del holotipo es a todas luces imposible diferenciarlo de las formas del Aptiense. Ante este hecho, algunos autores han preferido reemplazar a *C.litterarius* por *C. platyrhethum* Hoffmann, 1976 descrito en el Cretácico medio o por *C. tenuis* Black, 1971. Algunos autores (siguiendo a Black, 1971) diferencian entre *C. tenuis* y *C. litterarius* basándose en que, en el primero, los brazos de las barras del elemento en forma de X forman un ángulo más estrecho en el sentido del eje transversal de la elipse que en el del longitudinal. En mi opinión, las formas asignadas a *C. tenuis* entran dentro de la variabilidad morfológica intraespecífica de C. litterarius. El holotipo de *C. tenuis* muestra también una corona marginal ligeramente más estrecha que la de *C. litterarius*, y también formada (aparentemente) por un sólo ciclo de elementos imbricados. Esto último hace incorrecta, en mi opinión, la inclusión de C. tenuis dentro del género *Tegumentum* Thierstein, 1972, como hace Crux (1989). En este trabajo opto por mantener el nombre tradicional de *C. litterarius* en el sentido descrito más arriba, pero incluyendo a *C. tenuis* (ver sinonimia), ya que no considero importante la diferencia establecida entre ambas especies, y además, frecuentemente se encuentran '*C. tenuis*' con elementos en forma de X con igual disposición que en *C. litterarius* (Taylor, 1982, pl. 4.4, fig. 8, pl. 4.7, fig. 23).

Tamaño: Longitud del eje mayor alrededor de 6-7m.

Distribución:

La mayor parte de los autores coinciden en atribuir a esta especie un rango Aptiense-Maastrichtiense. Thierstein (1971a,1973a) utiliza su primera aparición (junto con la de *H. irregularis*) para definir la zona de su nombre, y que caracteriza al Aptiense inferior. Algunos autores (Noël, 1980; Covington & Wise, 1987; Applegate & Bergen, 1988) han encontrado *C. litterarius* en el Barremiense y Hauteriviense, y '*C. tenuis*' fue descrito en el Hauteriviense, por lo que queda sin validez el uso de la primera aparición de *C. litterarius* como evento marcador del límite Barremiense-Aptiense. En el presente estudio se encuentra que *C. litterarius* es una especie bastante poco frecuente a nivel de muestra y con un registro bastante discontinuo. A pesar de esto, se han encontrado algunos especímenes en el Barremiense, y a partir del Aptiense hasta el Maastrichtiense. Como conclusión, no parece ésta una especie que pueda ser utilizada como índice o marcador bioestratigráfico en nuestros sedimentos.

Género *Helicolithus* Noël, 1970.

Especie tipo, por designación original: *Discolithus anceps* Górka, 1957, p. 275; pl.

Cocolitos elípticos con una corona marginal constituida por un sólo ciclo de elementos imbricados e inclinados dextralmente en vista distal. El área central está atravesada por unas barras en forma de X y está en buena parte cubierta por grandes

elementos tabulares que se disponen formando un ciclo junto al margen interno de la corona marginal. Cada brazo de las barras en forma de X está formado generalmente por dos únicos elementos cristalinos longitudinales de considerable tamaño.

Helicolithus se diferencia de *Chiastozygus* Gartner, 1968 y *Tegumentum* Thierstein, 1971, por poseer un área central parcialmente cubierta por un ciclo de placas calcáreas tabulares dispuestas paralelamente al margen interno de la corona marginal.

Helicolithus anceps (Górka, 1957) Noël, 1970.

1957 - *Discolithus anceps* Górka, p. 275
1970 - *Helicolithus anceps* (Górka, 1957) Noël, p.
1969 - *Chiastozygus inturratus* (Reinhardt, 1965) Bukry, p. 50; pl. 27, fig. 9-11.
1982 - *Helicolithus anceps* (Górka, 1957) Noël, 1970.- Crux, pl. 5.3, fig. 7,8,11.
1984 - *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, 1977.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 16, fig. 5-7; (non pl. 16, fig. 2-4).

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.30) con una corona marginal constituida por un sólo ciclo de 55-75 elementos imbricados dextralmente y que en vista distal aparecen separados por suturas rectas y radiales. El área central está atravesada por unas barras en forma de X y está en buena parte cubierta por grandes elementos tabulares (entre 6-8) que se disponen formando un ciclo junto al margen interno de la corona marginal. Cada brazo de las barras en forma de X está formado generalmente por 2-4 únicos elementos cristalinos y posee una clara sutura longitudinal de considerable tamaño. Aunque no se ha encontrado ningún espécimen con proceso central, se supone que posiblemente esta especie lo posea.

Discusión:

H. anceps se diferencia de *H. trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, 1977 por poseer un mayor tamaño, una corona marginal más ancha y barras en forma de X dispuestas simétricamente con respecto a los ejes de la elipse. Se diferencia de *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971 por presentar el área central parcialmente cubierta por placas calcáreas tabulares. Se diferencia de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 por presentar una corona marginal más ancha, un ciclo de unas 6 placas tabulares sobre el margen externo del área central y elementos en forma de X constituidos por cristales tabulares masivos (en lugar de fibrosos). A pesar de todo esto es una especie ampliamente confundida con *C. litterarius*

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-8.5m.

Distribución:

Crux (1982) asignó a esta especie un rango Turoniense-Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado desde el Turoniense (Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos planctónicos, Zona de *Eiffellithus eximius* de nannofósiles) hasta el límite Cretácico-Terciario. Muy poco se conoce en

referencia a su distribución paleogeográfica, pero parece ser una especie cosmopolita.

Helicolithus trabeculatus (Górka, 1957) Verbeek, 1977.

1957 - *Discolithus trabeculatus* Górka, p. 277; pl. 3, fig. 9.
1966 - *Discolithus disgregatus* Stover, p. 142; pl. 2, fig. 11,12; pl. 8, fig. 12.
1967 - *Zygolithus cuneatus* Lyul'eva, p. 94; pl. 1, fig. 13.
1968 - *Discolithus* cf. *ornamentus* Caratini, 1963.- Forchheimer, p. 44; fig. 4.3; pl. 8, fig. 6.
1969 - *Chiastozygus disgregatus* (Stover, 1966) Bukry, p. 49; pl. 27, fig. 1-4.
1969 - *Chiastozygus planus* Bukry, p. 50; pl. 27, fig. 12; pl. 28, fig. 1,2.
1969 - *Chiastozygus propagulis* Bukry, p. 51; pl. 28, fig. 4,5.
1972 - *Chiastozygus cuneatus* (Lyul'eva, 1967) Cepek & Hay, 1969.- Forchheimer, p. 46-47; pl. 18, fig. 1-4.
1972 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Roth & Thierstein, pl. 12, fig. 7-18.
1973 - *Chiastozygus propagulis* Bukry, 1969.- Priewalder, p. 16; pl. 2, fig. 4-6.
1976 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Thierstein, p. 352; pl. 1, fig. 11,12; pl. 4, fig. 9,10.
1976 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Burns, p. 289; pl. 3, fig. 7.
1977 - *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, p. 90.
1977 - *Chiastozygus interruptus* Bukry, 1969.- Verbeek, p. 87; pl. 5, fig. 4.
1980 - *Chiastozygus cuneatus* (Lyul'eva, 1967) Cepek & Hay, 1969.- Smith, p. 31-32; pl. 1, fig. 51-60.
1980 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Smith, p. 44-45; pl. 6, fig. 1-17.
1980 - *Chiastozygus propagulis* Bukry, 1969.- Hattner & Wise, p. 60; pl. 9, fig. 2,3.
1982 - *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, 1977.- Crux, pl. 5.3, fig. 4; pl. 5.9, fig. 15.
1983 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Miller, p. 192; pl. 2, fig. 11-15.
1983 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Wise, p. 514; pl. 12, fig. 7,8.
1984 - *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, 1977.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 16, fig. 2-4; (non pl. 16, fig. 5-7).
1986 - *Eiffellithus trabeculatus* (Górka, 1957) Reinhardt & Górka, 1967.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 7.
1988 - *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek, 1977.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 1, fig. 4-7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.25) con una corona marginal estrecha constituida por un sólo ciclo de unos 40 elementos imbricados e inclinados dextralmente. El área central es amplia en relación con la anchura de la corona marginal y está atravesada por unas gruesas barras en forma de X que pueden llegar a cubrirla en buena parte. En torno al margen interno de la corona marginal y cubriendo también en parte al área central, se dispone un ciclo de (entre 6-8) largos elementos tabulares. Cada brazo de las barras en forma de X está formado generalmente por 2-4 únicos elementos cristalinos y posee una marcada sutura longitudinal.

Discusión:

Thierstein (1976) demostró que '*Discolithus trabeculatus*' Górka, 1957 y

'*Zygolithus cuneatus*' Lyul'eva, 1967 son sinónimos, y que el que aparezca una u otra morfología depende exclusivamente del grado de disolución o recalcificación que haya sufrido el sedimento y la nannoflora. *H. trabeculatus* se diferencia de *H. anceps* (Górka, 1957) Noël, 1970 por poseer una corona marginal mucho más estrecha, un tamaño menor y barras en forma de X asimétricas con respecto a los ejes de la elipse.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4.5-6m.

Distribución:

La mayoría de los autores (Roth & Thierstein, 1972; Thierstein, 1976; Verbeek, 1977; Crux, 1982; Wise, 1983; Aguado y Martínez-Gallego, 1990) coinciden en asignar a esta especie un rango Albiense superior-Maastrichtiense. En el presente trabajo se ha encontrado a H. trabeculatus desde el Albiense superior (Zona de *Rotalipora subticinensis* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *T. phacelosus* de nannofósiles) hasta el Maastrichtiense superior (Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos). En los sedimentos estudiados, esta especie apareció con relativa abundancia en torno al Santoniense y Campaniense. Desde el punto de vista de su distribución paleogeográfica, se trata de una especie cosmopolita.

Género *Tegumentum* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.

Especie tipo, por designación original: *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972, p. 437; pl. 1, fig. 7-15.

Cocolitos elípticos con una corona marginal compuesta, formada por dos ciclos. El ciclo interno está constituido por elementos tabulares fuertemente imbricados e inclinados dextralmente en vista distal. El ciclo externo está constituido por elementos tabulares no imbricados. El área central está despejada y atravesada por barras cruzadas en forma de X. Las barras se apoyan sobre el margen interior del ciclo interno. Su anchura suele ser ligeramente inferior a la de la corona marginal y están formadas por elementos cristalinos alargados y dispuestos paralelamente. Las barras se encuentran, en las proximidades de su intersección, situadas por encima del plano de la corona marginal, y pueden ser el soporte de una espina o proceso central, habitualmente perdido.

Tegumentum se diferencia de *Chiastozygus* Gartner, 1968 y *Helicolithus* Noël, 1970 por poseer un área central despejada y una corona marginal compuesta formada por dos ciclos de elementos.

Tegumentum stradneri Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.

1968 - (?) *Zygolithus litterarius* (Górka, 1957) Stradner *et al.*, p. 39; pl. 34, fig. 1, 5-7.
1972 - *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, p. 437; pl. 1, fig. 7-15.
1979 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Siesser, p. 825; pl. 3, fig. 10,11; pl. 6, fig. 16?,17?.
1982 - *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971.- Crux, 1982, pl. 5.3, fig. 5; pl. 5.9, fig. 19.
1987 - *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Jakubowski, p. 111; pl. 1, fig. 18-19.
1987 - *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Covington & Wise, pl. 22, fig. 2-4.
1988 - *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Applegate & Bergen, pl.

8, fig. 9.
1989 - *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Bralower *et al.*, p. 159; pl. 2, fig. 14,15.
1989 - *Tegumentum striatum* (Black, 1971) Crux, p. 196; pl. 8.5, fig. 1; pl. 8.12, fig. 1-5.
1991 - *Tegumentum striatum* (Black, 1971) Crux, 1989.- Aguado *et al.*, 1991, fig. 3.47, 3.48.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad en torno a 1.30), con una corona marginal compuesta, formada por dos ciclos de elementos. El ciclo interno está constituido por unos 40 elementos tabulares inclinados con una fuerte imbricación dextral en vista distal. El ciclo externo está compuesto por placas tabulares no imbricadas, con suturas ligeramente inclinadas dextralmente en vista proximal, que se sitúan sobre el margen externo del ciclo interno. En conjunto, la corona marginal es más ancha en su cara distal que en su cara proximal. El área central está despejada y atravesada por barras en forma de X, que aparecen constituidas por pequeños cristales prismáticos en vista proximal y por cristales alargados y dispuestos paralelamente en vista distal. Las barras en forma de X se apoyan sobre el margen interior del ciclo interno y se elevan por encima del margen distal de la corona marginal. Sobre la intersección de las barras pueden aparecer los restos de una espina.

Discusión:

Crux (1989, pl. 8.5, fig. 1) figura un espécimen de *T. stradneri* bajo el nombre de *Tegumentum striatum* (Black, 1971) Crux. La atribución es incorrecta, ya que la estructura de la corona marginal de '*Chiastozygus striatus*' Black, 1971 (el basiónimo) es diferente de la presente en el género *Tegumentum* y, como ya apuntó Perch-Nielsen (1985a), debe ser situado dentro del género *Eiffellithus* (ver discusión sobre *Eiffellithus striatus* (Black, 1971) Applegate & Bergen, 1988, en Applegate & Bergen, 1988).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4.5-9.5m.

Distribución:

Roth & Thierstein (1972) atribuyen a esta especie una distribución Aptiense-Maastrichtiense. Sin embargo, posteriormente Taylor (1982) la encuentra en el Hauteriviense y Applegate & Bergen (1988) la citan desde el Valanginiense superior. En el presente estudio se encuentra, como una especie relativamente poco frecuente en las muestras desde el Barremiense hasta el Albiense.

Familia Crepidolithaceae Black, 1971.

Cocolitos elípticos o circulares de un grosor importante, con una corona marginal de elementos de calcita dispuestos de modo que no presentan una imbricación muy fuerte. En la cara proximal pueden presentar un fondo continuo o un proceso masivo sobre la cara distal. Como puede apreciarse, la definición de esta familia es bastante amplia, por lo que existen importantes variaciones sobre los géneros que los diferentes autores sitúan en ella.

Género *Calcicalathina* Thierstein, 1971a.

Especie tipo, por designación original: *Schizosphaerella oblongata* Worsley, 1971, p. 1312; pl. 2, fig. 32-33.

Cocolitos elípticos que presentan una corona marginal muy alta (pared). El área central está rellena de cristales de calcita de diferentes orientaciones que se elevan por encima del margen distal de la pared. La cara proximal es plana o ligeramente cóncava.

Calcicalathina se diferencia de *Rhagodiscus* Reinhardt, 1967 por presentar una morfología mucho más gruesa, una pared muy elevada y estrecha y la ausencia de un proceso central. Se diferencia de *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965 por carecer de barra transversa y proceso central.

Calcicalathina oblongata (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.

1970 - (?) *Crepidolithus*? sp. indet.- Noël, pl. 12, fig. 2,5.
1971 - *Schizosphaerella oblongata* Worsley, p. 1312; pl. 2, fig. 32,33.
1971a- *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, p. 475; pl. 4, fig. 6-10.
1987 - *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.- Covington & Wise, pl. 21, fig. 1-4.
1988 - *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971.- Applegate & Bergen, pl. 28, fig. 3-7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.44-1.45) con una corona marginal muy elevada (pared) constituida por unos 50-80 elementos cristalinos largos y delgados ligeramente imbricados dextralmente e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj en vista proximal. El área central es amplia y se encuentra rellena de cristales de calcita con diferentes orientaciones que se elevan por encima del margen distal de la pared. En vista distal, se observa una cierta disposición sinistral en los elementos cristalinos que rellenan el área central. La cara proximal es más pequeña en tamaño que la distal y ligeramente cóncava. Según Thierstein (1971a), la altura del relleno en relación con la longitud del eje menor de la elipse proximal oscila entre 1:1 y 1:2.

Discusión:

C. oblongata se diferencia de *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971 por tener una corona marginal muy estrecha, un área central muy engrosada (que al microscopio óptico se traduce en una birrefringencia mucho más alta) y un tamaño general bastante mayor. Se diferencia de *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971)

Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987, por un tamaño ligeramente mayor, una corona marginal algo más estrecha y la ausencia de perforaciones y proceso en el área central. En material con fuerte recalcificación puede ser relativamente dificultosa la diferenciación entre *C. oblongata* y *R. infinitus*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 8.5-12m.

Distribución:

Existe un consenso general en lo referente a la distribución estratigráfica vertical de esta especie. La práctica totalidad de los autores coinciden en atribuirle un rango Valanginiense inferior-Barremiense inferior. En este estudio se encuentra desde el Valanginiense inferior (Zona de Pertransisens de ammonites, Subzona de *Rucinolithus wisei* de nannofósiles) hasta el Barremiense inferior (Zona de *Nicklesi*) de ammonites, Subzona de *Nannoconus circularis* de nannofósiles). Tanto su biohorizonte de primera aparición como el de su extinción son utilizados, por diversos autores y en el presente estudio, como marcadores zonales. Se trata de una especie presente en el Cretácico inferior del dominio Atlántico-Tethysico (Thierstein, 1971a, 1973a, 1976; Sissingh, 1977, 1978; Roth, 1983; Covington & Wise, 1987; Applegate & Bergen, 1988; Applegate *et al.*, 1989), incluyendo el Mar del Norte (Perch-Nielsen, 1979d; Jakubowski, 1987) y ausente en secciones realizadas en Gran Bretaña e incluso Norte de Alemania (Taylor, 1982; Crux, 1989) y en el Pacífico (Roth, 1973; Bukry, 1975, 1976). Esta distribución geográfica de *C. oblongata* parece estar controlada por dos factores restrictivos, el primero a áreas marginales-epicontinentales frente a dominios claramente oceánicos y el segundo a las áreas tropicales o relativamente templadas frente a las claramente boreales.

Género *Conusphaera* Trejo, 1969.

Sinónimo: *Cretaturbella* Thierstein, 1971a.
Especie tipo, por designación original: *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969, p. 6-8; fig. 1-4, pl. 1, fig. 1-9, pl. 2, fig. 1-8, pl. 3, fig. 1-7, pl. 4, fig. 1-6.

Cocolito con morfología general de cono truncado de base circular a subcircular. La corona marginal (pared), a modo de cobertura externa, está constituida por 12-18 placas tabulares yuxtapuestas (sin imbricación) dispuestas longitudinalmente. El área central o núcleo está formado por dos ciclos concéntricos, longitudinalmente continuos, de laminillas cristalinas aproximadamente radiales (el ciclo más interno presenta, en vista distal, torsión sinistral mientras que el externo la presenta dextral). El núcleo se proyecta distalmente un poco por encima de la pared.

Conusphaera se diferencia de otras formas troncocónicas presentes en el Jurásico (*Eoconusphaera*, Jafar, 1983 y *Mitrolithus* Deflandre, 1954) por poseer un núcleo con dos ciclos concéntricos de lamelas. Se diferencia además de *Mitrolithus* Deflandre, 1954, por la ausencia de la 'cabezuela' típica de este último género.

Conusphaera mexicana Trejo, 1969 ssp. *mexicana*.

1965 - 'Particule calcaire'.- Noël, pl. 28; fig. 4,7,9.
1969 - *Conusphaera mexicana* Trejo, p. 6-8; fig. 1-4; pl. 1, fig. 1-9; pl. 2, fig. 1-8; pl. 3, fig. 1-7; pl. 4, fig. 1-6.

1971a- non *Cretaturbella rothii* Thierstein, p. 483, pl. 3, fig. 1-5.
1975 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Grün & Allemann, p. 195, fig. 30; pl. 8, fig. 7-12.
1983 - non *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Roth, p. 611, pl. 2, fig. 11,12.
1986 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Jakubowski, pl. 1, fig. 28,29.
1987 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Jakubowski, p. 110; pl. 2, fig. 17,18
1987 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Erba & Quadrio, p. 65; pl. 1, fig. 1,2,4,5,11.
1989 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 ssp. mexicana Bralower *et al.*, p. 228; pl. 7, fig. 16-20.
1989 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 ssp. *mexicana*.- Bown & Cooper, p. 101-102; pl. 5.2, fig. 1-9.

Descripción:

Cocolito con morfología general de cono truncado de base circular a subcircular. La corona marginal (pared), a modo de cobertura externa, está constituida por 12-18 placas tabulares yuxtapuestas (sin imbricación) dispuestas longitudinalmente. El área central o núcleo está formado por dos ciclos concéntricos, longitudinalmente continuos, de laminillas cristalinas aproximadamente radiales (el ciclo más interno presenta, en vista distal, una leve torsión sinistral mientras el externo la presenta dextral). El núcleo se proyecta distalmente un poco por encima de la pared.

Discusión:

Conusphaera mexicana ssp. *mexicana* se diferencia de *C. mexicana* Trejo, 1969 ssp. minor Bralower ex Cooper, 1989 por presentar un tamaño mayor (doble longitud, como mínimo) y una morfología general más cónica (frente a la más cilíndrica de la segunda subespecie). *C. mexicana* ssp. *mexicana* representa la forma más típica de *C. mexicana* descrita por Trejo (1969).

Tamaño: Longitud comprendida entre 4-12m.

Distribución:

La práctica totalidad de los autores coinciden en situar su aparición en el Tithónico (Trejo, 1969, Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Roth, 1983). En lo que no hay tanto acuerdo es en señalar el momento de su desaparición, la cual, para algunos autores tiene lugar en el Aptiense. Sin embargo, este hecho se debe a que no consideran a *Conusphaera rothii* (Thierstein, 1971) Jakubowski, 1986 como especie diferente de *C. mexicana* ssp. *mexicana*. Según Bown & Cooper (1989), el rango total de *C. mexicana* ssp. *mexicana* (excluyendo a *C. rothii*) es Tithónico-Hauteriviense. Bralower *et al.* (1989) realizan una bioestratigrafía detallada del Tithónico y Berriasiense mediante nannofósiles, y fijan con bastante precisión el biohorizonte de primera aparición de *C. mexicana* ssp. *mexicana* en el Tithónico inferior, coincidiendo con el techo de la anomalía magnética CM22n. En el presente estudio, se ha encontrado *C. mexicana* ssp. *mexicana* desde el Tithónico (Zona de Verruciferum de ammonites, Zona de *Hexapodorhabdus cuvillieri* de nannofósiles) hasta el Hauteriviense inferior (Subzona de *Cretarhabdus loriei* de nannofósiles). Es ampliamente conocido que *C. mexicana* ssp. *mexicana* es una especie que presenta una distribución geográfica areal preferente por el dominio Tethysico-Atlántico (Bown & Cooper, 1989) de relativamente bajas latitudes (no se encuentra en zonas claramente Boreales). Por otro lado, tampoco se encuentra en áreas claramente

oceánicas, como el Pacífico, y aparece ligada a áreas más bien marginales.

Conusphaera mexicana (Trejo, 1969) ssp. *minor* Bralower ex Cooper, 1989.

1983 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Roth, p. 611; pl. 2, fig. 11,12.
1989 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 ssp. minor Bralower ex Cooper, 1989.- Bralower *et al.*, p. 223,225,228; pl. 7, fig. 21-25.
1989 - *Conusphaera mexicana* ssp. *minor* Bown & Cooper, p. 102; pl. 5.2, fig. 10-12.

Descripción:

Subespecie de *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 caracterizada por presentar nannolitos con una longitud inferior a 4m. La morfología general es menos cónica y más prismática que la de *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969 ssp. *mexicana*.

Discusión:

C. mexicana ssp. *minor* se diferencia de *C. mexicana* ssp. *mexicana* por su mayor tamaño y morfología general menos cónica. Aunque la estructura de estas dos subespecies es prácticamente la misma y forman un grupo coherente en términos de distribución estratigráfica, se diferencia entre ambas porque *C. mexicana ssp.* minor aparece en el registro fósil antes (Kimmeridgiense terminal) que *C. mexicana* ssp. *mexicana* y desaparece en el Tithónico superior (CM19n, ver Bralower *et al.*, 1989). Claramente, a medida que transcurre el tiempo, una subespecie va siendo sustituida por la otra hasta la total desaparición de la primera.

Tamaño: Longitud inferior a 4m.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989) *C. mexicana* ssp. *minor* aparece ene el Kimmeridgiense terminal (dentro de la anomalía magnética CM22n) y desaparece en el Tithónico superior (techo de la CM19n). En la Cordillera Bética, en el presente estudio, se ha encontrado desde el Tithónico inferior (Zona de Albertinum de ammonites) hasta el Tithónico superior (Zona de Simplisphinctes de ammonites).

Conusphaera rothii (Thierstein, 1971) Jakubowski, 1986.

1971a- *Cretaturbella rothii* Thierstein, p. 483; pl. 3, fig. 1-5.
1972 - *Cretaturbella rothii* Thierstein, 1971.- Roth & Thierstein, pl. 3, fig 9, 12-14.
1986 - *Conusphaera rothii* (Thierstein, 1971) Jakubowski, p. 41, pl. 11, fig. 5-8.
1987 - *Conusphaera rothii* (Thierstein, 1971) Jakubowski, 1986.- Jakubowski, p. 110; pl. 2, fig. 17,18.
1987 - *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969.- Covington & Wise, pl. 11, fig. 5-8.
1991 - *Conusphaera rothii* (Thierstein, 1971) Jakubowski, 1986.- Aguado *et al.*, fig. 3.36, 3.37, 3.38.

Descripción:

Cocolito con morfología general de cono truncado de base circular a subcircular. La corona marginal (pared), a modo de cobertura externa, está constituida por 12-18 placas tabulares yuxtapuestas (sin imbricación) dispuestas longitudinalmente. El área central o núcleo está formado por dos ciclos concéntricos,

longitudinalmente continuos, de laminillas cristalinas aproximadamente radiales. El ciclo más interno presenta, en vista distal, una fuerte torsión sinistral mientras el externo la presenta dextral. El núcleo se proyecta distalmente, de forma muy prominente, por encima de la pared.

Discusión:

Esta especie se diferencia de *C. mexicana* Trejo, 1969 ssp. *mexicana* por ser de morfología general más corta y más ancha, y por poseer un núcleo con una torsión mucho más marcada y mucho más prominente por encima de la pared externa. Se diferencia de *C. mexicana* Trejo, 1969 ssp. *minor* Bralower ex Cooper, 1989 por la torsión de su núcleo y su tamaño mucho mayor. En el Valanginiense superior y Hauteriviense inferior, edad en la que se produce el relevo de *C. mexicana* ssp. *mexicana* por *C. rothii*, se encuentran especímenes intermedios de difícil asignación.

Tamaño: Longitud entre 6-8m.

Distribución:

La distribución de esta especie es Hauteriviense-Aptiense (Bown & Cooper, 1989). En el Mar del Norte se encuentra, según Jakubowski (1987), desde el Valanginiense hasta el Barremiense superior. *C. rothii* parece ser una especie más cosmopolita que su predecesora, *C. mexicana* Trejo, 1969 ssp. *mexicana* (Bown & Cooper, 1989). En este estudio se ha encontrado desde el Hauteriviense superior hasta el Aptiense inferior (Zona de *H. irregularis* de nannofósiles y Zona de *H. praetrocoidea* de foraminíferos planctónicos).

Género *Diazomatolithus* Noël, 1965.

Especie tipo, por designación original: *Diazomatolithus lehmanii* Noël, 1965, p. 95; fig. 25-27, pl. 6, fig. 6-10.

Cocolito de contorno circular con una corona marginal de anchura variable y constituida por dos escudos conectados por medio de un ciclo tubular de elementos. El escudo proximal está constituido por elementos planos con forma de cuña y yuxtapuestos (sin imbricación). El escudo distal es más grueso y más ancho y está constituido por un ciclo de elementos en forma de cuña, de bordes aserrados y ligeramente inclinados. El área central, de tamaño muy variable en relación con la anchura de la corona marginal, está libre de cualquier tipo de estructura.

Diazomatolithus lehmanii Noël, 1965.

1965 - *Diazomatolithus lehmani*, Noël, p. 95, fig. 25-27; pl. 6, fig. 6-10.
1989 - *Diazomatolithus lehmanii*, Noël, 1965.- Crux, p. 186; pl. 8.2, fig. 7,10.

Descripción:

Cocolito de contorno circular con una corona marginal de anchura variable y constituida por dos escudos conectados por su margen interno, a través de un ciclo tubular de elementos. El escudo proximal está constituido a su vez por un ciclo de elementos planos con forma de cuña, con suturas radiales y no imbricados. El escudo distal es más ancho que el proximal y está formado por un ciclo de elementos con

forma de cuña en vista distal, bordes aserrados, y con suturas variablemente inclinadas en el sentido de las agujas del reloj. El área central es de tamaño muy variable en relación con la anchura de la corona marginal, es de morfología circular y aparece totalmente despejada.

Discusión:

Diazomatolithus lehmanii se diferencia de *D. subbeticus* Grün, 1975 por poseer un escudo distal con elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj (en lugar de en sentido contrario), y una altura mayor. En este estudio ha resultado prácticamente imposible la diferenciación de ambas especies usando el microscopio óptico, por no poder distinguir la vista proximal de la distal (si la inclinación de los elementos es en el sentido de las agujas del reloj en vista distal, lo es en sentido contrario en vista proximal). Por este motivo, en los cuadros de distribución sólo se ha empleado *D. lehmanii* que, en este caso, incluye a *D. subbeticus*. Únicamente se ha podido diferenciar *D. subbeticus* de *D. lehmanii* en aquellas muestras que han sido estudiadas con el microscopio electrónico de barrido.

Tamaño: Diámetro en torno a 4-7m.

Distribución:

D. lehmanii se encuentra desde el Bathoniense (Barnard & Hay, 1974) hasta el Albiense superior (Perch-Nielsen, 1979d,1985a). En el presente estudio se encuentra desde el Tithónico hasta el Albiense medio. En el intervalo Berriasiense-Aptiense inferior, *D. lehmanii* figura entre las especies más abundantes en las asociaciones, sin embargo, a partir del Aptiense inferior es siempre una especie muy poco frecuente. El biohorizonte de primera aparición de esta especie no queda registrado dentro del intervalo temporal que abarca este estudio.

Diazomatolithus subbeticus Grün in Grün & Allemann, 1975.

1971a- *Diazomatolithus lehmanii* Noël, 1965.- Thierstein, p. 479; pl. 3, fig. 11-15.
1975 - *Diazomatolithus subbeticus* Grün in Grün & Allemann, p. 196, fig. 31; pl. 9, fig. 1-6.
1991 - *Diazomatolithus subbeticus* Grün in Grün & Allemann, 1975.- Aguado *et al.*, fig. 6.14,6.15.

Descripción:

Cocolito de contorno circular con una corona marginal de anchura variable y constituida por dos escudos conectados por su margen interno, a través de un ciclo tubular de elementos. El escudo proximal está constituido a su vez por un ciclo de elementos planos con forma de cuña, con suturas radiales y no imbricados. El escudo distal es más ancho que el proximal y está formado por un ciclo de elementos con forma de cuña en vista distal, bordes aserrados, y con suturas variablemente inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central es de tamaño muy variable en relación con la anchura de la corona marginal, es de morfología circular y aparece totalmente despejada.

Discusión:

En el presente estudio, *D. subbeticus* sólo ha podido ser diferenciada de *D.*

lehmanii Noël, 1965 en aquellas muestras estudiadas al microscopio electrónico de barrido (ver más arriba, discusión sobre *D. lehmanii* Noël, 1965).

Tamaño: Diámetro alrededor de 4-7m.

Distribución:

Según Grün & Allemann (1975), el rango de esta especie es Tithónico superior-Valanginiense. En el presente estudio no se ha podido determinar su distribución a causa de las dificultades en su diferenciación con respecto a *D. lehmanii* Noël, 1965 usando el microscopio óptico.

Género *Millbrookia* Medd, 1979.

Especie tipo, por designación original: *Millbrookia perforata* Medd, 1979, p. 57; pl. 11, fig. 2,3,4.

Cocolitos elípticos con una corona marginal bastante alta, constituida por un ciclo de elementos inclinados dextralmente en vista distal. En vista proximal, la considerable altura de ésta, confiere al cocolito una morfología troncocónica bastante marcada. En vista proximal, aparece sobre la corona marginal otra serie de pequeños elementos que constituyen un ciclo que se prolonga sobre el área central formando una delicada rejilla perforada homogénea ligeramente cóncava.

Millbrookia se diferencia de *Crepidolithus* Noël, 1965 por la presencia de esta rejilla sobre el área central.

Millbrookia thiersteinii (Roth, 1973) com. nov.

1973 - *Crepidolithus thiersteinii* Roth, p. 725; pl. 21, fig. 1; pl. 22, fig. 5,6.
1979 - *Millbrookia perforata* Medd, p. 57; pl. 11, fig. 2,3,4.
1980 - *Crepidolithus perforatus* (Medd, 1979) Grün & Zweili, p. 289; pl. 13, fig. 6-9.
1986 - *Loxolithus* aff. *L. armilla* (Black in Black & Barnes, 1959) Noël, 1965.- Aguado, p. 48-49; L. 2, fig. 24,25.
1987 - *Millebrookia perforata* Medd, 1979.- Lambert, p. 46; fig. 3D; pl. 5, fig. 1,2,3.
1990 - *Crepidolithus thiersteinii* Roth, 1973.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 2, fig. 18.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.30) con una corona marginal alta formada por un ciclo de unos 30 elementos imbricados dextralmente en vista distal. El cocolito es más estrecho en vista proximal, por lo que la altura de la corona marginal le confiere un aspecto troncocónico muy marcado. En vista proximal presenta una serie de pequeños elementos que constituyen un ciclo que se prolonga sobre el área central formando una delicada rejilla perforada homogénea ligeramente cóncava.

Discusión:

Roth (1973) describió la especie *Crepidolithus thiersteinii* procedente del Campaniense del Océano Pacífico Central. El material del que procede esta especie presenta evidentes síntomas de fuerte recalcificación y disolución por efecto de la

diagénesis. Por este motivo, los especímenes figurados por Roth, incluido el holotipo, presentan un área central prácticamente cubierta por granos de calcita procedentes de la recalcificación. Este autor interpretó que tales gránulos pertenecían a la estructura del cocolito, y por este motivo lo asignó al género *Crepidolithus* Noël, 1965. Roth señaló la presencia de esta especie desde el Turoniense hasta el Maastrichtiense. Medd (1979) describió *Millbrookia perforata*, (creando un nuevo género) en el Jurásico (Calloviense) de Gran Bretaña, para morfologías muy similares a la descrita por Roth, pero que poseen una fina y delicada rejilla cubriendo el área central. Recientemente, Lambert (1987), a partir de unas muestras de edad Albiense superior procedentes del Camerún y con un excelente estado de preservación, señaló la presencia de *M. perforata* en el Albiense superior. En el presente estudio se han encontrado formas idénticas a las descritas por Roth (1973) Medd (1979), y Lambert (1987) pero con el área central libre de cualquier estructura, desde el Albiense medio hasta el Maastrichtiense. Mi interpretación al respecto es que todas las formas pertenecen a la misma especie, que originariamente poseía una delicada estructura en rejilla sobre el área central y que tal estructura sólo se conserva en muestras excepcionalmente bien preservadas. Por este motivo, incluyo a todas las morfologías (independientemente de si presentan o no rejilla en el área central) dentro del género *Millbrookia* Medd, 1979 a la vez que incluyo la especie de Medd (1979) en sinonimia con la descrita por Roth (1973) por razón de prioridad.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor variable entre 5-8m.

Distribución:

Si se presume que los especímenes encontrados en el Jurásico por Medd (1979) son la misma especie que la encontrada por Lambert (1987) en el Albiense, la distribución estratigráfica de esta especie sería muy amplia (Calloviense-Maastrichtiense). En el presente estudio se ha encontrado esta especie desde el Albiense medio (Zona de *Biticinella breggiensis* de foraminíferos planctónicos, Zona de *P. columnata* de nannofósiles) hasta el final del Maastrichtiense. Muy poco se conoce sobre la distribución paleogeográfica de *M. perforata*, ya que apenas es citada por los distintos autores.

Familia Eiffellithaceae Reinhardt, 1965.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es delgado y está constituido por elementos inclinados. El ciclo interno está constituido por elementos a manera de placas que cubren buena parte del área central, la cual está atravesada por barras en forma de X o paralelas a los ejes de la elipse. Estas barras pueden ser el soporte de un proceso central.

Género *Eiffellithus* Reinhardt, 1965.

Sinónimo: *Clinorhabdus* Stover, 1966.
Especie tipo: *Zygolithus turriseiffeli* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954, p. 149, fig. 65, pl. 13, fig. 15-16.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es delgado y está constituido por elementos inclinados. El ciclo interno está constituido por placas tabulares yuxtapuestas que cubren parcial o totalmente el área central, la cual está atravesada por barras en forma de X (formando ángulo con los ejes de la elipse) o cruz (paralelas a los mismos). Estas barras pueden ser el soporte de un proceso central.

Eiffellithus eximius (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.

1966 - *Clinorhabdus eximius* Stover, p. 138; pl. 2, fig. 15-16; pl. 8, fig. 15.
1968 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre, 1954) Reinhardt, 1965.- Gartner, (partim) p. 26; pl. 16, fig. 1,2; pl. 17, fig. 3; pl. 18, fig. 9,10; pl. 23, fig. 8-11; pl. 24, fig. 1,12; pl. 26, fig. 3,4; (non pl. 2, fig. 22-24; pl. 3, fig. 13; pl. 5, fig. 19; pl. 7, fig. 5; pl. 9, fig 6-10; 13, fig. 1,2; pl. 23, fig. 7; pl. 25, fig. 15-16).
1968 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, p. 30; pl. 3, fig. 8-10.
1969 - *Eiffellithus angustus* Bukry, p. 51-52; pl. 29, fig. 1.
1972 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Perch-Nielsen, pl.
1973 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Roth, p. 726-727; pl. 18, fig. 1.
1976 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Thierstein, p. 351; pl. 5, fig. 28,29.
1976 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Verbeek, pl. 1, fig. 3.
1977 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Verbeek, p. 88-89; pl. 5, fig. 6,7.
1977 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Manivit *et al.*, p. 175; pl. 1, fig. 12.
1977 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Kollmann *et al*, p. 422; pl. 3, fig. 3.
1978 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Shafik, fig. 4Wa,b.
1980 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Hattner & Wise, p. 62,; pl. 17, fig. 4-9; pl. 18, fig. 1; pl. 39, fig. 8-11.
1980 - *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt, 1964.- Hattner & Wise, (partim), p. 56; pl. 1, fig. 3; (non fig. 5-9).
1981 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Smith, p. 43,44; pl. 5, fig. 18-35.
1982 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Crux, pl. 5.3, fig. 3; pl. 5.9, fig. 18.
1983 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Miller, p. 192; pl. 2, fig. 16-18.
1984 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 14, fig. 1-4; pl. 15, fig. 7-11.
1986 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 5,6?.
1986 - *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado, p. 34-35; L. 1, fig. 9,10.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.27) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 52-70 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es muy ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren la mayor parte del área central. Apoyándose en el ciclo interno, aparecen unas barras alineadas con los ejes de la elipse, constituyendo un elemento en forma de cruz. Estas barras están formadas por cristales pequeños y elongados, y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. Estas barras aparecen ligeramente bifurcadas en sus extremos. El área central queda cubierta prácticamente en su totalidad por el ciclo interno y las barras en forma de cruz.

Discusión:

Eiffellithus eximius se diferencia de *E. turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 por presentar en el área central barras en forma de cruz coincidentes con los ejes de la elipse, en lugar de barras en forma de X. Es la única especie de este género con tales características. E. eximius es una especie de fácil determinación al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 8-12m.

Distribución:

Existe un consenso generalizado en lo que se refiere al rango de esta especie. Se le atribuye una distribución Turoniense superior-Campaniense inferior. Al ser una especie relativamente abundante en las muestras, y de fácil determinación, tanto su biohorizonte de primera aparición como el de última han sido profusamente empleados como marcadores zonales por diversos autores (Bukry, 1970,1972,1973,1975; Roth, 1973; Verbeek, 1976; Perch-Nielsen, 1979d,1985a). En el presente estudio se encuentra desde el Turoniense superior (parte superior de la Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica* de foraminíferos, Zona de *Eiffellithus eximius* de nannofósiles) hasta el Campaniense medio (Zona de *Globotruncana ventricosa* de foraminíferos, Zona de *Uniplanarius gothicus* de nannofósiles).

Eiffellithus parallelus Perch-Nielsen, 1973.

1973 - *Eiffellithus parallelus* Perch-Nielsen, p. 315-316; pl. 6, fig. 2-4; pl. 10, fig. 47,48.
1977 - *Eiffellithus parallelus* Perch-Nielsen, 1973.- Verbeek, p. 89; pl. 5, fig. 10?.
1981a- *Eiffellithus parallelus* Perch-Nielsen, 1973.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 6.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.27) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 52-70 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es muy ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren la mayor parte del área central. Apoyándose en el ciclo interno, aparecen unas barras en forma de X que forman ángulo con los ejes de la elipse. Estas barras están formadas por cristales pequeños y elongados, y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. Estas barras presentan un surco central y elevaciones en

los bordes, y aparecen ligeramente bifurcadas en sus extremos. El área central queda cubierta prácticamente en su totalidad por el ciclo interno y las barras en forma de cruz.

Discusión:

E. parallelus se diferencia de *E. turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 por la característica construcción de sus barras centrales en forma de X (con surco central y bifurcaciones en los extremos). Se diferencia de *E. eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968 por la orientación de las barras (en forma de X) con respecto a los ejes de la elipse. Al microscopio óptico es distinguible de *E. turriseiffelii* por presentar barras con extremos bifurcados.

Tamaño: La longitud del diámetro mayor oscila alrededor de las 8m.

Distribución:

E. parallelus fue descrito en el Maastrichtiense de Madagascar (Perch-Nielsen, 1973). Perch-Nielsen (1979d, 1985a) le atribuye un rango Maastrichtiense. En el presente estudio ha sido encontrado como especie rara, en algunas muestras de edad Maastrichtiense medio-superior.

Eiffellithus primus Applegate & Bergen, 1988.

1988 - *Eiffellithus primus* Applegate & Bergen p. 314-315; pl. 11, fig. 1-12,14.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.33-1.50), que presenta una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 52-60 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es muy ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren la mayor parte del área central. Apoyándose en el ciclo interno, se disponen unas barras alineadas con los ejes de la elipse, conformando un elemento en forma de cruz. Estas barras están formadas por cristales pequeños y elongados, y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. Las barras axiales aparecen divididas longitudinalmente cuando son observadas al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, a 45 grados de la dirección de polarización. Cuando son observadas a 0 grados, las barras aparecen sin dividir y parecen formar un ángulo de 10 a 20 grados con los ejes mayor y menor de la elipse. El área central queda cubierta prácticamente en su totalidad por el ciclo interno y las barras en forma de cruz.

Discusión:

Eiffellithus primus se diferencia de *E. eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968 por su menor tamaño y su comportamiento característico bajo nícoles cruzados. Se diferencia de *E. windii* Applegate & Bergen, 1988 y *E. turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965, por presentar barras paralelas a los ejes de la elipse.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 6.5m.

Distribución:

Applegate & Bergen (1988) lo encuentran en el Valanginiense inferior hasta el superior. Bralower *et al.* (1989) encuentran formas muy similares pero con barras sin dividir (ver descripción) desde el Berriasiense medio (Zona de Occitanica de ammonites). En el presente estudio se ha encontrado, como especie muy rara en algunas muestras del Berriasiense superior y Valanginiense inferior.

Eiffellithus striatus (Black, 1971) Applegate & Bergen, 1988.

1971 - *Chiastozygus striatus* Black, p. 416; pl. 34, fig. 7.
1982 - *Chiastozygus striatus* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.4, fig. 11,12.
1983 - *Chiastozygus striatus* Black, 1971.- Roth, p. 612; pl. 6, fig. 7,8.
1988 - *Eiffellithus striatus* (Black, 1971) Applegate & Bergen, p. 315; pl. 10, fig. 1-6,8.
1989 - *Tegumentum striatum* (Black, 1971) Taylor, 1979.- Bralower *et al.*, p. 209; pl. 2, fig. 22-25.
1989 - non *Tegumentum striatum* (Black, 1971) Crux, p. 196; pl. 8.5, fig. 1; pl. 8.12, fig. 1-5.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.24) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 52-60 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es algo más ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren parte del área central. Apoyándose en el ciclo interno, aparecen unas gruesas barras en forma de X que forman ángulo con los ejes de la elipse. Estas barras están formadas por cristales pequeños y elongados, y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. Estas barras aparecen ligeramente bifurcadas en sus extremos. El área central queda sólo parcialmente cubierta por el ciclo interno y las barras en forma de cruz, dejando libres cuatro amplias aberturas. Las barras centrales en forma de X se elevan por encima del plano de la corona marginal.

Discusión:

En este trabajo se sigue la idea de Applegate & Bergen (1988), ya apuntada por Perch-Nielsen (1985a), de que '*Chiastozygus tenuis*' Black, 1971 debe ser incluido en el género *Eiffellithus* por las características propias de su corona marginal. Crux (1989, pl. 8.5, fig. 1) figura en su trabajo, bajo el nombre de Tegumentum striatum (Black, 1971) Crux, 1989 especímenes que realmente deben se asignados a *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972, ya que presentan un ciclo interno de elementos fuertemente inclinados y un ciclo externo estrecho, de elementos no inclinados. Por último, Bralower *et al.*, incluyen (incorrectamente en mi opinión) a '*C. striatus*' en el género *Tegumentum* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 7-8m.

Distribución:

El biohorizonte de primera aparición de esta especie ha sido utilizado por algunos autores (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Applegate & Bergen, 1988; Crux, 1989; Applegate *et al.*, 1989) como marcador zonal. Habitualmente se hace coincidir aproximadamente este bioevento con el límite Valanginiense-

Hauteriviense. Crux (1989), sin embargo, sitúa la aparición de su '*Tegumentum striatum*' en el Valanginiense superior. Este hecho se debe, sin duda, al concepto que este autor tiene de la especie, el cual parece englobar también a *Tegumentum stradneri* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972 (ver más arriba el apartado de discusión). La desaparición de esta especie parece tener lugar entorno al Hauteriviense superior (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Applegate & Bergen, 1988; Crux, 1989; Applegate *et al.* 1989). En el presente estudio, su presencia queda restringida a algunas muestras en el Hauteriviense inferior y superior. El rango de esta especie no ha podido ser satisfactoriamente correlacionado con ammonites debido, en parte, a la ausencia de éstos en los niveles muestreados y al escaso conocimiento de la fauna de esa edad en los materiales de la Cordillera Bética. Por este mismo motivo, tampoco se han encontrado secciones con buenas condiciones de muestreo y con cierto control bioestratigráfico por medio de ammonites. *E. striatus* es una especie abundante en el dominio Boreal, pero muy escasa o ausente en el dominio Tethysico (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Applegate & Bergen, 1988), lo cual explica su escasez en los sedimentos investigados en la Cordillera Bética.

Eiffellithus turriseiffelii (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.

1954 - *Zygolithus turriseiffeli* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 149, fig. 65; pl. 13, fig. 15-16.
1957 - *Tremalithus regularis* Górka, p. 246; pl. 2, fig. 4.
1959 - *Zygrhablithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, p. 135-136.
1964 - *Zygrhablithus? turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Bramlette & Martini, p. 304; pl. 3, fig. 18-19,20-21; pl. 4, fig. 1-2.
1965 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, p. 32, 35.
1966 - *Clinorhabdus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stover, p. 138; pl. 3, fig. 7,8a-c,9a-b.
1968 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Gartner (partim) p. 26; pl. 2, fig. 22-24; pl. 3, fig. 13; pl. 5, fig. 19; pl. 7, fig. 5; pl. 9, fig 6-10; 13, fig. 1,2; pl. 23, fig. 7; pl. 25, fig. 15-16; (non pl. 16, fig. 1,2; pl. 17, fig. 3; pl. 18, fig. 9,10; pl. 23, fig. 8-11; pl. 24, fig. 1,12; pl. 26, fig. 3,4).
1968 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Perch-Nielsen, p. 28-29; fig. 6; pl. 3, fig. 1-7.
1968 - *Eiffellithus regularis* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, p. 30-31; pl. 32, fig. 8,9.
1969 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Bukry, p. 52; pl. 29, fig. 2-5.
1971a- *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Thierstein, p. 475; pl. 7, fig. 9-11.
1972 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Forchheimer, pl. 15, fig. 5; pl. 16, fig. 1.
1972 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Roth & Thierstein, pl. 4, fig. 1-6,9.
1973 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Perch-Nielsen, pl. 6, fig. 7; pl. 10, fig. 49,50.
1973 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Priewalder, p. 19; pl. 19, fig. 1-4.
1973 - *Eiffellithus regularis* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968.- Priewalder, p. 18; pl. 9, fig. 5.
1976 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- pl. 1, fig. 1.
1976 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Thierstein, p. 353; pl. 4, fig. 15,16.
1977 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Verbeek, p. 89, pl. 5, fig. 8,9.
1977 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Manivit *et al.*, p. 175; pl. 1, fig. 5.
1980 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Smith,

p. 45-47; pl. 6, fig. 18-33.
1982 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Taylor, pl. 4.4, fig. 20; pl. 4.7, fig. 24.
1982 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Crux, pl. 5.3, fig. 1,2; pl. 5.9, fig. 16,17.
1983 - *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Miller, p. 193; pl. 2, fig. 19.
1984 - *Eiffellithus turriseiffeli* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 15, fig. 1-6.
1986 - *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Aguado, p. 37-39; L. 1, fig. 21-23; L. 4, fig. 8.
1988 - *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Erba, p. 270; pl. 42, fig. 13-15.
1990 - *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 2, fig. 13,14.
1991 - *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.28,9.31.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.35-1.40) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 55-65 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es muy ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren por completo o en parte el área central. Apoyándose en el ciclo interno, aparecen unas barras en forma de X, que forman ángulo con los ejes de la elipse. Estas barras están formadas por cristales pequeños y elongados, y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. El área central queda cubierta parcial o totalmente por el ciclo interno y las barras en forma de cruz.

Discusión:

Los ángulos entre las barras son iguales dos a dos y presentan variabilidad (desde ángulos de 90 hasta menores de 90 en la dirección del eje menor). Se observa un cierto grado de variabilidad en la orientación de las barras en forma de X que se sitúan sobre el área central. Se encuentran especímenes con barras formando un ángulo cuya bisectriz es el eje menor hasta formas con las barras giradas en posición más próxima a la presente en *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968. El concepto de especie empleado en el presente estudio incluye a *Eiffellithus collis* Hoffmann, 1970, *Eiffellithus gorkae* Reinhardt, 1965 y una serie de formas, nominadas en Perch-Nielsen (1979d,1985a) como *Eiffellithus* sp.2 y *E. turriseiffelii* A. *E. turriseiffelii* se diferencia de *E. parallelus* Perch-Nielsen, 1973 por no presentar barras bifurcadas y con surcos; de *E. eximius* por presentar barras en forma de X; de *E. striatus* por presentar un ciclo interno mucho más ancho y brazos no bifurcados y de *E. windii* por presentar barras más largas y un mayor tamaño.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor muy variable, entre 5-10m.

Distribución:

El biohorizonte de primera aparición de esta especie, es utilizado por la mayor parte de los autores como límite zonal. Está ampliamente aceptado que *E. turriseiffelii* aparece en el Albiense superior y desaparece al final del Maastrichtiense.

Según Bolli *et al.* (1985), la aparición de esta especie coincide con el límite entre las zonas de *Rotalipora ticinensis* y *R. apenninica* de foraminíferos planctónicos. Aguado y Martínez-Gallego (1990) la sitúan en el límite entre las zonas de *R. subticinensis* y *R. ticinensis*, es decir, una zona de foraminíferos por debajo. En el presente estudio se corroboran los resultados obtenidos en Aguado y Martínez-Gallego (1990) mediante los obtenidos en la sección de Los Canutos (CA). El biohorizonte de primera aparición de esta especie es utilizado para definir la base de la Zona de *E. turriseiffelii*. La desaparición se ha registrado al final del Maastrichtiense, junto con la mayor parte de las especies cretácicas.

Eiffellithus windii Applegate & Bergen, 1988.

1979 - *Eiffellithus?* sp.- Wind & Cepek, pl. 10, fig. 5-13.
1987 - *Eiffellithus* sp.1.- Covington & Wise, p. 630.
1988 - *Eiffellithus windii* Applegate & Bergen, p. 315; pl. 10, fig. 1-6,8.
1989 - *Eiffellithus windii* Applegate & Bergen, 1988.- Bralower *et al.*, p. 209; pl. 2, fig. 16-21.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entorno a 1.23-1.40) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es alto y estrecho, y está constituido por unos 40-50 elementos inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El ciclo interno es muy ancho, formado por placas de morfología irregular que cubren en buena parte el área central. Apoyándose en el ciclo interno, aparecen unas barras en forma de X, que forman ángulo con los ejes de la elipse. Estas barras, cortas y robustas, están formadas por cristales pequeños y elongados y constituyen, en su intersección, la base de un proceso central. El área central queda cubierta parcialmente por el ciclo interno y las barras en forma de cruz.

Discusión:

Eiffellithus windii puede llegar a presentar una forma muy similar a ciertas morfologías de *E. turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965, del que se diferencia por su menor tamaño y barras en forma de X cortas y robustas. Se diferencia de *E. striatus* (Black, 1971) Applegate & Bergen, 1988 por presentar un ciclo interno más desarrollado, barras cortas no bifurcadas y no divididas longitudinalmente, y menor tamaño.

Tamaño: Diámetro del eje mayor alrededor de 4-6m.

Distribución:

No existe un consenso en lo referente al rango de esta especie. Según unos autores (Applegate & Bergen, 1988) su distribución sería Valanginiense medio-Hauteriviense superior. Estos autores utilizan la primera aparición de esta especie como índice zonal dentro del Valanginiense. Según Bralower *et al.* (1989) ésta sería Valanginiense inferior-Aptiense. Esta especie sólo se ha encontrado, hasta el momento, en el Atlántico y dominio Tethysico (no ha sido encontrada en paleolatitudes altas). En el presente estudio ha sido encontrada desde el Valanginiense inferior (parte alta de la Zona de Pertransiens de ammonites, Subzona de *R. wisei* de nannofósiles) y a lo largo de todo este piso, aunque su registro se va haciendo más escaso hacia el Valanginiense superior. Se trata de una especie de muy

pequeño tamaño, y por tanto, su determinación al microscopio óptico puede plantear problemas, sobre todo en asociaciones mal preservadas. Su primera aparición está, en las secciones estudiadas, algo oscurecida por la presencia de morfologías algo atípicas, en las que es muy difícil diferenciar claramente la morfología de barras en forma de X. Por estos motivos, y debido a la proximidad entre la primera aparición de *E. windii* y la de *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971, se ha preferido no utilizar la primera aparición de *E. windii* como índice zonal.

Familia Ellipsagelosphaeraceae Noël 1965.

Sinónimos: Watznaueriaceae, Lotharingiaceae.

Cocolitos de contorno elíptico a redondeado, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por elementos separados por suturas radiales o inclinadas, con una ligera imbricación. El escudo proximal está constituido por un sólo ciclo de elementos radiales. El área central puede presentarse libre de estructuras, con una barra o puente transverso o rellena por elementos cristalinos.

Género *Cyclagelosphaera* Noël, 1965.

Especie tipo, por designación original: *Cyclagelosphaera margerelii* Noël, 1965, p. 8, fig. 45,46,48.

Cocolitos de contorno redondeado, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos concéntricos de elementos. El ciclo externo está constituido por unos 19-40 elementos imbricados dextralmente e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno, más estrecho, aunque de anchura variable, está formado por unos 17-40 elementos que presentan imbricación dextral y suturas radiales. El escudo proximal está formado por unos 20-40 elementos ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central está cubierta por elementos cristalinos con disposición radial.

Cyclagelosphaera deflandrei (Manivit, 1966) Roth, 1973.

1966 - *Coccolithus deflandrei* Manivit, p. 268; fig. 1a-c.
1973 - *Cyclagelosphaera deflandrei* (Manivit, 1966) Roth, p. 723-724; pl. 26, fig. 7.
1976 - *Cyclagelosphaera deflandrei* (Manivit, 1966) Roth, 1973.- Thierstein, p. 351; pl. 2, fig. 20,21.
1983 - *Cyclagelosphaera deflandrei* (Manivit, 1966) Roth, 1973.- Roth, p. 608; pl. 2, fig. 1,2.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.10) con una corona marginal muy ancha, constituida por dos escudos. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos. El ciclo externo, muy ancho, está constituido por 40-50 elementos aproximadamente radiales y ligeramente imbricados. El ciclo interno es sumamente estrecho y está constituido por aproximadamente igual número de elementos aproximadamente equidimensionales que forman una corona entorno al área central. El escudo proximal está constituido por unos 40 elementos ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central es muy reducida en relación con la anchura de la corona marginal y se encuentra totalmente cubierta por elementos de calcita con disposición radial. Típicamente, el diámetro mayor del área central es aproximadamente equivalente al ancho de la corona marginal.

Discusión:

C. deflandrei se diferencia del resto de representantes del género, por poseer un tamaño mucho mayor y una relativa elipticidad. Se diferencia de *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968, por presentar un

tamaño mayor, una birrefringencia más alta (en ocasiones alcanza e incluso sobrepasa un rojo de primer orden) y un área central muy reducida en relación con la anchura de la corona marginal.

Tamaño: Diámetro mayor entre 9-12m.

Distribución:

Roth (1973) citó a *C. deflandrei* desde el Berriasiense hasta el Hauteriviense. Thierstein (1976) y Roth (1983) asignaron definitivamente a esta especie un rango Calloviense superior-Valanginiense. O'Dogherty *et al.* (1989) encontraron que en la Cordillera Bética (Subbético) esta especie era dominante en las asociaciones pelágicas del Jurásico medio y superior (Calloviense superior-Oxfordiense-Kimmeridgiense?). En el presente estudio se ha encontrado a *C. deflandrei* desde los niveles más antiguos estudiados (Tithónico inferior) hasta el Valanginiense. Se observa una fuerte disminución en la abundancia de *C. deflandrei* en las asociaciones a partir del Tithónico inferior-medio.

Cyclagelosphaera margerelii Noël, 1965.

1965 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, p. 8; fig. 45,46,48.
1968 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, (partim), p. 73; fig. 36; pl. 25, fig. 2-7; (non pl. 26, fig. 1-7).
1969 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Bukry, p. 29; pl. 9, fig. 5,6.
1971 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Rood *et al.*, p. 270; pl. 5, fig. 8,9.
1972 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Roth & Thierstein, pl. 16, fig. 19-22.
1972 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Forchheimer, p. 33; pl. 8, fig. 6; pl. 13, fig. 4; pl. 14, fig. 1,2.
1975 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Grün & Allemann, p. 165-166; fig. 10; pl. 3, fig. 1-3.
1977 - *Cyclagelosphaera margereli* Noël, 1965.- Verbeek, p. 82; pl. 4, fig. 3.
1983 - *Cyclagelosphaera margerelii* Noël, 1965.- Roth, p. 611; pl. 5, fig. 8-10.
1989 - *Cyclagelosphaera margerelii* Noël, 1965.- Crux, p. 186; pl. 8.1, fig. 3,7; pl. 8.10, fig. 13,14.

Descripción:

Cocolitos de contorno redondeado, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos concéntricos de elementos. El ciclo externo está constituido por unos 19-30 elementos imbricados dextralmente e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno, bastante más estrecho, está formado por unos 17-25 elementos que presentan imbricación dextral y suturas radiales o muy ligeramente inclinadas en el sentido de las agujas del reloj. El escudo proximal está formado por unos 25-30 elementos ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central, de muy pequeño tamaño, está cubierta por un pequeño ciclo de elementos cristalinos con disposición radial que pueden dejar una pequena perforación.

Discusión:

Cyclagelosphaera margerelii se diferencia de *C. deflandrei* Manivit, 1966 por poseer un tamaño mucho menor y un contorno más circular. Se diferencia de *C. rotaclypeata* Bukry, 1969 por poseer un área central y el correspondiente ciclo que la

cubre, mucho más pequeños.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 5-8m.

Distribución:

Grün & Allemann (1975) asignan a esta especie un rango Oxfordiense-Maastrichtiense, mientras que Hamilton (1982), le da una distribución Bathoniense-Maastrichtiense. En la Cordillera Bética, esta especie fue encontrada en materiales de edad Bathoniense-Calloviense por O'Dogherty *et al*, (1989). En el presente estudio se encuentra desde el Tithónico inferior hasta el Aptiense superior. No se ha encontrado esta especie en materiales de edad Cretácico superior.

Cyclagelosphaera rotaclypeata Bukry, 1969.

1968 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, (partim), p. 73; fig. 37; pl. 26, fig. 3 (non fig. 36; pl. 25, fig. 2-7; pl. 26, fig. 1,2,4-7).
1969 - *Cyclagelosphaera rotaclypeata* Bukry, p. 30; pl. 9, fig. 7,8.
1972 - *Markalius sulcatus Forchheimer*, 1972.- Forchheimer, p. 36; pl. 8. fig. 5.
1975 - *Cyclagelosphaera rotaclypeata* Bukry, 1969.- Grün & Allemann, p. 167; fig. 11; pl. 3, fig. 4-6.
1977 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Kollmann *et al.*, p. 422; pl. 2, fig. 7.
1989 - *Cyclagelosphaera rotaclypeata* Bukry, 1969.- Crux, p. 186; pl. 8.10, fig. 18.
1990 - *Cyclagelosphaera bergeri* Roth, 1973.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 3,4.

Descripción:

Cocolitos de contorno redondeado, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos concéntricos de elementos. El ciclo externo está constituido por unos 36 elementos imbricados dextralmente e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno, muy estrecho, está formado por unos 30 elementos que presentan imbricación dextral y suturas radiales. El escudo proximal está formado por unos 25-30 elementos ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central tiene un diámetro de aproximadamente el 32-45 por ciento del diámetro del cocolito y está cubierta por un ciclo de (9 a 22) elementos cristalinos con disposición radial, que son visibles en vista proximal.

Discusión:

Cyclagelosphaera rotaclypeata se diferencia de *C. margerelii* Noël, 1965 por presentar un área central mucho mayor en comparación con el tamaño total del cocolito y de *C. deflandrei* Manivit, 1966 por su tamaño mucho menor.

Tamaño: Longitud del diámetro en torno a 4-9m.

Distribución:

Según Grün & Allemann (1975), el rango de esta especie es Tithónico superior-Campaniense. En el presente estudio sólo ha sido encontrada, como especie muy rara, desde el Valanginiense hasta el Albiense medio.

Género *Ellipsagelosphaera* Noël, 1965.

Especie tipo, por designación original: *Coccolithus britannicus* Stradner, 1963, p. 10, pl. 1, fig. 7.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos. El distal presenta dos ciclos concéntricos de elementos. El ciclo externo está formado por elementos planos, con imbricación dextral y separados por suturas que presentan una precesión en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está formado por elementos de sección triangular, con imbricación dextral y suturas aproximadamente radiales, que forman una especie de pared. El escudo proximal está formado por un ciclo de elementos con imbricación dextral y suturas radiales o variablemente inclinadas en sentido contrario a las agujas del reloj. Ambos escudos están unidos mediante un ciclo de elementos tabulares, estrechos y alargados, que se dispone rodeando al área central. El área central es de tamaño variable y puede aparecer despejada o con diversos tipos de estructuras.

Ellipsagelosphaera britannica (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968.

1963 - *Coccolithus britannicus* Stradner, p. 10; pl. 1; fig. 7.
1964 - *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, p. 753; fig. 5; pl. 2, fig. 3.
1964 - *Watznaueria communis* Reinhardt, p. 756; fig. 6; pl. 2, fig. 5.
1965 - *Ellipsagelosphaera frequens* Noël, (partim) p. 8; fig. 38; (non fig. 35-37,39)
1965 - *Ellipsagelosphaera lucasi* Noël, p. 8; fig. 40,41.
1966 - *Coccolithus britannicus* Stradner, 1963.- Stover, p. 139; pl. 1, fig. 12-14; pl. 8, fig. 6.
1968 - *Ellipsagelosphaera communis* (Reinhardt, 1964) Perch-Nielsen, p. 71.
1968 - *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, p. 71.
1971 - non *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Rood, Hay & Barnard, p. 268; pl. 5, fig. 1-4.
1971 - *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964.- Rood, Hay & Barnard, p. 269; pl. 5, fig. 5.
1975 - *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968.- Grün & Allemann, p. 159-160; fig. 5; pl. 1, fig. 11,12; pl. 2, fig. 1-4.
1976 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Thierstein, p. 350-351; pl. 2, fig. 12,13.
1976 - *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 24,25.
1979 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Siesser, (partim) p. 825; pl. 1, fig. 17,18; (non pl. 5, fig. 10,11).
1982 - *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968.- Hamilton, pl. 3.3, fig. 13,14; pl. 3.4, fig. 26.
1982 - *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968.- Taylor, pl. 4.2, fig. 12.
1989 - *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964.- Crux, p. 198; pl. 8.1, fig. 10; pl. 8.10, fig. 12.
1991 - *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964.- Aguado *et al.*, fig. 6.27.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.15-1.20) con una corona marginal formada por dos escudos (proximal y distal) unidos entre sí por un ciclo de elementos a manera de tubo. El escudo distal está compuesto por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por 23-32 elementos dextralmente imbricados e inclinados en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está constituido por 24-29 elementos imbricados dextralmente y con suturas aproximadamente radiales.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
30 SET. 1992
COMISION DE DOCTORADO

El ciclo más interno no forma parte realmente del escudo distal, y consiste en una pared de elementos tabulares y alargados que forman un tubo que une el escudo distal al proximal. Este último está compuesto por 24-28 elementos imbricados sinistralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central está atravesada (más o menos transversalmente) por una barra policristalina, cuyos elementos no están en continuidad óptica con los de los escudos. El área central ocupa en torno al 14-30 por ciento de la longitud del cocolito.

Discusión:

Ellipsagelosphaera britannica se diferencia de *Watznaueria biporta* Bukry, 1969 por presentar un ciclo de elementos a manera de tubo que rodean al área central y, atravesando a ésta, una barra de elementos que no están en continuidad óptica con los del escudo. Esto último se pone especialmente de manifiesto al observar *E. britannica* con luz polarizada bajo nícoles cruzados. Se diferencia de *E. ovata* (Bukry, 1969) Black, 1973 por presentar un área central más pequeña y atravesada por una barra y de *W. barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968 por presentar el ciclo de elementos en forma de tubo y un área central despejada, solamente cubierta por una barra transversa.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-12m.

Distribución:

El biohorizonte de primera aparición de *E. britannica* hay que buscarlo en el Bathoniense según Grün & Allemann (1975), en el Bajociense según Thierstein (1976), en el Toarciense superior según Hamilton (1982). Un mayor acuerdo parece existir en lo referente a su última aparición, que es señalada en torno al límite Albiense-Cenomaniense por diversos autores (Roth & Thierstein, 1972; Thierstein, 1974,1976; Perch-Nielsen, 1979d,1985a). En el presente estudio, *E. britannica* se encuentra como especie poco abundante desde el Tithónico inferior (niveles más bajos muestreados) hasta aproximadamente el Cenomaniense basal (niveles inferiores de la Zona de *Rotalipora brotzeni* de foraminíferos planctónicos y Subzona de *Prediscosphaera spinosa* de nannofósiles).

Ellipsagelosphaera fossacincta Black, 1971.

1971 - *Ellipsagelosphaera fossacincta* Black, p. 399; pl. 30, fig. 8.
1975 - *Ellipsagelosphaera keftalrempti* Grün in Grün & Allemann, p. 161-162; fig. 7; pl. 2, fig. 5,6.
1973a- *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Thierstein, p. 43; pl. 6, fig. 17.
1977 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Verbeek, p. 85; pl. 4, fig. 7.
1982 - *Ellipsagelosphaera keftalrempti* Grün in Grün & Allemann, 1975.- Hamilton, pl. 3.3, fig. 15,16.
1982 - *Ellipsagelosphaera keftalrempti* Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.2, fig. 9-11.
1991 - *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado *et al.*, (partim) fig. 6.26; (non fig. 4.10; fig. 13.4).

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.20) con una corona marginal formada por dos escudos (proximal y distal) unidos entre sí por un ciclo de elementos a manera

de tubo. El escudo distal está compuesto por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por 28-32 elementos dextralmente imbricados e inclinados en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está constituido por 24-29 elementos imbricados dextralmente y con suturas aproximadamente radiales. El ciclo más interno no forma parte realmente del escudo distal, y consiste en una pared de elementos tabulares y alargados que forman un tubo que une el escudo distal al proximal. Este último está compuesto por 24-28 elementos imbricados sinistralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central está despejada y abierta y ocupa en torno al 10-13 por ciento de la longitud del cocolito.

Discusión:

E. fossacincta ha resultado bastante difícil de diferenciar de *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968 por medio del microscopio óptico, sobre todo en asociaciones con síntomas de recalcificación. Únicamente han podido ser diferenciadas claramente ambas especies usando el microscopio electrónico de barrido. Por este motivo, en los cuadros de distribución de especies, y dado que *E. fossacincta* no posee interés desde el punto de vista bioestratigráfico, se ha considerado a esta especie conjuntamente con *W. barnesae*, bajo el nombre de ésta última.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5-8m.

Distribución:

Según Grün & Allemann (1975), esta especie se extiende desde el Calloviense medio hasta el Hauteriviense superior. Hamilton (1982), Taylor (1982) y Crux (1982) amplían notablemente el rango de distribución de esta especie, citándola desde el Bajociense hasta el Campaniense. En el presente estudio, ha sido determinada con seguridad (con el microscopio electrónico de barrido) desde el Berriasiense superior hasta el Albiense.

Ellipsagelosphaera ovata (Bukry, 1969) Black, 1973.

1969 - *Watznaueria ovata* Bukry, p. 33; pl. 11, fig. 11,12.
1973 - *Ellipsagelosphaera ovata* (Bukry, 1969) Black, p. 71; pl. 26, fig. 10-12.
1975 - *Ellipsagelosphaera ovata* (Bukry, 1969) Black, 1971.- Grün & Allemann, p. 160-161; fig. 6; pl. 2, fig. 7-9.
1977 - *Watznaueria ovata* Bukry, 1969.- Wise & Wind, pl. 68, fig. 5-8.
1982 - *Ellipsagelosphaera* ovata (Bukry, 1969) Black, 1971.- Taylor, pl. 4.2, fig. 19; pl. 4.7, fig. 12.
1989 - *Watznaueria ovata* Bukry, 1969.- Crux, p. 198; pl. 8.1, fig. 9; pl. 8.10, fig. 8-10.
1990 - *Watznaueria?* sp.- Mutterlose & Wise, pl. 4, fig. 2.
1991 - *Ellipsagelosphaera ovata* (Bukry, 1969) Black, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 3.43.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.50) con una corona marginal formada por dos escudos (proximal y distal) unidos entre sí por un ciclo de elementos a manera de tubo. El escudo distal está compuesto por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por 28-31 elementos dextralmente imbricados e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está constituido

por 24-29 elementos imbricados dextralmente e inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo más interno no forma parte realmente del escudo distal, y consiste en una pared de elementos tabulares (entorno a 16) y alargados que forman un tubo que une el escudo distal al proximal. Este último está compuesto por 24-28 elementos imbricados sinistralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central está despejada y abierta y ocupa en torno al 31 por ciento de la longitud del cocolito.

Discusión:

Ellipsagelosphaera ovata se diferencia de *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 y *W. biporta* Bukry, 1969, por presentar un ciclo de elementos en forma de tubo que une los escudos proximal y distal, y un área central despejada. Se diferencia de *E. britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968 por poseer un área central despejada, sin ningún tipo de estructura.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5-7m.

Distribución:

Se trata de una especie con un rango de distribución amplio y poco conocido con precisión. Fue definida (Bukry, 1969) en el Santoniense. Grün & Allemann (1975) le atribuyen un rango Tithónico superior-Santoniense. Applegate & Bergen (1988) la citan desde el Valanginiense hasta el Albiense inferior y Crux (1989) la encuentra desde el Berriasiense hasta el Barremiense inclusive. En el presente estudio se encuentra desde el Berriasiense hasta el Albiense medio. Esta es una especie realmente poco frecuente a nivel de muestra que ha sido encontrada con mayor abundancia en el intervalo Berriasiense-Aptiense inferior.

Género *Haqius* Roth, 1978 emend. Aguado, en este trabajo.

Especie tipo, por designación original: *Coccolithites circumradiatus* Stover, 1966, p. 138, pl. 5, fig. 2-4, pl. 9, fig. 10.

Cocolitos circulares o elípticos con una corona marginal formada por dos escudos con elementos ligeramente imbricados. El escudo distal es mucho más grande que el proximal y está formado por 40 o más elementos alargados, con ligera imbricación dextral y líneas de sutura rectas y radiales. El escudo proximal, de tamaño mucho menor que el distal, está constituido por 40 o más elementos alargados, con imbricación dextral en vista proximal, y suturas rectas. El área central, de muy pequeño tamaño (en torno a 1/3 del diámetro del placolito) está cubierta por un pequeño ciclo de elementos.

La definición del género se ha cambiado en el presente estudio en orden a incluir formas de contorno elíptico, como '*Markalius ellipticus*' Grün, 1975 que presenta una construcción y estructura casi idénticas.

Haqius circumradiatus (Stover, 1966) Roth, 1978.

1966 - *Coccolithites circumradiatus* Stover, p. 138; pl. 5, fig. 2-4; pl. 9, fig. 10.
1968 - non *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, p. 73; fig. 36-37; pl. 25, fig. 2-7; pl. 26, fig. 1-7.

1971a- *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Thierstein, p. 479; pl. 4, fig. 1-3,5; ((?) pl. 4, fig. 4).
1975 - *Markalius inversus* (Deflandre, 1955) Bramlette & Martini, 1964.- Grün & Allemann, p. 199; fig. 33; pl. 8, fig. 6.
1978 - *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978.- Roth, p. 746,748.
1979 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Siesser, p. 825; pl. 5, fig. 8,9.
1981 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Smith, p. 59-60; pl. 10, fig. 13-22.
1982 - non *Markalius inversus* (Deflandre, 1954) Bramlette & Martini, 1964.- Taylor, pl. 4.6 fig 15?, 16.
1982 - *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978.- Crux, pl. 5.1, fig. 9,10.
1989 - *Markalius circumradiatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968.- Bralower *et al.*, p. 159; pl. 6, fig. 10,11.
1989 - *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978.- Crux, p. 186; pl. 8.10, fig. 15-17.
1991 - *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978.- Aguado *et al.*, fig. 3.28; fig. 4.24, 4.27; 4.28.

Descripción:

Cocolito de contorno circular a subcircular, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por un elevado número (más de 40) elementos radiales y alargados, separados por suturas rectas y con una ligera imbricación dextral. El escudo proximal está formado por un elevado número (más de 40) elementos radiales o con ligeramente inclinados, con imbricación dextral en vista proximal. El área central es de pequeño tamaño (diámetro habitualmente menor de 1/3 del diámetro total del placolito) y está cubierta por un ciclo de pequeños elementos.

Discusión:

Roth (1978) no dejó muy clara cuál es la construcción del escudo proximal de esta especie. Tras la observación de la ilustración en Thierstein (1971a) pl. 4, fig. 4, Roth concluye finalmente que 'presenta tres ciclos de elementos con líneas de sutura inclinadas en direcciones opuestas'... 'si el espécimen figurado por Thierstein (1971a) es realmente *Haqius circumradiatus* y no *Cyclagelosphaera margerelii*'. En mi opinión, con independencia de que el espécimen figurado por Thierstein sea una u otra especie, la ilustración es demasiado pobre como para diferenciar tales ciclos de elementos. De todos modos, a partir de especímenes observados en el presente estudio, se muestra claramente que el escudo proximal está formado por un único ciclo de elementos, como así mismo sugieren las ilustraciones de *H. circumradiatus* al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados. *H. circumradiatus* se diferencia de *H. ellipticus* (Grün, 1975) com. nov., por presentar un contorno circular o subcircular y elementos del escudo proximal y distal más fuertemente imbricados.

Tamaño: Diámetro en torno a 6.5-11m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) sitúan el biohorizonte de primera aparición de esta especie en el Berriasiense inferior (Zona de Jacobi de ammonites). Según Crux (1982) su desaparición tiene lugar dentro del Campaniense inferior. En el presente estudio se ha encontrado desde el Berriasiense medio (Zona de Andrussowi de ammonites,

Zona de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles) hasta el Coniaciense (Zona de *Dicarinella primitiva* de foraminíferos, Zona de *Eiffellithus eximius* de nannofósiles). Esta especie es sólo relativamente abundante en el Cretácico inferior, sobre todo entre el Valanginiense y el Aptiense. Es muy rara a partir del Aptiense.

Haqius ellipticus (Grün in Grün & Allemann, 1975) comb. nov.

1975 - *Markalius ellipticus* Grün in Grün & Allemann, p. 200-201; fig. 34; pl. , fig. 7-12.
1982 - *Markalius inversus* (Deflandre, 1954) Bramlette & Martini, 1964.- Taylor, pl. 4.6 fig 15?, 16.
1989 - *Markalius ellipticus* Grün in Grün & Allemann, 1975.- Bralower *et al.*, p. 222; pl. 6, fig. 4-5.

Descripción:

Cocolito de contorno elíptico (elipticidad entre 1.10-1.35), con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por 40-46 elementos radiales y alargados, separados por suturas rectas y con una ligera imbricación dextral. Estos elemento convergen en el centro y no dejan área central. El escudo proximal está formado por 40-46 elementos radiales o ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj, sin apenas imbricación o con muy ligera imbricación dextral en vista proximal. En este ciclo proximal hay un espacio central cubierto por unos pocos elementos relativamente grandes, ordenados en torno al eje mayor de la elipse.

Discusión:

Al igual que *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978, '*Markalius ellipticus* Grün, 1975' debe ser incluido en el género *Haqius* Roth, 1978. Esta inclusión queda apoyada por la estrecha relación existente entre ambas especies, demostrada por Bralower *et al.* (1989). *H. ellipticus* se diferencia de *H. circumradiatus* por poseer un contorno elíptico y, no presentar un área central definida. Al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, *H. ellipticus* presenta un característico aspecto difuso y borroso (ver Bralower *et al.*, 1989).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-14m.

Distribución:

H. ellipticus fue descrito (Grün in Grün & Allemann, 1975) en Los Miravetes, cerca de Caravaca (Murcia), con un rango Berriasiense inferior-Hauteriviense inferior. Posteriormente, Bralower *et al.* (1989), han situado su primera aparición en el Tithónico superior (Zona de Durangites de ammonites). En el presente estudio se ha encontrado *H. ellipticus* desde el Tithónico superior (Zona de Durangites de ammonites) y a lo largo del Berriasiense y Valanginiense.

Género *Manivitella* Thierstein, 1971a.

Especie tipo, por designación original: *Cricolithus pemmatoideus* Deflandre in Manivit 1965, p. 192, pl. 2, fig. 8.

Cocolitos de contorno elíptico con una corona marginal estrecha formada por

dos escudos muy próximos, y unidos por su margen interno. El escudo distal está constituido por un ciclo de elementos no imbricados y con suturas aproximadamente radiales. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 2 ciclos de elementos imbricados. El área central es muy amplia y despejada de cualquier tipo de estructura.

Manivitella pemmatoidea (Deflandre ex Manivit, 1961) Thierstein, 1971.

1965 - *Cricolithus pemmatoideus* Deflandre ex Manivit, p. 192; pl. 2, fig. 8.
1966 - *Cyclococcolithus gronosus* Stover, p. 140; pl. 1, fig. 1-3; pl. 8, fig. 1.
1969 - *Apertapetra gronosa* (Stover, 1966) Bukry, p. 26, pl. 6, fig. 6-9.
1971a- *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, p. 480; pl. 5, fig. 1-3.
1972 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Roth & Thierstein, pl. 11, fig. 6-13.
1975 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Grün & Allemann, (partim), p. 197; pl. 10, fig. 1,2,4,5,9,10; (non pl. 10, fig. 3).
1977 - *Tubodiscus* sp. cf. *T. verenae* Thierstein, 1973.- Wise & Wind, pl. 67, fig. 6.
1977 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Verbeek, p. 83; pl. 4, fig. 4.
1979 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Siesser, p. 825; pl. 3, fig. 13,14; pl. 7, fig. 3,4.
1981 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Smith, p. 58-59; pl. 10, fig. 1-12.
1982 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Taylor, pl. 4.5, fig. 17,18; pl. 4.8, fig. 12.
1982 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Crux, pl. 5.1, fig. 4.
1984 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 28, fig. 1-5.
1986 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Aguado, p. 50-51; L. 1, fig. 16,17.
1989 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Bralower *et al.*, p. 219; pl. 4, fig. 12-17
1989 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Crux, p. 188; pl. 8.1, fig. 11,12?; pl. 8.10, fig. 6,7.
1990 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 3, fig. 1-4.
1991 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.21.
1991 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre ex Manivit, 1965) Thierstein, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 4.21,5.9,13.2.

Descripción:

Cocolitos de contorno elíptico (elipticidad próxima a 1.20) con una corona marginal estrecha formada por dos escudos muy próximos, y unidos por su margen interno. El escudo distal está constituido por un ciclo de 39-55 elementos imbricados sinistralmente y con suturas inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj en el margen interno y en el sentido de las agujas del reloj en el margen externo. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 2 ciclos de elementos imbricados. El ciclo más externo presenta de 36-50 elementos imbricados dextralmente y fuertemente inclinados en el sentido de las agujas del reloj en vista proximal. El ciclo más interno, más estrecho y dispuesto en torno al área central, presenta elementos inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj en vista proximal. El ciclo más interno se encuentra frecuentemente más elevado que el más

externo. El área central es muy amplia y despejada de cualquier tipo de estructura.

Discusión:

Manivitella pemmatoidea se diferencia de *Tubodiscus jurapelagicus* (Worsley, 1971) Roth, 1973 y *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973 por poseer una corona marginal más estrecha, un ciclo distal con doble inclinación y carecer de un tubo central muy elevado con respecto a la corona marginal. Al microscopio óptico, *M. pemmatoidea* aparece mucho menos birrefringente que los representantes del género *Tubodiscus* Thierstein, 1973, cuando se observa al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 8-14m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) situaron el biohorizonte de primera aparición de *M. pemmatoidea* en el Tithónico terminal (Zona de Durangites de ammonites), ligeramente por debajo del límite Tithónico-Berriasiense. En lo que respecta al biohorizonte de última aparición de esta especie, la práctica totalidad de los autores coincide en situarla en el límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio se ha encontrado a *M. pemmatoidea* desde el Berriasiense medio (Zona de Andrussowi de ammonites, *N.steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles) hasta el límite Cretácico-Terciario. El ligero desfase existente entre el registro de la primera aparición de esta especie en Bralower *et al.* (1989) y el encontrado en el presente estudio puede explicarse en términos de la mala preservación de las muestras correspondientes al Berriasiense inferior en la sección de Puerto Escaño (PE).

Género *Tubodiscus* Thierstein, 1973a.

Especie tipo, por designación original: *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973a, p. 42-43; pl. 2, fig. 1-7.

Cocolitos con una corona marginal formada por dos escudos. Ambos escudos están unidos por medio de un ancho tubo central que se eleva distalmente, dando lugar a un collar distintivo.

Tubodiscus jurapelagicus (Worsley, 1971) Roth, 1973.

1971 - *Watznaueria jurapelagicus* Worsley, p. 1315; pl. 2, fig. 29-31.
1973 - *Tubodiscus jurapelagicus* (Worsley, 1971) Roth, p. 724; pl. 26, fig. 6.
1975 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Grün & Allemann, (partim), p. 197; pl. 10, fig. 3; (non pl. 10, fig. 1,2,4,5,9,10)
1982 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Taylor, pl. 4.5, fig. 19.
1989 - *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre, 1961) Thierstein, 1971.- Crux, pl. 8.1, fig. 11,12.
1990 - *Tubodiscus* sp. cf. *T. verenae* Thierstein, 1973.- Mutterlose & Wise, pl. 3, fig. 1.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.10-1.20) con una corona marginal formada por dos escudos unidos entre sí mediante un ancho tubo central que se eleva distalmente. El escudo distal (más estrecho que el proximal) está constituido por un

solo ciclo de elementos (entorno a 70) imbricados dextralmente e inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El escudo proximal es más ancho que el distal y está constituido por unos 70 elementos con imbricación dextral e inclinación en el sentido de las agujas del reloj. El tubo central se eleva sobre la corona marginal una altura que es menor a la de ésta, y está constituido por unos 70 elementos casi verticales, con ligera inclinación en sentido contrario al de las agujas del reloj.

Discusión:

T. jurapelagicus se diferencia de *T. verenae* Thierstein, 1973 únicamente por la altura del tubo central, que es menor en el primero. Se diferencia de *M. pemmatoidea* (Deflandre, 1965) Thierstein, 1971 por presentar un tubo central que se eleva distalmente y que une los escudos proximal y distal. Ambos escudos están en planos focales distintos en *T. jurapelagicus* (no se pueden enfocar simultáneamente) mientras están yuxtapuestos y estrechamente unidos en *M. pemmatoidea* (y pueden ser enfocados simultáneamente).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 7-12m.

Distribución:

Según Applegate & Bergen (1988) el rango de esta especie es Valanginiense inferior-Barremiense superior. En el presente estudio se han encontrado sólo raros especímenes en muestras de edad Valanginiense.

Tubodiscus verenae Thierstein, 1973.

1973a- *Tubodiscus verenae* Thierstein, p. 42-43; pl. 2, fig. 1-7.
1976 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Thierstein, p. 353; pl. 3, fig. 11-14.
1983 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Roth, p. 613; pl. 4, fig. 1,2.
1987 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Covington & Wise, p. 636; pl. 8, fig. 9,10; pl. 9, fig. 1-3.
1988 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Applegate & Bergen, p. 316; pl. 18, fig. 9; pl. 24, fig. 3,6-9; pl. 25, fig. 1-10; pl. 26, fig. 6-9.
1989 - *Tubodiscus verenae* Thierstein, 1973.- Bralower *et al.*, p. 221-22; pl. 4, fig. 6,7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.10-1.20) con una corona marginal formada por dos escudos unidos entre sí mediante un ancho tubo central que se eleva distalmente. El escudo distal (más estrecho que el proximal) está constituido por un solo ciclo de elementos (entorno a 70) imbricados dextralmente e inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El escudo proximal es más ancho que el distal y está constituido por unos 70 elementos con imbricación dextral e inclinación en el sentido de las agujas del reloj. El tubo central se eleva sobre la corona marginal una altura que es como mínimo igual a la de ésta, y está constituido por unos 70 elementos casi verticales, con ligera inclinación en sentido contrario al de las agujas del reloj.

Discusión:

Tubodiscus verenae se diferencia de *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre in Manivit, 1965) Thierstein, 1971 por poseer una corona marginal más ancha y un tubo

central muy elevado y desarrollado. En *T. verenae* ambos escudos se sitúan en planos focales diferentes y no pueden ser enfocados simultáneamente, mientras que sí pueden serlo en *M. pemmatoidea.* Se diferencia de *T. jurapelagicus* (Worsley, 1971) Roth, 1973 por poseer un tubo central más elevado. La altura del tubo central de *T. verenae* es observable al microscopio óptico y es aproximadamente del diámetro del escudo. Bajo nícoles cruzados, presenta una birrefringencia muy alta.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 8.5-10.5m.

Distribución:

Según Thierstein (1973a,1976), la distribución de *T. verenae* se reduce al Valanginiense. Applegate & Bergen (1988,1989) lo citan desde el Valanginiense inferior hasta el Hauteriviense superior, reseñando la existencia de una transición morfológica entre esta especie y *T. jurapelagicus*. Bralower (1987) sitúa la última aparición de esta especie en la anomalía magnética M11n, que este autor supone de edad Valanginiense superior. Posteriormente, Bralower *et al.* (1989) utilizaron la última aparición de *T. verenae* como índice zonal para subdividir el Valanginiense. Es posible que las diferencias en lo que a distribución se refiere sean debidas en parte a conceptos específicos ligeramente diferentes y en parte a la falta de correlaciones apropiadas con las tablas de edades relativas y/o absolutas. *T. verenae* es, por otro lado, una especie restringida a un dominio Tethysico-Atlántico, de relativamente baja latitud, ya que está ausente en las secciones del Mar del Norte, Alemania y Gran Bretaña (Taylor, 1982; Crux, 1989). Sin embargo, *T. jurapelagicus* sí está presente en paleolatitudes altas (Mutterlose & Wise, 1990). Roth (1978,1983) y Bralower *et al.* (1989) utilizaron la última aparición de *T. verenae* como límite zonal. En el presente estudio, *T. verenae* se ha encontrado únicamente en el Valanginiense, siendo relativamente más abundante (aunque siempre poco frecuente) en su parte superior. Ante esto, se ha optado por no hacer uso de su última aparición para definir un límite zonal (véase capítulo sobre bioestratigrafía).

Género *Watznaueria* Reinhardt, 1964.

Especie tipo, por designación original: *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968, (partim), p. 69, fig. 32; pl. 22, fig. 1,2,4-7; (non pl. 22, fig. 3; pl. 23, fig. 1,4,5,16).

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos. El distal presenta dos ciclos concéntricos de elementos. El ciclo externo está formado por elementos planos, con imbricación dextral y separados por suturas que presentan una precesión en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está formado por elementos de sección triangular, con imbricación dextral y suturas aproximadamente radiales, que forman una especie de pared. El escudo proximal está formado por un ciclo de elementos con imbricación dextral y suturas radiales o variablemente inclinadas en sentido contrario a las agujas del reloj. El área central es de tamaño variable y aparece cubierta por elementos que dejan una o dos perforaciones.

Watznaueria barnesae (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.

1959 - *Tremalithus barnesae* Black in Black & Barnes, p. 324; pl. 9, fig. 1,2.
1964 - *Coccolithus* cf. *C. barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Bramlette & Martini, p. 298;

pl. 1, fig. 13,14.
1966 - *Coccolithus paenepelagicus* Stover, (partim), p. 139; pl. 1, fig. 10, pl. 3, fig. 22b; pl. 8, fig. 5; (non pl. 1, fig. 11).
1968 - *Coccolithus barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, (partim), p. 17; pl. 1, fig. 12; pl. 8, fig. 18-20; pl. 11, fig. 11; pl. 14, fig. 4,5; pl. 16, fig. 15,16; pl. 19, fig. 12; pl. 20, fig. 13; pl. 22, fig. 16,17; pl. 25, fig. 1,2; (non pl. 4, fig, 6,7; pl. 8, fig. 21,22; pl. 15, fig. 8; pl. 20, fig. 12; pl. 24, fig. 8).
1968 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, (partim), p. 69, fig. 32; pl. 22, fig. 1,2,4-7; (non pl. 22, fig. 3; pl. 23, fig. 1,4,5,16).
1968 - *Coccolithus hoellvikensis* Forchheimer, (partim), p. 28; SEM 6,7,8,9 (non pl. 1, fig, 2,5,6; fig 2; text-fig. 2,6,23).
1969 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Bukry, (partim), p. 31; pl. 10, fig. 1-6 (non fig. 7).
1973 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Priewalder, p. 27; pl. 14, fig. 3-6.
1975 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Grün & Allemann, p. 162-164; fig. 8; pl. 2, fig. 10.
1977 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Kollmann *et al.*, p. 423; pl. 2, fig. 6.
1979 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Siesser, p. 825; pl. 1, fig. 7,8; pl. 5, fig. 5.
1980 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Hattner & Wise, p. 68; pl. 33, fig. 5-8.
1983 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Miller, p. 195; pl. 1, fig. 9,10.
1983 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Roth, p. 607; pl. 2, fig. 3,4.
1984 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 43, fig. 1-4; pl. 44, fig. 3,4.
1986 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 18-20.
1986 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado, p. 85-87; L. 1, fig. 6-8.
1989 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Crux, p. 198; pl. 8.1, fig. 1,2; pl. 8.10, fig. 12.
1990 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 1,2; pl. 3, fig. 7.
1991 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.21.
1991 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Aguado *et al.*, (partim) fig. 4.10; fig. 13.4; (non fig. 6.26).

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.10-1.15) con una corona marginal formada por dos escudos (proximal y distal) unidos entre sí. El escudo distal está compuesto por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por 28-32 elementos dextralmente imbricados e inclinados en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está constituido por 24-29 elementos imbricados dextralmente y con suturas aproximadamente radiales. El escudo proximal está compuesto por 24-28 elementos imbricados sinistralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj que se prolongan hasta cubrir buena parte del área central. En vista distal, el área central aparece parcialmente cubierta por pequeños elementos tabulares y presenta una perforación en el centro.

Discusión:

Watznaueria barnesae se diferencia de *Ellipsagelosphaera fossacincta* Black, 1971 y en general, de todos los representantes del género *Ellipsagelosphaera* Noël, 1965 por carecer de un ciclo de elementos en forma de tubo en el área central. Se diferencia de *W. biporta* Bukry, 1969 por poseer una sola abertura en el área central.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 4-9m.

Distribución:

Grün & Allemann, (1975) asignan a esta especie un rango Oxfordiense-Maastrichtiense. Hamilton (1982) y Taylor (1982) amplían el rango de *W. barnesae*, situando su primera aparición en el Bajociense. En el presente estudio se encuentra desde el Tithónico inferior hasta el Maastrichtiense, si bien en ese intervalo no se registra su primera aparición. *W. barnesae* es la especie dominante por excelencia en las asociaciones del Cretácico.

Watznaueria biporta Bukry, 1969.

1968 - *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, (partim), p. 69; pl. 23, fig. 16; (non text-fig. 32; pl. 22, fig. 1-7; pl. 23, fig. 1,4,5).
1969 - *Watznaueria biporta* Bukry, p. 32; pl. 10, fig. 8-10.
1970 - *Coccolithus bornholmensis* Forchheimer, (partim), p. 12; text-fig. 5,6,7,12; (non text-fig. 1,2,8-11,13,41).
1971 - *Watznaueria cinthae* Worsley, p. 1314; pl. 2, fig. 23,24,25.
1971 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Rood, Hay & Barnard, (partim), p. 268; pl. 5, fig. 3,4; (non fig. 1,2).
1973a- *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Thierstein, p. 43; pl. 6, fig. 6,11,12.
1973 - *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Priewalder, (partim), p. 27; pl. 14, fig. 6 (non fig. 3-5).
1975 - *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Grün & Allemann, p. 164-165; fig. 9; pl. 2, fig. 11-12.
1977 - *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Verbeek, p. 85; pl. 4, fig. 5.
1977 - *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Verbeek, p. 85; pl. 4, fig. 6.
1979 - *Watznaueria communis* Reinhardt, 1964.- Siesser, (partim) p. 825; pl. 5, fig. 10,11; (non pl. 1, fig. 17,18).
1980 - *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Hattner & Wise, p. 33, fig. 9.
1984 - *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 44, fig. 5-7.
1991 - *Watznaueria biporta* Bukry, 1969.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.26.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.10-1.15) con una corona marginal formada por dos escudos (proximal y distal) unidos entre sí. El escudo distal está compuesto por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por 28-32 elementos dextralmente imbricados e inclinados en sentido contrario a las agujas del reloj. El ciclo interno es más estrecho y está constituido por 24-29 elementos imbricados dextralmente y con suturas aproximadamente radiales. El escudo proximal, de menor tamaño que el distal, está compuesto por 24-28 elementos imbricados sinistralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj que se prolongan hasta cubrir buena parte del área central. En vista distal, el área central aparece parcialmente cubierta por pequeños cristalinos alargados dispuestos en torno a una línea axial (paralela al eje mayor) y presentan dos aberturas. Estas aberturas se encuentran situadas según el diámetro mayor de la elipse y aparecen separadas por una especie de barra, constituida por las prolongaciones de los elementos del

escudo proximal, y que se encuentra en continuidad óptica con el escudo.

Discusión:

Watznaueria biporta se diferencia de *W. barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 por poseer dos aberturas alineadas con el eje mayor de la elipse, de *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968 por carecer del ciclo tubular de elementos rodeando el área central, y poseer una barra transversa que está en continuidad óptica con los elementos del escudo (cuando es observada con luz polarizada bajo nícoles cruzados).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-10m.

Distribución:

Según Grün & Allemann (1975), el rango de esta especie es Oxfordiense-Campaniense. Hamilton (1982) y Taylor (1982), atribuyen a esta especie un rango Bathoniense-Campaniense más amplio que el anterior. En el presente estudio, *W. biporta* siempre apareció como especie poco frecuente y con escaso registro. Se ha encontrado a lo largo del Neocomiense, en el Albiense y como especie extraordinariamente rara en el Cretácico superior.

Familia Microrhabdulaceae Deflandre 1963

Nannofósiles en forma de varilla cilíndrica o atenuada en los extremos, con un origen desconocido. Algunas de las formas asignadas a géneros de esta familia podrían ser espinas o procesos centrales fragmentados de otros cocolitos.

Género *Lithraphidites* Deflandre, 1963.

Especie tipo, por designación original: *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963, p. 3, pl. 1, fig. 1-10.

Bastones calcáreos rectos, con extremos afilados, de sección transversal cruciforme, que aparentemente poseen un canal axial. Estos bastones están desprovistos de cualquier tipo de elemento o diferenciación en sus extremos. Están constituidos por elementos de calcita de igual orientación cristalográfica.

Lithraphidites acutus Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.

1974 - *Lithraphidites alatus* Thierstein, p. 641; pl. 3, fig. 5-11.
1976 - *Lithraphidites alatus* Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 26,27.
1976a- *Lithraphidites alatus* Thierstein, 1974.- Verbeek, p. 77, pl. 2, fig. 5a,b.
1977 - *Lithraphidites acutum* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, p. 176; pl. 1, fig. 7,8.
1977 - *Lithraphidites acutum* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.- Verbeek, p. 99; pl. 8, fig. 3.
1980 - *Lithraphidites acutum* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.- Hattner & Wise, p. 64; pl. 40, fig. 12,13.
1982 - *Lithraphidites acutum* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.- Crux, pl. 5.5, fig. 18; pl. 5.10, fig. 3.
1990 - *Lithraphidites acutus* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.- Robaszynski *et al.*, p. 368; pl. 44, fig. 7a,b.
1990 - *Lithraphidites acutus* Verbeek & Manivit in Manivit *et al.*, 1977.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.32, 9.33.

Descripción:

Nannofósiles con forma de bastón de extremos afilados, con sección transversal cruciforme. Están constituidos por 4 elementos estrechos, planos y alargados. Estos elementos se unen entre sí a lo largo de las caras con mayor longitud. A partir de la zona central externa de cada uno de los elementos, se extiende externamente un proceso prominente de forma triangular y acabado en punta. Los cuatro elementos u hojas muestran igual tamaño y forma.

Discusión:

Esta forma es fácilmente reconocible y se diferencia del resto de especies del género *Lithraphidites* Deflandre, 1963, por la presencia de cuatro procesos prominentes situados en torno a la mitad de la longitud de la forma completa.

Tamaño: Longitud entre 6-10m.

Distribución:

Según Verbeek (1976a) y Manivit *et al.*, (1979), el rango de esta especie

Lithraphidites carniolensis Deflandre, 1963.

1963 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, p. 3; pl. 1, fig. 1-10.
1968 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Gartner, p. 43; pl. 5, fig. 4; pl. 6, fig. 8a,b; pl. 10, fig. 16,17; pl. 12, fig. 8a-c; pl. 22, fig. 24,25; pl. 25, fig. 9.
1969 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Bukry, p. 66; pl. 39, fig. 12; pl. 40, fig. 1,2.
1969 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Pienaar, p. 104; pl. 9, fig. 3,6.
1973 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Priewalder, p. 20; pl. 12, fig. 6.
1975 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Thierstein, p. 350; pl. 2, fig. 33,34.
1976 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Shumenko, p. 65; pl. 24, fig. 8,9.
1977 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Verbeek, p. 99; pl. 8, fig. 4.
1978 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Roth, p. 743; pl. 3, fig. 6.
1978 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Shafik, p. 225; fig. 7, Aa-Ab.
1980 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Hattner & Wise, p. 64; pl. 21, fig. 2-4.
1981 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Smith, p. 55-56; pl. 9, fig. 17-36.
1982 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Taylor, pl. 4.5, fig. 20; pl. 4.8, fig. 11.
1982 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Crux, pl. 5.10, fig. 1.
1986 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Aguado, p. 45; pl. 3, fig. 22,23.
1990 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Crux, p. 188; pl. 8.7, fig. 12; pl. 8.13, fig. 34,35.
1991 - *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963.- Aguado *et al.*, fig. 4.25, 4.26, 4.29, 4.30, 4.31, 6.29, 13.3.

Descripción:

Nannofósiles con forma de bastón recto, con ambos extremos afilados, de sección transversal cruciforme, que aparentemente poseen un canal axial. Están constituidos por cuatro elementos calcáreos planos y alargados de igual tamaño, dispuestos en torno a un eje longitudinal recto. Todos los elementos presentan orientación óptica paralela al eje mediano. Estos bastones están desprovistos de cualquier tipo de elemento o diferenciación en sus extremos.

Discusión:

Lithraphidites carniolensis se diferencia del resto de especies incluidas en el género por ser una forma simétrica, afilada en sus dos extremos, y carecer de cualquier tipo de proceso o expansión. Se trata de una especie muy frecuente en las muestras de todo el Cretácico.

Tamaño: Longitud muy variable, en torno a 10-30m.

Distribución:

La práctica totalidad de los autores coinciden en atribuir a esta especie un rango Berriasiense-Maastrichtiense. Bralower *et al.* (1989) marcan su aparición en el Tithónico terminal, al final de la Zona de Durangites de ammonites. En el presente estudio se ha encontrado desde el final del Tithónico (Zona de Durangites de ammonites) hasta el Maastrichtiense terminal (límite Cretácico-Terciario). Se trata, pues, de una especie con escaso valor bioestratigráfico.

Lithraphidites quadratus Bramlette & Martini, 1964.

1964 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, p. 310,312; pl. 6, fig. 16-17; pl. 7, fig. 8.
1973 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Priewalder, p. 20; pl. 13, fig. 1,2.

1976a- *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, pl. 3, fig. 2.
1976 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Thierstein, p. 352; pl. 5, fig. 30-31.
1977 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, p. 100; pl. 8, fig. 6.
1978 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Roth, p. 749; pl. 3, fig. 5.
1980 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Hattner & Wise, p. 64; pl. 21, fig. 9-12; pl. 41, fig. 6-9.
1980 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner.- Barrier, pl. 1, fig. 14.
1986 - *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado, p. 47-48; pl. 4, fig. 23-25.

Descripción:

Nannofósil de morfología ligeramente alargada, compuesto por cuatro hojas elevadas a manera de carenas situadas en torno a un eje longitudinal formando ángulos rectos entre sí. Las carenas tienen caras paralelas en aproximadamente la mitad de su longitud total. Hacia los extremos se produce un estrechamiento brusco de las hojas, de modo que la forma presenta dos puntas. La anchura total de la forma es entre 1/2 y algo más de 1/3 de su longitud. Las cuatro hojas tienen idéntica orientación óptica.

Discusión:

Roth (1978) describió la especie *Lithraphidites praequadratus* como un antecesor filético de *L. quadratus*. Ambas formas se diferencian únicamente por la relación longitud/anchura. Esta relación es, para *L. praequadratus*, menor que 5.0 y mayor que 3.5. Para *L. quadratus*, la mencionada relación es 3.5 o menor. Para diferenciar correctamente ambas especies me remito asimismo al trabajo de Hattner & Wise (1980). En el presente estudio no se ha encontrado *L. praequadratus*, pero sí algunas formas intermedias, con una relación longitud/anchura entre 3.5-3.6. Estas formas aparecen en los cuadros de distribución bajo el nombre de *L. quadratus*.

Tamaño: Longitud entre 8-10m.

Distribución:

L. quadratus presenta una distribución paleogeográfica con máximas abundancias en áreas subtropicales y mínimas en altas latitudes (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Thierstein, 1981; Pospichal & Wise, 1990a). Así mismo, es más abundante en la zona marginal del Tethys y Atlántico que en el área claramente oceánica del Pacífico (Thierstein, 1981). La práctica totalidad de los autores coinciden en atribuir a esta especie un rango Maastrichtiense medio-superior. Debido a su abundancia, corta distribución y morfología características, es una especie cuyo biohorizonte de primera aparición es ampliamente utilizado como marcador zonal por multitud de autores. En el presente estudio, *L. quadratus* ha sido encontrado desde el Maastrichtiense superior (parte alta de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos) hasta el límite Cretácico-Terciario. Su primera aparición es utilizada aquí como límite zonal.

Género *Microrhabdulus* Deflandre, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959, p. 140, pl. 4, fig. 1-5.

Bastones calcáreos rectos, cilíndricos o algo ahusados, de sección redondeada, que poseen un canal axial más o menos distintivo. Estos bastones están desprovistos de cualquier tipo de elemento o diferenciación en sus extremos. Están constituidos por elementos de calcita alineados y dispuestos en capas superpuestas de orientación cristalográfica alternante.

Microrhabdulus attenuatus (Deflandre, 1959) Deflandre, 1963.

1959 - *Microrhabdulus decoratus* var. attenuatus Deflandre, p. 140; pl. 4, fig. 6-8.
1963 - *Microrhabdulus attenuatus* (Deflandre, 1959) Deflandre, p. 3; pl. 1, fig. 11.
1964 - *Microrhabdulus stradneri* Bramlette & Martini, p. 316; pl. 6, fig. 3-4.
1984 - *Microrhabdulus stradneri* Bramlette & Martini, 1964.- Stradner & steinmetz, p. 597; pl. 27, fig. 5,6.

Descripción:

Nannofósil de forma alargada, semejante a un pequeño bastón de extremos truncados y atenuados y sección transversal redondeada. Cada bastón está formado por la yuxtaposición de varios segmentos cilíndricos, compuestos a su vez por cuatro piezas con sección transversal en forma de cuña y sección longitudinal rectangular. Estas piezas se disponen en torno a un pequeño canal longitudinal que atraviesa cada segmento cilíndrico. Cada uno de los elementos de los segmentos cilíndricos posee orientación cristalina alterna con respecto a los del propio segmento y con respecto a los de los segmentos adyacentes (superior e inferior). Cada una de las cuatro piezas que constituye un segmento cilíndrico presenta una estriación longitudinal en su cara externa, lo que da lugar a la típica apariencia externa estriada típica del género.

Discusión:

Esta especie se diferencia de *M. decoratus* Deflandre, 1959, por poseer algún extremo atenuado y adelgazado y un modelo de extinción algo diferente, de manera que en lugar de piezas rectangulares alternativamente iluminadas y oscurecidas, presenta piezas casi triangulares.

Tamaño: Longitud en torno a 25-33.5m. Anchura entre 1.5-2m.

Distribución:

Según Perch-Nielsen (1985a), el rango de esta especie es Santoniense-Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado como especie relativamente frecuente en el Maastrichtiense medio y superior.

Microrhabdulus belgicus Hay & Towe, 1963.

1963 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, p. 95; pl. 1, fig. 1.
1963 - *Microrhabdulus margaritatus* Deflandre, p. 3, pl. 1, fig. 15-18.
1968 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Gartner, p. 44; pl. 6, fig. 13a-c; pl. 10, fig. 21-23; pl. 12, fig. 13a-c; pl. 22, fig. 27.
1969 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Bukry, p. 66; pl. 39, fig. 9-11.
1969 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Pienaar, p. 107-108; pl. 2, fig. 10.
1972 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Roth & Thierstein, pl. 3, fig. 10-16.
1977 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Verbeek, p. 100; pl. 8, fig. 6.
1980 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Smith, p. 63; pl. 11, fig. 25-31; pl. 12, fig.

1-9.
1980 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Hattner & Wise, p. 65; pl. 26, fig. 1-3.
1981 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Smith, p. 63; pl. 11, fig. 25-31; pl. 12, fig. 1-9.
1982 - *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963.- Crux, pl. 5.5, fig. 17.

Descripción:

Nannofósil con forma de varilla cilíndrica alargada y atenuada en los extremos compuesto por la superposición de anillos de calcita formados por elementos dispuestos en torno a un canal central. Cada anillo posee lateralmente ocho nodos romboidales de aproximadamente 1/4 de micra de ancho. Estos nodos están presentes a lo largo de toda la forma. Los extremos pueden aparecer truncados.

Discusión:

Microrhabdulus belgicus no presenta la extinción en "tablero de ajedrez" y se diferencia de *M. attenuatus* (Deflandre, 1959) Deflandre, 1963 por la presencia de nodos romboidales en su superficie, los cuales son visibles incluso al microscopio óptico. Se diferencia de *M. decoratus* Deflandre, 1959 por presentar atenuaciones en sus extremos y nodos romboidales.

Tamaño: Longitud en torno a 8-12m.

Distribución:

Según Perch-Nielsen (1985a), el rango de esta especie es Cenomaniense superior-Maastrichtiense. En el presente estudio, poco puede decirse en lo referente a su rango, ya que se trata de una especie extraordinariamente rara, de la que sólo se han encontrado algunos especímenes en el Santoniense y Campaniense.

Microrhabdulus decoratus Deflandre, 1959.

1959 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, p. 140; pl. 4, fig. 1-5.
1963 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Deflandre, p. 3486; fig. 19.
1963 - *Microrhabdulus constrictus* Stradner, p. 11; pl. 4, fig. 16.
1964 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Bramlette & Martini, p. 314; pl. 6, fig. 1a-b.
1966 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Stover, p. 152; pl. 7, fig. 15a-c, 16a-c.
1967 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Moshkovitz, p. 157; pl. 5, fig. 6a.
1968 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Gartner, p. 44; pl. 2, fig. 4; pl. 5, fig. 3; pl. 6, fig. 12a-c; pl. 28, fig. 1.
1968 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Perch-Nielsen, p. 83; pl. 30, fig. 10,11.
1969 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Pienaar, p. 108; pl. 8, fig. 2.
1976 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 351; pl. 5, fig. 1,2.
1977 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 100; pl. 8, fig. 7.
1978 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Shafik, (partim), p. 221; fig. 5, Sa-Sd; (non fig. 6, Pa-Pb).
1980 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Smith, p. 63-64; pl. 12, fig. 10-21.
1980 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959 in Hattner & Wise, p. 65; pl. 26, fig. 4.
1980 - *Microrhabdulus constrictus* Stradner, 1963 in Hattner & Wise, p. 65; pl. 26, fig. 5.
1981 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Smith, p. 63-64; pl. 12, fig. 10-21.
1982 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Crux, pl. 5.10, fig. 4,5.
1983 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Miller, p. 193; pl. 2, fig. 22.
1985 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Monechi, p. 318; pl. 4, fig. 7A-B.

1986 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Aguado, p. 54-55; L. 2, fig. 8,9.
1989 - *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.4, fig. 11-16.

Descripción:

Nannofósil de forma alargada, semejante a un pequeño bastón de extremos truncados y sección transversal redondeada. Cada bastón está formado por la yuxtaposición de varios segmentos cilíndricos, compuestos a su vez por cuatro piezas con sección transversal en forma de cuña y sección longitudinal rectangular. Estas piezas se disponen en torno a un pequeño canal longitudinal que atraviesa cada segmento cilíndrico. Cada uno de los elementos de los segmentos cilíndricos posee orientación cristalina alterna con respecto a los del propio segmento y con respecto a los de los segmentos adyacentes (superior e inferior). Cada una de las cuatro piezas que constituye un segmento cilíndrico presenta una estriación longitudinal en su cara externa, lo que da lugar a la típica apariencia externa estriada característica del género.

Discusión:

Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados y a 45 grados de la dirección de polarización, esta especie presenta el modelo característico de extinción "en tablero de ajedrez". *Microrhabdulus decoratus* se diferencia de *M. attenuatus* (Deflandre, 1959) Deflandre, 1963, por presentar extremos truncados y no atenuados y una anchura ligeramente menor.

Tamaño: Longitud en torno a 20-24m. Anchura entre a 1.5-1.7m.

Distribución:

Según Thierstein (1974,1976) el primer registro de *M. decoratus* ocurre en torno al límite Turoniense-Coniaciense. Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990) encuentra el primer registro de esta especie en el Turoniense medio. De acuerdo con otros varios autores (Sissingh, 1977,1978; Manivit *et al.*, 1979; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Crux, 1982; Watkins, 1989) la primera aparición de esta especie hay que buscarla en el Cenomaniense superior. Ante estos datos, cabe pensar en la posibilidad de que el biohorizonte de primera aparición de M. decoratus pudiera ser transgresivo en el tiempo. En lo referente al biohorizonte de última aparición de esta especie, todos los autores coinciden en situarlo en el límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio, *M. decoratus* no ha sido observado en ningún caso por debajo del Turoniense terminal-Coniaciense (Zona de *Dicarinella primitiva* de foraminíferos planctónicos, Zona de *E. eximius* de nannofósiles). Este hecho podría deberse al mal estado de preservación de las nannofloras en los materiales de edad Cenomaniense terminal y Turoniense, debido a la litología poco favorable (en general, calizas o margas calcáreas con sílex) encontrada en la mayor parte de las secciones. El biohorizonte de última aparición se sitúa en el límite Cretácico-Terciario. Algunos autores (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d;1985a) utilizan el biohorizonte de primera aparición de *M. decoratus* en el Cenomaniense superior como marcador zonal.

Género *Pseudomicula* Perch-Nielsen in Perch-Nielsen *et al.*, 1978.

Especie tipo, por designación original: *Pseudomicula quadrata* Perch-Nielsen in Perch-

Nielsen *et al.*, 1978, p. 350-351, pl. 1, fig. 43,44, pl. 7, fig. 3,6,9.

Nannofósiles de morfología pseudocúbica masiva, algo alargada, compuestos por 8 elementos de morfología piramidal cuyos vértices se dirigen al centro de la forma. Desde cada polo o extremo presentan cuatro hojas dobles a manera de carenas situadas en torno a un eje longitudinal formando ángulos rectos entre sí. Hacia la mitad del eje longitudinal, las dobles hojas se abren y se extienden lateralmente para formar pirámides invertidas cuyos vértices convergen en el centro. Desde cada polo se forman cuatro de estas pirámides, ocho en total. Hacia los polos se produce un estrechamiento brusco de las hojas, de modo que la forma presenta dos puntas. En conjunto, la anchura total de la forma es ligeramente menor o casi igual a su longitud. Las cuatro hojas tienen idéntica orientación óptica.

Pseudomicula quadrata Perch-Nielsen in Perch-Nielsen *et al.*, 1978.

1978 - *Pseudomicula quadrata* Perch-Nielsen, 1978 in Perch-Nielsen *et al.*, p. 350-351; pl. 1, fig. 43,44; pl. 7, fig. 3,6,9.
1986 - *Pseudomicula quadrata* Perch-Nielsen, 1978.- Perch-Nielsen, p. 837-838; pl. 2, fig. 10-14.

Descripción:

La descripción de esta especie coincide exactamente con la del género, ya que se trata, por el momento de un género monoespecífico.

Discusión:

Pseudomicula quadrata se diferencia de *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964 por presentar una relación longitud-anchura cercana a 1, y por la presencia expansiones laterales perpendiculares al eje longitudinal situadas a la mitad de su longitud. Al microscopio óptico, la forma presenta una morfología cuadrada, con suturas que forman entre sí 90 , perpendicularmente a las caras del cuadrado (lo que permite diferenciarlo del género *Micula* Vekshina, 1959).

Tamaño: Longitud en torno a 6-9m.

Distribución:

Según Perch-Nielsen *et al.* (1978) y Perch-Nielsen (1985a) el rango de distribución estratigráfica de *P. quadrata* queda restringido al Maastrichtiense superior. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes en las zonas de *Micula murus* y *M. prinsii* (parte superior de la Zona de *Abatomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos). Se trata de una especie muy poco frecuente.

Familia Nannoconaceae Deflandre 1959

Género *Nannoconus* Kamptner, 1931.

Especie tipo, por designación original: *Lagena colomi* de Lapparent, 1931, p. 222-223, fig. 1.

Nannolitos con una sección longitudinal de morfología variable (cónica, redondeada, en forma de barril o pera, cilíndrica o en forma de U). La pared está constituida por una sola capa de pequeños elementos en forma de cuña orientados perpendicularmente a la superficie externa y cuyos extremos afilados se disponen radialmente en torno a un canal axial o una cavidad interna. Estos elementos se ordenan según una(s) espiral(es) gradualmente ascendente(s) y en filas longitudinales perpendiculares a la espiral y oblicuas al eje de la forma. El canal o cavidad central da lugar, en ambos extremos, a sendas aberturas terminales de anchura variable. Las distintas especies se diferencian en función de la morfología externa, tamaño global y forma y tamaño de las aberturas basal y apical y canal o cavidad axial.

Nannoconus bermudezii Brönnimann, 1955.

1945 - *Nannoconus colomi* (de Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Colom, p. 129; text-fig. 2 (el espécimen más a la derecha de la figura).
1948 - *Nannoconus colomi* (de Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Colom, p. 252; text-fig. 7 (el espécimen más a la derecha de la figura).
1955 - *Nannoconus bermúdezi* Brönnimann, p. 37; pl. 2, fig. 24.
1959 - *Nannoconus bermudezi* Brönnimann, 1955.- Cita & Pasquaré, p. 425; fig. 6.1.
1960 - *Nannoconus bermudezi* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 287-289; fig. 5a-f; pl. 1, fig. 2-4.
1972 - *Nannoconus bermudezi* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, p. 11-12; pl. 1, fig. 11-15; fig. Ad.
1983 - *Nannoconus bermudezi* Brönnimann, 1955.- González-Donoso *et al.*, fig. 5.6.

Descripción:

Nannoconus de contorno alargado y morfología general cónica. Canal axial estrecho que termina en dos pequeñas aberturas, una basal y otra apical. Posee una pared gruesa cuyo espesor disminuye progresivamente desde la base hasta la zona apical.

Discusión:

N. bermudezii se diferencia de *N. steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *steinmannii* por su mayor tamaño y presenta, por lo general, una relación longitud/anchura bastante mayor que esta especie. Se diferencia del resto de representantes del género por no poseer cavidad axial.

Tamaño: Longitud entre 20-28m. Anchura en torno a 10m.

Distribución:

Brönnimann (1955) observó que esta especie aparecía en su asociación 2 (sin calpionellas ni "globigerinas"). Trejo (1960) le asignó la misma distribución que a *N. steinmannii* Kamptner, 1931 (Tithónico superior-Hauteriviense). Según Perch-Nielsen (1985a), la distribución estratigráfica de *N. bermudezii* es Berriasiense superior-

Barremiense. En la Cordillera Bética he encontrado los primeros ejemplares asignables a esta especie, en materiales de edad Berriasiense superior (Zona de Boissieri de ammonites, Subzona de *A. infracretacea* de nannofósiles). La última aparición de *N. bermudezii* parece tener lugar próxima al límite Barremiense-Aptiense. Durante el presente estudio se han encontrado algunos especímenes asignables a *N. bermudezii* en materiales de edad Aptiense inferior y superior, sin embargo se interpreta que son resedimentados, ya que se encuentran otras evidencias de que dicha resedimentación existe.

Nannoconus borealis Perch-Nielsen, 1979d.

1979d- *Nannoconus borealis* Perch-Nielsen, p. 266-267; pl. 1, fig. 1-4.
1983 - (?) *Nannoconus* sp. cf. *N. borealis* Perch-Nielsen, 1979.- González-Donoso *et al.*, fig. 5.14.

Descripción:

Nannoconus con una zona basal ensanchada sobre la que se sitúa una parte más larga, delgada y ligeramente curvada. La pared es relativamente gruesa. La zona basal parece presentar una cavidad axial, mientras que la parte apical, más delgada, presenta un largo y estrecho canal. Ambas aberturas, basal y apical son relativamente estrechas.

Discusión:

N. borealis es una forma muy característica, con un brusco cambio en la anchura, tanto de su contorno, como de su cavidad axial (que en la zona apical se convierte en un estrecho canal). Se diferencia de *N. wassallii* Brönnimann, 1955 en el brusco cambio de su anchura desde la zona basal a la apical. *N. wassallii* presenta una zona basal más amplia, con una cavidad axial mejor diferenciada que ocupa toda la longitud, mientras que *N. borealis* tiene una zona apical con un estrecho canal en lugar de cavidad.

Tamaño: Longitud entre 14-20m. Anchura en torno a 10m.

Distribución:

Perch-Nielsen (1979d,1985a) asigna a esta especie una distribución Barremiense-Aptiense inferior. En el presente estudio sólo se ha encontrado algún raro espécimen en muestras de edad Barremiense. *N. borealis*, junto con *N. abundans* Stradner & Grün, 1973 son dos especies comunes en el dominio Boreal y prácticamente ausentes en el área mediterránea. De hecho, *N. abundans* no ha sido encontrado en la Cordillera Bética, y sólo he encontrado un par de especímenes asignables a *N. borealis*.

Nannoconus bucheri Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, p. 39; pl. 1, fig. 1-3,5-7; text-fig. 2k-n.
1960 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 297-298; pl. 1, fig. 9; fig. 10,11.
1966 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Geel, pl. 1Ad; pl. 2Bc.
1972 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 16-17; pl. 3, fig. 5,6,7?; (non pl. 3, fig. 4).
1972 - *Nannoconus wassalli* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 14-16; pl. 2, fig. 6,7,11?; (non pl. 2, fig. 5,8-10).

1976 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Thierstein, pl. 3, fig. 23.
1979 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Siesser, pl. 1, fig. 9.
1980 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Déres & Achériteguy, p. 18; pl. 3, fig. 6.
1983 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- González-Donoso *et al.*, fig. 5.5,5.10,5.11.
1991 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Aguado *et al.*, fig. 5.16.

Descripción:

Nannoconus de morfología general subovoidal, con una base amplia y plana. La pared, relativamente delgada, encierra una amplia cavidad oval y se va estrechando leve y progresivamente hacia la abertura apical. Las aberturas apical y basal son más estrechas que la cavidad axial.

Discusión:

N. bucheri se diferencia de *N. wassallii* Brönnimann, 1955 por presentar una morfología oval en lugar de piriforme, una longitud no muy superior a la anchura y un tamaño ligeramente menor.

Tamaño: Longitud entre 11-14m. Anchura entre 10-11m.

Distribución:

Brönnimann (1955) observó que esta especie se encontraba en su asociación 1, (con "globigerinas"). Trejo (1960) asignó a esta especie una distribución Hauteriviense terminal-Aptiense superior. Thierstein (1971a) situó la primera aparición de *N. bucheri* en torno al límite Hauteriviense inferior-Hauteriviense superior. Moshkovitz (1972), con bastantes problemas de correlación con otros grupos de organismos, le asignó una distribución Barremiense-Aptiense. González-Donoso *et al.* (1983) utilizaron la primera aparición de *N. bucheri* ocasionalmente asociado a *N. wassallii* Brönnimann, 1955 para la datación de materiales del Cretácico inferior del Penibético y, siguiendo a Thierstein (1971a), asumieron que la primera especie aparecía en torno al límite Hauteriviense inferior-Hauteriviense superior. Varios autores (Perch-Nielsen, 1985a; Erba & Quadrio, 1987; Erba, 1989) asignan a *N. bucheri* una distribución Hauteriviense inferior-Aptiense superior. En el presente estudio, los primeros especímenes asignables a *N. bucheri* se han encontrado en el Hauteriviense superior (Zona de Ligatus de ammonites, Subzona de *C. rothii* de nannofósiles) y los últimos en el Aptiense superior. En el Hauteriviense inferior y parte baja del Hauteriviense superior se han encontrado formas relativamente similares a *N. bucheri*, pero de mayor tamaño y bastante más alargadas. Tales formas han sido asignadas aquí a *N. grandis* Déres & Achériteguy.

Nannoconus circularis Déres & Achériteguy, 1980.

1972 - *Nannoconus* sp.1.- Moshkovitz, p. 17-19; pl. 3, fig. 10-15.
1980 - *Nannoconus circularis* Déres & Achériteguy, p. ??; pl. ??, fig. ??.
1989 - *Nannoconus* sp. 2.- Crux, (partim), p. 190; pl. 8.14, fig. 8,17?; (non pl. 8.14, fig. 12).
1991 - *Nannoconus circularis* Déres & Achériteguy.- Aguado *et al.*, fig. 5.17.

Descripción:

Nannoconus que, en sección axial, presenta un contorno subrectangular algo redondeado (en forma de U), de base ancha y plana, pared delgada y cavidad axial muy amplia. La abertura

basal es relativamente estrecha, mientras que la apical es extraordinariamente amplia, ya que la forma apenas si se estrecha hacia el ápice. La anchura es mayor que la longitud.

Discusión:

N. circularis se diferencia de *N. bucheri* Brönnimann, 1955 por presentar una morfología más subrectangular que oval y una abertura apical mucho más amplia. Se diferencia de *N. truittii* Brönnimann, 1955 por presentar una pared más delgada, una cavidad axial y abertura apical mucho más anchas, y una relación longitud/anchura bastante menor.

Tamaño: Longitud entre 8-10m. Anchura entre 10-12m.

Distribución:

Perch-Nielsen (1985a) asigna a esta especie una distribución Barremiense-Aptiense superior. En la Cordillera Bética he encontrado la primera aparición de esta especie prácticamente coincidiendo con el límite Hauteriviense-Barremiense. Los primeros especímenes similares a *N. circularis* se encuentran en la Zona de Angulicostata de ammonites, mientras que los primeros claramente asignables a esta especie se encuentran en la base de la Zona de Hugii de ammonites. *N. circularis* es una especie de morfología muy característica, de fácil identificación y relativamente abundante. Por todo lo anterior, he decidido utilizar su primera aparición como índice zonal. Esta primera aparición es, además, muy útil para la determinación del límite Hauteriviense-Barremiense mediante nannofósiles (ver capítulo sobre bioestratigrafía).

Nannoconus colomii (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.

1925 - "Embryons de Lagena" De Lapparent, p. 105, fig. 1.
1931 - *Lagena colomi* De Lapparent, p. 222-223, pl. 1.
1938 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, p. 253; fig. 1-5.
1955 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Brönnimann, p. 35-36; pl. 2, fig. 9,17.
1960 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Trejo, p. 289-291; fig. 6a-f.
1966 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Geel, pl. 2Bl,m,q,r.
1972 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 11-12; pl. 1, fig. 9,12; (non pl. 1, fig. 7,8,10,11).
1983 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- González-Donoso et al., fig. 5.3,5.4.
1987 - *Nannoconus colomi* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938.- Erba & Quadrio, p. 66; pl. 6, fig. 4,7.

Descripción:

Nannoconus de contorno alargado y morfología general cónica. Canal axial estrecho que comienza a partir de una pequeña cavidad bulbosa próxima a la base. Aberturas basal y apical bastante estrechas. El espesor de la pared disminuye progresivamente desde la base hasta la zona apical.

Discusión:

N. colomii presenta una morfología general semejante a *N. steinmannii* Kamptner, 1931, del que se diferencia por poseer una pequeña cavidad bulbosa cerca de la base. Aunque algunos autores consideran ambas especies como sinónimas, en el presente estudio se mantiene la distinción, ya que existe un criterio morfológico que permite diferenciarlos.

Tamaño: Longitud entre 10-12m. Anchura 5-7m.

Distribución:

Según Brönnimann (1955), *N. colomii* aparece posteriormente a *N. steinmannii* Brönnimann, 1955, pero aún dentro de su asociación 3 junto con calpionellas. Trejo (1960) asignó a asta especie una distribución Hauteriviense superior-Barremiense inferior. Thierstein (1971a,1973a) consideró a *N. steinmannii* Kamptner, 1931 como un sinónimo de *N. colomii*, por lo que asigna a esta última especie una distribución Tithónico superior-Barremiense superior. Perch-Nielsen (1985a) asigna distribuciones idénticas a *N. colomii* y a *N. steinmannii* (Tithónico superior-Barremiense superior). Una distribución similar podemos ver en Erba & Quadrio (1987) y Erba (1989). Bralower *et al.* (1989) presentan un listado con las especies reconocidas, en el que figura *N. colomii*, sin embargo, esta especie no aparece en ninguno de sus cuadros de distribución. En el presente estudio se ha encontrado *N. colomii* desde ????.

Nannoconus compressus Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989.

1978 - *Nannoconus steinmannii* Kamptner, 1931.- Wind, pl. 1, fig. 15-17.
1978 - *Nannoconus* sp. aff. *N. dolomiticus* Cita & Pasquaré, 1959.- Wind, pl. 1, fig. 10.
1989 - *Nannoconus compressus* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, p. 229; pl. 8, fig. 7-12.

Descripción:

Nannoconus de contorno oval alargado a rectangular (en sección axial), canal axial muy estrecho o ausente y aberturas axial y basal muy estrechas.

Discusión:

N. compressus se diferencia de *N. dolomiticus* Cita & Pasquaré, 1959 por poseer una morfología menos alargada, ambos extremos redondeados y la ausencia de un canal axial diferenciable. Se distingue de *N. infans* Bralower in Bralower *et al.*, 1989, por poseer un tamaño mayor 5-8m de longitud) y elementos en forma de cuña claramente diferenciables al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud entre 5-8m. Anchura entre 3-4m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) asignaron a esta especie una distribución Tithónico medio-superior. En el presente estudio se ha encontrado a *N. compressus* desde la Zona de Simplisphinctes de ammonites (Subzona de *N. compressus* de nannofósiles) hasta la parte inferior de la Zona de Durangites de ammonites. Se trata, pues de una especie restringida al Tithónico superior.

Nannoconus elongatus Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus elongatus* Brönnimann, p. 38-39; pl. 1, fig. 10-14; fig. 2v-y.
1959 - *Nannoconus elongatus* Brönnimann, 1955.- Cita & Pasquaré, p. 428; fig. 6.16.
1960 - *Nannoconus elongatus* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 302-304; fig. 15a-f.
1972 - *Nannoconus elongatus* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 14; pl. 2, fig. 1?,2,4; (non pl. 2, fig. 3).

Descripción:

Nannoconus con un contorno en forma de U en sección axial y es bastante más largo que ancho. La pared es relativamente gruesa, con lados prácticamente paralelos en sección axial. Presenta una cavidad axial, de igual amplitud en todo su recorrido, y con una anchura similar a la de la pared. Las aberturas basal y apical presentan una anchura igual a la de la cavidad axial.

Discusión:

N. elongatus se diferencia de *N. truittii* Brönnimann, 1955, por presentar una relación longitud/anchura bastante mayor y una pared relativamente más delgada.

Tamaño: Longitud entre 10-13m. Anchura entre 7-9m.

Distribución:

Brönnimann (1955) citó a *N. elongatus* como un componente de su asociación 1 que aparecía junto a "globigerinas" y *Orbitolina* sp. Trejo (1960) situó la primera aparición de esta especie en la base del Barremiense. Geel (1966) observó la asociación de *N. elongatus* y *N. truittii* Brönnimann, 1955 en la sección de Los Miravetes (Prov. Murcia). Perch-Nielsen (1985a) asigna a *N. elongatus* una distribución Barremiense-Campaniense. En el presente estudio, se ha encontrado *N. elongatus* en el Barremiense-Albiense, si bien, como especie muy escasa y de registro extraordinariamente discontinuo.

Nannoconus donnatensis Déres & Achériteguy, 1980.

1980 - Nannoconus donnatensis Déres & Achériteguy, p. ??; pl. ??, fig. ??.

Descripción:

Discusión:

Tamaño:

Distribución:

Nannoconus globulus Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, p. 37-38; pl. 2, fig. 13,18,23; fig. 3a-h.
1959 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955.- Cita & Pasquaré, p. 428; fig. 6.11-6.15.
1960 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955.- Trejo, (partim), p. 285-287; pl. 2, fig. 1,2,3?,4?; (non fig. 4a-f).
1966 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955.- Geel, pl. 1A, fig. a; pl. 2Bn,s.
1972 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955.- Déres & Achériteguy, pl. 1, fig. 5,15.
1980 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955.- Déres & Achériteguy, p. 16-17; pl. 2, fig. 5,15; pl. 3, fig. 7.
1989 - *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955 ssp. globulus.- Bralower et al., p. 231; pl. 8, fig. 24.

Descripción:

Nannoconus de morfología globular y pared relativamente gruesa en

comparación con su tamaño. Cavidad axial subcircular relativamente amplia. Aberturas basal y apical estrechas.

Discusión:

N. globulus se diferencia de *N. bucheri* Brönnimann, 1955 por presentar una morfología más globular y menos alargada, aberturas basal y apical más pequeñas, y una pared relativamente más gruesa.

Tamaño: Diámetro entre 8-12m.

Distribución:

N. globulus forma parte de las asociaciones 2 y 3 de Brönnimann (1955), que se presentan respectivamente "sin calpionellas ni globigerinas" y "con calpionellas". Trejo (1960) citó a esta especie desde el Tithónico superior hasta el Hauteriviense superior y Geel (1966) en sus zonas de *Nannoconus steinmannii* y *Nannoconus kamptneri* para un intervalo de tiempo similar. Perch-Nielsen (1985a) asignó a *N. globulus* una distribución Tithónico superior-Barremiense. En el presente estudio se ha encontrado desde el Berriasiense hasta el Barremiense, aunque nunca se trata de una especie abundante.

Nannoconus grandis Déres & Achériteguy, 1980.

1989 - *Nannoconus* sp. 2.- Crux, (partim), p. 190; pl. 8.14, fig. 12; (non pl. 8.14, fig. 8,17).

Descripción:

Discusión:

Tamaño:

Distribución:

Nannoconus infans Bralower in Bralower *et al.*, 1989.

1989 - *Nannoconus infans* Bralower, p. 229-230; pl. 8, fig. 13-18.

Descripción:

Nannoconus de contorno ligeramente variable entre semicuadrado a ligeramente rectangular alargado. Posee canal axial y aberturas apical y basal muy estrechos. Los contornos de los elementos en forma de cuña que forman las paredes son invisibles al microscopio óptico.

Discusión:

N. infans se asemeja bastante a *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971, de la que se diferencia por presentar un tamaño mayor y una morfología algo más alargada. *N. infans* se diferencia de *N. dolomiticus* Cita & Pasquaré, 1959 por presentar un tamaño mucho menor, un contorno menos alargado y elementos en forma de cuña indiferenciables al microscopio óptico.

Tamaño: Longitud entre 2-6m (usualmente 3-4m).

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989) *N. infans* está presente en el Tithónico superior y Berriasiense inferior (zonas de Durangites y Jacobi de ammonites). En la Cordillera Bética (Tavera *et al.*, 1992, y en el presente estudio) se ha encontrado esta especie desde la parte superior de la Zona de Durangites hasta la parte inferior de la Zona de Jacobi de ammonites (zonas de *N. infans* y *N. wintereri* de nannofósiles). Tal como he hecho recientemente en Tavera *et al.* (in litt.), en el presente trabajo utilizo la primera aparición de esta especie como índice zonal (véase capítulo sobre bioestratigrafía).

Nannoconus fragilis Déres & Achériteguy, 1980.

1980 - Nannoconus fragilis Déres & Achériteguy, p.

Descripción:

Discusión:

Tamaño:

Distribución:

Nannoconus kamptneri Brönnimann, 1955 ssp. *kamptneri* emend. Bralower *et al.*, 1989.

1955 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, p. 37; pl. 2, fig. 14,16,20,21; fig. 2i-m.
1960 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 291-292; pl. 1, fig. 5,7; fig. 7a-f.
1972 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 11-12; pl. 1, fig. 7,8,10?,11?; (non pl. 1, fig. 9,12)
1972 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- Déres & Achériteguy, pl. 1, fig. 4.
1980 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- Déres & Achériteguy, p. 19; pl. 2, fig. 10; pl. 3, fig. 4.
1983 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955.- González-Donoso *et al.*, fig. 5.8,5.9.
1989 - *Nannoconus kamptneri* Brönnimann, 1955 ssp. *kamptneri*.- Bralower *et al.*, p. 230-231; pl. 8, fig. 32,33.

Descripción:

Nannoconus de morfología cónica, bastante más largo que ancho (longitud superior a 10m). Presenta una base redondeada y una cavidad axial amplia y alargada (con un diámetro de 4-5m). Las aberturas basal y apical son más estrechas que la cavidad axial. La pared es relativamente gruesa.

Discusión:

Bralower *et al.* (1989) enmendaron la descripción original de Brönnimann (1955) para incluir formas con una longitud superior a 10m. Las formas con igual morfología pero con longitud inferior a 10m son asignadas a *N. kamptneri* Brönnimann, 1955 ssp. *minor* Bralower in Bralower *et al.*, 1989. *N. kamptneri* ssp. *kamptneri* es similar, en su morfología externa, a *N. steinmannii* Kamptner, 1931 ssp.

steinmannii, *N. steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, 1980, y *N. colomii* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938, de los que se diferencia por la presencia de una amplia cavidad axial. Se diferencia de *N. grandis* Déres & Achériteguy, por poseer una morfología más cónica que subrectangular y una cavidad axial más estrecha.

Tamaño: Longitud entre 10-22m. Anchura entre 8-12m.

Distribución:

Brönnimann (1955) encontró esta subespecie en sus asociaciones 1 y 2 (post-calpionellas). Trejo (1960) le asignó una distribución Hauteriviense superior-Barremiense inferior. Geel (1966) citó su presencia en el Hauteriviense y Barremiense en Los Miravetes (Prov. Murcia) y Moshkovitz (1972) observó una distribución similar en Israel. Perch-Nielsen (1985a) asignó a *N. kamptneri* una distribución Berriasiense superior-Aptiense inferior. Bralower *et al.* (1989) citan a *N. kamptneri* ssp. *kamptneri* desde el Berriasiense inferior (parte superior de la Zona de Jacobi de ammonites) hasta el Barremiense. En el presente estudio se ha observado esta subespecie desde el Berriasiense (base de la Zona de Andrussowi de ammonites, Zona de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles) hasta el Barremiense. Esta subespecie es siempre un elemento relativamente poco frecuente dentro de las asociaciones, excepto en el Berriasiense y Hauteriviense superior-Barremiense.

Nannoconus kamptneri Brönnimann, 1955 ssp. *minor* Bralower in Bralower *et al.*, 1989.

Nannoconus minutus Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus minutus* Brönnimann, p. 38; pl. 2, fig. 4,6,8,12; fig. 2t-u.
1960 - *Nannoconus minutus* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 301-302; pl. 2, fig. 5; fig. 14a-f.

Descripción:

Nannoconus de morfología cuadrada y sección axial en forma de U, con paredes paralelas. La base y la región apical son planas y presentan sendas aberturas de igual tamaño que la cavidad axial, que es recta y de una anchura similar a la de la pared.

Discusión:

N. minutus es muy similar a *N. truittii* Brönnimann, 1955, del que se diferencia por poseer un tamaño notablemente menor y extremos (base y ápice) más angulosos y menos redondeados.

Tamaño: Longitud entre 5-7m. Anchura entre 5-7m.

Distribución:

Según Brönnimann (1955), *N. minutus* aparece siempre asociado a *N. truittii* Brönnimann, 1955, y es posterior a la desaparición de *N. colomii* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938 y *N. globulus* Brönnimann, 1955. Trejo (1960) asignó a esta especie una distribución Barremiense-Albiense, mientras que Geel (1966) lo limita al Aptiense-Albiense. Perch-Nielsen (1985a), basándose principalmente en datos de Déres & Achériteguy (1980) asignó a esta especie una distribución

Hauteriviense-Cenomaniense. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes en muestras de edad Barremiense.

Nannoconus regularis Déres & Achériteguy, 1980.

Nannoconus steinmannii Kamptner, 1931 ssp. *steinmannii*

1931 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, p. 288-297; fig. 2,3.
1955 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931.- Brönnimann, p. 36; pl. 1, fig. 16; pl. 2, fig. 10,15; fig. 2a-c.
1960 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931.- Trejo, p. 282-285; pl. 1, fig. 1; pl. 3; fig. 1a-e; fig. 3?.
1966 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931.- Geel, pl. 1Ab; pl. 2B,k,p.
1972 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931.- Moshkovitz, p. 11-12; pl. 1, fig. 1-6.
1980 - *Nannoconus steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *steinmannii*.- Déres & Achériteguy, p. ??.
1983 - *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931.- González-Donoso *et al.*, fig, 5.1,5.2.
1989 - *Nannoconus steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *steinmannii*.- Bralower *et al.*, pl. 8, fig. 34,35.

Descripción:

Nannoconus de morfología cónica alargada (longitud > 10m), de base redondeada. En sección axial presenta una pared gruesa que se va adelgazando progresivamente hacia el ápice y un delgado canal axial, que da lugar a dos estrechas aberturas (basal y apical).

Discusión:

Déres & Achériteguy (1980) encontraron que los primitivos especímenes de esta especie presentaban un tamaño inferior a 10m (mínimo descrito por Kamptner, 1931 y Brönnimann, 1955). Ante esto, decidieron agrupar estas formas de tamaño inferior a 10m en una categoría taxonómica con rango de subespecie: *N. steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, 1980. *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* se diferencia de *N. steinmannii* ssp. *minor* por presentar una longitud superior a 10m. Se diferencia de *N. bermudezii* Brönnimann, 1955 por presentar una longitud y una relación longitud/anchura menores; de *N. kamptneri* Brönnimann, 1955 por presentar un canal axial estrecho, en lugar de cavidad axial. Thierstein (1971a,1973a,1976) consideró esta especie como sinónima de *N. colomii* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938. En el presente estudio se mantiene la distinción entre ambas especies, basada en criterios morfológicos (ver discusión sobre *N. colomii*).

Tamaño: Longitud mayor que 10m y hasta 20m. Anchura entre 5-10m.

Distribución:

Brönnimann (1955) señaló la presencia de *N. steinmannii* en sus asociaciones 2 y 3. Trejo (1960) le asignó una distribución Tithónico superior-Hauteriviense. Geel (1966) lo restringe al intervalo Tithónico superior-Valanginiense. Moshkovitz (1972) observó que esta especie estaba presente en sus tres asociaciones (N1-N3, de edad Tithónico superior-Albiense?), si bien es mucho más frecuente en las dos más inferiores (Tithónico superior-Barremiense). Thierstein (1971a,1973a,1976) asignó a *N. colomii* (De Lapparent, 1931) Kamptner, 1938 una distribución Tithónico superior-Barremiense terminal. Perch-Nielsen (1985a), basándose fundamentalmente en datos

de Déres & Achériteguy (1980), así como Erba & Quadrio (1987) y Erba (1989) han asignado a *N. steinmannii* una distribución Tithónico superior-Barremiense. Bralower *et al.* (1989) señalaron la primera aparición de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* en el Berriasiense inferior (al final de la Subzona de Grandis de ammonites). En el presente estudio, esta subespecie se encuentra desde el Berriasiense inferior (extrema base de la Zona de Andrussowi de ammonites hasta el Albiense inferior (Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos). Sin embargo, dado que se ha detectado un cierto grado de resedimentación de algunas formas del Jurásico superior y Cretácico inferior en secuencias de edad Aptiense-Albiense inferior, se estima que los especímenes de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* encontrados en estos niveles pueden ser, seguramente, retrabajados. Siguiendo a Bralower *et al.* (1989), utilizo la primera aparición de esta subespecie para definir la base de una zona (ver capítulo sobre bioestratigrafía).

Nannoconus steinmannii Kamptner, 1931 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, 1980.

1980 - *Nannoconus steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, p. ???.
1989 - *Nannoconus steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *minor* Déres & Achériteguy, 1980.- Bralower *et al.*, pl. 8, fig. 30,31.

Descripción:

Nannoconus de morfología cónica alargada (longitud ≤ 10m), de base redondeada. En sección axial presenta una pared gruesa que se va adelgazando progresivamente hacia el ápice y un delgado canal axial, que da lugar a dos estrechas aberturas (basal y apical).

Discusión:

N. steinmannii ssp. *minor* se diferencia de *N. steinmannii* Kamptner, 1931 ssp. *steinmannii* por presentar un tamaño menor (ver discusión sobre *N. steinmannii* ssp. *steinmannii*).

Tamaño: Longitud entre 6-10m. Anchura: 4-6m.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989), la distribución de esta especie está limitada al Berriasiense inferior y medio (desde la Zona de Jacobi hasta la Zona de Occitanica de ammonites). En la Cordillera Bética (Tavera *et al.*, 1992, y en este trabajo) se ha encontrado desde la parte superior de la Zona de Jacobi hasta la parte superior de la Zona de Andrussowi de ammonites (Zonas de *N. steinmannii* ssp. *minor* y *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles). Siguiendo a Bralower *et al.* (1989), en el presente estudio se utiliza la primera aparición de esta subespecie para definir la base de una subzona (ver capítulos sobre bioestratigrafía).

Nannoconus truittii Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus truitti* Brönnimann, p. 38; pl. 2, fig. 2-5,7; fig. 2f-j.
1960 - *Nannoconus truitti* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 298-301; pl. 2, fig. 6-9; fig. 12a-f; fig. 13a-d.
1966 - *Nannoconus truitti* Brönnimann, 1955.- Geel, pl. 1Aa; pl. 2B e-g.

1972 - *Nannoconus truitti* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, p. 14; pl. 3, fig. 3.
1989 - *Nannoconus truitti* Brönnimann, 1955.- Mutterlose, pl. 7.1, fig. 6,7.

Descripción:

Nannoconus con una sección axial en forma de U, de morfología casi cuadrada, aunque a veces es levemente más largo que ancho. La porción basal es algo redondeada, mientras que la apical es plana. Las paredes son relativamente gruesas (2-3m), paralelas, y encierran una cavidad alargada de una anchura aproximadamente igual a la de la pared. Existen dos aberturas terminales, de las cuales, la basal es algo más pequeña que la apical, que tiene la misma anchura que la cavidad.

Discusión:

N. truittii se diferencia de *N. minutus* por poseer un tamaño mayor y una morfología algo más redondeada. Se diferencia de *N. elongatus* Brönnimann, 1955, por poseer una relación longitud anchura más pequeña (es una forma de sección axial más cuadrada que rectangular).

Tamaño: Longitud entre 7.5-10m. Anchura 7.5-10m.

Distribución:

Brönnimann (1955) encuentra esta especie en su asociación 1 (junto con "globigerinas"). Trejo (1960) creyó encontrarlo desde el Hauteriviense superior en México, pero evidentemente debió tratarse de una identificación errónea. Geel (1966) y Moshkovitz citaron su presencia a partir del Aptiense. Déres & Achériteguy (1980) y Perch-Nielsen (1985a), le asignaron una distribución Aptiense-Campaniense. Erba (1989) sitúa su aparición dentro del Aptiense superior. En el presente estudio se ha encontrado *N. truittii* desde el Aptiense superior hasta el Santoniense. Esta especie es, generalmente, escasa en las muestras, aunque localmente puede llegar a ser relativamente abundante.

Nannoconus wassallii Brönnimann, 1955.

1955 - *Nannoconus wassalli* Brönnimann, p. 39; pl. 1, fig. 4,8,9,15,17,21; pl. 2, fig. 22; fig. 2o-s.
1960 - *Nannoconus wassalli* Brönnimann, 1955.- Trejo, p. 295-296; pl. 1, fig. 8; fig. 9a-f.
1972 - *Nannoconus wassalli* Brönnimann, 1955.- Moshkovitz, (partim), p. 14-16; pl. 2, fig. 5?,9,10,12,13; (non pl. 2, fig. 6-8,11).

Descripción:

Nannoconus con forma de pera, de tamaño relativamente grande. Las paredes son gruesas y encierran una amplia cavidad axial en forma de pera. La forma presenta aberturas basal y apical bastante más estrechas que la cavidad axial.

Discusión:

N. wassallii se diferencia del resto de representantes de la familia, por su característica morfología piriforme y su amplia cavidad axial.

Tamaño: Longitud entre 12-20m. Anchura entre 9-14m.

Distribución:

N. wassallii forma parte de la asociación 1 (con "globigerinas") de Brönnimann (1955). Trejo (1960) asignó a esta especie una distribución Hauteriviense superior-Barremiense. Moshkovitz (1972), la encuentra formando parte de sus asociaciones 2 y 3 (Hauteriviense-Aptiense). Perch-Nielsen (1985a), basándose sobre datos de Déres & Achériteguy asignó a esta especie una distribución Barremiense-Aptiense inferior. Erba (1989) cita esta especie entre el Hauteriviense inferior y el Aptiense inferior. En el presente estudio no se han encontrado formas asignables a *N. wassallii* con anterioridad al Barremiense. Se han encontrado, sin embargo, algunos especímenes en muestras de edad Aptiense superior o Albiense inferior. Tales especímenes podrían ser, sin embargo, resedimentados dadas las características estratigráficas y sedimentológicas de las secciones en que aparecen. Esta especie presenta generalmente, en los materiales estudiados, un registro muy discontinuo y una baja frecuencia.

Nannoconus wintereri Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, 1989.

1978 - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955.- Roth, pl. 2, fig. 15.
1989 - *Nannoconus wintereri* Bralower & Thierstein in Bralower *et al.*, p. 230; pl. 8, fig. 19-21.

Descripción:

Nannoconus de morfología cónica. La anchura máxima es mayor o igual que la máxima longitud. Posee un canal axial ancho, en forma de campana y abertura basal estrecha. Algunas formas poseen una parte basal bulbosa.

Discusión:

Bralower *et al.* (1989) encontraron una gradación completa en cuanto al tamaño y a la forma entre *N. wintereri* y *N. steinmannii* Kamptner, 1931. Esta misma gradación ha podido observarse durante la realización del presente estudio. *N. wintereri* se diferencia de *N. bucheri* Brönnimann, 1955 por ser una forma menos alargada y poseer un tamaño menor y una abertura basal más estrecha.

Tamaño: Longitud entre 4-8m. Anchura ente 4-8m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) encuentran esta especie desde el Tithónico superior (Zona de Durangites de ammonites) hasta el Berriasiense inferior (Subzona de Grandis de ammonites). En la Cordillera Bética (Tavera *et al.*, 1992, y en el presente estudio) se ha encontrado una distribución totalmente equivalente (parte terminal de la Zona de Durangites y Zona de Jacobi de ammonites) a la presentada por Bralower *et al.* (1989). Al igual que hice anteriormente (Tavera *et al.*, 1992) en el presente estudio utilizo la primera aparición de *N. wintereri* como índice zonal y aproximación al límite Jurásico-Cretácico (ver capítulo sobre bioestratigrafía).

Nannoconus sp.1

Formas similares a N. compressus, pero más redondeadas y de tamaño quizá algo menor.

Nannoconus sp.2

Formas intermedias entre N. wintereri y N. kamptneri ssp. minor.

Familia Podorhabdaceae Noël 1965.

Sinónimos: Cretarhabdaceae Thierstein, 1973a, Retecapsaceae Grün in Grün & Allemann, 1975.

Cocolitos elípticos con una corona marginal relativamente estrecha, constituida por varias capas de elementos petaloideos subcuadrados yuxtapuestos, y que muestra una cruz oscura de brazos rectos cuando es observada al microscopio óptico (elementos no imbricados). Esta corona marginal rodea a un área central amplia, cruzada por varios tipos de estructuras compuestas por pequeños cristales que soportan un proceso central sólido o hueco. Tappan (1980) usó una subdivisión de la familia en tres subfamilias: Podorhabdoideae, Retecapsoideae y Cribrosphaerelloideae. Esta subdivisión fue aceptada también por Perch-Nielsen (1985a) y es usada en el presente estudio.

Subfamilia Podorhabdoideae Reinhardt, 1967.

Sinónimo: Ethmorhabdoideae Rood *et al.*, 1971.

Cocolitos elípticos con una corona marginal característica de la familia y un proceso central tubular y hueco. Los diferentes géneros se diferencian según el número y distribución de las aberturas presentes en el área central. Las especies se caracterizan por detalles en la disposición de los elementos cristalinos que forman el área central y el proceso central.

Género *Axopodorhabdus* Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Podorhabdus cylindratus* Noël, 1965, p. 103; fig. 30; pl. 9, fig. 3,7.

Cocolitos elípticos con una corona marginal típica de la familia constituida por varias capas (dos escudos más una corona de pequeños elementos subcuadrados que se dispone en torno al área central y que puede ser visible en vista distal, proximal, o ambas) de elementos petaloideos subcuadrados yuxtapuestos o ligeramente imbricados. El área central está parcialmente cubierta por elementos cristalinos de pequeño tamaño. Estos elementos se disponen formando cuatro anchas barras arqueadas alineadas paralelamente a los ejes mayor y menor de la elipse y que constituyen el soporte de un proceso central tubular y hueco. El área central presenta, de este modo, cuatro aberturas subredondeadas dispuestas simétricamente y formando ángulo con respecto a los ejes de la elipse.

Axopodorhabdus albianus (Black, 1967) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

1965 - *Rhabdosphaera* sp.- Black, p. 133, fig. 10.
1967 - *Podorhabdus albianus* Black, 1967.- Black, p. 143-144.
1968 - *Prediscosphaera? orbiculofenestra* Gartner, p. 21; pl. 25, fig. 23-25; pl. 26, fig. 8.
1971a- *Podorhabdus orbiculofenestrus* (Gartner, 1968) Thierstein, p. 478; pl. 8, fig. 9-17.
1972 - *Podorhabdus orbiculofenestrus* (Gartner, 1968) Thierstein, 1971.- Roth & Thierstein, pl. 6, fig. 1-7.
1976 - *Podorhabdus albianus* Black, 1967.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 13,14.
1977 - *Axopodorhabdus albianus* (Black, 1967) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 297.
1982 - *Podorhabdus albianus* Black, 1967.- Taylor, pl. 4.1, fig. 9; pl. 4.7, fig. 4.
1982 - *Podorhabdus albianus* Black, 1967.- Crux, pl. 5.5, fig, 1,2; pl. 5.9, fig. 8.

1988 - *Axopodorhabdus albianus* (Black, 1967) Wind & Wise, in Wise & Wind 1977.- Erba, p. 268; pl. 42, fig. 8.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad en torno a 1.23-1.30) con una corona marginal relativamente estrecha, formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por unos 40 elementos petaloideos subrectangulares no imbricados o ligeramente imbricados dextralmente y separados por suturas radiales. El escudo proximal está constituido por un ciclo de elementos (40-50) subcuadrados, con imbricación sinistral muy leve y separados por suturas rectas. La corona de elementos que rodea al área central es solamente visible en vista proximal. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras arqueadas constituidas por pequeños elementos equidimensionales, que soportan un proceso central hueco, que se eleva distalmente. Esas barras se sitúan según los ejes de la elipse y aparecen divididas longitudinalmente por medio de suturas. Las barras dejan lateralmente cuatro aberturas subredondeadas rodeadas, en su margen interno, por un estrecho ciclo de pequeños elementos equidimensionales. La anchura de las barras situadas paralelas al eje menor es aproximadamente igual a la de las que se sitúan paralelamente al eje mayor. El proceso central suele encontrarse roto cerca de la base, por lo que aparece una perforación central en la zona de intersección de las barras. Estas últimas se apoyan sobre la corona marginal, y se elevan distalmente hacia el centro, de modo que en conjunto, el cocolito es cóncavo en vista proximal y convexo en vista distal.

Discusión:

Axopodorhabdus albianus se diferencia de *A. dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1977, por presentar una elipticidad menor, barras axiales de anchura similar entre sí y no divididas longitudinalmente por suturas. *A albianus* presenta, además, aberturas menos elongadas y una corona solamente visible en vista proximal. Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados y orientación a 45 grados, son visibles las cuatro barras divididas por suturas longitudinales, mientras que en *A. dietzmannii*, con igual orientación, el área central permanece oscurecida. *A. albianus* se diferencia de *A. cylindratus* (Noël, 1965) Wind & Wise, 1977 por poseer un perfil mucho menos cónico, barras más anchas, aberturas más pequeñas en relación al tamaño del área central y corona de elementos sólo visible en vista proximal.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-8m.

Distribución:

Thierstein (1976) utilizó el biohorizonte de primera aparición de *A. albianus* como marcador zonal, asignándole una edad Albiense medio. La desaparición de esta especie tiene lugar, según el mismo autor, en el Turoniense basal. Perch-Nielsen (1979d,1985a), no considera utilizable la primera aparición de esta especie como índice en el Albiense medio, argumentando que ha sido encontrada incluso en el Barremiense. No cita, sin embargo, las fuentes de esta información. Erba (1988) utiliza asimismo la primera aparición de *A. albianus* en el Albiense medio para definir la base de una de sus zonas. Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990), sitúa el biohorizonte de última aparición de esta especie coincidente con el límite Cenomaniense-Turoniense. En la Cordillera Bética se ha encontrado *A. albianus*, como especie relativamente poco frecuente, desde el Albiense medio (Zona de *Ticinella*

primula de foraminíferos planctónicos y Zona de *Prediscosphaera columnata* de nannofósiles) hasta el Cenomaniense superior (Zona de *Rotalipora cushmani* de foraminíferos planctónicos y Zona de *Corollithion kennedyi* de nannofósiles). En el Barremiense y Aptiense no se han encontrado en absoluto formas similares, lo que está en contra de la sospecha de Perch-Nielsen (1979d,1985a) de que esta especie se encuentre por debajo del Albiense.

Axopodorhabdus cylindratus (Noël, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

1965 - *Podorhabdus cylindratus* Noël, p. 103-104; fig. 30; pl. 9, fig. 3-7.
1976 - *Podorhabdus cylindratus* Noël, 1965.- Thierstein, p. 351; pl. 2, fig. 10,11.
1977 - *Axopodorhabdus cylindratus* (Noël, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 297; pl. 80, fig. 5,6; pl. 81, fig. 1-4; pl. 88, fig. 5,6.
1982 - *Podorhabdus cylindratus* Noël, 1965.- Hamilton, pl. 3.3, fig. 2.
1982 - *Podorhabdus dietzmannii* Reinhardt, 1965.- Taylor (partim), pl. 4.1, fig. 5; (non pl. 4.1, fig. 6).
1983 - *Axopodorhabdus cylindratus* (Noël, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.- Wise, p. 512; pl. 32, fig. 6.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.16-1.31) con una corona marginal relativamente estrecha, formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por unos 40 elementos petaloideos subrectangulares no imbricados y separados por suturas radiales. El escudo proximal está constituido por un ciclo de elementos separados por suturas rectas. La corona, constituida por elementos subcuadrados ligeramente imbricados y separados por suturas rectas es visible en vista distal y proximal. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras fuertemente arqueadas constituidas por pequeños elementos equidimensionales, que soportan un proceso central hueco que se eleva distalmente. Esas barras se sitúan según los ejes de la elipse y aparecen divididas longitudinalmente por medio de suturas. Las barras dejan lateralmente cuatro aberturas subelipsoidales alargadas rodeadas, en su margen interno, por un estrecho ciclo de pequeños elementos equidimensionales. La anchura de las barras situadas paralelamente al eje menor es aproximadamente igual a la de las que se sitúan paralelamente al eje mayor. El proceso central suele encontrarse roto cerca de la base, por lo que aparece una perforación central en la zona de intersección de las barras. Estas últimas se apoyan sobre los elementos de la corona, y se elevan distalmente hacia el centro, de modo que en conjunto, el cocolito presenta un perfil fuertemente cónico.

Discusión:

Axopodorhabdus cylindratus se diferencia de *A. dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1977 por poseer una elipticidad menor, un perfil mucho más cónico y barras divididas por suturas longitudinales. Se diferencia de *A. albianus* (Black, 1967) Wind & Wise, 1977 por presentar una corona de elementos observables en vista proximal y distal y un perfil mucho más cónico (ver discusión en *A. albianus*).

Tamaño: Longitud del eje mayor en torno a 7-8.5m.

Distribución:

Thierstein (1976) y Hamilton (1982) sitúan el biohorizonte de primera aparición de A. cylindratus en torno al Pliensbachiense superior. En lo referente a su última aparición existe escaso acuerdo. Thierstein (1976) la sitúa próxima al límite Oxfordiense-Kimmeridgiense. Según Hamilton (1982) ésta tiene lugar en el Tithónico. Bralower *et al.* (1989) citan la presencia de *A. cylindratus* en el Berriasiense superior (Zona de Boissieri de ammonites). En el presente estudio se ha encontrado a *A. cylindratus*, como especie muy rara en las muestras, hasta el Valanginiense (claramente asociado a *Calcicalathina oblongata* Thierstein, 1971).

Axopodorhabdus dietzmannii (Reinhardt, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

1965 - *Ahmuellerella dietzmani* Reinhardt, p. 30; fig. 1; pl. 1, fig. 1.
1966 - *Cretarhabdus dietzmani* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, p. 27; fig. 23; pl. 22, fig. 1.
1967 - *Podorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, p. 169; fig. 4.
1969 - *Podorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, 1967.- Bukry, p. 37; pl. 1, fig. 1-3.
1971a- *Podorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, 1967.- Thierstein, p. 478; pl. 8, fig. 1-8.
1977 - *Axopodorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 297; pl. 58, fig. 3,4.
1980 - *Axopodorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.- Hattner & Wise, p. 57; pl. 3, fig. 6,7.
1982 - *Podorhabdus dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, 1967.- Taylor, (partim), pl. 4.1, fig. 6,7; pl. 4.7, fig. 3.; (non pl. 4.1, fig. 5).
1982 - *Podorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Reinhardt, 1967.- Crux, pl. 5.9, fig. 9.
1983 - *Axopodorhabdus dietzmanni* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1983 in Wise, p. 513; pl. 32, fig. 5.
1987 - *Axopodorhabdus* sp. cf. *A. dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1983.- Covington & Wise, p. 636; pl. 13, fig. 6.
1988 - *Axopodorhabdus dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1983.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 27, fig. 8.
1989 - *Axopodorhabdus dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise, 1983.- Crux, p. 182; pl. 8.3, fig. 8; pl. 8.11, fig. 18-20.
1991 - *Axopodorhabdus dietzmannii* (Reinhardt, 1965) Wind & Wise.- Aguado *et al.*, fig. 6.28.

Descripción:

Cocolitos elípticos, (elipticidad en torno a 1.30-1.45) con una corona marginal relativamente estrecha, formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por unos 40 elementos petaloideos subrectangulares con una leve imbricación dextral y separados por suturas radiales. El escudo proximal está constituido por un ciclo de elementos separados por suturas rectas. Rodeando al área central, aparece una corona de elementos subcuadrados, no imbricados o con muy ligera imbricación, que son más visibles en vista distal que en vista proximal. Los elementos de la corona se inclinan abcentralmente, mientras que los del escudo distal se inclinan adcentralmente. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras arqueadas constituidas por pequeños elementos equidimensionales, que soportan un proceso central hueco, que se eleva distalmente. Esas barras se sitúan según los ejes de la elipse de modo que dejan lateralmente cuatro aberturas alargadas subelipsoidales rodeadas, en su margen interno por un estrecho ciclo de pequeños elementos equidimensionales. La anchura de las barras situadas paralelamente al eje menor es claramente mayor a la de las que se sitúan paralelamente al eje mayor. El proceso central suele encontrarse roto cerca de la base, por lo que aparece una perforación central en la zona de intersección de las barras. Estas últimas se apoyan

sobre el ciclo interno de la corona marginal, y se elevan distalmente hacia el centro, de modo que en conjunto, el cocolito presenta un perfil ligeramente cónico.

Discusión:

Axopodorhabdus dietzmannii se diferencia de *A. albianus* (Black, 1967) Wind & Wise, 1977 por presentar una corona de elementos muy visible en vista distal, barras de anchura desigual no divididas longitudinalmente y una elipticidad mayor. Se diferencia de *A. cylindratus* (Noël, 1965) Wind & Wise, 1977 por presentar una mayor elipticidad, un perfil menos cónico y barras de anchura desigual.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-8.5m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) señalan la primera aparición de *A. dietzmannii* en torno al Berriasiense inferior. En lo que respecta a la última aparición de esta especie, Taylor (1982) y Crux (1982) la sitúan en el Turoniense. Así mismo Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990) lo citan en el Turoniense medio. En el presente estudio, *A. dietzmannii* es siempre una especie escasa y de registro poco continuo. Se ha encontrado desde el Valanginiense hasta el Albiense.

Género *Ethmorhabdus* Noël, 1965.

Especie tipo, por designación original: *Ethmorhabdus gallicus* Noël, 1965, p. 110; fig. 33-34; pl. 10, fig. 1.2.5.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos petaloideos, no imbricados o con leve imbricación y separados por suturas rectas y radiales. El área central está totalmente cubierta por pequeños elementos equidimensionales, dispuestos de manera que forman una rejilla perforada, con multitud de perforaciones (más de 20). Sobre esta rejilla perforada, y en el centro, se dispone un proceso central hueco que se eleva distalmente.

Ethmorhabdus hauterivianus (Black, 1971) Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.

1971 - *Cribrosphaera hauteriviana* Black, p. 421; pl. 33, fig. 8.
1979 - *Ethmorhabdus gallicus* Noël, 1965.- Wind & Cepek, p. 229; pl. 6, fig. 7-12.
1984 - *Cribrosphaerella? hauteriviana* (Black, 1971) Perch-Nielsen, p. 43.
1987 - *Ethmorhabdus? hauterivianus* (Black, 1971) Applegate *et al.* in Covington & Wise, p. 630; pl. 14, fig. 2-5.
1988 - *Ethmorhabdus hauterivianus* (Black, 1971) Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Applegate & Bergen, p. 317; pl. 19, fig. 6,9,10,12.
1989 - *Ethmorhabdus hauterivianus* (Black, 1971) Applegate *et al.* in Covington & Wise 1987.- Crux, p. 186; pl. 8.3, fig. 10; pl. 8.11, fig. 31-34.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.16-1.35) con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por unos 50 elementos petaloideos, no imbricados o con ligera imbricación sinistral y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal, más estrecho que el distal, está constituido por

unos 50 elementos petaloideos no imbricados, y separados por suturas rectas y radiales. Rodeando el margen interno de la corona marginal hay una corona formada por elementos subcuadrados separados por suturas rectas y radiales, que presentan inclinación abcentral. El área central es muy amplia y está totalmente cubierta por una rejilla con multitud de perforaciones, formada por diminutos cristales equidimensionales. En el área central, sobre la rejilla, puede aparecer un proceso central hueco muy disminuido, o éste puede estar totalmente ausente.

Discusión:

Ethmorhabdus hauterivianus se diferencia de *E. gallicus* Noël, 1965 por no poseer proceso central o tenerlo muy disminuido. Los escasos especímenes observados en el presente estudio no presentan restos visibles de proceso central, aunque en general es muy difícil determinar si dicho proceso está o no presente, ya que la rejilla central suele estar rota. Si se demuestra que estas formas no poseen proceso central, sería preciso enmendar la definición genérica para acomodar en ella a este descendiente cretácico de *E. gallicus*. Algunas de las formas observadas en el presente estudio poseen una corona marginal muy ancha en relación con el tamaño del área central. Tales formas se han considerado bajo el nombre de *Ethmorhabdus* sp. cf. *E. hauterivianus*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor próximo a 7.5-9m.

Distribución:

Covington & Wise (1987) citan esta especie desde el Valanginiense al Barremiense. Applegate & Bergen (1988) la encuentran sólo en el Valanginiense y Hauteriviense, mientras que Crux (1989) la cita desde el Berriasiense hasta el Barremiense inferior. Estas discrepancias en lo que se refiere a la distribución de *E. hauterivianus* se deben a que se trata de una especie de difícil identificación y de registro muy discontinuo. En el presente estudio se han encontrado sólo algunos especímenes en muestras de edad Valanginiense y Hauteriviense.

Género *Podorhabdus* Noël, 1965 emend. Wind & Wise, 1977.

Sinónimo: *Hemipodorhabdus* Black, 1971.
Especie tipo, por designación original: *Podorhabdus grassei* Noël, 1965, p. 103; pl. 9, fig. 1,2.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos monocíclicos constituidos por elementos no imbricados o sólo ligeramente imbricados y un área central parcialmente cubierta por una barra transversal ancha. Esta barra está constituida por numerosos elementos cristalinos de muy pequeño tamaño, y constituye la base de un proceso central hueco que se eleva distalmente. La barra deja dos aberturas arqueadas en el área central, dispuestas hacia los polos del eje mayor de la elipse.

Noël (1965) describió la especie tipo del género *Podorhabdus* (*P. grassei*) como una forma con cuatro barras que soportan un proceso central hueco. Wise & Wind (1977) estudiaron las ilustraciones del holotipo (Noël, 1965; pl. 9, fig. 1-2) realizadas con microscopio electrónico de barrido revelando la presencia de sólo dos

barras y dos perforaciones en el área central. Por este motivo, estos autores redefinieron el género *Podorhabdus* para ajustarse a su holotipo (*P. grassei*) y crearon el género Axopodorhabdus, para formas con cuatro barras alineadas con los ejes de la elipse. De este modo, resulta que el género *Hemipodorhabdus* Black, 1971 es superfluo y puede considerarse sinónimo de *Podorhabdus*.

Podorhabdus gorkae Reinhardt, 1969.

1969 - *Podorhabdus gorkae* Reinhardt, p. 933; pl. 1, fig. 1,2.
1970 - *Podorhabdus gorkae* Reinhardt, 1969 .- Reinhardt, (partim), p. 87; pl. 6, fig. 7,8; (non fig. 108; pl. 7, fig. 8).
1971 - *Hemipodorhabdus latiforatus* Black, p. 404; pl. 31, fig. 6.
1972 - *Hemipodorhabdus biforatus* Black, p. 37; pl. 10 fig. 6-10.
1975 - *Hemipodorhabdus gorkae* (Reinhardt, 1969) Grün in Grün & Allemann, p. 171; fig. 14c.
1975 - *Hemipodorhabdus niger* Grün in Grün & Allemann, p. 172.
1982 - *Hemipodorhabdus gorkae* (Reinhardt, 1969) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.1, fig. 1-3; pl. 4.7, fig. 1.
1987 - *Hemipodorhabdus gorkae* (Reinhardt, 1969) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Jakubowski, p. 110; pl. 1, fig. 16,17.
1989 - *Hemipodorhabdus gorkae* (Reinhardt, 1969) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Crux, p. 186; pl. 8.3, fig. 12; pl. 8.11, fig. 21.
1991 - *Hemipodorhabdus* sp.- Aguado *et al.*, fig. 6.19.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad en torno a 1.25-1.40) con una corona marginal formada por dos escudos de elementos no imbricados o muy ligeramente imbricados. El escudo distal está constituido por unos 28 elementos petaloideos separados por suturas rectas y radiales y que se inclinan adcentralmente. El escudo proximal es ligeramente más estrecho y está constituido por unos 24 elementos petaloideos separados por suturas rectas y radiales. El área central es de amplitud variable en comparación con la anchura de la corona marginal; está rodeada por una corona de elementos subcuadrados que se inclinan abcentralmente y parcialmente cubierta por una ancha barra transversa constituida por diminutos cristales. Esta barra deja dos aberturas de tamaño variable, alineadas con el eje mayor de la elipse y es la base de un proceso central hueco que se eleva distalmente.

Discusión:

Grün en Grün & Allemann (1975) describió *Hemipodorhabdus niger* sobre una fotografía realizada con microscopio electrónico y publicada por Black (1972, pl. 10, fig. 8,10) con el nombre de *H. biforatus*. Esta última especie se considera sinónima de *Podorhabdus gorkae*, al tiempo que el género *Hemipodorhabdus* se considera sinónimo de *Podorhabdus* (ver descripción genérica). Grün establece las diferencias entre su '*H. niger*' y *P. gorkae*, alegando que la primera especie posee una barra formada por elementos relativamente gruesos, que no sustentan ningún proceso hueco ni muestran abertura central. Si esto fuese realmente así, la asignación de la especie '*H. niger*' al género *Hemipodorhabdus*, e incluso a la subfamilia, no estaría en absoluto justificada. '*H. niger*' presenta, además, aberturas circulares dispuestas según el eje mayor de la elipse, pero de menor tamaño que P. gorkae. Tras la observación y estudio del holotipo de '*H. niger*' mi conclusión es que no puede observarse con claridad si esta especie posee o no proceso hueco, ya que el área central está un poco cubierta por elementos recalcificados. Durante el presente

estudio se han encontrado algunas formas prácticamente idénticas a '*H. niger*', pero con la abertura central (aunque reducida) que constituye el resto del proceso hueco (*Hemipodorhabdus* sp. en Aguado *et al.*, 1991; fig. 6.19). Por este motivo, '*H. niger*' es considerado aquí en sinonimia con *P. gorkae*. Se han observado, sin embargo, algunas diferencias entre ambos, ya que el primero presenta una corona mucho más ancha que el segundo, y aberturas más pequeñas. En el presente estudio se ha estimado que tales diferencias (difícilmente observables por otro lado) no son suficientes para separar especies. Existe toda una transición morfológica desde formas con cuatro aberturas dispuestas según los ejes de la elipse, de las cuales las situadas según el eje menor son más pequeñas (asignadas generalmente al género *Tetrapodorhabdus* Black, 1971) y formas con sólo dos aberturas dispuestas según el eje mayor de la elipse (asignadas al género *Podorhabdus* Noël, 1965). Esta serie incluye a las especies *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre, 1954) Wind & Wise, 1977 y *Podorhabdus gorkae* Reinhardt, 1969 (para más detalles, ver Grün & Allemann, 1975). Existen algunos especímenes (pertenecientes al género *Tetrapodorhabdus*) con aberturas laterales tan pequeñas que son indiferenciables al microscopio óptico, y serían clasificados como *P. gorkae*. Por este motivo, algunos autores (Crux, 1989) agrupan a ambas especies en sus cuadros de distribución. De todas formas, es indudable que estas especies presentan una construcción y una morfología muy similares.

Tamaño: Diámetro mayor entre 4-7m.

Distribución:

Según Taylor (1982), el rango total de P. gorkae es Berriasiense-Albiense. Jakubowski (1987) lo encuentra desde el Berriasiense superior (Ryazaniense en el dominio Boreal) hasta el Albiense superior, y utiliza su última aparición como marcador del límite entre zonas. Crux (1989) opta por una distribución combinada con la de *T. coptensis*, dada la similitud estructural de ambas especies. En el presente estudio *P. gorkae* sólo ha sido encontrado en algunas muestras de edad Aptiense inferior y Albiense, estudiadas con el microscopio electrónico de barrido.

Género *Tetrapodorhabdus* Black, 1971.

Especie tipo, por designación original: *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, 1971, p. 411; pl. 31, fig. 7.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos monocíclicos constituidos por elementos no imbricados o sólo ligeramente imbricados y un área central parcialmente cubierta por cuatro barras oblicuas con respecto a los ejes de la elipse. Estas barras están constituidas por numerosos elementos cristalinos de muy pequeño tamaño, y constituyen el soporte de un proceso central hueco que se eleva distalmente. Las barras dejan cuatro aberturas subredondeadas y desiguales en el área central. Dos de ellas (de mayor tamaño) se disponen según el eje mayor de la elipse y las otras dos (de menor tamaño) se disponen según el eje menor.

Tetrapodorhabdus decorus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.

1954 - *Rhabdolithus decorus* Deflandre & Fert, p. 159; fig. 87; pl. 13, fig. 4-6.
1964 - *Cretarhabdus? decorus* (Deflandre & Fert, 1954) Bramlette & Martini, p. 300; pl. 3, fig. 9-12.

1965 - *Ahmuellerella granulata* Reinhardt, p. 39; pl. 3, fig. 2.
1968 - *Cretarhabdus decorus* (Deflandre & Fert, 1954) Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, p. 22; pl. 4, fig. 15,16; pl. 11, fig. 13,14.
1969 - *Podorhabdus granulatus* (Reinhardt, 1965) Bukry, p. 37; pl. 16 fig. 4-6.
1971 - *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, p. 411; pl. 31, fig. 7.
1971 - *Tetrapodorhabdus hunmanbiensis* Black, p. 411; pl. 31, fig. 8.
1972 - *Hemipodorhabdus biforatus* Black, (partim), p. 37; pl. 10, fig. 6,9; (non pl. 10, fig. 7,8,10).
1972 - *Podorhabdus decorus* (Deflandre, 1959) Thierstein in Roth & Thierstein, p. 437-438; pl. 4, fig. 7-13.
1975 - *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, 1971.- Grün & Allemann, p. 171; fig. 14b; pl. 3, fig. 11,12.
1975 - *Tetrapodorhabdus granulatus* (Reinhardt, 1965) Grün in Grün & Allemann, p. 170; fig. 13; pl. 3, fig. 10.
1977 - *Podorhabdus decorus* (Deflandre & Fert, 1954) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Verbeek, p. 107; pl. 9, fig. 11.
1977 - *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 307; pl. 59, fig. 3-6.
1980 - *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977.- Hattner & Wise, p. 67; pl. 31, fig. 7-9; pl. 32, fig. 1,2.
1982 - *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.1, fig. 4,8; pl. 4.7, fig. 2.
1987 - *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre, 1959) Wind & Wise in Wise & Wind 1977.- Jakubowski, p. 111; pl. 1, fig. 14,15.
1989 - *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, 1971.- Crux, p. 198; pl. 8.3, fig. 11.
1991 - *Tetrapodorhabdus coptensis* Black, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 6.18.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad en torno a 1.15-1.30) con una corona marginal formada por dos escudos de elementos no imbricados o muy ligeramente imbricados. El escudo distal está constituido por unos 25-35 elementos petaloideos separados por suturas rectas y radiales y que se inclinan adcentralmente. El escudo proximal es ligeramente más estrecho y está constituido por unos 30 elementos petaloideos separados por suturas rectas y radiales. El área central es relativamente amplia en comparación con la anchura de la corona marginal; está rodeada por una estrecha corona de elementos subcuadrados que se inclinan abcentralmente y parcialmente cubierta por cuatro barras constituidas por diminutos cristales y dispuestas oblicuamente con respecto a los ejes de la elipse. Estas barras son el soporte de un proceso central hueco que se eleva distalmente y dejan cuatro aberturas de diferente tamaño en las direcciones de los ejes de la elipse. Las aberturas situadas según el eje mayor son de mayor tamaño que las alineadas según el eje menor.

Discusión:

Grün (in Grün & Allemann, 1975) diferenciaron las especies *Tetrapodorhabdus granulatus* (Reinhardt, 1965) Grün, 1975 (= *T. decorus*) y *T. coptensis* Black, 1971 teniendo en cuenta la relación entre los diámetros de las aberturas mayores (D) y los de las aberturas menores (d). Estos autores consideraron como *T. coptensis* todos aquellos especímenes en que $D/d \geq 2$, y *T. decorus* aquellos en que $1 > D/d < 2$. Según ellos, ambas morfologías presentan distribuciones diferentes (Berriasiense medio-Maastrichtiense y Berriasiense medio respectivamente). A lo largo del presente estudio se han observado especímenes asignables a *T. coptensis* en niveles estratigráficos mucho más recientes (Aptiense). Por otro lado, tras un estudio de las distintas ilustraciones encontradas en la literatura, he podido comprobar que

existen especímenes asignables a *T. coptensis* en el sentido de Grün en sedimentos de edad Santoniense (Bukry, 1969; pl. 16, fig. 5,6). A lo anterior hay que unir el hecho de que la mencionada diferenciación es difícilmente realizable utilizando el microscopio óptico, a menos que se cuente con un dispositivo de observación con contraste de fase. Ante todo esto, y la escasa relevancia de estas morfologías desde el punto de vista bioestratigráfico, he optado por seguir a Wind & Wise (1977) y considerar a *Tetrapodorhabdus coptensis* como un sinónimo de *T. decorus* al igual que hacen otros muchos autores (Hattner & Wise, 1980; Wise, 1983; Jakubowski, 1987). Es preciso remarcar, sin embargo, que las morfologías con aberturas laterales (en el sentido del eje menor de la elipse) muy pequeñas son mucho más abundantes en los sedimentos del Cretácico inferior, y que, en general, las formas del Cretácico inferior son más pequeñas que las encontradas en el superior. Si se trata de dos especies distintas, es preciso realizar un estudio morfológico y morfométrico mucho más detallado para poder diferenciarlas, ya que la relación establecida por Grün (in Grün & Allemann, 1975) no es válida.

Tamaño:

Diámetro mayor alrededor de 6-9m.

Distribución:

Según varios autores (Grün & Allemann, 1975; Taylor, 1982) el rango estratigráfico de esta especie abarca desde el Berriasiense medio hasta el final del Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado desde el Hauteriviense superior hasta el Maastrichtiense terminal. No se descarta, sin embargo que pueda encontrarse en niveles más bajos, ya que se trata de una especie pequeña, bastante rara a nivel de muestra y relativamente difícil de identificar en material que presenta recalcificación.

Subfamilia Retecapsoideae Black, 1972.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por uno o dos ciclos de elementos no imbricados o con escasa imbricación y el proximal está constituido por un sólo ciclo de tales elementos. El área central está parcial o totalmente cubierta por varios tipos de estructuras, que constituyen la base de un proceso central macizo que se eleva distalmente. La diferencia más importante entre esta subfamilia y la Podorhabdoideae es precisamente la presencia de un proceso central macizo, en lugar de hueco.

Género *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1964, emend.

Sinónimo: *Allemannites* Grün, in Grün & Allemann, 1975.
Especie tipo, por designación original: *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964, p. 299; pl. 3, fig. 5-8.

Cocolitos elípticos a subcirculares con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos no imbricados o ligeramente imbricados y separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas. El área central está parcialmente cubierta por una cruz axial fibrosa, cuyos brazos se disponen según los ejes de la elipse. Esta cruz define sobre el área central cuatro cuadrantes que se encuentran cubiertos por elementos que forman un entramado con pequeñas

perforaciones en número variable. Los brazos de la cruz axial soportan, en su intersección, un proceso central macizo.

La enmienda sobre la descripción original es sugerida ya por Perch-Nielsen (1985a), y consiste en restringir el concepto genérico acercándolo a la especie tipo. Las perforaciones del área central deben estar dispuestas en ciclos, en un número mínimo de dos. Con esta restricción se pretende separar a *C. conicus* y formas similares, del grupo integrado por *Retecapsa octofenestrata-R. angustiforata-R. schizobrachiata* y *Stradneria surirella* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) que son más afines entre sí (ver más abajo las discusiones sobre los géneros *Retecapsa* Black, 1971 y *Stradneria* Reinhardt, 1964 y de las especie incluidas en ambos).

Grün (en Grün y Allemann, 1975) describió el género *Allemannites* para aquellas formas en las que las perforaciones del área central aparecen alineadas perpendicularmente a las barras no estriadas que a veces cubren los cuadrantes del área central. Según este autor, en *Cretarhabdus*, las perforaciones se disponen en el área central formando ciclos concéntricos. En el presente estudio, tal diferencia no se considera significativa a nivel genérico, por lo que *Allemannites* es considerado como sinónimo de *Cretarhabdus*.

Cretarhabdus conicus Bramlette & Martini, 1964.

1964 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, p. 299; pl. 3, fig. 5-8.
1965 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Manivit, p. 193; pl. 1, fig. 2a-d.
1966 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Stover, p. 140; pl. 1, fig. 19,20.
1968 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, (partim), p. 21-22; pl. 1, fig 11; (non pl. 3, fig 5-6; pl. 4, fig 9-12; pl. 11, fig. 12; pl. 14, fig. 7-9; pl. 16, fig. 12-14;pl. 17, fig, 10; pl. 20, fig. 8,9; (?) pl. 22, fig. 20,21; (?) pl. 24, fig, 11; pl. 25, fig. 3,4).
1969 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Bukry, p. 35; pl. 13, fig. 7-12.
1971a- *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Thierstein, p. 477; pl. 6, fig. 7-12.
1971 - *Cretarhabdella lateralis* Black, p. 400; pl. 31, fig. 5.
1971 - *Cretarhabdus barremianus* Black, p. 402; pl. 31, fig. 3.
1971 - *Cretarhabdus multiforus* Black, p. 402; pl. 31, fig. 1.
1971 - *Cretarhabdus primus* Black, p. 402; pl. 31, fig. 2.
1972 - *Cretarhabdella lateralis* Black, p. 46; pl. 14, fig. 4-6.
1972 - *Cretarhabdella spectabilis* Black, p. 47; pl. 16, fig. 1-5.
1972 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Forchheimer, p. 50-51; pl. 19, fig. 1-3.
1973 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Priewalder, p. 17; pl. 7, fig. 1-4.
1977 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Wise & Wind, (partim), pl. 69, fig. 2-5; (non pl. 69, fig. 6).
1980 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Hattner & Wise, p. 60; pl. 10; fig. 8,9; pl. 11, fig. 1-6.
1980 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970 emend. Thierstein, 1971.- Hattner & Wise, (partim), p. 61; pl. 13, fig. 4; (non pl. 12, fig. 9; pl. 13, fig. 1-3).
1981 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Smith, (partim), p. 35-37; pl. 2, fig 45-48; pl. 3, fig 10-15 (non pl. 2, fig. 37-44; pl. 3, fig. 1-9, 16-19).
1982 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Taylor, pl. 4.3, fig. 11,12.
1982 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Crux, pl. 5.5, fig. 7.
1986 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado, p. 26-27; L. 3, fig. 19.
1989 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Crux, p. 184; pl. 8.4, fig. 1; pl. 8.11, fig. 12,13.
1990a- *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 6a (derecha).

1991 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado *et al.*, fig. 4.9; fig. 5.11.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.12-1.25) con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos no imbricados o ligeramente imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo distal está constituido por dos ciclos, cada uno con unos 28-32 elementos. El ciclo externo (inferior) es de anchura considerable, aunque ligeramente menor que la del interno (superior). El escudo proximal está constituido por 28-32 elementos separado por suturas rectas y radiales. El área central está parcialmente cubierta por una cruz axial fibrosa, cuyos brazos se disponen según los ejes de la elipse. Esta cruz define sobre el área central cuatro cuadrantes que se encuentran cubiertos por un entramado que presenta, típicamente, 3 ciclos de pequeñas perforaciones alternas. Los brazos de la cruz axial soportan, en su intersección, un proceso central macizo.

Discusión:

Cretarhabdus conicus se diferencia de *Stradneria crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Noël, 1970 por presentar 3 o más ciclos de perforaciones y una cruz axial gruesa y marcadamente fibrosa. Se diferencia de *Cretarhabdus inaequalis* Crux, 1987 por una cruz axial fibrosa, perforaciones ordenadas formando ciclos en el área central y un proceso central macizo.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor muy variable, en torno a 6-12m.

Distribución:

La primera aparición de *Cretarhabdus conicus* es citada por Bralower *et al.* (1989) en el Berriasiense inferior. Su última aparición es situada por la mayoría de los autores en el límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio *C. conicus* se ha encontrado desde el Berriasiense superior hasta el Maastrichtiense superior, siempre escaso y con un registro relativamente discontinuo. Esta, junto con la mala preservación de las muestras correspondientes al Berriasiense inferior, puede ser la causa de que no haya sido encontrado en el esos niveles.

Cretarhabdus inaequalis Crux, 1987.

1987 - *Cretarhabdus inaequalis* Crux, p. 32; pl. 1, fig. 3-5.
1989 - *Cretarhabdus inaequalis* Crux, 1987.- Crux, p. 184; pl. 8.4, fig. 7-10; pl. 8.11, fig. 14,15.
1991 - *Cretarhabdus inaequalis* Crux, 1987.- Aguado *et al.*, fig. 6.17.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.40) con una corona marginal formada por dos escudos, constituidos por elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, uno interno y otro externo. El externo suele ser más estrecho que el interno y está constituido por 20-30 elementos no imbricados y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno es más ancho y está constituido por 25-30 elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El

escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por unos 30 elementos no imbricados y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central es de amplitud variable y está cubierta por elementos granulares que se disponen en torno a dos suturas aproximadamente coincidentes con los ejes de la elipse. Sobre el área central pueden aparecer o no una serie de aberturas irregulares dispuestas aproximadamente en el sentido del eje mayor de la elipse y a ambos lados de la sutura longitudinal. No presenta restos de proceso central.

Discusión:

C. inaequalis se diferencia del resto de representantes de la subfamilia Retecapsoideae Black, 1972 por presentar un área central cubierta por elementos granulares dispuestos al azar en torno a dos suturas axiales. Esta especie ha sido tentativamente situada en el género Cretarhabdus por el hecho de que puede presentar varios ciclos de pequeñas aberturas sobre el área central. Sin embargo, no cumple con otro de los requisitos del género, que es poseer un proceso central macizo y una cruz axial fibrosa.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4.5-6m.

Distribución:

Crux (1989) asigna a esta especie un rango Hauteriviense superior-Barremiense. En el presente estudio se ha encontrado *C. inaequalis*, como especie muy poco frecuente y de registro discontinuo, a lo largo de todo el Barremiense.

Cretarhabdus loriei Gartner, 1968.

1963 - non *Arkhangelskiella striata* Stradner, p. 176; pl. 1, fig. 1.
1966 - *Arkhangelskiella striata* Stradner, 1963.- Stover, p. 137; pl. 2, fig. 3,4.
1968 - *Cretarhabdus loriei* Gartner, p. 21; pl. 24, fig. 9-10.
1969 - *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968.- Bukry, p. 36; pl. 15, fig. 1-3.
1972 - (?) *Cretarhabdus biseriatus* Forchheimer, p. 50; pl. 19, fig. 5,6; pl. 21, fig. 6.
1973a- *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968.- Thierstein, p. 40; pl. 4, fig. 1-5.
1973 - *Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black ssp. *magnus* (partim), p. 53; pl. 17, fig. 3-6; (non fig. 10,11).
1975 - *Allemannites striatus* (Stradner, 1963) Grün in Grün & Allemann, p. 177.
1977 - *Cretarhabdus loriei* Gartner, 1968.- Verbeek, p. 102; pl. 8, fig. 8.
1982 - *Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black, 1973.- Taylor, pl. 4.3, fig. 11,12; pl. 4.7, fig. 19.
1982 - *Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black, 1973.- Crux, pl. 5.5, fig. 6.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.30), con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos, uno externo y otro interno. El ciclo externo es más estrecho que el interno y está constituido por 30-35 elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno es más ancho que el externo y está constituido por un número similar de elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal está formado por 30-35 elementos ligeramente imbricados sinistralmente y separados por suturas rectas y radiales. El área central es amplia y

está atravesada por 4 barras fibrosas en forma de cruz alineadas con respecto a los ejes de la elipse, que constituyen el soporte de un proceso central macizo. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central, se encuentra a su vez cubierto por un grupo (usualmente 6-7) de pequeñas barras diagonales, a manera de costillas, que se extienden desde las barras axiales hasta el margen interno de la corona marginal. Estas pequeñas barras forman un ángulo entre 45-60 grados con respecto al eje mayor de la elipse. Sobre cada estructura diagonal aparecen 2 o más perforaciones en la zona más cercana a la corona marginal. Las estructuras del área central se elevan distalmente sobre la corona marginal.

Discusión:

Wise (1983) demostró que el holotipo de *Arkhangelskiella striata* Stradner, 1963 (= *Crucicribrum striatum* (Stradner, 1963) Wise, 1983) es una forma radicalmente distinta de '*Cretarhabdus striatus* (Stradner, 1963) Black, 1973. Es decir, el basiónimo de *C. striatus* es realmente una forma perteneciente a la familia Arkhangelskiellaceae Bukry, 1969, por lo que el nombre '*C. striatus*' utilizado por Black (1973) es inválido. El nombre válido es, por tanto, *C. loriei* Gartner, 1968 (ver lista de sinónimos).

Applegate *et al.* (in Covington & Wise, 1987; p. 629-630; pl. 16, fig. 3,4) describieron unas formas muy semejantes a *Cretarhabdus loriei*, y que estos autores denominan *Cretarhabdus? delicatus*. En tal descripción no se da una diagnosis diferencial para separar ambas especies, aunque estos autores las separan en su trabajo. *C. delicatus* parece ser una forma mucho más cónica y con un área central más reducida en comparación con la anchura de la corona marginal. Por otro lado, aunque el área central está cubierta por barras diagonales, su estructura y disposición de las aberturas parece ser distinta de la que presenta C. loriei. En el presente estudio no se han encontrado morfologías símilares a *C. delicatus*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7.5-9m.

Distribución:

Gartner (1968) describió esta especie procedente del Cenomaniense superior-Turoniense de Texas (Eagle Ford Shale). Posteriormente, Bukry (1969) la encontró también en el Santoniense y Campaniense. Black, (1973) la encuentra en el Albiense medio de Inglaterra. Grün (in Grün & Allemann) sitúan la primera aparición de esta especie en el Aptiense superior. Sissingh (1977,1978) utilizó la primera aparición de *C. loriei* (que situó entorno al límite Valanginiense-Hauteriviense) como índice zonal, para definir la base de una de sus zonas (Zona de *C. loriei*). Perch-Nielsen (1979d) y Watkins & Bowdler (1984) sitúan también la primera aparición de esta especie aproximadamente en el límite Valanginiense-Hauteriviense. Perch-Nielsen (1979d) puso de manifiesto que la primera aparición de *Eiffellithus striatus* (Black, 1971) Applegate & Bergen, 1988, especie abundante en el dominio Boreal, coincide aproximadamente con la de *C. loriei*. Applegate & Bergen (1988) encuentran a *C. loriei* desde el Hauteriviense superior. En el presente estudio se ha encontrado a *C. loriei* desde la parte alta del Valanginiense superior, por encima de la Zona de Pachydicranus de ammonites, hasta el Cenomaniense. Se trata, excepto en la parte alta del Valanginiense superior y Hauteriviense, de una especie rara a nivel de muestra y con un registro bastante discontinuo. Siguiendo a Sissingh (1977), en este trabajo se utiliza la primera aparición de *C. loriei* (que debe situarse algo por debajo

del límite Valanginiense-Hauteriviense) como índice zonal.

Género *Cruciellipsis* Thierstein, 1971a.

Especie tipo, por designación original: *Coccolithus cuvillieri* Manivit, 1966, p. 268; fig. 2,3.
Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos a su vez constituidos por elementos alargados, separados por suturas radiales o ligeramente inclinadas, y que pueden mostrar una muy ligera imbricación sinistral. El escudo distal presenta un diámetro mayor que el proximal y está constituido por dos ciclos de elementos, de los cuales el más externo es muy estrecho. El escudo proximal está constituido por un solo ciclo de elementos. El área central es pequeña en relación con la anchura de la corona marginal y está parcialmente cubierta por una cruz cuyos brazos son coincidentes con los ejes de la elipse.

Según Grün (1975) y Perch-Nielsen (1985a), este género se caracteriza por la ausencia de proceso central. Esto último, sin embargo, no es compartido por otros autores (ver por ejemplo Covington & Wise, 1987; Applegate & Bergen, 1988; Bralower *et al.*, 1989), quienes figuran especímenes de *C. cuvillieri* con los restos de un proceso central más o menos desarrollado. Wind & Cepek (1979) enmendaron la descripción del género para incluir formas con proceso central bien desarrollado y amplias aberturas cubiertas por numerosas barras orientadas radialmente (ver también Bralower *et al.*, 1989). Esto último no es seguido en el presente estudio, y tales formas han sido asignadas al género *Cretarhabdus* Bramlette Martini, 1964.

Cruciellipsis cuvillieri (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.

1966 - *Coccolithus cuvillieri* Manivit, p. 268; fig. 2,3.
1969 - *Cruciplacolithus* sp.- Bukry & Bramlette, p. 374; pl. 3, fig. c,d; pl. 5, fig. c.
1971 - *Coccolithus cuvillieri* Manivit, 1966.- Worsley, p. 1309; pl. 2, fig. 34-36.
1971a- *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, p. 478; pl. 5, fig. 4-8.
1975 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Grün & Allemann, p. 179-180; fig. 21; pl. 4, fig. 9-12.
1976 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Thierstein, p. 351; pl. 3, fig. 27,28.
1982 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Taylor, pl. 4.3, fig. 17,18.
1983 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Roth, p. pl. 5, fig. 4-7.
1987 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Erba & Quadrio, p. 63; pl. 3, fig. 3,6,9.
1987 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Covington & Wise, p. 636; pl. 15, fig. 7?,8,9.
1988 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971 ssp. *grandis* Applegate & Bergen, p. 314; pl. 29, fig. 9,10.
1989 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Bralower *et al.* (partim), p. 213; pl. 4, fig. 1-4,6?; (non pl. 4, fig. 5, 7-9).
1989 - *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Crux, p. 184; pl. 8.11, fig 1,2.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.20-1.30) con una corona marginal formada por dos escudos con elementos no imbricados o escasamente imbricados sinistralmente y separados por suturas radiales. El escudo distal, más ancho que el proximal, está constituido por dos ciclos de elementos. El ciclo externo es muy estrecho, está constituido por 26-32 elementos y aparece frecuentemente

corroído por disolución y recalcificación. El ciclo interno es muy ancho, y está constituido por 26-32 elementos alargados con forma de cuña y dispuestos radialmente. El ciclo proximal está constituido por un número comparable de elementos radiales y es ligeramente más estrecho que el distal. El área central es alargada y estrecha, y está parcialmente cubierta por una gruesa cruz central alineada con los ejes de la elipse cuyos brazos se adelgazan hacia los extremos. Esta cruz central deja, sobre el área central, cuatro aberturas laterales estrechas y alargadas. La cruz central está situada en el mismo plano de la corona marginal y está desprovista, aparentemente, de proceso central.

Discusión:

Algunos autores (Wind & Cepek, 1979; Bralower, 1989) poseen una noción bastante amplia de esta especie, de modo que incluyen formas con área central amplia, cruz elevada distalmente y culminada por un proceso más o menos desarrollado, y aberturas laterales cubiertas por barras radiales. Tales formas son asignadas, en el presente estudio, y siguiendo a Covington & Wise (1978) y Applegate & Bergen (1988) al género *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1964 (ver *C. delicatus* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987). Existen sin embargo en la literatura morfologías que presentan área central pequeña y cruz central en el mismo plano que el escudo, y sin embargo presentan claros indicios de poseer un proceso central macizo (Covington & Wise, 1987; pl. 15, fig. 8,9; Applegate & Bergen, 1988; pl. 20, fig. 9), e incluso barras radiales cubriendo las aberturas laterales (Covington & Wise, 1977; pl. 15, fig. 7). Tales morfologías ponen de manifiesto que no es fácil la diferenciación de esta especie, y que tal vez el carácter de la presencia o no de proceso central no es demasiado apropiado. La mayoría de las formas encontradas a lo largo del presente estudio no presentaron proceso central visible. Sin embargo, se encontraron especímenes (pl. ?? fig. ??) con una morfología característica y un proceso central más o menos desarrollado. Ante esto, se ha tomado la determinación de asignar a *C. cuvillieri* todas aquellas formas con área central pequeña y alargada, cruz central situada aproximadamente en el plano de la corona marginal y cuyos brazos se adelgazan hacia los extremos, independientemente de si hay o no indicios de proceso central.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 6-10.5m.

Distribución:

Bralower *et al.*, (1989) señalaron la aparición de esta especie en el Tithónico terminal (Zona de Durangites de ammonites). Su última aparición en el Hauteriviense superior es utilizada por varios autores (Roth, 1973,1983; Thierstein, 1976; Covington & Wise, 1987) como datum para establecer un límite zonal. En la Cordillera Bética esta especie se encuentra desde el Tithónico terminal (Zona de Durangites de ammonites, Subzona de *N. infans* de nannofósiles) hasta el Hauteriviense superior (Zona de *Ligatus* de ammonites). Debido a que es fácilmente determinable al microscopio óptico y relativamente abundante, con una desaparición neta, se utiliza ésta última como marcador zonal en el Hauteriviense superior.

Género *Flabellites* Thierstein, 1973a.

Especie tipo, por designación original: *Flabellites biforaminis* Thierstein, 1973a, p. 41;

pl. 5, fig. 1-12.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal es ancho y está constituido por dos ciclos de elementos ligeramente imbricados dextralmente, e inclinados en el sentido contrario al de las agujas del reloj en vista distal. Los elementos del ciclo interno del escudo distal son alargados y algunos de ellos se extienden a veces rebasando la periferia del cocolito. El escudo proximal está constituido por elementos radiales ligeramente imbricados dextralmente. El área central, de tamaño variable, está parcialmente cubierta por cuatro pequeños cristales dispuestos en forma de cruz diagonal, que dejan dos aberturas según el eje mayor de la elipse.

Flabellites oblongus (Bukry, 1969) Crux, 1982.

1969 - *Watznaueria oblonga* Bukry, p. 63; pl. 11, fig. 8-10.
1973a- *Flabellites biforaminis* Thierstein, p. 41; pl. 5, fig. 1-12.
1982 - *Flabellites oblonga* (Bukry, 1969) Crux, p. 110; pl. 5.1, fig. 11; pl. 5.8, fig. 1.
1983 - *Flabellites oblongus* (Bukry, 1969) Crux, 1982.- Wise, p. 507; pl. 26, fig. 4.
1991 - *Flabellites biforaminis* Thierstein, 1973.- Aguado *et al.*, fig. 3.13, 3.14.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.25-1.30) con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal es más ancho que el proximal y está constituido por dos ciclos de aproximadan ente el mismo número de elementos que presentan imbricación dextral e inclinación en sentido contrario al de las agujas del reloj en vista distal. Los elementos del ciclo interno del escudo distal son alargados, y algunos de ellos pueden extenderse hasta rebasar la periferia del cocolito. En tales zonas, los elementos de ambos ciclos pueden aparecer soldados. El escudo proximal está constituido por 28-40 elementos radiales con ligera imbricación dextral. El área central, de pequeño tamaño en comparación con la anchura de la corona marginal, está parcialmente cubierta por cuatro pequeños cristales de calcita dispuestos en forma de cruz diagonal. Estos elementos dejan, en el área central, dos pequeñas aberturas redondeadas alineadas con respecto al eje mayor de la elipse.

Discusión:

Tras el estudio de las fotografías de los holotipos de *Watznaueria oblonga* Bukry, 1969 y *Flabellites biforaminis* Thierstein, 1973, no he conseguido apreciar entre ellos ninguna diferencia. Por este motivo, *F. biforaminis* es considerado como un sinónimo de *F. oblongus*. Esta semejanza ya fue observada por Roth (1983), quien considera a ambas especies en sinonimia, pero bajo el nombre de *Watznaueria oblonga*. Otros autores (Perch-Nielsen, 1985a) distinguen entre ambas especies, pero sin hacer mención a características diferenciaciadoras excepto una diferente distribución.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5.8-9m.

Distribución:

Bukry (1969) describió esta especie en el Santoniense inferior. Thierstein (1973a) la encontró desde el Aptiense superior hasta el Cenomaniense. Crux (1982)

la citó en el Cenomaniense y Turoniense. Wise (1983) citó a *F. oblongus* en el Aptiense superior-Albiense. Roth (1983) encuentra formas similares a *F. oblongus* desde el Hauteriviense al Aptiense, y formas bien desarrolladas, desde el Barremiense superior hasta el Cenomaniense. Bralower (1987) cita a *F. oblongus* desde el Aptiense inferior. Applegate & Bergen (1988) diferencian entre *F. oblongus* y *F. biforaminis*, asignando a la primera una distribución Hauteriviense superior-Barremiense y a la segunda una distribución Barremiense superior-Albiense. De esto parece deducirse que las 'formas similares a' y las 'formas bien desarrolladas de' *F. oblongus* (Roth, 1983) han sido asignadas por Applegate & Bergen (1988) a *F. oblongus* y *F. biforaminis*, respectivamente. Estos dos últimos autores no hacen alusión, sin embargo, a ningún tipo de carácter diferenciador. Erba (1988) cita a '*F. oblonga*' desde el Aptiense superior y el Albiense, por lo que es evidente que se trata de las mismas formas que Applegate & Bergen (1988) asignan a *F. biforaminis*. Con todo lo expuesto hasta ahora, observamos que hay mucha dispersión en cuanto a la distribución de esta especie. Esta dispersión se debe, sin duda, a los diferentes conceptos taxonómicos que poseen los distintos autores. En el presente estudio, se ha encontrado *F. oblongus* desde el Barremiense superior hasta el Cenomaniense. Es una especie con registro muy desigual, aunque en determinadas muestras puede aparecer con relativa abundancia.

Género *Gephyrorhabdus* Hill, 1976.

Especie tipo, por designación original: *Cretarhabdus coronadventis* Reinhardt, 1966, p. 26; pl. 23, fig. 29,30.

Cocolitos elípticos a subredondeados con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos no imbricados o ligeramente imbricados, y separados por suturas radiales. De estos dos ciclos, el interno (superior) es ligeramente más estrecho o de anchura similar al externo (inferior). El escudo proximal está constituido por un ciclo de elementos no imbricados y separados por suturas radiales. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras dispuestas en forma de aspa diagonal con respecto a los ejes de la elipse. Estas barras están rodeadas lateralmente por varios ciclos de pequeños cristales equidimensionales, que dejan cuatro aberturas redondeadas en el área central. Las aberturas se disponen paralelamente a los ejes de la elipse. En vista distal, las barras y los elementos que cubren el área central se elevan y soportan, en su intersección, un proceso central macizo.

El género *Gephyrorhabdus* se diferencia de *Grantarhabdus* Black, 1971 por poseer un ciclo externo más ancho o igual que el interno en su escudo distal. Se diferencia de *Tetrapodorhabdus* Black, 1971 en la estructura del escudo distal y por poseer un proceso central macizo.

Gephyrorhabdus coronadventis (Reinhardt, 1966) Hill, 1976.

1966 - *Cretarhabdus coronadventis* Reinhardt, p. 26; pl. 23, fig. 29,30.
1966 - *Cretarhabdus unicornis* Stover, p. 140; pl. 5, fig. 15,16; pl. 9, fig. 15.
1969 - *Cretarhabdus unicornis* Stover, 1966.- Bukry, p. 36; pl. 15, fig. 7-9.
1972 - *Cretarhabdus coronadventis* Reinhardt, 1966.- Roth & Thierstein, pl 5, fig. 1-9.
1972 - *Cretarhabdus unicornis* Stover, 1966.- Forchheimer, p. 52-53; pl. 20, fig. 3-6.
1972 - *Grantarhabdus unicornis* (Stover, 1966) Black, p. 44, pl. 11, fig. 5; pl. 12, fig. 1-4.
1975 - *Grantarhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Grün in Grün & Allemann, p. 184.
1976 - *Gephyrorhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Hill, p. 141; pl. 7, fig. 1-5.

1980 - *Cretarhabdus coronadventis* Reinhardt, 1966.- Hattner & Wise, p. 60-61; pl. 11, fig. 7-9; pl. 12, fig. 1.
1982 - *Grantarhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Crux, pl. 5.5, fig. 5.
1983 - *Grantarhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Wise, pl. 19, fig. 9
1988 - *Grantarhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 2, fig. 8.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.15-1.25) con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos de unos 44 elementos no imbricados, y separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. De estos dos ciclos, el interno (superior) es ligeramente más estrecho o de anchura similar al externo (inferior). El escudo proximal está constituido por un ciclo de unos 40 elementos no imbricados y separados por suturas radiales o ligeramente inclinadas en el sentido de las agujas del reloj en vista proximal. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras dispuestas en forma de aspa diagonal con respecto a los ejes de la elipse. Estas barras están rodeadas lateralmente por varios ciclos de pequeños cristales equidimensionales, que dejan cuatro aberturas redondeadas en el área central. Las aberturas se disponen paralelamente a los ejes de la elipse. Las barras y los elementos que cubren el área central se elevan distalmente y soportan, en su intersección, un proceso central macizo.

Discusión:

Gephyrorhabdus coronadventis se diferencia de *Grantarhabdus meddii* Black, 1971 por poseer un ciclo externo más ancho en su escudo distal, barras en forma de aspa con ángulos intermedios todos iguales y aberturas en el área central de tamaño más homogéneo y redondeadas.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 8-10m.

Distribución:

Varios autores (Grün & Allemann, 1975; Hill, 1976; Wise, 1983; Applegate & Bergen, 1988) señalan la primera aparición de esta especie en el Albiense. Su última aparición tiene lugar en el Campaniense (Crux, 1982; Hattner & Wise, 1983). En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes de *G. coronadventis* en el Albiense medio. Es una especie con escaso valor bioestratigráfico.

Género *Grantarhabdus* Black, 1971.

Especie tipo por designación original: *Grantarhabdus meddii* Black, 1971, p. 403; pl. 33, fig. 7.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos con elementos no imbricados o ligeramente imbricados y separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos, de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el más interno

(superior). El escudo proximal está constituido por un sólo ciclo de elementos. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras fibrosas en forma de aspa diagonal. Las barras son el soporte de un proceso central macizo.

Grantarhabdus se diferencia de *Gephyrorhabdus* Hill, 1976 por la estructura de su escudo distal y de *Tetrapodorhabdus* Black, 1971 por poseer un proceso central macizo en lugar de hueco.

Grantarhabdus meddii Black, 1971.

1971 - *Grantarhabdus meddii* Black, p. 403, pl. 33, fig. 7.
1975 - *Grantarhabdus meddii* Black, 1971.- Grün & Allemann, p. 182-183; fig. 23; pl. 6, fig. 5,6.
1982 - *Grantarhabdus meddii* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.3, fig. 7.
1989 - *Grantarhabdus meddii* Black, 1971.- Crux, pl. 8.4, fig. 11,12; pl. 8.11, fig. 16,17.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.25-1.30) con una corona marginal formada por dos escudos con elementos no imbricados o ligeramente imbricados y separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas. El escudo distal consta de dos ciclos (constituidos cada uno por unos 36 elementos), de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el más interno (superior). El escudo proximal está constituido por un sólo ciclo de elementos. El área central está parcialmente cubierta por cuatro barras fibrosas en forma de aspa diagonal. Las barras son el soporte de un proceso central macizo. Las barras fibrosas forman ángulos agudos en la dirección del eje menor de la elipse. El área central presenta 4 aberturas desiguales, siendo de mayor tamaño las situadas según el eje mayor de la elipse.

Discusión:

Grantarhabdus meddii se diferencia de *Gephyrorhabdus coronadventis* (Reinhardt, 1966) Hill, 1976 por la estructura de su escudo distal, por poseer barras que forman un ángulo agudo según la dirección del eje menor y por poseer aberturas desiguales y menos redondeadas. Se diferencia de los representantes del género *Tetrapodorhabdus* Black, 1971 por la estructura de su escudo distal, por poseer barras fibrosas y proceso central macizo.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5-8m.

Distribución:

Grün & Allemann (1975) atribuyen a esta especie un rango Berriasiense-Hauteriviense. Applegate & Bergen (1988) encuentran a *G. meddii* desde el Valanginiense hasta el Albiense inferior. En el presente estudio se ha encontrado esta especie desde el Berriasiense superior hasta el Aptiense. Se trata de una especie escasa y de registro extremadamente discontinuo, por lo que apenas posee valor bioestratigráfico.

Género *Microstaurus* Black 1971.

Especie tipo, por designación original: *Microstaurus quadratus* Black, 1971, p. 404; pl. 32, fig. 2.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos ligeramente imbricados y separados por suturas levemente inclinadas. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el interno (superior). El área central está atravesada por cuatro barras que forman una cruz de brazos paralelos a los ejes de la elipse, y desde cuyo centro se eleva una espina maciza.

Microstaurus se diferencia de *Grantarhabdus* Black, 1971 por presentar una cruz con brazos paralelos a los ejes de la elipse. Se diferencia de *Axopodorhabdus* Wind & Wise, 1977 por la estructura del escudo distal y por poseer una espina maciza. Se diferencia de *Cruciellipsis* por poseer un proceso central bien desarrollado.

Grün & Allemann (1975) consideraron al género *Helenea* Worsley, 1971 válido y diferente de *Microstaurus* basándose en que algunas morfologías de *M. chiastius* (Worsley, 1971) Grün, 1975 (*Helenea staurolithina* Worsley, 1971) muestran suturas ligeramente curvadas en sus extremos. Tappan (1980) considera al género *Helenea* como un sinónimo de *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1974. En el presente estudio se considera a *Helenea* como un sinónimo de *Microstaurus*.

Microstaurus chiastius (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975, emend. Bralower *et al.*, 1989.

1971 - *Helenea chiastia* Worsley, p. 1310; pl. 1, fig. 42-44.
1971 - *Helenea staurolithina* Worsley, p. 1310; pl. 1, fig. 45-47.
1972 - *Cruciellipsis chiasta* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, p. 437; pl. 6, fig. 8-13.
1975 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, p. 181; pl. 5, fig. 1-3.
1976 - *Cruciellipsis chiasta* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 28,29.
1976 - *Cruciellipsis chiasta* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Hill, p. 138; pl. 5, fig. 33,34.
1978 - *Cruciellipsis chiasta* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Roth, p. 749; pl. 1, fig. 7.
1982 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.3, fig. 19,20.
1982 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Crux, pl. 5.1, fig. 12.
1987 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Covington & Wise, (partim), p. 636; pl. 17, fig. 1-4; (non pl. 17, fig. 5,6).
1989 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Crux, p. 188; pl. 8.4, fig. 6; pl. 8.11, fig. 3,4.
1989 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Bralower *et al.*, p. 218; pl. 5, fig. 6-12.
1990 - *Cruciellipsis chiasta* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Robaszynski *et al.*, p. 368; pl. 44, fig 5a,b.
1990 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Aguado & Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 11,12.
1991 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Aguado *et al.*, fig. 3.29-3.33.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.15 y 1.25) con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos ligeramente imbricados y separados por suturas levemente inclinadas. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos ligeramente imbricados sinistralmente, de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el interno (superior). El ciclo externo está compuesto por 25-30 elementos que pueden presentar suturas algo curvadas en el sentido de las agujas del reloj hacia los extremos. El ciclo interno presenta 25-35 elementos separados por suturas rectas y radiales o algo inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. El escudo proximal está constituido por unos 28-32 elementos separados por suturas rectas y radiales. El área central, de tamaño relativamente pequeño en comparación con la anchura de la corona marginal, está atravesada por cuatro barras que forman una cruz de brazos paralelos a los ejes de la elipse, y desde cuyo centro se eleva una espina maciza. Estos brazos se ensanchan en los extremos e individualizan cuatro aberturas subredondeadas de igual tamaño sobre el área central. La espina central está constituida por cuatro elementos. El diámetro mayor del área central es menor que la mitad del correspondiente al escudo distal.

Discusión:

Microstaurus chiastius se diferencia de *M. quadratus* Black, 1974 por el tamaño del área central, cuyo diámetro mayor es menor que la mitad del diámetro mayor del escudo distal.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 4.5-8m.

Distribución:

Bralower *et al.*, (1989) señalaron la primera aparición de esta especie en el Tithónico medio, al tiempo que la utilizan para marcar la base de su Zona de *M. chiastius* (NJK). En lo que respecta a la última aparición de esta especie hay un consenso general en situarla en torno al límite Cenomaniense-Turoniense. En el detallado estudio llevado a cabo por Gartner (en Robaszynski *et al.*, 1990) sobre una potente sección que cubre todo el Turoniense, y en la que se establecen correlaciones entre ammonites, foraminíferos planctónicos y nannofósiles, se observa la coincidencia entre la última aparición de *M. chiastius* y el límite Cenomaniense-Turoniense. Algunos autores (Manivit *et al.*, 1977) utilizan la última aparición de esta especie como límite zonal. En el presente estudio se ha encontrado *M. chiastius* desde el Tithónico medio (Zona de Simplisphictes de ammonites, Subzona de *N. compressus* de nannofósiles) hasta el Cenomaniense superior (Zona de *Rotalipora cushmani* de foraminíferos planctónicos, Zona de *C. kennedyi* de nannofósiles). La última aparición de esta especie es potencialmente utilizable como índice zonal en torno al límite Cenomaniense-Turoniense.

Microstaurus quadratus Black, 1971.

1971 - *Microstaurus quadratus* Black, p. 404; pl. 32, fig. 2.
1975 - *Microstaurus* sp. 32.- Grün & Allemann, p. 182; pl. 5, fig. 5.
1977 - *Retecapsa tridentata* Wind & Wise in Wise & Wind, p. 306; pl. 76, fig. 3-5.
1983 - *Cruciellipsis* sp. cf. *C. cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971.- Roth, p. 608; pl. 3, fig. 20-22.
1983 - *Retecapsa* sp. aff. *R. angustiforata* Black, 1971.- Wise, pl. 34, fig. 6.

1987 - *Microstaurus chiastius* (Worsley, 1971) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Covington & Wise, (partim), p. 636; pl. 17, fig. 5,6; (non pl. 17, fig. 1-4).
1989 - *Microstaurus quadratus* Black, 1971.- Bralower *et al.*, p. 215,217,218; pl. 5, fig. 1-5.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.10-1.30) con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos ligeramente imbricados y separados por suturas levemente inclinadas. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos ligeramente imbricados sinistralmente, de los cuales, el más externo (inferior), es más estrecho que el interno (superior). El ciclo externo, que frecuentemente aparece destruido, está compuesto por 25-30 elementos separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno presenta 25-35 elementos separados por suturas rectas y radiales o algo inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. El escudo proximal está constituido por unos 28-32 elementos separados por suturas rectas y radiales. El área central, relativamente amplia en comparación con la anchura de la corona marginal, está atravesada por cuatro barras fibrosas que forman una cruz de brazos paralelos a los ejes de la elipse, y desde cuyo centro se eleva una espina maciza. Estos brazos se ensanchan en los extremos, individualizando cuatro aberturas subredondeadas de igual tamaño sobre el área central. La espina central está constituida por numerosos elementos fibrosos. El diámetro mayor del área central es mayor que la mitad del correspondiente al escudo distal.

Discusión:

Microstaurus quadratus se diferencia de *M. chiastius* (Worsley, 1971) Grün, 1975 por la estructura de su escudo distal, por poseer barras fibrosas, una espina constituida por gran número de elementos fibrosos y un área central cuya longitud es superior a la mitad del diámetro mayor del escudo distal. Bralower *et al.* (1989) observaron 'una clara transición evolutiva entre *M. quadratus* y *M. chiastius* en muestras procedentes del DSDP Sites 391C y 534A. Según estos autores, existe una completa gradación entre la estructura típica de las cruces axiales de cada una de estas dos especies. Tal gradación no ha sido observada en el presente estudio. Por otro lado, lo que sí se observa es una gran similitud morfológica entre *M. quadratus* y *Retecapsa schizobrachiata* (Gartner, 1968) Grün, 1975 o *R. angustiforata* Black, 1971. Aunque no se han observado especímenes intermedios, esta similitud morfológica hace pensar en una posible relación entre las citadas especies (Wise & Wind, 1977 incluyeron especímenes de *M. quadratus* en el género *Retecapsa* Black, 1971; véase *Retecapsa tridentata* Wind & Wise, 1977, p. 306; pl. 76, fig. 3-5).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5.5-7.5m.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989), el rango de distribución de *M. quadratus* es Kimmeridgiense-Hauteriviense. En el presente estudio se encuentra, como especie poco frecuente, desde el Tithónico hasta un probable Valanginiense superior o Hauteriviense inferior.

Género *Miravetesina* Grün in Grün & Allemann, 1975.

Especie tipo, por designación original: *Miravetesina favula* Grün in Grün & Allemann,

1975, p. 185-186; fig. 25; pl. 6, fig. 9-12.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos con elementos levemente imbricados y separados por suturas rectas. El escudo distal consta de dos ciclos, de los cuales el externo (inferior) es muy delgado y el interior es ancho. El escudo proximal consta de un solo ciclo de elementos. El área central posee una cruz axial de brazos delgados y fibrosos orientados según los ejes de la elipse. Los cuadrantes entre los brazos de la cruz están completamente rellenos por elementos granulares que dejan un número variable de diminutas perforaciones. No aparece proceso central alguno.

Miravetesina favula Grün in Grün & Allemann, 1975.

1975 - *Miravetesina favula* Grün in Grün & Allemann, p. 185-186; fig. 25; pl. 6, fig. 9-12.
1989 - *Miravetesina favula* Grün in Grün & Allemann, 1975.- Bralower *et al.*, p. 215; pl. 4, fig. 10-15.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad alrededor de 1.15-1.25) con una corona marginal formada por dos escudos con elementos levemente imbricados y separados por suturas rectas. El escudo distal consta de dos ciclos, de los cuales el externo (inferior) es muy delgado y el interior es ancho con elementos separados por suturas ligeramente inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. Cada uno de los ciclos está compuesto por unos 28-34 elementos. El escudo proximal consta de un solo ciclo con unos 28-34 de elementos con ligera precesión en el sentido de las agujas del reloj. El área central posee una cruz axial de brazos delgados y fibrosos orientados según los ejes de la elipse. Los cuadrantes entre los brazos de la cruz están completamente rellenos por elementos granulares que dejan un número variable (entre 20 y 40) de diminutas perforaciones. No aparece proceso central.

Discusión:

Miravetesina favula se diferencia de *Cribrospherella ehrembergii* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre, 1952 y de *Ethmorhabdus hauterivianus* (Black, 1971) Applegate *et al.* 1987 por presentar dos ciclos de elementos en el escudo distal y una cruz axial fibrosa. Se diferencia de *Cretarhabdus inaequalis* Crux, 1987 por presentar una cruz axial fibrosa y cuadrantes rellenos uniformemente por elementos. Según Bralower *et al.* (1989), se observa una transición entre *M. favula* y *Cruciellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966) Thierstein, 1971 durante el Tithónico con reducción del área central y robustecimiento de la cruz central. Esto último está en contradicción con las ideas de Roth (1983), quien piensa que *C. cuvillieri* se desarrolla a partir de *Polypodorhabdus madingleyensis* Black, 1971.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 7-10m.

Distribución:

Esta especie ha sido encontrada únicamente en el Atlántico y Tethys. Según Bralower *et al.* (1989), se distribuye desde el Kimmeridgiense hasta el Valanginiense. Grün & Allemann, la citaron incluso en el Hauteriviense. En el presente estudio se ha encontrado, como especie muy rara y con registro muy discontinuo, en el Berriasiense

superior y Valanginiense.

Género *Retecapsa* Black, 1971.

Especie tipo, por designación original: *Retecapsa brightoni* Black, 1971; p. 409; pl. 33, fig. 3.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos no imbricados o ligeramente imbricados y separados por suturas rectas y generalmente radiales. El ciclo externo es estrecho en comparación con el interno. El escudo proximal está formado por un solo ciclo de elementos con ligera imbricación sinistral y levemente inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El área central está parcialmente cubierta por una cruz axial de brazos fibrosos. Los brazos de esta cruz son el soporte, en su intersección, de un proceso central macizo que se eleva distalmente. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central está atravesado por una barra no fibrosa (orientada aproximadamente a 45 grados con respecto al eje mayor de la elipse). Esta barra se apoya sobre el brazo de la cruz axial coincidente con el eje mayor de la elipse y el margen interno del escudo distal.

Retecapsa se diferencia de *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1964, por poseer un sólo ciclo de perforaciones o aberturas en el área central. Grün (in Grün & Allemann, 1975) enmendó la descripción del género *Retecapsa* para incluir formas con más de ocho aberturas situadas en un ciclo sobre el margen externo del área central. En el presente estudio no se sigue la enmienda propuesta por este autor, ya que tales morfologías deben ser, en mi opinión, asignadas al género *Stradneria* Reinhardt, 1964 que es anterior y por tanto tiene prioridad. Según varios autores (Grün in Grün & Allemann; Roth, 1978; Bralower *et al.*, 1989) existe una línea evolutiva que afecta a *R. octofenestrata-R. angustiforata-R. schizobrachiata*, especies que presentan una estructura muy similar.

Retecapsa angustiforata Black, 1971 emend. Bralower *et al.*, 1989.

1968 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, (partim), p. 22; pl. 6, fig. 6; pl. 19, fig. 11; pl. 20, fig. 10,11.
1969 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini,1964 ssp. crenulatus Bukry, (partim), p. 35; pl. 14, fig. 3-6; (non pl. 14, fig. 1,2).
1969 - *Cretarhabdus* sp. cf. *C. crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Bukry & Bramlette, pl. 3, fig. B.
1971 - *Retecapsa angustiforata* Black, p. 409; pl. 33, fig. 4.
1971 - *Retecapsa brightonii* Black, p. 409; pl. 33, fig. 3.
1971 - *Retecapsa levis* Black, p. 410; pl. 33, fig. 1.
1971 - *Retecapsa neocomiana* Black, p. 410; pl. 33, fig. 2.
1971a- *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 emend.- Thierstein, p. 476; pl. 5, fig. 10-14.
1972 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 emend. Thierstein.- Roth & Thierstein, pl. 5, fig. 10-12.
1972 - *Cretarhabdus octoperforatus* Forchheimer, p. 51; pl. 20, fig. 1,2.
1973 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Black, p. 52; pl. 17, fig. 7; pl. 19, fig. 5,7,8.
1973 - *Cretarhabdus angustiforatus* (Black, 1971) Bukry, p. 677; pl. 2, fig. 4-7.
1976 - *Cretarhabdus angustiforatus* (Black, 1971) Bukry, 1973.- Thierstein, p. 350; pl. 3, fig. 1,2.
1978 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Roth, p. 748; pl. 1, fig. 3-5.

1978 - *Retecapsa neocomiana* Black, 1971.- Roth, p. 749; pl. 1, fig. 1.
1978 - *Retecapsa brightonii* Black, 1971.- Roth, p. 748; pl. 1, fig. 2.
1980 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 emend. Thierstein, 1971.- Hattner & Wise, p. 61; pl. 12, fig. 2-5.
1981 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Smith, p. 37-38; pl. 3, fig. 20-28; pl. 4, fig. 1-17.
1982 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.3, fig. 9,10.
1983 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & martini, 1964.- Miller, p. 192; pl. 1, fig. 11,12.
1983 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Wise, pl. 27, fig. 1.
1984 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 emend. Thierstein, 1971.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 8, fig. 3-6; (non pl. 8, fig. 1,2,7).
1986 - *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Aguado, (partim), p. 74-75; L. 1, fig. 3; (non L. 1, fig. 1,2).
1987 - *Cretarhabdus angustiforatus* (Black, 1971) Bukry, 1973.- Erba & Quadrio, p. 54; pl. 4, fig. 1-4.
1988 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 5, fig. 3,4.
1989 - *Cretarhabdus angustiforatus* (Black, 1971) Bukry, 1973 emend. Bralower *et al.*, p. 212; pl. 3, fig. 7-11.
1989 - *Cretarhabdus angustiforatus* (Black, 1971) Bukry, 1973.- Crux, p. 184; pl. 8.4, fig. 4,5; pl. 8.11, fig. 5-7.
1990 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Aguado y Martínez-Gallego, (partim), pl. 1, fig. 10; (non pl. 1, fig. 9).
1991 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 6.16.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.30) con una corona marginal constituida por 2 escudos. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, uno externo y otro interno. El ciclo externo es más estrecho o de igual anchura que el interno y está constituido por 30-40 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas en sentido contrario el de las agujas del reloj. El ciclo interno suele ser más ancho y está constituido por 30-40 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 30-35 elementos ligeramente imbricados sinistralmente en vista proximal e inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El área central es de anchura variable con respecto a la de la corona marginal (la relación anchura del área central/diámetro del escudo distal es siempre mayor que 1/3), y está atravesada por por una cruz axial de brazos fibrosos. Los brazos de esta cruz son el soporte, en su intersección, de un proceso central macizo que se eleva distalmente. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central está atravesado por una barra no fibrosa orientada aproximadamente a 45 grados con respecto al eje mayor de la elipse. Esta barra se apoya sobre el brazo de la cruz axial coincidente con el eje mayor de la elipse y el margen interno del escudo distal. En conjunto la forma presenta 2 amplias aberturas en cada cuadrante del área central.

Discusión:

La taxonomía de esta especie ha sido muy confusa durante largo tiempo, debido a que muchos autores han interpretado (erróneamente a mi entender) que esta especie era sinónima de *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964. Black (1971) diferenció varias especies dentro del género *Retecapsa* (ver sinonimia). Tales especies son indiferenciables usando el microscopio óptico, sobre todo si el material no está muy bien preservado, por lo que, siguiendo a Bralower *et al.* (1989), he optado

por incluirlas en sinonimia con *R. angustiforata*. Roth (1978) describió una línea evolutiva dentro de las primitivas formas del género *Retecapsa* que conlleva el aumento gradual del área central con respecto al diámetro total del cocolito. Esta secuencia comienza con *Retecapsa neocomiana* Black, 1971, la cual da lugar a *Retecapsa brightonii* Black, 1971 y *Retecapsa angustiforata*. De acuerdo con Bralower *et al.* (1989), los conceptos de Roth (1978) sobre estas especies eran claramente diferentes de las de Black (1971), aunque no fueron formalmente enmendadas. Así, *R. neocomiana* en el sentido de Roth (1978) incluye formas con una relación entre el ancho del área central y el diámetro menor del escudo distal menores que 0.50 (el holotipo presenta una relación de aproximadamente 0.50). El holotipo de *R. angustiforata* tiene una relación de 0.36, por lo que estaría incluido en *R. neocomiana* en el sentido de Roth. De este modo, el concepto de *R. angustiforata* de Roth (1978) excluye de hecho al holotipo de Black (1971), y por tanto es ilegal (ICBN, Art. 48). Sin embargo, Bralower *et al.* (1989) reconocen la veracidad de la secuencia evolutiva antes comentada. Ante esto optan por enmendar la descripción de *R. angustiforata*, incluyendo únicamente formas con una relación anchura del área central/diámetro menor del escudo distal mayor que 0.33, más acorde con las dimensiones del holotipo. Las formas en que esta relación es menor que 0.33 son asignadas por estos autores a una nueva especie ('*Cretarhabdus octofenestratus*'= *Retecapsa octofenestrata* en el presente trabajo).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor muy variable, entre 6-9m. La relación entre la anchura del área central y el diámetro menor del escudo distal es mayor que 1/3.

Distribución:

La mayor parte de los autores coinciden en asignar a esta especie un rango Berriasiense superior-Maastrichtiense, y muchos de ellos (Thierstein, 1971a, 1973a, 1976; Sissingh, 1977, 1978; Perch-Nielsen, 1979d, 1985a; Taylor, 1982; Jakubowski, 1987; Erba & Quadrio, 1987; Applegate & Bergen, 1988) utilizan su primera aparición como índice para delimitar la base de una zona. Roth (1978, 1983) utiliza como índice zonal la primera aparición de *Retecapsa neocomiana*, que incluye formas con una relación entre el diámetro del área central y la anchura del escudo distal menores que 0.50 (incluye a *R. octofenestrata* y en parte a *R. angustiforata* tal y como se entienden en este trabajo). En la Cordillera Bética, se encuentra a *R. angustiforata* desde el Berriasiense superior (tránsito entre las zonas de Andrussowi y Boissieri de ammonites) hasta el Maastrichtiense. Desde el punto de vista de su distribución paleogeográfica, se trata de una especie cosmopolita, por lo que su primera aparición constituye un buen elemento para establecer correlaciones.

Retecapsa octofenestrata (Bralower in Bralower *et al.*, 1989) com. nov

1975 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Grün & Allemann, p. 173-174; fig. 16; pl. 4, fig. 1-3.
1989 - *Cretarhabdus octofenestratus* Bralower in Bralower *et al.*, p. 212-213; pl. 3, fig. 1-6.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.30) con una corona marginal constituida por 2 escudos. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, uno externo y otro interno. El ciclo externo es más estrecho que el interno y está constituido por 30-40 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados

por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas en sentido contrario el de las agujas del reloj. El ciclo interno es más ancho y está constituido por 30-40 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 30-35 elementos ligeramente imbricados sinistralmente en vista proximal e inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El área central es de anchura variable con respecto a la de la corona marginal (la relación anchura del área central/diámetro del escudo distal es siempre menor que 1/3), y está atravesada por una cruz axial de brazos fibrosos. Los brazos de esta cruz son el soporte, en su intersección, de un proceso central macizo que se eleva distalmente. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central está atravesado por una barra no fibrosa orientada aproximadamente a 45 grados con respecto al eje mayor de la elipse. Esta barra se apoya sobre el brazo de la cruz axial coincidente con el eje mayor de la elipse y el margen interno del escudo distal. En conjunto la forma presenta 2 amplias aberturas en cada cuadrante del área central.

Discusión:

Bralower *et al.* (1989) describieron esta especie para albergar a las primitivas morfologías con un área central bastante pequeña en comparación con la anchura del escudo distal (para más detalles ver discusión sobre ***Retecapsa angustiforata*** Black, 1971 emend. Bralower *et al.*). Estos autores consideraron al género *Retecapsa* como un sinónimo de *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1964. En el presente trabajo se ha preferido diferenciar ambos géneros (ver discusión sobre el género *Cretarhabdus*) y por tanto, se transfiere la especie *Cretarhabdus octofenestratus* Bralower in Bralower *et al.*, 1989 al género *Retecapsa*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-8m. La relación entre la anchura del área central y el diámetro menor del escudo distal es menor que 1/3.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989) esta especie se encuentra desde el Berriasiense inferior (Subzona de Grandis de ammonites) hasta el Cenomaniense. Roth (1987,1983) probablemente usó esta especie para definir la base de su Zona de *Retecapsa neocomiana* (ver apartados de discusión y distribución sobre *R. angustiforata*). En el presente estudio se ha encontrado a *R. octofenestrata* desde el Berriasiense medio (Zona de Andrussowi de ammonites, Zona de *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles) hasta el Albiense. El hecho de su primer registro algo por encima de lo señalado por Bralower *et al.* (1989) puede ser debido a un efecto preservacional, ya que en los materiales estudiados, la el estado de conservación de la nannoflora no es muy bueno en las Zonas de Jacobi y parte baja de la de Andrussowi de ammonites.

Retecapsa radiata (Worsley, 1971) Applegate & Bergen, 1988.

1971 - *Rucinolithus? radiatus* Worsley, p. 1311; pl. 1, fig. 51,52.
1972 - *Hayesites bulbus* Thierstein in Roth & Thierstein, p. 438; pl. 2, fig. 20-23.
1973 - *Hayesites bulbus* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 45; pl. 4, fig. 16.
1973 - *Discorhabdus biradiatus* (Worsley, 1971) Thierstein, 1973.- Roth, pl. 24, fig. 2a-d.
1976 - *Hayesites radiatus* (Worsley, 1971) Thierstein, p. 352; pl. 3, fig. 29,30.
1979 - *Hayesites radiatus* (Worsley, 1971) Thierstein, 1976.- Siesser, p. 825; pl. 7, fig. 5,6.
1979 - *Hayesites* sp.- Siesser, pl. 7, fig. 7,8.

1987 - *Rucinolithus? radiatus* Worsley, 1971.- Covington & Wise, pl. 14, fig. 8-10.
1987 - *Hayesites?* sp.- Covington & Wise, pl. 14, fig. 6,7.
1988 - *Retecapsa radiata* (Worsley, 1971) Applegate & Bergen, p. 316; pl. 12, fig. 5,6.
1991 - *Hayesites?* sp. in Covington & Wise, 1987.- Aguado *et al.*, fig. 4.22.

Descripción:

Nannolito de morfología estrellada, compuesto normalmente por 8 brazos dispuestos radialmente. Los extremos de los brazos están engrosados asimétricamente en su lado izquierdo en vista proximal. En esta vista, el centro presenta una protuberancia que representa realmente los restos del proceso central de un cocolito en apariencia y estructura idéntico a Retecapsa crenulata Black, 1971.

Discusión:

Applegate & Bergen (1988) demostraron que *Hayesites radiatus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972 es realmente un ornamento situado en el extremo distal del proceso central de *Retecapsa angustiforata* Black, 1971. Sin embargo, estos autores prefieren considerarlo como una especie distinta debido a que el rango de distribución que presenta es diferente del de *R. angustiforata*.

Tamaño: Diámetro entre 8-10m.

Distribución:

La mayor parte de los autores (Roth & Thierstein, 1972; Thierstein, 1973a,1976; Covington & Wise, 1987; Applegate & Bergen, 1988) coinciden en asignar a esta especie un rango Barremiense-Aptiense. En la Cordillera Bética ha sido citado en el Aptiense inferior (Aguado *et al.*, 1991). En el presente estudio se ha encontrado a esta especie en el Barremiense superior y Aptiense inferior de algunas secciones. En alguna de las muestras de edad Berriasiense superior, proveniente de la sección del Barranco del Abad se han observado (sólo mediante el microscopio electrónico) algunos especímenes de morfología similar (pl. ??? fig. ??) que podrían demostrar la presencia de *R. radiata* prácticamente desde el momento de aparición de *R. angustiforata* Black, 1971. Sin embargo, debido a la mala preservación de estos especímenes no me atrevo a asegurar que se trate de la misma forma presente en el Barremiense y Aptiense.

Retecapsa schizobrachiata (Gartner, 1968) Grün in Grün & Allemann, 1975.

1968 - *Vekshinella schizobrachiata* Gartner, p. 31; pl. 13, fig. 10,11; pl. 20, fig. 5.
1969 - *Cretarhabdus schizobrachiatus* (Gartner, 1968) Bukry, p. 36; pl. 15, fig. 4-6.
1975 - *Retecapsa schizobrachiata* (Gartner, 1968) Grün in Grün & Allemann, p. 175; fig. 18b.
1980 - (?) *Cretarhabdus schizobrachiatus* (Gartner, 1968) Bukry, 1969.- Hattner & Wise, p. 61; pl. 12, fig. 6-8.
1982 - *Retecapsa schizobrachiata* (Gartner, 1968) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.3, fig. 9,10.
1989 - *Cretarhabdus schizobrachiatus* (Gartner, 1968) Bukry, 1969.- Bralower *et al.*, pl. 3, fig. 16.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.15-1.30) con una corona marginal

constituida por 2 escudos. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, uno externo y otro interno. El ciclo externo es más estrecho o de igual anchura que el interno y está constituido por unos 30 elementos no imbricados o levemente imbricados y ligeramente inclinados en sentido contrario el de las agujas del reloj. El ciclo interno es más está constituido por unos 30 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 30-35 elementos ligeramente imbricados sinistralmente e inclinados en el sentido de las agujas del reloj en vista proximal. El área central es relativamente amplia con respecto a la anchura de la corona marginal, y está atravesada por una cruz axial de brazos fibrosos. Los brazos de esta cruz son el soporte, en su intersección, de un proceso central macizo que se eleva distalmente. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central está atravesado por una barra no fibrosa orientada aproximadamente a 45 grados con respecto al eje mayor de la elipse. Esta barra se apoya sobre el extremo del brazo de la cruz axial coincidente con el eje mayor de la elipse y el margen interno del escudo distal. En conjunto la forma presenta 2 aberturas desiguales en cada cuadrante del área central, una próxima al centro y de mayor tamaño y otra, muy pequeña, próxima al extremo de la barra coincidente con el eje mayor de la elipse.

Discusión:

Grün (in Grün & Allemann, 1975) describe una transición continua entre *Retecapsa angustiforata* Black, 1971 y *R. schizobrachiata*. Para separar ambas especies, este autor utiliza la relación entre las longitudes de las aberturas mayor y menor, medidas sobre la zona marginal del área central. De este modo, asigna a *R. schizobrachiata* aquellos especímenes que presentan un valor de esta relación mayor que 2. El holotipo figurado por Gartner (1968) presenta una relación próxima a 3.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-9m.

Distribución:

La distribución estratigráfica de *R. schizobrachiata* está muy mal conocida, ya que se trata de una especie muy poco frecuente y, en general, de un registro bastante discontinuo. Gartner (1968) la describió en el Santoniense y Campaniense. Bukry (1969) citó a esta especie desde el Albiense al Campaniense. Taylor (1972) la citó desde el Oxfordiense hasta el Albiense. Sin embargo, es preciso ser muy cauto con respecto a la existencia de *R. schizobrachiata* en el Jurásico, ya que esta especie podría haber sido confundida con *Microstaurus quadratus* Black, 1971. En el presente estudio se han encontrado tan sólo algunos especímenes de morfología muy cercana (pero aún asignados a *R. angustiforata* Black, 1971; ver Aguado *et al.*, 1991) en el Barremiense y unos pocos especímenes en el Campaniense superior.

Género *Stradneria* Reinhardt, 1964.

Especie tipo, por designación original: *Stradneria limbicrassa* Reinhardt, 1964, p. 752; pl. 1, fig. 3; text-fig. 2.

Cocolitos elípticos, con una corona marginal formada por dos escudos. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos no imbricados o levemente imbricados, separados por suturas rectas y radiales o ligeramente inclinadas en

sentido contrario al de las agujas del reloj. El ciclo interno es, generalmente, más ancho que el externo. El escudo proximal, más estrecho que el distal, está constituido por un ciclo de ligeramente imbricados e inclinados en el sentido de las agujas del reloj. El área central es generalmente amplia y presenta una estructura central en forma de cruz axial de brazos fibrosos la cual no siempre es claramente visible. Los extremos de los brazos de esta cruz generalmente no se apoyan directamente sobre el margen interno de la corona marginal, sino que lo hacen sobre una corona de pequeñas barras dispuestas radialmente en torno a la cruz central. De este modo estas pequeñas barras se apoyan, en uno de sus extremos, sobre la corona marginal y en otro sobre la cruz axial. Entre cada dos barras de las que constituyen la corona, existe una pequeña abertura. En conjunto la forma presenta un ciclo de pequeñas aberturas situadas junto al margen interno de la corona marginal y que rodean a una zona central ocupada por una cruz axial sobre la que se dispone un proceso central macizo.

La estructura de *Stradneria* es muy similar a la de *Retecapsa* Black, 1971, de la que se diferencia por presentar una cruz axial mucho más atenuada (en ocasiones no visible), cuyos brazos no suelen apoyarse directamente sobre el margen interno de la corona marginal. La estructura central aparece rodeada por una corona de cortas barras dispuestas casi radialmente, que la unen con la corona marginal. El número de aberturas presentes en torno a la estructura central en el género *Stradneria* (10-16) es mayor que en el género *Retecapsa* (8). *Stradneria* se diferencia de *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, 1964. emend. Aguado, (en este trabajo) por presentar un sólo ciclo de aberturas en el área central.

La similitud estructural entre los géneros *Stradneria* y *Retecapsa* hace pensar en una estrecha relación filogenética entre ambos.

Stradneria surirella (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) com. nov.

1954 - *Discolithus surirella* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 144; fig. 30,31.
1964 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, p. 300; pl. 2, fig. 21-24.
1964 - *Stradneria limbicrassa* Reinhardt, p. ??; pl. ??, fig. ??.
1966 - *Coccolithus actinosus* Stover, p. 138; pl. 1, fig. 15,16; pl. 8, fig. 7.
1968 - *Polypodorhabdus crenulatus* (Bramlette & Martini, 1964) Perch-Nielsen, p. 48; fig. 18; pl. 11, fig. 2,3.
1968 - *Polypodorhabdus actinosus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, p. 50; fig. 19; pl. 10, fig. 1-6.
1968 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, (partim), p. 22; pl. 1, fig. 8,9;
1968 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, (partim), p. 21; pl. 1, fig. 10; pl. 3, fig. 5,6; pl. 4, fig. 9-12; pl. 11, fig. 12; pl. 14, fig. 7?,8?,9?; pl. 15, fig. 9?; pl. 16, fig. 12,13; pl. 17, fig. 10; pl. 20, fig. 8?,9?; pl. 24, fig. 11; pl. 25, fig 3?,4?; (non pl. 1, fig. 11; pl. 22, fig. 20,21?)
1969 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 ssp. crenulatus Bukry, (partim), p. 35; pl. 14, fig. 1-2; (non pl. 14, fig. 3-6).
1969 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 ssp. hansmannii Bukry, p. 35; pl. 14, fig. 7-9.
1971a- *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970.- Thierstein, p. 470; pl. 6, fig. 1-6
1972 - *Cretarhabdus actinosus* (Stover, 1966) Forchheimer, p. 49; pl. 19, fig. 4.
1973 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Priewalder, p. 17; pl. 6, fig. 5,6.
1973 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Roth, p. 724; pl. 19, fig. 6; pl. 21, fig. 6;
1977 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970.-

Verbeek, p. 102; pl. 8, fig. 9.
1977 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970.- Wise & Wind, pl. 69, fig. 1.
1979 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964.- Siesser, p. 825; pl. 2, fig. 3,4; pl. 5, fig. 14,15
1980 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970 emend. Thierstein, 1971.- Hattner & Wise, (partim), p. 61; pl. 12, fig. 9; pl. 13, fig. 1-3; (non pl. 13, fig. 4).
1981 - *Cretarhabdus conicus* Bramlette & Martini, 1964.- Smith, p. 35-37; pl. 2, fig. 37-48; pl. 3, fig. 1-19.
1982 - *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Taylor, pl. 4.3, fig. 13,14; pl. 4.7, fig. 17?.
1984 - *Cretarhabdus crenulatus* Bramlette & Martini, 1964 emend. Thierstein, 1971.- Stradner & Steinmetz, (partim), p. 597; pl. 8, fig. 1,2,7; (non pl. 8, fig. 3-6).
1985 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970.- Monechi, p. 315; pl. 4, fig. 6A-B.
1986 - *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün & Allemann, 1975.- Aguado, (partim), p. 74-75; L. 1, fig. 1,2; (non L. 1, fig. 3).
1987 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970.- Erba & Quadrio, p. 55; pl. 3, fig. 11,13.
1988 - *Cretarhabdus surirellus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1970 emend. Thierstein, 1971.- Applegate & Bergen, p. 317; pl. 12, fig. 2.
1990 - *Stradneria crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Noël, 1970.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 7,8.
1990 - *Retecapsa angustiforata* Black, 1971.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 9; (non pl. 1, fig. 10).
1991 - *Stradneria crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Noël, 1970.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.22.
1991 - *Stradneria crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Noël, 1970.- Aguado *et al.*, fig. 3.34,3.35,3.42.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.35) con una corona marginal constituida por 2 escudos. El escudo distal está formado por dos ciclos de elementos, uno externo y otro interno. El ciclo externo es más estrecho que el interno y está constituido por unos 30 elementos no imbricados o levemente imbricados y ligeramente inclinados en sentido contrario el de las agujas del reloj. El ciclo interno es más está constituido por unos 30 elementos no imbricados o levemente imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal es más estrecho que el distal y está constituido por 30-35 elementos ligeramente imbricados sinistralmente e inclinados en el sentido de las agujas del reloj en vista proximal. El área central es relativamente amplia con respecto a la anchura de la corona marginal, y está atravesada por una cruz axial no muy marcada, de brazos fibrosos, que en muchas ocasiones no se apoya directamente sobre la corona marginal. Los brazos de esta cruz son el soporte, en su intersección, de un proceso central macizo que se eleva distalmente. Cada uno de los cuadrantes en que queda dividida el área central está atravesado por varias barras no fibrosas orientadas aproximadamente de modo radial con respecto al eje mayor de la elipse. Estas barras se apoyan en parte sobre la estructura central constituida por la cruz axial y el margen interno del escudo distal. En conjunto la forma presenta entre 10 y 16 aberturas dispuestas en un sólo ciclo próximo al margen interno de la corona marginal y que rodean a una zona central ocupada por una cruz axial sobre la que se dispone una espina maciza.

Discusión:

Deflandre (in Deflandre & Fert, 1954) describió *Discolithus surirella* del Cretácico superior de Francia como un 'cocolito que posee un área central cubierta de lamelas' sin hacer referencia alguna al número de aberturas. De sus ilustraciones se deduce, sin embargo que el número de éstas es 16. Bramlette & Martini (1964) describieron *Cretarhabdus crenulatus*, como una especie 'con un área central perforada, con un borde crenulado característico bajo nícoles cruzados'. Estos autores tampoco hacen alusión al número de aberturas o perforaciones, pero a partir de sus ilustraciones, se deduce un número no superior a 12. Posteriormente, Grün (in Grün & Allemann, 1975) enmendaron el género *Retecapsa* Black, 1971 para incluir formas con un número de aberturas en el borde del área central mayor que 8. Este autor diferenció entre formas con 12 perforaciones (que asignó a *Retecapsa angustiforata* y formas con 16 perforaciones, que asignó a *R. surirella*). Otros muchos autores han asignado ambas especies al género *Cretarhabdus* Bramlette & Martini, denominando indistintamente a formas con 10-16 aberturas con los nombres de *C. crenulatus* o *C. surirellus*. En el presente estudio no se han observado (al microscopio electrónico) formas con 16 aberturas. Se han observado, sin embargo, formas con 10 y 12 aberturas. Algunas formas de 16 aberturas han sido observadas mediante el microscopio óptico. Personalmente, he encontrado bastante dificultad en separar formas con 12 aberturas de aquellas con más de 12 cuando se usa el microscopio óptico. Por otro lado, existen formas con un número intermedio de aberturas (pl. ??, fig. ??) entre las que poseen *R. angustiforata* Black, 1971 (8 aberturas) y '*C. crenulatus*' (12 aberturas). En este trabajo no se han observado especímenes con un número de aberturas intermedio entre '*C. crenulatus*' y '*D. surirella*' (16 aberturas), pero es presumible que existan. Ante todo lo expuesto, he optado por considerar a todas estas formas (con más de 10 aberturas) como sinónimas, utilizando como nombre específico el más antiguo ('*D. surirella*'). En mi opinión existe una estrecha relación entre *Retecapsa angustiforata* Black, 1971 y estas morfologías con un mayor número de aberturas situadas en un sólo ciclo, por este motivo Grün (in Grün & Allemann, 1975) enmendaron el género *Retecapsa* para incluirlas. Sin embargo, estas formas con mayor número de aberturas y una cruz axial menos marcada se ajustan mejor al género *Stradneria* Reinhardt, 1964 (que además es anterior y por tanto tiene prioridad).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-9m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) señalaron la primera aparición de esta especie en torno al límite Tithónico-Berriasiense. En el presente estudio se ha encontrado *S. surirella* desde el Berriasiense medio-superior (tránsito entre las zonas de Andrussowi-Boissieri de ammonites) hasta el final del Maastrichtiense. No se excluye, sin embargo, su presencia en niveles inferiores dentro del Berriasiense debido a la mala preservación que presenta la nannoflora en las zonas de Jacobi y parte inferior de la de Andrussowi de ammonites en los sedimentos estudiados.

Género *Speetonia* Black, 1971.

Especie tipo, por designación original: *Speetonia colligata* Black, 1971; p. 413; pl. 34, fig. 10.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos escudos de

elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales o levemente inclinadas. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos, de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el interno (superior). El escudo proximal está compuesto por un solo ciclo de elementos. El área central es amplia y está atravesada, según la dirección del eje menor de la elipse, por una barra de pequeños elementos. Esta barra se ensancha ligeramente hacia los extremos que se apoyan sobre el escudo y no presenta ningún tipo de proceso central o espina.

Algunos autores (Black, 1971; Covington & Wise, 1987) introducen a este género dentro de una familia diferente, la Speetoniaceae, que sería monogenérica y monoespecífica. Para ello, estos autores se basan en la ausencia de proceso central en el género *Speetonia*. En el presente estudio se ha preferido introducir a este género dentro de la subfamilia Retecapsoideae Black, 1972 de la familia Podorhabdaceae Noël, 1965, basándonos en las características de su corona marginal.

Speetonia colligata Black, 1971.

1971 - *Speetonia colligata* Black, p. 413; pl. 34, fig. 10.
1971 - *Speetonia nitida* Black, p. 414; pl. 34, fig. 11.
1971a- *Bipodorhabdus roeglii* Thierstein, p. 476; pl. 1, fig. 7, 8-11.
1975 - *Speetonia colligata* Black, 1971.- Grün & Allemann, p. 178; fig. 20; pl. 4, fig. 7,8.
1976 - *Bipodorhabdus colligatus* (Black, 1971) Thierstein, p. 350; pl. 3, fig. 7,8.
1982 - *Speetonia colligata* Black, 1971.- Taylor, pl. 4.3, fig. 1,2; pl. 4.7, fig. 14.
1987 - *Bipodorhabdus colligatus* (Black, 1971) Thierstein, 1976.- Erba & Quadrio, p. 54; pl. 5, fig. 1.
1987 - *Speetonia colligata* Black, 1971.- Covington & Wise, p. 636; pl. 20, fig. 2,3.
1988 - *Speetonia colligata* Black, 1971.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 19, fig. 7,8,11.
1989 - *Speetonia colligata* Black, 1971.- Crux, p. 194; pl. 8.3, fig. 7; pl. 8.11, fig. 29,30.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad alrededor de 1.20-1.25) con una corona marginal formada por dos escudos de elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales o levemente inclinadas. El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos, de los cuales, el más externo (inferior) es más estrecho que el interno (superior). El ciclo externo está compuesto por 32-34 elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno está constituido por unos 26-32 elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El escudo proximal está constituido por un solo ciclo de unos 28-36 elementos ligeramente imbricados sinistralmente y separados por suturas rectas y radiales. El área central es amplia y está atravesada, según la dirección del eje menor de la elipse, por una barra de pequeños elementos. Esta barra se ensancha ligeramente hacia los extremos que se apoyan sobre el escudo y no presenta ningún tipo de proceso central o espina.

Discusión:

Speetonia colligata se diferencia de *Ellipsagelosphaera britannica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1968 por presentar una corona marginal de elementos no imbricados y cuyo escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos. Se diferencia de los representantes del género *Podorhabdus* Noël, 1965 por presentar un escudo distal constituido por dos ciclos de elementos y no poseer proceso central alguno.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-9m.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989) la primera aparición de *S. colligata* tiene lugar en el Tithónico terminal, al final de la Zona de Durangites de ammonites. La última aparición de esta especie es utilizada por diversos autores (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Jakubowski, 1987; Applegate & Bergen, 1988) para establecer límites zonales. Aunque la mayor parte de los autores coinciden en situar este evento en el Hauteriviense superior, algunos (Roth, 1983; Covington & Wise, 1987) lo sitúan en el Barremiense inferior. En el presente estudio, *S. colligata* se ha encontrado desde el Berriasiense superior hasta el Hauteriviense y debido a su escasez y discontinuidad en el registro, no es utilizada en el presente trabajo como especie índice.

Subfamilia Cribrosphaerelloideae[1] Tappan, 1980.

Cocolitos de contorno elíptico o circular con una corona marginal formada por dos escudos de elementos no imbricados o ligeramente imbricados. El área central está totalmente cubierta por una rejilla de múltiples pequeñas perforaciones, pero no presentan proceso central.

Según Perch-Nielsen (1985a) esta subfamilia podría ser abandonada y sus géneros incluidos en la subfamilia Retecapsoideae Black, 1972 ya que en esta última también existen algunos géneros que carecen de proceso central. En el presente estudio se opta por seguir diferenciando esta subfamilia en base a que los dos géneros que la integran no presentan barras axiales fibrosas ni proceso central y poseen una rejilla central con una estructura muy característica (simetría hexagonal) no presente en ninguno de los representantes de la subfamilia Retecapsoideae.

Género *Cribrocorona* Perch-Nielsen, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Coccolithus gallicus* Stradner, 1963, p. 176; pl. 1, fig. 8.

Cocolitos de contorno circular a elíptico, con una corona marginal formada por dos escudos constituidos por elementos alargados verticalmente, de modo que ambos constituyen una forma cilíndrica. Los elementos que forman parte del escudo distal están inclinados e imbricados, mientras que los del escudo proximal están separados por suturas rectas y radiales. El área central, de pequeño tamaño en comparación con la anchura de la corona marginal, está cubierta por una rejilla cribosa, con poros hexagonales construidos a base de pequeños elementos laminares. Esta rejilla central se sitúa aproximadamente hacia la mitad de la altura del cilindro formado por los escudos.

Cribrocorona se diferencia de *Cylindralithus* Bramlette & Martini, 1964 en

---

[1] Hoffmann (1970) definió la subfamilia Cribrosphaeroideae basándose en el género *Cribrosphaera* Arkhangelsky, 1912. Puesto que este nombre genérico es ilegítimo, y el nombre correcto es *Cribrosphaerella* Deflandre in Piveteau, 1952 (ver discusión sobre este último género) el nombre de la subfamilia fue sustituido por Cribrosphaerelloideae por Tappan (1980).

la presencia de una rejilla que cubre el área central y en el similar desarrollo de la altura de ambos escudos Esto da lugar a que la sutura que separa ambos escudos aparezca más o menos centrada en *Cribrocorona* y desplazada hacia el extremo proximal en *Cylindralithus*.

Cribrocorona gallica (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1973.

1963 - *Coccolithus gallicus* Stradner, p. 176; pl. 1, fig. 8.
1964 - *Cylindralithus? gallicus* (Stradner, 1963) Bramlette & Martini, p. 308; pl. 5, fig. 15-17.
1973 - *Cribrocorona gallica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, p. 312-313; pl. 4, fig. 1-4; pl. 10, fig. 25-28.
1984 - *Cribrocorona gallica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1973.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 9, fig. 1-7.
1985 - *Cylindralithus* sp.- Monechi, pl. 2, fig. 6,10A-B.
1986 - *Cribrocorona gallica* (Stradner, 1963) Perch-Nielsen, 1973.- Aguado, p. 27-29; L. 5, fig. 1-10.

Descripción:

Cocolitos de contorno circular a elíptico (elipticidad entre 1-1.28) con una corona marginal formada por dos escudos de elementos con un considerable desarrollo vertical, de modo que cada uno por separado tiene aspecto de corona. El escudo distal está formado por unos 15-20 elementos inclinados y ligeramente imbricados. El escudo proximal está formado por unos 15-18 elementos no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. En ambos escudos, los elementos son mucho más altos que anchos, dando a la forma un aspecto general cilíndrico. El escudo proximal es algo más bajo que el distal. El área central es relativamente estrecha en comparación con la anchura de la corona marginal y está cubierta, a la altura del contacto entre ambos escudos, por una rejilla cribosa de simetría hexagonal, formada por pequeños elementos laminares.

Discusión:

Esta especie fue provisionalmente asignada al género *Cylindralithus* por Bramlette & Martini (1964). Perch-Nielsen (1973) estableció su diferenciación con respecto a *Cylindralithus* y creó el género *Cribrocorona*, al tiempo que puso de manifiesto la estrecha relación existente entre *Cribrocorona gallica* y *Cribrosphaerella ehrembergii* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952. La diferenciación entre *Cribrocorona* y *Cylindralithus* se establece atendiendo básicamente al desarrollo de cada uno de los escudos y a la posición de la estructura que cubre el área central (centrada y proximal respectivamente).

Tamaño: Longitud del eje mayor entre 5-8.5m.

Distribución:

Bramlette & Martini (1964) encontraron a esta especie limitada al Maastrichtiense superior. Según Perch-Nielsen (1973), *C. gallica* es una especie limitada al Maastrichtiense. Perch-Nielsen (1985a), admite, además la posibilidad de su presencia en el Campaniense superior. En el presente estudio, *C. gallica* sólo es encontrada en la parte superior de la Zona de *Lithraphidites quadratus* de nannofósiles (Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos). *C.*

gallica parece una especie relativamente restringida al dominio Tethysico, ya que no es frecuente en latitudes elevadas (Bramlette & Martini, 1964; Perch-Nielsen, 1973).

Género *Cribrosphaerella* Deflandre in Piveteau, 1952.

Sinónimos: *Cretadiscus* Gartner, 1968; *Cribrosphaera* Arkhangelsky, 1912; *Favocentrum* Black, 1964.
Especie tipo, por designación original: *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelsky, 1912, p. 412; pl. 6, fig. 19,20.

Cocolitos elípticos a subcirculares con una corona marginal formada por dos escudos de elementos petaloideos, no imbricados o ligeramente imbricados, separados por suturas rectas y radiales, ligeramente inclinadas o en "zig-zag". El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos (uno superior más ancho y otro inferior más estrecho), mientras que el proximal está formado por un sólo ciclo de elementos. El área central es de tamaño muy variable en relación con la anchura de la corona marginal, y está totalmente cubierta por pequeños elementos granulares que se disponen formando una rejilla de simetría hexagonal con un número muy variable de pequeñas perforaciones.

De acuerdo con el artículo 45 del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN), el nombre de un taxon debe estar disponible en la nomenclatura zoológica para ser transferido con validez a la nomenclatura botánica. Puesto que el nombre *Cribrosphaera* Arkhangelsky, 1912 es un homónimo posterior del radiolario *Cribrosphaera* Popofsky, 1906, *Cribrosphaera* Arkhangelsky no está disponible en la nomenclatura zoológica y por tanto el nombre no puede ser transferido para su uso en la nomenclatura botánica. Por este motivo, *Cribrosphaera* Arkhangelsky, 1912 es un nombre inválido de acuerdo con el ICBN. Para subsanar este problema, Deflandre (in Piveteau, 1952) introdujo el nombre *Cribrosphaerella* como sustituto de *Cribrosphaera*, para su uso en nomenclatura botánica.

Cribrosphaerella ehrenbergii (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.

1912 - *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelsky, p. 412; pl. 6, fig. 19,20.
1952 - *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, p. 111; fig. 54a,b.
1963 - *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.- Stradner, p. 179; pl. 2, fig. 1, 1a.
1964 - *Favocentrum laughtoni* Black, p. 313-314; pl. 53, fig. 1,2.
1964 - *Favocentrum matthewsi* Black, p. 314-315; pl. 53, fig. 5,6.
1964 - *Discolithina?* cf. *D. numerosa* (Górka, 1957) Bramlette & Martini, p. 301; pl. 1, fig. 23-24.
1964 - *Cribrosphaerella romanica* Reinhardt, p. 756-757; fig. 7; pl. 2, fig. 1.
1966 - *Discolithus venatus* Stover, p. 144; pl. 3, fig. 12a-c, 13a-b; pl. 8, fig. 21.
1968 - *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.- Gartner, p. 40; pl. 1, fig. 14,15; pl. 3, fig. 2a-d; pl. 6, fig. 7a-c; pl. 12, fig. 2a-d; 15, fig. 11a-d.
1968 - *Cribrosphaerella pelta* Gartner, p. 41; pl. 10, fig. 24,25.
1968 - *Cribrosphaerella linae* Gartner, p. 40-41; pl. 1, fig. 16; pl. 3, fig. 4a-d; pl. 11, fig. 16a-c.
1968 - *Cretadiscus colatus* Gartner, p. 36; pl. 10, fig. 7,8; pl. 12, fig. 5a-c, 6a-b; pl. 19, fig. 10.
1968 - *Cretadiscus polyporus* Gartner, p. 36; pl. 1, fig. 17-19; pl. 4, fig. 13; pl. 25, fig. 5.
1968 - *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.- Perch-Nielsen, p. 54-55; pl. 17, fig. 1-8.
1968 - *Coccolithus cribrosphaerella* Pienaar, p. 362-363; pl. 70, fig. 4,5.
1969 - *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelsky, 1912.- Bukry, p. 44-45; pl. 22, fig. 7-12.

1969 - *Cribrosphaera laughtoni* (Black, 1964) Bukry, p. 45; pl. 23, fig. 1-9.
1972 - *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelsky, 1912.- Forchheimer; pl. 9, fig. 1,3,4.
1973 - *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.- Priewalder, p. 18; pl. 8, fig. 4,6.
1986 - *Cribrosphaerella ehrembergii* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952.- Aguado, p. 29-31; L. 1, fig. 26-30.

Cocolito elíptico a subcircular (elipticidad alrededor de 1.05-1.40) con una corona marginal formada por dos escudos de elementos petaloideos, no imbricados o ligeramente imbricados, separados por suturas rectas radiales, ligeramente inclinadas o en "zig-zag". El escudo distal está constituido por dos ciclos de elementos (uno superior y otro inferior). El ciclo superior está constituido por un número muy variable de elementos (15-30) que pueden presentar suturas ligeramente inclinadas en sentido contrario al de las agujas del reloj. Este ciclo presenta una ligera inclinación abcentral, y es más ancho que el inferior. El ciclo inferior consta de unos 15-30 elementos. El escudo proximal es bastante más estrecho que los anteriores y está constituido por un solo ciclo de unos 15-30 elementos que pueden presentar una ligera inclinación en el sentido de las agujas del reloj (en vista proximal). El área central es de tamaño muy variable con respecto a la anchura de la corona marginal, y está completamente cubierta por una rejilla de pequeños elementos dispuestos según una simetría hexagonal. Esta rejilla posee un número muy variable de pequeñas perforaciones. En conjunto, el cocolito es ligeramente convexo en vista distal y muy cóncavo en vista proximal, debido a la elevación del escudo proximal con respecto a la cara proximal de la rejilla que cubre el área central.

Discusión:

Varios autores (Black, 1964; Gartner, 1968; Bukry, 1969) han intentado, en distintas ocasiones, diferenciar varias especies dentro del género *Cribrosphaerella* Deflandre, 1952, atendiendo fundamentalmente a variaciones en tamaño, elipticidad y número de perforaciones del área central. Tales diferenciaciones no han sido seguidas por la generalidad de los autores, quienes atribuyen las mencionadas variaciones a la variabilidad intraespecífica. En el presente estudio se sigue al respecto el consenso general. Se encuentra que las formas más primitivas (Albiense) poseen un tamaño mucho menor, una elipticidad alta y un pequeño número de perforaciones. Las formas más evolucionadas (Campaniense-Maastrichtiense) poseen un tamaño general considerablemente mayor, un mayor número de perforaciones y una elipticidad muy variable, aunque en general menor que las formas del Albiense. Sin embargo es francamente difícil establecer el límite entre ambas poblaciones, ya que a lo largo del Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense y Santoniense encontramos poblaciones con morfologías generales muy dispersas con respecto a los caracteres antes reseñados e intermedias entre las formas del Albiense y las del Campaniense-Maastrichtiense. Ante la imposibilidad de establecer diferenciaciones claras se prefiere considerar a todas las morfologías bajo el mismo nombre específico.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 5-10m.

Distribución:

La gran mayoría de los autores señalan la primera aparición de *C. ehrenbergii* en el Albiense. Thierstein (1971a) la señala coincidiendo con la primera aparición de *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984, alrededor

del límite Albiense inferior-medio, y según el esquema de Moullade (1966) claramente por debajo de la primera aparición del foraminífero planctónico *Biticinella breggiensis*. Posteriormente, Roth & Thierstein (1972) y Thierstein (1973a, 1976) señalan la primera aparición de esta especie a partir del Albiense superior, por encima de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre, 1954) Reinhardt, 1965. Manivit *et al.* (1977) señalan también su aparición en torno al Albiense superior. Taylor (1982) no encuentra esta especie en el Albiense del SE de Inglaterra. Crux (1982) registra la presencia de *C. ehrenbergii* desde la base del Cenomaniense en la misma área geográfica. Erba (1988) registra la primera aparición de *C. ehrembergii* ligeramente por encima de la de *P. columnata*, y por debajo de la de *T. primula* y *B. breggiensis*, en una edad que este autor estima próxima al límite Aptiense-Albiense. En lo referente a la última aparición de esta especie existe el consenso general de los autores en señalarla en el límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio se ha encontrado *C. ehrembergii* desde la parte superior de la Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *C. ehrenbergii* de nannofósiles (Albiense medio) hasta el límite Cretácico-Terciario.

Familia Polycyclolithaceae Forchheimer, 1972 emend. Varol, 1991.

Sinónimos: Lithastrinaceae, Eprolithaceae.

Nannolitos que poseen una pared formada por dos ciclos de elementos. Cada uno de estos ciclos contiene el mismo número de elementos. Estos elementos pueden tener la forma de radios, pétalos o piezas subrectangulares. Puede existir un diafragma en la zona de unión entre ambos ciclos. Cuando está presente, este diafragma puede situarse en el centro o hacia un extremo de la forma. Los determinantes genéricos principales son la presencia o ausencia de diafragma, su tamaño, y la forma de los elementos de la pared. De valor secundario es la posición del diafragma. Los determinantes específicos fundamentales son las variaciones de las características genéricas y el número de elementos de la pared.

A esta familia se han asignado frecuentemente (Perch-Nielsen, 1979d,1985a) nannolitos cilíndricos y cúbicos, en forma de roseta o estrella, con o sin relaciones evolutivas obvias y sin representantes actuales. Perch-Nielsen (1985a) incluye dentro de esta familia, además de géneros tales como *Eprolithus*, *Lithastrinus*, *Micula*, *Quadrum* y *Uniplanarius* (que guardan entre sí relaciones evolutivas aparentes) y otros géneros como *Assipetra*, *Hayesites*, *Hexalithus*, *Polycostella* y *Rucinolithus*, los cuales no guardan relaciones evolutivas con los anteriores o incluso entre sí. Prins (in Perch-Nielsen, 1979d) y Perch-Nielsen (1985a) ya sugirieron esta falta de relación entre los grupos de géneros mencionados anteriormente. Ante esto, Varol (1991) realizó una revisión taxonómica de la familia, mediante la cual ésta incluye sólo a los géneros del primer grupo. Los resultados de esta revisión son seguidos en el presente estudio. Con respecto a los géneros del segundo grupo (*Assipetra*, *Hayesites*, *Hexalithus*, *Polycostella* y *Rucinolithus*), no parecen presentar afinidades claras entre sí, por lo que, momentáneamente y en espera de un estudio taxonómico más profundo, son asignados al grupo *incertae sedis*.

Género *Eprolithus* Stover, 1966 emend. Varol, 1991.

Sinónimo: *Polycyclolithus* Forchheimer, 1968, p. 39.
Especie tipo, por designación original: *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962; p.370-372, pl. 2, fig. 7-11.

Nannofósiles de contorno circular, constituidos por una pared de elementos formada por dos ciclos. Cada ciclo está compuesto por varios (5-9) elementos de anchura uniforme que rodean a un área central relativamente amplia y cubierta por un diafragma situado a media altura con respecto a la pared. Este diafragma posee el mismo número de piezas radiales que elementos posee cada ciclo de la pared. *Eprolithus* puede haber evolucionado a partir de *Radiolithus* Stover, 1966 (Varol, 1991) y es considerado como el ancestro de *Quadrum* Prins & perch-Nielsen, 1977 y *Lithastrinus* Stradner, 1962 (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Varol, 1991). *Eprolithus* se diferencia de *Radiolithus* por presentar un perfil en forma de "H" en lugar de en forma de "U" (*Radiolithus* se caracteriza por presentar el diafragma en uno de los extremos de la pared) y elementos petaloideos. Se diferencia de *Lithastrinus* por poseer un diafragma más amplio y una sección transversal en forma de "H" en lugar de en forma de "X".

Eprolithus floralis (Stradner, 1962) Stover, 1966.

1962 - *Lithastrinus floralis* Stradner, p. 370-372; pl. 2, fig. 7-11.
1963 - *Lithastrinus floralis* Stradner.- Stradner, p. 8; pl. 2, fig. 8-8a.
1966 - *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, p. 149; pl. 7, fig. 4-7,9; pl. 9, fig. 21.
1968 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Gartner, (partim), p. 47; pl. 24, fig. 12; (non pl. 21, fig. 13; pl. 22, fig. 28,29).
1968 - *Lithastrinus* cf. *floralis* Stradner, 1962.- Forchheimer, p. 57-58; fig. 2.20; 2.29; pl. 9, 2a-b, 3a-b,4a-b;
1968 - *Polycyclolithus brotzenii* Forchheimer, p. 41; fig. 15,16; pl. 6, fig. 6,7.
1969 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Bukry, p. 43; pl. 21, fig. 1,2.
1971a- non *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Thierstein, p. 481; pl. 7, fig. 1-5.
1972 - *Polycyclolithus floralis* (Stradner, 1962).- Forchheimer, p. 57; pl. 27, fig. 4.
1972 - *Polycyclolithus brotzenii* Forchheimer, 1968.- Forchheimer, p. 56; pl. 27, fig. 3.
1972 - non *Polycyclolithus orbiculatus* Forchheimer, p. 57-58; pl. 27, fig. 5-6.
1973 - *Eprolithus apertior* Black, 1973, p. 100; fig. 48,49; pl. 33, fig. 7,9,10.
1977 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Wise & Wind, pl. 75, fig. 2-6.
1977 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Kollmann *et al.*, pl. 4, fig. 11.
1977 - non *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Verbeek, p. 112; pl. 10, fig. 10.
1982 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Taylor, pl. 4.6, fig. 17,18; pl. 4.8, fig. 16,17.
1982 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Crux, partim, pl. 5.6, fig. 12?,16,20; pl. 5.10, fig. 6,7; (non pl. 5.6, fig. 15).
1983 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Wise, p. 512, pl. 13, fig. 5,6.
1983 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Miller, (partim), p. 193; pl. 1, fig. 1-4; (non pl. 1, fig. 5).
1987 - *Eprolithus apertior* Black, 1973.- Jakubowski, p. 110; pl. 3, fig. 1,2.
1988 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Erba, p. 271; pl. 42; fig. 4,8.
1991 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.4, fig. 1-3.

Descripción:

Nannofósiles de contorno circular y morfología general cilíndrica, constituidos por una pared relativamente alta de elementos verticales formada por dos ciclos. Cada uno de los dos ciclos posee típicamente 9 elementos más o menos petaloideos y separados por suturas aproximadamente radiales. El área central es relativamente amplia en comparación con la anchura de los ciclos y está totalmente cubierta, a media altura y en la unión entre los dos ciclos, por un diafragma formado por 9 piezas radiales en forma de cuña. Al microscopio óptico, en vista de perfil, presenta secciones típicas en "H". Visto en planta, y bajo nícoles cruzados, cada uno de los elementos de los ciclos de la pared presenta orientación cristalográfica diferente.

Discusión:

Varol (1991) propone una serie de nuevas especies dentro del género *Eprolithus* Stover, 1966 (*E. octopetalus*, *E. eptapetalus*, *E. rarus*), diferenciadas entre sí según el número de elementos de los ciclos de la pared y el diafragma. En el presente estudio, sin embargo, no se han observado especímenes con menos de 9 elementos en los ciclos de la pared.

Tamaño: Diámetro alrededor de 6-12m.

Distribución:

La gran mayoría de los autores (Thierstein, 1971a,1973a,1976; Wise & Wind, 1977; Roth, 1978,1983; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Wise, 1983; Erba & Quadrio, 1987; Covington & Wise, 1987; Jakubowski, 1987; Applegate & Bergen,

1988; Erba, 1988) sitúan el biohorizonte de primera aparición de *E. floralis* coincidiendo aproximadamente con el límite Aptiense inferior-Aptiense superior. Varol (1991) sitúa este evento ya dentro del Aptiense superior. La última aparición de esta especie es señalada por varios autores (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Crux, 1982; Varol, 1991; Aguado *et al.*, 1991;1992a) en diferentes edades, dentro del intervalo Santoniense-Campaniense inferior. En el presente estudio, se ha registrado la aparición de esta especie coincidiendo con la del foraminífero planctónico *Schackoina cabri* Sigal, que tradicionalmente se utiliza para marcar el límite Aptiense inferior-Aptiense superior. Los últimos especímenes se han encontrado en el Santoniense inferior. Thierstein (1971a,1973a) utilizó por primera vez el biohorizonte de primera aparición de *E. floralis* como marcador zonal (junto con la de *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971) para diferenciar el Aptiense inferior del superior. Con posterioridad, gran cantidad de autores han utilizado la aparición de esta especie en el mismo sentido. En el presente estudio también se utiliza la aparición de *E. floralis* como marcador zonal (ver capítulo sobre bioestratigrafía). En cuanto a su distribución paleogeográfica, *E. floralis* parece ser una especie cosmopolita, que se encuentra tanto en el dominio Boreal como Tethisico.

Género *Lithastrinus* Stradner, 1962 emend. Varol, 1991.

Especie tipo, por designación original: *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962, p. 369-370, pl. 2, fig. 1-5.

Nannofósiles de contorno circular, constituidos por una pared de elementos formada por dos ciclos. Cada ciclo está compuesto por varios (entre 5 y 7) elementos con imbricación sinistral y anchura uniforme que rodean a un área central estrecha y cubierta por un pequeño diafragma situado a media altura con respecto a la pared. Este diafragma posee el mismo número de piezas radiales que elementos posee cada ciclo de la pared. *Lithastrinus* parece provenir de la evolución de *Eprolithus* Stover, 1966 y se considera el ancestro de *Uniplanarius* Hattner & Wise, 1980 emend. Varol, 1991 (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Varol, 1991). Lithastrinus se diferencia de *Radiolithus* Stover, 1966, por presentar un perfil en forma de "X" en lugar de en forma de "U" (*Radiolithus* se caracteriza por presentar el diafragma en uno de los extremos de la pared) y elementos radiales más o menos desarrollados. Se diferencia de *Eprolithus* por poseer un diafragma pequeño y una sección transversal en forma de "X" en lugar de en forma de "H".

Lithastrinus grillii Stradner, 1962.

1962 - *Lithastrinus grilli* Stradner, p. 369-370, pl. 2, fig. 1-5.
1968 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Gartner, partim., p. 47; pl. 18, fig. 1,2; pl. 21, fig. 1a-d; (non pl. 20, fig. 17?; pl. 21, fig. 11a-c; pl. 22, fig. 26; pl. 25, fig. 10,11).
1969 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Bukry, p. 43; pl. 21, fig. 3-6.
1972 - non *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Roth & Thierstein, pl. 16, fig. 12-17.
1976 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Thierstein, p. 351; pl. 5, fig. 4,5.
1977 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Kollmann *et al.*, pl. 3, fig. 9.
1977 - non *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Verbeek, p. 112, PL. 10, Fig. 9.
1980 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Hattner & Wise, p. 64; pl. 20, fig. 5-7; pl. 40, fig. 5-8.
1980 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Hattner, Wind & Wise, p. 24; pl. 1, fig. 5-9.
1981 - non *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Smith, p. 54-55; pl. 9, fig. 11-16.
1982 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Crux, pl. 5.6, fig. 13,14; pl. 5.10, fig. 8.
1983 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Wise, p. 512; pl. 13, fig. 3.
1983 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Miller, p. 193; pl. 1, fig. 6,7.

1984 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Stradner & Steinmetz, pl. 21, fig. 1-3, 5-7.
1986 - non *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Aguado, p. 44-45; L. 2, fig. 10,15,18-19.

Descripción:

Nannofósiles de contorno circular y morfología general estrellada a subredondeada, constituidos por dos ciclos de 6 elementos radiales con inclinación adcentral e imbricación sinistral. El área central es estrecha en comparación con la anchura de los ciclos y está totalmente cubierta, a media altura y en la unión entre los dos ciclos, por un diafragma formado por 6 pequeñas piezas radiales en forma de cuña. Al microscopio óptico, en vista de perfil, presenta secciones típicas en "X". Visto en planta, y bajo nícoles cruzados, cada uno de los elementos de los ciclos de la pared presenta orientación cristalográfica diferente.

Discusión:

Lithastrinus grillii se diferencia de *L. moratus* Stover, 1966 por poseer típicamente 6 elementos radiales por ciclo, en lugar de 7. En la literatura son abundantes los casos de autores que no diferencian entre *L. grillii* y *L. moratus*, con las consiguientes alteraciones en la distribución del primero.

Tamaño: Diámetro comprendido entre 7-11m.

Distribución:

Perch-Nielsen (1979d, 1985a) y Crux (1982) atribuyeron a esta especie un rango Santoniense-Campaniense mientras que Varol (1991) le asignó un rango Santoniense-Campaniense inferior. En la Cordillera Bética se encuentra, como especie muy poco abundante, a lo largo del Santoniense y Campaniense inferior y medio.

Lithastrinus moratus Stover, 1966 emend. Varol, 1991.

1966 - *Lithastrinus moratus* Stover, p. 149; pl. 7, fig. 20.
1968 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Gartner, partim., p. 47; pl. 20, fig. 17?; pl. 21, fig. 11a-c; pl. 22, fig. 26; (non pl. 18, fig. 1,2; pl. 21, fig. 1a-d; pl. 25, fig. 10,11).
1971b- *Lithastrinus moratus* Stover, 1966.- Thierstein, p. 37; pl. 3, fig. 56,57.
1972 - *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, p. 53-54; pl. 24, fig. 1-4; pl. 27, fig. 2.
1972 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Roth & Thierstein, pl. 16, fig. 12-17.
1977 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Verbeek, p. 112; pl. 10, fig. 10.
1977 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, partim, p. 111; pl. 10, fig. 7; (non pl. 10, fig. 5,6,8).
1981 - *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962.- Smith, p. 54-55; pl. 9, fig. 11-16.
1982 - *Lithastrinus floralis* Stradner, 1962.- Crux, partim, pl. 5.6, fig. 15; (non pl. 5.6, fig. 12?,16,20; pl. 5.10, fig. 6,7).
1983 - *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, 1972.- Svábenická, pl. 4, fig. 1.
1984 - *Lithastrinus septenarius* Forchheimer, 1972.- Stradner & Steinmetz, pl. 21, fig. 4.
1991 - *Lithastrinus moratus* Stover, 1966.- Aguado *et al.*, fig. 9.8, 9.12, 9.17, 9.18.

Descripción:

Nannofósiles de contorno circular y morfología general estrellada a subredondeada, constituidos por dos ciclos de 7 elementos radiales con inclinación adcentral e imbricación sinistral. El área central es estrecha en comparación con la

anchura de los ciclos y está totalmente cubierta, a media altura y en la unión entre los dos ciclos, por un diafragma formado por 7 pequeñas piezas radiales en forma de cuña. Al microscopio óptico, en vista de perfil, presenta secciones típicas en "X". Visto en planta, y bajo nícoles cruzados, cada uno de los elementos de los ciclos de la pared presenta orientación cristalográfica diferente.

Discusión:

L. moratus se diferencia de *L. grillii* Stradner, 1962 por poseer 7 elementos en cada ciclo, en lugar de 6.

Tamaño: Diámetro entre 5-11m.

Distribución:

Según Perch-Nielsen (1979d,1985a), el rango de *L. moratus* (*L. moratus* + *L. septenarius*) es Cenomaniense superior-Santoniense. Según Varol (1991) el rango de esta especie es Turoniense-Santoniense. Gartner, in Robaszynski *et al.* (1990), situó la primera aparición de *L. moratus* en la parte inferior del Turoniense medio. En la Cordillera Bética, se ha encontrado a *L. moratus*, como especie no muy abundante, desde el Cenomaniense superior hasta el Santoniense superior.

Género *Micula* Vekshina, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Micula decussata* Vekshina, 1959, p. 71, pl. 1, fig. 6; pl. 2, fig. 11.

Nannofósiles de morfología cúbica, constituidos por dos ciclos de cuatro elementos de morfología subpiramidal que tienden a unirse, mediante imbricación, hacia el centro. Dos de las caras del cubo (la superior y la inferior), presentan cuatro segmentos triangulares separados por suturas rectas dispuestas diagonalmente y representan cada uno de los dos ciclos de elementos. Las otras cuatro caras (laterales) presentan cada una dos elementos triangulares separados por una línea de sutura oblicua tendiendo a diagonal. Algunas de las especies asignadas a este género presentan una reducción importante del tamaño de los elementos de uno de los ciclos y un aumento del tamaño de los elementos del otro ciclo. Otras especies muestran una elongación abcentral de los elementos de uno o ambos ciclos.

Se admite que *Micula* proviene de la evolución de *Quadrum* Prins & Perch-Nielsen, 1977 a lo largo del Turoniense y Coniaciense (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Varol, 1991). *Micula* se diferencia de *Quadrum* Prins & Perch-Nielsen, 1977 por presentar suturas diagonales en las caras superior e inferior. Se diferencia del resto de los representantes de la familia, por la ausencia de diafragma en la unión entre ambos ciclos.

Micula decussata Vekshina, 1959.

1959 - *Micula decussata* Vekshina, p. 71; pl. 1, fig. 6; pl. 2, fig. 11.
1959 - *Trochoaster staurophorus* (Gardet, 1955) Stradner, p. 480; fig. 40-50.
1963 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, p. 179; pl. 4, fig. 12a.
1964 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Bramlette & Martini, p. 318 pl. 6, fig. 7-11.

1968 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Gartner, (partim), p. 47; pl. 2, fig. 5,8; pl. 4, fig. 17; pl. 9, fig. 18; pl. 14, fig. 13; pl. 18, fig. 7; pl. 20, fig. 15; (non pl. 2, fig. 6,7; pl. 9, fig. 19,20; pl. 14, fig. 14).
1969 - *Micula decussata decussata* Vekshina, 1959.- Bukry, p. 67; pl. 40, fig. 5-6.
1971b- *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Thierstein, p. 40; pl. 3, fig. 62,63.
1972 - *Micula cubiformis* Forchheimer, p. 54; pl. 25, fig. 1, 3-5.
1973 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Priewalder, p. 21; pl. 12, fig. 1-4.
1974 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Thierstein, (partim), p. 641; pl. 12, fig. 1-3,9-11; (non pl. 12, fig. 4-8).
1976 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Thierstein, (partim), p. 352; pl. 1, fig. 9; pl. 4, fig. 34,35; (non pl. 1, fig. 10).
1976 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Shumenko, p. 73; pl. 28, fig. 1,2.
1976a- *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Verbeek, p. 147; pl. 2, fig. 1.
1976 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Wise & Wind, (partim), pl. 38, fig. 1; (non pl. 38, fig. 2,3).
1977 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Kollmann *et al.*, pl. 3, fig. 12.
1977 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Verbeek, p. 119; pl. 11, fig. 12.
1978 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Shafik, fig. 3Sa-b,3Ta-b.
1979 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Roth & Bowdler, p. 273-275; pl. 1, fig. 1-2; pl. 2, fig. 1-5,9,12.
1982 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Crux, pl. 5.7, fig. 12-16; pl. 5.10, fig. 20.
1983 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Miller, (partim), p. 194; pl. 1, fig. 32,33; (non pl. 1, fig. 31).
1984 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Stradner & Steinmetz, pl. 31, fig. 1,2; pl. 32, fig. 1,2?,3.
1986 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Aguado, p. 57-58; L. 1, fig. 4,5; L. 4, fig. 8; L. 2, fig. 13,14; L. 4, fig. 8.
1986 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 11.
1991 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Moshkovitz & Osmond, pl. 4.3, fig. 15-17.

Descripción:

Nannofósil de morfología cúbica constituido por 2 ciclos de 4 elementos subpiramidales cada uno. Estos dos ciclos de elementos están fuertemente interpenetrados e imbricados entre sí y no existe diafragma alguno en la unión entre ambos. Dos de las caras del cubo (la superior y la inferior) presentan elementos triangulares separados por suturas rectas diagonales. Las caras laterales presentan dos elementos triangulares separados por una sutura oblicua. Las seis caras son cóncavas, presentando aristas y vértices salientes. Para una descripción detallada de la estructura ver Roth & Bowdler (1989).

Discusión:

Gardet (1955) describió "*Discoaster staurophorus*" sobre un espécimen del Terciario de Argelia. La ilustración presentada por este autor tiene el aspecto de la mitad de un espécimen resedimentado de *Micula decussata*, o bien podría ser algún representante del género terciario *Nannotetrina*. En cualquier caso, no considero válida esta descripción puesto que, en el mejor de los casos, fue realizada sobre un espécimen fragmentado y resedimentado, puesto que *M. decussata* es una especie sólo presente en el Cretácico superior. *M. decussata* se diferencia de *M. concava* (Stradner, 1960) Verbeek, 1976 por su aspecto más cúbico, ya que esta última presenta proyecciones alargadas radialmente en los vértices del cubo. La relación entre la longitud de una diagonal con respecto al lado del cubo es menor que 1.3 en *M. decussata*. Se diferencia de *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen, 1977 por

presentar suturas diagonales sobre las caras superior e inferior.

Tamaño: Longitud del lado entre 5-9m.

Distribución:

La mayor parte de los autores (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Hattner & Wise, 1980; Crux, 1982; Svábenická, 1983,1991; Stradner & Steinmetz, 1984; Varol, 1991; Watkins *et al.*, 1991) coinciden en asignar a esta especie un rango Coniaciense superior - Maastrichtiense terminal. Solamente aquellos autores que consideran que *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen, 1977 es un morfotipo recristalizado de *M. decussata* (Thierstein, 1974,1976; Roth & Bowdler, 1979) discrepan en lo referente a la primera aparición de esta última, situándola en el Turoniense basal. *M. decussata* es una especie cosmopolita caracterizada por ser la más resistente a la disolución de las presentes en el Cretácico superior (Thierstein, 1980,1981; Roth, 1984). Al mismo tiempo es un especie frecuente y relativamente fácil de determinar, lo que la convierte en un buen fósil índice. En efecto, son muchos los autores que utilizan su primera aparición en el Coniaciense como marcador zonal (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Hattner & Wise, 1980; Crux, 1982). En el presente estudio se ha encontrado *M. decussata* desde el Coniaciense superior hasta el Maastrichtiense inferior y su primera aparición es utilizada como marcador zonal.

Micula concava (Stradner in Martini & Stradner, 1960) Verbeek, 1976.

1960 - *Nannotetraster concavus* Stradner in Martini & Stradner, p. 269; fig. 12, 18a-d.
1963 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, (partim), p. 179; pl. 4, fig. 12b-c; (non pl. 4, fig. 12a).
1968 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Gartner, (partim), p. 47; pl. 2, fig. 6,7; pl. 9, fig. 19,20; pl. 14, fig. 14; (non pl. 2, fig. 5,8; pl. 4, fig. 18; pl. 9, fig. 18; pl. 14, fig. 13; pl. 18, fig. 7; pl. 20, fig. 15).
1968 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Bukry & Kennedy, fig. 2.7,2.8.
1969 - *Micula decussata concava* (Stradner, 1963) Bukry, p. 67; pl. 40, fig. 7-8.
1972 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Forchheimer, (partim), pl. 24, fig. 5,6; pl. 25, fig. 6; (non pl. 25, fig. 2).
1976a- *Micula concava* (Stradner, 1960) Bukry, 1969.- Verbeek, p. 147; pl. 2, fig. 3.
1976 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Wise & Wind, (partim), pl. 38, fig. 2,3; (non pl. 38, fig. 1).
1980 - *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Hattner & Wise, p. 65; pl. 26, fig. 6-9.
1983 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963.- Miller, (partim), p. 194; pl. 1, fig. 31; (non pl. 1, fig. 32,33).
1986 - *Micula concava* (Stradner, 1960) Bukry, 1969.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 9,10.
1990a- *Micula decussata* Vekshina, 1959.- Pospichal & Wise, p. 477; pl. 6, fig. 3.

Descripción:

Nannofósil de morfología pseudocúbica constituido por 2 ciclos de 4 elementos subpiramidales cada uno. Estos dos ciclos de elementos están fuertemente interpenetrados e imbricados entre sí y no existe diafragma alguno en la unión entre ambos. Dos de las caras del cubo (la superior y la inferior) presentan elementos triangulares alargados separados por suturas rectas diagonales. Las caras laterales presentan dos elementos triangulares separados por una sutura oblicua. Las seis caras son cóncavas, presentando aristas y vértices salientes y muy prominentes. Para

una descripción detallada de la estructura ver Roth & Bowdler (1989).

Discusión:

M. concava se diferencia de *M. decussata* Vekshina, 1959 por presentar elementos subpiramidales más alargados, que dan lugar a expansiones muy prominentes en los vértices del cubo que constituye la forma. Se considera que *M. decussata* da lugar a *M. concava* en el Santoniense (Roth & Bowdler, 1979; Perch-Nielsen, 1979d, 1985a). Dado que es frecuente encontrar formas intermedias entre *M. decussata* y *M. concava*, es preciso tomar arbitrariamente un límite entre ambas especies. Roth & Bowdler (1979) proponen y utilizan la relación entre la longitud diagonal (*D*) y el lado del cubo (*S*) para separar una especie de otra. La relación *D/S* debe ser mayor que 1.3, (en general es mayor que 1.6) en el caso de *M. concava* (para más detalles, ver Roth & Bowdler, 1979).

Tamaño: Longitud de un lado, incluyendo las prominencias entre 5-9m. Longitud diagonal entre 6.5-12m.

Distribución:

Según varios autores (Verbeek, 1976a, 1977; Roth & Bowdler, 1979; Perch-Nielsen, 1979d, 1985a; Flores *et al.*, 1986), M. concava aparece en el Santoniense y persiste hasta el final del Maastrichtiense. Verbeek (1976a, 1977) y Flores *et al.*, (1986) incluso utilizan la primera aparición de esta especie para definir la base de su Zona de *M. concava*. En la Cordillera Bética se encuentra desde el Santoniense hasta el final del Maastrichtiense. En el Santoniense es todavía una especie poco frecuente y los especímenes encontrados mostraron aún relaciones *D/S* sólo ligeramente mayores que 1.3. Es a lo largo del Campaniense y Maastrichtiense inferior donde se ha encontrado a esta especie con relativa abundancia. La nannoflora de las secciones que presentan materiales de edad Coniaciense-Santoniense (Cjo. de Santa Inés, La Mezquita, Montilla y varias muestras aisladas) muestra evidentes síntomas de recalcificación, lo que puede provocar recrecimientos cristalinos secundarios sobre las caras de especies robustas (caso de *M. decussata* y *M. concava*), dificultando su diferenciación. Por este motivo, en el presente estudio se ha preferido no utilizar la primera aparición de *M. concava* como marcador zonal.

Micula murus (Martini, 1961) Bukry, 1973.

1961 - *Tetralithus murus* Martini, p. 4; pl. 1, fig. 6; pl. 4, fig. 42.
1964 - *Tetralithus murus* Martini, 1961.- Bramlette & Martini, p. 320; pl. 6, fig. 18-21.
1973 - *Micula mura* (Martini, 1961) Bukry, p. 679.
1976 - *Micula mura* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Thierstein, p. 352; pl. 5, fig. 34,35.
1976a- *Tetralithus murus* Martini, 1961.- Verbeek, pl. 3, fig. 5.
1977 - non *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Verbeek, p. 119-120; pl. 11, fig. 13.
1979 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Roth & Bowdler, p. 276; pl. 1, fig. 7-9.
1979d- *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 12.
1982 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Siesser, p. 338; fig. 9I,9i.
1983 - *Micula mura* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Varol, p. 452; fig. 6.17-6.20.
1984 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Stradner & Steinmetz, pl. 30, fig. 2,3,5,6.
1985 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Monechi, p. 318; pl. 3, fig. 2,3,6,10.
1986 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Jiang & Gartner; p. 250; pl. 1, fig. 14.
1986 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Aguado, (partim), p. 55-57; L. 5, fig. 18,19,22; (non L. 5, fig. 20,21).

Descripción:

Nannofósil de morfología cuadrada constituido por 2 ciclos de 4 elementos subpiramidales cada uno. Estos dos ciclos son de muy diferente tamaño, están constituidos por elementos fuertemente interpenetrados e imbricados entre sí y no existe diafragma alguno en la unión entre ambos. El ciclo superior presenta elementos cortos (tipo M. decussata) y reducidos, mientras que el ciclo inferior está constituido por elementos alargados (al estilo de M. concava). El nannofósil es convexo cuando se observa desde el ciclo superior.

Discusión:

M. murus se diferencia de *M. decussata* Vekshina, 1959 y de *M. concava* (Stradner, 1960) Verbeek, 1976 por presentar un ciclo superior reducido con respecto al inferior. Se diferencia de *M. prinsii* Perch-Nielsen, 1979 por presentar un aspecto general más robusto, con elementos del ciclo inferior no doblados y no bifurcados.

Tamaño: Longitud entre los extremos de brazos opuestos entre 7-11m.

Distribución:

La totalidad de los autores coinciden en asignar a *M. murus* un rango Maastrichtiense superior-Maastrichtiense terminal. Se trata de una especie abundante, fácil de determinar y ampliamente difundida, por lo que su aparición es utilizada por la gran mayoría de los autores como índice para definir la Zona de *M. murus*. En la Cordillera Bética, se ha encontrado en el Maastrichtiense superior hasta el límite Cretácico-Terciario. Su aparición se ha registrado dentro de la Zona de *Abatomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos. En el presente estudio también se utiliza este evento para marcar la base de la Zona de *M. murus*. Con respecto a su distribución paleogeográfica, *M. murus* es una especie relativamente abundante en paleolatitudes bajas y escasa o ausente en paleolatitudes altas (Worsley & Martini, 1970; Thierstein, 1976,1981; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Monechi, 1985; Pospichal & Wise, 1990a; Watkins *et al.*, 1991).

Micula prinsii Perch-Nielsen, 1979.

1971 - *Tetralithus murus* Martini, 1961.- Martini & Lebenzon, fig. 5.
1977 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Verbeek, p. 119-120; pl. 11, fig. 13.
1979d- *Micula prinsii* Perch-Nielsen, p. 266; pl. 1, fig. 11,14,15,16.
1981 - *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 9,10.
1984 - *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979.- Stradner & Steinmetz, pl. 29, fig. 1-4; pl. 30, fig. 1,4,7.
1985 - *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979.- Monechi, p. 318; pl. 3 fig. 11,12.
1986 - *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979.- Jiang & Gartner, p. 250; pl. 1, fig. 15, 16a-c.
1986 - *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973.- Aguado, (partim), p. 55-57; L. 5, fig. 20,21; (non L. 5, fig. 18,19,22).

Descripción:

Nannofósil con forma de cruz, constituido por 2 ciclos de 4 elementos cada uno. Estos dos ciclos son de muy diferente tamaño, están constituidos por elementos fuertemente interpenetrados e imbricados entre sí y no existe diafragma alguno en la

unión entre ambos. El ciclo superior presenta elementos muy reducidos, mientras que el ciclo inferior está constituido por elementos unidos tangencialmente en el centro y que se separan alargándose y al tiempo que se doblan hacia abajo. El nannofósil es fuertemente convexo cuando se observa desde el ciclo superior. Los elementos del ciclo inferior presentan pequeñas bifurcaciones en sus extremos.

Discusión:

M. prinsii se diferencia de *M. murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973 por tener un aspecto general menos robusto, al tiempo que los elementos de su ciclo inferior son más largos y delgados, están doblados hacia abajo y presentan leves bifurcaciones en sus extremos.

Tamaño: Longitud entre los extremos de brazos opuestos comprendida entre 5-8m.

Distribución:

M. prinsii, al igual que *M. murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973 es una especie generalmente ausente en paleolatitudes altas (dominios Boreal y Austral), y relativamente frecuente en paleolatitudes bajas (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Monechi, 1985; Pospichal & Wise, 1990a; Watkins *et al.*, 1991). Su distribución estratigráfica comprende un corto intervalo dentro del Maastrichtiense superior hasta el límite Cretácico-Terciario. Este hecho, unido a los hiatos deposicionales y diversas discontinuidades y alteraciones del registro fósil que con frecuencia acompañan al límite Cretácico-Terciario, da lugar a que en muchas ocasiones no sea posible encontrar a esta especie. Hasta tal punto esto es así que una de las garantías exigibles a cualquier sección que atraviese el límite Cretácico-Terciario, desde el punto de vista de su continuidad es, precisamente, la presencia del registro de *M. prinsii* en los sedimentos del final del Maastrichtiense (Henriksson, 1991). En el presente estudio, *M. prinsii* ha sido encontrada en dos de las secciones que atraviesan el límite Cretácico-Terciario. Su primera aparición es utilizada para definir la base de la zona de su nombre, en el Maastrichtiense terminal (al final de la Zona de *Abatomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos).

Género *Quadrum* Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen, in Manivit *et al.*, 1977, p. 177-178, pl. 1, fig. 9,10.

Nannofósiles con morfología cúbica a pseudocúbica constituidos por dos ciclos de elementos. Cada ciclo está formado por 4-9 elementos grandes y robustos, que se unen en el centro. Las suturas entre los elementos de calcita son generalmente rectas y perpendiculares al margen (a las aristas del cubo) o ligeramente oblicuas con respecto a éste. No existe diafragma alguno en la unión entre los dos ciclos.

Quadrum parece haber evolucionado a partir de *Eprolithus* Stover, 1966 a lo largo del intervalo Albiense-Turoniense y a su vez, es considerado el ancestro de *Micula* Vekshina, 1959 (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Varol, 1991). *Quadrum* se diferencia de *Micula* Vekshina, 1959 por poseer mayor número de elementos por ciclo o suturas perpendiculares a las aristas (en lugar de diagonales y hacia los vértices).

Quadrum gartneri Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, 1977.

1968 - *Tetralithus gothicus* (Deflandre, 1959) Gartner, p. 42; pl. 24, fig. 4a-d.
1974 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner.- Thierstein, (partim), pl. 12, fig. 4-8; (non pl. 12, fig. 1-3, 9-11).
1976 - *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner.- Thierstein, (partim), p. 352; pl. 1, fig. 10; (non pl. 1, fig. 9; pl. 4, fig. 34,35).
1976a- *Tetralithus pyramidus* Gardet, 1955.- Verbeek, pl. 1, fig. 4,6.
1977 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, p. 177-178; pl. 1, fig. 9,10.
1977 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Verbeek, p. 121; pl. 12, fig. 6-8.
1980 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Robaszynski *et al.*, pl. 19, fig. 9.
1981 - *Tetralithus pyramidus* Gardet, 1955.- Smith, p. 73-75; pl. 13, fig. 35-50.
1982 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Crux, pl. 5.7, fig. 6-10; pl. 5.10, fig. 17-19.
1982 - *Quadrum gartneri* Prins & perch-Nielsen.- Robaszynski *et al.*, pl. 10, fig. 6.
1983 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Miller, p. 194; pl. 1, fig. 34,40.
1984 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Stradner & Steinmetz, pl. 32, fig. 4.
1986 - non *Quadrum gartnerii* Prins & Perch-Nielsen.- Aguado, p. 65-66; L. 3, fig. 1.
1991 - *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.4,9.9.
1991 - *Quadrum gartneri* Prins & perch-Nielsen.- Robaszynski *et al.*, pl. 44, fig. 2.

Descripción:

Nannofósiles con morfología cúbica a pseudocúbica constituidos por dos ciclos de elementos. Cada ciclo está formado por 4 elementos grandes y robustos, que se unen en el centro. Las suturas entre los elementos de calcita son generalmente rectas y aproximadamente perpendiculares al margen (a las aristas del cubo). No existe diafragma alguno en la unión entre los dos ciclos.

Discusión:

Cuando es observado al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, los 4 elementos de cada ciclo aparecen brillantes al mismo tiempo. *Q. gartneri* se diferencia de *Micula decussata* Vekshina, 1959, por presentar suturas perpendiculares al margen, en lugar de diagonales. Se diferencia de *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980, emend. Varol, 1991, por no presentar diafragma reducido entre los dos ciclos de elementos. Varol (1991) utiliza una serie de especies (*Q. eneabrachium*, *Q. octobrachium*, *Q. eptabrachium*, *Q. intermedium*, *Q. giganteus*) que establecen eslabones intermedios entre *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966 y *Q. gartneri*. La mayoría de estas especies se desarrollan a lo largo del intervalo Turoniense-Coniaciense. Morfologías probablemente asignables a las especies utilizadas por Varol han sido encontradas en este estudio, en el Turoniense-Coniaciense en el sector del Río Fardes. Tales morfologías no han podido ser determinadas usando las especies de Varol, ya que en su trabajo de 1991, este autor sólo menciona los nombres de sus especies, pero no las describe, ya que se trata de un avance sobre un estudio más detallado.

Tamaño: Longitud del lado entre 5-8m.

Distribución:

La práctica totalidad de los autores sitúan la aparición de *Q. gartneri* dentro del Turoniense, y muy próxima a su base (Manivit *et al.*, 1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Robaszynski *et al.*, 1980,1982,1991; Crux, 1982; Varol, 1991). La

desaparición de *Q. gartneri* ocurre en el Santoniense superior, próxima al límite Santoniense-Campaniense (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Varol, 1991). En el presente estudio se ha encontrado *Q. gartneri* desde el Turoniense inferior (Zona de *Whiteinella archaeocretacea* de foraminíferos planctónicos) hasta el Campaniense basal (Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos y Zona de *Broinsonia parca* de nannofósiles). La primera aparición de *Q. gartneri* (con este nombre o como *Tetralithus pyramidus* Gardet, 1955 o *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner,1962) se ha utilizado extensivamente por varios autores (Cepek & Hay, 1969; Verbeek, 1976a,1977; Roth, 1973; Thierstein, 1974,1976; Manivit *et al.*, 1977; Sissingh, 1977,1978; Robaszynski *et al.*, 1980,1982,1991) para marcar la base de la zona de su nombre en torno a la base del Turoniense, por tratarse de una especie cosmopolita, relativamente abundante, y de fácil determinación. En el presente estudio, esta primera aparición se utiliza también como marcador zonal.

Género *Radiolithus* Stover, 1966.
Sinónimo: *Rhombogyrus* Black, 1973.
Especie tipo, por designación original: *Radiolithus planus* Stover, 1966, p. 160, pl. 7, fig. 22,24; pl. 9, fig. 23.

Nannofósiles de contorno circular, constituidos por una pared de elementos formada por dos ciclos. Estos dos ciclos son de tamaño desigual, y cada uno está compuesto por varios (9-24) elementos de anchura uniforme que rodean a un área central amplia y cubierta por un diafragma. El diafragma no se sitúa a media altura con respecto a la pared, sino que se encuentra desplazado hacia el ciclo de menor tamaño. Este diafragma posee el mismo número de piezas, radiales o ligeramente curvadas e imbricadas, que elementos posee cada ciclo de la pared.

Radiolithus se diferencia de *Eprolithus* Stover, 1966 y *Lithastrinus* Stradner, 1962 por presentar una sección lateral en forma de "U" en lugar de en forma de "H" y "X" respectivamente y poseer normalmente un mayor número de elementos en cada ciclo. Evolutivamente, Perch-Nielsen (1979d,1985a) supone que *Radiolithus* procede de *Eprolithus*, mientras que en el esquema de Varol (1991) es *Eprolithus* el que procede de *Radiolithus*.

Radiolithus planus Stover, 1966.

1966 - *Radiolithus planus* Stover, 1966, p. 160; pl. 7, fig. 22,24; pl. 9, fig. 23.
1972 - *Polycyclolithus orbiculatus* Forchheimer, p. 57-58; pl. 27, fig. 5,6.
1973 - *Rhombogyrus caliciformis* Black, 1973, p. 103; pl. 33, fig. 1,2,4,5.
1973 - *Rhombogyrus stellatus* Black, 1973, p. 104; pl. 32, fig. 5-7.
1973 - *Rhombogyrus undosus* Black, 1973, p. 104; pl. 32, fig. 4,8-10.

Descripción:

Nannofósiles de contorno circular y morfología general cilíndrica, constituidos por una pared no muy alta de elementos verticales formada por dos ciclos. Cada uno de los dos ciclos posee típicamente 9 elementos más o menos prismáticos, separados por suturas inclinadas. El área central es bastante amplia en comparación con la anchura de los ciclos y está totalmente cubierta por un diafragma formado por 9 piezas romboidales imbricadas. Uno de los dos ciclos es más alto que el otro, y el diafragma se sitúa en la unión de ambos ciclos, por lo que aparece desplazado hacia un extremo. Al microscopio óptico, en vista de perfil, presenta secciones típicas en "H".

Visto en planta, y bajo nícoles cruzados, cada uno de los elementos de los ciclos de la pared presenta orientación cristalográfica diferente.

Discusión:

R. planus se diferencia de *E. floralis* Stover, 1966 por presentar secciones laterales en "U" en lugar de en "H" y elementos más bien prismáticos en lugar de petaloideos. Al microscopio óptico puede llegar a ser dificultosa la distinción entre *R. planus* y *E. floralis* si no se encuentran vistas laterales, particularmente en material no muy bien preservado. Aunque en numerosas ocasiones a lo largo de este estudio se ha podido diferenciar entre ambas especies, en otras ocasiones ha sido imposible, debido al estado de preservación y a no haber encontrado secciones laterales. Por este motivo, en los cuadros de distribución se da un rango compuesto para las dos especies, bajo el nombre de *E. floralis*. Varol (1991) diferencia varias especies dentro del género *Radiolithus*, que, o bien no se han encontrado en el presente estudio (*R. varolii*) o no ha sido posible diferenciar por no estar aún publicadas las descripciones de las especies (*R. laingii*, *R. hollandicus*, *R. pseudoplanus*).

Tamaño: Diámetro entre 5-8m.

Distribución:

Perch-Nielsen (1979d,1985a) asignó un rango Albiense-Cenomaniense inferior a *R. planus*, mientras que Varol (1991) le asignó un rango Aptiense superior-Turoniense. En el presente estudio, aunque poco pueda decirse al respecto (ver apartado de discusión), se han encontrado raros especímenes en el Aptiense y Albiense. En los cuadros de distribución aparece en combinación con *E. floralis*, y bajo este último nombre (ver apartado de discusión).

Género *Uniplanarius* Hattner & Wise, 1980 emend. Varol, 1991.

Especie tipo, por designación original: *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1959, p. 138, pl. 3, fig. 25.

Nannofósiles construidos de manera semejante al género *Lithastrinus*, que presentan un diafragma extremadamente reducido, y solamente 3 ó 4 grandes elementos dispuestos radialmente.

Hattner & Wise (1980) erigieron el género *Uniplanarius* para dos formas previamente asignadas al género *Quadrum* Prins & Perch-Nielsen (*Q. gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977 y *Q. trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977) argumentando que la especie tipo de este último (*Q. gartneri*) era un morfotipo recalcificado de *M. decussata* Vekshina, 1959. Crux (1982) verificó la validez del género *Quadrum*, por lo que *Uniplanarius* pasaba a ser un género superfluo. Varol (1991), en su revisión de la familia Polycyclolithaceae, observa la presencia de un diafragma reducido en *Q. gothicum* y *Q. trifidum*, mientras que este diafragma está ausente en *Q. gartneri*. La presencia de ese reducido diafragma relaciona a *Q. gothicum* y *Q. trifidum* con el género *Lithastrinus* Stradner, 1962, y los separa de *Quadrum*. Ante esto, este autor opta por modificar la definición de *Uniplanarius* para acoger a estas dos especies. En el presente estudio seguimos la propuesta de Varol (1991), por ser más lógica y adaptarse mejor a las características

observadas. Evidentemente, el esquema filogenético de Perch-Nielsen (1979d, 1985a) para esta familia, es diferente del de Varol (1991), en el que *Uniplanarius* procede de la evolución de *Lithastrinus*.

En el presente estudio se ha observado una gran variedad en las morfologías con 4 brazos del género *Uniplanarius*, desde formas prácticamente cuadradas a formas de brazos largos y delgados. Puesto que se observan distribuciones estratigráficas diferentes para las distintas morfologías se ha intentado diferenciarlas. Para tratar de diferenciar estas formas he utilizado la relación l/a, siendo l la longitud desde el centro de la forma al extremo de un brazo y a, la anchura máxima de éste (medida en los puntos de unión con brazos adyacentes). De este modo, se han diferenciado básicamente tres morfologías (*Uniplanarius* sp.1, *U. gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980 emend. Varol, 1991 y *U. sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986)).

En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, todos los representantes del género se encuentran sólo en paleolatitudes bajas, y están ausentes en paleolatitudes altas (Thierstein, 1976, 1981; Perch-Nielsen, 1979d, 1985a; Crux, 1982; Pospichal & Wise, 1990a).

Uniplanarius gothicus (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980.

1959 - *Tetralithus gothicus* Deflandre, p. 138; pl. 3, fig. 25.
1976 - *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1959.- Thierstein, p. 351; pl. 5, fig. 24,25.
1976a- non *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 145-146; pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 1.
1977 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, p. 178.
1977 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Verbeek, p. 122; pl. 12, fig. 10.
1980 - non *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, p. 68; pl. 32, fig. 4; p. 42, fig. 4,5.
1982 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Siesser, p. 338; fig. 10G.
1983 - *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980.- Varol, p. 453; fig. 6.1-6.4
1984 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Stradner & Steinmetz, pl. 33, fig. 3,4,7.
1985 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Monechi, p. 318; pl. 2, fig. 4,7.
1986 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Aguado, (partim), p. 66-68; L. 3, fig. 2-4; (non L. 3, fig. 5,10).

Descripción:

Nannofósil constituido por 2 ciclos de 4 grandes elementos de morfología ojival, dispuestos en forma de cruz. En el centro, en la zona de unión entre los cuatro elementos se sitúa un pequeño diafragma. La relación l/a está comprendida entre 1.30 y 2 (ver más arriba discusión sobre el género).

Discusión:

En el presente estudio se ha tomado la relación l/a (ver más arriba discusión sobre el género) para establecer diferenciaciones dentro de las morfologías de 4 brazos dentro del género *Uniplanarius*. Se considera *U. gothicus* a todos aquellos especímenes con una relación l/a comprendida entre 1.30 y 2.0 ($1.30 \leq l/a < 2.0$). Para las

consideraciones sobre el establecimiento del límite superior, me remito al apartado de discusión sobre *U. sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986). Para el establecimiento del límite inferior, se ha realizado un pequeño estudio morfométrico, pero a pesar de esto, este límite es sólo tentativo, y se requiere un estudio más amplio para situarlo más adecuadamente. Los cuatro elementos de *U. gothicus* permanecen iluminados al mismo tiempo cuando es observado al microscopio óptico bajo nícoles cruzados. *U. gothicus* se diferencia de *Q. gartneri* Prins & Perch-Nielsen, 1977 por la presencia de un pequeño diafragma en el punto de unión entre los brazos, por poseer unos brazos más alargados con morfología ojival y por un mayor tamaño general. Se diferencia de *U. sissinghii* por presentar brazos relativamente robustos con morfología ojival.

Tamaño: Longitud entre los extremos de brazos opuestos entre 8-12m.

Distribución:

U. gothicus se encuentra desde el Campaniense inferior hasta el Maastrichtiense inferior (Thierstein, 1976; Verbeek, 1977; Hattner & Wise, 1980; Doeven *et al.*, 1982; Varol, 1983; Stradner & Steinmetz, 1984; Monechi, 1985; Monechi & Thierstein, 1985; Varol, 1991). Según Perch-Nielsen (1979d,1985a) la primera aparición de *U. gothicus* es muy próxima a la base del Campaniense y anterior a la de *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh, 1977. Sin embargo, la inmensa mayoría de los autores encuentran que la primera aparición de *U. gothicus* es posterior a la de *C. aculeus*. En la Cordillera Bética, *U. gothicus* aparece en el Campaniense medio, en la Zona de *Globotruncana ventricosa* de foraminíferos planctónicos. La desaparición de *U. gothicus* tiene lugar en el Maastrichtiense superior (Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos), coincidiendo aproximadamente con la desaparición de *U. trifidus* (Stradner, 1961) Hattner & Wise, 1980.

Uniplanarius sissinghii (Perch-Nielsen, 1986) com. nov.

1961 - non *Tetralithus nitidus* Martini, p. 4; pl. 1, fig. 5; pl. 4, fig. 41.
1968 - *Tetralithus nitidus* Martini, 1961.- Gartner, (partim), p. 42,43; pl. 13, fig. 3; (non pl. 9, fig. 14; pl. 13, fig. 4).
1968 - *Tetralithus nitidus* Martini, 1961 ssp. *nitidus* Bukry & Kennedy, fig. 2.15.
1976a- *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1959.- Verbeek, (partim), p. 145-146; pl. 2, fig. 8; (non pl. 3, fig. 1).
1977 - *Quadrum nitidum* (Martini, 1961) Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, p. 178.
1980 - *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, p. 68; pl. 32, fig. 4; p. 42, fig. 4,5.
1983 - *Quadrum nitidum* (Martini, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Miller, p. 194; pl. 1, fig. 38,39.
1986 - *Quadrum sissinghii* Perch-Nielsen, p. 838-839; pl. 3, fig. 3-5.
1986 - *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Aguado, (partim), p. 66-68; L. 3, fig. 5,10; (non L. 3, fig. 2-4).

Descripción:

Nannofósil constituido por 2 ciclos de 4 grandes elementos delgados y alargados, dispuestos en forma de cruz. En el centro, en la zona de unión entre los cuatro elementos aparece un pequeño diafragma.

Discusión:

Perch-Nielsen (1986) definió su especie *Quadrum sissinghii* para las formas Cretácicas asignadas a *Tetralithus nitidus* Martini, 1961 (=*Nannotetrina nitida*, forma del Eoceno medio). Esta especie debe ser trasladada igualmente al género *Uniplanarius* Hattner & Wise, 1980 emend. Varol, 1991, ya que su única diferencia con *U. gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980 estriba en la mayor longitud de sus brazos. Según Perch-Nielsen en *U. sissinghii*, la parte libre de los brazos debe ser mayor que el ancho de éstos. Pero esta condición es cumplida por el holotipo de *U. gothicus* y entonces, *U. sissinghii* sería una especie superflua. En el presente estudio se ha tomado la relación l/a (ver más arriba discusión sobre el género) para establecer diferenciaciones dentro de las morfologías de 4 brazos dentro del género *Uniplanarius*. El holotipo de *U. gothicus* presenta una relación de 1.64 y el de *U. sissinghii* de 2.42. La condición impuesta por Perch-Nielsen (1986) para *U. sissinghii* equivale a una relación de 1.5. Las formas asignables a *U. sissinghii* encontradas durante el presente estudio presentaron una relación l/a en torno a 2.5 y las asignables a *U. gothicus* no superan el valor 1.6 (el del holotipo). Ante esto, aunque un tanto arbitrariamente, se ha decidido utilizar un valor de l/a=2.0 para establecer la separación entre *U. gothicus* (l/a<2) y U. sissinghii ($l/a \geq 2$). *U. sissinghii* se diferencia de *U. gothicus* por un aspecto general mucho más delicado, con brazos más esbeltos.

Tamaño: Longitud entre los extremos de brazos opuestos entre 9-14m.

Distribución:

En general se admite un rango Campaniense superior-Maastrichtiense inferior para esta especie (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a,1986; Hattner & Wise, 1980 (con el nombre de U. gothicus); Miller, 1983). La primera aparición de *U. sissinghii* ha sido utilizada por algunos autores como marcador zonal (Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Hattner & Wise, 1980; Miller, 1983; Moshkovitz, 1983-84). En el presente estudio se ha observado que *U. sissinghii* es una especie bastante rara (sólo se han encontrado algunos especímenes en el Campaniense superior) por lo que no es aconsejable utilizarla como índice zonal.

Uniplanarius trifidus (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980.

1961 - *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1957 ssp. *trifidus* Stradner in Stradner & Papp, p. 124; fig. 23.3.
1968 - *Tetralithus nitidus* Martini, 1961 ssp. *trifidus* Bukry in Bukry & Kennedy, fig. 2.13, 2.14.
1973 - *Tetralithus trifidus* (Stradner, 1961) Bukry, p. 860.
1976a- *Tetralithus gothicus* Deflandre, 1959.- Verbeek, (partim), p. 145-146; pl. 3, fig. 1; (non pl. 2, fig. 8).
1977 - *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Verbeek, p. 123; pl. 12, fig. 11.
1980 - *Uniplanarius trifidus* (Stradner, 1961) Hattner & Wise, p. 68; pl. 32, fig. 5,6; pl. 42, fig. 6-8.
1983 - *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Miller, p. 194; pl. 1, fig. 35-37.
1983 - *Uniplanarius trifidus* (Stradner, 1961) Hattner & Wise, 1980.- Varol, p. 453; fig. 6.5-6.10.
1984 - *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Stradner & Steinmetz, pl. 33, fig. 1,2,5,6.
1985 - *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Monechi, p. 318; pl. 2, fig. 8; pl. 4, fig. 1,2.
1986 - *Quadrum trifidum* (Stradner, 1961) Prins & Perch-Nielsen, 1977.- Aguado, p. 68-69; L. 3, fig. 6,7; L. 4, fig. 5,8.

Descripción:

Nannofósil constituido por 2 ciclos de 3 grandes elementos, de longitud y desarrollo variables, dispuestos en forma de triángulo equilátero. En el centro, en la zona de unión entre los elementos aparece un pequeño diafragma.

Discusión:

U. trifidus se diferencia de *U. sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986) com. nov., *U. gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980 y *Uniplanarius* sp.1 por poseer ciclos de 3 elementos en lugar de 4, y una morfología general triangular en lugar de cuadrada o en forma de cruz.

Tamaño:

Longitud entre la cara opuesta y el extremo de un elemento entre 7-10m.

Distribución:

La totalidad de los autores coinciden en asignar a esta especie un rango Campaniense superior-Maastrichtiense inferior (Thierstein, 1976; Sissingh, 1977,1978; Verbeek, 1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a,1986; Hattner & Wise, 1980; Miller, 1983; Stradner & Steinmetz, 1984; Monechi, 1985; Monechi & Thierstein, 1985). También todos estos autores utilizan la primera y/o última aparición de esta especie como marcadores para definir límites entre zonas. En el presente estudio, *U. trifidus* es una especie relativamente abundante a lo largo de todo su intervalo de distribución vertical. Su primera aparición se ha localizado en el Campaniense superior (prácticamente coincidiendo con la aparición del foraminífero planctónico *Globotruncanita calcarata* (Cushman)) y su última aparición se ha observado en la parte inferior de la Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos, en el Maastrichtiense superior.

Uniplanarius sp.1

1986 - *Quadrum gartnerii* Prins & Perch-Nielsen.- Aguado, p. 65-66; L. 3, fig. 1.

Descripción:

Denomino *Uniplanarius* sp.1 a formas de aspecto cuadrado, constituidas por dos ciclos de 4 elementos. En la unión entre ambos ciclos existe un reducido diafragma. Para detalles referentes a la separación de *Uniplanarius* sp.1 y *U. gothicus* ver discusión sobre el género y sobre esta última especie.

Discusión:

Uniplanarius sp.1 es muy semejante a *U. gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980, pero tiene los brazos más cortos.

Tamaño: Longitud entre los extremos de brazos opuestos entre 7-12m.

Distribución:

Estas formas aparecen en el Campaniense inferior (Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos, Zona de *Ceratolithoides aculeus* de nannofósiles) y desaparecen en el límite Cretácico-Terciario. Su rango de distribución es, pues, diferente del de *U. gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, 1980 y *U. sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986). Puesto que la separación entre *Uniplanarius* sp.1 y *U. gothicus* en el presente estudio es sólo tentativa, y necesita de un estudio morfométrico más completo, se prefiere, por el momento, no crear una especie nueva.

Familia Prediscosphaeraceae Rood, Hay & Barnard, 1971.

Sinónimo: Deflandriaceae Black, 1967.

Cocolitos circulares o elípticos con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos no imbricados, separados por suturas rectas, inclinadas o interdigitadas. En el margen interno de la corona marginal existe una pared, de anchura variable, formada por un número también variable de elementos que pueden presentar o no inclinación. El área central es, en general, amplia y está parcialmente cubierta por 4 barras alineadas con los ejes de la elipse o formando ángulo con éstos (en forma de "X"). Con frecuencia aparece un proceso central soportado por las mencionadas barras. Esta familia posee un único género: *Prediscosphaera* Vekshina, 1959.

Género *Prediscosphaera* Vekshina, 1959.

Sinónimo: *Deflandrius* Bramlette & Martini, 1964.
Especie tipo, por designación original: *Coccolithophora cretacea* Arkhangelsky, 1912, p. 410, pl. 6, fig. 12-13?.

Cocolitos circulares o elípticos con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos no imbricados, separados por suturas rectas, inclinadas o interdigitadas. En el margen interno de la corona marginal existe una pared, de anchura variable, formada por un número también variable de elementos que pueden presentar o no inclinación. El área central es, en general, amplia y está parcialmente cubierta por 4 barras alineadas con los ejes de la elipse o formando ángulo con éstos (en forma de "X"). Con frecuencia aparece un proceso central soportado por las mencionadas barras.

Prediscosphaera columnata (Stover, 1966) Manivit, 1971.

1966 - *Deflandrius columnatus* Stover, p. 141; pl. 6, fig. 6-10; pl. 9, fig. 16.
1967 - *Deflandrius cantabrigensis* Black, p. 140; fig. 1.
1969 - *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Bukry & Bramlette, p. 372; pl. 2, fig. E. (inválido por artículo 32, ICBN).
1971 - *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Manivit, p. 100; pl. 21, fig. 13.
1977 - *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Manivit, 1971.- Manivit *et al.*, p. 177; pl. 1, fig. 2-3.
1977 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Wise & Wind, (partim), pl. 58, fig. 5,6; (non pl. 59, fig. 1,2).
1982 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Taylor, pl. 4.5, fig. 13,14; pl. 4.8, fig. 9.
1988 - *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Manivit, 1971.- Erba, p. 273; pl. 42, fig. 5,6.

Descripción:

Cocolitos circulares con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos no imbricados, separados por suturas rectas o inclinadas. En el margen interno de la corona marginal existe una pared, de anchura variable, formada por un número también variable de elementos yuxtapuestos. El área central es, en general, amplia y está parcialmente cubierta por 4 barras cruzadas que constituyen la base de un proceso central macizo, constituido por elementos alargados de gran tamaño.

Discusión:

El concepto de *P. columnata* utilizado en este estudio corresponde a morfologías circulares, de pequeño tamaño. Este concepto equivale a *P. columnata* en sentido general. Con la utilización extensiva del microscopio electrónico y en materiales con nannofloras bien preservadas, pueden ser diferenciadas varias especies dentro de este grupo.
En los materiales estudiados, a causa de la preservación, no es posible hacer una diferenciación adecuada de especies como *Prediscosphaera avitus* (Black, 1973) Perch-Nielsen, 1984, *P. cantabrigensis* (Black, 1967) Reinhardt, 1970 e incluso *P. ponticula* (Bukry, 1969) Perch-Nielsen, 1984.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 4.5-6m.

Distribución:

Bajo la denominación de *P. cretacea*, Thierstein (1971a,1973a), situó la aparición de *P. columnata* en la parte superior del Albiense inferior (Zona de *Douvilliceras mammillatum* de ammonites), mientras que Taylor (1982) la sitúa en la base del Albiense medio (coincidiendo con la base de la Zona de *Hoplites dentatus* de ammonites). Según Manivit *et al.* (1977), *P. columnata* tiene su primera aparición en la parte superior del Albiense inferior. Perch-Nielsen (1979d,1985a) sostiene la misma edad para la primera aparición de esta especie. Sin embargo, en Bolli *et al.*, (1985), se sitúa la primera aparición de *P. columnata* coincidiendo con la del foraminífero planctónico *Biticinella breggiensis* (Gandolfi), el cual, según Caron (1985) aparece en la base de la Zona de *Diploceras cristatum* de ammonites, en el Albiense medio. De acuerdo con Manivit in Robaszynski *et al.* (1980), la primera aparición de esta especie se corresponde con la parte inferior del Albiense medio. En trabajos más recientes, Erba (1988) sitúa este evento en el Aptiense terminal, dentro de la Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos. En las escalas geocronológicas y correlaciones efectuadas por Van Hinte (1978) y Kent & Gradstein (1985) se sitúa la aparición de *P. columnata* dentro de la Zona de *D. mammillatum* de ammonites (Albiense inferior), mientras que en la de Haq *et al.* (1989) se sitúa a ésta dentro de la Zona de *E. lautus* de ammonites y *T. primula* de foraminíferos planctónicos (parte alta del Albiense medio). En general se observa que, aunque existe cierta dispersión, la mayor parte de los autores coinciden en situar la primera aparición de *P. columnata* al final del Albiense inferior o en torno al límite Albiense inferior-Albiense medio. En el presente estudio, las secciones de edad Albiense estudiadas no contenían ammonites, por lo que la correlación se ha establecido con respecto a los foraminíferos planctónicos. Aunque, por motivos de exposición, no se ha registrado en ninguna sección la primera aparición de *P. columnata*, ésta queda acotada dentro de la Zona de *Ticinalla primula* de foraminíferos planctónicos.

Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.

1912 - *Coccolithophora cretacea* Arkhangelsky, p. 410; pl. 6, fig. 12-13?.
1954 - *Rhabdolithus intercisus* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 159; pl. 13, fig. 12,13; fig. 91,92.
1959 - *Zygrhablithus intercisus* (Deflandre, 1954) Deflandre, p. 136; pl. 1, fig. 5-20.
1964 - *Deflandrius cretaceus* (Arkhangelsky, 1912) Bramlette & Martini, p. 301; pl. 2, fig. 11-12.
1964 - *Deflandrius intercisus* (Deflandre, 1954) Bramlette & Martini, p. 301; pl. 2, fig. 13-16.

1968 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, (partim) p. 19-20; pl. 2, fig. 10-14; pl. 4, fig. 19-24; pl. 6, fig. 14,15; pl. 9, fig. 1-4; pl. 12, fig. 1; pl. 14, fig. 20-22; pl. 18, fig. 8; pl. 22, fig. 1-3; (non pl. 23, fig. 4-6; pl. 25, fig. 12-14; pl. 26, fig. 2.)
1969 - *Prediscosphaera cretacea* Arkhangelsky, 1912 ssp. *cretacea* Bukry, p. 38; pl. 16, fig. 12; pl. 17, fig. 1-6.
1970 - *Deflandrius intercisus* (Deflandre, 1954) Bramlette & Martini, 1964.- Cepek, pl. 22, fig. 3,4; pl. 26, fig. 2,3.
1971a- non *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Thierstein, p. 479; pl. 7, fig. 7.
1972 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 ssp. cretacea.- Roth & Thierstein, pl. 16, fig. 5.
1973 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Perch-Nielsen, pl. 7, fig. 3,5.
1973 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 ssp. cretacea.- Priewalder, p. 23; pl. 17, fig. 1-4.
1973 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 ssp. rzehaki Priewalder, p. 23; pl. 18, fig. 5,6; pl. 19, fig. 1,2.
1976 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Thierstein, p. 351; pl. 4, fig. 5,6.
1977 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Wise & Wind, (partim), pl. 59, fig. 1,2; (non pl. 58, fig. 5,6).
1977 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Kollmann *et al.*, pl. 2, fig. 11.
1980 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Hattner & Wise, (partim), p. 66; pl. 28, fig. 4-9; (non pl. 29, fig. 1,2).
1982 - non *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Taylor, pl. 4.5, fig. 13,14; pl. 4.8, fig. 9.
1982 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 ssp. *cretacea*.- Crux, pl. 5.5, fig. 9,10; pl. 5.8, fig. 6.
1983 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Wise, (partim), p. 512; pl. 21, fig. 2; (non pl. 12, fig. 3).
1984 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Stradner & Steinmetz, pl. 37, fig. 1-4; pl. 38, fig. 1-4; pl. 40, fig. 1-3.
1986 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Aguado, p. 61-64; L. 1, fig. 11-14.
1990a- *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Pospichal & Wise, p. 527; pl. 5, fig. 8.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.2-1.3) con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos no imbricados, separados por suturas rectas, inclinadas o interdigitadas. En el margen interno de la corona marginal existe una pared, muy estrecha, formada por unos 16 elementos imbricados sinistralmente. El área central es amplia y está parcialmente cubierta por 4 barras cruzadas, dispuestas en forma de X, que constituyen la base de un proceso central macizo, formado por elementos alargados de gran tamaño.

Discusión:

P. cretacea se diferencia de *P. columnata* (Stover, 1966) Manivit, 1971 por presentar un contorno elíptico, mayor tamaño y barras centrales en forma de X sobre el área central.
Algunos autores (Thierstein, 1971a,1973a,1976; Sissingh, 1977,1978; Taylor, 1982) no diferencian entre estas dos especies. En el presente estudio no se ha distinguido entre *P. cretacea* y *P. intercisa* (Deflandre, 1954) Shumenko, 1976 cuya única

diferencia consiste en que la segunda posee una pared algo más gruesa.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-9.5m.

Distribución:

Manivit *et al.*, (1977), y Robaszynski *et al.*, (1980) señalaron la primera aparición de esta especie al final del Cenomaniense. Gartner in Robaszynski *et al.*, (1991) la situó ya en el Turoniense medio. Verbeek (1977) y Perch-Nielsen (1979d,1985a) atribuyeronn a esta especie un rango Cenomaniense superior - Maastrichtiense. En el presente estudio se encuentran los primeros especímenes asignables a *P. cretacea* entorno al límite Cenomaniense-Turoniense, y su rango vertical se extiende hasta el límite Cretácico-Terciario. Se encuentra como especie relativamente abundante a partir del Coniaciense.

Prediscosphaera bukryi Perch-Nielsen, 1973.

1968 - *Coccolithus* sp. aff. *C. helis* Stradner.- Gartner, p. 18; pl. 4, fig. 8.
1969 - *Prediscosphaera honjoi* Bukry, (partim), p. 39-40; pl. 18, fig. 4; (non pl. 18, fig. 6).
1973 - *Prediscosphaera honjoi* Bukry, 1969.- Priewalder, p. 23-24; pl. 17, fig. 5,6; pl. 18, fig. 1,2.
1973 - *Prediscosphaera bukryi* Perch-Nielsen, p. 320-321; pl. 7, fig. 6,7; pl. 10, fig. 4,5.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.2-1.4) con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos no imbricados, separados por suturas rectas y radiales. En el margen interno de la corona marginal existe una pared, muy estrecha, formada por 10-12 elementos yuxtapuestos o muy ligeramente inclinados. El área central es bastante pequeña en comparación con la anchura del escudo y está parcialmente cubierta por 4 barras, alineadas con respecto a los ejes de la elipse, que constituyen la base de un proceso central macizo, formado por elementos alargados de gran tamaño.

Discusión:

Bukry (1969) en su descripción de *Prediscosphaera honjoi* hizo alusión específica a que la orientación de las barras que cubren parcialmente el área central ha de ser coaxial. Sin embargo, eligió como holotipo una forma que presenta barras no coaxiales, en forma de X (Bukry, 1969, pl. 18, fig. 6). Las otras dos formas figuradas por Bukry como *P. honjoi* (pl. 18, fig. 4,5) sí presentan barras coaxiales. Sin embargo, la designación del holotipo debe primar sobre la descripción, por lo que *P. honjoi* queda restringido a formas con barras no coaxiales, en forma de X. Perch-Nielsen (1973) describió *P. bukryi* para las formas con barras coaxiales previamente figuradas por Bukry (1969, pl. 18, fig. 4,5). *P. bukryi* se diferencia de *P. cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 por poseer un tamaño mucho menor y barras coaxiales. Se diferencia de *P. spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968 por un tamaño mucho menor y un área central muy reducida en comparación con la anchura de la corona marginal.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 3-4.5m.

Distribución:

Los especímenes figurados por Bukry (1969) provienen del Campaniense y Maastrichtiense de Meudon (Francia). Perch-Nielsen (1973, 1979d, 1985a) asignó a esta especie un rango Campaniense superior-Maastrichtiense. En el presente estudio ha sido observada únicamente en las muestras de edad Maastrichtiense estudiadas con el M.E.B. Debido a su pequeño tamaño no ha sido reconocida mediante el microscopio óptico.

Prediscosphaera spinosa (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.

1964 - *Deflandrius spinosus* Bramlette & Martini, p. 301; pl. 2, fig. 17-20.
1968 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, p. 20-21; pl. 2, fig. 15,16; pl. 3, fig. 9-10; pl. 5, fig. 7-9; pl. 6, fig. 16; pl. 11, fig. 17.
1969 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Bukry, p. 40; pl. 18, fig. 7-9.
1971a- *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Thierstein, p. 479; pl. 7, fig. 7.
1972 - *Deflandrius spinosus* Bramlette & Martini, 1964.- Forchheimer, p. 44-45; pl. 6, fig. 1-2,4,6-7.
1973 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Priewalder, p. 24; pl. 18, fig. 3,4.
1980 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Hattner & Wise, p. 66; pl. 29, fig. 3-6.
1982 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Taylor, pl. 4.8, fig. 8.
1982 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Crux, pl. 5.5, fig. 8; pl. 5.8, fig. 7,8.
1983 - *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968.- Wise, (partim), p. 512; pl. 12, fig. 3; (non pl. 21, fig. 2).
1983 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Wise, p. 512; pl. 21, fig. 1.
1984 - *Prediscosphaera spinosa* (Bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Stradner & Steinmetz, pl. 36, fig. 2-4.
1986 - *Prediscosphaera spinosa* (bramlette & Martini, 1964) Gartner, 1968.- Aguado, p. 64-65; L. 1, fig. 15.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.2-1.4) con una corona marginal constituida por dos escudos de 16 elementos ligeramente imbricados dextralmente, separados por suturas rectas. En el margen interno de la corona marginal existe una pared estrecha formada por unos 16 elementos ligeramente imbricados. El área central es muy amplia en comparación con la anchura de la corona marginal y está parcialmente cubierta por 4 barras cruzadas, dispuestas según los ejes de la elipse, que constituyen la base de un proceso central macizo, formado por elementos alargados de gran tamaño.

Discusión:

P. spinosa se diferencia de *P. cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968 por presentar barras alineadas con respecto a los ejes de la elipse. Se diferencia de *P. bukryi* Perch-Nielsen, 1973 por tener un mayor tamaño y un área central más amplia con respecto a la anchura de la corona marginal. Se diferencia de *P. stoveri* (Perch-

Nielsen, 1968) Shafik & Stradner, 1971, por presentar un área central más amplia con respecto a la anchura de la corona marginal y una pared mucho más estrecha y con elementos sólo levemente imbricados.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 6.5-7.5m.

Distribución:

Thierstein (1971a, 1973a) y Manivit *et al.* (1977) y Taylor (1982) situaron la primera aparición de esta especie en el Albiense superior. Perch-Nielsen (1979d, 1985a) asignó a *P. spinosa* un rango Albiense superior-Maastrichtiense. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes en muestras de edad Cenomaniense inferior y Campaniense.

Familia Rhagodiscaceae Hay, 1977.

Cocolitos elípticos con una corona marginal constituida por una pared de elementos inclinados y un área central totalmente cubierta por pequeños elementos aproximadamente equigranulares. Pueden presentar un proceso central o espina.

Género *Rhagodiscus* Reinhardt, 1967.

Sinónimos: *Alfordia* Black, 1975; *Viminites* Black, 1975.
Especie tipo, por designación original: *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967, p. 167.

Cocolitos elípticos con una corona marginal constituida por una pared de elementos inclinados y un área central totalmente cubierta por pequeños elementos granulares. Sobre el área central pueden o no presentar un proceso central hueco, con un canal ancho o estrecho.

Algunas de las especies aquí asignadas al género *Rhagodiscus* son frecuente e incorrectamente asignadas al género *Parhabdolithus* Deflandre, 1952 al cual sólo pertenecen formas con una estructura central en forma de barra transversa, sobre la que se apoya una larga espina o proceso central macizo. Reinhardt (1967) introdujo los géneros *Rhagodiscus* y *Rhabdolithina* para las formas con un área central granular que carecen de una barra transversa como la de *Parhabdolithus*. Posteriormente, Reinhardt (1971), combinó los dos géneros prefiriendo el uso de *Rhagodiscus* y dejando a *Rhabdolithina* como sinónimo de éste.

Rhagodiscus achlyostaurion (Hill, 1976) com. nov.

1976 - *Parhabdolithus granulatus* Stover.- Burns, p. 290; pl. 4, fig. 3.
1976 - *Parhabdolithus achlyostaurion* Hill, p. 145; pl. 9, fig. 24-29.
1981 - *Parhabdolithus achlyostaurion* Hill.- Crux, p. 634-635; fig. 1.1,1.2,2.1,2.2.
1982 - *Parhabdolithus achlyostaurion* Hill.- Crux, pl. 5.6, fig. 5; pl. 5.8, fig. 14,15.
1982 - *Parhabdolithus achlyostaurion* Hill.- Taylor, pl. 4.5, fig. 11; pl. 4.8, fig. 2,3.
1983 - *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1953) Noël, 1969.- Miller, p. 194; pl. 1, fig. 15,16.
1988 - *Parhabdolithus achlyostaurion* Hill.- Erba, p. 272; pl. 42, fig. 12,16.
1990 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 3, fig. 8.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.50) con una corona marginal formada por un ciclo de elementos imbricados dextralmente. En el margen interno existe un nuevo ciclo compuesto por unos pocos elementos con inclinación adcentral y dispuestos tangencialmente con respecto a los de la corona marginal. El área central está totalmente cubierta por elementos granulares que forman un cono que se eleva distalmente desde la cara proximal del cocolito. Este cono central granular constituye la base se un proceso central hueco, que no suele encontrarse por estar destruido.

Discusión:

Teniendo en cuenta la ausencia de barra transversa sobre el área central, y la presencia de un área central totalmente cubierta por gránulos (ver discusión

sobre el género *Rhagodiscus*), esta especie es transferida al género Rhagodiscus Reinhardt, 1967.

R. achlyostaurion se asemeja a *R. splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977, del que se diferencia por poseer una corona marginal más estrecha, y un ciclo de elementos dispuestos tangencialmente con respecto al margen interno. Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados presenta un modelo de extinción muy característico, debido a la orientación de los elementos que constituyen la base del proceso central. *R. splendens* presenta un modelo de extinción diferente.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-7m.

Distribución:

El rango estratigráfico de esta especie no está bien conocido. De acuerdo con Hill (1976) esta especie tiene su primera aparición en el Albiense medio. Taylor (1982) sitúa su primera aparición en el Aptiense superior, en el Dominio Boreal. Su desaparición es situada por Crux en el Turoniense. Erba (1988) sitúa la primera aparición de *R. achlyostaurion* al final del Albiense medio, dentro de la Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos, y la utiliza como base de su Zona de *Parhabdolithus achlyostaurion*. En el presente estudio, se encuentra *R. achlyostaurion* desde el Albiense medio (Zona de *B. breggiensis* de foraminíferos planctónicos, Zona de *C. ehrenbergii* de nannofósiles) hasta el Cenomaniense superior (Zona de *C. kennedyi* de nannofósiles).

Rhagodiscus angustus (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.

1963 - *Rhabdolithus angustus* Stradner, p. 12; pl. 5, fig. 6.
1966 - *Parhabdolithus elongatus* Stover, p. 144; pl. 6, fig. 16-19; pl. 9, fig. 18.
1966 - *Ahmuellerella angusta* (Stradner, 1963) Reinhardt, p. 25; pl. 22, fig. 9-12.
1969 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Bukry, p. 53; pl. 29, fig. 8-11.
1971 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, p. 23; fig. 10.
1972 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Roth & Thierstein, pl. 6, fig. 14-18; pl. 7, fig. 1.
1973 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Priewalder, p. 22; pl. 16, fig. 1,2.
1976 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Burns, p. 290; pl. 4, fig. 1.
1976 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 1,2.
1976 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Verbeeek, pl. 3., fig. 8.
1977 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Verbeek, p. 93; pl. 6, fig. 6.
1979 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Siesser, pl. 1, fig. 4; pl. 5, fig. 1,2.
1980 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Hattner & Wise, p. 66; pl. 29, fig. 9; pl. 30, fig. 1.
1981a- *Rhagodiscus elongatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 2.
1982 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Taylor, pl. 4.5, fig. 7,8; pl. 4.8, fig. 4,5.
1982 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Crux, pl. 5.6, fig. 3; pl. 5.8, fig. 11.
1983 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Miller, p. 194-195; pl. 1, fig. 17.
1984 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Stradner & Steinmetz,

UNIVERSIDAD DE GRANADA
30 SET. 1992
COMISION DE

pl. 6, fig. 7.
1986 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Aguado, p. 77-78; L. 2, fig. 12.
1987 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Jakubowski, p. 111; pl. 2, fig. 11,12.
1988 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Erba, p. 272; pl. 42, fig. 2,3.
1989 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Mutterlose, pl. 7.1, fig. 4.
1990 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 2, fig. 3-6.
1991 - *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.70-2.70) con una corona marginal alta formada por un ciclo constituido por 40-58 elementos imbricados dextralmente. Debido a la fuerte elipticidad, presenta 2 lados prácticamente paralelos. El área central está totalmente cubierta por elementos granulares y presenta una espina hueca constituida por elementos imbricados dextralmente. La superficie distal de la corona marginal presenta una fuerte inclinación adcentral.

Discusión:

R. angustus es una especie muy característica por su morfología muy alargada con elipticidad muy alta. Se diferencia de *R. pseudoangustus* Crux, 1987 por poseer un mayor tamaño y una morfología menos rectangular, con extremos más redondeados.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor 6-7m.

Distribución:

La gran mayoría de los autores (Thierstein, 1971a,1973a,1976; Roth & Thierstein, 1972; Roth, 1978,1983; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Wise, 1983; Covington & Wise, 1987; Jakubowski, 1987; Erba, 1988) sitúan la primera aparición de *R. angustus* coincidiendo con la de *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966, en el límite Aptiense inferior-Aptiense superior. Taylor (1982), Applegate & Bergen (1988), Aguado *et al.* (1991,1992) sitúan la primera aparición de esta especie por encima de la de *E. floralis* y ya dentro del Aptiense superior. En lo que respecta a la última aparición de *R. angustus*, existe un consenso general en situarla al final del Maastrichtiense, coincidiendo con el evento del límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio se encuentra a esta especie desde el Aptiense superior hasta el Maastrichtiense. Thierstein (1971a,1973a) definió la base de su Zona de *R. angustus* por la aparición simultánea de *E. floralis* y *R. angustus*. Dado que estas dos especies no aparecen al mismo tiempo, Applegate & Bergen modificaron la definición de la base de la Zona de *R. angustus* de Thierstein en el sentido de tomar como índice la aparición de *E. floralis*. En el presente estudio se sigue la modificación propuesta por Applegate & Bergen (1988).

Rhagodiscus asper (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.

1963 - *Discolithus asper* Stradner, p. 11; pl. 2, fig. 4,5.

1966 - *Discolithus vagus* Stover, p. 144; pl. 3, fig. 10,11.
1966 - *Parhabdolithus granulatus* Stover, p. 144; pl. 6, fig. 11-15; pl. 9, fig. 17.
1967 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, p. 167.
1971 - *Parhabdolithus asper* (Stradner, 1963) Manivit, p. 87; pl. 23, fig. 4-7.
1972 - *Rhabdolithina splendens* (Deflandre, 1954) Reinhardt, 1966.- Forchheimer, pl. 23, fig. 4,5.
1972 - *Parhabdolithus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Roth & Thierstein, pl. 7, fig. 7-17.
1976 - *Parhabdolithus asper* (Stradner, 1963) Manivit, 1971.- Thierstein, p. 350; pl. 3, fig. 5,6.
1977 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Verbeek, p. 93; pl. 6, fig. 7,8.
1979 - *Parhabdolithus asper* (Stradner, 1963) Manivit, 1971.- Siesser, pl. 5, fig. 3,4.
1987 - *Parhabdolithus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Erba & Quadrio, p. 58; pl. 5, fig. 11,12.
1981a- non *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 3.
1989 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Crux, p. 192; pl. 8.8, fig. 1-5; pl. 8.13, fig. 1,2.
1989 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Mutterlose, pl. 7.1, fig. 1-3.
1990 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Mutterlose & Wise, p. 341; pl. 4, fig. 1.
1990 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Aguado y Martínez-Gallego, (partim), pl. 2, fig. 1,2; (non pl. 3, fig. 8).
1991 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.2,9.3,9.27.
1991 - *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967.- Aguado *et al.*, fig. 3.18-3.21; fig. 5.1-5.3, 5.19; fig. 13.1.
1991 - *Rhagodiscus splendens* (Deflandre, 1954) Verbeek, 1977.- Aguado *et al.*, fig. 6.21,6.22.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.30) con una corona marginal formada por un ciclo constituido por 40-58 elementos separados por suturas rectas y radiales e imbricados dextralmente. El área central está totalmente cubierta por elementos granulares y presenta una espina hueca constituida por elementos imbricados dextralmente. En algunos especímenes la cubierta granular del área central presenta, en vista distal, una serie de pequeñas excavaciones. El cocolito es ligeramente convexo en vista distal.

Discusión:

R. asper se diferencia de *R. splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977 por tener una elipticidad más baja, un área central más amplia y una corona marginal sin crestas. Se diferencia de *R. angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971 por poseer una elipticidad mucho menor, un área central más amplia y presentar excavaciones.

Tamaño: Longitud del eje mayor entre 5.5-7.5m.

Distribución:

Según Thierstein (1971a,1973a,1973b,1976) la primera aparición de *R. asper* hay que situarla en torno a la parte superior del Berriasiense. Roth (1983) la sitúa en la parte superior del Tithónico. Erba & Quadrio (1987), debido seguramente al efecto preservacional, encuentran esta especie a partir del Valanginiense. Taylor (1982) y Crux (1989), por motivos derivados de las características de sus afloramientos, citan esta especie a partir del Ryazaniense superior (equivalente a la

parte más alta del Berriasiense). Bralower *et al.* (1989), sitúan la primera aparición de *R. asper* en el Tithónico superior, dentro de su zona NJK-B (Zona de Durangites de ammonites). En lo referente a la última aparición de *R. asper* existe un consenso general entre los autores, en situarla en torno al límite Cenomaniense-Turoniense (Verbeek, 1976a,b,1977; Manivit *et al.*, 1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Robaszynski *et al.*, 1980,1982,1991; Crux, 1982). Los estudios más recientes de entre los anteriores parecen indicar que *R. asper* desaparece ya bien entrado el Turoniense. En la Cordillera Bética, se ha encontrado a *R. asper*, desde el Berriasiense inferior (Zona de Jacobi de ammonites) hasta el Cenomaniense terminal. Es posible, sin embargo, la presencia de esta especie en el Turoniense inferior, ya que la mala preservación de la nannoflora en estos niveles puede haber dado lugar a que no haya sido encontrada. En lo que respecta a la distribución paleogeográfica de *R. asper*, parece tratarse de una especie cosmopolita. Sin embargo, Mutterlose (1989) encuentra en los sedimentos de edad Aptiense del dominio Boreal una clara correlación entre un aumento en la abundancia de *R. asper* y *Nannoconus spp.*, un enriquecimiento en la diversidad de la microfauna planctónica y la entrada en el registro fósil de belemnites y ammonites de afinidad Tethysica.

Rhagodiscus infinitus (Worsley, 1971) Applegate, Covington & Wise in Covington & Wise, 1987.

1971 - *Mitosia infinitae* Worsley, p. 1311; pl. 1, fig. 48-50.
1972 - *Parhabdolithus infinitus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, p. 437; pl. 9, fig. 7-16.
1973a- *Parhabdolithus infinitus* (Worsley, 1971) Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 45; pl. 3, fig. 1-14.
1976 - *Parhabdolithus infinitus* (Worsley, 1971) Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 351; pl. 4, fig. 22,23.
1977 - *Parhabdolithus infinitus* (Worsley, 1971) Thierstein, 1972.- Wise & Wind, pl. 56, fig. 4-6.
1979 - *Parhabdolithus sp.*.- Siesser, pl. 2, fig. 16.
1982 - *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1953) Noël, 1969. Crux, pl. 5.6, fig. 1.
1987 - *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971) Applegate *et al.*, in Covington & Wise, p. 632; pl. 7, fig. 9; pl. 8, fig. 1.
1988 - *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971) Applegate *et al.*, in Covington & Wise.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 28, fig. 1,2.
1989 - *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971) Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987.- Crux, p. 192; pl. 8.13, fig. 11-14.
1991 - *Rhagodiscus infinitus* (Worsley, 1971) Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987.- Aguado *et al.*, fig. 4.11-4.15; fig. 6.23.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.40-1.50) con una corona marginal formada por un sólo ciclo constituido por 50-70 elementos separados por suturas rectas y radiales e imbricados dextralmente. El área central está cubierta por elementos granulares y presenta dos aberturas ovaladas alineadas según el eje mayor de la elipse, entre las que se sitúa una espina hueca constituida por elementos imbricados dextralmente y que se ensancha distalmente. El cocolito es ligeramente convexo en vista distal.

Discusión:

R. infinitus se diferencia del resto de especies incluidas en el género

Rhagodiscus Reinhardt, 1967, por presentar dos aberturas en el área central alineadas con el eje mayor de la elipse, y un proceso central hueco que se ensancha distalmente. Se diferencia de *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984, por presentar un área central cubierta por pequeños elementos granulares y un proceso central hueco.

Tamaño:

Longitud del diámetro mayor alrededor de 7.5-9m.

Distribución:

Thierstein (1973a,1976) asigna a esta especie un rango Valanginiense superior/Hauteriviense-Cenomaniense. Perch-Nielsen (1979d) le asigna un rango Valanginiense-Cenomaniense. Crux (1982, 1989) lo cita, en el dominio Boreal, desde el Hauteriviense hasta el Cenomaniense inferior. Bralower *et al.* (1989) encuentran esta especie desde su Zona de *Rotelapillus laffittei* (NJK-C), correspondiente justo al tránsito Tithónico-Berriasiense. En el presente estudio se ha encontrado a *R. infinitus*, como especie muy poco frecuente, desde el Berriasiense superior (Zona de *R. angustiforata*) hasta el Aptiense superior (Zona de *R. angustus*). Esta especie es algo más abundante en torno al Barremiense-Aptiense. Desde el punto de vista biogeográfico, *R. infinitus* parece ser más abundante en paleolatitudes bajas (Thierstein, 1971a,1973a,1976) que en altas (Taylor, 1982; Crux, 1982,1989; Mutterlose & Wise, 1990).

Rhagodiscus nebulosus Bralower in Bralower *et al.*, 1989.

1989 - *Rhagodiscus nebulosus* Bralower in Bralower *et al.*, p. 204; pl. 1, fig. 16-23.
1990 - *Rhagodiscus nebulosus* Bralower in Bralower *et al.*, 1989.- Bralower, p. 122; fig 10a,b.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.40-1.45) con una corona marginal formada por un sólo ciclo constituido por unos 50 elementos separados por suturas rectas y radiales e imbricados dextralmente. El área central, que aparece deprimida tanto en vista proximal, como en vista distal, está cubierta por elementos granulares que se disponen formando una estructura en forma de cruz, muy pobremente desarrollada.

Discusión:

Bralower (in Bralower *et al.*, 1989), describió esta especie y la incluyó dentro del género *Rhagodiscus* Reinhardt, 1967, basándose en la estructura del escudo y la naturaleza granular de su área central. Con luz polarizada y nícoles cruzados, el área central presenta una zona externa brillante rodeando a una cruz difusa y oscurecida. Esta especie fue designada por Bralower *et al.*, (1989) como la precursora de *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983. En vista distal, *R. nebulosus* tiene una estructura algo semejante a la de P. fenestrata, pero en vista proximal, presenta una estructura similar a otras especies del género *Rhagodiscus*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor alrededor de 6-9m.

Distribución:

Según Bralower *et al.* (1989) R. nebulosus tiene un rango Berriasiense medio (Subzona de Occitanica de ammonites)-Valanginiense. En la Cordillera Bética se encuentra desde el final del Berriasiense medio (parte alta de la Zona de Andrussowi de ammonites) hasta el Valanginiense inferior (Subzona de *P. fenestrata* de nannofósiles). Hasta el momento, esta especie sólo ha sido mencionada (Bralower *et al*, 1989; Bralower, 1990) en el Atlántico (Blake Bahama Basin, DSDP 391C y 534A), Italia (Fonte Giordano), SE Francia (Berrias, Broyon) y en California (Valle de Sacramento), que son localidades de influencia Tethysica durante el Berriasiense-Valanginiense.

Rhagodiscus pseudoangustus Crux, 1987.

1987 - *Rhagodiscus pseudoangustus* Crux, p. 34; pl. 1, fig.
1987 - *Zeugrhabdotus? pseudoangustus* Bralower *et al.* in Covington & Wise, p. 633; pl. 8, fig. 2-4.
1988 - *Zeugrhabdotus pseudoangustus* Bralower *et al.*, 1977.- Applegate & Bergen, p. 317; pl. 7, fig. 11,12.
1989 - *Rhagodiscus pseudoangustus* Crux, 1987.- Crux, p. 192; pl. 8.8; fig. 10,11; pl. 8.13, fig. 16-19.
1991 - *Zeugrhabdotus? pseudoangustus* Bralower *et al.*, 1977.- Aguado *et al.*, fig. 3.44-3.46.

Descripción:

Cocolito elíptico a subrectangular (elipticidad entre 2.00-2.20) con una corona marginal alta formada por un ciclo estrecho y alto, constituido por unos 32 elementos imbricados dextralmente. Presenta lados prácticamente paralelos dos a dos, debido a su morfología pseudorectangular. En especímenes bien conservados el área central, en la cara proximal, está totalmente cubierta por elementos granulares y presenta una espina hueca que se eleva distalmente. En vista distal, la corona marginal está muy elevada verticalmente con respecto a la base granular.

Discusión:

Con respecto a esta especie, se da la circunstancia de que dos autores distintos (Crux y Bralower *et al.*) la publicaron y describieron por primera vez el mismo año (1987) y con el mismo nombre específico, pero incluída en distintos géneros (*Rhagodiscus* y *Zeugrhabdotus*, respectivamente). Dado que no es posible conocer la fecha de aparición de las respectivas publicaciones, dentro de 1987, es imposible saber si la especie se debe a Crux o a Bralower *et al.* Finalmente, y de forma arbitraria, me he decantado por atribuir la especie a Crux, simplemente porque este autor la asigna al género correcto desde mi punto de vista. Bralower *et al.* in Covington & Wise (1987) asignan esta especie, con reservas, al género *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965, argumentando que los especímenes por ellos observados, aparentemente no poseen estructura basal alguna que cubra el área central. Applegate & Bergen (1988), basándose en lo anterior, asignan definitivamente esta especie al género *Zeugrhabdotus*. Sin embargo, según se deduce de las ilustraciones de la especie, proporcionadas por Crux (1987,1989), existe una estructura granular basal que cubre todo el área central, por lo que claramente, esta especie debe ser asignada al género Rhagodiscus Reinhardt, 1967.

R. pseudoangustus se diferencia de *R. angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971, por presentar un tamaño más pequeño, una corona marginal más estrecha y verticalizada, y una morfología general más rectangular, con extremos muy poco redondeados.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3.5-5m.

Distribución:

Covington & Wise (1987) asignaron a esta especie un rango Hauteriviense-Aptiense inferior. Posteriormente, Applegate & Bergen (1988) encontraron a *R. pseudoangustus* a partir del Valanginiense inferior, y Crux (1989) lo encuentra en el Hauteriviense y Barremiense inferior Boreal. En el presente estudio se ha encontrado a *R. pseudoangustus* desde el Valanginiense inferior (Zona de Pertransiens de ammonites, Subzona de *P. fenestrata* de nannofósiles) hasta el Aptiense inferior (Zona de *Hedbergella praetrocoidea* de foraminíferos planctónicos, Zona de *H. irregularis* de nannofósiles).

Rhagodiscus reniformis Perch-Nielsen, 1973.

1973 - *Rhagodiscus reniformis* Perch-Nielsen, p. 326; pl. 3, fig. 2,4,6; pl. 10, fig. 45,46.
1981a- *Rhagodiscus reniformis* Perch-Nielsen, 1973.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 4.
1982 - *Parhabdolithus reniformis* (Perch-Nielsen, 1973) Crux, pl. 5.6, fig. 4.

Descripción:

Cocolito elíptico de contorno arriñonado (elipticidad en torno a 1.40) con una corona marginal formada por un ciclo de unos 50-60 elementos separados por suturas rectas y aproximadamente radiales e imbricados dextralmente. Estos elementos muestran inclinación adcentral. La corona marginal es fuertemente asimétrica con respecto al diámetro mayor en lo referente a su anchura y presenta un lateral mucho más ancho que otro, lo que da lugar al típico contorno arriñonado de la forma. El área central es aproximadamente elíptica, relativamente estrecha en comparación con la anchura de la corona marginal y está totalmente cubierta por pequeños elementos equigranulares. No existe ningún tipo de proceso central. La forma es fuertemente convexa (sobre todo longitudinalmente) en vista distal.

Discusión:

R. reniformis se diferencia del resto de representantes del género por su característica forma arriñonada y la ausencia de proceso central.

Tamaño: Longitud del diámtero mayor entre 6-7.5m.

Distribución:

Esta especie fue originalmente descrita (Perch-Nielsen, 1973) en el Maastrichtiense superior. Posteriormente, Verbeek (1977) le asignó un rango Santoniense superior-Maastrichtiense. En el presente estudio tan sólo se han encontrado unos pocos especímenes asignables a esta especie, correspondientes a muestras de edad Campaniense terminal y Maastrichtiense basal.

Rhagodiscus splendens (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977.

1953 - *Rhabdolithus splendens* Deflandre, p. 1785; fig. 4-6.
1964 - *Cretarhabdus splendens* (Deflandre, 1953) Bramlette & Martini, p. 300; pl. 3, fig. 13-16.
1968 - *Rhagodiscus plebeius* Perch-Nielsen, p. 44-45; pl. 7, fig. 2-6.
1973 - (?) *Rhagodiscus plebejus* Perch-Nielsen, 1968.- Priewalder, p. 25; pl. 19, fig. 5.
1968 - *Actinozygus splendens* (Deflandre, 1953) Gartner, (partim), p. 25; pl. 5, fig. 15,16; pl. 7, fig. 1,2; pl. 11, fig. 15; (non pl. 10, fig. 1).
1969 - *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1953) Noël, p. 476; pl. 1, fig. 1-4,7; fig. 1,2.
1972 - *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1954) Noël, 1969.- Roth & Thierstein, pl. 7, fig. 2-6.
1977 - *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1954) Noël, 1969.- Wise & Wind, pl. 56, fig. 1,2.
1977 - *Rhagodiscus splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, p. 93; pl. 6, fig. 9.
1981a- *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971.- Perch-Nielsen, pl. 1, fig. 3.
1981 - *Parhabdolithus angustus* (Stradner, 1963) Stradner *et al.*, 1968.- Smith, p. 65; pl. 12, fig. 22-26.
1982 - *Parhabdolithus plebeius* (Perch-Nielsen, 1968) Crux, pl. 5.6, fig. 6; pl. 5.8, fig. 16,17.
1982 - non *Parhabdolithus splendens* (Deflandre, 1953) Noël, 1969.- Crux, pl. 5.6, fig. 1.
1983 - *Rhagodiscus splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977.- Wise, p. 513; pl. 28, fig. 1-4.
1989 - non *Rhagodiscus splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977.- Crux, p. 194; pl. 8.8, fig. 12.
1991 - (?) *Rhagodiscus splendens* (Deflandre, 1953) Verbeek, 1977.- Aguado *et al.*, fig. 21,22

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.50) con una ancha corona marginal formada por un ciclo constituido por 35-45 elementos separados por suturas rectas o ligeramente inclinadas en el sentido de las agujas del reloj e imbricados dextralmente. El área central es pequeña (aproximadamente el 60% de la longitud total del cocolito), está cubierta por elementos granulares formando ciclos concéntricos y presenta una gruesa espina hueca constituida por elementos granulares imbricados dextralmente. El cocolito es ligeramente cóncavo en vista proximal.

Discusión:

Los elementos de la corona marginal se prolongan hacia el interior del área central. De este modo, el área central es de pequeño tamaño. En ocasiones estos elementos dan lugar a crestas que unen la corona marginal con el borde del proceso central.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-6m.

Distribución:

R. splendens es una especie que no todos los autores distinguen, y por este motivo, su distribución estratigráfica y paleogeográfica no está bien conocida. Crux (1982) lo cita, bajo el nombre de *R. plebeius* desde el Cenomaniense hasta el Campaniense, pero existen numerosas citas de otros autores (Bramlette & Martini, 1964; Perch-Nielsen, 1968, etc.) en el Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado, muy esporádicamente, a partir del Albiense superior (Zona de *Rotalipora subticinensis* de foraminíferos planctónicos).

Familia Stephanolithiaceae Black, 1968

Cocolitos elípticos, redondeados o poligonales con una corona marginal externa formada por elementos dispuestos verticalmente. El área central está atravesada por elementos dispuestos radialmente o con otras orientaciones, los cuales, a su vez, constituyen frecuentemente la base de un proceso central.

Los diferentes géneros se diferencian en base a la forma del contorno, la composición de la corona marginal y la presencia o ausencia de espinas laterales. Las especies se diferencian por las distintas colocaciones de las barras sobre el área central.

Género *Corollithion* Stradner, 1961.

Especie tipo, por designación original: *Corollithion exiguum* Stradner, 1961, p. 83, fig. 58-61.

Cocolitos de contorno hexagonal. La corona marginal está constituida habitualmente por dos delgados ciclos de elementos. El ciclo externo está compuesto por un número variable de elementos dispuestos más o menos verticalmente, mientras que el interno está formado por un número también variable de elementos dispuestos horizontalmente, o ligeramente imbricados. El área central es amplia en relación con la anchura de la corona marginal, y está cubierta por 4 ó 6 barras multicristalinas de anchura y desarrollo variable. Estas barras pueden constituir la base de una espina central.

Este género se diferencia del resto de géneros incluidos en la familia Stephanolithiaceae Black, 1968, por contener especies con cocolitos que poseen una corona marginal hexagonal. Algunos autores (Bukry, 1969; Thierstein, 1971a; Perch-Nielsen, 1973; Filewicz *et al.* in Wise & Wind, 1977; Mutterlose & Wise, 1990) han asignado formas con contorno redondeado, elíptico o romboidal al género *Corollithion*, siempre que éstas presentasen una corona marginal constituida por elementos verticales. Puesto que la especie tipo (*C. exiguum*) posee contorno hexagonal y existen otros géneros en los que pueden ser acomodadas las formas de contorno no hexagonal, es preferible el uso del género *Corollithion* únicamente para las formas hexagonales, tal y como sugiere Perch-Nielsen (1985a).

Corollithion kennedyi Crux, 1981.

1977 - *Corollithion? completum* Perch-Nielsen, 1973.- Verbeek, p. 110; pl. 10, fig. 4.
1981 - *Corollithion kennedyi*, Crux, p. 634; fig. 1.4,1.5,2.4,2.5.
1982 - *Corollithion kennedyi*, Crux, 1981.- Crux, pl. 5.2, fig. 19,20; pl. 5.9, fig. 11,12.
1990 - *Corollithion kennedyi*, Crux, 1981.- Robaszynski *et al.*, p. 365; pl. 44, fig. 1.
1991 - *Corollithion kennedyi*, Crux, 1981.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.29.

Descripción:

Cocolito de contorno hexagonal a subhexagonal, con una corona marginal estrecha constituida por dos ciclos de elementos. El ciclo externo está compuesto por 30-35 elementos dispuestos verticalmente. El ciclo interno está constituido por un número variable de elementos dispuestos paralelamente al margen interno del ciclo exterior. El área central es amplia, y está casi totalmente cubierta por 4 anchas barras

dispuestas en forma de cruz. Cada una de estas barras está constituida por 4 elementos.

Discusión:

C. kennedyi se diferencia de *C. signum* Stradner, 1963 por poseer una cruz central de brazos muy anchos, que cubre el área central casi por completo. Cada uno de los brazos de la cruz está compuesto por 4 elementos, mientras en *C. signum*, cada uno se compone únicamente de 2 elementos.

Tamaño: Longitud máxima entre lados opuestos 4-5m.

Distribución:

Crux (1981) describió esta especie en el Cenomaniense del S de Inglaterra. Crux (1982) le asigna con posterioridad un rango Cenomaniense inferior. Según Perch-Nielsen (1985a), la primera aparición de *C. kennedyi* tiene lugar ligeramente por debajo de la de *Lithraphidites acutus* Verbeek & Manivit, 1977 (Cenomaniense medio-superior), y su última aparición coincide aproximadamente con el límite Cenomaniense-Turoniense. Gartner, (in Robaszynski *et al.*, 1990), sitúa la última aparición de *C. kennedyi* prácticamente coincidiendo con el límite Cenomaniense-Turoniense, algo por debajo de la primera aparición de *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen, 1977. En la Cordillera Bética, se ha encontrado a esta especie desde el Cenomaniense medio (Zona de *Rotalipora reicheli* de foraminíferos planctónicos) hasta el Cenomaniense terminal (parte alta de la Zona de *Rotalipora cushmani* de foraminíferos planctónicos). La última aparición de esta especie en relación con el límite Cenomaniense-Turoniense no ha podido ser bien observada debido al efecto preservacional negativo ocasionado por la litología existente en las secciones estudiadas (calizas con sílex), pero queda claro que ésta debe ocurrir coincidiendo con el mencionado límite o muy próxima a éste. Muy poco se conoce sobre la distribución paleogeográfica de esta especie, pero está presente tanto en áreas de paleolatitudes relativamente altas (S. de Inglaterra) como en paleolatitudes bajas (Túnez, Cordillera Bética). A pesar de su pequeño tamaño, *C. kennedyi* es una especie resistente a los efectos de la disolución y recalcificación diagenéticas, es fácil de determinar y es relativamente abundante en los sedimentos investigados. Por este motivo, en el presente estudio utilizo su primera aparición como marcador zonal (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación).

Corollithion exiguum Stradner, 1961.

1961 - *Corollithion exiguum* Stradner, p. 83, fig. 58-61.
1964 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Bramlette & Martini, p. 308; pl. 5, fig. 8,9.
1968 - *Stephanolithion sp.* aff. *S. laffittei* Noël, 1957.- Gartner, p. 35, pl. 5, fig. 14; pl. 22, fig. 18.
1969 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Bukry, p. 40-41; pl. 18, fig. 12; pl. 19, fig. 1.
1973 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Priewalder, p. 16; pl. 6, fig. 1.
1973 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Perch-Nielsen, p. 310-311; pl. 2, fig. 5,8,11,14.
1976 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Thierstein, p. 351, pl. 4, fig. 32,33.
1976b- *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Verbeek, p. 75; pl. 1, fig. 4a,b.
1977 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Kollmann *et al.*, p. 422; pl. 4, fig. 9.
1980 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Hattner & Wise, p. 60, pl. 9; fig. 6-9.
1981 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Smith, p. 33-34; pl. 2, fig. 13-21.
1986 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Perch-Nielsen, pl. 3, fig. 8.

1990 - *Corollithion exiguum* Stradner, 1961.- Robaszynski *et al.*, p. 365; pl. 44, fig. 6a,b.

Descripción:

Cocolito de contorno hexagonal, con una corona marginal estrecha constituida por dos ciclos de elementos. El ciclo externo está formado por 24-30 elementos dispuestos verticalmente. El ciclo interno está compuesto por un número variable de elementos dispuestos paralelamente al margen interno del ciclo exterior. El área central es amplia, y está atravesada por 6 estrechas barras policristalinas dispuestas radialmente y que se apoyan en el centro de los lados del hexágono que constituye la corona marginal. En el punto de unión de las barras suele encontrarse la base de una pequeña espina o proceso central.

Discusión:

C. exiguum se diferencia del resto de los representantes del género por presentar un área central cubierta por 6 barras dispuestas radialmente.

Tamaño: Longitud máxima entre lados opuestos 3.5-4.5m.

Distribución:

Verbeek (1976a,b,1977) y Perch-Nielsen (1979d,1985a) atribuyen a esta especie un rango Cenomaniense medio-Maastrichtiense, si bien, ambos autores admiten que se trata de una especie muy poco frecuente como para ser utilizada para establecer límites entre zonas. En la Cordillera Bética sólo se han encontrado algunos especímenes en el Campaniense y Maastrichtiense.

Género *Cylindralithus* Bramlette & Martini, 1964.

Especie tipo, por designación original: *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964, p. 310, pl. 5, fig. 18-20.

Cocolitos de contorno circular y morfología general cilíndrica. La corona marginal está constituida por uno o más ciclos. El ciclo distal está muy desarrollado, tiene forma cilíndrica ligeramente adelgazada hacia el extremo proximal, y está constituido por elementos muy alargados dispuestos longitudinalmente. En la cara proximal, los elementos del ciclo distal pueden presentar una extensión lateral que da lugar a una especie de reborde o ciclo proximal. El área central es de tamaño variable y está desprovista de cualquier tipo de estructura (contrariamente a lo señalado por Bramlette y Martini, 1964, quienes creyeron observar, mediante el microscopio óptico, "una delicada placa perforada basal" en el centro).

Bukry (1969) incluyó en este género una serie de especies construidas de modo similar, pero que presentaban estructuras (generalmente 4 barras) cubriendo el área central. Tales formas han sido posteriormente trasladadas al género *Stoverius* (Perch-Nielsen, 1986). De este modo, *Cylindralithus* sólo incluye formas con el área central desprovista de cualquier tipo de estructura (Perch-Nielsen, 1985a,1986).

Cylindralithus serratus Bramlette & Martini, 1964.

1964 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, p. 310; pl. 5, fig. 18-20.

1973 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Perch-Nielsen, pl. 5, fig. 2,4,6.
1977 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, (partim), p. 111, pl. 10, fig. 8; (non pl. 10, fig. 5,6,7).
1984 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Stradner & Steinmetz, pl. 12, fig. 1-7.
1986 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Perch-Nielsen, pl. 3, fig. 6.
1986 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado, p. 31-32; L. 2, fig. 1,2,6,7.

Descripción:

Cocolito de contorno circular y morfología general cilíndrica. La corona marginal está compuesta, aparentemente, por dos ciclos de elementos. El ciclo distal está muy desarrollado, tiene forma cilíndrica ligeramente adelgazada hacia el extremo proximal, y está constituido por 30-40 elementos muy alargados dispuestos longitudinalmente. En la cara proximal, los elementos del ciclo distal presentan una extensión lateral que da lugar a una especie de reborde o ciclo proximal. El área central tiene una anchura de aproximadamente el doble de la corona marginal y está desprovista de cualquier tipo de estructura (contrariamente a lo señalado por Bramlette y Martini, 1964, quienes creyeron observar, mediante el microscopio óptico, "una delicada placa perforada basal" en el centro).

Discusión:

C. serratus se diferencia de *C. crassus* Stover, 1966 por poseer un área central despejada más amplia. Se diferencia de *C. duplex* Perch-Nielsen, 1973 por presentar un ciclo distal mucho más desarrollado y un reborde proximal, con extensiones laterales mucho más pequeñas. A pesar de esto, se ha encontrado mucha dificultad al tratar de diferenciar *C. serratus* de *C. duplex* al microscopio óptico, cuando se tienen vistas proximales o distales y no vistas laterales. Por este motivo, en los cuadros de distribución, se da un rango combinado bajo la acepción de *C. serratus*.

Tamaño: Diámetro entre 6-8m. Altura próxima a 4m.

Distribución:

Se trata de una especie cuya distribución está muy poco conocida debido, en parte, a cierto grado de confusión en la taxonomía del género y por otro lado a la dificultad que entraña frecuentemente el diferenciar entre las distintas especies, utilizando el microscopio óptico. *C. serratus* fue originalmente descrito en el Maastrichtiense superior (Bramlette & Martini, 1964). Verbeek (1977) señala la presencia de esta especie desde el Turoniense hasta el Maastrichtiense. Stradner & Steinmetz (1984) lo citan a partir del Santoniense superior. Perch-Nielsen (1979d,1985a) lo cita únicamente en el Campaniense y Maastrichtiense. En la Cordillera Bética se encuentran formas asignables a esta especie, desde el Coniaciense hasta el Maastrichtiense. En determinados niveles del Campaniense y Maastrichtiense, es una especie abundante. En los cuadros de distribución, presenta un rango combinado con *C. duplex* Perch-Nielsen, 1972, debido a dificultades en la diferenciación de ambas especies al microscopio óptico.

Cylindralithus duplex Perch-Nielsen, 1973.

1973 - *Cylindralithus duplex* Perch-Nielsen, 1973, p. 314; pl. 5, fig. 3,5; pl. 10, fig. 29,30.
1977 - *Cylindralithus serratus* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, (partim), p. 111, pl. 10, fig. 5,6; (non pl. 10, fig. 7,8).
1977 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Verbeek, p. 112, pl. 10, fig. 9.
1980 - *Cylindralithus duplex* Perch-Nielsen, 1973.- Hattner & Wise, p. 62; pl. 16, fig. 6,7.

Descripción:

Cocolito de contorno circular y morfología general cilíndrica. La corona marginal está constituida por dos ciclos de elementos. El ciclo distal está muy desarrollado, tiene forma cilíndrica ligeramente adelgazada hacia el extremo proximal, y está constituido por 30-35 elementos alargados dispuestos longitudinalmente. En la cara proximal y rodeando a los elementos del ciclo distal se dispone un ciclo proximal formado por unos 30 elementos imbricados dextralmente y ligeramente inclinados en sentido contrario al de las agujas del reloj. El área central tiene una anchura algo menor del doble de la corona marginal y está desprovista de cualquier tipo de estructura. En vista de perfil, el ciclo distal es de 2 a 3 veces más alto que el proximal.

Discusión:

C. duplex se diferencia de *C. serratus* Bramlette & Martini, 1964 por presentar un ciclo proximal más desarrollado, de modo que en vista de perfil, el ciclo distal es aproximadamente el doble de alto que el proximal. Con microscopio óptico, en vistas proximal y distal, es de difícil determinación con respecto a *C. serratus*.

Tamaño: Diámetro entre 6-8m. Altura próxima a 4m.

Distribución:

El rango de distribución vertical de *C. duplex* está muy mal conocido. Esta especie fue originalmente descrita (Perch-Nielsen, 1973) en el Maastrichtiense de Madagascar. Posteriormente, Verbeek, (1977) figura algunos especímenes de *C. duplex* con el nombre de *C. serratus* Bramlette & Martini, 1964 en la secuencia de El Haria, en Túnez. Perch-Nielsen (1979d, 1985a) limita el rango de *C. duplex* al Maastrichtiense superior. En la Cordillera Bética sólo se ha podido determinar, mediante el uso del M.E.B., en algunas muestras de edad Campaniense superior-Maastrichtiense inferior y Maastrichtiense terminal. En los cuadros de distribución, presenta un rango combinado con *C. serratus*, debido a dificultades en la diferenciación de ambas especies al microscopio óptico.

Género *Diadorhombus* Worsley, 1971.

Especie tipo, por designación original: *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971, p. 1307, pl. 1, fig. 14-20.

Cocolitos con una corona marginal de cuadrada a romboidal y un área central amplia atravesada por barras. Estas barras están alineadas con respecto a los lados de la corona marginal.

Diadorhombus rectus Worsley, 1971.

1969 - *Corollithion sp.* Bukry & Bramlette, pl. 5, fig. b.
1971 - *Diadorhombus rectus* Worsley, p. 1307; pl. 1, fig. 14-20.
1971a- *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Thierstein, p. 481; pl. 7, fig. 8.
1976 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Thierstein, p. 352; pl. 3, fig. 9,10.
1979 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Manivit, pl. 7, fig. 9.
1983 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Roth, p. 612; pl. 4, fig. 4-8.
1987 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Covington & Wise, p. 636; pl. 20, fig. 7.
1988 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Applegate & Bergen, p. 317; pl. 26, fig. 1-5.
1989 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Bralower *et al.*, p. 219; pl. 5, fig. 17-22.
1990 - *Diadorhombus rectus* Worsley, 1971.- Mutterlose & Wise, p. 340; pl. 5, fig. 15,16.

Descripción:

Cocolitos de contorno cuadrado, con una corona marginal simple, constituida por un sólo ciclo de unos 20-30 elementos inclinados y ligeramente imbricados dextralmente. El área central es amplia en relación con la anchura de la corona marginal y está atravesada por 4 barras paralelas a los lados de la corona marginal. Estas 4 barras se unen en el centro, donde pueden presentar los restos de una delgada espina o proceso central.

Discusión:

D. rectus se diferencia del resto de representantes de la familia Stephanolithiaceae Black, 1968, por presentar un contorno aproximadamente cuadrado, y un área central amplia atravesada por 4 barras paralelas a los lados de la corona marginal.

Tamaño: Longitud entre dos lados paralelos aproximadamente 4-5m.

Distribución:

Por tratarse de una especie poco abundante y de pequeño tamaño, su distribución estratigráfica no está bien conocida. Thierstein (1971a,1973a,1976) asignó a esta especie un rango Valanginiense medio, al igual que Roth (1978) y Perch-Nielsen (1979d). Posteriormente, Roth (1983) señaló que su distribución puede llegar al Hauteriviense o incluso al Barremiense. Covington & Wise (1987) y Applegate & Bergen (1988) le asignan una distribución Valanginiense superior-Barremiense (o incluso Aptiense). Por último, Bralower *et al.* (1989) sitúan su primera aparición dentro del Berriasiense medio. Con todo lo anterior, queda para esta especie un rango Berriasiense medio-Barremiense (o incluso Aptiense). Todo esto permite observar que se trata de una especie con un potencial uso en bioestratigrafía mucho menor de lo que se pensó en un principio. En la Cordillera Bética se encuentra, como especie muy rara, desde el Berriasiense medio hasta un probable Hauteriviense inferior. En lo referente a su distribución paleogeográfica, Thierstein (1976) hizo notar que *D. rectus* estaba presente sólo en paleolatitudes bajas. En efecto, esta especie está ausente en los sedimentos del Cretácico inferior del dominio Boreal (Crux, 1982,1989; Jakubowski, 1987). Sin embargo, ha sido recientemente encontrada en los sedimentos del talud continental antártico, en el Mar de Weddell (Mutterlose & Wise, 1990).

Género *Nodosella* Prins, 1969 ex Rood *et al.*, 1973.

Especie tipo: *Nodosella clatriata* Prins, 1969, p. 554, pl. 3, fig. 5. (invalidada y

publicada válidamente en Rood *et al.*, 1973).

Cocolitos elípticos con una corona marginal delgada y estrecha formada por elementos dispuestos más o menos verticalmente. El área central es relativamente amplia y presenta un elemento central conectado a la corona marginal por numerosas barras dispuestas radialmente con respecto a un eje longitudinal en la dirección del diámetro mayor de la elipse.

Nodosella silvaradion (Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, 1977) Perch-Nielsen, 1984.

1977 - *Corollithion silvaradion* Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, p. 310; pl. 62, fig. 2-6; pl. 63, fig. 5,6.
1983 - *Corollithion silvaradion* Filewicz *et al.*, 1977.- Wise, p. 513; pl. 29, fig. 3-9; pl. 30, fig. 1.
1984 - *Nodosella silvaradion* (Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, 1977) Perch-Nielsen, p. 43.
1987 - *Corollithion silvaradion* Filewicz *et al.*, 1977.- Jakubowski, p. 110; pl. 3, fig. 23.
1988 - *Nodosella silvaradion* (Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, 1977) Perch-Nielsen, 1984.- Applegate & Bergen, p. 318; pl. 17, fig. 1.
1989 - *Corollithion silvaradion* Filewicz *et al.*, 1977.- Crux, p. 184; pl. 8.5, fig. 10; pl. 8.13, fig. 23,24.
1990 - *Corollithion silvaradion* Filewicz *et al.*, 1977.- Mutterlose & Wise, p. 340; pl. 4, fig. 7.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.35-1.45) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo proximal tiene una altura muy pequeña y está constituido por 22-26 pequeños elementos no imbricados, aproximadamente equidimensionales, separados por suturas rectas y radiales. El ciclo distal es mucho más alto que el proximal y está compuesto por 22-26 elementos, alargados y planos, dispuestos verticalmente. El área central está cubierta por unas 22 barras dispuestas radialmente. Las barras se extienden hacia la periferia a partir de una plataforma central alargada, que presenta una espina en su centro. La plataforma ocupa en torno al 75% del área central y está compuesta por las extensiones de las barras y pequeños elementos insertados entre éstas.

Discusión:

N. silvaradion es una especie de porte extraordinariamente delicado, por lo que sólo se encuentra en sedimentos que contienen una nannoflora bien preservada (Filewicz *et al.*, in Wise & Wind, 1977).

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3-5m.

Distribución:

N. silvaradion es una especie cuya distribución es poco conocida debido a su difícil identificación (pequeño tamaño) y su delicada estructura, que la hace muy frágil a la disolución-recalcificación. A lo anterior, es posible que haya que unir el hecho de que su rango estratigráfico esté condicionado por la latitud geográfica y tanto su aparición como extinción puedan ser transgresivos en el tiempo. Esta especie fue originalmente descrita en el Aptiense del Falkland Plateau, en el Atlántico Sur (Wise & Wind, 1977). Posteriormente ha sido encontrada en sedimentos más antiguos, en el Berriasiense superior (Ryazaniense) del dominio Boreal (Jakubowski, 1987; Crux, 1989). En el margen de Galicia, fue encontrada por Applegate & Bergen (1988) desde

el Valanginiense inferior hasta el Aptiense. En la Cordillera Bética, sólo se han identificados algunos especímenes en muestras de edad Berriasiense superior-Valanginiense inferior observadas con el M.E.B. (esta especie no ha sido observada mediante el microscopio óptico).

Género *Rotelapillus* Noël, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Rotelapillus radians* Noël, 1973, p. 107, fig. 5; pl. 4, fig. 1-3.

Cocolitos redondeados a ligeramente elípticos con una corona marginal estrecha constituida por dos ciclos. El ciclo proximal está compuesto por elementos de pequeño tamaño, mientras que el distal está mucho más desarrollado, y está constituido por elementos alargados subverticales. El área central es amplia y está atravesada por barras orientadas radialmente que soportan una espina que se eleva distalmente.

Rotelapillus laffittei (Noël, 1957) Noël, 1973.

1957 - *Stephanolithion laffittei* Noël, (partim), p. 318; pl. 2, fig. 5; (non pl. 2, fig. 6).
1964 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Bramlette & Martini, p. 320; pl. 6, fig. 12-15.
1964 - *Stephanolithion sp.* cf. *S. laffittei* Noël, 1957.- Bramlette & Martini, p. 320; pl. 6, fig. 12-15.
1966 - *Stephanolithion crenulatum* Stover, p. 160; pl. 7, fig. 25,26,27; pl. 9, fig. 25-27.
1968 - non *Stephanolithion sp.* aff. *S. laffittei* Noël, 1957.- Gartner, p. 35, pl. 5, fig. 14; pl. 22, fig. 18.
1968 - *Corollithion octoradiatum* Gartner, p. 35; pl. 6, fig. 5; pl. 10, fig. 14,15; pl. 11, fig. 7; pl. 22, fig. 19.
1969 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Bukry, p. 43; pl. 21, fig. 7-11.
1972 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Rood & Barnard, p. 330; pl. 1, fig. 6,12.
1972 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Roth & Thierstein, pl. 16, fig. 6-11.
1973 - *Rotelapillus laffittei* (Noël, 1957) Noël, p.
1973 - *Stephanolithion laffitei* Noël, 1957.- Priewalder, p. 25; pl.6, fig. 2.
1975 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Grün & Allemann, p. 187-188; fig. 26; pl. 7, fig. 4.
1976 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Thierstein, p. 351; pl. 2, fig. 31,32.
1976 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Shumenko, p. 67; pl. 25, fig. 7,8,9.
1977 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Wise & Wind, p. 306; pl. 70, fig. 5,6; pl. 71, fig. 1-6.
1978 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Roth, p. 743; pl. 1, fig. 10a,b.
1979 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Wind & Cepek, p. 223-224; pl. 3, fig. 1,2.
1980 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Hattner & Wise, (partim), p. 67; pl. 31, fig. 1,2,3,4,6; (non pl. 31, fig. 5).
1980 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Siesser, p. 826,828; pl. 3, fig. 8,9.
1981 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Smith, p. 71-72; pl. 13, fig. 16-25.
1987 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Covington & Wise, p. 636; pl. 20, fig. 8,9.
1991 - *Rotelapillus laffittei* (Noël, 1957) Noël, 1973.- Aguado *et al.*, fig. 3.39-3.41; fig. 5.6-5.8.

Descripción:

Cocolito redondeado a ligeramente elíptico, de morfología general cilíndrica, con una corona marginal estrecha formada por dos ciclos. El ciclo proximal está constituido por 35-40 elementos de pequeño tamaño, no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo distal está mucho más desarrollado, y está constituido por 35-40 elementos alargados y subverticales, algunos de los cuales (usualmente entre 6 y 8) engrosan lateralmente, dando lugar a espinas. El área

central es amplia y está atravesada por 8 barras orientadas radialmente que soportan una espina que se eleva distalmente.

Discusión:

En el presente estudio se mantiene a *R. crenulatus* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984 y *R. octoradiatus* (Gartner, 1968) Perch-Nielsen, 1984, en sinonimia con *R. laffittei* por no presentar, a mi juicio, suficientes características diferenciadoras como para ser considerados como especies distintas. *R. laffittei* se diferencia de *R. caravacaensis* (Grün in Grün & Allemann, 1975) Perch-Nielsen, 1984 por presentar una morfología más cilíndrica que cónica. Se diferencia de *R. munitus* (Perch-Nielsen, 1973) Perch-Nielsen, 1984 por poseer más de 5 espinas laterales (usualmente entre 6 y 8).

Tamaño:

Diámetro comprendido entre 3.5-5.5m. Altura en torno a 4m.

Distribución:

Bralower *et al.* (1989) sitúan, con bastante precisión, la primera aparición de esta especie en el Tithónico terminal, dentro de la Zona de Durangites de ammonites. En lo que respecta a su última aparición existe una mayor discrepancia entre los autores debido, fundamentalmente, a diferencias taxonómicas. Así, para Perch-Nielsen (1985a), R. laffittei desaparece en torno al Cenomaniense o Turoniense, mientras que para otros autores (con un concepto más amplio de la especie) este evento ocurre en torno al límite Cretácico-Terciario. En el presente estudio se ha encontrado a *R. laffittei* desde el Berriasiense medio (Zona de Andrussowi de ammonites) hasta el Maastrichtiense. Con respecto a su distribución paleogeográfica, parece tratarse de una especie cosmopolita, presente tanto en paleolatitudes bajas como altas.

Rotelapillus caravacaensis (Grün in Grün & Allemann, 1975) Perch-Nielsen, 1984.

1975 - *Stephanolithion caravacaensis* Grün in Grün & Allemann, p. 188-189; fig. 27; pl. 7, fig. 1-3.
1984 - *Rotelapillus caravacaensis* (Grün in Grün & Allemann, 1975) Perch-Nielsen, p. 43.

Descripción:

Cocolito redondeado a ligeramente elíptico, de morfología general troncocónica, con una corona marginal estrecha formada por dos ciclos. El ciclo proximal está constituido por 35-40 elementos de pequeño tamaño, no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo distal está mucho más desarrollado, y está constituido por 35-40 elementos alargados con inclinación abcentral en vista proximal, algunos de los cuales (usualmente entre 6 y 8) engrosan lateralmente, dando lugar a espinas. El área central es amplia y está atravesada por 8 barras orientadas radialmente que soportan una espina que se eleva distalmente.

Discusión:

En el presente estudio, *R. caravacaensis* sólo ha podido ser diferenciado de *R. laffittei* (Noël, 1957) Noël, 1973 mediante el uso del M.E.B., y por tanto sólo se ha

reconocido en algunas muestras investigadas con este medio. *R. caravacaensis* se diferencia de *R. laffittei* por su perfil más cónico. Se diferencia de *R. munitus* (Perch-Nielsen, 1973) Perch-Nielsen, 1984, por poseer un perfil cónico y entre 6 y 8 espinas laterales.

Tamaño: Diámetro comprendido entre 3.5-5.5m. Altura en torno a 4m.

Distribución:

Grün & Allemann (1975) asignan a esta especie una distribución Tithónico superior-Valanginiense inferior. Sin embargo, estos autores consideran que la Zona de Jacobi de ammonites es de edad Tithónico superior. Esta no es la tendencia actual, que considera a dicha zona, la primera del Berriasiense (Tavera, 1985). De este modo, la distribución de esta especie quedaría restringida al Berriasiense y Valanginiense inferior. Bralower *et al.*, (1989) no citan a esta especie en su estudio sobre el límite Jurásico-Cretácico. En el presente estudio, debido a dificultades para diferenciar a *R. caravacaensis* de *R. laffittei* (Noël, 1957) Noël, 1973 usando el microscopio óptico, la primera especie sólo ha sido determinada en algunas muestras de edad Berriasiense superior-Valanginiense inferior, que fueron estudiadas con el M.E.B. Muy poco se conoce sobre la distribución paleogeográfica de esta especie, pues de momento sólo ha sido citada en la Cordillera Bética (Grün & Allemann, 1975).

Rotelapillus munitus (Perch-Nielsen, 1973) Perch-Nielsen, 1984.

1973 - *Stephanolithion munitum* Perch-Nielsen, p. 326; pl. 2, fig. 2,4,7,10,13; pl. 10, fig. 15,16.
1980 - *Stephanolithion laffittei* Noël, 1957.- Hattner & Wise, (partim), p. 67; pl. 31, fig. 5; (non pl. 31, fig. 1-4,6).
1984 - *Rotelapillus munitus* (Perch-Nielsen, 1973) Perch-Nielsen, p. 43.
1985 - *Stephanolithion munitum* Perch-Nielsen, 1973.- Monechi, p. 319; pl. 2, fig. 5.

Descripción:

Cocolito redondeado a ligeramente elíptico, de morfología general cilíndrica, con una corona marginal estrecha formada por dos ciclos. El ciclo proximal está formado por 30-35 elementos de pequeño tamaño, no imbricados y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo distal está mucho más desarrollado, y está constituido por 30-35 elementos alargados y subverticales, algunos de los cuales (usualmente entre 4 y 5) engrosan lateralmente, dando lugar a espinas. El área central es amplia y está atravesada por 6-8 barras orientadas radialmente que soportan una espina que se eleva distalmente.

Discusión:

En el presente estudio, *R. munitus* sólo ha podido ser diferenciado de *R. laffittei* (Noël, 1957) Noël, 1973 mediante el uso del M.E.B., y por tanto sólo se ha reconocido en algunas muestras investigadas con este medio. *R. munitus* se diferencia de *R. laffittei* por poseer un tamaño ligeramente menor, menos de 6 espinas laterales y entre 6 y 8 barras radiales en el área central.

Distribución:

Perch-Nielsen (1973) describió originalmente esta especie en el

Maastrichtiense superior de Madagascar. Posteriormente (Perch-Nielsen, 1979d,1985a), le asigna un rango limitado al Maastrichtiense. En el presente estudio, se ha identificado a *R. munitus* en algunas muestras de edad Maastrichtiense superior examinadas mediante el M.E.B. Con respecto a la distribución paleogeográfica apenas se tienen datos sobre esta especie, debido a que es considerada por muchos autores en sinonimia con *R. laffittei* (Noël. 1957) Noël, 1973.

Género *Stoverius* Perch-Nielsen, 1986.

Especie tipo, por designación original: *Chiphragmalithus achylosus* Stover, 1966, p. 137; pl. 6, fig. 26; pl. 7, fig. 1-3; pl. 9, fig. 20.

Cocolitos circulares a ligeramente elípticos, con una pared más o menos vertical de elementos, y un área central de tamaño variable, cubierta por una cruz.

Perch-Nielsen (1986) creó este nuevo género dentro de la familia, para acoger a todas aquellas morfologías que no encajaban con las definiciones estrictas de los géneros *Corollithion* Stradner, 1961 y *Cylindralithus* Bramlette & Martini, 1964. Muchas de las especies asignadas actualmente al género *Stoverius* se encontraron anteriormente en los mencionados géneros. *Stoverius* se diferencia de *Cylindralithus* por poseer un área central atravesada por una cruz, y de *Corollithion*, por presentar un contorno redondeado o levemente elíptico.

Stoverius achylosus (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1986.

1966 - *Chiphragmalithus achylosus* Stover, p. 137; pl. 6, fig. 26; pl. 7, fig. 1-3; pl. 9, fig. 20.
1966 - *Zygolithus baldiae* Stradner & Adamicker, (partim), p. 388; fig. 3, pl. 2, fig. 2; (non fig. 4).
1971a- *Corollithion achylosum* (Stover, 1976) Thierstein, p. 480; pl. 7, fig. 12-16.
1976 - *Corollithion achylosum* (Stover, 1966) Thierstein, 1971.- Thierstein, 1976, p. 350; pl. 3, fig. 39,40.
1977 - *Corollithion achylosum* (Stover, 1966) Thierstein, 1971.- Wise & Wind, pl. 60, fig. 1.
1983 - *Corollithion achylosum* (Stover, 1966) Thierstein, 1971.- Wise, pl. 27, fig. 4,5.

Descripción:

Cocolito de contorno circular a ligeramente elíptico, con una corona marginal estrecha formada por dos ciclos. El ciclo externo está constituido por unos 30-35 elementos, ligeramente alargados, orientados verticalmente y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno está constituido por un número indeterminado de elementos orientados paralelamente al margen interno del ciclo externo. El área central es amplia y está atravesada por cuatro barras en forma de cruz, que pueden formar ángulos rectos o desiguales.

Discusión:

Stover (1966) remarcó en su descripción de esta especie como características diferenciadoras, el poseer un contorno aproximadamente circular y un ciclo externo que aparece oscurecido cuando es observado al microscopio óptico con nícoles cruzados, mientras que el interno aparece brillante en las mismas condiciones. Algunos autores diferencian las morfologías con barras centrales formando un ángulo con el nombre de *Stoverius baldiae* (Stradner & Adamicker, 1966) Perch-Nielsen,

1986. En el presente estudio, las morfologías con brazos formando ángulos aproximadamente rectos y ángulos desiguales son consideradas como la misma especie, ya que no se han encontrado diferencias significativas con respecto a sus distribuciones estratigráficas.

Tamaño: Diámetro entre 5-6m.

Distribución:

Thierstein (1976) asigna a esta especie un rango Aptiense superior-Turoniense. Covington & Wise (1987) lo citan en el Barremiense y Aptiense y Applegate & Bergen (1988) en el Aptiense inferior-Albiense superior. Erba (1988) le asigna una distribución Aptiense superior-Albiense superior. En la Cordillera Bética se ha encontrado desde el Aptiense superior (Zona de *Schakoina cabri* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *E. floralis* de nannofósiles) hasta el Albiense medio (Zona de *Rotalipora subticinensis* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *T. phacelosus* de nannofósiles). Es, sin embargo, una especie poco abundante y de registro poco constante.

Género *Stradnerlithus* Black, 1971.

Sinónimos: *Actinozygus* Gartner, 1968; *Diadozygus* Rood et al., 1971.
Especie tipo, por designación original: Stradnerlithus comptus Black, 1971, p. 414; pl.

Cocolitos elípticos, con una delgada pared de elementos verticales y un número variable de barras en posiciones diferentes que cubren parcialmente el área central. En la mayor parte de las especies, existe un pequeño botón o proceso central sobre la zona de unión entre las barras.

Stradnerlithus se diferencia de *Nodosella* Prins, 1969 ex Rood *et al.*, 1973 por poseer un menor número de barras cubriendo el área central y por la ausencia de plataforma o elemento central claramente diferenciado. Se diferencia de *Corollithion* Stradner, 1961 por presentar un contorno elíptico en lugar de hexagonal, y de *Stoverius* Perch-Nielsen, 1986 por presentar más de 4 barras cubriendo el área central.

Stradnerlithus sexiramatus (Pienaar, 1968) Perch-Nielsen, 1984.

1968 - Zygolithus sexiramatus Pienaar, p. 116; pl. 10, fig. 9.
1984 - Stradnerlithus sexiramatus (Pienaar, 1968) Perch-Nielsen, p. 44.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad en torno a 1.30), con una corona marginal estrecha constituida por dos ciclos de elementos. El ciclo externo está formado por unos 30 elementos dispuestos vertical y perpendicularmente con respecto al plano de la elipse. El ciclo interno es más estrecho y está compuesto por un pequeño número de elementos alargados y dispuestos paralelamente al plano de la elipse, acomodándose a la forma del ciclo externo. El área central es amplia y se encuentra atravesada por seis barras que se unen en el centro, formando un botón. Las barras se disponen formando simetría bilateral con respecto a los ejes de la elipse. Dos de las barras se

disponen paralelamente al eje menor de ésta, mientras las otras cuatro forman ángulo con respecto a los ejes mayor y menor.

Discusión:

La asignación de esta especie al género *Stradnerlithus* se basa en la restricción del género *Corollithion* Stradner, 1961 a formas de contorno hexagonal y la descripción de *Stoverius* Perch-Nielsen, 1986 como formas con sólo cuatro barras en el área central.

Tamaño: Los especímenes encontrados presentan un tamaño muy pequeño, en torno a las 3-4m.

Distribución:

Según Barnard & Hay (1974), Wise & Wind (1977) y Perch-Nielsen (1985a), esta especie se encuentra desde el Oxfordiense hasta el Aptiense. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes en muestras del Hauteriviense y Barremiense superior estudiada con el MEB. Debido a su pequeño tamaño es muy difícil de identificar mediante el microscopi óptico. Por otro lado, es una especie bastante delicada, por lo que puede ser fácilmente destruída por los efectos de la disolución y/o recalcificación durante el enterramiento y la diagénesis.

Familia Zygodiscaceae Hay & Mohler, 1967.

Cocolitos de contorno elíptico, con una corona marginal formada por uno o dos ciclos de elementos inclinados y un área central parcialmente cubierta por una barra transversa dispuesta según el eje menor.

Las formas con una corona marginal de semejantes características, pero con una cruz central alineada con los ejes de la elipse, son asignadas aquí a la familia Ahmuellerellaceae Reinhardt, 1965. Aquellas con una cruz formando ángulo con los ejes de la elipse, son asignadas a la familia Chiastozygaceae Rood *et al.*, 1969.

Algunos autores consideran a varias de las especies aquí incluidas en los géneros *Glaukolithus* Reinhardt, 1964, *Placozygus* Hoffmann, 1970 y *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965, dentro del género *Zygodiscus* Bramlette & Sullivan, 1961. Sin embargo, el generotipo de *Zygodiscus* (*Z. adamas*) es un cocolito típico del Paleoceno/Eoceno, con una elevada corona marginal constituida por dos ciclos y una delgada base y es fácilmente diferenciable de las formas mesozoicas, más sólidas y robustas. Por este motivo, como propone Perch-Nielsen (1985a) no debería usarse *Zygodiscus* para las formas mesozoicas, y reservarlo para las cenozoicas.

Género *Glaukolithus* Reinhardt, 1964.

Sinónimos: Rectapontis Varol & Jakubowski, 1989.
Especie tipo, por designación original: *Zygolithus diplogrammus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954, p. 148; fig. 57; pl. 10, fig. 7.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por un sólo ciclo de elementos imbricados dextralmente y un área central atravesada por una barra transversa policristalina, dispuesta según el eje menor de la elipse y desprovista de proceso central o espina. Esta barra transversa está constituida estructuralmente por dos barras yuxtapuestas y simétricas con respecto a una sutura que pasa por el eje menor de la elipse. La barra transversa está en discontinuidad óptica con respecto a la corona marginal.

Varol & Jakubowski (1989), argumentando que la especie tipo del género *Glaukolithus* procede de sedimentos neógenos, y por tanto es resedimentada, describieron un nuevo género, *Rectapontis*, basado en *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969 como especie tipo. Según estos autores, Rectapontis se diferencia de *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965 por carecer de cobertura en el área central. Dentro del nuevo género situaron a *Z.compactus* y a *Zygodiscus sisyphus* Gartner, 1968. En mi opinión, las ilustraciones de Deflandre (1954) sobre '*Zygolithus diplogrammus*', especie tipo del género *Glaukolithus*, son lo suficientemente buenas como para no dejar ninguna duda sobre su morfología o su estructura. Aunque el holotipo sea una forma obviamente resedimentada no existe problema alguno de confusión con otra forma terciaria. Desde este punto de vista, ya considero el género Rectapontis como un género superfluo. Por otro lado, la diferenciación entre *Rectapontis* y *Zeugrhabdotus* se realiza en base a la ausencia o presencia, respectivamente, de cobertura basal. Esta cobertura basal es de naturaleza tan delicada, que raras veces se conserva. Por otro lado, en la descripción genérica no se tiene en cuenta la presencia o ausencia de proceso central sobre la barra transversa (carácter fácilmente distinguible). Por todos los motivos expuestos, en el presente estudio no se ha seguido

la propuesta de Varol & Jakubowski relativa al uso de *Rectapontis*.

Glaukolithus se diferencia de *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965 por presentar una barra transversa policristalina dividida en toda su longitud por una sutura y por no presentar proceso central o espina. Se diferencia de *Placozygus* Hoffmann, 1970 por presentar una corona marginal formada por un sólo ciclo de elementos.

Glaukolithus bicrescenticus (Stover, 1966) com. nov.

1966 - *Discolithus bicrescenticus* Stover, 1966, p. 142; pl. 2, fig. 5-7; pl. 8, fig. 11.
1966 - *Zygolithus stenopous* Stover, p. 148; pl. 4, fig. 6-9; pl. 8, fig. 25.
1968 - *Zygodiscus elegans* Gartner, (partim), p. 32; pl. 10, fig. 6; (non pl. 10, fig. 3-5; pl. 12, fig. 3,4; pl. 27, fig. 1).
1969 - *Zygodiscus compactus* Bukry, p. 59; pl. 34, fig. 1,2.
1972 - *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Forchheimer, (partim), p. 66-67; pl. 26, fig. 1,2,3; (non pl. 26, fig. 4).
1973 - *Zygodiscus bicrescenticus* (Stover, 1966) Bukry, p. 680.
1977 - *Zygodiscus bicrescenticus* (Stover, 1966) Wind & Wise in Wise & Wind, p. 309; pl. 38, fig. 4-7; pl. 39, fig. 11.
1978 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Shafik, p. 223; fig. 4Ka-b.
1981 - *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Smith, (partim), p. 79-80; pl. 15, fig. 15-21; (non pl. 15, fig. 22-34).
1983 - *Zygodiscus bicrescenticus* (Stover, 1966) Bukry, 1973.- Miller, p. 195; pl. 2, fig. 6-8.
1984 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Stradner & Steinmetz, (partim), pl. 46, fig. 3,4; (non pl. 49, fig. 2-5).
1985 - *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Shafik, p. 180; fig. 5L.
1990a- *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Pospichal & Wise, p. 478; pl. 9, fig. 5a,b.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.20-1.25) con una corona marginal relativamente ancha, constituida por un ciclo de unos 30 elementos imbricados dextralmente. El área central está atravesada en el sentido del eje menor de la elipse por una gruesa barra multicristalina (la anchura de esta puede representar hasta 1/3 de la longitud del cocolito). Esta barra aparece en vista proximal, compuesta a su vez por dos barras paralelas y simétricas con respecto al eje menor. En vista distal, los elementos de la corona marginal poseen amplias y delgadas extensiones hacia el margen interno, restringiendo las aberturas del área central a dos pequeñas aberturas triangulares o semicirculares. De este modo, en vista proximal, las aberturas se encuentran en el fondo de dos grandes cavidades formadas entre la barra transversa y la corona marginal. En vista distal, la barra transversa no soporta ningún tipo de espina o proceso central.

Discusión:

Wind & Wise (in Wise & Wind, 1977), demostraron que *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969 es un sinónimo posterior de *Discolithus bicrescenticus* Stover, 1966, y situaron al segundo en el género *Zygodiscus* Bramlette & Sullivan, 1961. Sin embargo, ya anteriormente, Bukry (1973) había trasladado la especie de Stover al género *Zygodiscus*. En el presente estudio se desecha la utilización del género *Zygodiscus* para formas mesozoicas (ver discusión sobre la familia). Dado que '*D. bicrescenticus*' presenta una corona marginal formada por un sólo ciclo de elementos, no presenta proceso central sobre la barra transversa y ésta está formada

estructuralmente por dos barras simétricas, se traslada esta especie al género *Glaukolithus* Reinhardt, 1964. *G. bicrescenticus* se diferencia de *G. diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1964, por presentar un aspecto más robusto, una barra transversa mucho más ancha y aberturas muy reducidas sobre el área central. Cuando se observa al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, *G. bicrescenticus* presenta una barra central que aparece como dos trapezoides simétricos unidos a lo largo del lado común más largo, el cual se observa como una sutura oscura. En *G. diplogrammus*, más que dos trapezoides simétricos, se observan dos barras relativamente delgadas.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-8m.

Distribución:

Según Wise & Wind (1977), el rango de esta especie abarca desde el Cenomaniense hasta el Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado, como especie relativamente frecuente, desde el Cenomaniense superior (Zona de *Rotalipora cushmani* de foraminíferos planctónicos, Zona de *C. kennedyi* de nannofósiles) hasta el Maastrichtiense medio (Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos, Zona de *A. cymbiformis*, Subzona NBK21a de nannofósiles). El biohorizonte de última aparición de esta especie es significativo desde el punto de vista bioestratigráfico, y es utilizado en el presente estudio. Muy poco se conoce con respecto a la distribución paleogeográfica de *G. bicrescenticus*, pero parece tratarse de una especie cosmopolita, ya que es citada en trabajos realizados en una amplia gama de paleolatitudes (Stover, 1966; Bukry, 1969; Wise & Wind, 1977; Stradner & Steinmetz, 1984; Shafik, 1985; Girgis, 1989; Varol, 1989).

Glaukolithus diplogrammus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1964.

1954 - *Zygolithus diplogrammus* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 148; fig. 57; pl. 10, fig. 7.
1963 - *Zygolithus diplogrammus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954.- Deflandre, p. 179; pl. 4, fig. 3,3a.
1964 - *Zygolithus diplogrammus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954.- Bramlette & Martini, p. 304; pl. 4, fig. 11-12.
1964 - *Glaukolithus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, p.
1966 - *Zygolithus ponticulus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stover, p. 148; pl. 4, fig. 2?,3,4?,5.
1968 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, (partim), p. 32; pl. 21, fig. 2; pl. 22, fig. 7; (non pl. 14, fig. 18; pl. 17, fig. 4; pl. 19, fig. 3, p. 23, fig. 12-14; pl. 24, fig. 6; pl. 25, fig. 17,18).
1972 - *Glaukolithus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1964.- Roth & Thierstein, p. pl. 11, fig. 1-5.
1976 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Thierstein, p. 351; pl. 3, fig. 19,20.
1977 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Verbeek, p. 97; pl. 7, fig. 8.
1981 - *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Smith, (partim), p. 79-80; pl. 15, fig. 22-34; (non pl 15, fig. 15-21).
1982 - *Zygodiscus compactus* Bukry, 1969.- Crux, (partim), pl. 5.1, fig. 14,15; (non pl. 5.1, fig. 13).
1983 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Miller, p. 195; pl. 2, fig. 4,5.
1984 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Stradner & Steinmetz, pl. 47, fig. 4,5; pl. 49, fig. 3,4.

1986 - *Zygodiscus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Gartner, 1968.- Aguado, p. 87-88; L. 1, fig. 18-20.
1989 - *Glaukolithus compactus* (Bukry, 1969) Perch-Nielsen, 1984.- Crux, p. 186; pl. 8.12, fig. 25-27.
1990 - *Glaukolithus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1964.- Aguado & Martínez-Gallego, pl. 2, fig. 10-12.
1991 - *Glaukolithus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1964.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.24.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.30-1.40) con una corona marginal, constituida por un ciclo de unos 35-40 elementos imbricados dextralmente. El área central está atravesada en el sentido del eje menor de la elipse por una barra multicristalina de anchura aproximadamente igual a la de la corona marginal. Esta barra aparece, en vista proximal, constituida por dos barras paralelas y simétricas con respecto al eje menor. En vista distal, los elementos de la corona marginal poseen pequeñas extensiones hacia el margen interno. El área central presenta dos extensas aberturas alineadas según el eje mayor de la elipse. En vista distal, la barra transversa no soporta ningún tipo de espina o proceso central.

Discusión:

G. diplogrammus es muy similar en su construcción a *G. bicrescenticus* (Stover, 1966) com. nov., del que se diferencia fundamentalmente por presentar unas aberturas mucho mayores y una barra transversa dividida mucho más estrecha. Thierstein (1971a,1973a,1976) y Roth & Thierstein (1972) consideraron estas dos especies como sinónimas. En el presente trabajo se han diferenciado porque presentan distribuciones estratigráficas diferentes.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-7m.

Distribución:

Thierstein (1971a, 1973a, 1973) asigna a *G. diplogrammus* una distribución Valanginiense superior-Maastrichtiense. Applegate & Bergen lo encuentran desde el Valanginiense inferior y Crux (1989) lo cita desde el Berriasiense (Ryazaniense). Por último, Bralower *et al.* (1989) sitúan su primera aparición en el Berriasiense inferior (Zona de Jacobi de ammonites). En el presente estudio se ha encontrado a esta especie desde el Hauteriviense hasta el Coniaciense. En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, parece tratarse de una especie cosmopolita, ampliamente difundida.

Género *Placozygus* Hoffmann, 1970.

Especie tipo: *Glaukolithus fibuliformis* Reinhardt, 1964, p. 758, pl. 1, fig. 4.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo está compuesto por elementos dispuestos más o menos verticalmente, y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno está constituido por elementos inclinados e imbricados dextralmente en vista distal. El

área central está atravesada por una barra policristalina dispuesta según el eje menor de la elipse y constituye el soporte de una espina o proceso central.

Este género se diferencia del resto de géneros asignados a esta familia, por poseer una corona marginal compleja, formada por dos ciclos de elementos, en lugar de uno sólo.

Placozygus fibuliformis (Reinhardt, 1964) Hoffmann, 1970.

1964 - *Glaukolithus fibuliformis* Reinhardt, p. 758; pl. 1, fig. 4.
1964 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, p. 303; pl. 4, fig. 6-8.
1968 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Perch-Nielsen, p. 89; pl. 29, fig. 7-13.
1968 - *Glaukolithus fibuliformis* Reinhardt, 1964,- Forchheimer, p. 51, fig. 19.
1968 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Gartner, p. 35; pl. 5, fig. 21?, 22; pl. 7, fig. 3a-c.
1968 - *Zygodiscus nanus* Gartner, (partim), p. 33; pl. 18, fig. 12,13?,14?; (non pl. 14, fig. 17).
1969 - *Zygodiscus fibuliformis* (Reinhardt, 1964) Bukry, p. 59; pl. 34, fig. 9,10.
1970 - *Placozygus fibuliformis* (Reinhardt, 1964) Hoffmann, p. 1004; pl. 1, fig. 1-4; fig. 1a-b.
1972 - *Zygodiscus inclinatus* Forchheimer, p. 68-69; pl. 3, fig. 6,7.
1973 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Priewalder, p. 27; pl. 22, fig. 3-6.
1977 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, p. 99; pl. 7, fig. 11?,12.
1978 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Shafik, p. 219; fig. 4, Ia-Ib, Ja-Jb.
1981 - *Zygodiscus fibuliformis* (Reinhardt, 1964) Bukry, 1969.- Smith, p. 82-83; pl. 16, fig. 16-24.
1984 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Stradner & Steinmetz, pl. 48, fig. 15,16; pl. 49, fig. 6,7.
1986 - *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado, p. 88-89; L. 1, fig. 31-34.
1990a- *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini, 1964.- Pospichal & Wise, p. 478; pl. 9, fig. 2a-c.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad próxima a 1.30) con una corona marginal formada por dos ciclos de elementos. El ciclo externo está compuesto por 35-40 elementos dispuestos más o menos verticalmente, y separados por suturas rectas y radiales. El ciclo interno está constituido por aproximadamente igual número de elementos inclinados e imbricados dextralmente. El área central tiene una anchura aproximadamente igual a la de la corona marginal, y está atravesada por una barra policristalina dispuesta según el eje menor de la elipse, y que constituye el soporte de una espina o proceso central. En vista proximal, la barra transversa muestra estar compuesta por dos elementos paralelos.

Discusión:

P. fibuliformis se diferencia del resto de especies incluidas en la familia Zygodiscaceae por presentar una corona marginal constituida por dos ciclos de elementos. Al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, presenta un ciclo externo algo oscurecido y un ciclo interno muy brillante.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5.5-7.5m.

Distribución:

Esta especie es citada por la mayor parte de los autores (Bramlette &

Martini, 1964; Gartner, 1968; Perch-Nielsen, 1968; Bukry, 1969, etc.) en el Campaniense y Maastrichtiense. Fue Verbeek (1976a,1977), quien señaló su primera aparición dentro del Santoniense superior, y la utilizó para definir su Zona de *Z. spiralis*. En el presente estudio, se ha encontrado a *P. fibuliformis* desde el Santoniense superior (Zona de *Dicarinella asymetrica* de foraminíferos planctónicos) hasta el límite Cretácico-Terciario. Al igual que hizo Verbeek (1976a,1977), en el presente trabajo se utiliza la primera aparición de esta especie para definir un límite zonal. En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, parece ser algo más abundante en paleolatitudes bajas que en altas (Thierstein, 1981).

Género *Reinhardtites* Perch-Nielsen, 1968.

Especie tipo, por designación original: *Rhabdolithus anthophorus* Deflandre, 1959, p. 137, pl. 1, fig. 21,22.

Cocolitos elípticos con una corona marginal formada por un ciclo de elementos imbricados dextralmente y separados por suturas rectas y radiales. El área central es relativamente amplia, y aparece cubierta por una barra transversa que constituye la base de un proceso central que se ensancha distalmente. En torno al margen interno de la corona marginal, y cubriendo variablemente el área central, se disponen una serie de elementos granulares que dejan 2 aberturas dispuestas simétricamente a ambos lados de la barra transversa y orientadas según el eje mayor de la elipse.

Reinhardtites se diferencia del resto de representantes de la familia por poseer un área central parcialmente cubierta por gránulos. Se diferencia de los representantes de la familia *Rhagodiscus* Reinhardt, 1967 por presentar una barra transversa sobre el área central.

Reinhardtites anthophorus (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.

1959 - *Rhabdolithus anthophorus* Deflandre, p. 137; pl. 1, fig. 21,22.
1964 - *Cretarhabdus? anthophorus* (Deflandre, 1959) Bramlette & Martini, p. 299; pl. 3, fig. 1-4.
1966 - *Discolithus cryptochondrus* Stover, p. 142; pl. 2, fig. 8,9; pl. 8, fig. 13.
1967 - *Rhagodiscus? cryptochondrus* (Stover, 1966) Reinhardt, p. 167; fig. 3; fig. 7.6,7.9.
1968 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, (partim) p. 38-40; pl. 5, fig. 1,5,6; (non pl. 5, fig. 2-4,7,8; fig. 13,14).
1968 - *Zygodiscus elegans* Gartner, (partim), p. 32; pl. 10, fig. 3-5; pl. 12, fig. 3,4; pl. 27, fig. 1; (non pl. 10, fig. 6).
1969 - *Zygodiscus meudini* Bukry, (partim), p. 61-62; pl. 35, fig. 6-8; (non pl. 35, fig. 5).
1977 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Verbeek, p. 91; pl. 6, fig. 1,2.
1977 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Sissingh, p. 61; pl. 1, fig. 4a-b,5a-d.
1977 - *Zygodiscus anthophorus* (Deflandre, 1959) Wind & Wise in Wise & Wind, (partim), p. 308-309; pl. 43, fig. 2-4; (non pl. 43, fig. 1).
1978 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Shafik, p. 223; fig. 7Pa-b.
1978 - *Reinhardtites sp.* aff. *R. anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Shafik, (partim), fig. 7Na-b,Oa-b; (non fig. 7La-b,Ma-b).
1980 - *Zygodiscus anthophorus* (Deflandre, 1959) Wind & Wise, 1977, p. 68-69; pl. 34, fig. 1-3; pl. 43, fig. 1-3.
1980 - *Zygodiscus elegans* Gartner, 1968.- Hattner & Wise, p. 69; pl. 34, fig. 8,9; pl. 35, 1-7;

pl. 43, 4-8.
1982 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Crux, pl. 5.2, fig. 1-3,5-7; pl. 5.8, fig. 26.
1984 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Stradner & Steinmetz, pl. 41, fig. 1,2; pl. 42, fig. 3-7; pl. 47, fig. 8-10.
1984 - *Heteromarginatus wallacei* Bukry, 1969.- Stradner & Steinmetz, pl. 47, fig. 6,7.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.20-1.40) con una corona marginal formada por un ciclo constituido por 45-50 elementos imbricados dextralmente y separados por suturas rectas y radiales. El área central es relativamente amplia, y aparece cubierta por una barra transversa que constituye la base de un proceso central que se ensancha distalmente, formando en su extremo una especie de cono invertido. En torno al margen interno de la corona marginal, y cubriendo el área central, se disponen una serie de elementos granulares que dejan 2 aberturas dispuestas simétricamente a ambos lados de la barra transversa y orientadas según el eje mayor de la elipse.

Discusión:

Wise (in Hattner & Wise, 1980), considera que el holotipo de *R. anthophorus* (*Rhabdolithus anthophorus* Deflandre, 1959) es diferente de *Zygodiscus elegans* Gartner, 1968. Se basa para ello en diferencias encontradas en la estructura del proceso central. Puesto que en la inmensa mayoría de los casos, el proceso central es destruido, aparece muy difícil la separación de ambos. Por este motivo, en el presente estudio ambos son considerados como sinónimos. *R. anthophorus* se diferencia de *R. levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, por presentar 2 aberturas de mayor tamaño y un proceso central que se ensancha distalmente.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-8m.

Distribución:

Verbeek (1977) atribuyó a esta especie un rango Campaniense-Maastrichtiense inferior. Sissingh (1977,1978) le asignó un rango Santoniense-Campaniense superior. Posteriormente, Shafik (1978), Perch-Nielsen (1979d,1985a), Crux (1982), Stradner & Steinmetz (1984), Girgis, (1989) le atribuyen una distribución vertical equivalente a la asignada por Sissingh (1977). En el presente estudio se ha encontrado a *R. anthophorus* desde el Santoniense (Zona de *Dicarinella concavata* de foraminíferos planctónicos, Zona de *M. decussata* de nannofósiles) hasta el Campaniense superior (Zona de *Globotruncanita calcarata* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *R. levis* de nannofósiles). Sissingh (1977,1978) utiliza la primera aparición de esta especie para definir la zona de su nombre, en el Santoniense. También utiliza su última aparición en el Campaniense superior para definir el techo de su Zona de *Tetralithus trifidus*. En el presente trabajo se ha preferido la utilización de otras especies para la zonación del Santoniense, ya que *R. anthophorus* no ha resultado una especie frecuente en estos niveles. La última aparición de esta especie en el Campaniense superior sí parece un evento utilizable en la Cordillera Bética (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación). En lo referente a su distribución paleogeográfica, *R. anthophorus* parece comportarse como una especie cosmopolita, ya que es encontrada indiferentemente en paleolatitudes altas

y bajas.

Reinhardtites levis Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

1968 - *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, (partim) p. 38-40; pl. 5, fig. 2-4,7,8; fig. 13,14; (non pl. 5, fig. 1,5,6).
1977 - *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, p. 61; pl. 1, fig. 1a-d,2a-d,3a-d.
1977 - *Zygodiscus anthophorus* (Deflandre, 1959) Wind & Wise in Wise & Wind, (partim), p. 308-309; pl. 43, fig. 1; (non pl. 43, fig. 2-4).
1978 - *Reinhardtites sp.* aff. *R. anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Shafik, (partim), fig. 7La-b,Ma-b; (non fig. 7Na-b,Oa-b).
1982 - *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Crux, pl. 5.2, fig. 4?; pl. 5.8, fig. 27,28.
1986 - *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Aguado, p. 71-72; L. 4, fig. 9-11,13-16.
1990a- *Reinhardtites* sp. aff. *R. anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968.- Pospichal & Wise; p. 477; pl. 8, fig. 6a-c.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.20-1.40) con una corona marginal formada por un ciclo constituido por 45-50 elementos imbricados dextralmente y separados por suturas rectas y radiales. El área central es relativamente amplia, y aparece cubierta por una corta barra transversa que constituye la base de un proceso central. En torno al margen interno de la corona marginal, y cubriendo casi por completo el área central, se disponen una serie de elementos granulares que dejan 2 aberturas muy pequeñas dispuestas simétricamente a ambos lados de la barra transversa y orientadas según el eje mayor de la elipse.

Discusión:

R. levis se diferencia de *R. anthophorus* (Deflandre, 1954) Perch-Nielsen, 1968 por poseer dos aberturas extremadamente pequeñas (muchas veces prácticamente invisibles al microscopio óptico) a ambos lados de la corta barra transversa que constituye la base del proceso central. En torno al Campaniense superior son frecuentes los especímenes intermedios entre *R. anthophorus* y *R. levis*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 7-10m.

Distribución:

Sissingh (1977,1978) asigna a *R. levis* un rango Campaniense superior-Maastrichtiense medio. Posteriormente, otros autores (Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Crux, 1982; Girgis, 1989; Varol, 1989) mantienen ese mismo rango de distribución para esta especie. En el presente estudio se ha encontrado a *R. levis* desde el Campaniense superior (Zona de *Globotruncanita calcarata* de foraminíferos planctónicos, Zona de *U. trifidus* de nannofósiles) hasta el Maastrichtiense medio (Zona de *Gansserina gansseri* de foraminíferos planctónicos y Zona de *A. cymbiformis* Subzona NBK21b). Sissingh (1977,1978) utiliza la última aparición de *R. levis* para definir la base de su Zona de *R. levis* en el Maastrichtiense medio. En el presente estudio se usan con fines bioestratigráficos, tanto su primera como su última aparición. *R. levis* parece comportarse como una especie cosmopolita, ya que está presente tanto en paleolatitudes altas como en bajas.

Género *Tranolithus* Stover, 1966.

Especie tipo, por designación: *Tranolithus phacelosus* Stover, p. 146, pl. 4, fig. 23-25; pl. 9, fig. 7.

Cocolitos elípticos, con una corona marginal formada por un sólo ciclo de elementos. El área central es amplia en relación con la anchura de la corona marginal, y está cubierta, casi por completo, por 4 ó 2 bloques masivos.

Tranolithus se diferencia de *Glaukolithus* Reinhardt, 1964, por presentar 2 ó 4 bloques masivos que cubren prácticamente el área central, en lugar de una barra transversa policristalina formada por dos partes simétricas. Se diferencia de *Reinhardtites* Perch-Nielsen, 1968 por presentar sólo 2 ó 4 bloques en el área central, en lugar de un gran número de elementos granulares más una barra transversa.

Tranolithus gabalus Stover, 1966.

1966 - *Tranolithus gabalus* Stover, p. 146; pl. 4, fig. 22; pl. 9, fig. 5.
1971 - *Glaukolithus bitabulatus* Worsley, p. 1310; pl. 2, fig. 40-42.
1972 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Roth & Thierstein, pl. 10, fig. 1-5.
1982 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Taylor, pl. 4.7, fig. 29.
1982 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Crux, pl. 5.2, fig. 17; pl. 5.8, fig. 20.
1984 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Stradner & Steinmetz, pl. 49, fig. 8,9.
1989 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Crux, p. 198; pl. 8.7, fig. 7; pl. 8.12, fig. 32,33.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.35-1.50) con una corona marginal estrecha, constituida por un sólo ciclo de 30-40 elementos inclinados e imbricados dextralmente. El área central es amplia y está cubierta en buena parte por dos bloques masivos monocristalinos que se yuxtaponen en el sentido del eje menor de la elipse.

Discusión:

T. gabalus se diferencia de *T. phacelosus* Stover por presentar sólo 2 bloques masivos yuxtapuestos sobre el área central.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 4-6m.

Distribución:

T. gabalus es una especie muy poco frecuente y de tamaño más bien pequeño, por lo que su distribución no es bien conocida. Thierstein (1973a) le asignó una distribución Aptiense superior-Maastrichtiense. Posteriormente, Taylor (1982) la citó desde el Hauteriviense inferior, Applegate & Bergen (1988) desde el Valanginiense inferior y Crux (1989) desde el Berriasiense (Ryazaniense) superior. Bralower *et al.* (1989), sin embargo, no la encontraron en su trabajo sobre el intervalo Tithónico-Valanginiense inferior y Mutterlose & Wise (1990) la citaron en torno al Valanginiense-Hauteriviense inferior. En el presente estudio se ha encontrado a *T. gabalus* desde el Hauteriviense hasta el Santoniense. Sin embargo, dado lo discontinuo de su registro y su escasez en las muestras, no se descarta la posibilidad de que esta especie

presente un rango mucho más amplio. Con respecto a su distribución paleogeográfica, parece ser una especie cosmopolita.

Tranolithus phacelosus Stover, 1966.

1966 - *Tranolithus phacelosus* Stover, p. 146, pl. 4, fig. 23-25; pl. 9, fig. 7.
1966 - *Tranolithus manifestus* Stover, p. 146, pl. 4, fig. 26,27; pl. 9, fig. 6.
1966 - *Tranolithus exiguus* Stover, p. 146; pl. 4, fig. 19-21; pl. 9, fig. 3,4.
1966 - *Discolithus orionatus* Reinhardt, p. 42; pl. 23, fig. 22,31,33.
1969 - *Zygodiscus? phacelosus* (Stover, 1966) Bukry, p. 61; pl. 35, fig. 12.
1971b- *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Thierstein, p. 35; pl. 4, fig. 69,70.
1972 - *Tranolithus exiguus* Stover, 1966.- Forchheimer, p. 60,61; pl. 9, fig. 6; pl. 16, fig. 2,4; pl. 17, fig. 1-4.
1972 - *Tranolithus skoglundii* Forchheimer, p. 61,62; pl. 17, fig. 5,6.
1972 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Roth & Thierstein, pl. 10, fig. 11-15.
1973a- *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Thierstein, p. 35; pl. 4, fig. 12-15.
1976 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Thierstein, p. 352; pl. 1, fig. 7,8; pl. 4, fig. 11,12.
1976 - *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966.- Burns, p. 298; pl. 5, fig. 2,3.
1976 - *Tranolithus exiguus* Stover, 1966.- Burns, p. 298; pl. 4, fig. 12.
1976 - *Tranolithus gabalus* Stover, 1966.- Burns, p. 298; pl. 4, fig. 11; pl. 5, fig. 1.
1977 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Verbeek, p. 94-95; pl. 7, fig. 2-4.
1977 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Kollmann *et al.*, pl. 3, fig. 6.
1978 - *Tranolithus exiguus* Stover, 1966.- Shafik, p. 225; fig. 7Ba-Bb.
1981 - *Zygodiscus orionatus* (Reinhardt, 1966) Smith, p. 83,84; pl. 16, fig. 25-40.
1981 - *Tranolithus exiguus* Stover, 1966.- Zeighampour, pl. 1, fig. 9.
1981 - *Tranolithus salillum* Crux, p. 637; fig. 2.7,2.8.
1982 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Crux, pl. 5.2, fig. 11; pl. 5.8, fig. 25.
1982 - *Tranolithus salillum* Crux, 1981.- Crux, (partim), pl. 5.2, fig. 12,13; (non pl. 5.2, fig. 14-16; pl. 5.8, fig. 21-24).
1984 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Stradner & Steinmetz, pl. 45, fig. 1; pl. 48, fig. 7.
1984 - *Zygodiscus biclavatus* Bukry, 1969.- Stradner & Steinmetz, pl. 46, fig. 2.
1986 - *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966.- Flores *et al.*, pl. 1, fig. 17.
1986 - *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966) Reinhardt, 1966.- Aguado, p. 83-85; L. 3, fig. 8,9.
1991 - *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966.- Hernández-Molina *et al.*, fig. 9.25,9.30.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.35-1.55) con una corona marginal estrecha, constituida por un sólo ciclo de 40-55 elementos inclinados e imbricados dextralmente. El área central es amplia y está cubierta en buena parte por 4 bloques masivos monocristalinos y yuxtapuestos. Estos 4 bloques tienden a ocupar la zona del área central próxima al eje menor de la elipse, quedando pequeñas aberturas hacia los polos de ésta. Algunos especímenes presentan los restos de una espina en la zona que se sitúa entre los 4 bloques.

Discusión:

Algunos autores diferencian entre *T. phacelosus* y *T. exiguus* Stover, 1966,

e incluso *T. manifestus* Stover, 1966. En el presente trabajo, y de acuerdo con Thierstein (1976) y Perch-Nielsen (1985a), se considera a las mencionadas especies como morfotipos preservacionales, y por tanto en sinonimia con *T. phacelosus*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6.5-8m.

Distribución:

La práctica totalidad de los autores (Roth & Thierstein, 1972; Thierstein, 1973a,1974,1976; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Taylor, 1982; Shafik, 1985; Erba, 1988) sitúan la primera aparición de esta especie en el Albiense medio. En lo que respecta a su última aparición, existe también un consenso general en situarla en el Maastrichtiense inferior (Thierstein, 1976; Sissingh, 1977,1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Monechi & Thierstein, 1985; Girgis, 1989; Varol, 1989). En la Cordillera Bética, en el presente estudio, ha sido encontrado desde el Albiense medio (Zona de *Biticinella breggiensis* de foraminíferos planctónicos, Zona de *P. columnata* de nannofósiles) hasta el Maastrichtiense inferior (Zona de *Globotruncana falsostuarti*). La primera aparición de esta especie es utilizada en el presente estudio como marcador zonal (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación). En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, *T. phacelosus* se comporta como una especie cosmopolita.

Género *Zeugrhabdotus* Reinhardt, 1965.

Especie tipo, por designación original: *Zygolithus erectus* Deflandre, in Deflandre & Fert, 1954, p. fig. 60-61, pl. 15, fig. 14-17 (non fig 62).

Cocolitos elípticos, con una corona marginal constituida por un ciclo de elementos imbricados dextralmente. El área central está atravesada, en el sentido del eje menor de la elipse, por una barra transversa policristalina que constituye el soporte de un proceso central o espina.

Zeugrhabdotus se diferencia de *Glaukolithus* Reinhardt, 1964 por poseer una barra transversa no dividida longitudinalmente en dos y un proceso central que se apoya sobre ésta. Se diferencia de *Reinhardtites* Perch-Nielsen, 1968 por poseer amplias aberturas despejadas, sin elementos adicionales. Se diferencia de *Tranolithus* Stover, 1966 por presentar una barra transversa policristalina en lugar de bloques masivos cubriendo el área central.

Zeugrhabdotus embergeri (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984 emend. Bralower *et al.*, 1989.

1959 - *Discolithus embergeri* Noël, p. 164; pl. 1, fig. 1,7,8.
1966 - *Discolithus embergeri* Noël, 1959.- Stover, p. 142; pl. 2, fig. 13,14.
1968 - *Zygodiscus lacunatus* Gartner, p. 33; pl. 17, fig. 6; pl. 18, fig. 15?,16?; pl. 19, fig. 5; pl. 23, fig. 15,16; pl. 24, fig. 3.
1969 - *Zygodiscus lacunatus* Gartner, 1968.- Bukry, p. 60; pl. 34, fig. 11,12.
1968 - *Discolithus embergeri* Noël, 1959.- Forchheimer, p. 43; pl. 7, fig. 5a-c.
1972 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Roth & Thierstein, pl. 9, fig. 1-6.
1973 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Roth, pl. 25, fig. 2.
1975 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Grün & Allemann, p. 191,192; pl. 7, fig. 7-11.
1977 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Verbeek, p. 90,91; pl. 5, fig.

11,12?.
1977 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Wise & Wind, pl. 71, fig. 7,8.
1981 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Smith, p. 65-68; pl. 12, fig. 27-32; pl. 13, fig. 1-6.
1982 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Hamilton, pl. 3.2, fig. 20; pl. 3.4, fig. 30.
1982 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Taylor, pl. 4.8, fig. 10.
1983 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Miller, p. 194; pl. 2, fig. 1.
1986 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Aguado, p. 60-61; L. 2, fig. 11,16,17.
1989 - *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984.- Crux, p. 198; pl. 8.7, fig. 4,5; pl. 8.12, fig. 34,35.
1989 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1959) Stradner, 1963.- Bralower *et al.*, p. 206,208; pl. 2, fig. 11-13.
1990 - *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 3, fig. 5,6.
1991 - *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984.- Aguado *et al.*, fig. 5.4.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.40-1.60) con una corona marginal estrecha y alta formada por un ciclo de 50-60 elementos imbricados dextralmente. El área central está atravesada, en el sentido del eje menor de la elipse, por una ancha barra transversa policristalina que constituye el soporte de un grueso proceso central macizo. En torno al margen interno de la corona marginal, sobre la cara proximal, se disponen una serie de elementos cristalinos aproximadamente radiales, que disminuyen el tamaño de las aberturas del área central. En su conjunto, la forma es bastante robusta y presenta tendencia al recrecimiento cristalino. El diámetro mayor es igual o superior a 8m y la anchura de la barra transversa es superior o igual a de la longitud del diámetro mayor.

Discusión:

Bralower *et al.* (1989) encontraron una gran variedad morfológica dentro del grupo *Zeugrhabdotus erectus-Z. embergeri*, de tal modo que, para ellos, claramente el segundo proviene de la evolución del primero. Para tratar de diferenciar consistentemente ambas especies dentro de este plexo establecieron (un tanto artificialmente) el límite de 8m en la longitud del diámetro mayor. De este modo, las formas con un diámetro mayor igual o superior a 8m y una barra transversa con una anchura mayor o igual a de esa longitud son asignadas a *Z. embergeri*. En el presente estudio se adopta este método de diferenciación.

Tamaño: Longitud del eje mayor entre 8.0-13.0m.

Distribución:

Según la mayor parte de los autores (Barnard & Hay, 1974; Hamilton, 1982; Roth, 1983; Bralower *et al.*, 1989) el rango de esta especie es Kimmeridgiense-Maastrichtiense. En el presente estudio se ha encontrado a *Z. embergeri*, desde el Tithónico hasta el Maastrichtiense, si bien, no se han investigado sedimentos de edad inferior al Tithónico. Desde el punto de vista paleogeográfico, *Z. embergeri* es una especie cosmopolita, presente en paleolatitudes bajas y altas.

Zeugrhabdotus erectus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 emend. Bralower *et al.*, 1989.

1954 - *Zygolithus erectus* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 36; fig. 60-62; pl. 15, fig. 14-17; (non fig. 62).
1965 - *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, p. 37.
1971 - *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Rood *et al.*, p. 252; pl. 1, fig. 3.
1971 - *Zeugrhabdotus salillum* (Noël, 1965) Rood *et al.*, p. 253; pl. 1, fig. 5.
1974 - *Parhabdolithus embergeri* (Noël, 1958) Stradner, 1963.- Barnard & Hay, pl. 3, fig. 13; pl. 6, fig. 12.
1974 - *Zeughrabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Barnard & Hay, pl. 4, fig. 3.
1977 - *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Wise & Wind, p. 308; pl. 83, fig. 2.
1979 - *Zeughrabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Medd, p. 46; pl. 10, fig. 1-3.
1979 - *Zeugrhabdotus salillum* Rood *et al.*, 1971.- Medd, p. 46; pl. 9, fig. 12.
1982 - *Zygodiscus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Manivit, 1971.- Taylor, pl. 4.4, fig. 1.
1982 - *Zygodiscus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Manivit, 1971.- Hamilton, pl. 3.1, fig. 10.
1983 - *Zeughrabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Wise, pl. 35, fig. 8,9.
1989 - *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Crux, p. 198; pl. 8.12, fig. 28,29.
1989 - *Zygodiscus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954 emend.) Manivit, 1971.- Bralower *et al.*, p. 204-206; pl. 2, fig. 1-10.
1991 - *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965.- Aguado *et al.*, fig. 3.8,3.9,6.1.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.35-1.50) con una corona marginal relativamente estrecha formada por un sólo ciclo constituido por 30-40 elementos imbricados dextralmente. El área central es amplia y está cubierta por una barra policristalina dispuesta según el eje menor de la elipse. Esta barra constituye el soporte de un proceso central o espina que se eleva distalmente. El diámetro mayor es menor de 8m y la anchura de la barra transversa es menor que la cuarta parte del diámetro mayor (enmienda propuesta por Bralower *et al.* (1989) para separarlo de *Z. embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984).

Discusión:

Bralower *et al.*, (1989) observan una gran variabilidad morfológica entre las primitivas formas de *Z. erectus, Z. noeliae* y *Z. embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984. Estos autores concluyen que es muy difícil diferenciar consistentemente entre *Z. erectus, Z. noeliae* y *Z.salillum* (otra especie descrita por Noël, 1965), debido a la mencionada variabilidad, y a los efectos de la preservación (la anchura de la corona marginal se hace más ancha o más estrecha dependiendo, respectivamente, de la presencia de recalcificación o disolución). A lo anterior es necesario unir que se trata, en general, de formas de pequeño tamaño (usualmente del orden de 3-5m), lo que dificulta mucho la diferenciación de las distintas morfologías al microscopio óptico. Ante esta serie de dificultades, optan por incluirlas a todas bajo el nombre de *Z.*

erectus. Bralower *et al.* (1989) utilizan, sin embargo, la especie *Zygodiscus elegans* Gartner, 1968 emend. Bukry, 1969 para morfologías con una corona marginal más ancha y más desarrollada. Para esas morfologías, en el presente estudio, se ha preferido utilizar el nombre de *Zeughrabdotus noeliae* Rood *et al.*, 1971 (ver discusión sobre esta especie), por lo que discrepo de Bralower *et al.* (1989) en cuanto a situar a *Z. noeliae* en sinonimia con respecto a *Z. erectus*. Estos autores encuentran también un cambio progresivo entre *Z. erectus* y *Z. embergeri*, por lo que establecen, tras un estudio morfométrico, un límite morfológico entre ambas. Este límite establece que se considera como *Z. erectus* a todas aquellas formas con un diámetro mayor inferior a 8m y una barra transversa con un ancho menor que la cuarta parte de la longitud del diámetro mayor.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3-7.9m (usualmente 3-5m).

Distribución:

Crux (1982) situó su última aparición en el Cenomaniense. Según Bralower *et al.* (1989), la distribución de esta especie es Sinemuriense-Albiense. Sin embargo, Crux (1982) situó su última aparición en el Cenomaniense inferior y Watkins (1989) lo citó, como especie abundante, en el Cenomaniense superior. En el presente estudio se encuentra a *Z. erectus* desde el Tithónico hasta el Albiense medio. Desde el punto de vista de su distribución paleogeográfica, se trata de una especie cosmopolita. Su abundancia parece controlada por un factor de productividad superficial de las aguas (Roth & Bowdler, 1981; Roth & Krumbach, 1986; Roth, 1986,1989). Watkins encontró una correlación negativa entre la diversidad específica de las muestras y el porcentaje de *Z. erectus* presente para el Cenomaniense superior de la cuenca Occidental Interior de los Estados Unidos de Norteamérica. Según este autor, altos porcentajes de *Z. erectus* responden favorablemente a las condiciones ambientales que provocan la deposición de margocalizas y la anoxia sedimentaria.

Zeugrhabdotus noeliae Rood *et al*, 1971.

1968 - non *Zygodiscus elegans* Gartner, p. 32; pl. 10, fig. 3-6; pl. 12, fig. 3,4; pl. 27, fig. 1.
1969 - *Zygodiscus elegans* Gartner emend. Bukry, p. 59; pl. 34, fig. 6,7,8?.
1971 - *Zeugrhabdotus noeli* Rood *et al.*, p. 252,253; pl. 1, fig. 4.
1972 - *Glaukolithus elegans* (Gartner, 1968 emend. Bukry, 1969) Thierstein in Roth & Thierstein, pl. 10, fig. 16-20.
1973a- *Zygodiscus elegans* Gartner, 1968 emend. Bukry, 1969.- Thierstein, p. 36; pl. 2, fig. 8-11.
1974 - *Zeugrhabdotus noelii* Rood *et al.*, 1971.- Barnard & Hay, pl. 3, fig. 8.
1977 - *Zeughrabdotus noelii* Rood *et al.*, 1971.- Wise & Wind, p. 308; pl. 82, fig. 1-4,6; pl. 83, fig. 1.
1982 - *Zygodiscus noeli* (Rood *et al.*, 1971) Taylor, 1978.- Taylor, pl. 4.4, fig. 2,3.
1982 - *Zygodiscus elegans* Gartner, 1968.- Taylor, pl. 4.4, fig. 5,6.
1982 - *Zygodiscus noeli* (Rood *et al.*, 1971) Taylor, 1978.- Hamilton, pl. 3.1, fig. 11.
1989 - *Zeugrhabdotus noeliae* Rood *et al.*, 1971.- Crux, p. 198; pl. 8.7; fig. 2,3; pl. 8.12, fig. 31.
1990 - *Glaukolithus elegans* (Gartner, 1968 emend. Bukry, 1969) Thierstein, 1972.- Aguado & Martínez-Gallego, pl. 2, fig. 7-9.
1991 - *Zeugrhabdotus noeliae* Rood *et al.*, 1971.- Aguado *et al.*, fig. 3.11,6.6.

Descripción:

Cocolito elíptico (elipticidad entre 1.40-1.50) con una corona marginal

relativamente ancha formada por un sólo ciclo constituido por 30-40 elementos imbricados dextralmente. El área central es amplia y está cubierta por una barra policristalina compleja de anchura similar a la de la corona marginal dispuesta según el eje menor de la elipse. Esta barra constituye el soporte de un proceso central o espina que se eleva distalmente.

Discusión:

Rood *et al.* (1971) describieron *Zeugrhabdotus noeli* (epíteto específico incorrecto, ya que según el ICBN debe ser *noel-i-ae*) procedente del Oxford Clay. Según estos autores, la mencionada especie se diferencia de *Z. erectus* por poseer una corona marginal y una barra transversa de mayor anchura. Algunos autores, sin embargo, utilizan el nombre de *Zygodiscus elegans* (Gartner, 1968) Bukry, 1969 para estas mismas morfologías. En mi opinión, *Z. elegans* Gartner, 1968 es un sinónimo de '*Rhabdolithus anthophorus*' Deflandre, 1954. Bukry (1969) enmendó la especie creada por Gartner en el sentido de asignar a *Z. elegans* formas sin elementos adicionales cubriendo el área central. Sin embargo, *Z. elegans* en el sentido de Bukry, ya no puede ser considerado sinónimo de '*R. anthophorus*'. Posteriormente, Rood *et al.* (1971) describen '*Zeugrhabdotus noeli*' en el Oxfordiense. El holotipo de '*Z. noeli*' (pl. 1, fig. 4) es básicamente semejante a *Z. elegans* Gartner, 1968 emend. Bukry, 1969. La única diferencia entre ambos (aparte del tamaño) es el número de elementos de la corona marginal, que es de unos 38-45 en '*Z. elegans*' y en torno a 20 en '*Z. noeli*'. No obstante, en la literatura se han asignado frecuentemente a *Z. noeliae* (nombre correcto de '*Z. noeli*') especímenes con un mayor número de elementos (ver Wise & Wind, 1977, pl. 83, fig. 1, aprox. 40 elementos; Crux, 1989, pl. 8.7, fig. 3, aprox. 38 elementos, etc.). En definitiva, resulta que existen en la literatura dos conceptos diferentes de *Z. noeliae*, el de aquellos autores que lo asemejan a *Z. erectus* (y utilizan *Z. elegans* para morfologías con una corona marginal más desarrollada) y quienes lo diferencian de *Z. erectus*, y por tanto no utilizan la especie *Z. elegans*. El problema, pues, queda resumido a si la enmienda efectuada por Bukry, 1969 hace válido o no al nombre *Z. elegans* sensu Gartner (1968). Si es así, el nombre correcto para estas formas de corona marginal desarrollada debe ser *Z. elegans*, si no, debe ser *Z. noeliae*. En el presente estudio se ha optado por la segunda solución. *Z. noeliae* se diferencia de *Z. erectus* por presentar una corona marginal más ancha y una barra transversa también más ancha y de estructura cristalina más compleja.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 3.5-6m.

Distribución:

Z. noeliae fue originalmente descrito en el Oxfordiense. En el Cretácico es citado por diversos autores (a veces bajo el nombre de *Z. elegans*) desde el Berriasiense hasta el Campaniense. En la Cordillera Bética es una especie abundante en todo el Cretácico inferior y medio, hasta el Cenomaniense. A partir del Cenomaniense se hacen más abundantes otras especies, como *Glaukolithus bicrescenticus* (Stover, 1966) com. nov. Las últimas formas asignables a esta especie se han encontrado en el Cenomaniense superior.

Zeugrhabdotus sisyphus (Gartner, 1968) Crux, 1989.

1968 - *Zygodiscus sisyphus* Gartner, p. 34; pl. 14, fig. 19; pl. 18, fig. 17-19; pl. 21, fig. 6; pl. 22, fig. 5,6; pl. 23, fig. 17,18; pl. 25, fig. 19-22; pl. 26, fig. 6.

1989 - *Zeugrhabdotus sisyphus* (Gartner, 1968) Crux, p. 198; pl. 8.7, fig. 1; pl. 8.12, fig. 30.

Descripción:

Cocolito de contorno elíptico (elipticidad en torno a 1.40), con una corona marginal formada por un sólo ciclo constituido por unos 40 elementos imbricados dextralmente. El área central es relativamente amplia en relación con la anchura de la corona marginal, y está atravesada en el sentido del eje menor de la elipse, por una barra policristalina fibrosa que constituye a su vez la base de un proceso central que se eleva distalmente. La barra transversa se ensancha lateralmente hacia el margen interno de la corona marginal por medio de algunos elementos adicionales planares.

Discusión:

Z. sisyphus se diferencia de *Z. erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1959) Reinhardt, 1965 y *Z. noeliae* Rood *et al.*, 1971 por presentar una barra transversa que se extiende lateralmente hacia el margen interno de la corona marginal y un tamaño algo mayor.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor en torno a 7-7.5m.

Distribución:

Gartner (1968) describió esta especie en el Turoniense-Santoniense inferior de Texas. Crux (1989) la citó desde el Valanginiense hasta el Barremiense. En el presente estudio, se han encontrado algunos (raros) especímenes asignables a *Z. sisyphus* a lo largo del Berriasiense superior-Valanginiense y Barremiense. Se trata, como ya he dicho, de una especie extremadamente rara.

Grupo incertae sedis.

Sitúo en este grupo placolitos y otros cuerpos calcáreos que por sus características estructurales no encajan correctamente en las familias hasta ahora descritas.

Género *Assipetra* Roth, 1973.

Especie tipo, por designación original: *Micula infracretacea* Thierstein, 1973a, p. 46, pl. 1, fig. 1-19.

Nannolitos con morfología de prisma rectangular de esquinas redondeadas. Están formados por dos paquetes de placas romboidales irregulares inclinados hacia el centro, en donde se interpenetran. Cada placa romboidal es un monocristal.

Assipetra se diferencia de *Polycostella* Thierstein, 1973 por presentar una morfología prismática redondeada. Se diferencia de *Rucinolithus* Stover, 1966 por la carencia de disposición de los elementos en forma de roseta. La única especie incluida en este género, *A. infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973 podría estar relacionada con *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987. Perch-Nielsen (1985a) incluyó el género *Assipetra* dentro de la familia Polycyclolithaceae Forchheimer, 1972. En el presente estudio se ha optado por seguir la revisión de la mencionada familia realizada por Varol (1991), trasladando este género al grupo incertae sedis.

Assipetra infracretacea (Thierstein, 1973) Roth, 1973.

1973a- *Micula infracretacea* Thierstein, p. 46, pl. 1, fig. 1-19.
1973 - *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, p. 729, pl. 25, fig. 5,7.
1978 - *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973.- Roth, pl. 1, fig. 12.
1988 - *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973.- Erba, p. 268; pl. 42, fig. 17,18.
1989 - *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973.- Bralower *et al.*, pl. 7, fig. 13-15.
1991 - *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973.- Aguado *et al.*, fig. 3.4-3.7.

Descripción:

Nannolito con morfología de prisma rectangular de esquinas redondeadas. Está constituido por dos paquetes de placas romboidales monocristalinas que se interpenetran entre sí.

Discusión:

Esta especie presenta al microscopio óptico un contorno rectangular a suboval con 4-6 suturas radiales. *A. infracretacea* se diferencia de *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987 por presentar un contorno subrectangular a suboval en lugar de redondeado y por carecer de elementos dispuestos en forma de roseta.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 5-10m.

Distribución:

Thierstein (1973a) citó esta especie desde el Valanginiense superior hasta el Aptiense superior. En trabajos más recientes (Bralower *et al.*, 1989) se ha localizado su primera aparición en el Berriasiense inferior (Zona de Grandis de ammonites). Su última aparición se ha señalado en el Aptiense superior (Erba, 1988) dentro de la Zona de *Ticinella bejaouaensis* de foraminíferos planctónicos. En la Cordillera Bética se ha encontrado a *A. infracretacea* desde el Berriasiense medio (Zona de Andrussowi de ammonites, *N. steinmannii* ssp. *steinmannii* de nannofósiles) hasta el Aptiense superior (Zona de *R. angustus*, Subzona de *E. floralis* de nannofósiles. Desde el punto de vista paleogeográfico, *A. infracretacea* parece ser una especie limitada a paleolatitudes bajas.

Género *Ceratolithoides* Bramlette & Martini, .1964 emend. Perch-Nielsen, 1979d.

Especie tipo, por designación original: *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette & Martini, 1964, p. 308, pl. 5, fig. 13,14.

Nannolitos en forma de herradura, punta de flecha o cono, con un parte basal constituida por 2-6 piezas de calcita con orientación cristalográfica diferente y una protuberancia apical de tamaño muy variable constituida por 2-6 elementos. La protuberancia apical se sitúa sobre la parte basal y está unida a ésta mediante una sutura.

Bramlette & Martini (1964) incluyeron originalmente en este género sólo formas con forma de herradura y dos piezas. Posteriormente, Perch-Nielsen (1979d) incluyó las formas más primitivas, que poseen forma cónica con más piezas (*C. verbeekii*). Los nannolitos pertenecientes a este género presentan una muy difícil asignación a las familias consideradas actualmente y unas relaciones filogenéticas muy inciertas con cualquiera de los demás grupos de nannofósiles descritos. Tappan (1980) asignó estas morfologías a la familia Sphenolithaceae Deflandre, 1952, junto con géneros como *Micula* Vekshina 1959, Quadrum Prins & Perch-Nielsen, 1977 (mesozoicos) y *Sphenolithus* Deflandre, 1952 (Cenozoico). En el presente estudio se ha preferido considerar a *Ceratolithoides* dentro del grupo incertae sedis.

Ceratolithoides aculeus (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.

1961 - *Zygrhablithus aculeus* Stradner, (partim), p. 81; fig. 53, 55-57; (non fig. 54).
1968 - *Tetralithus* sp. aff. *T. aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, p. 43; pl. 9, fig. 5; pl. 13, fig. 5.
1969 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Bukry & Kennedy, p. 35; pl. 2, fig. 11-12.
1970 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Cepek & Hay, pl. 21, fig. 3.
1973 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Roth, p. 728; pl. 18, fig. 3a,b; pl. 20, fig 2.
1975 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Cepek, p. 100; pl. 2, fig. 1a-c.
1976a- non *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Verbeek, pl. 2, fig. 7.
1976 - *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Thierstein, p. 350; pl. 5, fig. 22,23.
1977 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, p. 60; pl. 1, fig.8.
1977 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Verbeek, (partim), p. 114; pl. 1, fig. 5?,6?,7-10,12; (non pl. 1, fig. 1-5).
1980 - non *Tetralithus aculeus* (Stradner, 1961) Gartner, 1968.- Barrier, pl. 1, fig. 14.
1980 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Hattner & Wise, p. 60; pl. 8, fig. 5,6.
1982 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Siesser, p. 342; fig. 8A-a.
1983 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Varol, p.

454; pl. 6, fig. 13,14.
1983 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Miller, p. 191,192; pl. 1, fig. 26,27.
1984 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 6, fig. 1?,2,3; pl. 7, fig. 1-5.
1985 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Monechi, p. 315; pl. 4, fig. 4A,B.
1986 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Aguado, p. 22-23; L. 3, fig. 11-15.

Descripción:

Nannolitos con morfología general en punta de flecha. Están constituidos por 4 elementos cristalinos iguales dos a dos. Los dos elementos basales son de mayor tamaño y convergen a lo largo de una sutura recta. Los dos elementos apicales son de menor tamaño y están unidos a lo largo de una corta sutura apical recta. Entre los elementos basales y los apicales existe una pequeña sutura algo curvada.

Discusión:

Esta especie estuvo, durante algún tiempo, incluida en el género *Tetralithus* Gardet, 1955 (un género impreciso que tiende a dejar de ser utilizado). *C. aculeus* se diferencia de *C. verbeekii* Perch-Nielsen, 1979 por poseer sólo dos elementos basales y morfología planar en punta de flecha (en lugar de morfología cónica). Se diferencia de *C. kamptneri* Bramlette & Martini, 1964 por presentar elementos apicales claramente distinguibles y elementos basales menos alargados. *C. aculeus* es considerado el ancestro de *C. kamptneri*.

Tamaño: Longitud entre 6.5-8.5m.

Distribución:

La mayor parte de los autores (Roth, 1973; Thierstein, 1976; Verbeek, 1976a,1977; Sissingh, 1977; Roth, 1978; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Siesser, 1982; Varol, 1983; Stradner & Steinmetz, 1984; Monechi, 1985; Monechi & Thierstein, 1975; coinciden en asignar a esta especie, una distribución Campaniense inferior-Maastrichtiense. Así mismo, su primera aparición es ampliamente utilizada como marcador zonal (Verbeek, 1976a,1977; Sissingh, 1977,1978). En el presente estudio se ha observado la primera aparición de *C. aculeus* en el Campaniense inferior (Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos). Su última aparición tiene lugar en el límite Cretácico-Terciario. Por tratarse de una especie relativamente abundante y de fácil determinación, en el presente estudio se utiliza su primera aparición como límite zonal dentro del Campaniense inferior (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación). En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, C. aculeus es una especie limitada a paleolatitudes bajas y no está presente en áreas con influencia boreal o austral.

Ceratolithoides kamptneri Bramlette & Martini, 1964.

1964 - *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette & Martini, p. 308; pl. 6, fig. 18-21.
1976a- *Tetralithus kamptneri* (Bramlette & Martini, 1964) Verbeek, p. 146; pl. 3, fig. 6.
1977 - *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette & Martini, 1964.- Verbeek, p. 115; pl. 1, fig. 11.
1977 - *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette & Martini, 1964.- Sissingh, pl. 1, fig. 7.

1986 - *Ceratolithoides kamptnerii* Bramlette & Martini, 1964.- Aguado, p. 23-24; L. 5, fig. 11-15.

Descripción:

Nannolitos con morfología general arqueada en forma de herradura. Están constituidos por 4 elementos cristalinos iguales dos a dos. Los dos elementos basales son dos brazos arqueados de gran tamaño que convergen en un extremo a lo largo de una corta sutura. Sobre esta sutura se sitúan los dos elementos apicales, que son de muy pequeño tamaño y están unidos formando una diminuta protuberancia.

Discusión:

C. kamptneri se diferencia de *C. aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977 por poseer unos elementos basales arqueados y muy desarrollados y unos elementos apicales reducidos a una pequeña protuberancia. *C. aculeus* está considerado como el ancestro de *C. kamptneri* (Verbeek, 1976a,1977; Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a).

Tamaño: Longitud máxima entre 6-8m.

Distribución:

Esta especie siempre ha sido citada en el Maastrichtiense superior (Bramlette & Martini, 1964; Verbeek, 1976a,1977). En el presente estudio se ha encontrado su primera aparición próxima a la base de la Zona de *Abathomphalus mayaroensis* de foraminíferos planctónicos, Subzona de *Cribrocorona gallica* de nannofósiles). Su última aparición tiene lugar en el límite Cretácico-Terciario. Al tratarse de una especie relativamente abundante, fácil de determinar y con un rango de distribución corto, es utilizada en el presente estudio como marcador zonal (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación). Con respecto a su distribución paleogeográfica, *C. kamptneri* sólo está presente en paleolatitudes bajas.

Ceratolithoides verbeekii Perch-Nielsen, 1979d.

1977 - *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977.- Verbeek, (partim), p. 114; pl. 1, fig. 1-4; (non pl. 1, fig. 5-10,12).
1979d- *Ceratolithoides verbeekii* Perch-Nielsen, p. 265; pl. 2, fig. 10-13.

Descripción:

Nannolitos con morfología general cónica. Están constituidos por 12 elementos cristalinos. Los 6 elementos basales son brazos arqueados dispuestos en torno a un eje longitudinal que convergen en un extremo a lo largo de suturas. Sobre la estructura basal se sitúa una estructura cónica apical constituida por 6 elementos en forma de cuña dispuestos radialmente alrededor del eje longitudinal y unidos a lo largo de suturas. Los 6 elementos basales presentan crestas a lo largo de su superficie externa.

Discusión:

C. verbeekii se diferencia de *C. aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh

in Sissingh, 1977 y *C. kamptneri* Bramlette & Martini, 1964 por presentar una morfología cónica en lugar de en punta de flecha (planar) o en forma de herradura y por presentar un mayor número de elementos, tanto en la estructura basal como en la apical. *C. verbeekii* es considerado como el ancestro de *C. aculeus* (Verbeek, 1976a,1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a).

Tamaño: Longitud máxima entre 6-8m.

Distribución:

Según Verbeek (1977) y Perch-Nielsen (1979d,1985a), esta especie tiene su primera aparición en el Campaniense inferior, mientras que su última aparición se localiza en el Campaniense superior. En el presente estudio sólo se han encontrado algunos especímenes asignables a esta especie en el Campaniense inferior, dentro de la Zona de *Globotruncanita elevata* de foraminíferos planctónicos y las zonas de *B. parca* y *C. aculeus* de nannofósiles.

Género *Hayesites* Manivit, 1971 emend. Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1977.

Especie tipo, por designación original: *Hayesites albiensis* Manivit, 1971, p. 138, pl. 14, fig. 1-7.

Nannolitos de morfología estrellada a petaloidea compacta constituidos por 6-11 elementos de tamaño variable imbricados dextralmente. El perfil es plano a ligeramente cónico sobre la cara distal. Generalmente presentan un proceso central policristalino.

La descripción inicial de Manivit (1971) sobre este género incluía sólo especímenes de morfología estrellada. Applegate *et al.* (in Covington & Wise, 1987) modificaron la descripción del género para albergar en él la línea evolutiva que se extiende desde *Hayesites irregularis* (Thierstein, 1973) Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987 (con anterioridad incluido en el género *Rucinolithus* Stover, 1966) hasta *Hayesites albiensis* Manivit, 1971. En el presente estudio, se sigue la enmienda propuesta por Applegate *et al.*, ya que resulta evidente, a partir de las observaciones realizadas (y como ya indicó Thierstein, 1973a), que *H. albiensis* proviene de la evolución de *H. irregularis* durante el Aptiense superior y Albiense inferior. *Hayesites* se diferencia de *Rucinolithus* por presentar elementos con imbricación dextral, en lugar de sinistral.

Hayesites albiensis Manivit, 1971.

1965 - Gen. et esp. indet.- Manivit, pl. 2, fig. 20a-c.
1971 - *Hayesites albiensis* Manivit, p. 138; pl. 14, fig. 1-7.
1973a- *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Thierstein, p. 45; pl. 6, fig. 1-5.
1976 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Thierstein, p. 350; pl. 4, fig. 7,8.
1977 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Manivit *et al.*, pl. 1, fig. 4.
1979 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Siesser, p. 825; pl. 3, fig. 3.
1980 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Robaszynski *et al.*, pl. 16, fig. 12.
1983 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Wise, p. 514; pl. 26, fig. 6-9.
1988 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Applegate & Bergen, p. 315; pl. 4, fig. 1-8.
1990 - *Hayesites albiensis* Manivit, 1971.- Bralower, fig. 10o-p.

Descripción:

Nannolito redondeado con forma estrellada. Está constituido por dos ciclos de elementos. El ciclo proximal está constituido por 7-8 elementos romboidales con un extremo puntiagudo dispuestos en forma radial e imbricados dextralmente. Sobre el ciclo proximal se sitúa un pequeño ciclo distal con 7-8 pequeños elementos dispuestos radialmente, que forman una protuberancia central, sobre la que puede presentarse un pequeño proceso. De este modo, esta especie tiene un perfil cónico poco elevado.

Discusión:

H. albiensis se diferencia de *H. irregularis* (Thierstein in Roth & Thierstein, 1972) Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987 por poseer un aspecto general más regular y más estrellado, con elementos muy puntiagudos. En *H. albiensis*, el ciclo distal está mucho mejor individualizado que en *H. irregularis*.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 3-5m.

Distribución:

H. albiensis fue originalmente descrito (Manivit, 1971) en el Albiense inferior y medio de Aquitania y Marne (Francia). La mayor parte de los autores (Thierstein, 1973a,1976; Romein, 1975; Manivit *et al.*, 1977; Robaszynski *et al.*, 1980; Applegate & Bergen, 1988) asignan a esta especie un rango Albiense inferior-medio o Albiense completo. Manivit *et al.* (1977) utilizaron su última aparición en el Albiense superior para subdividir la Zona de *Eiffellithus turriseiffelii* de nannofósiles. En el presente estudio se ha encontrado que la primera aparición de *H. albiensis*, aunque no ha sido observada por efecto de los afloramientos, debe situarse en el Albiense Zona de *Ticinella primula* de foraminíferos planctónicos). Su última aparición se ha observado en el Albiense superior (Zona de *Rotalipora apenninica* de foraminíferos planctónicos). También se ha observado que *H. albiensis* es una especierelativamente escasa en la parte superior de su rango estratigráfico, por lo que es preciso usar su última aparición con precaución. Esta especie ha sido citada en el Atlántico central, en Francia (Cuenca de Aquitania) y en España. En Italia central (Erba, 1988) no ha sido encontrada en el área de Umbria-Marche. Es preciso tener en cuenta, sin embargo, que *H. albiensis* es una forma de pequeño tamaño y de estructura delicada, por lo que la preservación puede jugar sobre ésta un papel importante. Dado que al microscopio óptico, la diferencia más aparente entre *H. irregularis* (Thierstein in Roth & Thierstein, 1972) Applegate *et al.*, in Covington & Wise, 1987 *H. albiensis* es precisamente la presencia de elementos puntiagudos y morfología estrellada, ambos podrían, confundirse si el efecto preservacional afectase profundamente a los extremos puntiagudos de *H. albiensis*.

Hayesites irregularis (Thierstein in Roth & Thierstein, 1972) Covington & Wise, 1987.

1972 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, p. 438; pl. 2, fig. 10-19.
1973a- *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 45; pl. 3, fig. 1-14.
1973 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Roth, p. 728; pl. 24, fig. 1?.
1976 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 351; pl.

3, fig. 33,34.
1979 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Siesser, p. 825; pl. 3, fig. 6,7.
1987 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Erba & Quadrio, p. 61; pl. 5, fig. 13,14; pl. 6, fig. 6.
1987 - *Hayesites irregularis* (Thierstein, in Roth & Thierstein, 1972) Applegate *et al.* in Covington & Wise, p. 630-631.
1988 - *Hayesites irregularis* (Thierstein, in Roth & Thierstein, 1972) Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Applegate & Bergen, p. 315; pl. 5, fig. 1-12.
1988 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Erba, p. 273; pl. 42, fig. 1.
1990 - *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Aguado y Martínez-Gallego, pl. 1, fig. 19,20.
1991 - *Hayesites irregularis* (Thierstein, in Roth & Thierstein, 1972) Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Aguado *et al.*, fig. 3.22,3.23.

Descripción:

Nannolito de morfología redondeada, constituido por 6-11 elementos aproximadamente romboidales dispuestos en forma radial e imbricados dextralmente. Sobre la cara distal puede aparecer un pequeño proceso central. Esta especie presenta un perfil plano o ligeramente cónico distalmente.

Discusión:

H. irregularis se diferencia de *H. albiensis* Manivit, 1971 por presentar una morfología redondeada en lugar de estrellada y la carencia de un ciclo de elementos distales diferenciado.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 5-6m.

Distribución:

La práctica totalidad de los autores (Thierstein, 1973a,1976; Perch-Nielsen, 1979d; Covington & Wise, 1987; Erba, 1988; Aguado *et al.*, 1988,1991) coinciden en situar la primera aparición de esta especie en el límite Barremiense-Aptiense. En cuanto a su última aparición existe una mayor discrepancia entre los autores, siendo ésta señalada entre el Albiense inferior-medio (Perch-Nielsen, 1979d; Applegate & Bergen, 1989) y el final del Albiense (Thierstein, 1973a,1976; Erba, 1988). En el presente estudio se ha encontrado a *H. irregularis* desde el límite Barremiense-Aptiense (base de la Zona de *Hedbergella praetrocoidea* de foraminíferos planctónicos) hasta el Albiense superior (Zona de *R. apenninica* de foraminíferos planctónicos). Tal y como propone Thierstein (1973a) y posteriormente modifican Applegate *et al.* (1988), en este trabajo utilizo la primera aparición de *H. irregularis* como índice zonal para marcar el inicio del Aptiense (Aguado *et al.*, 1991). *H. irregularis* es una especie encontrada sólo en paleolatitudes bajas.

Género *Hexalithus* Gardet, 1955.

Especie tipo, por designación original: *Hexalithus lecaliae* Gardet, 1955.

Nannolitos de morfología circular o cilíndrica aplastada, constituidos por 6 elementos subtriangulares no imbricados con orientación cristalográfica

independiente.

Hexalithus se diferencia de los representantes de la familia Braarudosphaeraceae Deflandre, 1947 por presentar morfología circular y 6 elementos (en lugar de morfología pentagonal y 5 elementos). Se diferencia de *Rucinolithus* Stover, 1966 por presentar 6 elementos no imbricados y morfología circular, en lugar de estrellada o en forma de roseta.

Hexalithus noelae (Noël, 1956) Loeblich & Tappan, 1964.

1964 - *Hexalithus noelae* (Noël, 1956) Loeblich & Tappan, p. 44.
1983 - *Hexalithus noelae* (Noël, 1956) Loeblich & Tappan, 1964.- Roth, p. 611; pl. 2, fig. 13-16.

Descripción:

Nannolito de morfología cilíndrica y pequeña altura, constituido por 6 elementos no imbricados con forma de sector circular separados por suturas aproximadamente rectas y radiales. Los elementos se unen en el centro y no dejan abertura alguna. Cada uno de los elementos posee orientación cristalográfica independiente.

Discusión:

Cuando es observado al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, cada uno de los elementos se oscurece (extingue ópticamente) cuando es orientado paralelamente a las direcciones de polarización. *H. noelae* se diferencia de *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971 por presentar un contorno más redondeado y elementos yuxtapuestos en lugar de imbricados sinistralmente.

Tamaño: Diámetro entre 6-8m.

Distribución:

Roth (1983) asignó a esta especie una distribución Tithónico-Berriasiense inferior. Bralower *et al.* (1989) encuentran a *H. noelae* desde el Tithónico medio hasta el Berriasiense inferior (Zona de Jacobi de ammonites). En el presente estudio ha aparecido como una especie sumamente poco frecuente y de registro muy discontinuo a lo largo del Tithónico superior.

Género *Marthasterites* Deflandre, 1959.

Especie tipo, por designación original: *Marthasterites furcatus* Deflandre, 1959, p. 139; pl. 2, fig. 3-12,16; pl. 3, fig. 1,5.

Nannolitos triangulares, de aspecto idéntico por ambas caras, con tres elementos coplanares que convergen en una parte central indiferenciada. Estos elementos son cilindros rectos o ligeramente arqueados con extremos simples o divididos en lóbulos o puntas no situados en el mismo plano.

Cuando se observan al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, los representantes de este género aparecen oscurecidos (orientación del eje c de la calcita perpendicular al plano definido por los tres brazos), al igual que los representantes

de la familia terciaria Discoasteraceae. Esta característica los diferencia de *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, 1980, forma que también posee tres brazos.

Marthasterites furcatus (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.

1954 - *Discoaster? furcatus* Deflandre in Deflandre & Fert, p. 168; pl. 13, fig. 14.
1959 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, p. 139; pl. 2, fig. 3-12,16; pl. 3, fig. 1,5.
1959 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, var. *crassus*, p. 139; pl. 2, fig. 17; pl. 3, fig. 3,4.
1959 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, var. *bramlettei*, p. 139; pl. 3, fig. 2.
1968 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Gartner, p. 42; pl. 18, fig. 5,6; pl. 20, fig. 18; pl. 21, fig. 3; pl. 23, fig. 2.
1969 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) ssp. *furcatus* Bukry, p. 65; pl. 39, fig. 2-4.
1969 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) ssp. *crassus* Deflandre, 1959.- Bukry, p. 65; pl. 39, fig. 5.
1969 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) ssp. *simplex* Bukry, p. 66; pl. 39, fig. 6,7.
1976 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Shumenko, pl. 28, fig. 3.
1976a- *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 133,136,137; pl. 1, fig. 7.
1977 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Verbeek, p. 118; pl. 11, fig. 8,9.
1977 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Kollmann *et al.*, p. 422; pl. 3, fig. 11.
1978 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Shafik, p. 217; fig. 3U; fig. 4G.
1980 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Barrier, p. 304-305; pl. 1, fig. 6-9; pl. 3, fig. 5,6.
1980 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Smith, p. 61-62; pl. 11, fig. 4-15.
1980 - *Marthasterites* sp. aff. *M. furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Smith, p. 61; pl. 10, fig. 23-25; pl. 11, fig. 1-3.
1980 - *Marthasterites simplex* Bukry, 1969.- Smith, p. 62, pl. 11, fig. 16-21.
1980 - *Marthasterites* sp.- Smith, p. 62-63; pl. 11, fig. 22-24.
1980 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Hattner & Wise, p. 65; pl. 25, fig. 7-9; pl. 41, fig. 4,5.
1982 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Crux, pl. 5.5, fig. 13; pl. 5.10, fig. 16.
1983 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Miller, p. 193; pl. 1, fig. 28-30.
1984 - *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre, 1959.- Stradner & Steinmetz, p. 597; pl. 6, fig. 1-7; pl. 26, fig. 1-4.

Descripción:

Nannolito triangular, de aspecto idéntico por ambas caras, con tres ramas cilíndricas que convergen en una parte central indiferenciada. Estas ramas son rectas o ligeramente arqueadas, con extremos simples o divididos en lóbulos o puntas no situados en el mismo plano. Las tres ramas parecen ser un sólo cristal de calcita que posee su eje c perpendicular al plano que constituyen entre sí.

Discusión:

Dada la orientación del eje c de la calcita en *M. furcatus*, esta especie aparece oscurecida cuando se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados. Esta característica lo diferencia de cualquier otra especie del Cretácico constituida por tres brazos.

Tamaño: Longitud máxima muy variable, entre 4.5-15m (usualmente comprendida entre 6-8m).

Distribución:

La práctica totalidad de los autores coinciden en asignar a esta especie una distribución Coniaciense inferior-Campaniense inferior. Perch-Nielsen (1985a) hace alusión a que esta especie no es reconocible en asociaciones mal preservadas o que presentan recalcificación. En el presente estudio, *M. furcatus* sólo ha sido reconocido en alguna de las secciones de edad Coniaciense-Santoniense que se caracteriza por presentar nannofloras con una disolución moderada a fuerte (Río Fardes). Algún otro espécimen muy mal preservado ha sido encontrado en secciones con nannofloras recalcificadas (sección de la Rambla de Mezquita, de edad Santoniense). Esto no hace más que corroborar la afirmación realizada por Perch-Nielsen (1985a) en cuanto al reconocimiento de esta especie. *M. furcatus* es, sin embargo, un excelente marcador zonal cuando está presente, y en este sentido es muy utilizado por multitud de autores quienes utilizan preferentemente su primera aparición en torno al límite Turoniense-Coniaciense. Esta primera aparición ha sido recientemente situada en el Turoniense superior por Crux (1982) y Gartner (in Robaszynski *et al.*, 1990) dentro de la parte alta de la Zona de *Marginotruncana sigali* de foraminíferos planctónicos. En el presente estudio, como ya he comentado, sólo se ha encontrado esta especie en algunas muestras de edad Coniaciense y Santoniense superior. Desde el punto de vista paleogeográfico, esta especie se encuentra presente en paleolatitudes bajas (Perch-Nielsen, 1985a), siendo muy dispersa su presencia en paleolatitudes altas (Crux, 1982).

Género *Palaeomicula* Varol & Jakubowski, 1989.

Especie tipo, por designación original: *Tetralithus quadrisphenus* Worsley, 1971, p. 1313; pl. 2, fig. 12-14.

Nannolitos compuestos por 4 elementos con forma de cuña (triangulares a subrectangulares) cuyas caras periféricas forman un contorno cuadrado cuando se observa en planta. Las suturas entre los elementos son rectas o algo curvadas e intersectan diagonalmente el contorno cuadrado de la forma.

Palaeomicula se diferencia de *Tetralithus* Gardet, 1955 por poseer todos sus elementos fuertemente birrefringentes cuando son observados al microscopio óptico con nícoles cruzados (*Tetralithus* presenta dos elementos birrefringentes y dos no birrefringentes). Se diferencia de Quadrum Prins & Perch-Nielsen in Manivit *et al.*, 1977, por poseer un sólo ciclo de elementos y suturas que cortan al contorno diagonalmente, en lugar de perpendicularmente. Se diferencia de *Micula* Vekshina, 1959 por poseer un sólo ciclo de elementos y por poseer una distribución de colores (usando lámina de yeso rojo I) inversa (ver Varol & Jakubowski, 1989). Se diferencia

de *Uniplanarius* Hattner & Wise, 1980 por presentar una morfología más cuadrada, un sólo ciclo de elementos y la ausencia de diafragma alguno.

Palaeomicula quadrisphena (Worsley, 1971) Varol & Jakubowski, 1989.

1971 - *Tetralithus quadrisphenus* Worsley, p. 1313; pl. 2, fig. 12-14.
1979 - *Tetralithus* sp.- Siesser, pl. 7, fig. 18-21.
1991 - *Palaeomicula* cf. *quadrisphena* (Worsley, 1971) Varol & Jakubowski, 1989.- Aguado *et al.*, fig. 3.26,3.27.

Descripción:

Nannolito compuesto por 4 elementos en forma de cuña (triangulares a subrectangulares) cuyas caras periféricas constituyen un contorno aproximadamente cuadrado cuando se observa en planta. Las suturas entre los elementos intersectan oblicuamente este contorno y son aproximadamente rectas o algo curvadas.

Discusión:

Los elementos de *P. quadrisphena* son fuertemente birrefringentes cuando se observan al microscopio óptico con luz polarizada y nícoles cruzados. En estas condiciones, las suturas aparecen curvadas formando una svástica. Algunos especímenes pueden presentar elementos alargados por efecto de la recalcificación. En el presente estudio, muchos de los especímenes encontrados presentaron elementos algo más alargados que los presentes en el holotipo (Worsley, 1971). Este alargamiento se ha achacado al efecto de la recalcificación.

Tamaño: Diámetro medio entre 5-7m.

Distribución:

Varol & Jakubowski (1989) asignan a esta especie una distribución Berriasiense-Valanginiense. Sin embargo, los especímenes figurados por Siesser (1979) como Tetralithus sp. proceden del Aptiense inferior. En el presente estudio se han encontrado morfologías asignables a esta especie desde el Berriasiense superior hasta el Aptiense inferior. Parece tratarse, desde el punto de vista de su distribución paleogeográfica, de una especie restringida a paleolatitudes bajas (Varol & Jakubowski, 1989).

Género *Percivalia* Bukry, 1969.

Especie tipo, por designación original: *Percivalia porosa* Bukry, 1969, p. 54, pl. 31, fig. 2-5.

Cocolitos elípticos con una corona marginal estrecha constituida por un número variable de elementos imbricados dextralmente. El área central aparece total o parcialmente cubierta por una estructura de varias gradas de elementos dispuestas concéntricamente.

Black (1973) creó una familia monogenérica (Percivaliaceae) para incluir este género. En el presente estudio, y siguiendo a Perch-Nielsen (1985) incluimos este género en el grupo *incertae sedis* por presentar ciertas afinidades con la familia

Arkhangelskiellaceae Bukry, 1969 y con la familia cenozoica Pontosphaeraceae.

Percivalia fenestrata (Worsley, 1971) Wise, 1983.

1971 - *Arkhangelskiella? fenestrata* Worsley, p. 1305; pl. 1, fig. 33-35.
1972 - *Reinhardtites fenestratus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, p. 437; pl. 8, fig. 1-12.
1976 - *Reinhardtites fenestratus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Thierstein, p. 351; pl. 3, fig. 3,4.
1979 - *Reinhardtites fenestratus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Siesser, p. 825; pl. 2, fig. 17; pl. 6, fig. 6,7.
1982 - *Reinhardtites fenestratus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Taylor, pl. 4.5, fig. 3.
1983 - *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, p. 508; pl. 28, fig. 6.
1987 - *Reinhardtites fenestratus* (Worsley, 1971) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972.- Erba & Quadrio, pl. 4, fig. 5,8.
1987 - *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.- Covington & Wise, p. 636; pl. 8, fig. 5.
1988 - non *Percivalia* cf. *P. fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.- Applegate & Bergen, pl. 11, fig. 13,15.
1989 - *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.- Bralower *et al.*, pl. 1, fig. 24-26.
1989 - *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.- Crux, p. 190; pl. 8.13, fig. 6-9.
1991 - *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983.- Aguado *et al.*, fig. 4.6-4.8.

Descripción:

Cocolitos elípticos (elipticidad entre 1.35-1.50) con una estrecha corona marginal constituida por un ciclo de 45-55 elementos con imbricación dextral. El área central es amplia y está totalmente cubierta por varios ciclos concéntricos de pequeños elementos de calcita. En vista proximal, los sucesivos ciclos van formando escalones o gradas hacia el centro de la forma. De este modo, el cocolito es cóncavo en vista proximal. En vista distal, los sucesivos ciclos concéntricos de elementos están situados casi a la misma altura, siendo ésta aproximadamente plana.

Discusión:

P. fenestrata se diferencia de *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1961) Reinhardt, 1967 por la ausencia de proceso central y por la típica estructura en gradas concéntricas de su área central. Se diferencia de *R. nebulosus* Bralower in Bralower *et al.*, 1989 por presentar una estructura en gradas concéntricas dentro del área central, sobre todo, en su cara proximal. Según Bralower *et al.* (1989), existe una línea evolutiva que arranca de *R. nebulosus* para dar lugar a *P. fenestrata*.

Tamaño: Longitud del diámetro mayor entre 6-8.5m.

Distribución:

Bralower *et al.*, (1989) sitúan la primera aparición de esta especie en el Berriasiense superior, dentro de la Zona de Boissieri de ammonites. La última aparición de esta especie tiene lugar, según la mayoría de los autores (Roth & Thierstein, 1972; Thierstein, 1976; Perch-Nielsen, 1979,1985). En el presente estudio se ha encontrado a *P. fenestrata* desde el Berriasiense superior (Zona de Boissieri de ammonites) hasta el Cenomaniense. En el presente estudio, y siguiendo a Bralower *et al.*, (1989) utilizamos la primera aparición de *P. fenestrata* para subdividir la Zona

de *Retecapsa angustiforata* de nannofósiles (Berriasiense superior). En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, esta especie es más abundante en paleolatitudes bajas, aunque también se encuentra en las altas (Taylor, 1982; Crux, 1989).

Género *Polycostella* Thierstein, 1971.

Especie tipo, por designación original: *Polycostella senaria* Thierstein, 1971, p. 484, pl. 1, fig. 1-6.

Nannolitos con morfología general cónica aplanada constituidos por un grupo de elementos ligeramente inclinados hacia un nicho proximal y formando de 6 a 8 crestas radiales sobre la superficie distal. La cara proximal es plana con un pequeño nicho o concavidad en el centro.

Polycostella beckmannii Thierstein, 1971.

1971a- *Polycostella beckmannii* Thierstein, p. 483-484; pl. 2, fig. 5-16.
1973 - *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971.- Roth, p. 729; pl. 25, fig. 10,11.
1976 - *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971.- Thierstein, p. 350; pl. 2, fig. 29,30.
1989 - *Polycostella beckmannii* Thierstein, 1971.- Bralower *et al.*, pl. 7, fig. 10-12.

Descripción:

Nannolito con morfología general cónica aplanada y contorno redondeado, constituido por un grupo de elementos dispuestos radialmente y ligeramente inclinados hacia un nicho proximal y formando de 6 a 8 crestas radiales sobre la superficie distal. La cara proximal es plana con un pequeño nicho o concavidad en el centro.

Discusión:

P. beckmannii se diferencia de *P. senaria* Thierstein, 1971 por poseer un contorno redondeado y una morfología más esférica en lugar de un contorno estrellado.

Tamaño: Diámetro entre 3-5m.

Distribución:

Según Thierstein (1971, 1973b, 1976) el rango estratigráfico de *P. beckmannii* sería Tithónico inferior-Berriasiense inferior. Bralower *et al* (1989) sitúan su última aparición, sin embargo, en el Tithónico terminal. En el presente estudio se ha encontrado esta especie desde el Tithónico inferior (Zona de Burkhardticeras de ammonites) hasta el Tithónico terminal (parte alta de la Zona de Durangites de ammonites). *P. beckmannii* es una especie cuya distribución paleogeográfica se encuentra limitada a paleolatitudes bajas, estando presente en todo el Dominio Tethysico. En el presente estudio se usa el biohorizonte de primera aparición de *P. beckmannii* como índice zonal para definir la base de la zona que lleva este nombre.

Polycostella senaria Thierstein, 1971.

1971a- *Polycostella senaria* Thierstein, p. 484; pl. 1, fig. 1-6.

Descripción:

Nannolito con morfología general cónica aplanada y contorno estrellado, constituido por un grupo de elementos dispuestos radialmente y ligeramente inclinados hacia un nicho proximal y formando 6 crestas radiales sobre la superficie distal. La cara proximal es plana con un pequeño nicho o concavidad en el centro.

Discusión:

P. senaria se diferencia de *P. beckmannii* Thierstein, 1971 por su contorno estrellado en lugar de circular y la presencia de 6 crestas sobre la superficie distal.

Tamaño: Diámetro entre 3-5m.

Distribución:

Thierstein (1971a) limitó el rango de esta especie al Berriasiense. Bralower *et al.* (1989) asignan a *P. senaria* un rango Tithónico medio-Tithónico superior. En el presente estudio se han encontrado muy escasos especímenes de *P. senaria* al final del Tithónico, en la Zona de Durangites de ammonites y algún otro, de asignación dudosa, en el Berriasiense inferior (Zona de Jacobi de ammonites).

Género *Rucinolithus* Stover, 1966.

Especie tipo, por designación original: *Rucinolithus hayi* Stover, 1966, p. 156,158, pl. 7, fig. 21; pl. 9, fig. 22.

Nannofósiles que presentan, vistos en planta, la apariencia de una roseta constituida por 6 o más elementos imbricados sinistralmente. Los elementos pueden unirse en el centro o pueden dejar una pequeña abertura axial. Cada segmento presenta orientación cristalográfica independiente por lo que, cuando se observa al microscopio óptico bajo nícoles cruzados, cada uno de ellos se oscurece por separado.

Rucinolithus se diferencia de *Braarudosphaera* Deflandre, 1947 y *Micrantholithus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954 por presentar 6 elementos imbricados en lugar de 5 yuxtapuestos. Se diferencia de *Hayesites* Manivit, 1971 emend. Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987, por presentar elementos imbricados sinistralmente en lugar de dextralmente.

Algunos autores (Perch-Nielsen, 1979d,1985a) incluyen el género *Rucinolithus* en la familia Polycyclolithaceae Forchheimer, 1972. En el presente estudio se ha preferido el uso de la mencionada familia en el sentido más restringido de Varol (1991), por lo que *Rucinolithus* ha sido situado en el grupo incertae sedis. En este momento, Rucinolithus incluye una serie de especies sin conexión estratigráfica y sin relaciones filogenéticas aparentes.

Rucinolithus hayi Stover, 1966.

1966 - *Rucinolithus hayi* Stover, p. 156,158; pl. 7, fig. 21; pl. 9, fig. 22.
1977 - non *Rucinolithus hayii* Stover, 1966.- Verbeek, p. 123; pl. 12, fig. 13.
1985 - *Rucinolithus hayii* Stover, 1966.- Monechi, p. 318; pl. 2, fig. 11A-B.

Descripción:

Nannofósil con morfología redondeada y aspecto de roseta constituido por 6 gruesos segmentos radiales con imbricación sinistral. Estos segmentos tienen forma de rombo a ligeramente lanceolados y convergen hacia el centro alrededor de una pequeña abertura axial que puede o no estar presente.

Discusión:

Stover (1966) creó el género *Rucinolithus* para incluir cuerpos con forma de roseta, compuestos por un ciclo de elementos (5-7, aunque el holotipo figurado presenta 6) imbricados que convergen en el centro o dejan una pequeña abertura cerrada. La diferencia fundamental entre *Rucinolithus* y *Lithastrinus* Stradner, 1962 estriba en la presencia de 2 ciclos de elementos en el último frente a un sólo ciclo en el primero. En el presente estudio se han encontrado numerosos especímenes que presentan, aparentemente, un sólo ciclo de (6-7) elementos imbricados y un área central pequeña ocupada por un diafragma de características muy similares al que posee el género *Lithastrinus* (*Rucinolithus* sp. 1 en el presente estudio). La presencia de este tipo de diafragma es, en opinión de Varol (1991), una característica propia únicamente de los Polycyclolithaceae. Por otro lado, el género *Rucinolithus* cuenta con algunas otras especies presentes sólo en el Cretácico inferior (*R. wisei* Thierstein, 1971; *R. terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987), y sin relación aparente con *R. hayi* (presente sólo en el Santoniense-Campaniense). Todo lo anteriormente expuesto me lleva a considerar la posibilidad de que *R. hayi* Stover, 1966 esté relacionado con la familia Polycyclolithaceae Forchheimer, 1972, y más estrechamente con el género *Lithastrinus*. Stover hace mención en su descripción de *R. hayi*, a formas con 5 elementos. Tales formas deben incluirse en la familia Braarudosphaeraceae Deflandre, 1947, y probablemente se trate de la especie *Bukryaster hayi* (Bukry, 1969) Prins in Prins & Sissingh, 1977. El concepto de *R. hayi* de Verbeek (1977) es bastante amplio, e incluye formas con 5 segmentos (*B. hayi*). Otra morfología probablemente relacionada con *L. grillii* Stradner, 1962 y/o con *R. hayi* es *Rucinolithus? magnus* Bukry, 1975.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 6-9m.

Distribución:

R. hayi es señalado por la mayoría de los autores (Stover, 1966; Verbeek, 1976a,1977; Perch-Nielsen, 1979d,1985a; Monechi, 1985) en el Santoniense-Campaniense. La primera aparición de esta especie en el Santoniense fue utilizada por Verbeek (1976a,1977) y posteriormente por otros autores como índice zonal. En el presente estudio se ha encontrado a *R. hayi* desde el Santoniense (parte inferior de la Zona de *Dicarinella asymetrica* de foraminíferos planctónicos) hasta el Campaniense medio (Zona de *Globotruncana ventricosa* de foraminíferos planctónicos). En la Cordillera Bética, la primera aparición de *R. hayi* parece un datum bastante fijo y extendido, por lo que se usa para establecer límites zonales. *R. hayi* parece ser una especie cuya distribución paleogeográfica está restringida a paleolatitudes bajas.

Rucinolithus magnus Bukry, 1975.

1975 - *Rucinolithus? magnus* Bukry, p. 690; pl. 3, fig. 12-14.
1983 - "Género y especie no identificados".- Varol, fig. 6.11,6.12.

1985 - *Rucinolithus magnus* Bukry, 1975.- Monechi, p. 318; pl. 2, fig. 1-3.
1986 - *Lithastrinus grilli* Stradner, 1962.- Aguado, p. 44-45; L. 2, fig. 10?,15?,18,19.

Descripción:

Nannofósil con morfología estrellada y aspecto de roseta constituido por 6 largos segmentos radiales de forma romboidal que se adelgazan hacia los extremos. Estos elementos presentan una ligera imbricación sinistral en la zona próxima al centro de la roseta. Al microscopio óptico, bajo nícoles cruzados, los elementos aparecen oscurecidos (extinguidos ópticamente) cuando se sitúan alineados con los ejes de polarización.

Discusión:

R. magnus se diferencia de *R. hayi* Stover, 1966 por poseer un tamaño mayor, unos elementos mucho más alargados y un menor grado de imbricación central.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 10-20m (usualmente en torno a 12-16m).

Distribución:

Se trata de una especie poco conocida, citada hasta el momento únicamente por Bukry (1975) y Monechi (1985) en sedimentos de edad Campaniense del Océano Pacífico noroccidental. En el presente estudio se ha encontrado a *R. magnus* a lo largo del Campaniense inferior y medio (Zonas de *Globotruncanita elevata* y *Globotruncana ventricosa* de foraminíferos planctónicos, Zonas de *B. parca*, *C. aculeus* y *U. gothicus* de nannofósiles). Se trata, sin embargo, de una especie poco abundante y de un registro poco continuo. Desde el punto de vista de su distribución paleogeográfica, no deja de ser curioso que esta especie sólo haya sido citada anteriormente (al menos hasta donde llega mi conocimiento) en sedimentos de edad Campaniense del Océano Pacífico noroccidental.

Rucinolithus terebrodentarius Applegate, *et al.* in Covington & Wise, 1987.

1987 - *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, p. 632,633; pl. 17, fig. 7,8; pl. 18, fig. 5-7; pl. 19, fig. 1-4.
1988 - *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Applegate & Bergen, p. 316; pl. 6, fig. 1-8.
1989 - *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Bralower *et al.*, pl. 7, fig. 1-6.
1991 - *Rucinolithus terebrodentarius* Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987.- Aguado *et al.*, fig. 4.16,4.17,5.13.

Descripción:

Nannolito de morfología esferoidal algo aplastada, compuesto por unos 10 elementos monocristalinos euhedrales que se interpenetran. Estos elementos se disponen en forma circular o espiralada entorno a un eje polar y presentan habitualmente inclinación sinistral. Los especímenes presentan unos 10 elementos por ciclo y de uno a dos ciclos por individuo.

Discusión:

R. terebrodentarius se diferencia de *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973 por presentar una morfología más globular, por poseer un mayor número de elementos y mostrar una construcción regular espiral que no está presente en la segunda. Precisamente esa morfología regular espiral, con aspecto de roseta permite su inclusión en el género *Rucinolithus Stover*, 1966.

Tamaño: Longitud del diámetro entre 5-8m.

Distribución:

Applegate *et al.* (in Covington & Wise, 1987) describieron esta especie en el Barremiense-Aptiense inferior del Atlántico noroccidental (DSDP Leg 93, Site 603). Posteriormente, Applegate & Bergen (1988) citaron esta especie en sedimentos de edad equivalente, procedentes del margen de Galicia (ODP Leg 103). En el presente estudio se ha encontrado en muestras de edades comprendidas entre Barremiense inferior y Aptiense inferior. Se trata, sin embargo, de una especie relativamente poco frecuente y de un registro discontinuo. Applegate *et al.* (in Covington & Wise, 1987) relacionaron su presencia con litologías más calcáreas y con sedimentos turbidíticos. En lo que respecta a su distribución paleogeográfica, hasta el momento *R. terebrodentarius* sólo ha sido citado en el Atlántico (Covington & Wise, 1987; Applegate & Bergen, 1988) y en la Cordillera Bética (Aguado *et al.*, 1991).

Rucinolithus wisei Thierstein, 1971.

1971 - *Lithastrinus moratus* Stover, 1966.- Worsley, p. 1309; pl. 2, fig. 1-3.
1971a- *Rucinolithus wisei* Thierstein, p. 482; pl. 4, fig. 11-15.
1976 - *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.- Thierstein, p. 353; pl. 3, fig. 21,22.
1978 - non *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.- Roth, pl. 1, fig. 13.
1979 - *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.- Manivit, pl. 7, fig. 11.
1987 - *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.- Covington & Wise, p. 637; pl. 18, fig. 1-4.
1988 - *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971.- Applegate & Bergen, p. 319; pl. 29, fig. 16-20.

Descripción:

Nannolito de morfología estrellada, con 6 robustos elementos asimétricos de bordes rectos dispuestos radialmente en forma de roseta e imbricados sinistralmente. En vista distal el borde izquierdo de cada una de los elementos presenta, desde el centro, inclinación en el sentido de las agujas del reloj.

Discusión:

R. wisei se diferencia de *R. hayi* Stover, 1966 por presentar, en general, un menor tamaño y unos elementos más asimétricos y limitados por bordes rectos.

Tamaño: Diámetro muy variable, entre 5-9m.

Distribución:

Thierstein (1971a,1973a,1976) atribuyó a esta especie un rango Berriasiense inferior-Valanginiense inferior. Roth (1983), Covington & Wise (1987) y Applegate & Bergen (1988) citan a *R. wisei* en sedimentos del Berriasiense superior y Valanginiense inferior. Bralower *et al.* (1989) sitúan su primera aparición en el

Berriasiense superior (Zona de Boissieri de ammonites) y su última aparición en el Valanginiense inferior. En el presente estudio se ha encontrado a *R. wisei* desde el Berriasiense superior (Zona de Boissieri de ammonites, Subzona de *A. infracretacea* de nannofósiles) hasta el Valanginiense inferior (Zona de Salinarium de ammonites, Subzona de *R. wisei* de nannofósiles). Se trata, en general, de una especie relativamente escasa en los niveles próximos a su desaparición. Bralower *et al.* (1989) utilizan la última aparición de esta especie para definir el techo de su Subzona de *R. wisei* (NK-3A). En el presente estudio también se utiliza la desaparición de *R. wisei* como marcador zonal dentro del Valanginiense inferior (ver capítulo sobre bioestratigrafía y zonación). En lo que respecta a la distribución paleogeográfica, *R. wisei* está presente en sedimentos de paleolatitudes bajas (Thierstein, 1976; Bralower *et al.*, 1989) y está totalmente ausente en paleolatitudes altas.

Rucinolithus sp. 1.

Descripción:

Nannofósil con morfología redondeada y aspecto de roseta constituido por 7 gruesos segmentos radiales con imbricación sinistral. Estos segmentos tienen forma de rombo a ligeramente lanceolados y convergen hacia el centro en torno a una pequeña abertura axial que presenta frecuentemente un diafragma formado por pequeños elementos radiales.

Discusión:

Rucinolithus sp. 1 se diferencia de *R. hayi* por presentar 7 elementos radiales romboidales (en lugar de 6) y una abertura central cubierta por un pequeño diafragma formado por elementos radiales. Se diferencia de *Lithastrinus moratus* Stover, 1966 por poseer (al menos aparentemente) un sólo ciclo de elementos.

Tamaño: Diámetro entre 7-9m.

Distribución:

Rucinolithus sp. 1 está presente, como especie de abundancia variable, en sedimentos de edad Coniaciense-Santoniense inferior.

Clase Dinophyceae

Orden Peridiniales

Familia Calciodinelloideae Deflandre, 1947.

Dinoflagelados que presentan quistes calcáreos, constituidos por diminutos cristales de calcita, en lugar de quistes de naturaleza orgánica (celulosa).

Género *Thoracosphaera* Kamptner, 1927.

Quistes de dinoflagelados calcáreos aproximadamente esféricos que presentan una *archaeophyla* apical redondeada. La pared del quiste está constituida

por diminutos cristales de calcita dispuestos aproximadamente de modo radial. El diámetro de los quistes oscila entre 8-45m.

Aunque realmente se trata de quistes de dinoflagelados, calcáreos (Fütterer, 1976,1984,1990) se han incluido en este estudio, por su importancia en la determinación del límite Cretácico-Terciario. En efecto, coincidiendo con el límite Maastrichtiense-Daniense, y en la extrema base de este último piso, se produce una brusca explosión en la abundancia de *Thoracosphaera* spp. Este fenómeno está ampliamente difundido y conocido a nivel mundial (Bramlette & Martini, 1964, Perch-Nielsen, 1972a,1979a-d,1981a-c,1982a,b; Perch-Nielsen & Pavsic, 1979; Perch-Nielsen *et al.*, 1981,1982; Tappan, 1980; Herm *et al*, 1981; Thierstein, 1981,1982a,b; Lamolda *et al.*, 1984; Toumarkine *et al.*, 1984; Aguado, 1986; Pospichal & Wise, 1990b; Goróstidi & Lamolda, 1991; Eshet *et al.*, 1992). Eshet *et al.* (1992) interpretan que los aumentos bruscos en la abundancia del género *Thoracosphaera* con respecto a otros grupos de dinoflagelados con quistes orgánicos, en el límite Cretácico-Terciario, corresponden a momentos de crisis con condiciones medioambientales adversas. *Thoracosphaera* no es el único género de la familia Calciodinelloideae que está presente en el Cretácico, sino que muchos de los fósiles calcáreos de morfología globular referidos como Stomiosphaeridae, Cadosinidae, Pithonellidae o Calcisphaerulidae en la clasificación zoológica, pueden ser estadios enquistados (Keupp, 1979,1980; Tappan, 1980).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Adelseck, C. H. Jr., Geehan, G. W. & Roth, P. H. 1973: Experimental evidence for the selective dissolution and overgrowth of calcareous nannofossils during diagenesis. *Bull. geol. Soc. Amer.*, **84**:2755-2762.

Aguado, R. 1986: *Nannoplancton calcáreo del Santoniense superior-Paleoceno de las Cordilleras Béticas. Bioestratigrafía*. Tesis de Licenciatura. Univ. Granada. (no publicada).

Aguado, R., Company, M., Martín-Pérez, J. A., Martínez-Gallego, J., O'Dogherty, L. & Sandoval, J. 1988: Bioestratigrafía integrada del Barremiense-Aptiense del sector de Campillo de Arenas (Subbético Medio). Ejemplo de aplicación al análisis de cuencas. *II Congreso SGE. Simposio: Nuevas tendencias en el análisis de cuencas*, 195-204.

Aguado, R., Company, M., O'Dogherty, L., Sandoval, J. & Tavera, J. M. 1992a: Biostratigraphic analysis of the pelagic Barremian/Aptian in the Betic Cordillera (Southern Spain). Prelimiary data. *Cret. Res.*, (en prensa).

Aguado, R. & Martínez-Gallego, J. 1988: Propuesta de zonación del Santoniense superior - Maastrichtiense de las Cordilleras Béticas basada en nannoplancton calcáreo. *II Congreso SGE. Comunicaciones.*, **1**:233-236.

Aguado, R. & Martínez-Gallego, J. 1990: Nannoplancton calcáreo y foraminíferos planctónicos del Albiense superior de Mallorca. *Rev. Esp. Micropaleontol.*, **22(3)**:347-359.

Aguado, R., Molina, J. M. & O'Dogherty, L. 1992b: Bioestratigrafía y litoestratigrafía de la Formación Carbonero (Barremiense-Albiense?) en la transición Subbético Externo-Subbético Medio (Sur de Jaén). *Cuad. Geol. Iber.*, (en prensa).

Aguado, R., O'Dogherty, L., Rey, F. J. & Vera, J. A. 1991: Turbiditas calcáreas del Cretácico al Norte de Vélez Blanco (Zona Subbética): Bioestratigrafía y génesis. *Rev. Soc. Geol. España*, **4(3-4)**:271-304.

Applegate, J., & Bergen, J. A. 1988: Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. In: *Proceedings ODP Scientific Results* (G. Boillot, E. L. Winterer, *et al.* Eds.), **103**:293-348.

Applegate, J. L., Bergen, J. A., Covington, J. M. & Wise, S. W. Jr. 1989: Lower Cretaceous calcareous nannofossils from continental margin drill sites off North Carolina (DSDP Leg 93) and Portugal (ODP Leg 103): a comparison. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 212-222. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Arkhangelsky, A. D. 1912: Upper Cretaceous deposits of east European Russia. *Mater. Geol. Russ.*, **25**:1-631.

Azéma, J. 1966: Géologie des confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne). *Bull. Soc. géol. France*, **8**:80-86.

Azéma, J. 1977: *Étude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne)*. Thèse Univ. Paris, 396 pp.

Azema, J., Foucault, A., Fourcade, E., García-Hernández, M., González-Donoso, J. M., Linares, A., Linares, D., López-Garrido, A. C., Rivas, P. & Vera, J. A. 1979: *Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas*. Univ. Granada. 83 p.

Barnard, T. & Hay, W. W. 1974: On Jurassic coccoliths: a tentative zonation of the Jurassic of southern England and northern France. *Eclogae geol. Helv.*, **67(3)**:563-585.

Barrier, J. 1980: A revision of the stratigraphic distribution of some Cretaceous coccoliths in Texas. *J. Paleontol.*, **54(2)**:289-308.

Barron, E. J. 1987: Cretaceous plate tectonic reconstructions. *Palaeogeogr., Paleoclimatol., Palaeoecol.*, **59**:3-29.

Barron, E. J., Harrison, C. G. A., Sloan II, J. L. & Hay, W. W. 1981: Paleogeography, 180 million years ago to the present. *Eclogae geol. Helv.*, **74(2)**:443-470.

Barron, E. & Peterson, W. H. 1989: Model simulation of the Cretaceous ocean circulation. Science, **244**:684-686.

Berger, W. H., Vincent, E. & Thierstein, H. R. 1981: The deep-sea record: major steps in Cenozoic ocean evolution. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Special Publication*, **32**:489-504.

Berger, W. H. & Winterer, E. L. 1974: Plate stratigraphy and the fluctuating carbonate line. *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, **1**:11-48.

Berggren, W. A. & Hollister, C. D. 1977: Plate tectonics and paleocirculation - commotion in the ocean. *Tectonophysics*, **38**:11-48.

Birkelund, T., Hankock, J. M., Hart, M. B., Rawson, P. F., Remane, J., Robaszynski, F., Schmid, F. & Surlyk, F. 1984: Cretaceous stage boundaries - Proposals. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **33**:3-20.

Black, M. 1964: Cretaceous and Tertiary coccoliths from Atlantic seamounts. *Palaeontology*, **7(2)**:306-316.

Black, M. 1965: Coccoliths. *Endeavour*, **24**:131-137.

Black, M. 1967: New names for some coccolith taxa. *Proc. Geol. Soc. London*, **59**:173-216.

Black, M. 1971: Coccoliths of the Speeton Clay and Sutterby Marl. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, **38**:381-424.

Black, M. 1972: British Lower Cretaceous coccoliths 1. Gault Clay. *Paleontographical Society Monograph*, **126**:1-48.

Black, M. 1973: British Lower Cretaceous coccoliths 1. Gault Clay. *Paleontographical Society Monograph*, **127**:49-112.

Black, M. 1975: British Lower Cretaceous coccoliths 1. Gault Clay. *Paleontographical Society Monograph*, **128**:113-142.

Black, M. & Barnes, B. 1959: The structure of coccoliths from the English chalk. *Geol. Mag.*, **96(5)**:321-329.

Blumenthal, M. 1927: Versuch einer tektonischen gliederung der betischen Cordilleren von Central -und Südwest- Andalusien. *Eclogae geol. Helv.*, **20(4)**:487-532.

Bolli, H. M., Saunders, J. B. & Perch-Nielsen, K. 1985: Comparison of zonal schemes for different fossil groups. In: *Plankton stratigraphy* (H. M. Bolli, J. B. Saunders & K. Perch-Nielsen Eds.), 3-10. Cambridge University Press, Cambridge.

Bown, P. R. & Cooper, M. K. E. 1989: Conical calcareous nannofossils in the Mesozoic. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 98-106. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Bown, P. R., Cooper, M. K. E. & Lord, A. R. 1988: A calcareous nannofossl biozoation scheme for the early to mid Mesozoic. *Newsl. Stratigr.*, **20(2)**:91-114.

Braarud, T., Deflandre, G, Halldall, P. & Kampter, E. 1955: Terminology, nomenclature and systematics of the coccolithophoridae. *Micropaleontology*, **1(2)**:157-159.

Braga, J. C., Company, M., Linares, A., Rivas, P., Sandoval, J. 1982: Contribución al conocimiento bioestratigráfico del Hauteriviense-Barremense en la región de Jaén. *Cuad. Geol. Iber.*, **8**:677-689.

Bralower, T. J. 1987: Valanginian to Aptian calcareous nannofossil stratigraphy and correlation with the upper M-sequence magnetic anomalies. *Mar. Micropaleontol.*, **11**:293-310.

Bralower, T. J. 1990: Lower Cretaceous calcareous nannofossil stratigraphy of the Great Valley Sequence, Sacramento Valley, California. *Cret. Res.*, **11**:101-123.

Bralower, T. J. & Sliter, W. V. 1991: Dysoxic/anòxic events in the Aptian-Albian (Middle Cretaceous). *Proc. 4th INA Conference, Praga 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:42-43.

Bralower, T. J. & Thierstein, H. R. 1984: Low productivity and slow deep-water circulation in mid-Cretaceous oceans. *Geology*, **12**:614-618.

Bralower, T., Monechi, S. & Thierstein, H. R. 1989: Calcareous nannofossil zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary interval and correlation with the geomagnetic polarity timescale. *Mar. Micropaleontol.*, **14**:153-235.

Bramlette, M. N. & Martini, E. 1964: The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. *Micropaleontology*, **10(3)**:291-322.

Brönnimann, P. 1955: Microfossils incertae sedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba. *Micropaleontology*, **1**:28-51.

Bukry, D. 1969: Upper Cretaceous coccoliths from Texas and Europe. *Univ. Kansas Paleontol. Contrib.*, **51**:1-79.

Bukry, D. 1974: Coccoliths as paleosalinity indicators- Evidence from Black Sea. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **20**:353-363.

Bukry, D. 1974: Cretaceous and Paleogene coccolith stratigraphy, Deep Sea Drilling Project, Leg 26. In: *Init. Repts. DSDP* (T. A. Davies, B. P. Luyendyck, *et al*. Eds.), **26**:669-673. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Bukry, D. & Bramlette, M. N. 1969: Coccolith age determinations Leg 1, Deep Sea Drilling Project. In: *Init. Repts. DSDP* (Eds.), **1**:369-387. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Bukry, D. & Bramlette, M. N. 1970: Coccolith age determiations Leg 3, Deep Sea Drilling Project. In: *Init. Repts. DSDP* (Eds.), **3**:589-611. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Bukry, D. & Kennedy, M. P. 1968: Cretaceous and Eocene coccoliths at San Diego, California. *California Div. Mines Geol. Spec. Repts.*, **100**:33-43.

Bukry, D., Kling, S. A., Horn, M. K. & Manheim, F. T. 1970: Geological significance of coccoliths in fine-grained carbonate bands of postglacial Black Sea sediments. *Nature*, **226**:156-158.

Burnett, J. 1990: A new nannofossil scheme for the Boreal Campanian. *INA Newsletter*, **12(3)**:67-70.

Burnett, J. 1991: Integrating biostratigraphical zonations. *Proc. 4th INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:43-44.

Burns, D. A. 1974: Changes in the carbonate component of recent sediments with depth: a guide

to paleonvironmental interpretation. *Marine Geology*, **16**:M13-M19.

Burns, D. A. 1975: Changes in nannofossil morphology by diagenetic processes in Cretaceous chalk deposits. *J. Geol.*, **18(3)**:469-476.

Burns, D. A. 1976: Nannofossils from the Lower and Upper Cretaceous chalk deposits, Nettleton Lincolnshire, England. *Rev. Esp. Micropaleontol.*, **8(2)**:279-300.

Bybell. L. M. & Gartner, S. 1972: Provincialism among mid-Eocene calcareous nannofossils. *Micropaleontology*, **18(3)**:319-336.

Callomon, J. H. 1984: Biostratigraphy, chronostratigraphy and all that-again. *Int. Symp. Jurassic Stratigr. (Erlangen, september 1984)*, 611-624.

Caratini, C. 1963: *Contribution à l'étude des coccolithes du Cénomanien supérieur et du Turonien de la région de Rouen*. Thèse, Faculté des Sciences, Université d'Alger (Publ. du Laboratoire de Géologie Appliquée), 1-61.

Caron, M. 1967: Etude biométrique et statistique de plusieurs populations de Globotruncanidae. 2.- Le sous-genre Rotalipora (Thalmanninella) dans l'Albien supérieur de la Breggia (Tessin). *Eclogae geol. Helv.*, **60(1)**:47-79.

Caron, M. 1985: Cretaceous planktic foraminifera. In: *Plankton stratigraphy* (H. M. Bolli, J. B. Saunders & K. Perch-Nielsen Eds.), 17-86. Cambridge University Press, Cambridge.

Cepek, P. 1970: Zur vertikalverbreitung von Coccolithen -Arten in der Oberkreide NW-Deutschlands. *Geol. Jb.*, **88**:235-264.

Cepek, P. 1975: Die Kreide-coccolithen aus der referenz-lokalität der Sepur-Folge bei Lanquin in Guatemala. *Geol. Jb.*, **14**:87-109.

Cepek, P. 1981: Mesozoic calcareous nannoplankton stratigraphy of the central north Pacific (mid Pacific mountains and Hess Rise), DSDP Leg 62. In: *Init. Repts. DSDP* (J. Thiede, T. L. Vallier, *et al.* Eds.), **62**:397-418. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Cepek, P. & Hay, W. W. 1969: Calcareous nannoplankton and biostratigraphic subdivision of the Upper Cretaceous. *Trans. Gulf Coast Assoc. geol. Soc.*, **19**:323-336.

Cepek, P. & Hay, W. W. 1970: Zonation of the Upper Cretaceous using calcareous nannoplankton. *Paläobotanik*, **3(3-4)**:333-340.

Cepek, P. & Kemper, E. 1981: Der blattertonstein des Nordwestdeutschen Barreme un die bedeutung des nannoplanktons fur die fein laminierten, anoxisch entstandenen gesteine. *Geol. Jb.*, **A58**:3-13.

Cita, M. B. & Pasquaré, G. 1959: Studi stratigrafici sul sistema Cretaceo in Italia. Nota IV. Osservazioni micropaleontologiche sul Cretaceo delle Dolomiti. *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, **65**:385-442.

Clocchiatti, M. 1971: Sur l'existence de coccosphères portant de coccolithes de Gephyrocapsa oceanica et de Emiliania huxleyi (coccolithophoridés). *C. r. Seances Acad. Sci. Paris*, **273**:318-321.

Colom, G. 1945: *Nannoconus steinmanni* Kamptner y *Lagena colomi* De Lapparent. *Publ. Inst. Geol.* ("Miscelánea Almera") 123-132.

Colom, G. 1948: Fossil tintinnids: Loricated Infusoria of the order of the Oligotricha. *J. Paleontol.*, **22**:233-260.

Colom, G. 1968: Los Nannoconus. Historia de su hallazgo y conocimiento. *Pub. Dpt. Paleontol. Univ. Madrid*, **5**:1-10.

Comas, M. C. 1978: *Sobre la Geología de los Montes Orientales. Sedimentación y evolución paleogeográfica desde el Jurásico al Mioceno inferior (Zona Subbética, Andalucía)*. Tesis Doct. Univ. Bilbao, 323 p. (no publicada).

Company, M. 1982: Contribución a la bioestratigrafía del Valanginiense en las Cordilleras Béticas. *Cuad. Geol. Iber.*, **8**:665-676.

Company, M. 1987: *Los ammonites del Valanginiense del Sector oriental de las Cordilleras Béticas (SE de España)*. Tesis Doct. Univ. Granada, 294 p.

Company, M., Sandoval, J. & Tavera, J. M. 1992: Secuencias deposicionales en el Barremiense-Aptiense inferior de la Sierra del Corque (Cordillera Bética). Consideraciones paleogeográficas. *Rev. Soc. geol. España*, (en prensa).

Company, M., Tavera, J. M. 1982: Los ammonites del tránsito Berriasense-Valanginiense en la región de Cehegin (provincia de Murcia, SE de España). *Cuad. Geol. Iber.*, **8**:651-664.

Cooper, M. K. E. 1989: Nannofossil provincialism in the Late Jurassic-Early Cretaceous (Kimmeridgian to Valanginian) Period. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 223-246. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Cooper, M. K. E. 1990: A revision of the stratigraphic history of the genus Stephanolithion. *INA Newsletter*, **12(2)**:17-20.

Covington, J. M. 1991: Nannofossils of the Upper Cretaceous Niobara Formation, Western Interior North America. *Proc. 4th INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:46.

Covington, J. M. & Wise, S. W., Jr. 1987: Calcareous nannofossil biostratigraphy of a Lower Cretaceous deep sea fan complex: Deep Sea Drilling Project Leg 93, Site 603, lower continental rise off Cape Hatteras. In: *Init. Repts. DSDP* (J. E. Van Hinte, S. W. Wise, Jr., *et al.* Eds.), **93**:617-660. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Crux, J. A. 1981: New calcareous nannofossil taxa from the Cretaceous of south east England. *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **10**:633-640.

Crux, J. A. 1982: Upper Cretaceous (Cenomanian to Campanian) calcareous nannofossils. In: *A stratigraphical index of calcareous nannofossils* (A. R. Lord Eds.), 81-135. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Crux, J. A. 1984: Biostratigraphy of Early Jurassic calcareous nannofossils from southwest Germany. *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, **169**:160-186.

Crux, J. A. 1989: Biostratigraphy and palaeogeographical appications of Lower Cretaceous nannofossils from north-western Europe. In: *Nannofossils and their applicatons* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 143-211. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Crux, J. A. 1991: Calcareous nannofossils recovered by Leg 114 in the subantarctic South Atlantic Ocean. In: *Proc. ODP Sci. Results* (P. F. Ciesielski, Y. Kristoffersen, *et al.* Eds.), **114**:155-177..

Deflandre, G. 1939: Les Stéphanolithes, représentants d'un type nouveau de coccolithes du Jurassique supérieur. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **208**:1331-1334.

Deflandre, G. 1947: Braarudosphaera nov. gen., type d'une famille nouvelle de coccolithophoridés actuels à éléments composites. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **225**:439-441.

Deflandre, G. 1950: Observations sur les coccolithophoridés, à propos d'un nouveau type de Braarudosphaeridé, Micrantholithus, a éléments clastiques. *C. r. Acad. Sci. Paris*, **231**:1156-1158.

Deflandre, G. 1952a: Coccolithophoridés. In: *Traité de Paléontologie* J. Piveteau (Ed.), **1**:107-115.

Deflandre, G. 1952b: Classe des coccolithophoridés. In: *Traité de Zoologie* P.P. Grassé (Ed.), **1**:439-470.

Deflandre, G. 1959: Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Rev. Micropaleontol.*, **2**:127-152.

Deflandre, G. 1963: Sur les Microrhabdulidés, famille nouvelle de nannofossiles calcaires. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **256**:3484-3486.

Deflandre, G. 1966: Commentaires sur la systématique et la nomenclature des nannofossiles calcaires. I généralités. *Cah. Micropaleontol.*, **3**:1-9.

Deflandre, G. 1971: Remarques et compléments rélatifs à la note de Mme. M. Clocchiatti sur les coccosphères hétéromorphes. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **273**:322-323.

Deflandre, G. & Durrieu, L. 1957: Application de la technique d'empreintes de carbone à la systématique des coccolithophoridés fossiles. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **244**:2948-2951.

Deflandre, G. & Fert, Ch. 1952: Sur la structure fine de quelques coccolithes fossiles observés au microscope éléctronique. Signification morphogénétique et application à la systématique. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **234**:2100-2102.

Deflandre, G. & Fert, Ch. 1953a: Application du microscope éléctronique a l'étude des coccolithophoridés. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **88**:301-313.

Deflandre, G. & Fert, Ch. 1953a: Etude des coccolithophoridés des vases actuelles au microscope éléctronique. Orientation des particules élémentaires de calcaire en rapport avec les notions d'Heliolithae et d'Ortolithae. *C. r. Séances Acad. Sci. Paris*, **236**:328-330.

Deflandre, G. & Fert, Ch. 1954: Observations sur les coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et éléctronique. *Ann. Paleontol.*, **40**:115-176.

Delacotte, O., Renard, M., Laj, C., Perch-Nielsen, K., Premoli-Silva, I. & Clauser, S. 1985: Magnétostratigraphie et biostratigraphie du passage Crétacé-Tertiaire de la coupe de Bidart (Pyrénées Atlantiques). *Géologie de la France*, **3**:243-254.

Déres, F. & Achériteguy, J. 1972: Contribution à l'étude des Nannoconidés dans le Crétacé inférieur du Bassin d'Aquitaine. *Mem. Bur. Rech. geol. minieres*, **77**:155-163.

Déres, F. & Achériteguy, J. 1980: Biostratigraphie des Nannoconidés. *Bull. Cent. Rech. S.N.E.A.*, **4**:1-53.

Dingus, L. 1984: Effects of stratigraphic completeness on interpretations of extinction rates across the Cretaceous-Tertiary boundary. *Paleobiology*, **10(4)**:420-438.

Doeven, P. H. 1983: Cretaceous nannofossil stratigraphy and paleoecology of the Canadian Atlantic Margin. *Bull. geol. Surv. Can.*, **356**:1-70.

Doeven, P. H., Gradstein, F. M., Jackson, A., & Agterberg, F. D. 1982: A quantitative nannofossil range chart. *Micropaleontology*, **28(1)**:85-92.

Erba, E. 1987: Mid-Cretaceous pelagic facies from the Umbrian-Marchean Basin: what do

calcareous nannofossils suggest?. *INA Newsletter*, **9**:52-53.

Erba, E. 1988: Aptian-Albian calcareous nannofossil biostratigraphy of the scisti a fucoidi cored at Piobbico (Central Italy). *Riv. It. Paleont. Strat.*, **94**:249-284.

Erba, E. 1989: Upper Jurassic to Lower Cretaceous nannoconus distribution in some sections from northern and central Italy. *Mem. Sci. Geol. Padova*, **41**:255-261.

Erba, E. & Quadrio, B. 1987: Biostratigrafia a nannofossili calcarei, calpionellidi e foraminiferi planctonici dela Maiolica (Titoniano superiore-Aptiano) nelle Prealpi bresciane (Italia settentrionale). *Riv. It. Paleont. Strat.*, **93(1)**:3-108.

Eshet, Y., Moshkovitz, S., Habib, D., Benjamini, C. & Magaritz, M. 1992: Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy across the Cretaceous/Tertiary boundary at Hor Hahar, Israel. *Mar. Micropaleotol.*, **18**:199-228.

Fallot, P. 1931: Contribution à l'étude du Jurassique supérieur subbétique. *Bol. Soc. española Hist. Nat.*, **31**:113-132.

Fallot, P. 1943: *El Sistema Cretácico en las Cordilleras Béticas*. CSIC, Madrid, 110 pp.

Fallot, P. 1945: *Estudios geológicos en la Zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*. CSIC, Madrid, 719 pp.

Farinacci, A. 1971: Coccolith terminology. In: *Proc. II Planktonic Conference* (A. Farinacci Eds.), **2**:1348-1359. Edizioni Tecnoscienza, Roma.

Faris, M. 1984: Biostratigraphy of the Upper Cretaceous-Lower Tertiary succession of Duwi Range, Quseir district, Egypt. *Rev. Micropaleontol.*, **27(2)**:107-112.

Filewicz, M. V. 1986: Late Cretaceous (Santonian/Campanian) calcareous nannofossils from the Forbes formation along Salt Creek, Western Sacramento Valley, California. In: *Cretaceous Stratigraphy Western North America, Pacific section, Soc. Econ. Paleontol.* Mineral. (P. L. Abbott Eds.), 153-160.

Fiorentino, A. 1991: Aspects of Maastrichtian nannofossil biostratigraphy in the Hor Hahar section, Southern Israel. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:47-48.

Flores, J. A., Gorostodi, A., & Lamolda, M. 1986: Nanoflora y bioestratigrafía del paso Coniaciense - Santoniense en Alava noroccidental. *Paleontologia i Evolució*, **20**:151-163.

Forchheimer, S. 1968: Die coccolithen des Gault-Cenoman, Cenoman und Turon in der bohrung Höllviken I, sudwest-Schweden. *Sver. geol. Unders. Ser C*, **62(6)**:1-84.

Forchheimer, S. 1970: Scanning electron microscope studies of some Cenomanian coccospheres and coccoliths from Bornholm (Denmark) and Köpingsberg (Sweden). *Sver. geol. Unders. Ser C*, **64(4)**:1-43.

Forchheimer, S. 1972: Scanning electron microscope studies of Cretaceous coccoliths from the Köpingsberg borehole No. 1, SE Sweden. *Sver. geol. Unders. Ser C*, **65**:1-141.

Forchheimer, S. & Stradner, H. 1973: Scampanella, eine neue gattung kretazischer nannofossilien. *Verh. Geol. B.-A.*, **2**:285-289.

Fütterer, D. K. 1976: Kalkige dinoflagellaten ("Calciodinelloideae") und die systematische stellung der Thoracosphaeroideae. *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, **151**:119-141.

Fütterer, D. K. 1984: Pithonelloid calcareous dinoflagellates from the Upper Cretaceous and Cenozoic of the southeastern Atlantic ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 74. In: *Init. Repts. DSDP* (T. C. Moore Jr., P. D. Rabinowitz, *et al.* Eds.), **74**:533-541. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Fütterer, D. K. 1990: Distribution of calcareous dinoflagellates at the Cretaceous-Tertiary boundary of Queen Maud Rise, Eastern Weddell Sea, Antarctica (ODP Leg 113). In: *Proc. ODP Sci. Results* (P. F. Barker, J. P. Kennett, *et al.* Eds.), **113**:533-548.

García-Hernández, M., López-Garrido, A. C., Rivas, P., Sanz de Galdeano, C., y Vera, J. A. 1980: Mesozoic paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. *Geol. Mijnb.*, **59**:155-168.

García-Hernández, M., Rey, J. & Vera, J. A. 1989: Diques neptúnicos de edad cretácica en la Sierra de Quípar (Subbético Externo, Prov. Murcia). *Rev. Soc. Geol. España*, **2**:85-93

Gartner, S. Jr. 1968: Coccoliths and related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. *Univ. Kansas Paleontol. Contrib.*, **48**:1-56.

Gartner, S. Jr. & Gentile, R. 1972: Problematic Pennsylvanian coccoliths from Missouri. *Micropaleontology*, **18(4)**:401-404.

Gartner, S. Jr. & Keany, J. 1978: The terminal Cretaceous event: a geologic problem with an oceanographic solution. *Geology*, **6**:708-712.

Gartner, S. Jr. & Mcguirk, J. P. 1979: Terminal Cretaceous extinction scenario for a catastrophe. *Science*, **206**:1272-1276.

Geel, T. 1966: Biostratigraphy of Upper Jurassic and Cretaceous sediments near Caravaca (SE Spain) with special emphasis on Tintinnina and Nannoconus. *Geol. Mijnbouw*, **45**:375-385.

Ghidalia, 1987:

Girgis, M. H. 1989: A morphometric analysis of the Arkhangelskiella group and its stratigraphical and paleoenvironmental importance. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 327-329. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Girgis, M. H. 1991: A new Upper Creaceous zonation scheme for the North Sea. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:50.

Gohrbandt, K., Papp, A. & Stradner, H. 1963: Zur gliederung des Paläogen im Helvetikum nordlich Salzburg nach planktonischen foraminiferen. *Mitt. Geol. Gessellsch. Wien*, **56(1)**:1-116.

González-Donoso, J. M., Linares, D., Martín-Algarra, A., Rebollo, M., Serrano, F. y Vera, J. A. 1983: Discontinuidades estratigráficas durante el Cretácico en el Penibético (Cordillera Bética). *Estudios geol.*, **39**:71-116.

González-Donoso, J. M., Linares, D., Rebollo, M., y Serrano, F. 1982: Bioestratigrafía del Albense medio-Turonense medio del Penibético (Cordilleras Béticas) basada en foraminíferos planctónicos. *Cuad. Geol. Iber.*, **8**:739-758.

González-Donoso, J. M., Linares, D. y Olóriz, F. 1974: Sobre la presencia de materiales de edad Aptense en el sector de Campillo de Arenas (Zona Subbética, Provincia de Jaén). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, **5**:89-99.

Gordon, W. A. 1973: Marine life and ocean surface currents in the Cretaceous. *J. Geol.*, **81**:269-284.

Górka, H. 1957: Les coccolithophoridés du Maestrichtien supérieur de Pologne. *Acta Paleontol. Pol.*, **2**:235-284.

Gorostidi, A. & Lamolda, M. A. 1991: Calcareous nannofossils and the Cenomanian-Turonian boundary at Ganuza (Navarra, N.E. Spain). *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:50-51.

Gorostidi, A. & Lamolda, M. A. 1991: Variaciones de la nanoflora calcárea en el paso Cretácico-Terciario de Monte Urko (N. de España). *Rev. Esp. Paleontol.*, **6(1)**:89-97.

Gran, H. H. 1912:

Gran, H. H. & Braarud, T. 1935: A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and the Gulf of Maine (including observations on hydrography, chemistry and turbidity). *J. Biol. Board Canada*, **1**:279-467.

Grün, W. & Allemann, F. 1975: The Lower Cretaceous of Caravaca (Spain). Berriasian calcareous nannoplankton of the Miravetes section (Subbetic zone, prov. of Murcia). *Eclogae geol. Helv.*, **68(1)**:147-211.

Grün, W. & Zweili, F. 1980: Das kalkige Nannoplankton der Dogger-Malm-Grenze im Berner Jura bei Liesbeg (Schweiz). *Jahrb. geol. Bundesandst.*, **123(1)**:231-341.

Hamilton, G. B. 1979: Lower and Middle Jurassic calcareous nannofossils from Portugal. *Eclogae geol. Helv.*, **72(1)**:1-17.

Hamilton, G. B. 1982: Triassic and Jurassic calcareous nannofossils. In: *A stratigrafical index of calcareous nannofossils* (A. R. Lord Eds.), 17-39. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Haq, B. U. 1973: Transgressions, climatic change and the diversity of calcareous nannoplankton. *Mar. Geol.*, **15**:M25-M30.

Haq, B. U. 1983: Jurassic to recent nannofossil biochronology: an update. In: *Nannofossil biostratigraphy* (B. U. Haq Eds.), **78**:358-378. Hutchinson Ross Publ. Co., Stroudsburg.

Haq, B. U. 1984: Paleoceanography: a synoptic overview of 200 million years of ocean history. In: *Marine Geology and Oceanography of Arabian Sea & Coastal Pakistan* (B. U. Haq & J. D. Milliman Eds.), **13**:201-231. Van Nostrand.

Haq, B. U. & Worsley, T. R. 1982: Biochronology-biological events in time resolution, their potential and limitations. In: *Numerical Dating in Stratigraphy* (G. S. Odin Eds.), 19-36. John Whiley & Sons Ltd.

Hart, G. F., Pienaar, R. N. & Caveney, R. 1965: An aragonite coccolith from South Africa. *South African J. Sci.*, 425-426.

Hartnady, C. J. H. 1986: Amirante basin, western Indian ocean: possible impact site of the Cretaceous/Tertiary extinction bolide?. *Geology*, **14**:423-426.

Hattner, J. G., Wind, F. H. & Wise, S. W. Jr. 1980: The Santonian-Campanian boundary: comparison of nearshore-offshore calcareous nannofossil assemblages. *Cah. Micropaleontol.*, **3**:9-26.

Hattner, J. G. & Wise, S. W. Jr. 1980: Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of South Carolina. *South Carolina Geol.*, **24(2)**:41-117.

Hay, W. W. & Mohler, H. P. 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Eocene correlations. *J. Paleontol.*, **41**:1505-1541.

Hay, W. W. & Towe, K. H. 1963: Microrhabdulus belgicus, a new species of nannofossil. *Micropaleontology*, **9(1)**:95-96.

Hedberg, H. D. 1976: *International Stratigraphic Guide*. John Whiley & Sons, New York, 200 pp.

Henriksson, A. 1991: Biochronology of the terminal Cretaceous calcareous nannofossil zone of Micula prinsii. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:51.

Hermes, J. J. 1966: Lower Cretaceous planktonic foraminifera from the Subbetic of Southern Spain. *Geol. Mijnbouw*, **45**:157-164.

Hermes, J. J. 1984: New data from the Velez Rubio corridor: support for the transcurrent nature of this linear structure. *Proceedings Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, B, **87**:319-333.

Hernández-Molina, F. J. & Aguado, R. 1991: Restos de carbón en el Cretácico inferior del Subbético Medio (Cordillera Bética). *Geogaceta*, **9**:91-94.

Hernández-Molina, F. J., Sandoval, J., Aguado, R., O'Dogherty, L., Comas, M. C. & Linares, A. 1991: Olistoliths from the Middle Jurassic in Cretaceous materials of the Fardes Formation. Biostratigraphy (Subbetic Zone, Betic Cordillera). *Rev. Soc. Geol. España*, **4(1-2)**:79-104.

Hernández-Molina, F. J. 1992: *La sedimentación cretácica en el sector del Río Fardes (Surco Meridional Subbético. Paleomargen Sudibérico)*. Tesis Licenc. Univ. Granada. (Inédita), 197 pp.

Hill, M. E. 1976: Lower Cretaceous calcareous nannofossils from Texas and Oklahoma. *Paleontographica* B, **156**:103-179.

Hillebrandt, A. von, 1974: Bioestratigrafia del Paleógeno en el sureste de España (provincia de Murcia y Alicante). *Cuad. Geol. Univ. Granada*, **5**:135-153.

Hoffmann, N. 1970: Placozygus n.gen. (Coccolithineen) aus der Oberkreide des nördlichen Mitteleuropas. *Geologie*, **19**:1004-1009.

Jafar, S. A. 1977: A device for variable observation of the same nannoplankton specimen, with remark on Paleocene coccoliths from Alabama. *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **2**:103-111.

Jakubowski, M. 1986: New calcareous nannofossil taxa from the Lower Cretaceous of the North Sea. *INA Newsletter*, **8**:36-42.

Jakubowski, M. 1987: A proposed Lower Cretaceous nannofossil zonation scheme for the Moray Firth area of the North Sea. *Abh. Geol. B.-A.*, **39**:99-119.

Jenkyns, H. C. 1980: Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. *J. geol. Soc. London*, **137**:171-188.

Jiang, M. J. & Gartner, S. Jr. 1986: Calcareous nannofossil sucession across the Cretaceous/Tertiary boundary in east-central Texas. *Micropaleontology*, **32(3)**:232-255.

Kamptner, E. 1927: Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden. *Arch. Protistenk*, **58**:173-184.

Kamptner, E. 1931: Nannoconus steinmanni nov. gen. nov. spec., ein merckwürdiges gesteinbildendes Mikrofossil aus dem jüngeren Mesozoikum der Alpen. *Palaontol. Z.*, **13**:288-298.

Kent, D. V. & Gradstein, F. 1985: A Cretaceous and Jurassic geochronology. *Bull. geol. Soc. Amer.*, **96**:1419-1427.

Keupp, H. 1979: Calciodinelloidea aus der Blätterton-Fazies des nordwestdeutschen Unter-Barremium. *Ber. Naturhist. Ges. Hannover*, **122**:7-69.

Keupp, H. 1980: Pithonella patriciacreeleyae BOLLI 1974, eine kalkige Dinoflagellaten-Zyste mit interner Paratabulation (Unter Kreide, Speeton/SE-England). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, H **9**:513-524.

Kollmann, H. A., Bachmayer, F, Niedermayr, G., Schmid, M. E., Kennedy, W. J., Stradner, H., Priewalder, H., Fuchs, R. & Wessely, G. 1977: Beitrage zur stratigraphie und sedimentation der Oberkreide des Festlandsockels im Nordlichen Niederosterreich. *Jb. Geol. B.-A.*, **120**:401-447.

Kuhry, B. 1971: Lower Cretaceous planktonic foraminifera from the Miravetes, Argos and Represa formations (S. E. Spain). *Rev. Esp. Micropaleontol.*, **3(3)**:219-237.

Kuhry, B. 1972: Stratigraphy and Micropaleontology of the Lower Cretaceous in the Subbetic South of Caravaca (Province of Murcia, SE Spain). *Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. Ser B*, **75**:193-222.

Kuhry, B. 1975: Stratigraphy of the Lower Cretaceous in the Subbetic North of Vélez Blanco (Province of Almería, SE Spain) with special reference to "oolitic" turbidites. *GUA Papers of Geology*, Ser 1, **7**:41-74.

Lambert, B. 1986: La notion d'espèce chez le genre *Braarudosphaera* Deflandre, 1947. Mythe et réalité. *Rev. Micropaleontol.*, **28(4)**:255-264.

Lambert, B. 1987: Nannofossiles calcaires de l'Albien supérieur et du Vraconnien du Cameroun méridional. *Cah. Micropaléontol.*, **2(2)**:33-60.

Lamolda, M. A., López, G. & Martínez, R. 1989: Turonian integrated biostratigraphy in the Estella Basin (Navarra, Spain). In: *Cretaceous of the Western Tethys* (J. Wiedmann, Ed.) Proc. 3rd. International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987, 145-159.

Lamolda, M. A., Orue-Etxebarria, X. & Proto-Decima, F. 1983: The Cretaceous-Tertiary boundary in Sopelana (Biscay, basque Country). *Zitteliana*, **10**:663-670.

Lauer, G. 1975: Evolutionary trends in the Arkhangelskiellaceae (calcareous nannoplankton) of the Upper Cretaceous of central Oman, SE Arabia. *Arch. Sci. Genève*, **28**:259-262.

Lillegraven, J. A. 1991: Stratigraphic placement of the Santonian-Campanian boundary (Upper Cretaceous) in the North American Gulf Coastal Plain and Western Interior, with implications to global geochronology. *Cret. Res.*, **12**:115-136.

Linares, A. y Vera, J. A. 1966: Precisiones estratigráficas sobre la serie mesozoica de Sierra Gorda. Cordilleras Béticas. *Est. Geol.*, **22**:65-69.

Linares, D. 1977: *Estudio de los foraminíferos planctónicos del Cretácico superior de las Cordilleras Béticas (Sector Central)*. Tesis Doct. Univ. Málaga, 410 pp.

Lipps, J. H. 1981: What, if anything, is micropaleontology?. *Paleobiology*, **7(2)**:167-199.

Longoria, J. F. 1974: Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic foraminifera. *Rev. Esp. Micropaleontol.*, **Número extraordinario**:1-107.

López-Galindo, A. 1986: *Las facies oscuras del Cretácico medio en la Zona Subbética, Mineralogía y sedimentación*. Tesis Doct. Univ. Granada, 267 p.

Lyul'eva, S. A. 1967: Coccolithophoridae in the turonian strata of the Dnieper-Don Basins. *Geol.*

Zhurnal, **27(6)**:91-98.

Mai, H. 1988: A new method for SEM analysis of both proximal and distal sides of the same coccolith. *J. Paleontol.*, **62(1)**:151-152.

Manabe, S. & Stouffer, R. 1980: Sensitivity of a global climate model to an increase of CO2 concentration in the atmosphere. *J. Geophys. Res.*, **85C**:5529-5554.

Manivit, H. 1965: Nannofossiles calcaires de l'Albo-Aptien. *Rev. Micropaleontol.*, **8(3)**:189-201.

Manivit, H. 1966: Sur quelques coccolithes nouveaux du Néocomien. *C. r. Somm. Soc. geol. Fr.*, **7**:267-268.

Manivit, H. 1971: *Les nannofossiles calcaires du Crétacé français (de l'Aptien au Danien). Essai de biozonation appuyée sur les stratotypes*. Thèse, Université de Paris, 187 pp.

Manivit, H. 1979: Les nannofossiles. In: *Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (SE France). Les stratotypes français*. C.N.R.S. (R. Busnardo, J. P. Thieuloy & M. Moullade Eds.), **6**:87-98.

Manivit, H., Perch-Nielsen, K., Prins, B. & Verbeek, J. W. 1977: Mid Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy. *Proceedings Kon. Nederl. Akad. Wetensch.*, B, **80(3)**:169-181.

Martín-Algarra, A. 1987: *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis Doct. Univ. Granada, 1171 p.

Martín-Algarra, A. y Martinez-Gallego, J. 1984: El Paleogeno del Penibético (Cordillera Bética). *Mediterránea*, **3**:41-64.

Martín-Algarra, A., Ruiz-Ortiz, P. A. & Vera, J. A. 1992: Factors controlling Cretaceous turbidite deposition in the Betic Cordillera. *Rev. Soc. Geol. España*, **5**:53-80.

Martini, E. 1961: Nannoplankton aus dem Tertiär un der obersten Kreide von SW-Frankreich. *Senckenbergiana Lethaea*, **42**:1-32.

Martini, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: *Proc. II Planktonic Conference* (A. Farinacci Eds.), **2**:739-785. Edizioni Tecnoscienza, Roma.

Martini, E. & Lebenzon, C. 1971: Nannoplankton-untersuchungen in Oberen Tal des Tarcau (Ostkarpaten, Rumanien) und stratigraphische ergebnisse. *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **9**:552-565.

Martini, E. 1976: Cretaceous to Recent calcareous nannoplankton from the Central Pacific Ocean (DSDP Leg 33). In: *Init. Repts. DSDP.*, **33**:383-423. U.S. Govt. Print. Off., Washington.

Martini, E. & Stradner, H. 1963:

Mckenzie, J. A., He, Q., Perch-Nielsen, K., & Hsu, K. J. 1982: Carbon isotope stratigraphy of lowermost Tertiary pelagic sediments: an indication for a drastic decrease in photosyntesis after the Cretaceous-Tertiary boundary. *Proc. Int. Assoc. Sed. 3rd. Europ. Regional Meeting.Copenhagen*, 120-121.

Medd, A. W. 1979: The Upper Jurassic coccoliths from the Haddenham and Gamlingay boreholes (Cambridgeshire, England). *Eclogae geol. Helv.*, **72(1)**:19-109.

Melinte, M. 1991: Late Jurassic - Early Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy from Southern Carpathians (Romania). *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:57-58.

Miller, P. L. 1983: Late Cretaceous coccolith biostratigraphy of San Miguel Island, California. *Micropaleontology*, **29(2)**:182-201.

Molina, J. M. 1987: *Análisis de Facies del Mesozoico en el Subbético Externo (provincia de Córdoba y Sur de Jaén)*. Tesis Doct. Univ. Granada, 518 pp.

Monechi, S. 1977: Upper Cretaceous and Early Tertiary nannoplankton from the Scaglia Umbra Formation (Gubbio, Italy). *Riv. It. Paleont. Strat.*, **83(4)**:759-802.

Monechi, S. 1985: Campanian to Pleistocene calcareous nannofossil stratigraphy from the northwest Pacific ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 86. In: *Init. Repts. DSDP* (G. R Heath, L. H. Burkle, *et al.* Eds.), **86**:301-336. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Monechi, S., & Thierstein, H. R. 1985: Late Cretaceous-Eocene nannofossil and magnetostratigraphic correlations near Gubbio, Italy. *Mar. Micropaleontol.*, **9**:419-440.

Mortimer, C. P. 1987: Upper Cretaceous nannofossil biostratigraphy of the southern Norwegian and Danish North Sea areas. *Abh. Geol. B.-A.*, **39**:143-175.

Moshkovitz, S. 1972: Biostratigraphy of the genus Nannoconus in the Lower Cretaceous sediments of the subsurface: Ahsqelon-Helez area, central Israel. *Israel J. Earth Sci.*, **21**:1-28.

Moshkovitz, S. 1974: A new method for observing the same nannofossil specimen both by light microscope and scanning electron microscope and preservation of types. *Israel J. Earth Sci.*, **23**:145-147.

Moshkovitz, S. 1984: Late Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of the Mount Scopus Group, Israel. geol. Surv. *Israel Current Research*, ????:46-55.

Moshkovitz, S. 1987: The Campanian calcareous nannofossil Bukryaster hayi (Bukry): ultramicrostructure and geological distribution in Israel. *J. Paleontol.*, **61(6)**:1120-1124.

Moshkovitz, S. & Osmond, K. 1989: The optical properties and microcrystallography of Arkhangelskiellaceae and some other calcareous nannofossils in the Late Cretaceous. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 76-97. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Mutterlose, J. 1987: Calcareous nannofossils and belemnites as warmwater indicators from the NW-German Middle Aptian. *Geol. Jb.*, **A96**:293-313.

Mutterlose, J. 1988: Das kalkige nannoplankton des NW-Deutschen Valangin un seine paläozeanographische deutung. *Berliner Geowiss. Abh.*, **A94**:175-209.

Mutterlose, J. 1989a: Temperature-controlled migration of calcareous nannofloras in the north-west European Aptian. In: *Nannofossils and their applications* (J. A. Crux & S. E. Van Heck Eds.), 122-142. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Mutterlose, J. 1989b: Faunal and floral distribution in Late Hauterivian rhythmic bedded sequences and their implications. In: *Cretaceous of the Western Tethys*. J. Wiedmann (Ed.). Proc. 3rd. International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 691-713.

Mutterlose, J. 1991: Palaeobiogeography and provincialism of early Cretaceous nannofloras. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:61-62.

Mutterlose, J. & Wise, S. W. Jr. 1990: Lower Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of ODP Leg 113 holes 692B and 693A, continental slope off East Antarctica, Weddell Sea. In: *Proc. ODP Sci. Results* (P. F. Barker, J. P. Kennet, *et al.* Eds.), **113**:325-351.

Nieto; L., Molina, J. M. y Ruíz-Ortiz, P. A. 1992: Influiencia de la tectónica de fractura y del diapirismo en la sedimentación del Jurásico y Cretácico basal al sur de la provincia de Jaén (Zona Subbética). *Rev. Soc. Geol. España*, **5(1-2)**:95-111.

Noël, D. 1957: Coccolithes des terrains Jurassiques de l'Algérie. *Publ. Serv. Cate Geol. Algerie*, **2(8)**:303-345.

Noël, D. 1959: Etude des coccolithes du Jurassique et du Crétacé inférieur. *Publ. Serv. Cate Geol. Algérie*, **2(20)**:155-196.

Noël, D. 1965: *Sur les coccolithes du Jurassique Européen et d'Afrique du Nord*. Edition du CNRS Paris, 209 pp.

Noël, D. 1969: Arkhangelskiella (coccolithes crétacés) et formes affines du basin de Paris. *Rev. Micropaleontol.*, **11(4)**:191-204.

Noël, D. 1970: *Coccolithes Crétacés. La Craie Campanienne du Basin de Paris*. Editions du CNRS, Paris, 129 pp.

Noël, D. 1971: Contribution à la révision des coccolithes secondaires: essai d'etablissement d'une hiérarchie de caractères génériques. In: *Proc. II Planktonic Conference* (A. Farinacci Eds.), 879-898. Edizioni Tecnoscienza, Roma.

Nöel, D., & Manivit, H. 1978: Nannofacies de "black shales" aptiennes et albiennes d'Atlantique sud (Legs 36 et 40). Interêt sédimentologique. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, **20(4)**:491-502.

O'Dogherty, L., Aguado, R., Sandoval, J. y Martínez-Gallego, J. 1989: Datos bioestratigráficos de las facies radiolaríticas del Jurásico del Subbético medio. *Cuad. Geol. Iber.*, **13**:53-65.

O'Dogherty, L. & Martínez-Gallego, J. 1989: Radiolarios del Cretácico inferior (Barremense-Albense) en el sector de Campillo de Arenas (Subbético medio). *Actas Paleontología Univ. Salamanca*, 263-275.

Ogg, J. G., Steiner, M. B., Company, M. & Tavera, J. M. 1988: Magnetostratigraphy across the Berriasian-Valanginian stage boundary (Early Cretaceous), at Cehegin (Murcia province, southern Spain). *Earth planet. Sci. Lett.*, **87**:205-215.

Okada, H. & Bukry, D. 1980: Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973;1975). *Mar. Micropaleontol.*, **5**:321-325.

Olóriz, F. 1976: *Kimmeridgiense-Tithónico inferior en el Sector Central de las Cordilleras Béticas. Zona Subbética. Paleontología. Bioestratigrafía*. Tesis Doct. Univ. Granada, 758 pp.

Paquet, J. 1969: *Étude géologique de l'Ouest de la province de Murcie (Espagne)*. Tesis Univ. Lille. Publ. Mém. Soc. Géol. France, 111, 270 pp.

Parker, M. E., Arthur, M. A. & Wise, S. W. Jr. 1983: Carbonate cycles in Aptian-Albian "Black Shales" of the Falkland Plateau. *U. S. Antarctic Journal*, **18(5)**:153-154.

Perch-Nielsen, K. 1968: Der Feinbau und die Klassifikation der Coccolithen aus dem Maastrichtien von Dänemark. *K. Dan. Vidensk. Selsk. Biol. Skr.*, **16(1)**:1-96.

Perch-Nielsen, K. 1969: Die Coccolithen einiger dänischer Maastrichtien- und Danienlokalitäten. *Medd. Dansk. Geol. For.*, **19(1)**:51-68.

Perch-Nielsen, K. 1972a: Les nannofossiles calcaires de la limite Crétace-Tertiaire. *Mem. Bur. Rech. geol. minieres*, **77**:181-188.

Perch-Nielsen, K. 1972b: Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the North Atlantic. In: *Init. Repts. DSDP* (A. S. Laughton, W. A. Berggren, *et al.* Eds.), **12**:1003-1069. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Perch-Nielsen, K. 1973: Neue Coccolithen aus dem Maastrichtien von Dänemark, Magadaskar und Aegypten. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **22**:306-333.

Perch-Nielsen, K. 1979a: Calcareous nannofossils in Cretaceous/Tertiary boundary sections in Denmark. In: *Cretaceous-Tertiary boundary events symposium, II* (W. K. Christensen & T. Birkelund Eds.), 120-125. University of Copenhagen.

Perch-Nielsen, K. 1979b: Calcareous nannofossils at the Cretaceous/Tertiary boundary near Biarritz, France. In: *Cretaceous-Tertiary boundary events symposium, II* (W. K. Christensen & T. Birkelund Eds.), 151-154. University of Copenhagen.

Perch-Nielsen, K. 1979c: Calcareous nannofossils at the Cretaceous/Tertiary boundary in Tunisia. In: *Cretaceous-Tertiary boundary events symposium, II* (W. K Christensen & T. Birkelund Eds.), 238-243. University of Copenhagen.

Perch-Nielsen, K. 1979d: Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. *Aspekte der Kreide Europas*. IUGS Series A, **6**:223-272.

Perch-Nielsen, K. 1981a: Les coccolithes du Paleocène près de El Kef, Tunisie et leurs ancêtres. *Cah. Micropaleontol.*, **3**:7-23.

Perch-Nielsen, K. 1981b: New Maastrichtian and Paleocene calcareous nannofossils from Africa, Denmark, the USA and the Atlantic, and some Paleocene lineages. *Eclogae geol. Helv.*, **74(3)**:831-863.

Perch-Nielsen, K. 1981c: Nouvelles observations sur les nannofossiles calcaires à la limite Crétace-Tertiaire près de El Kef (Tunisie). *Cah. Micropaleontol.*, **3**:25-36.

Perch-Nielsen, K. 1982a: Comments and corrections to: K. Perch-Nielsen: Nouvelles observations sur les nannofossiles calcaires à la limite Crétacé - Tertiaire près de El Kef (Tunisie). Cah. Micropaléontologie **3-1981**:25-37. *Proc. Int. Assoc. Sed. 3rd Europ. Regional Meeting*. Copenhagen.

Perch-Nielsen, K. 1982b: Maastrichtian coccoliths in the Danian: survivors or reworked "dead bodies"?. *Proc. Int. Assoc. Sed. 3rd. Europ. Regional Meeting*. Copenhagen, 122.

Perch-Nielsen, K. 1984: Validation of new combinations. *INA Newsletter*, **6(1)**:42-46.

Perch-Nielsen, K. 1985a: Mesozoic calcareous nannofossils. In: *Plankton stratigraphy* (H. M. Bolli, J. B. Saunders & K. Perch-Nielsen Eds.), 329-426. Cambridge University Press, Cambridge.

Perch-Nielsen, K. 1985b: Calcareous nannofossils Families and Genera - Remarks about relations and "non relations". *INA Newsletter*, **7**:78-79.

Perch-Nielsen, K. 1986: New Mesozoic and Paleogene calcareous nannofossils. *Eclogae geol. Helv.*, **79(3)**:835-847.

Perch-Nielsen, K., He, Q. & Mckenzie, J. 1981: Precision bio-and isotope-stratigraphy and the "catastrophic" extinction of calcareous nannoplankton at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proc. Conference on Large Body Impacts and Terrestrial Evolution: Geological, Climatological & Biological Implications*. **440**:45.

Perch-Nielsen, K., Mckenzie, J. & He, Q. 1982: Biostratigraphy and isotope stratigraphy and the 'catastrophic' extinction of calcareous nannoplankton at the Cretaceous/Tertiary boundary.

Geol. Soc. Amer. Spec. Paper, **190**:353-371.

Perch-Nielsen, K. & Pavsic, J. 1979: Calcareous nannofossils from the Cretaceous/Tertiary boundary in Slovenia. In: *Cretaceous - Tertiary boundary events symposium, II* (W. K. Christensen & T. Birkelund Eds.), 179-184. University of Copenhagen, 1978.

Perch-Nielsen, K., Sadek, A., Barakat, M. G. & Teleb, F. 1974: Late Cretaceous and Early Tertiary Calcareous nannofossils and Planktonik foraminifera zones from Egypt. *Proc. VIe. Colloque Africain de Micropaléontologie*. Tunis, 1974, **28(2)**:337-403.

Perch-Nielsen, K., Ulleberg, K. & Evensen, J. E. 1979: Comments on 'the terminal Cretaceous event: a geologic problem with an oceanographic solution' (Gartner & Keany, 1978). In: *Cretaceous-Tertiary boundary events symposium, II* (W. K. Christensen & T. Birkelund Eds.), 106-111. University of Copenhagen.

Peyre, Y. 1974: *Géologie d'Antequera et de sa région (Cordillères Bétiques, Espagne)*. Tesis Univ. Paris. Pub. Inst. Agron. Paris. 528 pp.

Pienaar, R. N. 1968: Upper Cretaceous coccolithophorids from Zululand, South Africa. *Palaeontology*, **11(3)**:361-367.

Pospichal, J. J. & Wise, S. W. Jr. 1990a: Maestrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy of Maud Rise ODP Leg 113 sites 689 and 690, Weddell Sea. In: *Proc. ODP Sci. Results* (P. F. Barker, J. P. Kennett, *et al*. Eds.), **113**:465-487.

Pospichal, J. J. & Wise, S. W. Jr. 1990b: Calcareous nannofossils across the K/T boundary, ODP hole 690C, Maud Rise, Weddell Sea. In: *Proc. ODP Sci. Results* (P. F. Barker, J. P. Kennett, *et al*. Eds.), **113**:515-532.

Premoli-Silva, I., Erba, E. & Tornaghi, M. E. 1989: Paleonvironmental signals and changes in surface fertility in mid Cretaceous Corg-rich pelagic facies of the fucoid marls (central Italy). *Geobios, Mem. spéc.* **11**:225-236.

Priewalder, H. 1973: Die coccolithophoridenflora des locus typicus von Pseudotextularia elegans (Rzehak), Reingruberhohe, Niederosterreich; (Maastricht). *Jb. Geol. B.-A.*, **116**:3-34.

Prins, B. 1971: Speculations on relations, evolution, and stratigraphic distribution of discoasters. In: *Proc. II Planktonic Conference* (A. Farinacci Eds.), 1017-1037. Edizioni Tecnoscienza, Roma.

Rasplus, L., Fourcade, E., Ambroise, D., Ardeol, B., Azema, J., Blanc, P., Busnardo, R., Clerc-Renaud, T., Damotte, R., Dercourt, J., Foucault, A., Galbrun, B., Granier, B., Lachkar, G., Le Hegarat, G., Magne, J., Manivit, H., Mangin, A. M., Masure, E., Mazaud, A., Michaud, F., Morand, F., Renard, M., Schuber, N. & Taugordeau, J. 1987: Stratigraphie intégrée du sillon citrabétique (Sierra de Foncalent, province d'Alicante, Espagne). *Geobios*, **20**:337-387.

Rawson, P. F. 1983: The Valanginian to Aptian stages - current definitions and outstanding problems. *Zitteliana*, **10**:493-500.

Rebollo, M. 1980: *Estudio micropaleontológico del Albense superior-Cenomanense inferior en el sector Ronda-Antequera (Málaga)*. Tesis Licenc. Univ. Granada, 147 pp. (inédita).

Reinhardt, P. 1964: Einige Kalkflagellaten-Gattungen (Coccolithophoriden, Coccolithineen) aus dem Mesozoikum Deutschlands. *Monatsber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, **6**:749-759.

Reinhardt, P. 1965: Neue Familien für fossile Kalkflagellaten (Coccolithophoriden, Coccolithineen). *Monatsber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, **7**:30-40.

Reinhardt, P. 1966: Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem

Malm, der Kreide und dem Alttertiär Mitteleuropas. *Freiberger Forschungsh.*, **C 196**:1-109.

Reinhardt, P. 1967: Fossile coccolithen mit rhagoidem zentralfeld (Fam. Ahmuellerellaceae, Subord. Coccolithineae). *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **1967**:163-178.

Reinhardt, P. 1969: Neue Coccolithen-Arten aus der Kreide. *Monatsber. Dt. Akad. Wiss. Berlin*, **11**:932-938.

Reinhardt, P. 1970: Synopsis der Gattungen und Arten der mesozoischen Coccolithen und anderer kalkiger Nannofossilien. *Freiberger Forschungsh.*, **C260**:5-33; **C265**:41-111.

Reinhardt, P. 1971: Synopsis der Gattungen und Arten der mesozoischen Coccolithen und anderer kalkiger Nannofossilien. *Freiberger Forschungsh.*, **C267**:19-41.

Rey, J. & Vera, J. A. 1988: Control tectónico en la sedimentación Jurásica de las sierras de Quípar y Mai-Valera (Subbético Externo, Prov. Murcia). *II Congr. Geol. España*, Gramnada, 1988. Vol. Simposisos, 271-280.

Risatti, J. B. 1973: Nannoplankton biostratigraphy of the Upper Bluffport Marl-Lower Prairie Bluff Chalk interval (Upper Cretaceous) in Mississippi. *Proc. Symp. Calc. Nannofossils. Gulf. Coast. Sect. Soc. Econ. Paleontol. Mineral.*, 8-57.

Robaszynski, F., Alcayde, G., Amédro, F., Badillet, G., Damotte, R., Foucher, J. C., Jardiné, S., Legoux, O., Manivit, H., Monciardini, C. & Sornay, J. 1982: Le Turonien de la région type: Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **6(1)**:119-225.

Robaszynski, F., Amédro, F., Foucher, J. C., Gaspard, D., Magniez-Jannin, F., Manivit, H. & Sornay, J. 1980: Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais á partir de sept groupes paléontologiques: foraminifères, nannoplancton, dinoflagellés et macrofaunes. *Rev. Micropaleontol.*, **22(4)**:195-321.

Robaszynski, F., Caron, M., Dupuis, C., Amédro, F., González-Donoso, J. M., Linares, D., Hardenbol, J., Gartner, S., Calandra, F. & Deloffre, R. 1990: A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of central Tunisia: formations, zones and sequential stratigraphy in the Kalaat Senan area. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **14(1)**:21-384.

Robaszynski, F., Caron, M., González-Donoso, J. M., Wonders, A. A. H. and E.W.G.P.F. 1984: Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Rev. Micropaleontol.*, **26(3-4)**:145-305.

Romein, A. J. T. 1975: Lower Cretaceous calcareous nannoplankton from the Calderon and Parra formations (SE Spain). *GUA Papers of Geology. Series 1*, **7**:77-88.

Romein, A. J. T. 1977: Calcareous nannofossils from the Cretaceous/Tertiary boundary interval in the Barranco del Gredero (Caravaca, Province Murcia, S.E. Spain), Parte I y II. *Proc. K. Ned. Akad. Wet. Ser. B*, 256-279.

Rood, A. P. & Barnard, T. 1972: On Jurassic coccoliths: Stephanolithion, Diadozygus and related genera. *Eclogae geol. Helv.*, **65(2)**:327-342.

Rood, A. P., Hay, W. W. & Barnard, T. 1971: Electron microscope studies of Oxford clay coccoliths. *Eclogae geol. Helv.*, **64(2)**:245-272.

Roth, P. H. 1973: Calcareous nannofossils - Leg 17, Deep Sea Drilling Project. In: *Init. Repts. DSDP* (E. L. Winterer, J. L. Ewing, *et al.* Eds.), **17**:695-795. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H. 1974: Calcareous nannofossils from the northwestern Indian ocean, Leg 24, Deep Sea

Drilling Project. In: *Init. Repts. DSDP* (R. L. Fisher, E. T. Bunce, *et al.* Eds.), **24**:969-994. U. S. Govt. print. Off., Washington.

Roth, P. H. 1978: Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic ocean. In: *Init. Repts. DSDP* (W. E. Benson, R. E. Sheridan, *et al.* Eds.), **44**:731-759. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H. 1979: Cretaceous calcareous nannoplankton diversity and Palaeoceanography. *Proc. IV Int. Palynol. Conference*, Lucknow (1976-77), **2**:22-33.

Roth, P. H. 1983: Jurassic and Lower Cretaceous calcareous nannofossils in the western north Atlantic (Site 534): biostratigraphy, preservation, and some observations on biogeography and paleoceanography. In: *Init. Repts. DSDP* (R. F. Sheridan, F. M. Gradstein, *et al.* Eds.), **76**:587-621. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H. 1984: Preservation of calcareous nannofossils and fine-grained carbonate particles in mid-Cretaceous sediments from the southern Angola basin, Site 530. In: *Init. Repts. DSDP* (W. W. Hay, J.-C. Sibuet, *et al.* Eds.), **75**:651-655. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H. 1986: Mesozoic palaeoceanography of the north Atlantic and Tethys oceans. In: North Atlantic palaeoceanography. *Geol. Soc. Spec. Publication No. 1* (C. P. Summerhayes & N. J. Schackleton Eds.), 299-320.

Roth, P. H. 1987: Mesozoic calcareous nannofossil evolution: relation to paleoceanographic events. *Paleoceanography*, **2(6)**:601-611.

Roth, P. H. 1989: Ocean circulation and calcareous nannoplankton evolution during the Jurassic and Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **74**:111-126.

Roth, P. H. & Bowdler, J. L. 1979: Evolution of the calcareous nannofossil genus Micula in the Late Cretaceous. *Micropaleontology*, **25(3)**:272-280.

Roth, P. H. & Bowdler, J. L. 1981: Middle Cretaceous nannoplankton biogeography of the Atlantic ocean. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publication*, **32**:517-546.

Roth, P. H. & Krumbach, K. R. 1986: Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and presevation in the Atlantic and Indian oceans: implications for paleoceanography. *Mar. Micropaleontol.*, **10**:235-266.

Roth, P. H., Medd, A. W. & Watkins, D. K. 1983: Jurassic calcareous nannofossil zonation, an overview with new evidence from Deep Sea Drilling Project Site 534. In: *Init. Repts. DSDP* (R. E. Sheridan, F. M. Gradstein, *et al.* Eds.), **76**:573-579. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H., Mullin, M. M. & Berger, W. H. 1975: Coccolith sedimentation by fecal pellets: laboratory experiments and field observations. *Bull. geol. Soc. Amer.*, **86**:1079-1084.

Roth, P. H. & Thierstein, H. R. 1972: Calcareous nannoplankton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. In: *Init. Repts. DSDP* (D. E. Hayes, A. C. Pimm, *et al.* Eds.), **14**:421-485. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Roth, P. H., Wise, S. W. Jr. & Thierstein, H. R. 1975: Early calk diagenesis and lithification: sedimentological applications of paleontological approaches. *Proc. Xème. Cong. International Sedimentologie*. Nice, 187-192.

Ruíz-Ortiz, P. A. 1980: *Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril, prov. de Granada y Jaén)*. Tesis Doct. Univ. Granada, 274 pp.

Salaj, J. 1990: Problematic age of Lower-Cretaceous foraminiferal zone Leupoldina cabri. *Západné Karpaty*, **14**:21-25.

Salaj, J. & Wiedmann, J. 1989: The Campanian-Maastrichtian boundary in the El Kef section, Tunisia. In: *Cretaceous of the Western Tethys* (J. Wiedmann, Ed.) Proc. 3rd. International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987, 299-315.

Sanz de Galdeano, C. 1973: *Geología de la transversal Jaén-Frailes*. Tesis Doct. Univ. Granada, 274 pp.

Seyfried, H. 1978: Der subbetische Jura von Murcia (Südost Spanien). *Geol. Jb.*, **B29**:3-201.

Shafik, S. 1978: A new nannofossil zone based on the santonian Gingin Chalk, Perth Basin, Western Australia. *BMR J. Australian Geol. Geophys.*, **3**:211-226.

Shafik, S. 1985: Calcareous nannofossils from the Toolebuc Formation, Eromanga Basin, Australia. *BMR J. Australian Geol. Geophys.*, **9**:171-181.

Sherwood, R. W. & Levin, H. L. 1973: Scanning electron and optical microscope procedure for viewing of individual coccoliths. *Tulane Stud. Geol. Paleontol.*, **10**:103-106.

Shumenko, S. I. 1968: Some aspects of the ontogenesis, variation and taxonomy of fossil coccolithophorids revealed by electron microscope studies. *Paleont. Zhurnal*, **4**:32-37.

Shumenko, S. I. 1976: Mesozoic calcareous nannoplankton of the european part of the USSR. Moskow. *Publishing agency "Nauka"*. Moskow. 140 p.

Siesser, W. G. 1977: Chemical composition of calcareous nannofossils. *South African J. Sci.*, **73**:283-285.

Siesser, W. G. 1982: Cretaceous calcareous nannoplankton in South Africa. *J. Paleontol.*, **56(2)**:335-350.

Sissingh, W. 1977: Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geol. Mijnbouw*, **56**:37-65.

Sissingh, W. 1978: Microfossil biostratigraphy and stage-stratotypes of the Cretaceous. *Geol. Mijnbouw*, **57**:433-440.

Smith, C. C. 1981: Calcareous nannoplankton and stratigraphy of late Turonian, Coniacian and early Santonian age of the Eagle Ford and Austin groups of Texas. *Geol. Surv. Prof. Papers*, **1075**:1-98.

Steinmetz, J. C. & Stradner, H. 1984: Cenozoic calcareous nannofossils from Deep Sea Drilling Project Leg 75, southeast Atlantic ocean. In: *Init. Repts. DSDP* (W. W. Hay, J.-C. Sibuet, *et al.* Eds.), **75**:671-753. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Stover, L. E. 1966: Cretaceous coccoliths and associated nannofossils from France and the Netherlands. *Micropaleontology*, **12(2)**:133-167.

Stradner, H. 1959: Die fossilen Discoasteriden Osterreichs. II Teil. *Erdoel-Z.*, **75**:472-488.

Stradner, H. 1961: Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. *Erdoel-Z.*, **77**:77-88.

Stradner, H. 1962: Uber neue und wenig bekannte Nannofossilien aus Kreide und Alttertiär. *Verh. geol. Bundesandst. (Wien)*, **1962**:363-377.

Stradner, H. 1963: New contributions to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils. *Proc. 6th. World Petrol. Congr. Sect. 1*, (paper 4, preprint), 1-6.

Stradner, H. & Adamicker, D. 1966: Nannofossilien aus Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bearbeitung. *Erdoel-Erdgas Z.*, **82**:330-341.

Stradner, H, Adamicker, D. & Papp, A. 1968: Electron microscope studies on Albian calcareous nannoplankton from the Delft 2 and Leidschendam 1 deep wells, Holland. *Verh. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Afd. Naturk.*, **24(4)**:1-107.

Stradner, H. & Grün, W. 1973: On Nannoconus abundans nov. spec. and on laminated calcite growth in Lower Cretaceous nannofossils. *Verh. Geol. B.-A.*, **2**:267-283.

Stradner, H. & Papp, A. 1961: Tertiäre discoasteriden aus Osterreich un deren stratigraphische bedeutung. *Jb. Geol. B.-A.*, **7**:1-160.

Stradner, H. & Steinmetz, J. C. 1984: Cretaceous calcareous nannofossils from the Angola basin, Deep Sea Drillig Project Site 530. In: *Init. Repts. DSDP* (W. W. Hay, J.-C. Sibuet, *et al.* Eds.), **75**:565-649. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Svábenická, L. 1983: Calcareous nannoplankton of the Turonian and Coniacian stages from the Ohre-River region in the Bohemian Cretaceous Basin. *Knihovnicka Zemního plynu a nafty*, **4**:267-282.

Svábenická, L. 1991: Upper Cretaceous nannofossils in the outer flysch group of the West Carpathians (Moravia, CSFR), and comparison with Boreal and Mediterranean realms. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter.* **13(2)**:69.

Tappan, H. L. 1980: *The paleobiology of plant protists*. San Francisco. 1028 p.

Tavera, J. M. 1985: *Los ammonites del Tithonico superior - Berriasiense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas)*. Tesis Doct. Univ. Granada, 381 p.

Tavera, J. M., Aguado, R., Company, M. & Olóriz, F. 1992: Integrated biostratigraphy of the Durangites and Jacobi zones (J/K boundary) at the Puerto Escaño section in Southern Spain (Province of Córdoba). *Geobios*, (en prensa).

Taylor, R. J. 1982: Lower Cretaceous (Ryazanian to Albian) calcareous nannofossils. In: *A stratigraphical index of calcareous nannofossils* (A. R. Lord Eds.), 40-80. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Taylor, R. J. & Hamilton, G. B. 1982: Techniques. In: *A stratigraphical index of calcareous nannofossils* (A. R. Lord Eds.), 11-15. Ellis Horwood Ltd., Chichester.

Thierstein, H. R. 1971a: Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation. *Eclogae geol. Helv.*, **64(3)**:459-488.

Thierstein, H. R. 1971b: Foraminiferen und nannoplankton aus einem profil durch Santone amdenerschichten in den Ostlichen Churfirsten. *Eclogae geol. Helv.*, **64(1)**:29-45.

Thierstein, H. R. 1973a: Calcareous nannoplankton biostratigraphy at the Jurassic-Cretaceous boundary. *Mem. Bur. Rech. geol. minieres. Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé*, **86**:84-94.

Thierstein, H. R. 1973b: Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. *Abh. Geol. B.-A.*, **29**:1-52.

Thierstein, H. R. 1974: Calcareous nannoplankton - Leg 26, Deep Sea Drilling Project. In: *Init.*

Repts. DSDP (T. A. Davies, B. P. Luyendyck, *et al.* Eds.), **26**:619-667. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Thierstein, H. R. 1976: Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Mar. Micropaleontol.*, **1**:325-362.

Thierstein, H. R. 1980: Selective dissolution of Late Cretaceous and earliest Tertiary calcareous nannofossils: experimental evidence. *Cret. Res.*, **2**:165-176.

Thierstein, H. R. 1981: Late Cretaceous nannoplankton and the change at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publication*, **32**:355-394.

Thierstein, H. R. 1982a: Terminal Cretaceous plankton extinctions: a critical assessment. *Geol. Soc. Amer. Spec. Paper*, **190**:385-399.

Thierstein, H. R. 1982b: The terminal Cretaceous extinction event and climatic stability. In: *Climate in Earth History. Studies in Geophysics* (W. H. Berger & J. C. Crowell Eds.), 90-96. National Academy Press, Washington.

Thierstein, H. R. 1982c: Trends and events in Mesozoic oceans. *CNC/SCOR, 1983: Proc. of the Joint Oceanographic Assemby 1982 - General Symposia. Canadian National Commitee*. Ontario, 127-130.

Thierstein, H. R., Franz, H. & Roth, P. H. 1971: Scanning electron and light microscopy of the same small object. *Micropaleontology*, **17(4)**:501-502.

Thierstein, H. R. & Manivit, H. 1981: Calcareous nannofossil biostratigraphy, Nauru basin, DSDP Site 462, and Upper Cretaceous nannofacies. In: *Init. Repts. DSDP* (R. L. Larson, S. O. Schlanger, *et al.* Eds.), **61**:475-494. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Thomsen, E. 1989: Seasonal variation in Boreal Early Cretaceous calcareous nannofossils. *Mar. Micropaleontol.*, **15**:123-152.

Toumarkine, M., Diop, A. & Perch-Nielsen, K. 1984: Foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires du Paléocène et de l'Eocène du Cap Vert, Sénégal. *Géologie Méditérranéenne*, **11(1)**:1-11.

Trejo, M. 1960: La familia Nannoconidae y su alcance estratigráfico en América. (Protozoa, incertae saedis). *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.*, **12**:259-314.

Trejo, M. 1969: Conusphaera mexicana, un nuevo cocolitofórido del Jurásico superior de México. *Rev. Inst. Mex. Petrol.*, **1(4)**:5-15.

Tyson, R. V. & Funnell, B. M. 1987: European Cretaceous shorelines, stage by stage. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **59**:69-91.

Van Hinte, J. E. 1976: A Cretaceous time scale. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, **60(4)**:498-516.

Van Hinte, J. E. 1978: A Cretaceous Time Scale. *Amer. Assoc. Petrol. geol. Studies in Geology. Contributions to the Geologic Time Scale*, **6**:269-284.

Van Niel, B. 1991: Distribution of Nannoconus in the Boreal Cretaceous of NW Europe. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:64.

Van Stuijvenberg, J., Winkler, W. & Perch-Nielsen, K. 1979: The Cretaceous/Tertiary boundary in the Gurnigel and the Schlieren flysch (Swiss Alps). In: *Cretaceous - Tertiary boundary events symposium, II* (W. K. Christensen & T. Birkelund Eds.), 170-175. University of Copenhagen.

Van Veen, G. W. 1966: Note on a Jurassic-Cretaceous section in the Subbetic SW of Caravaca (prov. Murcia, Spain). *Geol. Mijnbouw*, **45**:391-397.

Varol, O. 1983: Late Cretaceous - Paleocene calcareous nannofossils from the Kokaksu Section (Zonguldak, Northern Turkey). *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.*, **116**:431-460.

Varol, O. 1989: Quantitative analysis of the Arkhangelskiella cymbiformis Group and Biostratigraphic usefulness in the North Sea Area. *J. micropaleontol.*, **8(2)**:131-134.

Varol, O. 1991: Taxonomic revision of Polycyclolithaceae and its contribution to Cretaceous biostratigraphy. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:70-71.

Varol, O. & Jakubowski, M. 1989: Some new nannofossil taxa. *INA Newsletter*, **11**:24-29.

Veen, G. W. van 1966: Note on a Jurassic-Cretaceous section in the Subbetic SW of Caravaca (prov. Murcia, Spain). *Geol. Mijnb.*, **45**:391-397.

Veen, G. W. van 1969: *Geological investigations in the region west of Caravaca, south-eastern Spain.* Tesis Univ. Amsterdam, 143 pp.

Vekshina, V. N. 1959: Coccolithophoridae of the Maastrichtian deposits of the west Siberian lowlands. *SNIIGGIMS*, **2**:56-77.

Vera, J. A. 1981: Correlación entre las Cordilleras Béticas y otras cordilleras alpinas durante el Mesozoico. In: *Programa Internacional de Correlación Geológica (PICG). Real. Acad. Cien. Exac. Fís. Nat. Madrid*, **2**:125-160.

Vera, J. A. 1988: Evolución de los sistemas de depósito en el margen ibérico de las Cordilleras Béticas. *Rev. Soc.Geol. España*, **2**:335-374.

Vera, J. A., Aguado, R., Martínez-Gallego, J., Rey, J., & Ruiz-Ortiz, P. A. 1990: Turbiditas oolíticas cretácicas al Norte de Vélez Blanco (Subbético Interno, prov. Almería). *Geogaceta*, **8**:81-83.

Verbeek, J. W. 1976a: Upper Cretaceous calcareous nannoplankton zonation in a composite section near El Kef, Tunisia. I y II. *Proceedings Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, **79(2)**:129-148.

Verbeek, J. W. 1976b: Upper Cretaceous calcareous nannoplankton from Ballon and Théligny, in the type area of the Cenomanian stage (Sarthe, France). *Proceedings Kon. Ned. Akad. Wetensch.*, **79(1)**:69-82.

Verbeek, J. W. 1977: Calcareous nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, Southern Spain and France. *Utrecht Micropaleontol. Bull.*, **16**:1-157.

Watkins, D. K. 1989: Nannoplankton productivity fluctuations and rhythmically-bedded pelagic carbonates of the Greenhorn Limestone (Upper Cretaceous). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **74**:75-86.

Watkins, D. K. & Bowdler, J. L. 1984: Cretaceous calcareous nannofossils from Deep Sea Drilling Project Leg 77, southeast Gulf of Mexico. In: *Init. Repts. DSDP* (R. T. Buffler, W. Schlager, *et al.* Eds.), **77**:649-674. Washington, U. S. Govt. Print. Off..

Watkins, D. K., Crux, J. A., Pospichal, J. J. & Wise, S. W. Jr. 1991: Upper Cretaceous nannofossil biostratigraphy of the Southern Ocean and its palaeobiogeographic implications. *Proc. 4th. INA Conference, Prague 1991. Abstracts. INA Newsletter*, **13(2)**:72-73.

Wei, W. 1988: A new technique for preparing quantitative nannofossil slides. *J. Paleontol.*, **62(3)**:472-473.

Wind, F. H. 1983: The genus Nephrolithus Górka, 1957 (Coccolithophoridae). *J. Paleontol.*, **57(1)**:157-161.

Wind, F. H. & Wise, S. W. Jr. 1978: Mesozoic holococcoliths. *Geology*, **6**:140-142.

Wise, S. W. Jr. 1983: Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by Deep Sea Drilling Project Leg 71 in the Falkland Plateau region, southwest Atlantic Ocean. In: *Init. Rpts. DSDP* (W. J. Ludwig, V. A. Krasheninnikov, *et al.* Eds.), **71**:481-550. U. S. Govt. Print. Off. Washington.

Wise, S. W. Jr. & Hsu, K. J. 1971: Genesis and lithification of a deep sea chalk. *Eclogae geol. Helv.*, **64(2)**:273-278.

Wise, S. W. Jr. & Wind, F. H. 1976: Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by DSDP Leg 36 drilling on the Falkland Plateau, southwest Atlantic sector of the southern ocean. In: *Init. Repts. DSDP* (P. F. Barker, I. W. D. Dalziel, *et al.* Eds.), **36**:269-491. U. S. Govt. Print. Off., Washington.

Worsley, T. R. 1971: Calcareous nannofossil zonation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments from the western Atlantic. In: *Proc. II Planktonic Conference* (A. Farinacci Eds.), 1301-1321. Edizioni Tecnoscienza, Roma.

Worsley, T. R. & Martini, E. 1970: Late Maastrichtian nannoplankton provinces. *Nature*, **225**:1242-1243.

Young, J. R. 1987: Possible functional interpretations of coccoliths morphology. *Abh. Geol. B.-A.*, **39**:305-313.

Zeighampour, M. R. 1981: Biozonation du Crétace (Albien-Santonien) à partir des coccolithes des craies de Haute Normandie (France). *Rev. Micropaleontol.*, **24(3)**:172-186.