

NANNOPLANCTON CALCÁREO DE LOS SEDIMENTOS MARINOS DEL MIOCENO INFERIOR Y MEDIO EN EL VALLE DE LECRÍN (ZONAS INTERNAS DE LA CORDILLERA BÉTICA)

J.A.Martín-Pérez(1) y R.Aguado(1)

(1) Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias.- Universidad. 18071.-GRANADA.

RESUMEN

Tras el estudio del nannoplancton calcáreo de dos secciones estratigráficas del Mioceno inferior y medio, en el valle de Lecrín, en las Zonas Internas de la Cordillera Bética, se han determinado las zonas de *Discoaster druggii* (CN-1c), *Sphenolithus heteromorphus* (CN-4) y *Discoaster exilis* (CN-5). Estas corresponden al Burdigaliense inferior, Langhiense superior-Serravaliense inferior y Serravaliense inferior, respectivamente. Se calibran las apariciones y distribución de algunas especies de nannoplancton con respecto a los principales eventos en la escala de foraminíferos planctónicos. Ilustramos las especies más significativas de nannoplancton en el intervalo de tiempo estudiado. Como nota taxonómica se propone transferir *Coccolithus radiatus* Kamptner, al género *Calcidiscus* Kamptner.

Palabras clave: Nannoplancton calcáreo, Mioceno inferior, Mioceno medio, Cordillera Bética, Zonas Internas, Bioestratigrafía.

ABSTRACT

The calcareous nannoplankton assemblages of two stratigraphic sections from lower and middle Miocene in the Internal Zones of the Betic Cordillera are studied. The zones of *Discoaster druggii* (CN-1c), *Sphenolithus heteromorphus* (CN-4) and *Discoaster exilis* (CN-5) are determined. The ages of these zones are lower Burdigalian, upper Langhian-lowermost Serravallian, and lower Serravallian respectively. The first occurrences and distribution of some calcareous nannoplankton species are calibrated with regard to the most significant events in the planktonic foraminifera scale, and most representative species are illustrated. *Coccolithus radiatus* Kamptner is transferred into the genus *Calcidiscus* Kamptner.

Key words: Calcareous nannoplankton, Lower Miocene, Middle Miocene, Betic Cordillera, Internal Zones, Biostratigraphy.

Martín-Pérez, J.A. y Aguado, R. (1990): Nannoplancton calcáreo de los sedimentos marinos del Mioceno inferior y medio en el Valle de Lecrín (Zonas Internas de la Cordillera Bética). *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 335-344.

Martín-Pérez, J.A. and Aguado, R. (1990): Calcareous nannoplankton from the marine sediments of lower and middle Miocene in the Lecrín Valley (Internal Zones of the Betic Cordillera). *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 335-344.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque la zonación de los materiales de edad Mioceno mediante nannoplancton calcáreo está ya establecida a nivel global y proporciona una adecuada resolución, la correlación de las distintas zonaciones con la escala de edades relativas no está demasiado bien definida, y varía con los autores. Uno de los objetivos fundamentales en este trabajo es la correlación de algunas zonas de nannoplancton con la escala de edades relativas a nivel de piso.

El presente trabajo es un avance de un estudio del nannoplancton calcáreo de las unidades marinas del

Neógeno de la Depresión de Granada. Con este estudio se pretende elaborar una escala bioestratigráfica de nanofósiles calcáreos correlacionable con la de foraminíferos planctónicos ya realizada, y hacer algunas precisiones bioestratigráficas en aquellos sedimentos marinos previamente estudiados y que no fueron datados con certeza.

Los materiales del Mioceno inferior y medio idóneos para su estudio mediante foraminíferos o nannoplancton, afloran en muy pocas localidades de la Depresión de Granada, en los bordes SE (Valle de Lecrín) y NE (sector de Beas de Granada). En este trabajo abordamos el estudio de las secciones de Murchas y del Bu-

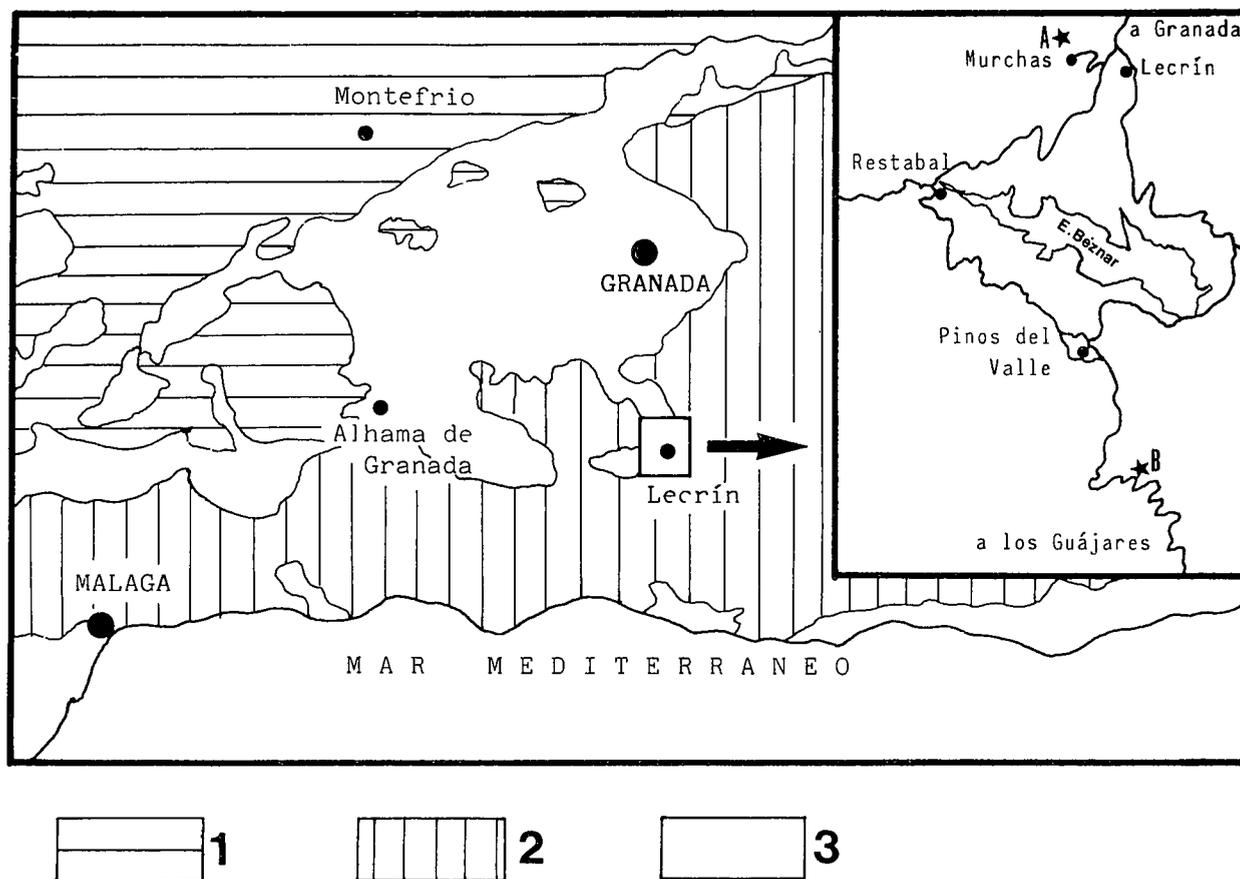


Fig.1.-Localización geográfica de las dos secciones estudiadas. A.- Sección de Murchas. B.- Sección del Bujeo. 1. Zonas Externas. 2. Zonas Internas. 3. Neógeno-Cuaternario.

Fig.1.-Geographic location of the two studied sections. A.- Murchas section. B.- Bujeo section. 1. External Zones. 2. Internal Zones. 3. Neogene-Quaternary.

jeo, en el Valle de Lecrín.

Las secciones de Murchas y del Bujeo han sido previamente estudiadas desde el punto de vista estratigráfico y paleontológico por otros autores. Así, González-Donoso (1977-78) data la parte inferior margosa de la serie de Murchas mediante foraminíferos planctónicos como Burdigaliense inferior y la denomina "base del tramo de Murchas". El resto de la serie, consistente en limos, arenas, conglomerados y calcarenitas con bancos de ostreas y corales, no consigue datarla debido al mal estado de conservación o ausencia de los foraminíferos planctónicos, pero supone que debe corresponder al Serravalliense inferior o más antiguo. Aldaya *et al.* (1980), atribuyen a estos materiales una edad Langhiense. Rodríguez-Fernández (1982) estudia la sección de Murchas desde el punto de vista estratigráfico y correlaciona la base de dicha sección con la Formación de los Alamillos (Rodríguez-Fernández, *op. cit.*). Estévez *et al.* (1985) estudian un afloramiento situado en las cercanías del Bco. de Zaza, unos 5 km al sur de Pinos del Valle (sección del Bujeo). Describen sus características litológicas y faunísticas y le asignan una edad de Serravalliense inferior, planteando la posibilidad de que pudiera ser más moderna (Serravalliense medio).

Martín-Pérez *et al.* (1989), realizan un estudio preliminar, mediante nannoplancton calcáreo, de algunas secciones de la Depresión de Granada, entre ellas la de Murchas, determinando la zona de *Discoaster druggii* (NN-2) para el tramo inferior y plantean la posibilidad de que el tramo superior corresponda al Burdigaliense superior - Langhiense en un intervalo comprendido entre las zonas de *Sphenolithus belemnus* (NN-3) y *S. heteromorphus* (NN-5), sin poder precisar debido a la mala preservación de la nannoflora.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES

Desde el punto de vista geológico las dos secciones estratigráficas estudiadas se encuadran en las Zonas Internas de la Cordillera Bética, y tienen como substrato el Complejo Alpujárride. La primera de ellas (sección de Murchas) está situada en el Valle de Lecrín, al SE de la Depresión de Granada (Fig. 1,A). El afloramiento estudiado se encuentra en un barranco afluente del Río Dúrcal, aproximadamente a 1 km al W del pueblo de Murchas. La segunda (sección del Bujeo) se

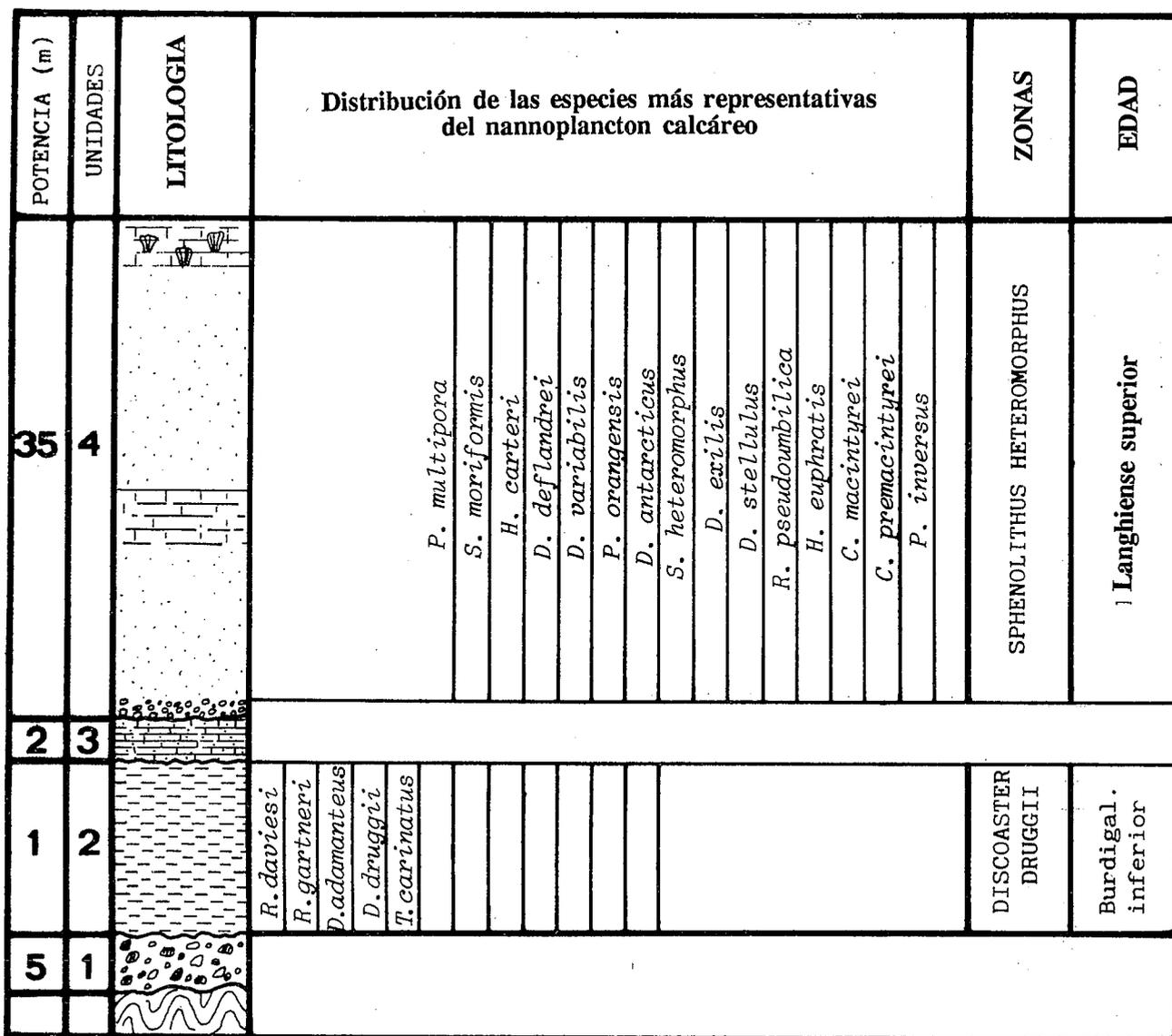


Fig.2.-Sección de Murchas. Distribución de las especies más significativas de nannoplancton calcáreo con indicación de las zonas diferenciadas y la edad atribuida a cada una. Unidades litológicas distinguidas: 1.- Brechas con cantos de Alpujarride. 2.- Margas grises con pasadas rojizas. 3.- Arenas laminadas. 4.-Conglomerados, limos, arenas y calcarenitas con crecimientos recifales y bancos de ostras. Fig.2.-Murchas section. Stratigraphic distribution of the most significant calcareous nannoplankton species. The differentiated zones and their age are also indicated. Lithological units distinguished: 1.- Alpujarride clast breccia. 2.-Grey marl with reddish bands. 3.- Laminated sands. 4.- Conglomerates, silts, sands and calcarenites with reef patches and ostreid banks.

sitúa en el Valle de Lecrín, al S de Granada. El afloramiento muestreado se encuentra en las proximidades del Barranco de Zaza, unos 5 km al S de Pinos del Valle, en la carretera que conduce a los Guájares (Fig. 1,A).

Sección de Murchas.- Sobre el substrato Alpujarride se desarrolla una potente serie marina en la que se pueden diferenciar de muro a techo las siguientes unidades litoestratigráficas (Fig. 2):

1. Brecha con cantos de Alpujarride de espesor variable.
2. Margas grises con tonos rojizos o margas rosadas, que se colocan discordantemente sobre la brecha basal. La preservación de los foraminíferos planctóni-

cos y nannoflora es excepcional.

3. Discordante sobre las margas, o bien, directamente sobre la brecha basal descansa un paquete de arenas laminadas de unos 2 m de espesor.

4. Conglomerados, arenas y limos verdes que alternan con bancos de calcarenitas con ostras y corales, de unos 35 m de espesor.

Sección del Bujec.- Sobre el substrato Alpujarride en unos puntos o sobre calcarenitas tableadas en otros reposa, mediante contacto mecánico (Fig. 3), una serie margosa, muy monótona en cuanto a litología. Se trata de unas margas de aspecto pulverulento y coloraciones blanquecino-amarillentas, que son ligeramente arenosas hacia la base. A nivel de afloramiento, no es posible determinar la posición de los niveles calcareniti-

POTENCIA (m)	UNIDADES	LITOLOGIA	Distribución de las especies más representativas del nannoplancton calcáreo	ZONAS	EDAD
20	2	(White marls, slightly sandy at the base)	<i>S. heteromorphus</i> <i>D. antarcticus</i> <i>S. moriformis</i> <i>S. neoabies</i> <i>C. leptoporus</i> <i>C. macintyreii</i> <i>C. premacintyreii</i> <i>R. daviesi</i> <i>R. pseudoubilica</i> <i>G. rotula</i> <i>H. carteri</i> <i>H. euphratis</i> <i>H. walbersdorfensis</i> <i>P. multipora</i> <i>Calcidiscus sp.</i>	Discoaster exilis	Serravallense inferior
3	1	(Strongly cemented calcarenites)		Sphenolithus heteromorphus	

Fig.3.-Sección del Bujeo. Distribución de las especies más significativas de nannoplancton calcáreo, con indicación de las zonas diferenciadas y la edad atribuida a cada una. Unidades litológicas distinguidas: 1.- Calcarenitas tableadas muy cementadas. 2.- Margas blancuquinas ligeramente arenosas en la base.

Fig. 3.-Bujeo section. Stratigraphic distribution of the most significant calcareous nannoplankton species. The differentiated zones and their age are also indicated. Lithological units distinguished: 1.- Strongly cemented calcarenites. 2.- White marls, slightly sandy at the base.

cos con respecto a las margas, ya que aparecen pinzados entre éstas y el substrato Alpujarride. En conjunto, la serie margosa parece manifestar un buzamiento hacia el SE.

3. BIOESTRATIGRAFÍA

Uno de los aspectos más llamativos observado durante el estudio de las muestras correspondientes a ambas secciones es la presencia, en cantidades variables, de nanoflora resedimentada procedente fundamentalmente de materiales cuya edad es Cretácico y Paleógeno, aunque no se descarta la posibilidad de que exista resedimentación del propio Mioceno.

La zonación standard de nannoplancton calcáreo

propuesta por Martini (1971) presenta el inconveniente, ante el problema de la resedimentación, de utilizar la desaparición de especies para marcar los límites entre las zonas definidas para el Mioceno inferior y medio. Por este motivo, en este trabajo se prefiere la utilización de la zonación de Okada y Bukry (1980), en la que se utilizan nuevos indicadores zonales basando los límites entre zonas en apariciones de especies.

El estudio de las muestras tomadas en las secciones de Murchas y el Bujeo ha permitido determinar, mediante nannoplancton calcáreo, las zonas de *Discoaster druggii* (CN-1c), *Sphenolithus heteromorphus* (CN-4) y *Discoaster exilis* (CN-5), de la zonación de Okada y Bukry (1980), (Fig. 4).

En el tramo inferior de la sección de Murchas se puede identificar la siguiente asociación de nannoplanc-

EDAD		PISOS	MARTINI	OKADA & BUKRY	MARCADORES	A	B	C		
			1971	1980	ZONALES					
MIOCENO	MEDIO	SERRAVALLIENSE	NN-8 C. COALITUS	CN-6 C. COALITUS	*C. coalitus	Datums de Foraminíferos planctónicos	Otros datums de Nannoplankton utilizados en este trabajo	Sección del Bujeo		
			NN-7 D. KUGLERI	CN-5b D. KUGLERI	*D. kugleri +C. floridanus					
			NN-6 D. EXILIS	CN-5a C. MIOPELAGICUS	+S. heteromorphus					
		LANG.	NN-5 S. HETEROMORPHUS	CN-4 S. HETEROMORPHUS	+H. ampliaperta *C. macintyreii +D. deflandrei Ac *S. heteromorphus				4	
			BURDIGALIENSE	NN-4 H. AMPLIAPERTA	CN-3 H. AMPLIAPERTA				+S. belemnos	PM
				NN-3 S. BELEMNOS	CN-2 S. BELEMNOS				+T. carinatus *S. belemnos	O
	INFERIOR	BURDIGALIENSE	NN-2 D. DRUGGII	CN-1c D. DRUGGII	*D. druggii				PO	
			NN-1 T. CARINATUS	CN-1b D. DEFLANDREI	+C. abisectus				1	
			AQUITANIENSE	CN-1a C. ABISECTUS						

Fig.4.-Comparación de los esquemas zonales de Martini (1971) y Okada y Bukry (1980) para el Mioceno inferior y medio, con indicación de los marcadores zonales. A.- Algunos datums de foraminíferos planctónicos y su correlación con las zonaciones de nannoplankton calcáreo: PO=aparición de *Praeorbulina*, O=aparición de *Orbulina*, PM=aparición de *Globorotalia praemenaardii*. B.- Algunos datums de nannoplankton calcáreo útiles: 1=aparición de *Reticulofenestra pseudoumbilica*, 2=aparición de *Calcidiscus premacintyreii*, 3=aparición de *C. leptoporus*, 4=aparición de *Calcidiscus* sp. C.- Esquema de situación cronológica aproximada de las dos secciones estudiadas.

Fig.4.-Comparison between the zonal schemes of Martini (1971) and Okada & Bukry (1980) for the lower and middle Miocene, with indication of the zonal markers. A.- Some planktonic foraminifera datums and their correlation with calcareous nannoplankton zonations: PO=first occurrence of *Praeorbulina*, O=first occurrence of *Orbulina*, PM=first occurrence of *Globorotalia praemenaardii*. B.- Some useful datums of calcareous nannoplankton: 1=first occurrence of *Reticulofenestra pseudoumbilica*, 2=first occurrence of *Calcidiscus premacintyreii*, 3=first occurrence of *C. leptoporus*, 4=first occurrence of *Calcidiscus* sp. C.- Approximate sketch of chronologic situation of two studied sections.

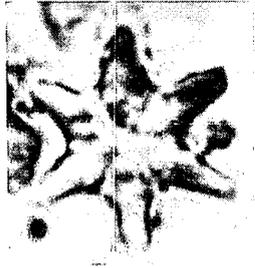
ton calcáreo: *Reticulofenestra daviesi*, *R. gartneri*, *R. minuta*, *Discoaster adamanteus*, *D. deflandrei*, *D. druggii*, *D. variabilis*, *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*, *Sphenolithus moriformis*, *Helicosphaera carteri*, *Triquetrorhabdulus carinatus*, *Dictyococcites antarcticus*, *D. hesslandii*, *Pontosphaera multipora* y *Pyrocylus orangensis*. Tal como se indica en Okada y Bukry (1980), la presencia de *Discoaster Druggii* y la ausencia de *Sphenolithus belemnos* sitúa este intervalo en la subzona de *Discoaster druggii* (CN-1c), equivalente al Burdigaliense inferior (ver también Aguado *et al.*, 1990).

El tramo superior de esta sección se caracteriza por

la siguiente asociación: *Sphenolithus heteromorphus*, *S. moriformis*, *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus*, *D. deflandrei*, *D. exilis*, *D. stellulus*, *D. variabilis*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *R. haqii*, *Helicosphaera carteri*, *H. euphratis*, *Calcidiscus macintyreii*, *C. premacintyreii*, *Dictyococcites antarcticus*, *Geminolithella rotula*, *Pyrocylus inversus* y *P. orangensis*. Esta asociación, bien preservada en las muestras inferiores y con tendencia a deteriorarse hacia la parte superior de la serie (disolución), quedaría dentro de la zona de *Sphenolithus heteromorphus* (CN-4), equivalente al Langhiense superior - Serravalliense inferior. Martín-Pérez (datos inéditos)



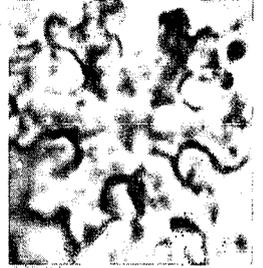
1



2



3



4



5



6



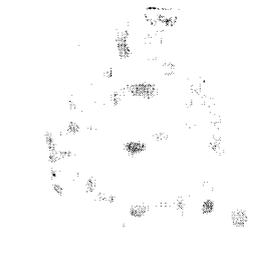
7



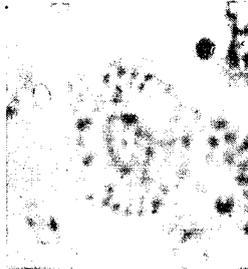
8



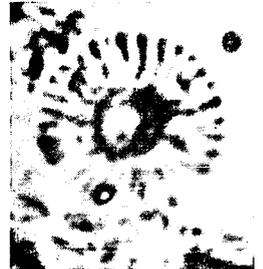
9



10



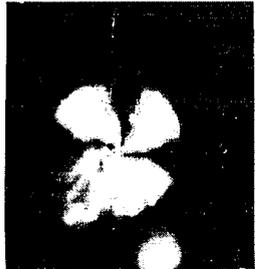
11



12



13



14



15



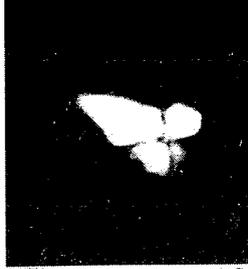
16



17



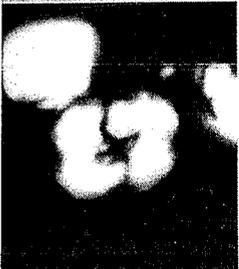
18



19



20



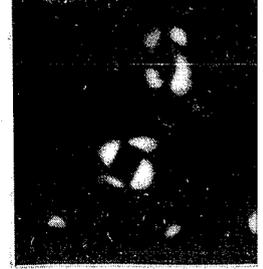
21



22



23



24

ditos) mediante el estudio de otras secciones, constata una disminución en la abundancia de *S. heteromorphus* a partir de la aparición de *Globorotalia praemenardii*, especie utilizada para determinar el inicio del Serravaliense mediante foraminíferos planctónicos (Estévez *et al.*, 1984). En otras secciones se ha constatado que la aparición de *C. macintyreii* tiene lugar por encima de la del género *Orbulina*, y por debajo de *G. praemenardii*. En este tramo está presente *C. macintyreii*, y la gran abundancia de *S. heteromorphus* nos inclina a asignarle una edad Langhiense superior (parte alta).

En la sección del Bujeo se han podido diferenciar dos asociaciones de nannofósiles:

La primera se caracteriza por la presencia de *Dictyococcites antarcticus*, *D. productus*, *Coccolithus miopelagicus*, *C. pelagicus*, *Sphenolithus heteromorphus* (escaso), *S. moriformis*, *S. neoabies*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *C. premacintyreii*, *C. radiatus*, *Reticulofenestra daviesi*, *R. haqii*, *R. minuta*, *R. minutula*, *R. pseudoumbilica*, *Geminolithella jafari*, *G. rotula*, *Helicosphaera carteri*, *H. euphratis*, *H. walbersdorfensis*, *Pontosphaera multipora* y *Pyrocyclus inversus*. La presencia de *C. leptoporus* y *S. heteromorphus* (poco abundante) nos sitúa en la parte alta de la zona de *S. heteromorphus* (CN-4). La edad de esta asociación es Serravaliense inferior, como queda confirmado, por la presencia de *Globorotalia praemenardii* y la ausencia de *G. menardii* en las muestras.

En la segunda asociación, semejante a la anterior, se constata la desaparición de *S. heteromorphus*, lo que nos indica el paso a la zona de *Discoaster exilis* (CN-5). Esta segunda asociación contiene, además *Calcidiscus* sp. el cual parece tener su aparición en las proximidades de la base de esta zona. Dado que sigue apareciendo *G. praemenardii* sin *G. menardii* la edad de los ma-

teriales que contienen a la segunda asociación, sigue siendo Serravaliense inferior.

Tanto en el tramo superior de Murchas como en el Bujeo encontramos *Discoaster stellulus*, especie originalmente descrita por Gartner (1967) en sedimentos pertenecientes a la zona de *Globorotalia menardii*. Aquí encontramos *D. stellulus* desde la zona de *S. heteromorphus*, dentro de la que probablemente tenga lugar su aparición.

Gran parte de los autores consideran que *Helicosphaera euphratis* desaparece dentro del Mioceno inferior (Theodoridis, 1984; Perch-Nielsen, 1985; Pujos, 1985). Sin embargo, hemos podido constatar su presencia tanto en la zona de *S. heteromorphus* como en la de *D. exilis*, al igual que Martini y Müller (1986).

En la sección del Bujeo se han encontrado en todas las muestras abundantes especímenes de *Helicosphaera walbersdorfensis*, especie característica del intervalo estudiado (Theodoridis, 1984).

Todas las muestras estudiadas pertenecientes a la sección del Bujeo se caracterizan en primer lugar, por una gran escasez de especímenes del género *Discoaster* frente a los placolitos, y en segundo lugar por una gran abundancia de *Pontosphaera multipora*. Tal como indica Siesser (1977), los géneros *Pontosphaera*, *Rhabdosphaera* y *Lithostromation* son típicos de áreas de plataforma e incluso muy próximas a la costa, puesto que necesitan un rápido enterramiento para su preservación (Wise, 1977). Por otro lado, Bukry (1971) establece la relación entre la abundancia de ciertos géneros y la profundidad, siendo el género *Discoaster* el más abundante en medios profundos. En la sección del Bujeo los representantes de este género son escasísimos en relación a la cantidad de placolitos. Consecuentemente, el medio de depósito de los materiales del Bujeo fue

Fig.5.-Nannoplankton calcáreo de las secciones de Murchas y del Bujeo. Todos los ejemplares X 3000.

Fig.5.-Calcareous nannoplankton from the Murchas and Bujeo sections. All specimens X 3000.

1. *Discoaster exilis* MARTINI & BRAMLETTE. Muestra (sample) MU-3. Luz polarizada (polarized light).
2. *Discoaster druggii* BRAMLETTE & WILCOXON. Muestra (sample) MU-1. Luz polarizada (polarized light).
3. *Discoaster variabilis* MARTINI & BRAMLETTE. Muestra (sample) MU-3. Luz polarizada (polarized light).
4. *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL. Muestra (sample) MU-1. Luz polarizada (polarized light).
- 5, 6. *Discoaster stellulus* GARTNER. Muestra (sample) MU-3. Luz polarizada (polarized light).
7. *Discoaster adamanteus* BRAMLETTE & WILCOXON. Muestra (sample) MU-1. Luz polarizada (polarized light).
8. *Pyrocyclus inversus*. HAY & TOWE. Muestra (sample) MU-3. Ní coles cruzados (crossed nicols).
- 9, 13. *Pontosphaera multipora* (KAMPTNER) ROTH. Muestra BU-7. 9: luz polarizada (polarized light); 13: el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).
- 10, 14. *Calcidiscus leptoporus* (MURRAY & BLACKMAN) LOEBLICH & TAPPAN. Muestra (sample) BU-7. 10: luz polarizada (polarized light); 14, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).
- 11, 15. *Calcidiscus* sp. Muestra (sample) BU-7. 11: luz polarizada (polarized light); 15: el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).
- 12, 16, 22. *Calcidiscus macintyreii* (BUKRY & BRAMLETTE) LOEBLICH & TAPPAN. 12: muestra (sample) BU-7 luz polarizada (polarized light); 16, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols); 22, muestra BU-6, luz polarizada (polarized light).
- 17, 21. *Reticulofenestra gartneri*. ROTH & HAY. Muestra (sample) MU-1. 17: luz polarizada (polarized light); 21, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).
- 18, 19, 20. *Sphenolithus heteromorphus* DEFLANDRE. 18: muestra (sample) MU-3, luz polarizada (polarized light); 19, 20, muestra MU-4, nicoles cruzados (crossed nicols).
23. *Helicosphaera walbersdorfensis* MÜLLER. Muestra (sample) BU-4. Nicoles cruzados (crossed nicols). Esquina superior izquierda e inferior derecha, ejemplares de la misma especie (Left upper and right lower corners are specimen of this species).
24. *Reticulofenestra minutula* (GARTNER) HAQ & BERGGREN. Muestra (sample) MU-3. Nicoles cruzados, dos especímenes (crossed nicols, two specimens).

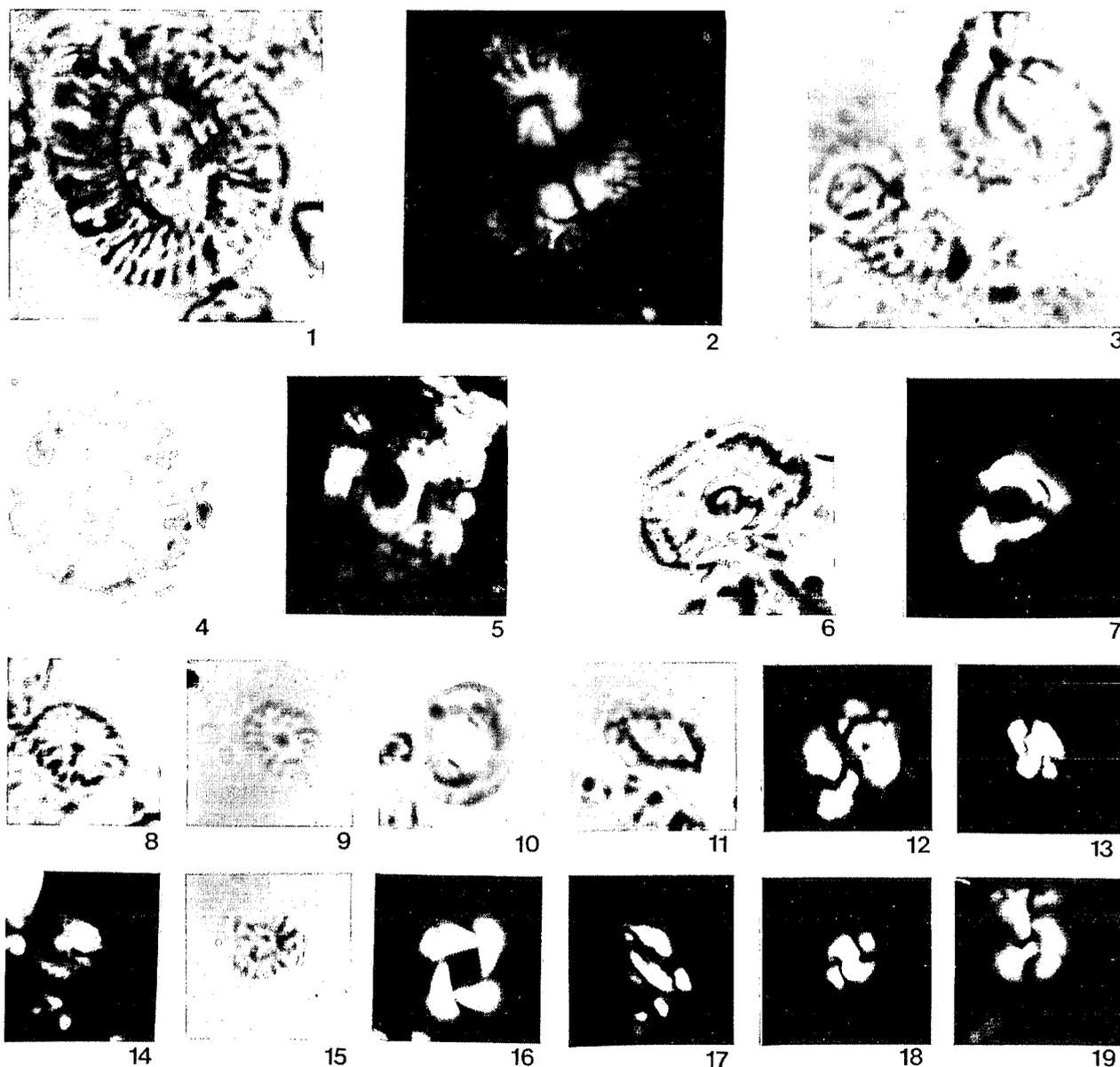


Fig.6.-Nannoplankton calcáreo de las secciones de Murchas y del Bujeo. Todos los ejemplares X 3000.

Fig.6.-Calcareous nannoplankton from the Murchas and Bujeo sections. All specimens X 3000.

1, 2. *Coccolithus miopelagicus* BUKRY. Muestra BU-4. 1: luz polarizada (polarized light); 2, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

3. *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER (esquina superior derecha-upper right corner) y *Geminilithella rotula* (KAMPTNER) BACKMAN (izquierda-left). Muestra BU-4. Luz polarizada (polarized light).

4, 5. *Calcidiscus premacintyreii* THEODORIDIS. Muestra MU-3. 4: luz polarizada (polarized light); 5, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

6, 7. *Calcidiscus premacintyreii* THEODORIDIS. Especimen fragmentado. Muestra MU-3. 6: luz polarizada (polarized light); 7, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

8, 14. *Calcidiscus radiatus* (KAMPTNER) MARTIN-PÉREZ & AGUADO. Muestra BU-6. 8: luz polarizada (polarized light); 14: el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

9, 15. *Calcidiscus radiatus* (KAMPTNER) MARTIN-PÉREZ & AGUADO. Muestra BU-6. Luz polarizada (polarized light).

10, 16. *Reticulofenestra pseudoumbilica* (GARTNER) GARTNER. Muestra MU-3. 10: luz polarizada (polarized light); 16, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

11, 17. *Helicosphaera walbersdorfensis* MÜLLER. Muestra BU-4. 11, luz polarizada; 17, el mismo espécimen bajo nicoles cruzados (same specimen under crossed nicols).

12, 19. *Dictyococcites antarcticus* HAQ. Muestra BU-4. Nicoles cruzados (crossed nicols).

13, 18. *Dictyococcites productus* (KAMPTNER) BACKMAN. Nicoles cruzados (crossed nicols).

un medio somero, próximo a costas y con una alta velocidad de sedimentación. Esta conclusión queda apoyada por un alto contenido en foraminíferos bentónicos.

4. NOTAS TAXONÓMICAS

Algunos autores consideran al género *Dictyococcites* como un sinónimo de *Reticulofenestra* (Gallagher, 1989). Aunque se reconoce la similitud estructural entre estos dos géneros, en la realización de este trabajo se ha optado por mantener la distinción debido a que el primero presenta al microscopio óptico un área central cerrada y cubierta por placas calcáreas en su cara distal. El género *Reticulofenestra* presenta una tenue estructura en rejilla cubriendo su área central por la cara proximal (al igual que *Dictyococcites*), la cual normalmente no se encuentra preservada. *Reticulofenestra* carece de la cubierta de placas calcáreas distales que presenta *Dictyococcites*.

Calcidiscus sp.

Como *Calcidiscus* sp. se incluye un placolito elíptico con un eje mayor de unas 5-6 μ , un área central amplia y una baja birrefringencia bajo nícoles cruzados (característica propia del género *Calcidiscus*). Se diferencia de *C. premacintyreii* por su contorno más elíptico y su área central más amplia y su menor tamaño, y de *C. radiatus* por su mayor tamaño y su área central mucho más amplia. Su aparición parece situarse cercana a la base de la zona de D. exilis según se desprende de los resultados obtenidos en la sección del Bujeo.

Calcidiscus radiatus (Kamptner, 1955) comb. nov.

Coccolithus radiatus KAMPTNER, 1955, p. 34, Pl. VII, figs. 92a,b.

Tremalithus radiatus (KAMPTNER) KAMPTNER, 1956, p. 6.

Coccolithus pataecus GARTNER, 1967, p. 4, Pl. V, figs. 6, 7a, b.

Coccolithus radiatus KAMPTNER in JAFAR, 1975, Pl. IX, figs. 10,11,18.

Kamptner (1955) describió *Coccolithus radiatus* como una especie de pequeño tamaño y contorno elíptico. En 1956, el mismo autor (Kamptner, 1956) trasladó esta especie y la incluyó dentro del género *Tremalithus*, creado por él mismo. Posteriormente, Gartner (1967), describió *Coccolithus pataecus*, poniendo de manifiesto su similitud con *Cyclococcolithus leptoporus* (especie incluida ahora en el género *Calcidiscus*). Este autor pone de manifiesto la afinidad estructural entre los escudos proximal y distal de *C. leptoporus* y *C. pataecus*, si bien los diferencia por el contorno elíptico y el menor número de elementos del segundo. A pesar de esta

similitud estructural asigna el primero al género *Cyclococcolithus* y el segundo al género *Coccolithus* (probablemente por la restricción que impone la descripción del género *Cyclococcolithus*, en el que sólo se incluyen formas de contorno circular). Loeblich y Tappan (1978), advierten que la descripción original del género *Cyclococcolithus* no fue legítima (ICBN Art. 63, páf. 1, Art. 72, par. 1), de modo que incluyen, dentro de *Calcidiscus*, numerosas especies anteriormente encuadradas en el género *Cyclococcolithus*, entre ellas *C. leptoporus*. La descripción del género *Calcidiscus* no impone restricción alguna en lo relativo a la forma del contorno, por lo que, dada su afinidad estructural con *C. leptoporus*, "*Coccolithus radiatus*" debe ser trasladado a este género. Loeblich y Tappan no incluyeron "*Coccolithus radiatus*" dentro de *Calcidiscus* probablemente por el simple hecho de que en esos años no se incluía en el género *Cyclococcolithus*.

Los argumentos que nos inducen a incluir esta forma en el género *Calcidiscus* son la presencia de un sólo ciclo de elementos en su escudo proximal, frente a los dos ciclos presentes en *Coccolithus*, y sus características ópticas, más próximas a las que muestran las formas del género *Calcidiscus* que a las de *Coccolithus*.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el contenido en foraminíferos planctónicos de las muestras estudiadas se correlacionan los principales eventos en la escala de foraminíferos con los de la escala de nannoplancton. El estudio de la nannoflora contenida en los sedimentos de las secciones de Murchas y del Bujeo ha permitido la determinación de las zonas de *Discoaster druggii* (CN-1c), *Sphenolithus heteromorphus* (CN-4) y *Discoaster exilis* (CN-5), equivalentes al Burdigaliense inferior, Langhiense superior-Serravallense inferior (parte baja), y Serravallense inferior (parte alta), respectivamente. Se correlaciona un descenso brusco en la abundancia de *Sphenolithus heteromorphus* con el inicio del Serravallense.

Con respecto a la distribución estratigráfica de algunas especies, se constata la presencia de *Discoaster stellulus* en materiales de edad Langhiense superior, por tanto en materiales más antiguos que aquellos en que fue descrito; del mismo modo, se confirma la presencia de *Helicosphaera euphratis* en materiales de edad Serravallense inferior, por lo que esta especie no desaparece en el Mioceno inferior como indican algunos autores. La aparición de *Calcidiscus* sp. se sitúa próxima a la desaparición de *Sphenolithus heteromorphus*, ya dentro de la zona de D. exilis.

Por último, dadas las características ópticas de "*Coccolithus radiatus*" Kamptner, éste es transferido al género *Calcidiscus*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, R., Feinberg, H., Durand-Delga, M., Martín-Algarra, A., Esteras, M. y Didon, J. (1990): Nuevos datos sobre la edad de las formaciones miocenas transgresivas sobre las Zonas Internas Béticas: la Formación de San Pedro de Alcántara (Provincia de Málaga). *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 79-85.
- Aldaya, F., Díaz de Federico, A., García-Dueñas, V., Martínez-García, E., Navarro-Vila, F y Puga, E. (1980): Mapa y memoria explicativa de la Hoja 2043 (Lanjarón) del Mapa Geológico de España. E: 1/50.000. 2.^a Serie IGME.
- Backman, J. (1980): Miocene-Pliocene nannofossils and sedimentation rates in the Hatton-Rockall Basin, NE Atlantic ocean. *Stockholm Contributions in Geology*, 36: 1-91.
- Bukry, D. (1973): Low latitude coccolith biostratigraphic zonation. In: *Init. Rep. DSDP* (N.T. Edger et al., Eds.) 15: 585-703.
- Estévez, A., González-Donoso, J.M., Linares, D., López-Garrido, A.C., Rodríguez-Fernández, J., Sanz de Galdeano, C. y Serrano, F. (1985): El Neógeno del Valle de los Guájares (Cordillera Bética, Granada). *Mediterránea*, 4: 33-54.
- Estévez, A., González-Donoso, J.M., Linares, D., Martín-Algarra, A., Sanz de Galdeano, C. y Serrano, F. (1984): El cabalgamiento finiserravallense del Norte de Sierra Haraña (Cordillera Bética). Observaciones sobre la caracterización bioestratigráfica del Serravallense. *Mediterránea*, 3: 151-173.
- Gallagher, L. (1989): *Reticulofenestra*: A critical review of taxonomy, structure and evolution. In: *Nannofossils and their applications* (J.A. Crux and S.E. Van Heck, Eds.) British Micropaleontological Society Series. Ellis Horwood Ltd. Chichester, 41-75.
- González-Donoso, J.M. (1977-78): Los materiales miocénicos de la Depresión de Granada. *Cuad. Geol. Univ. Granada*. 8-9: 191-203.
- Jafar, S.A. (1975): Calcareous nannoplankton from the Miocene of Rotti, Indonesia. *Kon. Nederl. Akad. Wett.*, 28: 1-99.
- Kamptner, E. (1955): Fossile Coccolithineen-Skelettreste aus Insulinde. Eine mikropalontologische Untersuchung. *Vehr. Kon. Nederl. Akad. Wett., Afd. Natuurk.*, Ser 2, 50: 1-105.
- Kamptner, E. (1956): Zur Systematik und Nomenclature der Coccolithineen. *Anz. Österr. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl.*, 93: 4-11.
- Loeblich, A.R. y Tappan, H. (1978): The coccolithophorid genus *Calcidiscus* KAMPTNER and its synonyms. *Jour. Paleont.*, 52: 1390-1392.
- Martín-Pérez, J.A., Martínez-Gallego, J., Braga, J.C., Martín, J.M. (1989): Preliminary data on the distribution of calcareous nannoplankton in the marine units of the Granada Basin. *1er. Colloque du Neogene Atlantico-Méditerranéen* (Tetouan, Maroc, 1989), Communication, 69-73.
- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. 2nd. Planktonic Conference*, Roma, 2: 739-785.
- Martini, E. y Müller, C. (1986): Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *Newsl. Stratigr.*, 16: 99-112.
- Okada, H. y Bukry, D. (1980): Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973;1975). *Marine Micropal.*, 5: 321-325.
- Perch-Nielsen, K. (1985): Cenozoic calcareous nannofossils. In: *Plankton stratigraphy* (H.M. Bolli, J.B. Saunders y K. Perch-Nielsen, Eds.). Cambridge University Press, 427-554.
- Pujos, A. (1985): Cenozoic nannofossils, Central Equatorial Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 85. *Init. Rep. DSDP*, 85: 581-607.
- Rodríguez-Fernández, J. (1982): *El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas*. Tesis Univ. Granada. 224 p.
- Siesser, W.G. (1977): Calcareous nannofossils as age and paleoenvironmental indicators. *Electron. van Suidelike Afrika*, 7: 81-82.
- Theodoridis, S.A. (1984): Calcareous nannofossils biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utretch Micropal. Bull.*, 32: 271 p.
- Wise Jr., S.W. (1977): Chalk formation: early diagenesis. In: *The fate of fossil fuel CO₂ in the oceans* (N.R. Anderson y A. Malahoff, Eds.). Plenum Publ. Corp., New York, 717-739.

Recibido el 20 de mayo de 1990
Aceptado el 12 de julio de 1990