

## Caracterización paleoclimática de la serie margosa Langhiense de Can Rosell (Barcelona)

A. VÁZQUEZ<sup>(1)</sup>, F. PLANA<sup>(1)</sup>, J. DE PORTA<sup>(2)</sup>, I. ZAMARREÑO<sup>(1)</sup> e I. MACPHERSON<sup>(2)</sup>

(1) Instituto de Ciencias de la Tierra (Jaime Almera), C.S.I.C., Martí i Franquès sn., 08028 Barcelona.

(2) Facultad de Geología. Universidad de Barcelona. Zona Universitaria de Pedralbes. 08028 Barcelona.

### RESUMEN

La serie de Can Rosell se localiza en la cuenca del Penedès (provincia de Barcelona). Esta serie está formada por una sucesión de margas grises con pequeñas intercalaciones de areniscas que pasan hacia el techo a una alternancia de margas y areniscas amarillas. Estos materiales son depósitos marinos someros que corresponden al borde nororiental del mar Langhiense. La macrofauna está formada predominantemente por moluscos. Los briozoos, anélidos, equinodermos y otolitos son también abundantes. Entre los foraminíferos destacan *Ammonia beccarii* (LINNE), *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY), *Lenticulina inornata* (D'ORBIGNY) y *Florilus boeanus* (D'ORBIGNY). La preservación de la microestructura y de la mineralogía original de los esqueletos carbonatados, y las características de las fases arcillosas presentes en las muestras, sugieren que no existen transformaciones diagenéticas importantes que afecten a los tramos correspondientes a las muestras estudiadas.

Las relaciones entre los porcentajes de illita, caolinita y esmectita permiten diferenciar tres tramos en la serie que parecen haber sido depositados bajo condiciones climáticas diferentes. Estos tramos son, de base a techo, un tramo inferior depositado bajo un clima semi-húmedo en el que se habrían producido procesos de erosión activa, un tramo intermedio depositado bajo un clima húmedo y en el que tendrían lugar procesos de hidrólisis y un incremento de la pedogénesis, un tramo superior que correspondería a unas condiciones climáticas áridas con decrecimiento de la pluviosidad. La concentración de Mg y la relación calcita/aragonito en las valvas de *Amusiopecten baranensis* (ALMERA y BOFILL) indicarían oscilaciones de temperatura durante el tramo inferior, un aumento de la temperatura en el tramo intermedio y un descenso de la misma en el tramo superior.

*Palabras clave:* Paleoclimatología. Arcillas. Pectínidos. Mioceno. Penedès.

### ABSTRACT

Distinct changes during the Langhian in the clay mineral composition of the Can Rosell section, in the Vallés-Penedès graben, allow the distinction of three intervals (basal, intermediate and upper intervals). The boundaries between these intervals coincide with changes in the aragonite/calcite ratio and in the  $MgCO_3$  molar percentage of *Amusiopecten baranensis* (ALMERA and BOFILL). The basal interval is characterized by relatively high amounts of kaolinite, smectite, and illite, while the  $MgCO_3$  of LMC and the ratio LMC/ARG oscillate. The intermediate interval shows an increase in kaolinite and a decrease in smectite content. The LMC/ARG decrease and the  $MgCO_3$  of LMC increases. During the upper interval the amount of kaolinite and the  $MgCO_3$  decreases while the amount in illite and the ratio LMC/ARG increases. The synchronism of the changes in clay mineralogy and in the mollusca mineral composition seems to suggest paleoclimatic changes. The basal interval seems to correspond to a semi-humid climate, during the deposition of the intermediate interval the humidity and temperature increases, and the upper interval presumably corresponds to an arid climate and to a decrease of temperature.

*Key words:* Miocene paleoclimatology. Clay minerals. Pectinidae. Miocene. Spain.

## INTRODUCCIÓN

En general los estudios de reconstrucción paleoambiental y paleoclimática se basan en criterios sedimentológicos, paleontológicos y geoquímicos. Estos estudios son sin embargo, en muchos casos, complejos debido en parte a las transformaciones diagenéticas de la mineralogía, quimismo y microestructura de los componentes esqueléticos. Este hecho hace que sea a veces difícil o imposible determinar las características originales precisas del ambiente deposicional. De este modo la interpretación paleoambiental y paleoclimática debe ser abordada cuidadosamente, siendo preciso analizar fundamentalmente las características del sedimento y de los restos fósiles que no hayan sido afectados por transformaciones diagenéticas. Un método eficaz en el análisis paleoambiental y paleoclimático es la selección de series que contengan fauna aragonítica y calcítica originales ya que el aragonito es una fase mineral metaestable mientras que la calcita no. Así, la existencia de fósiles aragoníticos preservados indicará que la calcita biosegregada estará diagenéticamente inalterada (Brand, 1987). De este modo las series geológicas con fauna aragonítica y calcítica son potencialmente óptimas para el estudio paleoambiental y paleoclimático basado en criterios geoquímicos y mineralógicos.

Por otra parte, el estudio mineralógico de los minerales de la arcilla presentes en un sedimento permite deducir en muchos casos las condiciones climáticas de su génesis y deposición. La distribución de las arcillas detríticas en sedimentos marinos hemipelágicos recientes (Chamley, 1967, 1972) y antiguos (Chamley y Robert, 1980; Chamley, 1983, Chamley *et al.*, 1986) refleja los procesos de alteración y pedogénesis de las rocas y suelos a partir de los que se generaron y que en su momento se encontraban en equilibrio climático con el medio. De este modo, la esmectita se forma principalmente en suelos de zonas distales con bajo drenaje en un clima cálido semiárido, por su parte la caolinita se forma en suelos con un buen drenaje en zonas de cabecera y en condiciones de alta humedad bajo fuerte hidrólisis. Así pues, la relación de estas fases arcillosas respecto a la illita, que representa la cantidad de basamento no alterado a partir del cual se generan la caolinita y la esmectita, servirá para establecer un balance climático de aridez-humedad así como para controlar en cierto modo la procedencia de los aportes arcillosos a la cuenca (Chamley, 1989, Chamley *et al.*, 1986).

Asimismo, el estudio de parámetros mineralógicos de caparzones de especies seleccionadas de moluscos como son la relación porcentual de las fases carbonatadas presentes (Watabe, 1981) o el contenido molar de magnesio en solución sólida (Renard, 1985), proporcionan

indicaciones paleoambientales y paleoclimáticas que aquilatan las extraídas del análisis de los minerales de la arcilla. Es bien sabido que las variaciones físico-químicas del medio de sedimentación quedan reflejadas en el contenido en Mg de los carbonatos, y que en las calcitas de precipitación inorgánica con bajo contenido en magnesio el coeficiente de partición del Mg es fuertemente termodependiente (Katz, 1973). Por su parte las calcitas biógenas en general (Clarke y Wheeler, 1971; Renard, 1985, Vázquez y Zamarreño, 1987 y Vázquez *et al.*, 1988) y las segregadas por los moluscos en particular (Dodd, 1965; Crisp, 1972; Lorens y Bender, 1980 y Renard, 1985) también presentan contenidos en magnesio que son termodependientes. Esta relación térmica varía con los diferentes organismos de forma compleja de tal modo que para obtener una información paleoambiental y paleoclimática fiable es conveniente utilizar datos procedentes de una misma especie biológica. Sin embargo, la influencia de la relación Ca/Mg del medio (Fuchtbauer y Hardie, 1976, 1980; Renard, 1985) y de las interacciones específicas de las matrices orgánicas de los individuos (Watabe, 1981) han impedido, entre otros factores, establecer funciones simples que permitan calcular una temperatura precisa del medio deposicional en función de la concentración de Mg de los organismos.

El objeto de este trabajo es la determinación de la evolución paleoclimática de la serie margosa de Can Rosell en base fundamentalmente a la mineralogía global, con especial énfasis en las fases arcillosas, así como en el análisis de la composición mineral de las valvas de *Amusiopecten baranensis* (ALMERA y BOFILL).

## MARCO GEOLÓGICO

La serie de Can Rosell está situada en la Fosa del Vallés-Penedès. Esta depresión, de dirección NE-SW está rellena por depósitos miocenos marinos y continentales y se sitúa sobre el borde occidental de la Cuenca Nordbaleárica-Provenzal. Limitada por las cordilleras Prelitoral y Litoral, se extiende desde el río Tordera (Gerona) hasta las inmediaciones de El Vendrell (Tarragona) donde el bloque de Bonastre, que se continua por una serie de altos hasta Tarragona y Salou, la separa de la depresión de Reus-Valls.

La sección de Can Rosell está localizada junto a la antigua cantera del mismo nombre, en las inmediaciones del Km 3 de la carretera comarcal C-243 de Sant Sadurní d'Anoia a la nacional 340 (Fig. 1). Está incluida en la unidad deposicional denominada «complejo marino y de transición» de Agustí *et al.* (1985) y

es de edad Langhiense, Zona N8 de Blow, (Martinell y Porta, 1983). La sucesión estratigráfica general ha sido establecida por diversos autores (Permanyer y Esteban, 1973; Magne, 1978). En esta sección (Fig. 2) se puede distinguir un nivel inferior de 18 m de limos y arcillas limosas de color gris con intercalaciones de arenas al que se superpone un nivel de arenas y limos amarillentos de unos 4 m. de potencia (Clauzon *et al.*, 1987; Porta *et al.*, 1986-1987). El primer tramo corresponde a un ambiente deposicional con cierto carácter reductor e influencia de aguas continentales que contribuyen a una ligera hiposalinidad Civis *et al.* (1986-1987) y Porta *et al.* (1990). Estas características son más acusadas en las primeros metros de la serie. El carácter fino de los sedimentos parecen indicar un ambiente energético tranquilo que se ve alterado ocasionalmente produciéndose la deposición de las intercalaciones arenosas. Estas intercalaciones arenosas son más frecuentes en el tramo superior de la serie lo que conjuntamente con el color amarillento parecen indicar un aumento de la energía y oxigenación del medio, quizás asociado a una somerización.

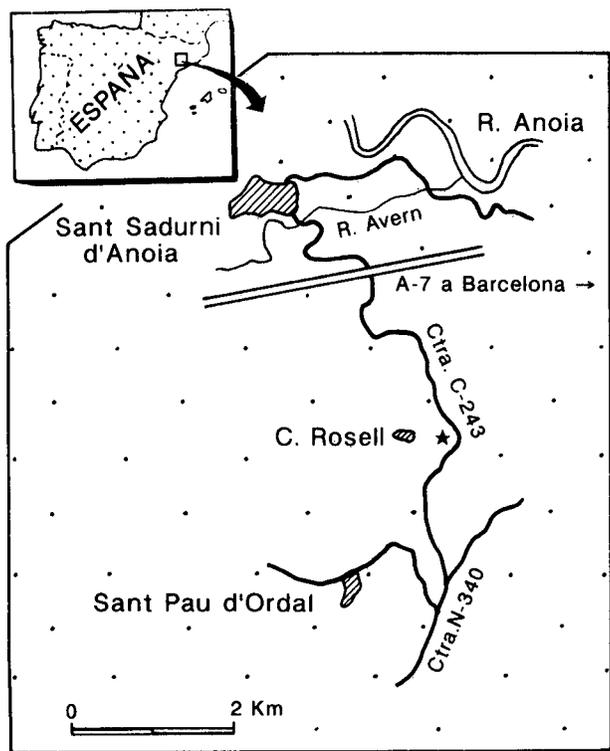


Figura 1.- Mapa de situación de la serie de Can Rosell.

Figure 1.- Location chart of the Can Rosell section.

## METODOLOGÍA

Se analizan 15 muestras regularmente espaciadas a lo largo de la serie estudiada.

Mediante el empleo de una columna de sedimentación y de un Sedigraph D500 se obtuvo la distribución de tamaños de grano de las muestras.

Se identificaron los principales grupos de la macrofauna. El estudio cuantitativo de los foraminíferos se realizó a partir de la fracción superior a 125 micras utilizando un mínimo de 300 individuos por muestra para el cálculo de los porcentajes.

La cuantificación mineralógica de las muestras se determinó a partir de espectros de difracción de rayos X obtenidos con un equipo SIEMENS usando radiación  $\lambda K\alpha, Cu=1.5405 \text{ \AA}$ . Un primer análisis permitió la identificación cualitativa de las fases minerales presentes en las muestras. En un segundo espectro, tomado entre  $26^\circ$  y  $32^\circ 2\theta$ , se realizó un ajuste de funciones lorentzianas según el método de Martínez y Plana (1987). Este método, en el que se utiliza una cantidad conocida de fluorita como patrón de calibración, permite calcular con precisión los porcentajes de las fases carbonatadas, del cuarzo y de manera global del conjunto de minerales restantes presentes en las muestras. Finalmente, se procedió al análisis semicuantitativo de los minerales de la arcilla preparando agregados orientados que fueron sometidos a los tratamientos convencionales (Etilenglicol,  $550 \text{ C}^\circ$ ). La cuantificación se realizó según el método de Chung (1974) adoptando constantes de calibración ajustadas para cada una de las fases, seleccionando los picos de  $18 \text{ \AA}$ ,  $10 \text{ \AA}$ ,  $3.57 \text{ \AA}$  y  $3.53 \text{ \AA}$  para la esmectita, illita, caolinita y clorita respectivamente.

Fragmentos del borde paleal de especímenes de *Amusiopecten baranensis* (ALMERA y BOFILL) en cada muestra han sido analizados por difracción de rayos X para obtener una primera y rápida determinación de la relación calcita/aragonito de las valvas y del contenido molar de  $MgCO_3$  en la red de la calcita.

## RESULTADOS

La perfecta preservación de la microestructura de las valvas de *A. baranensis* (Fig. 3) estudiadas indica que los ejemplares estudiados no han sufrido procesos de transformación diagenética y son por lo tanto apropiados para un estudio de este tipo.

Desde el punto de vista granulométrico, la serie presenta incrementos en el tamaño de grano en los tramos medio y superior (Fig. 2).

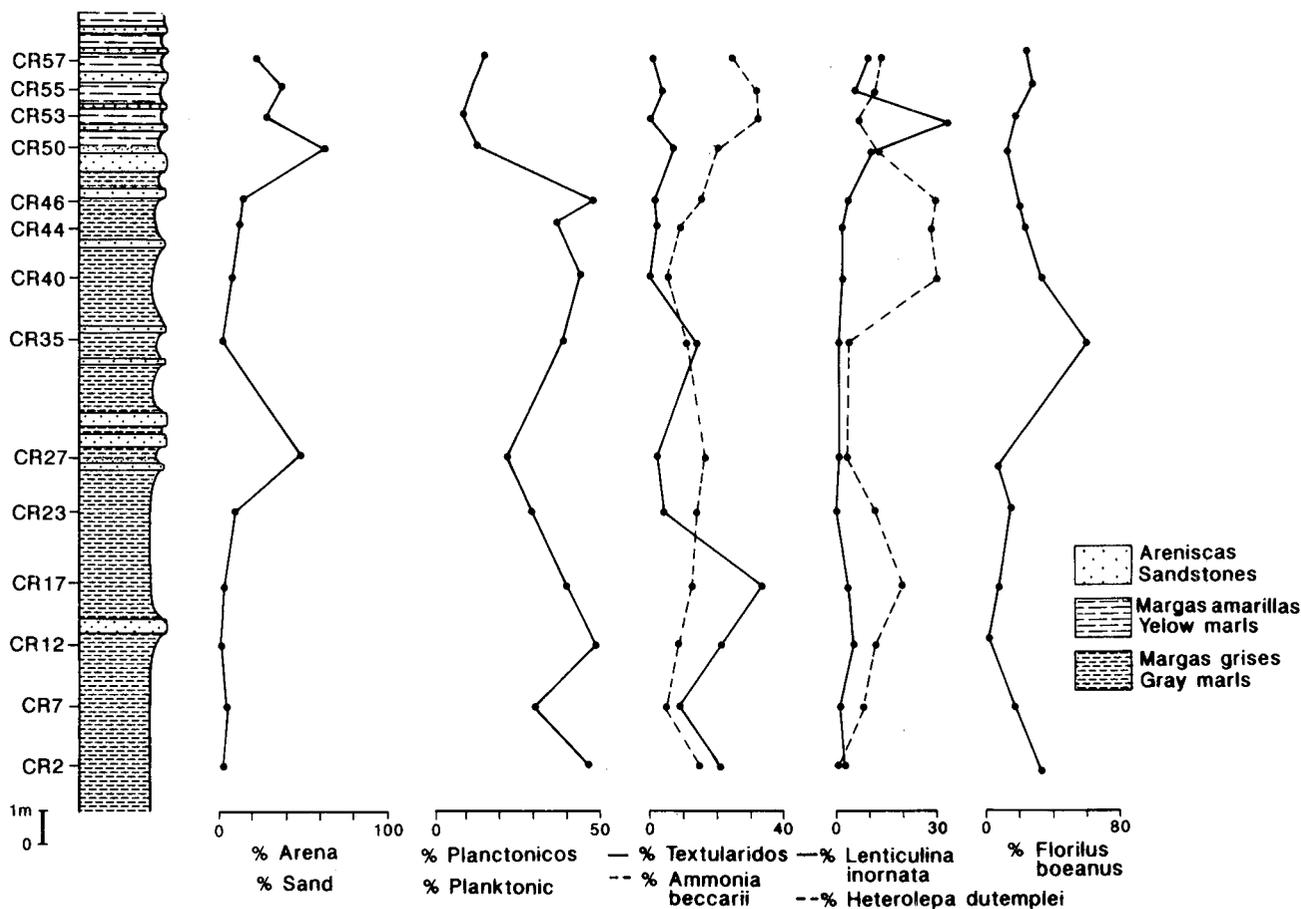


Figura 2.- Columna litoestratigráfica de la serie de Can Rosell mostrando las muestras estudiadas. Representación del porcentaje de arenas y de diversos grupos de foraminíferos.

Figure. 2.- Lithostratigraphic column of the section of Can Rosell showing the studied samples. Plots of sand and several foraminifera percentages.

Los materiales margosos de la serie estudiada tienen un valor medio de arcillas de 32 %, 31.8 % de carbonatos y 29.8 % de cuarzo y feldespatos.

### Fauna

Desde un punto de vista faunístico las margas grises se caracterizan por un conjunto de moluscos que se presentan acompañados por briozoos, anélidos, equinodermos y otolitos. Martinell y Porta (1983) señalaron una fauna de gasterópodos y bivalvos marinos, entre los que se pueden señalar *Turritella tricarinata* (BROCCHI), *Architectonica* (s.S.) *gratteloupi* (D'ORBIGNY), *Bittium reticulatum* (DA COSTA), *Lunatia helicina* (BROCCHI), *Strioterebrum basteroti* (NYST),

*Arca dilivii* (LAMARK), *Amussiopecten baranensis* (ALMERA y BOFILL) y *Corbula* (*Varicorbula*) *gibba* (OLIVI), a los que hay que añadir otros: *Dentalium* sp., *Cadulus* sp., *Cardium* sp., *Circomphallus foliaceolamellosa* (DILLWYN) y *Tellina* (*Tellina*) cf. *distorta* (POLI). Entre los bivalvos existe un predominio casi absoluto de las formas infaunales suspensívoras.

La microfauna está representada por foraminíferos y ostrácodos. Los foraminíferos planctónicos son relativamente abundantes y entre los bentónicos destacan *Ammonia beccarii* (LINNÉ), *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY), *Lenticulina inornata* (D'ORBIGNY), *Florilus boeanus* (D'ORBIGNY) y diversas especies de textuláridos. En menor proporción aparecen algunas formas de uvigerínidos como son *Hopkinsina bo-*

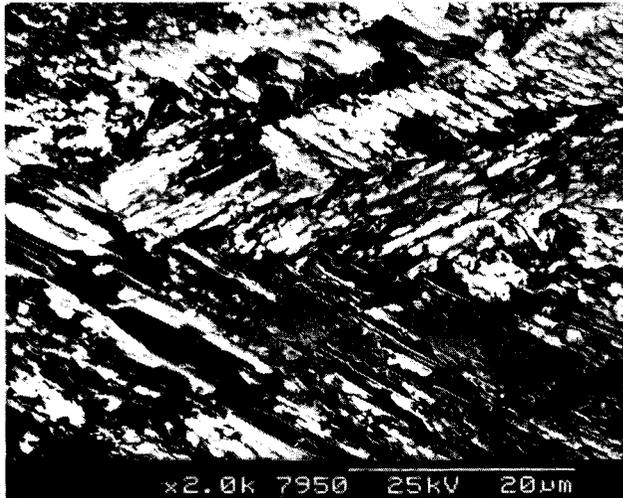


Figura 3.- Microestructura de *A. baranensis* bien preservada. Vista de la capa calcítica foliada interna en la zona del borde de la costilla. Muestra CR23.

Figure 3.- Well-preserved microstructure of *A. baranensis*. Inner foliated calcitic shell layer near the ribelet area. Sample CR23.

*noniense* (FORNASINI) y *Uvigerina graciliformis* (PAPP y TURNOVSKY).

Anteriormente Civis *et al.* (1986-1987) y Porta *et al.* (1990) habían señalado episodios que representaban una ligera tendencia a condiciones hiposalinas y procesos de carácter reductor que se desarrollaron en la interfase agua-sedimento o en la parte más superior del sedimento .

A partir de la muestra CR46 hasta el techo de la serie, la macrofauna está constituida por los mismos grupos aunque se observa una menor diversificación. Aparecen *Nucula (Nucula) nucleus* (LINNÉ) y *Nuculana sp.* *Amusiopecten baranensis* (ALMERA y BO-FILL) es más abundante. La fauna de bivalvos está dominada por los especímenes infaúnicos detritívoros. Los foraminíferos planctónicos acusan una fuerte disminución. Respecto a los foraminíferos bentónicos se observan las mismas especies, si bien los textuláridos y uvigerínidos apenas están representados. Únicamente destacan algunas especies de casidulinidos.

## Mineralogía

La serie de Can Rosell presenta una mineralogía (Tabla 1) en la que se observa un aumento en la cantidad de calcita, dolomita, feldespatos y carbonatos totales hacia el techo asociado a una disminución de cuarzo (Fig. 4). Las relaciones entre las fases de los minerales de la arcilla presentes en las muestras (Tabla 2) muestran oscilaciones. La relación caolinita/esmectita (Fig. 5a) tiene valores medios en el tramo inferior (muestras CR7 a CR23), aumenta en el tramo intermedio de la serie (CR23 a CR44) y disminuye en el tramo superior (CR44-techo). Por su parte la relación entre caolinita/illita (Fig. 5b) posee los valores más elevados desde la base hasta la muestra CR46 y menores hacia el techo de la serie. La relación entre la esmectita y la illita (Fig. 5c) muestra un máximo relativo en el tramo inferior hasta la muestra CR23, una disminución en el tramo comprendido entre las muestras CR23 y CR44 y un acusado incremento hacia el techo de la serie. La clorita, que se encuentra relacionada con la illita ( $R=0.69$ ), oscila a lo largo de la serie. Este mineral presenta valores elevados en el tramo inferior, bajos en el intermedio, y oscila considerablemente en el tramo superior.

## Mineralogía de *A. baranensis*

El contenido molar de  $MgCO_3$  en la red cristalina calcítica de *A. baranensis*, expresado como  $Ca_{100-x}/Mg_x$  (Fig. 6a), oscila desde la base a la muestra CR27. Entre las muestras CR27 y CR44 los valores son más bajos. Desde la muestra CR44 hacia el techo la relación aumenta indicando un claro descenso en el contenido de Mg.

La relación calcita/aragonito en las valvas de *A. baranensis* (Fig. 6b) tiene valores medios en el tramo inferior de la serie, bajos en el tramo comprendido entre CR27 y CR44 y aumenta hacia el techo.

## DISCUSIÓN

El uso de las relaciones entre las fases arcillosas como indicadores climáticos se ha aplicado hasta hace poco tiempo a sedimentos marinos cuaternarios depositados en cuencas abiertas (Chamley, 1967, 1972). Recientemente las relaciones entre las arcillas se han utilizado en sedimentos hemipelágicos terciarios del área mediterránea (Chamley, 1983, Chamley *et al.*, 1986). En este trabajo se estudian estas relaciones en sedimentos marinos miocenos depositados en ambientes someros y bajo condiciones algo restringidas que no llegan a ser, en ningún caso, de tipo hipersalino.

Para que las deducciones paleoclimáticas inferidas de las relaciones entre las fases arcillosas sean válidas, es necesario que estos minerales sean detríticos y no hayan sido sometidos a alteraciones diagenéticas importantes. En la serie de Can Rosell la esmectita presente es dioctaédrica, de baja cristalinidad y en ella se ha observado un colapso estructural a 550 C° de 10.1 Å al estar saturada con K. Estas características (Thorez, 1976), unidas a la no existencia de indicadores de actividad volcánica (Chamley, 1983), parecen indicar que dicha esmectita no es autógena. Por otra parte, la ausencia de complejos organo-minerales (pseudo-cloritas) e interstratificados arcillosos irregulares en las muestras estudiadas, así como de niveles sapropélicos en la serie, parece indicar, de acuerdo con Chamley (1983),

que no se han producido procesos de degradación. Dado que la esmectita es la fase arcillosa más fácilmente alterable (Chamley, 1983, 1989), las consideraciones anteriores parecen indicar que las arcillas de la serie de Can Rosell son de tipo detrítico.

Las relaciones establecidas entre las fases arcillosas (Fig. 5) permiten definir tres tramos en la serie de Can Rosell que pueden corresponder a regímenes climáticos diferentes. El tramo inferior comprende desde la base hasta la muestra CR23. Este tramo contiene cantidades relativamente elevadas de caolinita, esmectita e illita. La abundancia relativa de los tres minerales arcillosos sugieren la existencia de una erosión activa del suelo que proporciona caolinita bajo un clima

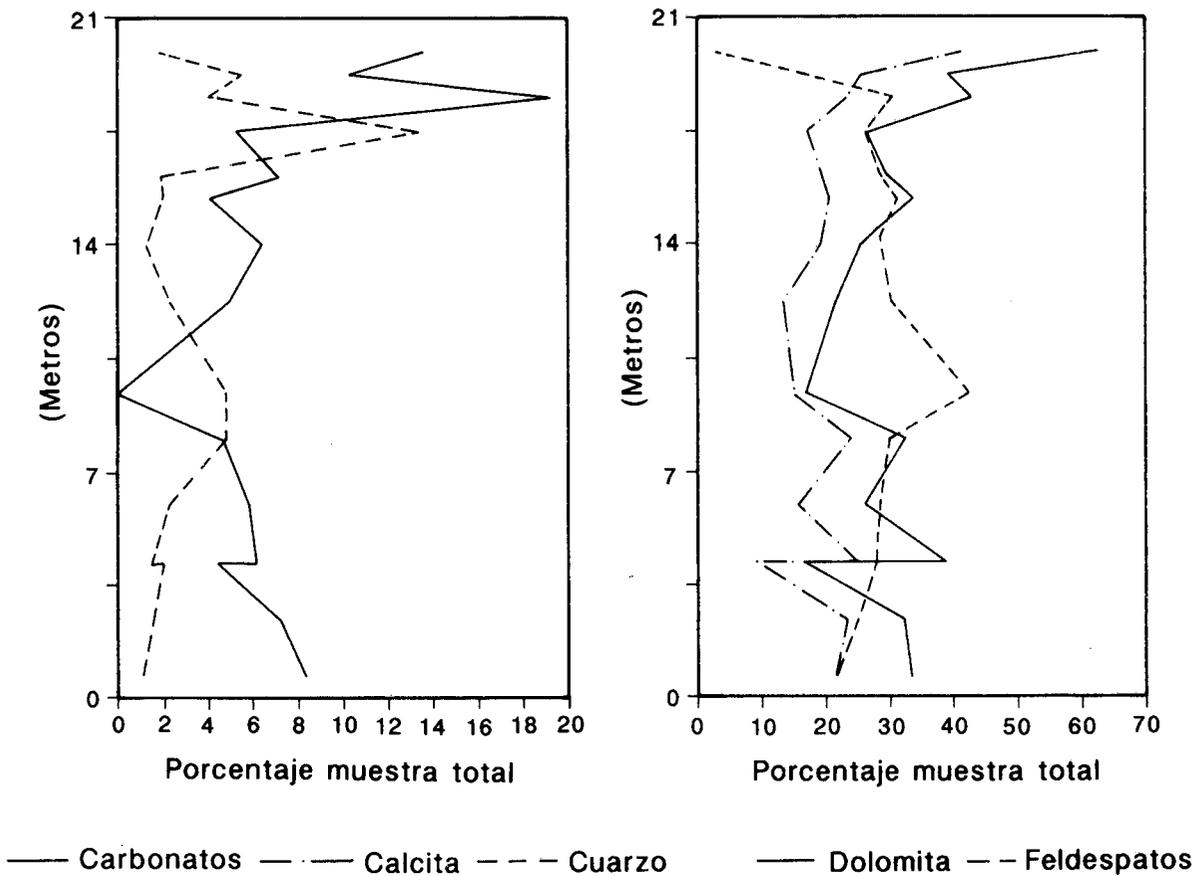


Figura 4.- Distribución de los porcentajes del total de carbonatos, calcita, cuarzo, dolomita y feldspatos en la serie de Can Rosell.

Figure 4.- Percentages of total carbonate content, calcite, quartz, dolomite and feldspar along the section of Can Rosell.

TABLA 1.- Composición mineralógica porcentual de las muestras estudiadas. k=kaolinita; i=illita; cl=clorita; sm= esmectita; fto=feldspatos; arg=aragonito; q=cuarzo; lmc=calcita; hmc=calcita magnesiána; dol=dolomita; cadol=moles de CaCO<sub>3</sub> en la dolomita. M= muestra

TABLE 1.- Mineral composition in percentages of studied samples. k=kaolinite; i=illite; cl=clorite; sm=smectite; fto=feldspar; arg=aragonite; q=quartz; lmc=calcite; hmc=magnesian calcite; dol=dolomite; cadol= CaCO<sub>3</sub> molar percentage in dolomite. M= sample.

M	k	i	cl	sm	ftos	arg	q	lmc	hmc	dol	cadol
CR57	5	11	3	3	1.9	7.8	3.4	41.0	0.0	13.6	49.48
CR55	9	13	5	10	5.5	3.6	17.6	25.3	0.0	10.3	49.75
CR53	5	8	2	6	4.4	0.0	30.5	23.3	0.0	19.2	49.46
CR50	10	12	6	6	13.4	4.8	26.4	16.7	0.0	5.3	49.43
CR46	14	12	7	8	1.9	2.8	28.3	19.4	0.0	7.2	49.17
CR44	10	10	3	4	2.0	4.8	30.6	20.3	4.1	4.1	50.50
CR40	13	13	3	5	1.3	0.0	28.0	19.0	0.0	6.4	51.80
CR35	15	12	4	4	2.3	0.0	30.0	13.1	3.6	5.0	50.90
CR27	10	9	3	3	4.8	0.0	42.1	14.8	2.4	0.0	—
CR23	12	9	7	4	4.8	4.1	29.7	23.8	0.0	4.6	49.41
CR17	14	15	8	6	2.3	0.0	28.2	15.5	4.9	5.9	50.31
CR12B	13	10	4	6	1.6	4.6	27.1	24.7	3.4	6.1	49.74
CR12	21	18	7	7	2.1	0.0	27.8	9.0	3.2	4.4	49.58
CR7	11	14	9	6	1.6	2.0	24.8	23.2	0.0	7.2	49.95
CR2	16	16	7	4	1.1	2.4	21.5	21.3	1.3	8.3	50.63

relativamente húmedo. El incremento de caolinita, el descenso de esmectita y el ligero incremento de illita definen el tramo intermedio (CR23 a CR46) durante el que habría un clima más húmedo que durante el tramo precedente y en el que se desarrollarían procesos de hidrólisis y se produciría un incremento de la pedogénesis. El tramo superior abarca desde la muestra CR46 hasta el techo de la serie. Este tramo se caracteriza por un descenso de caolinita, un aumento de la esmectita y una cantidad constante de illita, lo que sugiere la instauración de un clima árido con descenso de la pluviosidad.

Dado que el contenido en Mg de los moluscos es termodependiente (Dodd, 1965; Crisp, 1972; Lorens y Bender, 1980; Renard, 1985), la variación de la concentración de Mg en las valvas de *A. baranensis* en la serie de Can Rosell (Fig. 6a) parece indicar oscilaciones de temperatura. Así, desde la base hasta la muestra CR27 la temperatura sería variable con aumentos y descensos alternativamente. Entre CR27 y CR44 los valores parecen indicar un aumento de la temperatura. En el tramo superior (CR46 a CR57) la temperatura tendería a disminuir. Así pues a partir del contenido molar de Mg en las valvas de *A. baranensis* se puede deducir que durante el tramo inferior se habrían producido oscilaciones de temperatura. En el

tramo intermedio la temperatura habría aumentado. Finalmente, durante la deposición del tramo superior la temperatura habría disminuido.

Las variaciones de la temperatura deducidas a partir del contenido en Mg se corroboran mediante el cálculo de la relación calcita/aragonito en las valvas de *A. baranensis*. Watabe (1981) establece la existencia de una relación inversa en los moluscos entre la cantidad de calcita respecto al aragonito y la temperatura del agua en que estos organismos se desarrollaron. La representación de esta relación en las muestras de Can Rosell (Fig. 6b) señala en general valores medios en el tramo inferior, más altos en el tramo intermedio y más bajos en el tramo superior.

Las diferencias paleoambientales y paleoclimáticas entre los tres tramos se reflejan en el resto de las variables analizadas. Así, en la parte más basal del tramo intermedio se observa un aumento del tamaño de grano del sedimento, un incremento del contenido de cuarzo y feldspatos y una disminución de la dolomita y la calcita. Por su parte en el tramo superior de la serie la sedimentación carbonatada es dominante y se observa un aumento de los carbonatos biógenos y la dolomita mientras que las arcillas y el cuarzo son menos abundantes. El incremento de bioclastos expli-

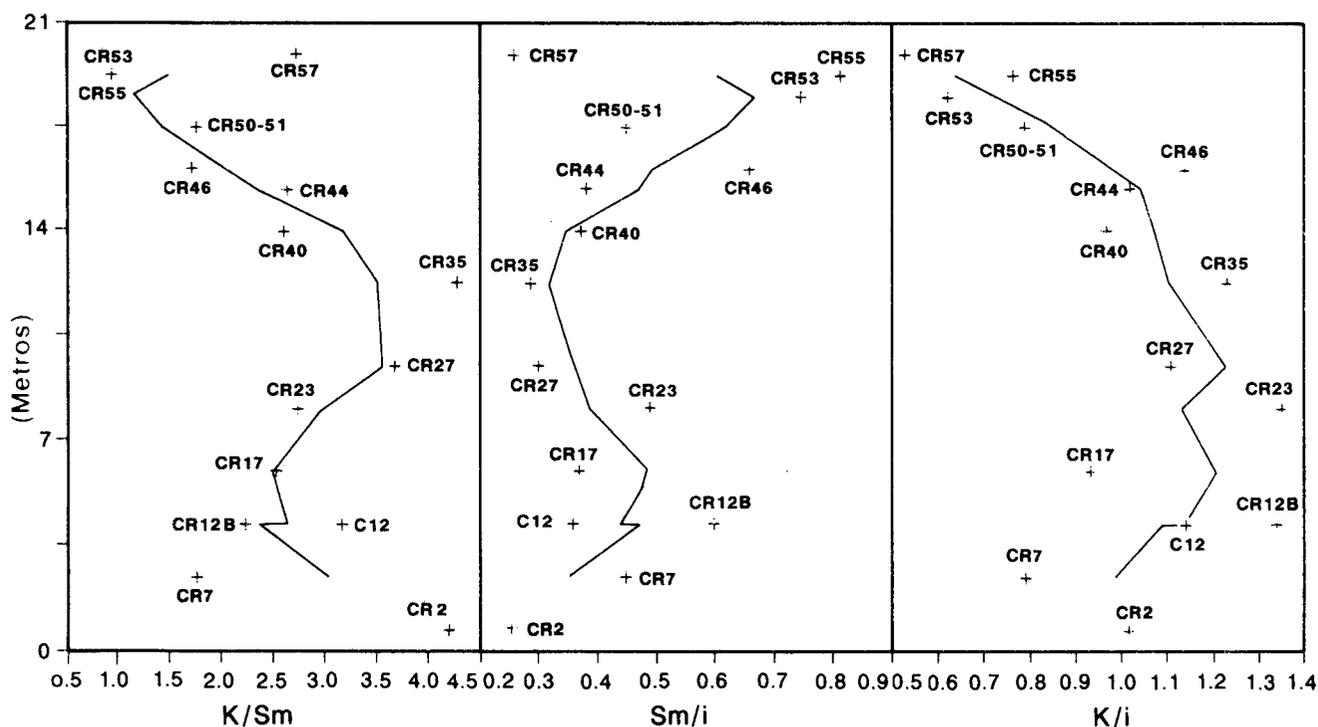


Figura 5.- Relaciones entre las fases arcillosas (+). La línea representa los valores promediados obtenidos mediante una media móvil con un intervalo de 3 datos. k=caolinita; sm= esmectita; i=illita.

Figure 5.- Ratios of clay minerals along the studied section (+). The solid line obtained by the use of a moving average between the 3 nearest points. k=kaolinite; sm=smectite; i=illite.

ca el aumento del tamaño de grano que se observa en este tramo. Las características áridas y el descenso de temperatura favorecen el aumento de los feldespatos al inhibir los procesos de hidrólisis.

Las variaciones en las asociaciones de foraminíferos muestran un paralelismo con los tramos que se han definido anteriormente. En el tramo inferior (CR2-CR27), se observa un descenso en el porcentaje de las formas planctónicas y un ligero aumento de *A. beccarii*. Los textuláridos presentan valores elevados. En el tramo comprendido entre las muestras CR27 a CR46 los foraminíferos planctónicos y las especies *H. dutemplei* y *F. boeanus* son más abundantes. Los porcentajes de textuláridos y *A. beccarii* descienden sensiblemente, especialmente el de los primeros. En el tramo superior se aprecia una notable reducción de las formas planctónicas y de *H. dutemplei*, mientras que los textuláridos mantienen valores muy bajos. Por su parte *A. beccarii* y *L. inornata* son considerablemente más abundantes.

## CONCLUSIONES

1) La serie de Can Rosell está formada por margas grises con intercalaciones de areniscas que pasan hacia el techo a margas amarillas y areniscas. Los materiales margosos presentan valores medios de arcillas de 32 %, 31.8 % de carbonatos y 29.8 % de cuarzo y feldespatos. Todos los minerales presentan oscilaciones a lo largo de la serie que podrían ser una respuesta a las variaciones paleoambientales y paleoclimáticas.

2) La serie estudiada presenta en las margas grises una fauna de moluscos con predominio de las formas infáunicas suspensívoras, acompañadas de briozoos, anélidos, equinodermos y otolitos. En la microfauna asociada destacan las formas bentónicas *Ammonia beccarii* (LINNE), *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY), *Lenticulina inornata* (D'ORBIGNY) y *Florilus boeanus* (D'Orbigny). Con el tránsito a las margas amari-

TABLA 2.- Relaciones entre las tres fases arcillosas presentes. k=caolinita; i=illita; sm=esmectita. M=muestra.

TABLE 2.- Ratios of clay minerals. k=kaolinite; i=illite; sm=smectite. M=sample.

M	sm/i	k/i	i/sm+k
CR57	0.26	0.53	1.27
CR53	0.74	0.62	0.73
CR50	0.45	0.79	0.81
CR46	0.66	1.14	0.56
CR44	0.38	1.02	0.71
CR40	0.37	0.97	0.75
CR35	0.29	1.23	0.66
CR27	0.30	1.11	0.71
CR23	0.49	1.35	0.54
CR17	0.37	0.93	0.77
CR12B	0.60	1.34	0.52
CR12	0.36	1.14	0.67
CR7	0.45	0.79	0.80
CR2	0.24	1.02	0.79

llas se aprecia una menor diversidad específica en la fauna de moluscos. Entre los bivalvos dominan las formas infáunicas detritívoras. Los foraminíferos planctónicos son mucho menos abundantes, mientras que los textuláridos y uvigerínidos prácticamente desaparecen. *Ammonia beccarii* (LINNÉ) y *Lenticulina inornata* (D'ORBIGNY) aumentan considerablemente. Estas variaciones parecen indicar que hacia el techo de la serie las condiciones del medio serían más someras y energéticas.

3) Las relaciones entre illita, caolinita y esmectita diferencian tres tramos que se han interpretado como originados bajo climas diferentes. El tramo inferior presenta cantidades relativamente elevadas de caolinita y esmectita, así como de illita, lo que parece sugerir una erosión activa del suelo que proporcionaría caolinita bajo un clima relativamente húmedo. En el tramo intermedio se produce un incremento de caolinita, un descenso de esmectita que, junto a los valores

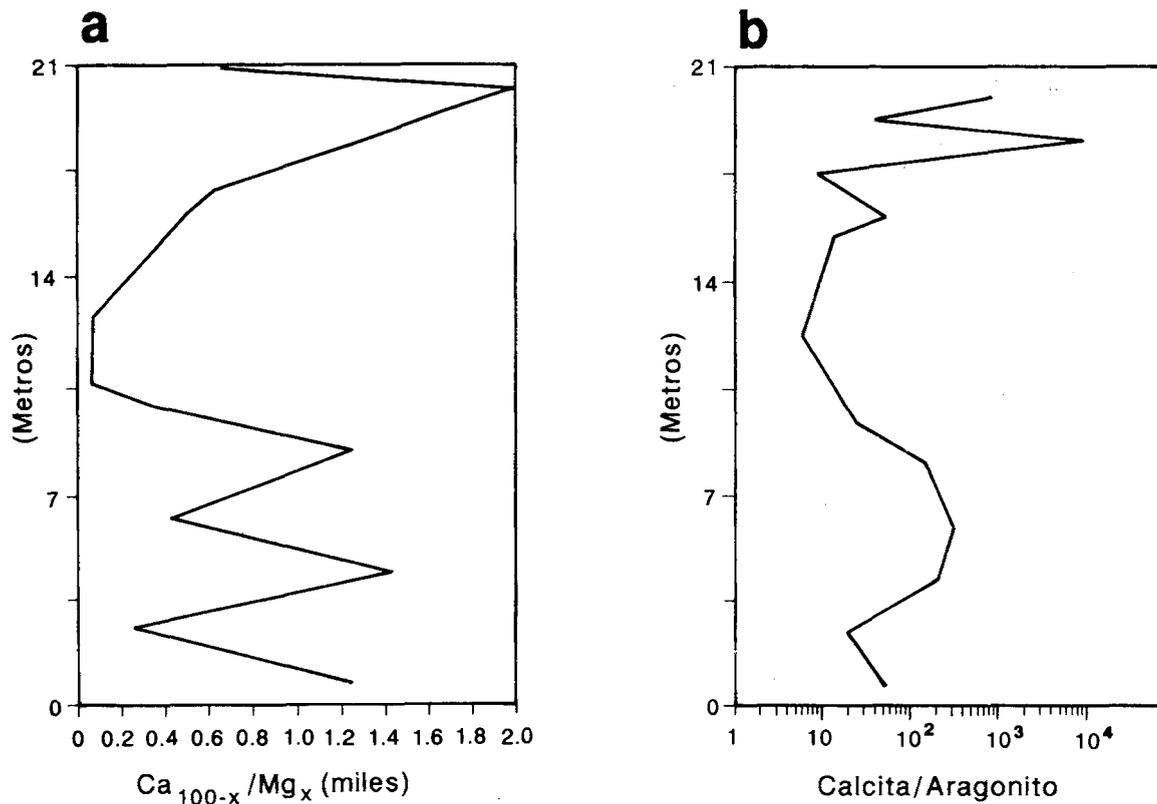


Figura 6.- A) Relación Ca100-x/Mgx en *A. baranensis* a lo largo de la serie estudiada. B) Relación calcita/aragonito en *A. baranensis* a lo largo de la serie.

Figure 6.- A) Ratio Ca100-x/Mgx in *A. baranensis* along the section of Can Rosell. B) Ratio Calcite/Aragonite along the section.

de illita podrían indicar un clima más húmedo que el tramo precedente y en el que se desarrollarían procesos de hidrólisis y un incremento de la pedogénesis. El tramo superior se caracteriza por un descenso de caolinita, aumento de esmectita y una cantidad constante de illita sugiriendo la instauración de un clima árido con descenso de la pluviosidad. La clorita está relacionada con la illita con un factor de correlación  $R=0.69$  y también representaría a grandes rasgos la contribución de la roca madre.

4) El contenido molar de Mg y la relación calcita/ aragonito en *Amussiopecten baranensis* permiten identificar los mismos tramos que las relaciones entre las fases arcillosas, proporcionando indicaciones sobre las variaciones de temperatura que rigieron la deposición de las muestras estudiadas. Estos valores parecen indicar temperaturas variables en el tramo inferior, un aumento de la temperatura en el tramo intermedio y un descenso generalizado de las mismas en el tramo superior de la serie.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Montserrat Ingles y Pedro Anadón la revisión crítica del manuscrito. A E. Clavero se debe la delineación de las figuras. Este trabajo se enmarca en el proyecto "Caracterización paleolimnológica y paleoceanográfica en base a indicadores geoquímicos: aplicación a cuencas neógenas del este de la Península Ibérica", ref. PB88-0050 subvencionado por la DGICYT.

CR2 0.24 1.02 0.79

#### BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, J., CABRERA, L. y MOYA-SOLA, S., 1985: Sinopsis estratigráfica del Neógeno de la fosa del Vallés-Penedès. *Paleontología y evolución*, 17(1983-1984): 57-81.
- BRAND, U., 1987: Depositional analysis of the Breathitt formation's marine horizons, Kentucky, U.S.A.: trace elements and stable isotopes. *Chem. Geol. (Isotope Geoscience Sec.)*, 65: 117-136.
- CIVIS, J. DE PORTA, J. y MACPHERSON, I., 1986-1987: La relación foraminíferos-sedimento en los niveles finos del Mioceno medio de la Depresión Prelitoral Catalana (noreste de España) *Acta Geológica Hispánica*, 21-22:535-540.
- CLAUZON, G., MARTINELL, J., AGUILAR, J.P. y SUC, J.P., 1987: Livret Guide des Excursions (Rousillon, Penedès et Baix Llobregat). Interim Colloquium (Montpellier-Barcelona, 21-25 septembre 1987). Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy. Working Group on Ecostratigraphy. Les Bassins Catalans Espagnols, pp 47-73.
- CHAMLEY, H., 1967: Possibilités d'utilisation de la cristallinité d'un mineral argileux (illite) comme témoin climatique dans les sédiments récents. *Comptes Rendus, Acad. Sci.*, 265:184-187.
- CHAMLEY, H., 1972: Sur la sédimentation argileuse profonde en Méditerranée. In D.J. Stanley, ed. *The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory*, p.97-137. Stroudburg Dowden,
- CHAMLEY, H., 1983: Marine and continental antagonistic influences in Mediterranean Neogene to Recent clay sedimentation, *Utrecht Microp. Bull.* 30:71-90.
- CHAMLEY, H., 1989: *Clay sedimentology*. Berlin. Springer Verlag. 623 p.
- CHAMLEY, H. y ROBERT, C., 1980: Sédimentation argileuse au Tertiaire supérieur dans le domaine méditerranéen. *Géol. Méditerran.*, 7:25-34.
- CHAMLEY, H., MEULENKAMP, J.E., ZACHARIASSE, W.J. y VAN DER ZWAAN, G.J., 1986: Middle to Late Miocene marine ecostratigraphy: clay minerals, planktonic foraminifera and stable isotopes from Sicily. *Oceanologica Acta*, 9(3): 227-238.
- CHUNG, F.H., 1974: Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns of mixtures. I Matrix-flushing method for quantitative multicomponents analysis. *J. Appl. Cryst.*, 7:519-525.
- CLARKE, F.W. y WHEELER, W.C., 1971: The inorganic constituents of marine invertebrates. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, 124: 62pp.
- CRISP, E.L., 1972: Salinity, species, and age effect on the trace chemistry of nine molluscan species. *Geol. Soc. America. Abst. with prog.*, 716-717.
- DODD, J., 1965: Environmental control of strontium and magnesium in *Mytilus*. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 29: 385-398.
- FÜCHTBAUER, H. y HARDIE, L.A., 1976: Experimentally determined homogeneous distribution coefficient for precipitated magnesium calcites. Application to marine carbonate cements. *Geol. Soc. Amer. Abst. et progr.*, 8(6):877.
- FÜCHTBAUER, H. y HARDIE, L.A., 1980: Comparison of experimental and natural magnesian calcites. *Abstr. Int. Assoc. Sed., 1st Europ. Mtg*, Bochum, 167-169.
- KATZ, A., 1973: The interaction of magnesium with calcite during crystal growth at 25-90°C and on atmosphere. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37(6): 1563-1586.
- LORENS, R.B. y BENDER, M.L., 1980: The impact of solution chemistry on *Mitylus edulis* calcite and aragonite. *Geochim., Cosmochim. Acta*, 44: 1265-1278.
- MAGNE, J., 1978: *Etudes microstratigraphiques sur le Neogene de la Méditerranée Nord-occidentale. Les Bassins Neogenes Catalans*. Laboratoire de Géologie Méditerranéenne. Université Paul-Sabatier. Toulouse. Editions du C.N.R.S., 259p.
- MARTINELL, J. y PORTA, J. de, 1983: Nouvelles aportations sur la malacolofaune miocénique de Catalunya. Considerations sur les Neritacea (Gastropoda). *Iberus*, 3: 99-105.
- MARTÍNEZ, B. y PLANA, F., 1987: Quantitative X-ray diffraction of carbonate sediments: mineralogical analysis through fitting of Lorentzian profiles to diffraction peaks. *Sedimentology*, 34: 169-174.
- PERMANYER, A. y ESTEBAN, M., 1973: El arrecife Mioceno de Sant Pau d'Ordal (provincia de Barcelona) *Rev. Inst. Inv. Geol.*, 28: 45-72.
- DE PORTA, J., CIVIS, J. y MACPHERSON, I., 1990: Características de la pared en los foraminíferos aglutinados (*Textularia laevigata* D'ORBIGNY) del Mioceno del Penedès (Depresión Prelitoral Catalana). *Geogaceta*, 7:84-88.

RENARD, M., 1985: Géochimie des carbonates pélagiques. *Documents du B.R.G.M.*: 85, 649pp.

THOREZ, J., 1976: *Practical identification of clay minerals*. Dison Editions G. Lelotte. 90p.

VÁZQUEZ, A. y ZAMARREÑO, I., 1987: La discriminación biológica del magnesio y su relación con el clima en los sedimentos hemipelágicos del margen de Ibiza (Mediterráneo Occidental). *Libro de comunicaciones del II Cong. Esp. Geoquímica*. Soria, 151-153.

VÁZQUEZ, A., REYES, E., ZAMARREÑO, I. y LINARES, J., 1988: La relación entre el magnesio de la calcita (LMC) y la señal isotópica de oxígeno. Un estudio empírico en el margen surbaleár. *Comunicaciones del II Congreso Geológico de España*. Granada, 2: 89-94.

WATABE, N., 1981: Crystal growth of calcium carbonate in the invertebrates. *Prog. Crystal Growth Charact.*, 4: 99-147.

Recibido, febrero 1990