

Ostracofauna y Foraminíferos: implicaciones cronoestratigráficas y paleoambientales durante el Neógeno superior en el área del Oued Arjat (Cuenca de Bou Regreg, Marruecos)

Ostracods and Foraminifera: chronostratigraphic and paleoenvironmental implications during the Upper Neogene in the Oued Arjat area (Bou Regreg Basin, N of Morocco)

J. Civis¹, C. González-Lucas, G. Alonso-Gavilán² y J.A. González-Delgado³

Departamento de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, España
1)civis@gugu.usal.es; 2)gavilan@gugu.usal.es; 3)angel@gugu.usal.es

ABSTRACT

In this work we analyze the Ostracofauna and Foraminifera from the Upper Neogene of the Oued Arjat area (Bou Regreg basin, N of Morocco). There is a significant change in paleobathymetry between the lower and the upper levels, separated by an unconformity. As showed by Ostracofauna, benthic Foraminifera and Mollusks, the communities of the lower levels are interpreted as originated in paleoenvironments of external marine platform, whereas those of the upper levels are typical of circalittoral conditions of an inner platform. The levels overlying the unconformity are attributed to the *Globorotalia puncticulata* biozone (Upper Zanclean), whereas those under them, are discussed as Upper Messinian-Lowermost Pliocene age.

Key words: Stratigraphy, Ostracofauna, Foraminifera, Mollusca, Biochronology, Upper Neogene, Oued Arjat, Bou Regreg, Morocco.

Geogaceta, 30 (2001), 35-38
ISSN:0213683X

Introducción y objetivos

La cuenca neógena de Bou Regreg, localizada en el dominio atlántico de Marruecos (Fig. 1a), comenzó a actuar como cuenca independiente al cerrarse la comunicación en los estrechos Bético y Sur-Rifeño (actuales cuencas del Guadalquivir y Bou Regreg, respectivamente) por el emplazamiento de mantos durante el Neógeno superior. Este hecho implicó que la cuenca, desde sus inicios, presentó una configuración de golfo abierto al Atlántico.

La sedimentación tuvo lugar durante el Mioceno superior y Plioceno y estuvo controlada tanto por los movimientos relativos del nivel del mar como por los esfuerzos y reajustes tectónicos del Atlas, en su desplazamiento hacia el sur y el basculamiento, hacia el oeste, de la cuenca. La conjunción de estos controles acarreó un lento relleno y el cierre de la cuenca hacia el oeste.

La sección de Oued Arjat es una de las más representativas del Messiniense superior y Plioceno inferior de la Cuenca de Bou Regreg. La sucesión estratigráfica se caracteriza por ser exclusivamente sili-

ciclástica (Fig. 1b) y se diferencian dos tramos denominados inferior y superior.

Los primeros 44 m visibles constituyen el "tramo inferior", formado por ciclos granodrecientes, que se inician con arenas de grano medio a fino y terminan con limos arenosos separados por contactos netos. Presentan un alto grado de bioturbación de tipo penetrativa o defigurativa, frecuentes limonizaciones en parches, y clastos de glauconita diseminada por el sedimento.

El "tramo superior" está constituido por 3 m de arenas de grano grueso amarillentas con matriz arcillosa y ricas en malacofauna, distribuida en niveles de concentración o diluida por el sedimento. Los clastos de glauconita son muy visibles. Sobre las arenas se encuentra una calcarenita gris (4 m) con clastos de glauconita dispersos por el sedimento.

El contacto entre ambos tramos es una superficie erosiva de escaso relieve, con bioturbación penetrativa vertical y galerías subverticales.

El estudio estratigráfico y sedimentológico (Alonso-Gavilán *et al.*, 1997, 99), micropaleontológico (Civis *et al.*, 1997a,b; Valle *et al.*, 1998), y malacoló-

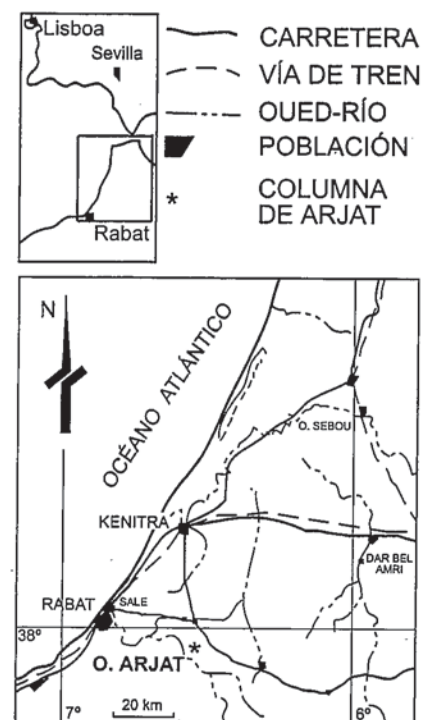


Fig. 1a.- Situación geográfica del área de estudio

Fig. 1a.- Geographic location of the studied area

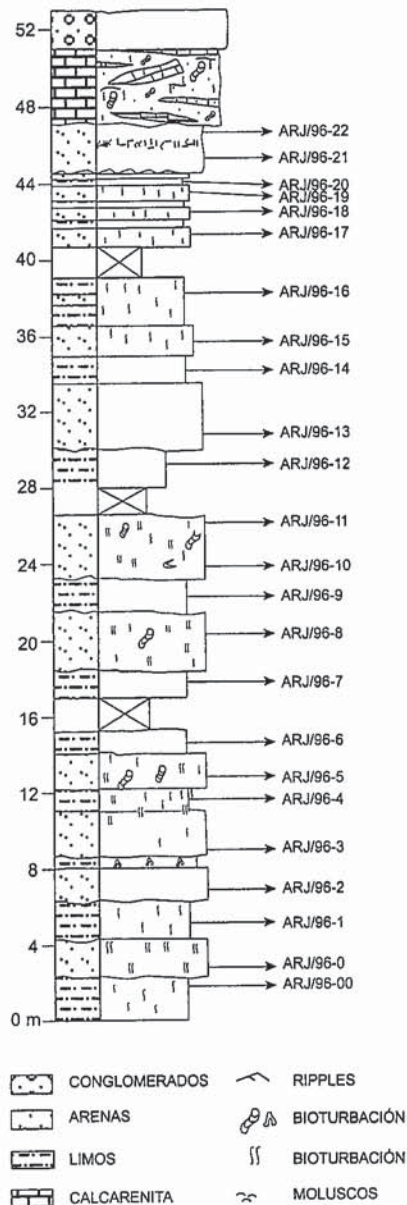


Fig. 1b.- Columna estratigráfica de Oued Arjat.

Fig. 1b.- Stratigraphic section of the Oued Arjat.

gico (González-Delgado *et al.*, 1999), ponen de manifiesto un marcado cambio en el tiempo, tanto en las asociaciones bióticas, como en las características sedimentológicas, lo que implica la presencia de una discontinuidad estratigráfica entre ambos tramos. En la zona, un estudio preliminar de otra sección próxima a la estudiada en el presente trabajo, que abarca únicamente desde el techo del "tramo inferior", refleja también la presencia de cambios en las comunidades bióticas (Civis *et al.*, 1997b).

El objetivo del presente trabajo es aportar un conocimiento sobre las características de la ostracofauna y de los foraminíferos, de los cambios en las asociaciones, acordes con variaciones observa-

das en el registro sedimentológico y en los demás grupos paleontológicos previamente estudiados.

En relación a la edad, se plantea la necesidad de una revisión de la cronoestratigrafía (Benson y Hodell, 1994; Benson y Rakic-El Bied, 1996) del área así como el significado de la ruptura sedimentaria en el contexto de evolución de la Cuenca.

Ostracofauna

Con el fin de comparar los resultados con los obtenidos mediante el análisis de los foraminíferos, se han analizado las mismas muestras y realizado el estudio a partir de la fracción de 125 mm. Los puntos de muestreo se reflejan en la Figura 1b.

La preservación de la ostracofauna es muy buena en los niveles inferiores y superiores; se han determinado más de 30 especies (ver lámina 1), algunas de las cuales están actualmente en revisión sistemática.

En el "tramo inferior" se aprecia un claro dominio, respecto al resto de las demás formas encontradas, del grupo *Krithe* spp./*Parakrithe* spp., llegando a representar más del 80 % de la asociación de ostracofauna. Este grupo, sin embargo, llega a desaparecer en el "tramo superior" (Fig. 2).

Junto a las formas citadas anteriormente, es también frecuente la especie *Henryhowella sarsi* (Müller), alcanzando valores muy significativos en algunos niveles (Arj-6, 8 y 9). Así mismo, *Cytherella consueta* Deltel y *Cytherella vulgata* Ruggieri, aparecen de forma más o menos constante a lo largo de toda la sección con un máximo en la muestra Arj-11.

A partir de la discontinuidad y aumentando progresivamente hacia techo, se registra *Carinocythereis carinata* (Roemer), pasando a ser la forma dominante (cerca del 30 % del conjunto).

Este hecho coincide con la disminución y desaparición del grupo *Krithe* spp./*Parakrithe* spp.

Junto al incremento en *Carinocythereis*, destaca una mayor abundancia del grupo *Loxocochoa* spp., superando el 10% del conjunto, y representado por *L. aff. agilis* Ruggieri y *L. cf. paralela* Müller, así como el primer registro de *Hiltermannocythere c.f. retifastigata* (Jones) y *Chrysocythere cataphracta* Ruggieri, de tal modo que la asociación de ostrácodos en "el tramo superior" es sustancialmente diferente al "tramo inferior" y definida por los táxones citados. *Acanthocythereis hystrix* (Reuss) está representado a lo largo de toda la sección.

Foraminíferos

Están muy bien representados, tanto bentónicos como planctónicos, y especialmente son abundantes en el "tramo inferior" (con más de 90 especies de foraminíferos bentónicos). En él, los planctónicos llegan a representar más del 80 % del conjunto, destacando las formas siguientes: *Globorotalia margaritae* Bolli & Bermúdez, *G. scitula* (Brady), *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow) con enrollamiento preferentemente dextrorso en la mayoría de los niveles, *Globigerinoides quadrilobatus* morf. *immaturus* Le Roy, *G. sacculifer* (Brady), *G. extremus* Bolli & Bermúdez, *Globoquadrina altispira* (Cushman & Jarvis), *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (Blow) *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *G. decora* Takayanagi & Saito, *G. falconensis* Blow, *G. nepenthes* Todd, *Orbulina universa* d'Orbigny, *O. bilobata* (d'Orbigny).

Cabe señalar, por otra parte, la presencia en este tramo de *Globorotalia menardii* s.l. y formas del grupo *Globorotalia miotumida* (sensu Sierro *et al.*, 1993).

En el "tramo superior", las formas de planctónicos más representativas corresponden a: *G. bulloides*, *G. margaritae*, *G. punctulata* (Deshayes), *G. extremus*, *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny) (a partir del nivel Arj-21).

A techo se ha registrado, aunque muy esporádicamente, la presencia de *Globorotalia crassaformis* (Galoway & Wissler).

Desde el punto de vista de los foraminíferos bentónicos (Fig. 2), el aspecto más destacable es el cambio radical de las asociaciones, al igual que se ha registrado en la ostracofauna, por encima de la discontinuidad. En estos últimos niveles, la asociación viene caracterizada básicamente por los táxones: *Ammonia beccarii* (Linné), *Nonion boueanum* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) y *Cibicides* spp. como formas mayoritarias. Esporádicamente, *Cassidulina laevigata* d'Orbigny está muy bien representada (Arj-21).

En el "tramo inferior" resulta significativo el conjunto de Bulimínidos, Bolivínidos y Uvigerínidos. Los primeros están representados, básicamente, por *B. aculeata* (d'Orbigny) y *B. costata* d'Orbigny y los Uvigerínidos por *U. peregrina* Cushman- *U. pygmaea* (d'Orbigny) y *U. striatissima* Perconig.

Los Uvigerínidos llegan a suponer, en la base de la sección, el 30 % del conjunto de foraminíferos bentónicos, al igual que los Bulimínidos llegan a alcanzar en varias muestras valores muy altos. Una especie muy bien representada es *Planulina ariminensis* (d'Orbigny) que va disminuyendo

progresivamente hacia el techo del tramo. *Pullenia bulloides* (d'Orbigny) y *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny alcanzan también valores elevados.

Al igual que en el "tramo superior", *C. laevigata* representa, puntualmente, valores muy significativos.

Malacología

El tramo inferior de la sección está caracterizado por una gran dilución de la macrofauna, que además presenta muy baja diversidad. Destaca la presencia de *Palliolium excisum* (Bronn), *Amusium cristatum* (Bronn), *Pecten* spp. y *Dentalium*.

Sin embargo, en las facies de arenas amarillas del tramo superior, por encima de la discontinuidad, se aprecian niveles de concentración de macrofauna, de los cuales el más importante alcanza los 30 cm de potencia, con más del 55% de bioclastos. En él, se conocen 167 especies de moluscos (González Delgado *et al.*, 1999), agrupadas en 93 especies de gasterópodos, 67 de bivalvos y 7 de escafópodos. La fauna está bien conservada (se preservan numerosas estructuras delicadas), desarticulada, con fragmentación pre-enterramiento moderada, y bajas abrasión y bioerosión. Destaca el alto calibre de los bioclastos, con un tamaño general de la malacofauna pequeño. La impronta tafonómica de estos niveles sugiere ambientes sedimentarios de plataforma sometidos a esporádicas tormentas distales. Los taxa más abundantes corresponden a *Chamelea lamellosa* (Rayneval, V.Hecke & Ponzi), *Corbula gibba* (Oliv) y *Abra prismatica* (Montagu) entre los bivalvos; Naticídeos, Nassáridos y *Turritella tricarinata* (Brocchi) entre los gasterópodos, y *Dentalium sexangulum* Bronn y *Cadulus gadulus* Sacco entre los Escafópodos. Esta asociación malacológica sugiere ambientes circalitorales. La abundancia de *Abra prismatica* y *Turritella tricarinata*, especies características exclusivas de la biocenosis DC de fondos circalitorales actuales en el Mediterráneo (Péres & Picard, 1964) apoya dicha interpretación. Si bien están presentes gasterópodos Terébridos considerados cálidos, como *Strioterebrum pliocenicum* (Fontannes) y *Subula fuscata* (Brocchi), los isótopos estables del oxígeno ($\delta^{18}O$), analizados en 7 especies, reflejan una señal isotópica (rango: 0,96 a 1,88 ‰ PDB) con valores desplazados hacia el isótopo pesado, lo que puede estar relacionado con aguas de fondo relativamente frías.

Discusión e interpretación

Cronoestratigrafía

Desde el punto de vista cronoestratigráfico, la coexistencia en el "tramo superior" de *G. margaritae* y *G. puncticulata*, permite asignarlo a la biozona de *G.*

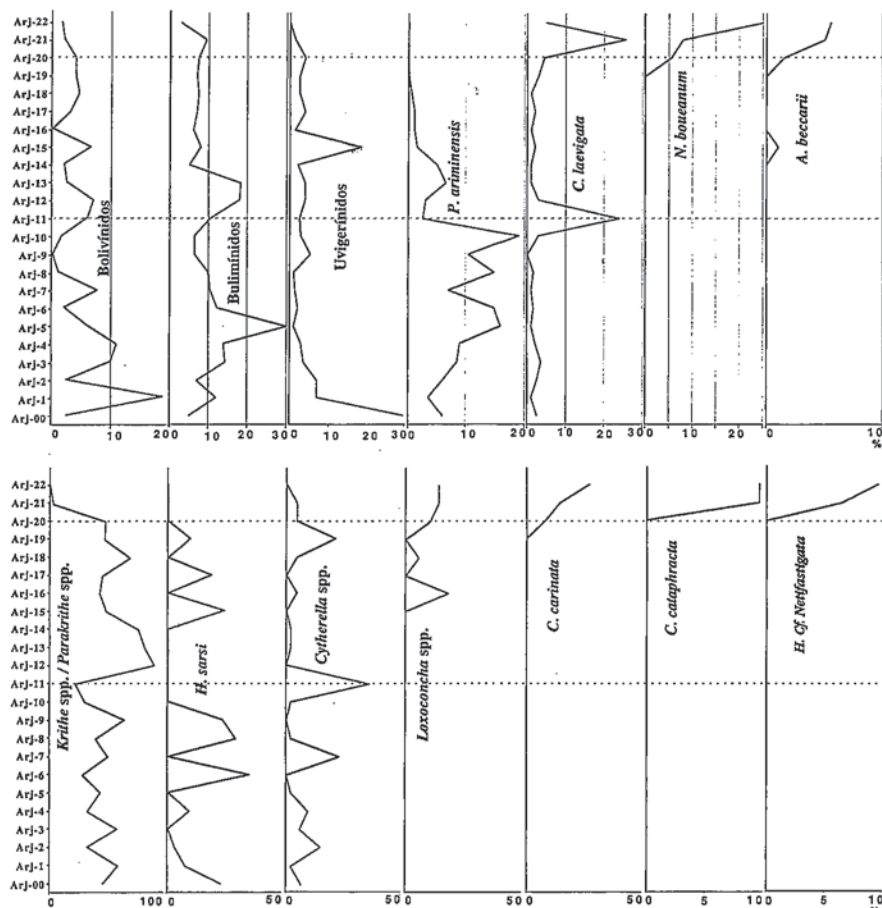


Fig. 2.- Abundancia relativa de Foraminíferos bentónicos y Ostrácodos representativos de la sección de Oued Arjat

Fig. 2.- Relative abundance of selected taxa of benthic Foraminifera and Ostracods from the Oued Arjat section

puncticulata, de edad Zanclicense superior, corroborado por la presencia de *G. extremus*.

El "tramo inferior" presenta mayor incertidumbre en cuanto a su edad, dado que se registra, desde la base, *G. margaritae*, lo que permite atribuirlo al Messiniense superior o Plioceno inferior. Sin embargo, la presencia de las formas de Globorotalias quilladas (*G. miotumida* y *G. menardii*), hasta la muestra Arj-13, si bien escasas, apunta a la posibilidad de una edad Messiniense.

En caso de que todo el tramo inferior correspondiera al Messiniense, supone la existencia de un hiato que representaría la parte final del Messiniense y basal del Zanclicense. Si los últimos términos del "tramo inferior" fueran pliocenos, la discontinuidad sería intra-pliocena. En este último tramo, junto a la presencia de formas dextrorsas y sinistrorsas de *N. acostataensis*, aparece el pectínido *Palliolium excisum*, cuyo primer registro se considera pliocénico (Porta, 1979), datos que apuntarían a esta segunda hipótesis. En

ambos casos, la tectónica ha jugado un importante papel en la evolución de la cuenca.

Paleoambientes

Las características de la asociación de foraminíferos bentónicos y sus variaciones, en el "tramo inferior", como la disminución clara de *P. ariminensis* (Fig. 2), cambio en las especies de Bulimínidos y en los valores de abundancia de los planctónicos, sugieren un ambiente de plataforma externa y una progresiva disminución de la batimetría hasta la discontinuidad. Por otra parte, el "tramo superior" refleja una etapa distinta en batimetría pudiendo ser considerada como de ambiente de plataforma interna, circalitoral, corroborado por los moluscos.

En relación a los ostrácodos, la mayor abundancia del grupo *Krithe/Parakrithe* en el tramo inferior, junto a la presencia del grupo *Cytherella* spp. y *Henryhowella*, es acorde con los datos suministrados por los foraminíferos, ya que esta asociación es propia de aguas profundas (Van

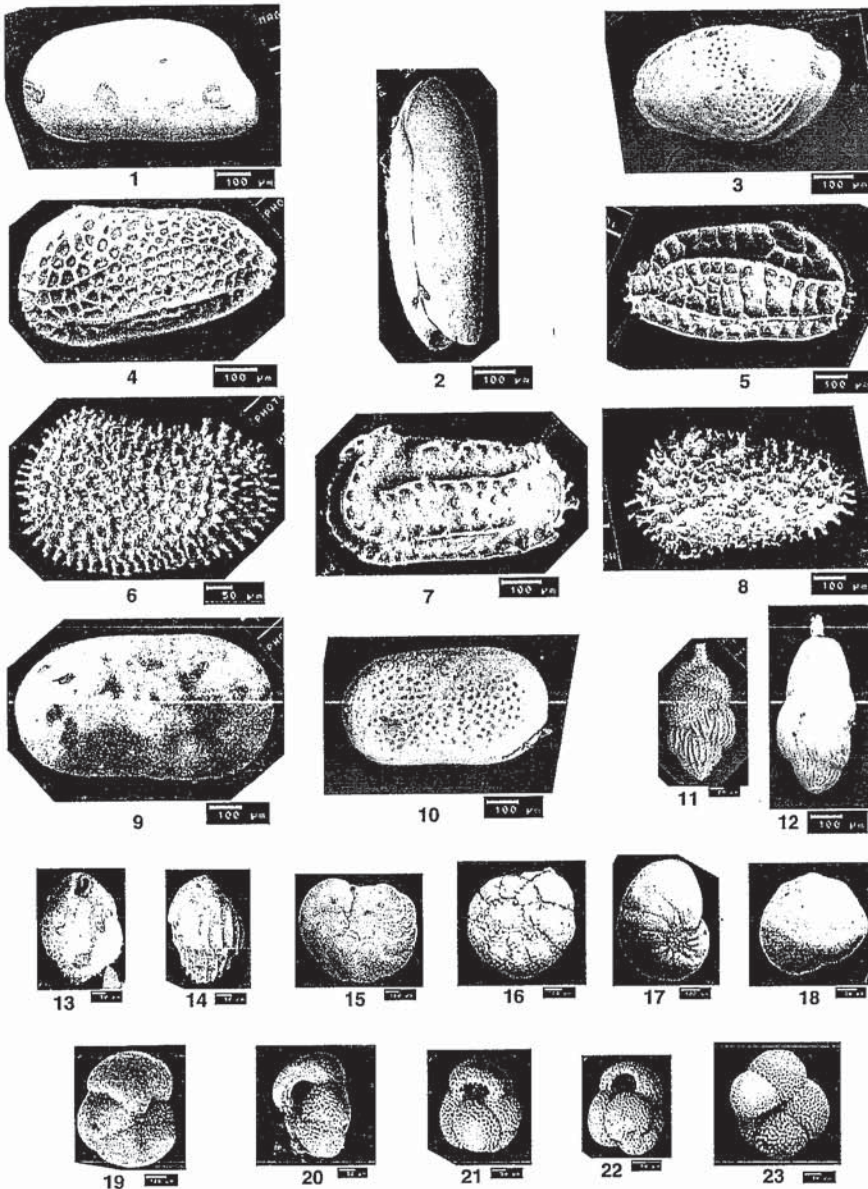


Lámina 1.- 1: *Krithe* sp. vista lateral VI; 2: *Krithe* sp. vista dorsal; 3: *Loxoconcha* aff. *agilis*. vista lateral VI; 4: *Hiltermannicythere retifastigata*, vista lateral VI; 5: *Chrysocythere cataphracta*, vista lateral VD; 6: *Henryhowella sarsi*, vista lateral VI; 7: *Carinocythereis carinata*, vista lateral VI; 8: *Acanthocythereis hixtrys*, vista lateral VI; 9: *Cytherella vulgata*, vista lateral VD; 10: *Cytherella* cf. *vandenboldi*, vista lateral VI; 11: *Uvigerina pygmaea*; 12: *U. striatissima*; 13: *Bulimina aculeata*; 14: *B. costata*; 15: *Planulina ariminensis*; 16: *Ammonia beccarii*; 17: *Nonion boueanum*; 18: *Cassidulina laevigata*; 19: *Globorotalia margaritae*; 20: *G. puncticulata*; 21: *Globigerinoides extremus*; 22: *G. ruber*; 23: *Neogloboquadrina acostaensis*.

Morkhoven, 1962; Dingle y Lord, 1990; Coles *et al.*, 1994).

Igualmente, el dominio de la asociación de *Carinocythereis* en el "tramo superior", junto a las formas *Loxoconcha* spp. define un ambiente de plataforma interna (Bonaduce *et al.*, 1975; Oertli (edit), 1985), que pone de manifiesto una disminución sustancial de la batimetría. Este cambio queda corroborado por la desaparición del grupo *Krithe/Parakrithe* y del género *Henryhowella*.

El desarrollo puntual y explosivo de *Cassidulina*, en los niveles inferiores y posteriormente en el tramo superior, sugiere episodios de aguas frías en el fondo, coincidente con valores pesados en los isótopos de oxígeno de la concha de moluscos, así como el enriquecimiento en nutrientes.

Hacia techo de la sección (Arj-22), se observa una tendencia a un incremento térmico que vendría reflejado por la abundancia en *G. ruber*.

El cambio de batimetría puesto de manifiesto por todos los grupos bióticos estudiados y por los cambios en las características sedimentológicas y mineralógicas (textura y morfoestructura de las glauconitas) sería consecuencia de un cierre progresivo de la cuenca hacia el oeste coincidiendo con una alta velocidad de sedimentación en el contexto del ciclo eustático 3.4 de Haq *et al.* (1987).

Agradecimientos

Trabajo financiado por el Proyecto D.G.E.S. BTE-2000-1311

Referencias

Alonso-Gavilán, G.; Civis, J.; González-Delgado, J.A. y Rachid, A. (1997): *Second Congr. Reg. Com. Atlantic Neogene Stratigraphy (RCANS)*: 17-19
 Alonso -Gavilán, G.; Moro, C.; Civis, J.; González-Delgado, J.A. y Baltuille, J.M. (1999): *Abstracts, 11th Meeting Assoc. Europ. Geol. Soc.*: 2-4
 Benson, R.H. y Hodell, D.E. (1994): *Earth and Planetary Sci. Letts.*, 124: 245-250
 Benson, R.H. y Rakic El Bied (1996): *Not. Mem. Serv. Geol. Maroc*, 383: 1-91
 Bonaduce, G., Ciampo, G. y Masoli, M. (1975): *Pubbl. Staz. Zool.Napoli*, 40: 1-304
 Civis, J., Rachid, A., Alonso-Gavilán, G., González-Delgado, J.A. & Ben Moussa, A., (1997a): *Abstracts Second Congress RCANS*: 47-49, Salamanca
 Civis, J., González-Delgado, J.A., Francés, G., Raffi, S., Alonso-Gavilán, G. y Ben Moussa, A. (1997b): *Geogaceta* 21: 77-80
 Coles, G.P., Whatley, R.C. y Mogueilevski, A. (1994): *Paleontology*, 37 (1): 71-120
 Dingle, R.V. & Lord, A.R. (1990): *Palaeograf. Plaeoclimat. Palaeoecol.*, 80: 213-235
 González-Delgado, J.A., Civis, J. y Andrés, Y. (1999): *Rev.Soc.Geol.Esp.*, 12: 85-92
 Haq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1987): *Science*, 235: 1156-1167
 Oertli, H.J. (edit) (1985): *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf. Aquitaine*, 8: 396 p.
 Péres, J.M. y Picard, J. (1964): *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume* 14: 5-122
 Porta, J. de (1979): *Acta Geol. Hispanica*, 14: 370-374
 Sierro, F. J., Flores, J.A., Civis, J., González-Delgado, J.A. y Francés, G. (1993). *Marine Micropaleontology* 21: 143-168
 Valle, M.; Rivas-Carballo, M.R. y Alonso-Gavilán (1998): *XII Simp. Palinología APLE, León*: 47
 Van Morkhoven, F.O.C.M. (1962): Elsevier Publishing Company, 1: 204 p.