LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS (MOLUSCOS Y FORAMINÍFEROS) DEL PLIOCENO INFERIOR DE OUED ARJAT (CUENCA DE BOU REGREG, MARRUECOS)

J. A. González Delgado, J. Civis e I. Andrés

Dpto. de Geología (Paleontología), Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca (e-mail: angel@gugu.usal.es)

Resumen: Se estudian los Moluscos y Foraminíferos bentónicos en el tramo superior de la sección de OuedArjat, cercana a Rabat (NW de la Cuenca del Bou Regreg, N de Marruecos). Se han obtenido 167 especies de Moluscos. Se precisa la edad del yacimiento como Plioceno inferior (Zancliense superior) mediante bioestratigrafía con Foraminíferos planctónicos, por la coexistencia de *Globorotalia margaritae y G. puncticulata.* Asimismo, se describen las características tafonómicas y la paleoecología (diversidad, dominancia, trofismo, interacciones entre especies e isótopos estables de C y O). La asociación de Gasterópodos está dominada por los Natícidos, *Turritella tricarinata y* Nassáridos; la de Bivalvos por *Chamelea lamellosa, Corbula gibba y Abra prismatica.* La de Escafópodos por *Dentalium sexangulum, y* la de Foraminíferos bentónicos por *Cassidulina laevigata carinata.* De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del análisis de las diferentes faunas se sugiere un ambiente sedimentario circalitoral de plataforma externa, sometida a la acción de tormentas distales.

Palabras clave: Moluscos, Foraminíferos bentónicos, tafonomía, paleoecología, Plioceno, Marruecos

Abstract: In this work we study the Molluscan and Foraminifer assemblages of the upper Oued Arjat section, near Rabat (Morocco), located in the NW of the Bou Regreg basin. 167 taxa of mollusks were determined. The co-occurrence of *Globorotalia margaritae* and *G. puncticulata* suggests an Upper Zanclean (Lower Pliocene) age. We describe the taphonomic and palaeoecologic characteristics (diversity, dominance, trophisme, interactions and stable isotopes of C and O). The gastropods Naticids, *Turritella tricarinata* and Nassariids, the bivalves *Chamelea Lamellosa, Corbula gibba* and *Abra prismatica,* the scaphopod *Dentalium sexangulum,* and the benthic foraminifer *Cassidulina laevigata carinata* are the most abondant taxa. The malacological and foraminiferal data agree with communities of a circalittoral bathimetry, in outer platforms with distal stormy activity.

Key words: Mollusks, benthic Foraminifers, taphonomy, palaeoecology, Pliocene, Morocco

González Delgado, J.A., Civis, J. y Andrés, I. (1999): Las comunidades bentónicas (Moluscos y Foraminíferos) del Plioceno inferior de Oued Arjat (Cuenca de Bou Regreg, Marruecos). *Rev. Soc. Geol. España,* 12(1):85-92

Este artículo se enmarca en un proyecto pluridisciplinar que pretende conocer la evolución de las megafaunas y microfaunas bentónicas de ambientes marinos de plataforma durante el Neógeno, del dominio Atlántico oriental. Se han realizado ya estudios en las cuencas de Lisboa (Portugal)(Antunes *et al.,* 1997, 1998), Algarve (Portugal)(González Delgado *et al.,* 1995), Asilah (Marruecos)(González Delgado *et al.,* 1996) y Bou Regreg (Marruecos)(Civis *et al.,* 1997a, b).

En este trabajo se estudian las taxocenosis de Moluscos y Foraminíferos del corte del Oued Arjat, en las cercanías de Rabat (Marruecos) (Fig. 1). Geológicamente, la sección se localiza en el NW de la cuenca del Bou Regreg, que durante el Mioceno superior constituyó el bien conocido «Corredor Sur-Rifeño», un estrecho que, junto con el Norbético (actual Cuenca del Guadalquivir), posibilitó la comunicación entre los dominios Atlántico y Mediterráneo antes de la crisis de salinidad Messiniense (Benson *et al.* 1991; Benson y Rakic-El Bied, 1996).

La sección de Oued Arjat, estudiada recientemente por Alonso Gavilán *et al.* (1997), tiene una potencia de 52 m, y consta de dos tramos separados por una disconformidad: el inferior, predominantemente limoso, y el superior, de 6 m de potencia, de carácter arenoso. La macrofauna del tramo inferior se encuentra muy dispersa en el sedimento, y su diversidad es muy baja: domina *Palliolum excis, Amusium cristatum, Pecten* spp. y *Dentalium.* En cambio, en las facies de arenas amarillas del tramo superior, la riqueza en malacofauna es muy grande, constituyendo el yacimiento del Plioceno del margen atlántico de Marruecos más rico en Moluscos. Este tramo es el que hemos estudiado desde el punto de vista paleontológico.

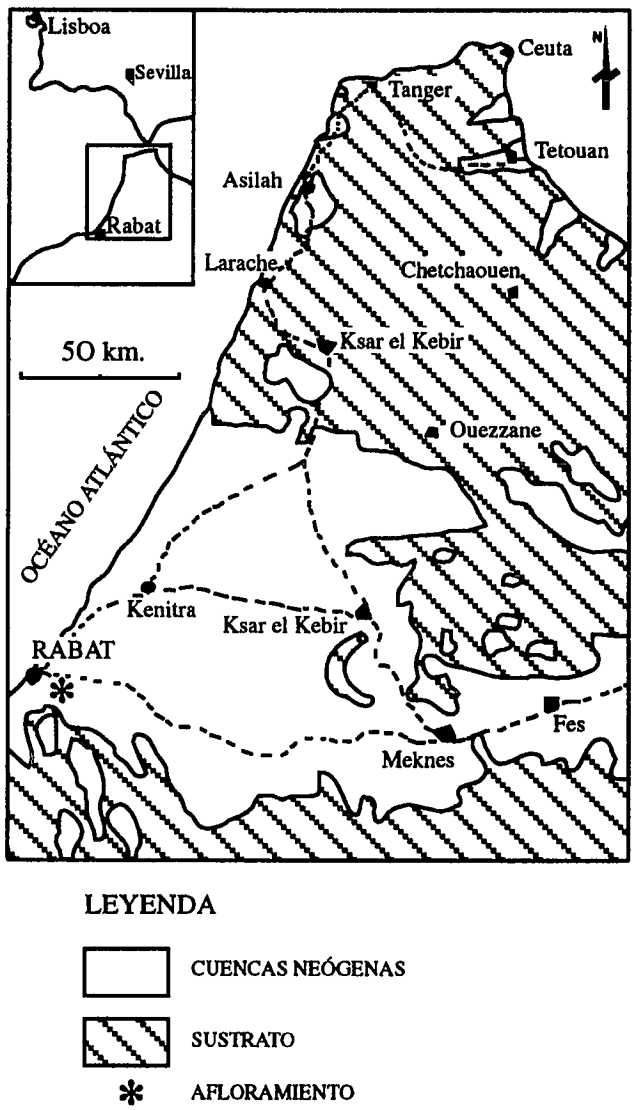

Figura 1.- Situación geográfica y geológica del yacimiento estudiado

Bioestratigrafía

Los horizontes inmediatamente inferiores al estudiado contienen *Globorotalia margaritae* (Lámina I, 10 y 11). El tramo estudiado es muy rico en *Globorotalia puncticulata* (Lámina I, 12 y 13) coexistiendo con *G. margaritae.* Esto sugiere una edad de Zancliense superior (Plioceno inferior).

Tafonomía

Los Moluscos de este tramo superior se distribuyen sobre todo en los 1,5 m inferiores del mismo, y se encuentran formando un nivel de concentración situado entre dos horizontes de mayor dilución. El nivel de concentración de conchas es de tipo compuesto (en el sentido de Kidwell, 1991), aunque de poco espesor: 30 cm en la zona de mayor número de conchas. Forma un conjunto *shell supported,* con más del 55% en volumen de bioclastos mayores de 2 mm contados en sección vertical. El contacto inferior es erosivo y el superior gradual. Hacia el techo son frecuentes las galerías de bioturbación de tipo *Ophiomorpha,* rellenas de bioclastos de Moluscos.

Las megafaunas más importantes son Bivalvos, Gasterópodos y Escafópodos, seguido por restos de Equínidos (placas y radiolas), Balánidos, restos de Peces (otolitos, vértebras y dientes), Briozoos incrustantes y corales solitarios Caryophylliáceos. La desarticulación en Bivalvos es muy alta, y en el conjunto de Moluscos la fragmentación pre-enterramiento es moderada, la abrasión es baja, la bioerosión baja y la bioincrustación muy baja. Están presentes los distintos estadios de crecimiento de las especies más representativas, aunque hay un alto calibrado, siendo el tamaño general de la malacofauna pequeño, a excepción de los Escafópodos, con especies como *Dentalium sexangulum* que alcanzan gran tamaño. Se conservan numerosas estructuras delicadas, como protoconchas de gasterópodos y algunas ornamentaciones de bivalvos.

Los Foraminíferos bentónicos presentan buena preservación general, si bien en los niveles inferiores de la sección, más limosos, la preservación es mejor.

Desde el punto de vista fosildiagenético, la concentración de conchas tiene una conservabilidad lateral muy limitada, siendo en ocasiones la disolución de carbonatos de las conchas muy importante. En la zona mejor conservada, se observan microfosetas de disolución de carbonatos en la mayoría de las conchas.

La impronta tafonómica sugiere un ambiente deposicional de plataforma externa sometida a la acción esporádica de tormentas distales, en ambientes circalitorales. El depósito se originaría por removilización y redepósito de los bioclastos, como se ha interpretado en concentraciones similares (aunque de potencia algo mayor) en sedimentos de la misma edad de la Cuenca del Guadalquivir (Dabrio *et al.,* 1988; González Delgado *et al.,* 1995). Las características sedimentológicas de la sección (Alonso Gavilán *et al., 1997)* también están de acuerdo con esta interpretación. La mayor parte de la macrofauna no ha sufrido un transporte *offshore* muy importante, aunque haya formas evidentemente fuera de su hábitat original. En la figura 2 puede apreciarse un esquema de interpretación del ambiente en el que se formó la acumulación de conchas, relacionado con el de otras áreas muy ricas en Moluscos del Neógeno atlántico.

Las características tafonómicas, y como se verá más adelante, las paleoecológicas, sugieren condiciones como las que se observan en contextos de alto nivel del mar *(highstand systems tracts)* de otras zonas del Neógeno del dominio atlántico oriental (González Delgado *et al.,* 1993). Posiblemente, la edad de este tramo de la sección de Oued Arjat corresponda con el ciclo 3.4 de las curvas de cambios globales del nivel del mar de Haq *et al.* (1987), equivalente a la secuencia D de Sierro *et al.* (1990) en la Cuenca del Guadalquivir.

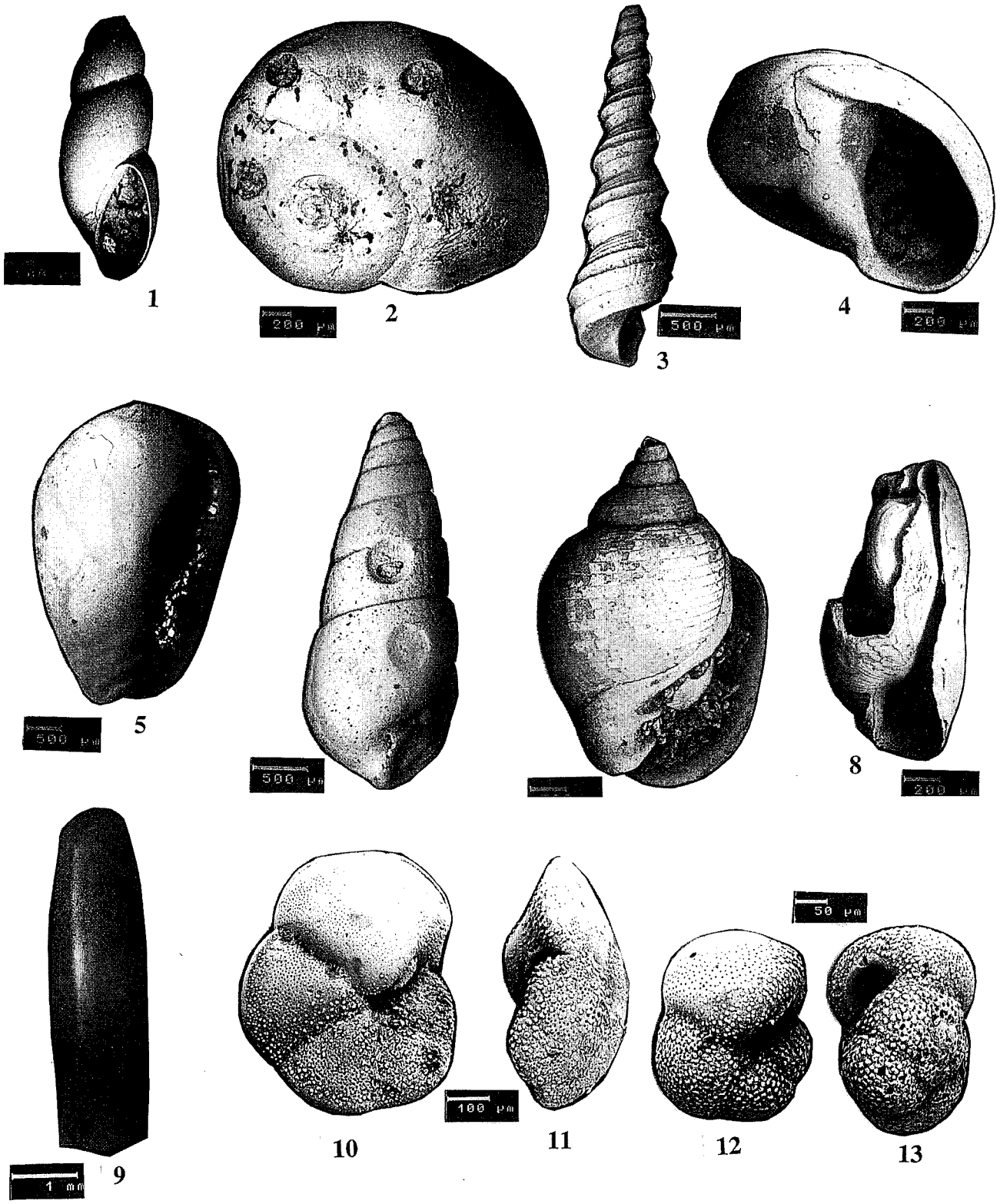

Lámina I.- 1, *Cingula (Hyala) vitrea* (MONTAGU); 2, *Tornus excalliferus* (SACCO). Nótense las múltiples perforaciones atribuídas a Natícidos; 3, *Turritella (T.) tricarinata* (BROCCHI); 4, *Tectonatica tectula* (SACCO). Nótese la perforación en la base atribuíble a Natícido; 5, *Gibberula miliaria* (LINNÉ); 6, *Odostomia gr.turriculata* (MONTERROSATO). Nótense las múltiples perforaciones atribuídas a Natícidos, *alguna* no acabada; 7, *Ringicula (Ringiculina) ventricosa* (SOWERBY); 8, *Cylichnania umbilicata* (MONTAGU); 9, *Cuvierina astesana* (RANG); 10-11, *Globorotalia margaritae* BOLLI y BERMUDEZ; 12-13, *Globorotalia puncticulata* (DESHAYES)

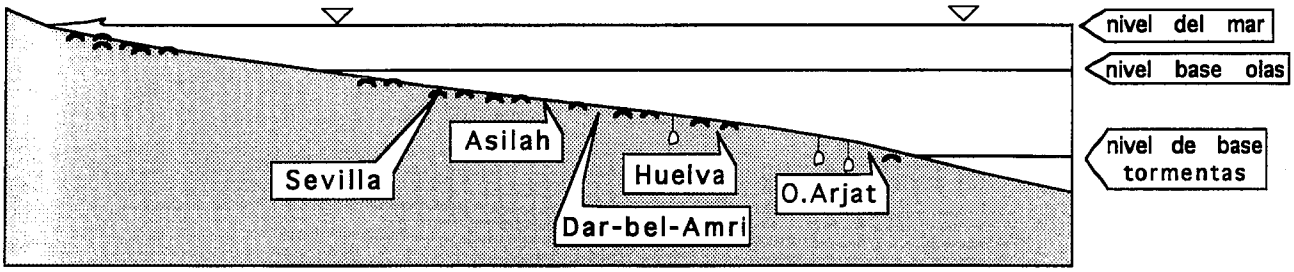

Figura 2.- Ambiente sedimentario de formación del yacimiento y su relación con otras áreas miocenas (Sevilla) y pliocenas (Huelva y Marruecos) ricas en Moluscos.

Paleoecología

Foraminiferos bentónicos

Los Foraminíferos bentónicos del nivel rico en moluscos presentan en la parte más basal una diversidad relativamente elevada con más de 65 especies determinadas (en el tramo inferior de la sección el número de especies es superior a 90) y con características similares a los niveles del tramo inferior de la sección, si bien hay que señalar cambios en cuanto a formas dominantes y la ausencia de formas bien representadas en el tramo más limoso como *Planulina ariminensis* que disminuye progresivamente hacia techo de los limos (Alonso Gavilán *et al.*, 1997).

Destaca, como grupo mayoritario, el conjunto de *Cibicidoides,* bien representados por C. *kullenbergi y C. pseudoungerianus* que, en conjunto, suponen el 32% de la asociación de bentónicos.

Con valores más bajos que en el tramo inferior de la sección, destacan también Buliminidae, Bolivinidae y Uvigerinidae. Un tercer grupo en orden de abundancia (con valores alrededor del 5%) corresponde a Cassidulinidae *(Cassidulina laevigata carinata* especialmente), *Nonion boueanum y Anomalinoides flinti.* Los foraminiferos aglutinados representan el 7%.

Estas características se mantienen en parte de este tramo con un progresivo incremento en *Nonion boueanum* así como *Ammonia beccarii* prácticamente ausente en las muestras anteriores junto con *Lobatula lobatula.* Es de destacar el gran incremento puntual en *Cassidulina laevigata carinata,* que alcanza valores superiores al 27% del conjunto y que también se ha detectado en niveles más inferiores y en otras secciones estratigráficas estudiadas en la cuenca de Bou Regreg, como la sección de Salé (Civis *et al.*, 1997a,b).

La parte más alta del tramo, muy pobre en Moluscos, se diferencia claramente de las dos anteriores y junto a una disminución en la diversidad, se asiste a un notable incremento en formas no representadas o escasamente representadas en las muestras anteriores. Las formas más características corresponden a *Ammonia y Nonion,* que alcanzan valores superiores al 35% del conjunto cada una de ellas, dominando claramente la asociación de bentónicos que vendría determinada por *Ammonia, Nonion y Cibicidoides* (en conjunto, cerca del 90%), a diferencia de las anteriores, en las que la asociación viene determinada por *Cibicidoides,* Buliminidae, Uvigerinidae, *Nonion y* la explosión puntual de *Cassidulina laevigata carinata.*

Malacofauna

Se han utilizado técnicas normalizadas de preparación de las muestras que incluyen el tamizaje (malla inferior para Moluscos de 0,5 mm) con los que se han recogido casi 3.000 individuos. También se realizaron muestreos de búsqueda para completar el elenco de especies. Por el momento, se han determinado un total de 167 especies de Moluscos, agrupadas en 93 especies de Gasterópodos, 67 de Bivalvos y 7 Escafópodos (Tabla I). Los estudios anteriores realizados en la zona del Oued Arjat, que incluyen el tramo inferior, citan 22 especies de Gasterópodos, 53 de Bivalvos y 5 Escafópodos (Lecointre, 1952). De los Bivalvos citados por este autor para el área del Oued Arjat, en el tramo estudiado se han encontrado 26.

Aunque en número de especies dominan los Gasterópodos, por la abundancia en individuos, son los Bivalvos los que dominan sobre los Gasterópodos y Escafópodos (relación Gasterópodos/Bivalvos de 0,63). Las especies más comunes de Bivalvos son *Chamelea lamellosa* (Lámina II, 5 y 6), que representa el 14,2% del total de individuos, *Corbula gibba* (12,4%) y *Abra prismatica* (11,7%) (Lámina II, 3 y 4), seguidas en abundancia por *Pitar rudis* (8,3%) (Lámina II, 7 y 8), *Nuculana fragilis (8%)* (Lámina II, 1 y 2), y *Nuculana pella* (8%). Destaca la alta diversidad específica y abundancia de individuos de la famila Veneridae (9 especies, y 28,4% del total de Bivalvos).

Entre los Gasterópodos, los más abundantes son los Natícidos (Lámina I, 4). Registrados por conchas, opérculos y perforaciones de su actividad trófica, sólo las conchas representan un 33,2% del total de individuos, seguidos de los Nassáridos (12,6%), *Turritella tricarinata* (Lámina I, 3) con el 11,3%, *Gibberula miliaria* (6,5%) (Lámina I, 5), *Ringicula ventricosa (* 4,2%) (Lámina I, 7) y *Tornus excalliferus* (Lámina I, 2) (4%). Las Familias Turridae, Pyramidellidae y Nassariidae son las más representativas en número de especies.

Los Escafópodos más abundantes son *Dentalium sexangulum y Cadulus gadulus.*

Es de destacar el alto porcentaje que representan los

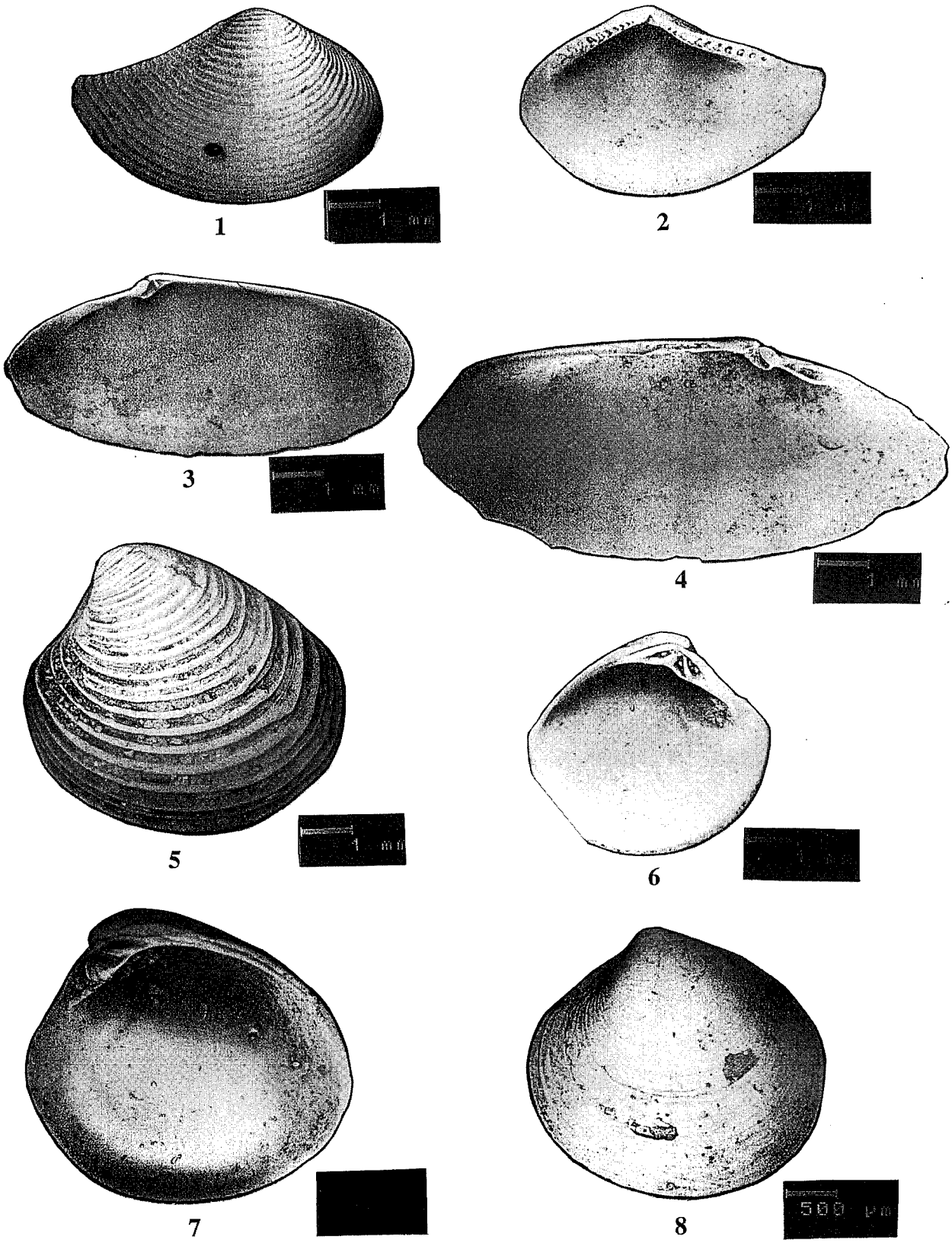

Lámina II.-1-2, *Nuculana (Saccella) fragilis* (CHEMNITZ). Valvas derechas; 3-4, *Abra (Syndosmya) prismatica* (MONTAGU). Valva izquierda y valva derecha; 5-6, *Chamelea lamellosa* (RAYNEVAL & VAN DEN HECKE & PONZI). Valvas izquierdas; 7-8, *Pitar (P.) rudis* (POLI). Valva derecha y valva izquierda.

GASTROPODA

Emarginula fissura (LINNÉ)
Diodora graeca (LINNÉ)
Diodora italica (DEFRANCE)
Calliostoma cingulatum (BROCCHI)
Calliostoma sp.
Gibbula ardens (VON SALES)
Teinostoma (Solariorbis) woodi (HÖRNES)
Astraea sp.
Cingula (Ceratia) proxima (ALDER)
Cingula (Hyala) vitrea (MONTAGU)
Tornus excalliferus (SACCO)
Tornus gr. *pedemontanus* PAVIA
Tornus sp.
Turritella (T.) tricarinata (BROCCHI)
Architectonica sp.
Petaloconchus intortus (LAMARCK)
Bittium (B.) reticutatum (DA COSTA)
Triphora (T.) perversa (LINNÉ)
Acmaea (Acrilloscala) geniculata (BROCCHI)
Acmaea sp.
Scala (Fucoscala) tenuicosta (MICHAUD)
Scala (Spiniscala) frondiculoides (BOURY)
Leiostraca (L.) subulata (DONOVAN)
Melanella (Balcis) polita (LINNÉ)
Niso eburnea RISSO
Fossarus costatus BROCCHI
Capulus hungaricus (LINNÉ)
Calyptraea (C.) chinensis (LINNÉ)
Xenophora infundibulum (BROCCHI)
Aphorrais (A.) pespelecani (LINNÉ)
Neverita josephinia RISSO
Lunatia macilenta (PHILIPPI)
Lunatia catena (DA COSTA)
Naticarius (N.) tigrinus (DEFRANCE)
Tectonatica tectula (SACCO)
Semicassis (S.) laevigata (DEFRANCE)
Galeodea echinophora (LINNÉ)
Ficus (F.) conditus (BROGNIART)
Cantharus (Pollia) dorbignyi (PAYRAUDEAU)
Mitrella sp.
Parvisipho (Andonia) bonellii (BELLARDI & MICHELOTTI)
Amyclina semistriata (BROCCHI)
Nassarius musivus (BROCCHI)
Nassarius prysmaticus (BROCCHI)
Nassarius sp.
Niotha clathrata (BORN)
Fusinus sp.
Ancilla obsoleta (BROCCHI)
Cancellaria (Bivetiella) cancellata (LAMARCK)
Narona (Solatia) piscatoria (GMELIN)
Narona (Sveltia) varicosa (BROCCHI)
Gibberula miliaria (LINNÉ)
Gibberula sp.
Marginella (Glabella) deshayesi MICHELOTTI
Clavatula (C.) sp.
Clavatula sp.
Turricula (Surcula) dimidiata (BROCCHI)
Turris (T.) contigua (BROCCHI)
Crassispira (C.) brochii (BONELLI)
Drilliola emendata (MONTERROSATO)
Microdrillia sp.
Epalxis (Bathytoma) cataphracta (BROCCHI)
Cythara (Mangelia) attenuata (MONTAGU)
Bela brachystoma (PHILIPPI)
Bela hispidula (JAN)
Bela vulpecula (BROCCHI)
Bela sp.
Comarmondia gracilis (MONTAGU)
Strioterebrum (S.) pliocenicum (FONTANNES)
Subula (S.) fuscata (BROCCHI)
Chrisallida cf. *stefanissi* (JEFFREYS)
Folinella excavata (PHILIPPI)
Odostomia conoidea (BROCCHI)
Odostomia gr. *turriculata* (MONTERROSATO)
Syrnola (S.) persuturatoturris (SACCO)
Eulimella scillae (SCACCHI)
Turbonilla (T.) lactea (LINNE)
Turbonilla (Mormula) lanceae (LIBASSI)
Turbonilla (Pyrgiscus) bonellii (PAVIA)
Turbonilla (Pyrgiscus) rufa (PHILIPPI)
Turbonilla (Dunkeria) scalaris (PHILIPPI)
Turbonilla sp.
Mathilda quadricarinata (BROCCHI)
Pyramidella plicosa BRONN
Acteon (A.) tornatilis (LINNÉ)
Acteon (A.) semistriatus (FERUSSAC)
Ringicula (Ringiculina) ventricosa (SOWERBY)
Cylichna (C.) cylindracea (PENNANT)
Cylichnania umbilicata (MONTAGU)
Roxania (R.) utriculus (BROCCHI)
Philine scabra (MULLER)
Rhizorus acuminatus (BRUGIERE)
Cuvierina astesana (RANG)

BIVALVIA

Nucula (N.) nitida SOWERBY
Nucula (Lamellinucula) jeffreysi BELLARDY
Nuculana (Lembulus) pella (LINNÉ)
Nuculana (Lembulus) emarginata (LAMARCK)
Nuculana (Saccella) fragilis (CHEMNITZ)
Yoldia (Y.) nitida (BROCCHI)
Arca (A.) noae LINNÉ
Barbatia (B.) mytiloides (BROCCHI)
Barbatia sp.
Limopsis (Pectunculina) anomala cf. *coxi* GLIBERT & VAN DE POEL
Glycymeris (G.) bimaculata (POLI)
Modiolus sp.
Amusium cristatum (BRONN)
Palliolum (Lissochlamis) excisa (BRONN)
Chlamys (Ch.) multistriata (POLI)
Chlamys (Ch.) radians (NYST)
Chlamys (Aequipecten) scabrella (LAMARCK)
Pecten sp.
Anomia (A.) ephippium LINNÉ
Limaria (L.) tuberculata (OLIVI)
Ostrea sp.
Megaxinus (M.) transversus (BRONN)
Myrtea (M.) spinifera (MONTAGU)
Gonimyrtea meneghinii (DE STEFANI & PANTANELLI)
Anodontia (Loripinus) fragilis (PHILIPPI)
Lucinella divaricata (LINNÉ)
Diplodonta (D.) rotundata (MONTAGU)
Chama (Ch.) sp.
Erycina sp.
Bornia (B.) sebetia (DA COSTA)
Spaniorinus reconditus FISCHER
Cardita (C.) cf. *calyculata* LINNÉ
Digitaria digitaria LINNÉ
Cerastoderma edule (LINNÉ)
Cardium (Bucardium) hians BROCCHI
Acanthocardia (A.) paucicostata (SOWERBY)
Plagiocardium (Papillicardium) papillosum (SOWERBY)
Laevicardium sp.
Mactra sp.
Spisula (S.) subtruncata (DA COSTA)
Phaxas (Ph.) tenuis (PHILIPPI)
Tellina (Arcopagia) corbis (BRONN)
Tellina (Oudardia) compressa BROCCHI
Tellina (Peronaea) planata LINNÉ
Tellina (Tellinella) distorta POLI
Tellina sp.
Macoma (Psammacoma) elliptica (BROCCHI)
Gastrana sp.
Donax (Cuneus) cf. *minutus* BRONN
Gari (Psammobia) fervensis (GMELIN)
Abra (Syndosmya) alba (WOOD)
Abra (Syndosmya) prismatica (MONTAGU)
Solecurtus scopulus (TURTON)
Pharus legumen (LINNÉ)
Venus (Ventricoloidea) multilamella (LAMARCK)
Circomphalus foliaceolamellosus (DILLWYN)
Circomphalus cf. *subplicatus* (D´ORBIGNY)
Pitar (P.) rudis (POLI)
Callista (C.) chione (LINNÉ)
Irus (I.) irus (LINNÉ)
Chamelea lamellosa (RAYNEVAL & VAN DEN HECKE & PONZI)
Clausinella fasciata (DA COSTA)
Timoclea (T.) ovata (PENNANT)
Corbula (Varicorbula) gibba (OLIVI)
Panopea (P.) glycimeris (BORN)
Saxicavella sp.
Cuspidaria (C.) cuspidata (OLIVI)

SCAPHOPODA

Dentalium (D.) inaequale BRONN
Dentalium (D.) sexangulum GMELIN
Dentalium (Antalis) michelotti HÖRNES
Dentalium (Antalis) vulgare DA COSTA
Gadilina jani (HÖRNES)
Cadulus (Gadilia) gadulus SACCO
Fustiaria (F.) rubescens (DESHAYES)

Tabla I. Lista de especies de Moluscos del Plioceno de Oued Arjat.

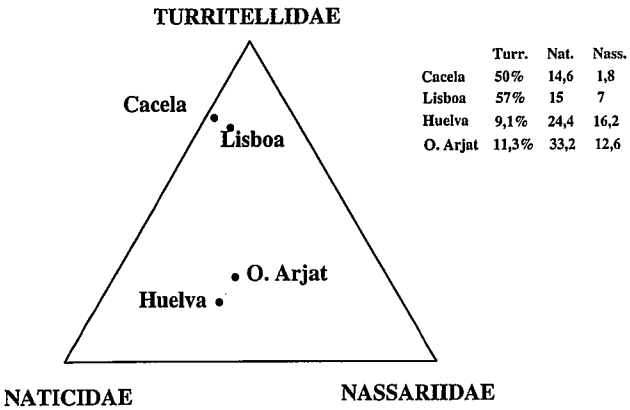

Figura 3.- Abundancia relativa de familias representativas de Gasterópodos en yacimientos miocénicos ricos en Moluscos (Cacela y Lisboa, Portugal) y pliocénicos: Huelva y Oued Arjat.

Natícidos, que supera al existente en yacimientos de la misma edad en Huelva (donde alcanza el 24,4%). Esto confirma la tendencia al incremento de Natícidos en estos ambientes observada en sedimentos del Plioceno con respecto a los del Mioceno del Atlántico oriental (González Delgado *et al.,* 1995). Del mismo modo, los Turritellidae mantienen un porcentaje similar (aunque domine otra especie) al observado en el Plioceno de Huelva (9%), confirmándose la tendencia a su disminución en relación a los yacimientos miocénicos. (Fig. 3). Sin embargo, entre los Bivalvos hay una abundancia mucho mayor de Veneridae (28,4%) que el observado en Huelva (5,5%).

La asociación malacológica (en abundancia de individuos) refleja comunidades con cadenas tróficas complejas; entre los bivalvos dominan los filtradores sobre los sedimentívoros; entre los gasterópodos dominan los carnívoros sobre carroñeros, sedimentívoros, filtradores, herbívoros y parásitos. Las formas de Bivalvos infaunales poco profundas dominan sobre las epifaunales

La alta diversidad y las características tróficas sugieren comunidades circalitorales estables. Esta interpretación se ve apoyada por la presencia de taxones como *Abra prismatica, y Turritella tricarinata,* especies características exclusivas de biocenosis DC, y y de *Melanella polita* (idem, para biocenosis VTC), así como *Pitar rudis y Nuculana fragilis,* especies preferenciales de la biocenosis DC. Ambos tipos de biocenosis caracterizan fondos circalitorales (Péres y Picard, 1964). Estas características ecológicas, así como las tafonómicas anteriormente descritas, están de acuerdo con las condiciones existentes en contextos de alto nivel del mar *(highstand systems tracts)* durante el Plioceno como los observados en otras zonas del dominio Atlántico oriental (González Delgado *et al.,* 1993).

De las interacciones observadas entre especies, destacan las perforaciones troncocónicas *(Oichnus paraboloides)* atribuidas a Natícidos en numerosas conchas de Bivalvos y Gasterópodos, algunas de ellas realizadas sobre ejemplares de la misma familia (Lámina I, 4), que pueden sugerir casos de canibalismo y, en otras ocasiones, de alta presión depredadora, como los casos de varias perforaciones realizadas, o intentadas realizar, sobre una misma concha de gasterópodo (Lámina I, 2 y 6). Son mucho menos frecuentes los traumatismos causados por posibles Crustáceos o Peces.

TAXON	$\delta^{13}C$ (PDB)	$\delta^{18}O$ (PDB)
Turritella tricarinata	1,9	1,4
Neverita josephinia	1,03	1,52
Gibberula miliaria	1,30	1,61
Ringicula ventricosa	0,04	1,84
Palliolum excisum	0,97	0,96
Acanthocardia paucicostata	1,27	1,28
Abra prismatica	0,47	1,88

Tabla II.- Contenido en isótopos estables de C y O ($\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ PDB) de algunos Moluscos de Oued Arjat.

El contenido en isótopos estables de C y O de varias especies de Moluscos está reflejado en la Tabla II. La señal isotópica, expresada como desviación en tanto por mil del estandar PDB, corresponde a valores medios de toda la concha, ya que no se ha realizado un muestreo ontogenético (Jones, 1985; González Delgado *et al.,* 1998) en cada ejemplar, con lo que los resultados corresponden a las condiciones medias de la vida de cada taxon. La obtención y el tratamiento pre-analítico de las muestras para eliminar la materia orgánica es el mismo utilizado para otros taxa del Neógeno (Antunes *et al.* 1997, 1998). Los análisis han sido efectuados en el Servicio General de Isótopos Estables de la Universidad de Salamanca.

Los cambios que se aprecian reflejan sobre todo el efecto vital, al tratarse de especies diferentes. Se observa además una señal isotópica del oxígeno de valores desplazados hacia el isótopo pesado, que pueden estar relacionados con aguas de fondo relativamente frías. De hecho, en la actualidad, la temperatura del agua a 50 m de profundidad en la costa de Rabat varía de 15 a 17°C entre los meses de Febrero y Agosto, y a 100 m de profundidad entre 15 y 14-15°C respectivamente (Gorshkov, 1979). En *Turritella tricarinata* la señal del carbono está muy desplazada hacia el isótopo pesado, lo que nos sugiere un alto contenido en nutrientes, que en ocasiones (si domina *Turritella)* se ha relacionado con zonas de afloramientos *(up-welling)* costeros (Allmon, 1992).

Las asociaciones de Foraminíferos bentónicos están acordes con la batimetría que aportan los datos malacológicos así como con el tipo de sustrato en el que se encuentran. El incremento en *Cassidulina laevigata,* en consonancia con la malacofauna, puede reflejar la influencia de aguas más frías en el fondo así como un incremento en nutrientes en este nivel. La asociación registrada a techo, con una litología más arenosa, está acorde con una disminución en la batimetría y la presencia de las especies indicadas como las formas mayoritarias.

Conclusiones

Se ha estudiado el horizonte de mayor riqueza malacológica del Neógeno del valle del Oued Arjat, y

se han encontrado, utilizando técnicas de tamizaje y muestreos de búsqueda, 167 especies de Moluscos, que convierte el yacimiento en uno de los más ricos del margen atlántico de Marruecos.

Se ha precisado la edad de este horizonte con Foraminíferos planctónicos. Está presente *Globorotalia margaritae y G. puncticulata,* lo que sugiere una edad Plioceno inferior (parte alta del Zancliense).

Los Moluscos se encuentran formando una concentración de conchas de tipo compuesto aunque de poco espesor, con una impronta tafonómica basada sobre todo en desarticulación, fragmentación pre-enterramiento, abrasión, bioerosión y bioincrustación, que sugiere un ambiente sedimentario de plataforma externa circalitoral afectada por tormentas distales.

La paleoecología de Moluscos y Foraminíferos bentónicos del horizonte refleja alta diversidad, abundancia de las mismas especies y tendencias que dominan en otros yacimientos del Plioceno atlántico español, cadenas tróficas largas y dominio de isótopos pesados de C y O, lo que ratifica el ambiente deposicional sugerido por la tafonomía, posiblemente en un contexto de cortejo sedimentario de alto nivel del mar.

Trabajo financiado por el Proyecto DGES PB96-1319 del Ministerio de Educación y Cultura.

Bibliografía

Alonso Gavilán, G., Civis, J., González Delgado, J.A. y Ahmed, R. (1997): Stratigraphy and paleontology of the Pliocene of Oued Arjat. Paleoenvironmental characteristics of the Neogene basin of the Bou Regreg (Morocco). *Abstracts 2nd. R.C.A.N.S. Congress,* Salamanca, 1997: 17-19.

Allmon, W.D. (1992): Role of temperatura and nutrients in extinction of turritelline gastropods, Cenozoic of the NW Atlantic and NE Pacific. *Palaeogeogr. Palaeoecol. Palaeoclim.* 92: 41-54.

Antunes, M.T., Civis, J., González Delgado, J.A., Legoinha, P., Nascimento, A. y Pais, J. (1997): Miocene stable isotopes ($\delta^{18}0$, $\delta^{13}C$), biostratigraphy and environments in the southern limb of the Albufeira syncline (Setúbal Peninsula, Portugal). *Geogaceta* 21: 21-24.

Antunes, M.T., Civis, J., González Delgado, J.A., Legoinha, P., Nascimento, A. y Pais, J. (1998): Lower Miocene stable isotopes ($\delta^{18}0$, $\delta^{13}C$), biostratigraphy and environments in the Foz da Fonte and Penedo sections (Setúbal Peninsula, Portugal). *Geogaceta* 23: 7-10.

Benson, R.H. y Rakic-El Bied, K. (1996): The Bou Regreg section, Morocco: Proposed Global Boundary Stratotype Section and Point of the Pliocene. *Not. Mém. Serv. Géol. Maroc,* 383: 51-150.

Benson, R.H., Rakic-El Bied, K. y Bonaduce, G. (1991): An important current reversal (influx) in the Rifian Corridor (Morocco) at the Tortonian-Messinian boundary: the end of Tethys Ocean. *Palaeoceanography,* 6: 164-192.

Civis, J., González Delgado, J.A., Francés, G., Raffi, S., Alonso Gavilán, G. y Ben Moussa, A. (1997a): Malacología, foraminíferos y paleogeografía del Neógeno superior de la Cuenca del Bou-Regreg (Borde occidental del corredor Sur-Rifeño, Marruecos). *Geogaceta,* 21: 77-80.

Civis, J., Ahmed, R., Alonso Gavilán, G., González Delgado, J.A. y Ben Moussa, A. (1997b): The associatios of benthonic Foraminifera in the Neogene of Salé (Bou Regreg, Southern Rift Corridor, Morocco). *Abstracts 2nd. R.C.A.N.S. Congress,* Salamanca, 1997: 47-49.

Dabrio, C.J., González Delgado, J.A., Civis, J. y Sierro, F.J. (1988): Influencia de las tempestades en la generación de niveles e interniveles fosilíferos en las Arenas de Huelva (Plioceno). *Res. IV Jorn. Paleont.,* Salamanca: 35-36.

González Delgado, J.A., Andrés, I. y Sierro, F.J. (1995): Late Neogene Molluscan faunas from the Northeast Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios,* 28: 459-471.

González Delgado, J. A., Civis, J., Alonso Gavilán, G., Andrés, I. y Ben Moussa, A. (1996): Paleontología y estratigrafía del Plioceno inferior de la cuenca de Asilah (NW Marruecos). *Geogaceta,* 20: 231-234.

González Delgado, J.A., Sierro, F.J. y Civis, J. (1993): Cambios globales del nivel del mar y concentraciones de megafaunas marinas someras en el Neógeno del Oeste de la Península Ibérica.Com. *IX Jorn. Paleont.,* Málaga (J.M. González Donoso, Ed.): 33-36.

González Delgado, J.A., Zazo, C., Goy, J.L., Hoyos, M., Civis, J. y Dabrio, C.J. (1998): Variaciones estacionales en *Strombus bubonius* cuaternarios de Fuerteventura (Islas Canarias) a partir de perfiles de isótopos estables de C y O. *Res. XIV Jorn. Paleont.,* Tenerife (C. Castillo y M. Martin Eds.): 89-92.

Gorshkov, S. G. (Ed.) *(1979):World Ocean Atlas: 2: Atlantic and Indian Oceans,* Pergamon Press, Oxford, 306 p.

Haq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science,* 235: 1156-1167.

Jones, D.S. (1985): Grow increments and geochemical variations in the molluscan shell. In *Notes for a short couse: Mollusks-Univ.- Tennessee Stud. Geol.* (Bottjer, Hickman y Ward, Eds.), Orlando: 72-87.

Kidwell, S.M. (1991): The Stratigraphy of Shell Concentrations. En *Taphonomy* (P.A. Allison y D.E.G. Briggs, Eds.) Plenum press, New York: 211-290.

Lecointre, G. (1952): Recherches sur le Néogene et le Quaternaire marine de la cate atlantique de Maroc. *Not. Mem. Serv. Geol. Maroc, 99:* 198p.

Péres, J.M. y Picard, J. (1964): Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerrannée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume* ,14 (23): 5-122.

Sierro, F.J., González Delgado, J.A., Dabrio, C.J., Flores, J.A. y Civis, J. (1990): The Neogene of the Guadalquivir basin. *Paleont. i Evol.,* Mem. esp.: 209-250.

Manuscrito recibido el 27 de Mayo de 1998
Aceptado el manuscrito revisado el 15 de Febrero de 1999