

EL EOCENO INFERIOR Y MEDIO DE AGOST (PROVINCIA DE ALICANTE)

*Leopoldo MÁRQUEZ **

* Departamento Geología. Facultad Ciencias Biológicas.
46100 Burjasot (Valencia).

ABSTRACT

A updated syntesis about the Eocene foraminiferal fauna of Agost (Alicante, Spain) is presented. A biozonation based on planctonic foraminifera is shown. The paleoecological signification of the assemblages of smaller benthonic foraminifera and some data about larger foraminifera are also presented.

Keywords: Foraminifera, Biostratigraphy, Paleoecology, Eocene, Betic Ranges, Spain.

RESUMEN

Se presenta una síntesis puesta al día acerca de la fauna de foraminíferos del Eoceno de la localidad de Agost (Alicante, España) que comprende la biozonación establecida sobre los foraminíferos planctónicos, el significado paleoecológico de las asociaciones de microforaminíferos bentónicos y algunos datos sobre la fauna de macroforaminíferos.

Palabras Clave: Foraminíferos, Bioestratigrafía, Paleoecología, Eoceno, Cordilleras Béticas, España.

INTRODUCCIÓN

El perfil de Agost se halla situado en la hoja topográfica de Elda, n.º 28 - 34 (ant. n.º 871), al Norte de la villa del mismo nombre y en el paraje conocido como Els Terrers (en el mapa topográfico aparece con el nombre de Lomas de la Beata).

En este área aparecen representados niveles que abarcan desde el Cretácico superior hasta el Eoceno medio. En la columna levantada (Figura 1) se han mostrado los materiales de la parte terminal del Paleoceno, Eoceno inferior y parte del Eoceno medio.

Desde un punto de vista sedimentológico, el Eoceno de Agost está constituido por importantes tramos arcillosos, probablemente depositados por procesos de sedimentación en masa ("mass flow") (C. Santisteban, com. personal), areniscas de origen turbidítico que frecuentemente presentan cuerpos con forma de canal y cuyos componentes son bioclastos (fragmentos de macroforaminíferos y otros organismos) y, finalmente, niveles de margocalizas blancas, interpretadas como hemipelagitas. Se trata, en líneas generales, de una sedimentación producida en zonas de talud en áreas deprimidas, entre bloques elevados, con aportes de

materiales de la plataforma. Esta sedimentación es característica durante las etapas compresivas en esta región (Vera, 1988). Más información sobre la estratigrafía y sedimentología de este perfil puede encontrarse en Cremades (1982) y Márquez (1983).

LA FAUNA DE FORAMINÍFEROS

A) Foraminíferos Planctónicos

En este apartado se van a realizar unos breves comentarios de las asociaciones de foraminíferos planctónicos de la localidad de Agost, sobre la base de la biozonación establecida por Márquez (1983) (Figura 1). Se recogen, asimismo, las relaciones con otras biozonas elaboradas por distintos autores, especialmente en el área mediterránea y Oriente Medio (Figura 2). Una discusión exhaustiva de cada una de las biozonas utilizadas aparece en Márquez y Usera (1984). La fauna de foraminíferos planctónicos de esta región ha sido también estudiada por otros autores, entre los que cabe citar a Hillebrandt (1974, 1976) y Cremades (1982).

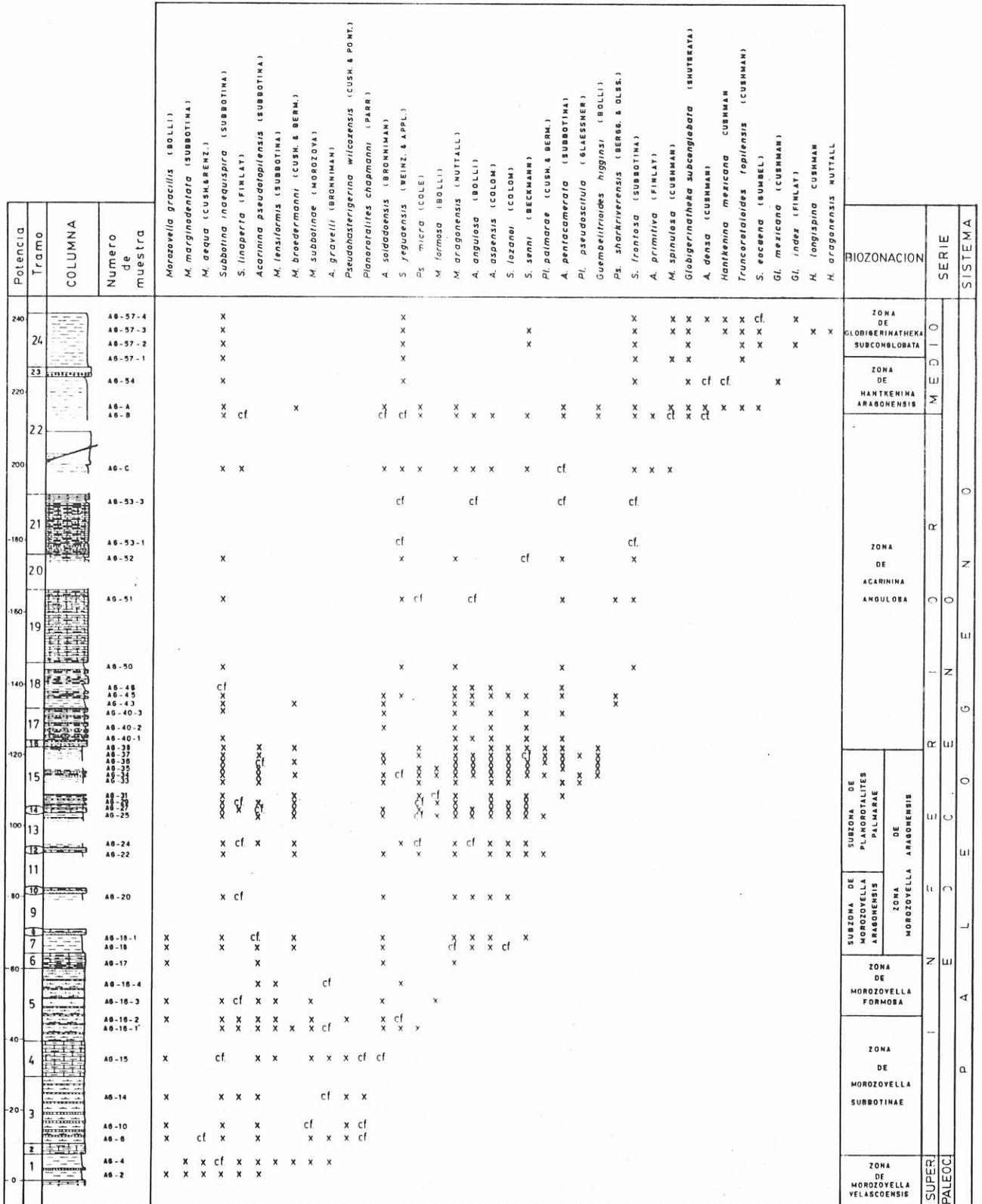


Figura 1. Distribución estratigráfica de las especies de foraminíferos planctónicos identificadas en la serie de Agost. Modificado de Márquez y Usera (1984).

Zona de *Morozovella velascoensis*

El muestreo se inicia en los niveles terminales del Paleoceno (Figura 1, tramo 1) que corresponden con la parte superior de la zona de *M. velascoensis*.

Las especies más abundantes en estos niveles (Figura 1) son: *Morozovella gracillis* (Bolli), *M. marginodentata* (Subbotina) y *Acarinina pseudotopilensis* (Subbotina). También se encuentran en esta biozona, aunque en menor proporción: *M. lensiformis* (Subbotina), *M. broedermanni* (Cushman and Bermudez), *A. gravelli* (Bronniman), *Subbotina inaequispira* (Subbotina) y *S. linaperta* (Finlay). Todas estas especies persisten en la zona superior a excepción de *M. marginodentata*.

Zona de *Morozovella subbotinae*

Pertencen a esta biozona los tramos 2, 3, 4 y la mitad inferior del 5. El límite inferior, que es a su vez el del Eoceno, viene marcado por la aparición del género *Pseudohasterigerina*, mientras que el límite superior viene delimitado por la aparición de las primeras formas de *M. formosa* (Bolli).

La zona de *M. subbotinae* se utiliza en este trabajo en el sentido de Stainforth *et al.* (1975) y de Benjamini (1980), que es algo distinto al de la zonación clásica de Bolli (1966), ya que este autor consideraba como límite inferior de esta zona, la desaparición de *M. velascoensis*, acontecimiento que sucede algo más tarde que la aparición de *Pseudohasterigerina*.

Son abundantes en estos tramos (Figura 1): *Morozovella gracillis*, *Subbotina inaequispira* y *Acarinina pseudotopilensis* y frecuentes *S. linaperta*, *M. lensiformis*, *M. broedermanni*, *M. subbotinae* (Morozoya), *A. gravelli* y *Pseudohasterigerina wilcoxensis* (Cushman and Ponton); por el contrario es raro *Planorotalites champmanni* (Parr). En los niveles finales de esta biozona aparece por vez primera en el perfil de Agost. *A. soldadoensis* (Bronniman), *S. yeguaensis* (Weinzierl and Applin) y *Pseudohasterigerina micra* (Cole).

Zona de *Morozovella formosa*

Asociaciones faunísticas de foraminíferos planctónicos pertenecientes a la zona de *M. formosa* aparecen a partir de la mitad del tramo 5 y continúan en el tramo 6.

Se considera como límite inferior de esta biozona la aparición de *M. formosa* y como límite superior la aparición de *A. aspensis* (Colom).

En esta biozona aparecen *M. formosa* y *M. aragonensis* (Nuttall), mientras que desaparecen *M. subbotinae* y *M. lensiformis*. Son abundantes: *M. gracillis*, *M. broedermanni*, *Subbotina inaequispira*, *Acarinina soldadoensis* y *A. pseudotopilensis*.

Zona de *M. aragonensis*

Esta biozona abarca los tramos 7 al 15 (Figura 1). No se han seguido, en este caso, los criterios de Bolli

(1966) para la definición de esta biozona, sino las ideas de Krasheninnikov (1965) y de Beckmann *et al.* (1969) en el sentido de ampliar sus límites, incluyendo en ella la zona de *Globorotalia palmere*. La causa fundamental de ello es que la especie *Planorotalites palmerae* (Cushman and Bermudez) tiene una distribución geográfica muy restringida. En las Cordilleras Béticas, esta especie ha sido citada por Martínez-Gallego (1973, 1977) en la zona de Granada. Posteriormente, Hillebrandt (1974, 1976) la encuentra en Caravaca de la Cruz y Agost, pero no aparece en Aspe. Por nuestra parte la hemos identificado, también, en Agost, pero no aparece en otros perfiles (Áreas de Sax y Tangel) que presentan la misma asociación de foraminíferos plantónicos, por lo que en estos casos, en ausencia de *Pl. palmerae*, resulta muy difícil, dada la semejanza de las asociaciones, dilucidar si pertenecen a la zona de *M. aragonensis* o a la de *Pl. palmerae*. Por todo ello hemos considerado más útil el uso de una zona de *M. aragonensis*, ampliada, que comprendería dos subzonas: una inferior, la subzona de *M. aragonensis* y otra superior, la subzona de *Pl. palmerae*. Estas últimas tendrían una aplicación geográfica restringida, mientras que la zona de *M. aragonensis* podría aplicarse a escala global, de acuerdo con las ideas de Bolli y Krasheninnikov (1977).

En cuanto a los límites de la biozona, el inferior estaría situado en la aparición de *Acarinina aspensis* y de *Acarinina angulosa* (Bolli), mientras que el límite superior vendría marcado por la desaparición de *Planorotalites palmerae*, caso de que aparezca en ese área, y de *Acarinina pseudotopilensis*. El límite entre las subzonas está marcado por la aparición de *Planorotalites palmerae*.

En esta zona son frecuentes las siguientes especies de foraminíferos planctónicos: *Subbotina inaequispira*, *S. senni* (Beckmann), *Morozovella broedermanni*, *M. aragonensis*, *Acarinina soldadoensis*, *A. aspensis* y *A. angulosa*. Entre las especies que aparecen en esta zona y persisten en las sucesivas tenemos a *A. pentacamerata* (Subbotina), *S. lozanoi* (Colom) y *Guembelitroides higginsi* (Bolli). *Planorotalites palmerae* y *Pl. pseudoscutula* (Glaessner) aparecen y desaparecen, en el perfil de Agost, dentro de esta zona.

Zona de *Acarinina angulosa*

En las zonaciones clásicas se consideraban como zonas del Eoceno inferior las descritas hasta este momento (o sus equivalente según la figura 2). Sin embargo en ciertas áreas aparecían niveles situados entre las biozonas anteriores y el biohorizonte constituido por la aparición del género *Hantkenina*, límite inferior del Eoceno medio. Para llenar este vacío en la zonación se han definido nuevas biozonas. Así tenemos la zona de *Globorotalia caucasica* de Hillebrandt (1965) y la zona de *Subbotina frontosa* (Cremades, 1982). Posteriormente, por razones taxonómicas y biostratigráficas, Márquez (1983) introduce la zona de *Acarinina angu-*

SERIES	LUTERBACHER, 1964 Apeninos	KRASHININIKOV, 1965 1971 Siria	BOLLY, 1966 Caribe	BECKMANN et al., 1969 Egipto	POSTUMA, 1971 Cordilleras Béticas	HILLEBRANDT, 1974 Cordilleras Béticas	CARO et al., 1974	STAINFORTH et al., 1975
PALEOCENO	SUPERIOR	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri
		Acarinina	Acarinina	Hantkenina aragonensis	Globorotalia bullbrooki	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis
		Morozovella aragonensis	Morozovella aragonensis	Gbr. palmarae	Globorotalia aragonensis	Gbr. caucasica Gbr. palmarae	Gbr. caucasica Gbr. palmarae	Gbr. palmarae
		Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	Gbr. formosa	Gbr. formosa	Gbr. formosa / A. angulosa	Gbr. formosa / A. angulosa	Gbr. formosa
E O C E N O	SUPERIOR	Gbr. aequa	Gbr. rex	Gbr. formosa	Gbr. formosa	Gbr. marginodentata / Gbr. subbotinae	Gbr. subbotinae	Gbr. subbotinae
		Globorotalia velascoensis	Morozovella velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia subbotinae	Globorotalia rex	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis
		Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis
		Globorotalia velascoensis	Morozovella velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis
E O C E N O	M E D I O	Globigerapsis kugleri	G. kugleri / S. frontosa / G. (T.) pseudomayeri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri
		Hantkenina aragonensis	S. f. frontosa / G. (T.) pseudomayeri	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis
		Acarinina densa	G. (A.) aspensis / G. lozanoi prolata	"Sphaeroidifn." senni	Acar. anulosa	G. (E.) frontosa	G. (E.) frontosa	Acarinina densa
		Morozovella aragonensis	G. (M.) aragonensis / G. (M.) formosa	Planorot. palmarae	Morozovella aragonensis	G. (M.) caucasica	G. (M.) caucasica	Morozovella aragonensis
		Morozovella formosa	G. (M.) formosa / G. (M.) lensiformis	Morozovella aragonensis	Morozovella formosa	G. (M.) formosa	G. (M.) formosa	Morozovella formosa
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (A.) wilcoxensis	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (M.) berggreni	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (M.) subbotinae / G. (M.) velas. acuta	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		Morozovella velascoensis	G. (M.) soldadoem. / G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis	Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis
		Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis	Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis
PALEOCENO	SUPERIOR	Globigerapsis kugleri	G. kugleri / S. frontosa / G. (T.) pseudomayeri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri
		Hantkenina aragonensis	S. f. frontosa / G. (T.) pseudomayeri	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis
		Acarinina densa	G. (A.) aspensis / G. lozanoi prolata	"Sphaeroidifn." senni	Acar. anulosa	G. (E.) frontosa	G. (E.) frontosa	Acarinina densa
		Morozovella aragonensis	G. (M.) aragonensis / G. (M.) formosa	Planorot. palmarae	Morozovella aragonensis	G. (M.) caucasica	G. (M.) caucasica	Morozovella aragonensis
		Morozovella formosa	G. (M.) formosa / G. (M.) lensiformis	Morozovella aragonensis	Morozovella formosa	G. (M.) formosa	G. (M.) formosa	Morozovella formosa
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (A.) wilcoxensis	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (M.) berggreni	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		M. subbotinae / M. wilcoxensis	G. (M.) subbotinae / G. (M.) velas. acuta	Morozovella subbotinae	Morozovella subbotinae	G. (M.) subbotinae	G. (M.) subbotinae	M. subbotinae
		Morozovella velascoensis	G. (M.) soldadoem. / G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis	Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis
		Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis	Morozovella velascoensis	G. (M.) velascoensis	G. (M.) velascoensis	Morozovella velascoensis

Figura 2. Comparación entre las diferentes biozonaciones establecidas para el Area Mediterránea y Oriente Medio.

losa. En fecha reciente, y por motivos similares, Berggren y Miller (1988) definen la zona de *Subbotina inaequispira* (P9).

Se considera como límite inferior la desaparición de *Acarinina pseudotopilensis* y de *Planorotalites palmerae*, caso de que aparezca esta especie. El límite superior vendría marcado por la desaparición de *Acarinina angulosa*, entre otras especies y la aparición del género *Hantkenina*.

En el perfil de Agost pertenecen a esta biozona los tramos 16 al 22 (parte inferior).

Por lo que respecta a la asociación presente, aparecen en esta zona *Subbotina frontosa* (Subbotina), *Morozovella spinulosa* (Cushman) y *Pseudohasterigerina sharkriverensis* (Berggren and Olsson). Desaparecen *Acarinina angulosa*, *A. aspensis* y *S. lozanoi*. Además de las especies citadas, se encuentran en la zona, entre otras, *S. inaequispira* y *S. senni*.

Zona de *Hantkenina aragonensis*

Esta biozona constituye la base del Eoceno medio, su límite inferior viene marcado por la aparición de *Hantkenina* y el superior por la de *Globigerinatheka index* (Finlay). En ella están comprendidos los tramos 22, 23 y base del 24.

Son abundantes en esta zona *Subbotina inaequispira*, *S. frontosa*, *S. yeguaensis* y *S. senni*. Aparecen por primera vez: *Hantkenina mexicana* Cushman, *Globigerinatheka subconglobata* (Shutskaya) y *Truncorotaloides topilensis* (Cushman).

Zona de *Globigerinatheka subconglobata*

Pertenece a esta biozona el tramo final (24) del perfil de Agost. Consideramos (Márquez, 1983) como límite inferior la aparición de *Globigerinatheka index*, mientras que el superior no representado en esta serie, viene marcado por la desaparición de *Morozovella aragonensis* (Stainforth *et al.*, 1975).

Las especies de foraminíferos planctónicos más abundantes en esta biozona, en el perfil estudiado, son: *Subbotina inaequispira*, *S. yeguaensis*, *S. senni*, *Hantkenina mexicana*, *Globigerinatheka subconglobata*, *Truncorotaloides topilensis* y *Morozovella spinulosa*.

B) Foraminíferos Bentónicos

B.1) Microforaminíferos

Se van a exponer a continuación las características de las asociaciones de los foraminíferos bentónicos del Eoceno de Agost y zonas próximas. Comenzaremos por las faunas de microforaminíferos (se incluyen en esta denominación todas las familias de foraminíferos bentónicos a excepción de Nummulitidae, Discocyclinidae, Lepidocyclinidae y Alveolinidae).

Los trabajos sobre estas faunas en el área que nos ocupa son escasos. Cabe citar, únicamente, a Colom (1954), Márquez (1975, 1979) y Márquez y Usera (1976). Posteriormente, Márquez (1983) realiza un amplio estudio, sobre el que se basa esta memoria, en el que se estudiaron cerca de 10.000 ejemplares, identificándose, aproximadamente, unas 400 especies. Se elaboraron, para cada nivel, los censos correspondientes, calculándose, además, los porcentajes de formas planctónicas y bentónicas, los índices de diversidad (H de Shannon y α de Fisher), y los porcentajes de formas aporcelanadas, arenáceas e hialinas. Se recogió, igualmente, la abundancia mayor o menor de macroforaminíferos y la presencia de otros grupos fósiles como ostracodos, briozoos, algas, etc.

Todos estos parámetros fueron estudiados mediante diversas técnicas estadísticas (Márquez, *op. cit.*) cuyos resultados, de manera sucinta, aparecen a continuación.

En primer lugar, el análisis de los porcentajes de forma arenáceas, aporcelanadas e hialinas indican que las últimas son las mejor representadas, superando en la mayor parte de las muestras el 90 %. Los arenáceos son relativamente escasos, con porcentajes del 10-15 %, llegando, excepcionalmente, al 40 %. Finalmente, las formas aporcelanadas son las más escasas, no sobrepasando, en ningún caso el 4 %. Estos porcentajes corresponden (Murray, 1973), en líneas generales, con los ambientes de plataforma y más concretamente a las zonas de plataforma interna, externa y áreas de talud (Phleger, 1960; Boltovskoy y Wright, 1976).

A las mismas conclusiones se llega a partir de los índices de diversidad (H y α) y de los porcentajes de formas planctónicas/bentónicas. En la serie de Agost, el índice de diversidad de Shannon-Weaver varía de 3'5 a 5. Para Margalef (1974) valores entre 2'7 y 4'9 son los propios de ambientes marinos estables. Por su parte, Wright (1973), Murray (1973) y Murray y Wright (1974) consideran que valores del índice α de Fisher superiores a 5 son usuales en comunidades de plataforma; en los niveles estudiados oscila ampliamente, estando los valores más comunes comprendidos entre 10 y 25.

Un análisis estadístico detallado de estos parámetros y sus relaciones con el resto de la fauna, y en especial con la abundancia de macroforaminíferos, aparece en Márquez (*op. cit.*). Sus resultados indican una correlación estrecha entre asociaciones con bajos índices de diversidad y abundancia de macroforaminíferos. Sin embargo, la correlación entre porcentajes de planctónicos/bentónicos y macroforaminíferos, no es tan clara puesto que la distribución de las formas planctónicas no está controlada sólo por las características del fondo (profundidad, topografía, etc.) sino también por factores que afectan a las masas de agua en su conjunto (corrientes, etc.).

A partir de los inventarios, elaborados para cada una de las muestras, se agruparon las especies mediante

la elaboración de matrices de coeficientes de correlación (matrices R). Los resultados, interpretados por medio de dendrogramas, permitieron establecer la existencia de diversas asociaciones de foraminíferos bentónicos que ocuparían distintos puntos de la plataforma (la lista completa de las especies de las diferentes asociaciones se puede consultar en Márquez, *op. cit.*). De estas asociaciones, las más interesantes son las siguientes:

Asociación de *Chilostomella eocenica*

Esta asociación está formada, entre otras especies, por *Ch. eocenica* Cushman, *Bulimina midwayensis* Cushman and Parker, *Allomorphina trigona* Reuss, *Nodosaria longiscata* D'Orbigny y *Osangularia mexicana* Cole. Se trata de una fauna propia zonas profundas, plataforma externa o talud (Phleger, 1960; Murray, 1973; Boltovskoy y Wright, 1976).

Por su parte, Aubert y Berggren (1976) citan *Ch. eocénica* y *B. midwayensis* en el Paleoceno de Túnez, concretamente en sedimentos de plataforma externa o borde de talud.

En Agost, esta asociación aparece ligada siempre a niveles con ausencia casi total de macroforaminíferos y algas calcáreas.

Asociación de *Pararotalia alicantina*

Esta asociación está formada principalmente por *P. alicantina* (Colom), *C. perlucidus* Nuttall, *A. pompilioides* (Galloway and Heminway), *S. consobrina* (D'Orbigny), *B. aspensis* Colom, *T. schroederi* (Hang) y *V. nummuliana* (Gumbel).

El género *Pararotalia*, en general, se considera propio de ambientes cálidos y poco profundos (Le Calvez, 1970; Colom, 1971; Fesses, 1971). En concreto, la especie *P. alicantina* es señalada por Massieux (1973) en el Eoceno de las Corbières septentrionales en niveles margosos con moluscos y Nummulitidos. En Agost, esta fauna aparece, igualmente, asociada a niveles con gran abundancia de macroforaminíferos.

El resto de especies parecen indicar condiciones similares. Así, la abundancia de especies de *Cibicides*, formas que viven adheridas, indicarían ambientes someros con una abundante epifauna (Dobson y Haynes, 1973). Por otro lado, la ausencia de grupos que viven fijados a la vegetación como miliolidos y discorbidos, entre otros, y la presencia, por otra parte, de diversas especies de arenáceos (*Tritaxia*, *Vulvulina*, etc.) hace pensar que se trataría de una zona algo más profunda que las áreas donde se desarrollan las praderas de Posidonias u otros vegetales en los mares actuales (Le Calvez, 1970). Por todo esto, se interpreta esta asociación como propia de ambientes situados en las zonas profundas de la plataforma interna.

Asociación de *Pararotalia bicarinata*

Está constituida por *P. bicarinata* (Colom) y varias especies de *Cibicides*, *Pararotalia*, *Bulimina*, *Eponides*

y diversas especies de arenáceos: *Textularia minuta* Terquem, *Clavulina parisiensis* D'Orbigny y *Spiroplectamina caribeana* Bermúdez. Se trata, en líneas generales de una asociación de plataforma interna (Márquez *op. cit.*). Sin embargo, la presencia, además, de *Gyroidinella magna* Le Calvez y *Cuvillierina vallesiensis* (Ruiz de Gaona) permite hacer algunas precisiones.

G. magna es citada en relación con facies recifales o perirecifales en la Cuenca de París (Le Calvez, 1970), en Aquitania y en general en toda la Mesogea (Neumann, 1968). Por su parte, *C. vallesiensis* aparece en sedimentos litorales del Ypresense de Aquitania (Debourle, 1955) y en facies poco profundas, perirecifales, del Eoceno inferior de Siria (Ejel y Nouet, 1966). Por todo esto parece que esta asociación podría haber ocupado áreas algo más someras que las de la asociación de *P. alicantina*.

Asociación de *Bolivina alata*

Esta asociación está constituida por *Bolivina alata* Seguenza, *B. arta* Macfadyen, *Bulimina pupoides* D'Orbigny, *B. ovata* D'Orbigny y *Nonion communae* (D'Orbigny). En estos niveles no se encuentran macroforaminíferos, apareciendo, en cambio, numerosas formas piritizadas y abundante pirita en el sedimento.

Los géneros *Bolivina*, *Bulimina* y *Nonion* se consideran, normalmente, como propios de ambientes de plataforma. En el caso concreto de *Bolivina*, son numerosos los autores que relacionan las especies de este género con áreas pobres en oxígeno (Phleger y Soutar, 1973; Pujos-Lamy, 1973; Streeter, 1972; Ingle *et al.*, 1980). Por todo lo anterior, se interpreta la asociación de *B. alata* como característica de ambientes de plataforma pobres en oxígeno. Esta interpretación se justificaría por la estructuración de la cuenca, en el Eoceno inferior, en áreas compartimentadas, con umbrales y zonas deprimidas en las que la circulación de las masas de agua en profundidad sería difícil, no así en las zonas superficiales dado que todas las muestras de esta asociación presentan una rica fauna planctónica.

B.2 Macroforaminíferos

Las publicaciones sobre macroforaminíferos procedentes de la zona de Agost son escasas. Entre ellas, cabe citar a Gómez Lluca (1929) que publicó la primera monografía sobre macroforaminíferos españoles y en la que abundan las formas alicantinas y en especial los ejemplares procedentes de Agost. Otros trabajos importantes son los de Colom (1954) sobre los foraminíferos del Eoceno inferior de Aspe y las publicaciones de Hillebrandt (1974, 1976).

Posteriormente, Márquez (1983) realizó un estudio sobre las diferentes especies del género *Assilina* presentes en el Eoceno inferior del área de Agost. En ese trabajo, mediante el uso de métodos de análisis multivariable (canónico) se comprobó la existencia de diversas tendencias dentro de la evolución de este género. Se pudo observar, asimismo, en las especies *A.*

placentula (Deshayes) y *A. laxispira* de la Harpe, el fenómeno conocido en Genética de poblaciones como desplazamiento de caracteres, de gran importancia en los procesos de especiación y raramente observado en poblaciones fósiles.

Por último, hay que señalar la obra de Isuman (1983) sobre *Nummulites* y *Assilina* de las localidades de Agost y Aspe.

En la región de Agost se han identificado diversas asociaciones de macroforaminíferos pertenecientes a las zonas de *Nummulites praecursor*, *N. involutus*, *Nummulites planulatus*, *N. praelevigatus*, *N. campesinus* y *N. obesus* (Hillebrandt, 1974, 1976). Dichas zonas ocupan el Eoceno inferior y la base del Eoceno medio y equivalen, en líneas generales y dentro de la biozonación basada en foraminíferos planctónicos usada en este trabajo, a las zonas de *Morozovella subbotinae*, *Morozovella formosa*, *M. aragonensis*, *Acarinina angulosa* y *Hantkenina aragonensis*.

Las especies de Nummulitidae más importantes que aparecen en la zona de *M. subbotinae* son: *Nummulites praevius* Schaub, *N. solitarius* de la Harpe, *N. praecursor* de la Harpe y *Assilina leymerie* D'Archiac et Haime. Por su parte, en la zona de *M. formosa* se encuentran: *Nummulites planulatus* Lamarck, *N. vonderschmitti* Schaub, *N. ornatus* Schaub, *N. praemurchisonae* Nemkov and Barchatova, *Assilina leymerie* D'Archiac et Haime y *A. placentula* (Deshayes).

En la zona de *M. aragonensis*, y en concreto, en la subzona de *M. aragonensis*, aparecen, entre otros, *Nummulites burdigaliensis* B. L. Harpe, *N. aquitanicus* Benoits, *N. vonderschmitti* Schaub, *N. partschi* de la Harpe, *Assilina leymerie* D'Archiac et Haime, *A. placentula* (Deshayes), *A. pustulosa* Donceieux y *Operculina* spp. Por su parte, en la subzona de *Planorotalites palmarae* se encuentran: *N. praelucasi* Douville, *N. nitidus* de la Harpe, *N. burdigaliensis* de la Harpe, *N. partschi* de la Harpe, *N. subdistans* de la Harpe, *N. irregularis* Deshayes, *N. archiaci* Schaub, *N. pustulosus* Douville, *A. placentula* (Deshayes), *A. laxispira* de la Harpe, *A. pustulosa* Donceieux y *Operculina* spp.

Los tramos superiores de la serie, y concretamente la zona de *Acarinina angulosa* contienen: *N. burdigaliensis* Schaub, *N. campesinus* Schaub, *N. bakhchisaraiensis* Rozlozsnik, *N. praelorioli* Schaub, *N. manfredi* Schaub, *N. archiaci* Schaub, *A. placentula* (Deshayes), *A. laxispira* de la Harpe, *A. reicheli* Schaub y *Operculina* spp.

Por último, en los niveles pertenecientes a la zona de *Hantkenina aragonensis* aparecen: *N. obesus* D'Archiac et Haime, *N. friulani* Schaub, *N. partschi tauricus* de la Harpe, *N. praelorioli* Schaub, *N. distans* Deshayes, *N. maior* de la Harpe y *Operculina* cf. *spira* (De Roissy).

Finalmente, hay que indicar, que en la mayoría de los tramos abundan, también, las formas pertenecientes a Discocyclinidae y Lepidocyclinidae, siendo, en cambio, muy raros los ejemplares de Alveolinidae.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, J. and Berggren, W. A. 1976. Paleocene benthic foraminiferal biostratigraphy and paleocology of Tunisia. *Bulletin des Centres de Recherches Pau (S.N.P.A.)*, (10) (2): 379 - 469.
- Beckmann, J. P., El-Heiny, I., Said, R. and Viotti, C. 1969. Standard planktonic zones in Egypt. *Proceedings Firts International Conference on Planktonic Microfossils* 1: 92 - 203.
- Benjamini, CH. 1980. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Avdat group (Eocene) in the Northern Negev, Israel. *Journal of Paleontology* 54 (2): 325 - 358.
- Berggren, W. A. 1978. Recent advances in Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy, biocronology and biogeography: Atlantic Ocean. *Micropaleontology*, 24 (2): 337 - 370.
- Berggren, W. A. and Miller, K. G. 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiocronology. *Micropaleontology*, 34 (4): 362 - 380.
- Boltovskoy, E. and Wright, R. 1976. *Recent Foraminifera*, Junk ed., 1 - 515.
- Blow, W. H., 1979. *The Cainozoic Globigerinida*, 3 vol. Ed. E. J. Brill. 1 - 1.413.
- Bolli, H. M. 1966. Zonación de sedimentos marinos del Cretácico al Plioceno basada en foraminíferos planctónicos. *Publicaciones del Instituto Mexicano del Petróleo*, 69: 1-35. (Traducción 1969).
- Bolli, H. M. and Krashenninnikov, V. A. 1977. Problems in Paleogene and Neogene correlations based on planktonic foraminifera. *Micropaleontology* 23 (4): 436 - 452.
- Caro, Y., Luterbacher, H. P., Perch-Nielsen, K., Premoli-Silvia, I., Riedel, W. et Sanfilippo, A. 1975. Zonations à l'aide de microfossils pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. *Bulletin Société Géologique de France* (7 é ser.) 17 (2): 125 - 147.
- Colom, G. 1954. Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante, *Boletín I.G.M.E.*, 66: 1 - 279.
- Colom, G. 1971. Micropaleontología de las series eocénicas de Santa Coloma de Queralt (Tarragona). *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 41 (4): 73 - 135.
- Cremades, J. 1982. Contribución al conocimiento de los foraminíferos planctónicos y al estudio biostratigráfico del Eoceno y Oligoceno del sector oriental de las Cordilleras Béticas. *Tesis Doctorales de la Universidad de Granada*, 359: 1 - 350.
- Debourle, A. 1955. *Cuvillierina eocenica*, nouveau genre et nouvelle espèce de foraminifère de l'Ypresien d'Aquitaine. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5 (6): 55 - 57.
- Dobson, M. and Haynes, J. 1973. Association of foraminifera with hydroids on the deep shelf. *Micropaleontology*, 19 (1): 78 - 90.
- Ejel, F. et Nouet, G. 1966. Présence de *Cuvillierina vallisensis* (RUIZ DE GAONA) dans la région de Damas (Syrie). *Revue de micropaléontologie*, 9 (1): 19 - 22.

- Ferrer, J. 1971. El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la depresión del Ebro (Cataluña). *Memoires suisses de Paleontologie*, **90**: 1 - 70.
- Gómez Lluca, F. 1929. Los Nummulítidos de España. *Junta para la ampliación de estudios e investigaciones científicas, serie Paleontológica*, **8** (1): 1 - 400.
- Hillebrandt, A. 1965. Foraminiferen-Stratigraphie in alttertiar von Zumaya (provinz Guipuzcoa, NW Spanien) und ein vergleich mit anderen Thetys-Gebieten. *Bayerische Akademie Wissenschaften (math. nat. Kl.)*, **123**: 1 - 56.
- Hillebrandt, A. 1974. Bioestratigrafía del Paleógeno del su-reste de España (provincias de Alicante y Murcia). *Cuadernos de Geología* **5**: 135 - 153.
- Hillebrandt, A. 1976. Los foraminíferos planctónicos, nummulítidos y coccolitofóridos de la zona de *Globorotalia palmerae* del Cuisiense (Eoceno inferior) en el SE de España (provincias de Murcia y Alicante). *Revista española de Micropaleontología*, **8** (3): 323 - 394.
- Ingle, J. C., Keller, G. and Kolpack, R. L. 1980. Benthic foraminiferal biofacies, sediments and water masses of the southern Peru-Chile Trench area, southeastern Pacific Ocean. *Micropaleontology*, **26** (2): 113 - 150.
- Isuman, N. L. 1983. Mikropaläontologische untersuchungen von Grossforaminiferen (Nummuliten und Assilinen) im Alttertiär von Südostspanien (Aspe und Agost in der provinç Alicante). *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, **49**: 61 - 170.
- Krasheninnikov, V. a. 1965. Zonal Paleogene stratigraphy of the Eastern Mediterranean. *Nauka*, **133**: 5 - 75.
- Krasheninnikov, V. A. 1971. Cenozoic Foraminifera. *Initial Reports Deep Sea Drilling Project*, **6**: 1.055 - 1068.
- Le Calvez, Y. 1970. Contribution a l'étude des Foraminifères paléogènes du bassin de Paris. *Cahiers de Paléontologie*, **1** - 378.
- Luterbacher, H. P. 1964. Studies in some Globorotalia from the Paleocene and lower Eocene of the Central Apennines. *Eclogae Geologicae Helvetiae* **57** (2): 631 - 730.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ed. Omega. 1 - 951.
- Márquez, L. 1975. Microbiostratigrafía del Paleógeno de la zona este de la provincia de Alicante. Tesis de Licenciatura (inérita).
- Márquez, L. 1979. Estudio sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Eoceno inferior de Agost (Alicante). *Comunicaciones IV Reunión Biental de la Real Sociedad Española de Historia Natural*.
- Márquez, L. 1983. Estudio de algunos aspectos paleobiológicos, sistemáticos y biostratigráficos de los foraminíferos del Eoceno inferior de la zona central de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. *Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid*, **1** - 219.
- Márquez, L. y Usera, J. 1976. Microbiostratigrafía de tres series del Paleógeno de la provincia de Alicante. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **74**: 97 - 135.
- Márquez, L. y Usera, J. 1984. Bioestratigrafía (foraminíferos) del Eoceno de la localidad de Agost (provincia de Alicante). *Acta Geológica Hispánica*, **19** (1): 19 - 28.
- Martínez-Gallego, J. 1973. Sobre la presencia de la zona de *Globorotalia palmerae* en las Cordilleras Béticas. *Cuadernos de Geología*, **4**: 69 - 75.
- Martínez-Gallego, J. 1977. Estudio micropaleontológico del Nummulítico de un sector comprendido entre Moreda-Piñar-Pedro Martínez (Zona Subética). *Tesis Doctorales de la Universidad de Granada*, **175**, 1: 1 - 241, 2: 1 - 264.
- Massieux, M. 1973. Micropaléontologie stratigraphique de l'Eocène des Corbières septentrionales (Aude). *Cahiers de paléontologie*, **1** - 150.
- Murray, J. W. 1973. *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Heinemann ed., 1 - 275.
- Murray, J. W. and Wright, C. A. 1974. Paleogene Foraminiferida and Paleoecology, Hampshire and Paris basins and the English channel. *Paleontology, Special Papers*, **14**: 1 - 130.
- Neumann, M. 1968. A propos de *Gyroidinella magna* LE CALVEZ en Aquitaine et en Mésogée. *Colloque sur l'Eocene, Memories B.R.G.M.*, **58** (1): 85 - 92.
- Orue - etxebarria, X. 1983. Los foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Sinclinatorio de Bizkaia (Corte de Sopelana-Punta de la Galea). Parte I. *Kobie*, **13**: 175 - 250.
- Orue-etxebarria, X. 1984. Los foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Sinclinatorio de Bizkaia (Corte de Sopelana-Punta de la Galea). Parte II. *Kobie*, **14**: 351 - 429.
- Phleger, F. B. 1960. *Ecology and distribution of Recent Foraminifera*. Oxford Univ. Press, 1 - 297.
- Pheleger, F. B. and Soutar, A. 1973. Production of benthic foraminifera in three east Pacific oxygen minima. *Micropaleontology*, **19** (1): 110 - 115.
- Postuma, J. A. 1971. *Manual of Planktonic Foraminifera*. Elsevier Publ. 1 - 420.
- Pujos-Lamy, A. 1973. *Bolivina subaenariensis* Cushman, indicateur d'un milieu confiné dans le Goulf de Cap-Breton. *Comptes Rendues de l'Academie des Sciences*, **277** (D): 2.655 - 2.658.
- Stainforth, R. M., Lamb, J. L., Luterbacher, H. P., Beard, J. N. and Jeffords, R. M. 1975. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *University of Kansas, Paleontology Contributions*, **62**: 1 - 425.
- Streeter, S. S. 1972. Living benthonic foraminifera of the Gulf of California, a factor analysis of Phleger's (1964) data. *Micropaleontology*, **18** (1): 64 - 73.
- Tourmarkine, M. and Luterbacher, H. P. 1985. Paleocene and Eocene planktonic foraminifera. In: Bolli, H. M., Saunders, J. B. Perch - Nielsen, K. D. Eds. *plankton Stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, 87 - 154.
- Vera, J. A. 1988. Evolución de los sistemas de depósito en el margen ibérico de la Cordillera Bética. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **1** (3 - 4): 373 - 391.
- Wright, C. A. 1973. Foraminiferids from the Lutetian at Ronquerolles (Val-d'Oise) and their palaeoecological interpretation. *Revue de Micropaleontologie*, **16** (2): 147-157.