

Bioestratigrafía (foraminíferos) del Eoceno de la localidad de Agost (provincia de Alicante)

por L. MARQUEZ y J. USERA

Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Literaria de Valencia.

RESUMEN

Se estudian las asociaciones de foraminíferos planctónicos de niveles pertenecientes al Paleoceno superior, Eoceno inferior y Eoceno medio de la columna de Agost (Alicante), elaborándose una bioestratigrafía detallada.

Se ha utilizado la biozonación clásica de Bolli (1966) con algunas modificaciones que se discuten en el texto, identificándose las biozonas siguientes: Zona de *Morozovella velascoensis*, zona de *Morozovella subbotinae*, zona de *Morozovella formosa*, zona de *Morozovella aragonensis*, zona de *Acarinina angulosa*, zona de *Hantkenina aragonensis* y zona de *Globigerinatheka subconglobata*.

Se señalan las características de cada una de estas biozonas indicándose las relaciones con los esquemas zonales utilizados por otros autores. Se incluye, por último, un cuadro con los rangos estratigráficos de todas las especies de foraminíferos planctónicos identificadas.

SUMMARY

Assemblages of planktonic foraminifera from upper Paleocene, lower and middle Eocene sequence of Agost (Alicante) are studied. The results allow us establish a detailed biostratigraphy.

The standard planktonic zonation proposed by Bolli (1966), slightly modified, was used. These modifications are discussed in the text. Several zones were identified: Zone of *Morozovella velascoensis*, zone of *Morozovella subbotinae*, zone of *Morozovella formosa*, zone of *Morozovella aragonensis*, zone of *Acarinina angulosa*, zone of *Hantkenina aragonensis* and zone of *Globigerinatheka subconglobata*.

The characteristics of each zone are pointed out and their relations to the zones established by others authors are discussed. The stratigraphic range of each species identified is given in a chart.

INTRODUCCION

La localidad de Agost, donde se ha realizado el perfil que estudiamos, se encuentra situada en las proximidades del pueblo del mismo nombre (fig. 1). En esta columna aparecen representados niveles que abarcan desde el Cretácico superior hasta el Eoceno medio.

La fauna paleógena de este área es conocida desde antiguo, sobre todo en lo que concierne a los macroforaminíferos (Gómez Llucca, 1929). Por el con-

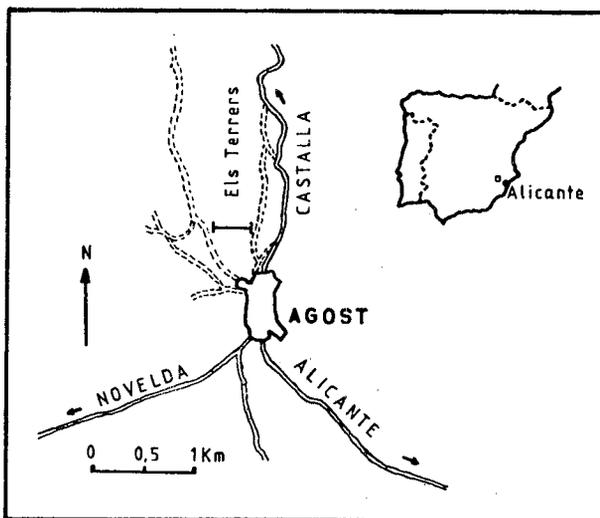


Figura 1. — Situación geográfica del perfil estudiado.

trario, los primeros trabajos sobre microforaminíferos son mucho más recientes y de carácter casi exclusivamente bioestratigráfico (Hillebrandt, 1974; Martínez et al., 1978). Por su parte, Hillebrandt (1976) realiza el primer trabajo de detalle sobre las asociaciones de foraminíferos planctónicos pertenecientes a la zona de *Planorotalites palmarae*. Finalmente, Cremades (1982) realiza un amplio estudio de la fauna de foraminíferos planctónicos del Eoceno y Oligoceno de la zona centro y sur de la provincia de Alicante.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio bioestratigráfico detallado de las asociaciones de foraminíferos planctónicos eocenos del perfil de Agost. El estudio de dicho perfil forma parte de la Tesis Doctoral de uno de nosotros (Márquez, 1983) y ha sido completado en ciertos tramos con nuevos muestreos y determinaciones.

Desde un punto de vista sedimentológico la columna de Agost está constituida por una importante deposición arcillosa autóctona, con abundante microfauna, interrumpida por diversos episodios turbidíticos. Dichos episodios han sido interpretados (Márquez, 1983) como de facies proximal (Walker, 1967).

La columna estratigráfica aparece representada en la figura 2 junto con el rango de las diferentes especies de foraminíferos planctónicos que se han determinado (no se incluyen las pertenecientes al género *Chiloguembelina*) y la biozonación utilizada. Mayor información sobre la estratigrafía y sedimentología de este perfil puede encontrarse en Márquez (1983).

ASOCIACIONES DE FORAMINIFEROS PLANCTONICO Y BIOZONACION

En este apartado se realiza un comentario acerca de las asociaciones de foraminíferos planctónicos presentes en cada una de las biozonas. Se indican, asimismo, las relaciones con otras biozonas elaboradas por distintos autores, especialmente en el área mediterránea y en Oriente Medio (fig. 3). Se han utilizado, en todos los casos, zonas de intervalo, a excepción de la subzona de *Planorotalites palmarae* que es de extensión.

Zona de «*Morozovella velascoensis*»

El muestreo se inició en niveles de lutitas blancas (tramo 1) pertenecientes al Paleoceno, concretamente a la parte superior de la zona de *Morozovella velascoensis*. Estos términos podrían equivaler, total o parcialmente, a la zona P 6a (zona de *M. velascoensis*/*M. subbotinae*) de Berggren (1978) (fig. 3).

La zona de *M. velascoensis* es aceptada internacionalmente (Postuma, 1971; Stainforth et al., 1975;

Caro et al., 1975; Berggren, 1978), siendo identificada en numerosas localidades. En España ha sido citada por Hillebrandt (1965, 1974) y Martínez-Gallego (1977), en Francia (Aubert et al., 1964), en Italia (Cita et al., 1968; Luterbacher, 1964; Bolli y Cita, 1960), en Túnez (Salaj, 1969), en Libia (Berggren, 1969), en Egipto (Said y Sabri, 1964; Beckman et al., 1969; El Nagar, 1966; Ansary y Fahmy, 1971).

Para El Nagar (1966), esta zona coincide con la subzona de *Globorotalia aequa*/*Globorotalia esnaensis* definida por él en el Valle del Nilo.

También ha sido identificada la zona de *Morozovella velascoensis* en Siria (Ejel, 1969), en Jordania (Yassini, 1979), en Israel (Benjamini, 1980) y en Pakistán (Kureshy, 1977), por citar aquellas localidades que al haber estado situadas en bajas latitudes durante el Paleógeno inferior presentan una fauna similar (Bolli y Krasheninnikov, 1977). En altas latitudes aparecen zonas equivalentes a la zona de *M. velascoensis* pero con diferentes indicadores zonales, tal y como ocurre en los Cárpatos (Samuel y Salaj, 1968), en Bulgaria (Tzaneva, 1969), en Crimea y en el Cáucaso (Krasheninnikov, 1971), o en Nueva Zelanda (Jenkins, 1974).

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

Zona de «*Morozovella subbotinae*»

Los tramos 2, 3, 4 y la mitad inferior del 5, formados por margas blancas con intercalaciones de areniscas y margocalizas de color crema, pertenecen a la zona de *Morozovella subbotinae*. El límite inferior de esta biozona, que es a su vez el del Eoceno, viene marcado por la aparición del género *Pseudohasterigerina* (Berggren et al., 1967; Cordey et al., 1970), mientras que el límite superior viene delimitado por la aparición de las primeras formas de *Morozovella formosa*.

La zona de *Morozovella subbotinae* (= *Globorotalia rex*) la hemos utilizado en este trabajo en el sentido de Stainforth et al. (1975) y de Benjamini (1980), que es algo distinto al propuesto por Bolli (1966) ya que este autor considera como límite inferior para esta zona, la desaparición de *M. velascoensis*, acontecimiento que sucede algo más tarde que la aparición de *Pseudohasterigerina*.

Por otra parte hay que señalar que en Trinidad (Bolli, 1966) parece existir un hiato entre la zona de *Globorotalia velascoensis* y la zona de *Globorotalia*

rex (fig. 3). Este hueco en los esquemas zonales de Trinidad ha sido estudiado por otros autores en diversas partes del mundo, definiendo nuevas zonas para ocuparlo: Zona de *Globorotalia aequa* (Luterbacher, 1964), zona de *Globorotalia marginodentata*/*Globorotalia subbotinae* (Hillebrandt, 1965, 1974) y zona de *Globorotalia edgari* (Caro et al., 1974) (fig. 3).

En las Cordilleras Béticas esta biozona comprendería la zona de *Globorotalia lensiformis* y la zona de *Globorotalia marginodentata*/*Globorotalia subbotinae* de Hillebrandt (1965, 1974) y sería equivalente a las zonas de *M. subbotinae* de Martínez-Gallego (1977) y de Cremades (1982), mientras que en los Apeninos abarca la zona de *Globorotalia aequa* y parte de la zona de *Globorotalia formosa formosa*/*Globorotalia subbotinae* (Luterbacher, 1964) (fig. 3).

La zona de *M. subbotinae* ha sido también identificada entre otras localidades, en Francia (=zona de *Globorotalia rex* Massieux, 1973), en Libia (Berggren, 1969), Egipto (Beckman et al., 1969), Siria (Ejel, 1969; Bolli y Krashennikov, 1977), Jordania (Yassini, 1979), Israel (Benjamini, 1980) y Pakistán (Kureshy, 1977).

La zona de *Globorotalia simulatilis* del Paleógeno tunecino (Salaj, 1969), así como la zona de *Globorotalia wilcoxensis* de El Nagar (1966, 1969), son seguramente equivalentes a la zona de *M. subbotinae* en el sentido que le damos en este trabajo.

Finalmente cabe indicar que la zona de *Globorotalia subbotinae-marginodentata* de Samuel y Salaj (1968) también debe de ser equivalente a la nuestra, al contrario que la zona de *Globorotalia marginodentata* de Bratu (1969) y de Tzaneva (1969) para Rumania y Bulgaria respectivamente, la cual comprendería la zona de *M. subbotinae* más la inmediata superior (zona de *M. formosa*).

Son abundantes en estos tramos: *Morozovella gracillis*, *Subbotina inaequispira* y *Acarinina pseudotopilensis* y frecuentes *Subbotina linaperta*, *Morozovella lensiformis*, *M. broedermanni*, *M. subbotinae*, *Acarinina gravelli* y *Pseudohasterigerina wilcoxensis*; por el contrario es raro *Planorotalites champmanni*. En los niveles finales de esta biozona aparecen por vez primera en el perfil de Agost: *Acarinina soldadoensis*, *Subbotina yeguaensis* y *Pseudohasterigerina micra*.

Zona de «*Morozovella formosa*»

Asociaciones faunísticas de foraminíferos planctónicos pertenecientes a la zona de *Morozovella formosa* aparecen a partir de la mitad del tramo 5 y continúan

en el tramo 6. El primero está constituido por una alternancia de margas blancas y areniscas pardas y el segundo por niveles de lutitas verdes y margocalizas blancas.

Para la definición de los límites de esta zona hemos seguido el criterio de Stainforth et al. (1975) pues las especies utilizadas por Bolli (1966) no aparecen en los niveles de Alicante. Este problema se les ha presentado a numerosos autores que lo han resuelto siguiendo diferentes criterios, de forma que los límites usados por ellos coinciden en líneas generales, no exactamente, con los aquí utilizados (Luterbacher, 1964; Beckman et al., 1969; Caro et al., 1974; Benjamini, 1980; entre otros).

Se considera como límite inferior de esta biozona la aparición de *Morozovella formosa* y como límite superior la aparición de *Acarinina aspensis*.

Al igual que la biozona anterior, ha sido señalada repetidas veces en el área mediterránea. En España, Hillebrandt (1965, 1974) la cita en Zumaya (País Vasco) y en las Cordilleras Béticas, dividiéndola en dos subzonas: Subzona de *Acarinina angulosa* y subzona de *Globorotalia formosa*. En los Apeninos y por los problemas existentes para definir los límites de esta biozona, Luterbacher (1964) considera que abarca también parte de la biozona anterior (fig. 3). Por razones semejantes Postuma (1971) unifica esta biozona y la siguiente (zona de *Globorotalia aragonensis*). En Egipto, Beckman et al. (1969) señalan la zona de *Globorotalia formosa* sin precisar su límite superior. También ha sido citada en Siria (Ejel, 1969; Bolli y Krashennikov, 1977), Jordania (Yassini, 1979), Israel (Benjamini, 1980) y Pakistán (Kureshy, 1977).

Por otro lado hay que señalar que la mayor parte de autores de países del Este europeo no utilizan esta biozona. Así Salaj (1969) en su biozonación del Paleógeno tunecino la considera incluida en la parte inferior de la zona de *Globorotalia aragonensis crater*. Un criterio semejante adoptan Samuel y Salaj (1968) en su trabajo sobre el Paleógeno de los Cárpatos eslovacos. Por su parte Bratu (1969) la consideró equivalente a la parte superior de la zona de *Globorotalia marginodentata*, al igual que Tzaneva (1969). Finalmente Krashennikov (1971) para el Cáucaso y Crimea utiliza la zona de *Globorotalia marginodentata* en un sentido más restringido que los autores anteriores y equivalente en conjunto a la zona de *Morozovella formosa*.

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

Zona de «*Morozovella aragonensis*»

Al igual que en el caso anterior, no hemos seguido los criterios de Bolli (1966) en cuanto a la definición de esta biozona, sino que hemos aplicado las ideas de Krasheninnikov (1965) y de Beckmann et al. (1969), en el sentido de ampliar los límites de esta biozona e incluir en ella la zona de *Globorotalia palmarae* de Bolli (1969). La causa fundamental de esta decisión es que la especie *Planorotalites palmarae* 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 (1976) estudia en detalle el contenido faunístico de esta última biozona, tanto de foraminíferos planctónicos como de nummulítidos y coccolitoforidos, en niveles situados cerca de Caravaca de la Cruz (Murcia) y en Alicante (Agost). Sin embargo, incluso en áreas donde *Planorotalites palmarae* aparece, su distribución espacial suele ser bastante irregular. Así Hillebrandt (1974) sólo la encuentra en las localidades indicadas anteriormente mientras que en Aspe no aparece. Por nuestra parte la hemos identificado en Agost, pero no la encontramos (Márquez, 1983) en niveles de otros perfiles con la misma asociación de foraminíferos planctónicos (áreas de Sax y Tangel) por lo que en estos casos resulta muy difícil, dada la semejanza de las asociaciones, dilucidar si pertenecen a la zona de *Morozovella aragonensis* o a la de *Planorotalites palmarae*.

Por estas razones Krasheninnikov (1965) aplicó en Siria una zonación en la que se utilizaba una zona de *Globorotalia aragonensis* que incluía una subzona inferior (subzona de *Globorotalia aragonensis*) y una subzona superior (subzona de *Acarinina pentacamerata*). Esta última vendría a sustituir la zona de *Globorotalia palmarae* de Bolli en las áreas donde no apareciera esta última especie. Es de señalar que no estamos de acuerdo con los límites establecidos por este autor para estas subzonas, pues la mayoría de las especies son comunes a ambas, así como tampoco nos parece oportuna la denominación de la última subzona dado que no están aclaradas las relaciones entre *Acarinina pentacamerata* y *Acarinina aspensis*, que algunos autores consideran sinónimas, ni tampoco se conocen sus rangos estratigráficos exactos (Berggren, 1977).

←

Figura 2. — Columna, biozonación y rango estratigráfico de las especies de foraminíferos planctónicos identificados en el perfil de Agost.

Sin embargo, consideramos aceptable la utilización de una zona de *Morozovella aragonensis*, ampliada, que comprendería dos subzonas: una inferior, la subzona de *M. aragonensis* y otra superior, la subzona de *Pl. palmarae*. Estas últimas tendrían una aplicación geográfica restringida, mientras que la zona de *Morozovella aragonensis* podría aplicarse a escala global, de acuerdo con las propuestas de Bolli y Krasheninnikov (1977).

Por lo que respecta a los límites de esta biozona, el inferior lo situamos en la aparición de *Acarinina aspensis* y de *Acarinina angulosa*, mientras que el límite superior vendría marcado por la desaparición de *Planorotalites palmarae* y de *Acarinina pseudotopilensis*. El límite entre la subzona de *M. aragonensis* y la subzona de *Pl. palmarae* está marcado por la aparición de esta última especie.

Niveles equivalentes a la subzona de *M. aragonensis* han sido identificados, en España, en el País Vasco (Hillebrandt, 1965) y Cordilleras Béticas (Hillebrandt, 1974, 1976). También aparece en el Norte de África: en Túnez (Salaj, 1969), incluida en la zona de *Globorotalia aragonensis crater*, en Egipto (Beckmann et al., 1969; Ansary y Fahmy, 1971), en Siria (Ejel, 1969), en Israel (Benjamini, 1980) y en Pakistán (Kureshy, 1977). Igualmente ha sido identificada en Italia (Cita et al., 1968), en los Cárpatos eslovacos (Samuel y Salaj, 1968), en Rumania (Bratu, 1969) y en Bulgaria (Tzaneva, 1969).

En lo que se refiere a la subzona de *Planorotalites palmarae* esta ha sido señalada, como hemos indicado antes, en las Cordilleras Béticas por Martínez-Gallego (1973, 1977) y Hillebrandt (1974, 1976).

Por su parte, Cremades (1982), en la región de Alicante, define la zona de *M. caucasica*, la cual coincide, aproximadamente, con esta subzona. No nos parece adecuada la utilización de esta especie puesto que la consideramos sinónima de *Morozovella aragonensis* dado que aparecen, coexistiendo, formas de transición entre ambas.

Fuera del Estado Español únicamente ha sido señalada esta especie en Israel (Benjamini, 1980) y Pakistán (Kureshy, 1977). Sin embargo, la zona equivalente pero con distinto indicador zonal (zona de *Acarinina pentacamerata*) ha sido hallada también en Siria (Krasheninnikov, 1965; Ejel, 1969), siendo, asimismo, tenida en cuenta en los esquemas zonales de Caro et al. (1974) y de Stainforth et al. (1975). La zona de *Acarinina densa* de Berggren (1971, 1978) equivale, parcialmente, a la subzona de *Planorotalites palmarae*.

Esta biozona abarca desde el tramo 7 al 15. Se trata de un conjunto de niveles de arcillas verdes o rosas con intercalaciones de areniscas y margocalizas.

En la zona de *Morozovella aragonensis* son frecuentes las siguientes especies de foraminíferos planctónicos: *Subbotina inaequispira*, *S. senni*, *Morozovella brodermanni*, *M. aragonensis*, *Acarinina soldadoensis*, *A. aspensis* y *A. angulosa*. Entre las especies que aparecen en esta zona y persisten en sucesivas tenemos: *Acarinina pentacamerata*, *Subbotina lozanoi* y *Guembelitrionides higginsii*. *Planorotalites palmarae* y *Pl. pseudoscutula* aparecen y desaparecen, en el perfil de Agost, dentro de la zona de *Morozovella aragonensis*; no obstante, hay que indicar que la última de estas especies presenta en otras áreas una distribución estratigráfica considerablemente mayor.

Zona de «*Acarinina angulosa*»

La mayor parte de autores consideran únicamente como zonas del Eoceno inferior las descritas hasta este momento (o sus equivalencias según los esquemas de la figura 3). Sin embargo, existen ciertas áreas en las que ha sido descrita una nueva biozona situada entre las anteriores y el biohorizonte constituido por la aparición del género *Hantkenina*, límite inferior del Eoceno medio.

Así Hillebrandt (1965) señala en el Paleógeno del País Vasco la existencia de un tramo situado entre la zona de *Planorotalites palmarae*/*Acarinina aspensis* de este autor y la primera aparición de *Hantkenina aragonensis* que no se puede adscribir a ninguna de ellas. Para llenar este vacío en la zonación, define la zona de *Globorotalia caucasica*. El mismo autor, en trabajos posteriores (1974, 1976), y Martínez-Gallego (1977), señalan en las Cordilleras Béticas, niveles pertenecientes a esta misma biozona.

Por su parte, Bolli (1966) comenta la biozona establecida por Hillebrandt y reconoce la existencia en el Caribe de una biozona (zona de «*Globigerina* 92») que no figuraba en los esquemas zonales publicados sobre el área de Trinidad, aunque sí existía en los informes de las compañías petroleras.

Por último, Benjamini (1980), define en Israel una nueva biozona para llenar el vacío ya indicado. En este caso la denominación es: Zona de «*Spheroidinellopsis* senni».

Este hueco en la zonación clásica ha sido reconocido también en Alicante, tal y como indican Hillebrandt (1976) y Cremades (1982). Este último autor define, para ocuparlo, la zona de *Subbotina frontosa*, que coincide, en líneas generales, con la zona de *Globorotalia caucasica* de Hillebrandt (1965). La diferencia radica en que la aparición de *S. frontosa* (límite inferior de la zona de Cremades) es posterior a la desaparición de *Planorotalites palmarae* (límite inferior de la zona de Hillebrandt).

En este trabajo hemos preferido no utilizar las denominaciones anteriores y establecer una nueva biozona: Zona de *Acarinina angulosa*. Los motivos en que basamos esta decisión son los siguientes: en primer lugar, como hemos dicho antes, consideramos la especie *Morozovella caucasica* como una forma extrema dentro del rango de variabilidad de *Morozovella aragonensis* por lo que las consideramos sinónimas. En segundo lugar y en lo que atañe a la zona de «*Spheroidinellopsis* senni» definida por Benjamini (1980), hemos de señalar que esta especie, en el perfil de Agost, ocupa la parte inferior del intervalo en cuestión, apareciendo raramente en niveles superiores. Por último, respecto a la zona de *Subbotina frontosa* de Cremades (1982), su utilización en Alicante supondría la modificación del biohorizonte que limita la zona anterior, dado que la aparición de esta especie es posterior a la desaparición de *Planorotalites palmarae* y de *Acarinina pseudotopilensis*, con la consiguiente modificación de la zonación clásica de Bolli, la cual preferimos mantener con las menores alteraciones posibles. No obstante, tal y como ha señalado Benjamini (1980), la aparición de *Subbotina frontosa* es un biohorizonte de interés para la parte superior del Eoceno inferior, al menos en ciertas zonas del área mediterránea. Fuera de esta región, sin embargo, su utilización sería mucho más problemática pues su rango estratigráfico parece ser considerablemente más amplio: Bermúdez y Farias (1977) la señalan en Venezuela asociada a *Planorotalites palmarae*, mientras que Stainforth et al. (1975) indican que su aparición en el Cáucaso se produce en niveles pertenecientes a la base del Eoceno medio.

Por todo ello hemos creído aconsejable usar un indicador cuyo rango estratigráfico ocupe totalmente la biozona y aparezca en abundancia en todos o la mayoría de los niveles estudiados. La especie elegida, *Acarinina angulosa*, es ampliamente conocida y su rango estratigráfico abarca desde la zona de *Morozovella formosa* hasta el límite con el Eoceno medio. Esta especie, por otra parte, es abundante en los niveles propios de la biozona, siendo fácilmente reconocible, por lo que creemos más aconsejable su utilización como nominador de esta biozona que las otras especies. No obstante, pensamos que son necesarios futuros estudios en distintas áreas de las Cordilleras Béticas para comprobar la utilidad del uso de la biozona propuesta.

→

Figura 3. — Comparación de la biozonación utilizada en este trabajo con las establecidas por otros autores en diversas áreas.

Por lo que respecta a los límites de esta nueva biozona, se considera la desaparición de *Planorotalites palmarae* y *Acarinina pseudotopilensis* como límite inferior, mientras que el superior viene marcado por la desaparición de *Acarinina angulosa*, entre otras especies, y la aparición del género *Hantkenina*, biohorizonte que indica el límite del Eoceno inferior con el Eoceno medio.

A esta zona pertenecen, en el perfil de Agost, los tramos 16, 17 y 18, formados, en su conjunto, por lutitas rosas y verdes con intercalaciones de margocalizas blancas y areniscas pardas, el tramo 20, formado por margocalizas blancas y lutitas verdes, calizas grises y areniscas, con algunos niveles esporádicos de lutitas verdes y parte del tramo 22, formado, este último, por lutitas verdosas con tramos intercalados de areniscas masivas.

Por lo que respecta a la composición faunística, aparecen en esta biozona: *Subbotina frontosa*, *Morozovella spinulosa* y *Pseudohasterigerina sharkriverensis*; el rango estratigráfico de esta última especie está restringido a la parte media de la biozona. Entre las especies que desaparecen dentro del intervalo zonal tenemos: *Acarinina angulosa*, *A. aspensis* y *Subbotina lozanoi*. Por último, indicaremos que además de las especies citadas, se encuentran, entre otras, *Subbotina 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 aparición de *Globigerinatheka index*. En ella están comprendidos desde la parte superior del tramo 22 hasta los primeros niveles del tramo 24. Se trata en conjunto de niveles lutíticos con intercalaciones de pequeños bancos de areniscas. Es de señalar la existencia de un nivel biodetrítico de cierta importancia (tramo 23).

Esta biozona es aceptada internacionalmente, aunque los límites establecidos por Bolli (1966) en Trinidad han debido ser cambiados, pues la especie *Hantkenina aragonensis* presenta un rango estratigráfico superior al que este autor suponía. En las Cordilleras Béticas ha sido identificada esta biozona por Hillebrandt (1974) y Martínez-Gallego (1976, 1977). Igualmente ha sido señalada por Salaj (1969) en Túnez, Berggren (1969) en Libia, Benjamini (1980) en Israel y Kureshy (1977) en Pakistán. Sin embargo, otros autores, dada la restringida distribución geográfica de *Hantkenina aragonensis* y su ausencia en diversas áreas, han utilizado otros indicadores zonales, especialmente *Acarinina densa* (= *Globorotalia bullbrooki*). Entre estos autores tenemos a Postuma (1971), Beckmann et

al. (1969) en el valle del Nilo, Ejel (1969) y Krasheninnikov (1965) en Siria y Luterbacher (1964) en los Apeninos (aunque la zona de *Globorotalia bullbrooki* de este autor tiene un sentido diferente, ya que abarca desde la zona de *Planorotalites palmarae* a la zona de *Hantkenina aragonensis*).

Los autores de los países del Este europeo suelen utilizar en lugar de la zona de *Hantkenina aragonensis*, la zona de *Acarinina crassaformis*; así tenemos a Samuel y Salaj (1968) en los Cárpatos eslovacos, Tzaneva (1969) en Bulgaria y a Bratu (1969) en Rumanía.

En cuanto a la composición faunística, persisten y son abundantes: *Subbotina inaequispira*, *S. frontosa*, *S. yeguaensis* y *S. senni*, apareciendo por vez primera: *Hantkenina mexicana*, *Globigerinatheka subconglobata* y *Truncorotaloides topilensis*. Están también representadas, aunque son escasas: *Acarinina densa* y *Morozovella spinulosa*.

Zona de «*Globigerinatheka subconglobata*»

Esta zona fue utilizada por Bolli (1972) en sustitución de la zona de *Globigerapsis kugleri* establecida por el mismo autor en Trinidad. En el presente trabajo sólo aparece representada en los niveles finales del perfil de Agost (tramo 24), que deben pertenecer a la parte inferior y media de dicha zona. Consideramos la aparición de *Globigerinatheka index* (Márquez, 1983) como límite inferior, mientras que el superior, no representado en el perfil estudiado está señalado por la desaparición de *Morozovella aragonensis* (Stainforth et al., 1975).

Este intervalo es, la actualidad, reconocido en numerosas áreas. Así, en España, Hillebrandt (1974) lo identifica en las Cordilleras Béticas, al igual que Martínez-Gallego (1977) y Cremades (1982). En el norte de África esta biozona, en su acepción actual o con su anterior denominación, ha sido señalada, entre otros, por Salaj (1969) en Túnez, por Berggren (1969) en Libia (incluida en la zona de *Hantkenina aragonensis*/*Globorotalia lehneri*), Beckmann et al. (1969) en Egipto, Krasheninnikov (1965) y Ejel (1969) en Siria, Benjamini (1980) en Israel y Kureshy (1977) en Pakistán. Por lo que respecta a Europa, los autores de los países orientales consideran esta biozona equivalente a la parte superior de la zona de *Acarinina crassaformis*, cuya parte inferior estaría formada por la zona anterior. Este criterio es seguido por Samuel y Salaj (1968) y Tzaneva (1969), entre otros. Por su parte, Bratu (1969) utiliza, en los Cárpatos rumanos, en su lugar, la zona de *Hantkenina liebusi*.

Por último, cabe señalar que esta biozona, tanto en su denominación antigua como en la moderna, aparece incluida en los esquemas zonales de Bolli (1966),

Postuma (1971), Stainforth et al. (1975) y Berggren (1978), entre otros.

Las especies de foraminíferos planctónicos más abundantes en esta zona, en el perfil estudiado, son: *Subbotina inaequispira*, *S. yeguaensis*, *S. senni*, *Hantkenina mexicana*, *Globigerinatheka subconglobata*, *Truncorotaloides topilensis* y *Morozovella spinulosa*. Finalmente, aparecen en estos niveles *Globigerinatheka index* y escasos ejemplares de *Hantkenina longispina*.

CONCLUSIONES

Los niveles eocénicos del perfil de Agost presentan una rica microfauna de foraminíferos, ostrácodos y otros grupos. En este trabajo se exponen los resultados obtenidos a partir del estudio de los foraminíferos planctónicos.

Se ha trabajado sobre niveles pertenecientes al Paleoceno superior, Eoceno inferior y Eoceno medio. Un muestreo detallado ha permitido establecer los rangos estratigráficos de 38 especies de foraminíferos planctónicos. A partir de esta microfauna se han caracterizado las siguientes biozonas: En el Paleoceno superior: zona de *Morozovella velascoensis*; en el Eoceno inferior: zona de *Morozovella subbotinae*, zona de *Morozovella formosa*, zona de *Morozovella aragonensis* (que incluye dos subzonas: Subzona de *Morozovella aragonensis* y subzona de *Planorotalites palmarae*) y zona de *Acarinina angulosa* (esta zona es nueva y se utiliza en sustitución de las zonas definidas por otros autores para ocupar este intervalo y que consideramos menos adecuadas por los motivos indicados en el apartado correspondiente); y en el Eoceno medio: zona de *Hantkenina aragonensis* y zona de *Globigerinatheka subconglobata*.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Dr. F. Robles por la corrección del manuscrito y al Dr. M. De Renzi por las sugerencias realizadas sobre determinadas cuestiones bioestratigráficas.

BIBLIOGRAFIA

ANSARY, S. E. y FAHMY, S. E., 1971: «Zonation par les Foraminifères planctonique des dépôts paléogènes de la région Erz-el-Orban, Golfe de Suez, Egypte». *Revue microp.*, 14(2): 121-130.

AUBERT, J., BSEME, P., ELLOY, R., ESQUEVINE, J., FABER, J., KULBICKI, G., NIBOUREL, C. y OERTLI, H. J., 1964: «Progres dans la connaissance du Danien et du Paleocene en Aquitaine Meridionale». *Coll. sur l'Eoc. Mém. B. R. G. M.* 28(1): 381-392.

BECKMANN, J. P., EL-HEINY, I., SAID, R. y VIOTTI, C., 1969: «Standard planktonic zones in Egypt». *Proc. Firts Intern. Conf. Planktonic Microf.* Genève, 1:92-103.

BENJAMINI, CH., 1980: «Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Avedat group (Eocene) in the northern Negev, Israel». *Jour. Paleont.*, 54(2): 325-358.

BERGGREN, W. A., 1969: «Biostratigraphy and planktonic Foraminiferal zonation of the Tertiary system of the Sirte basin of Libya, North Africa». *Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf.* Genève, 1: 104-120.

BERGGREN, W. A., 1971: «Tertiary boundaries and correlations». In: Funnell, B. M. y Riedel, W. R. eds. *Micropaleontology of Oceans* (Cambridge Univ. Press), 693-809.

BERGGREN, W. A., 1977: «Atlas of Paleogene Planktonic Foraminifera. Some species of the genera Subbotina, Planorotalites, Mozorovella, Acarinina y Truncorotalites». In: Ramsay, E. ed. *Oceanic Micropaleontology* (Acad. Press), vol. 1: 205-300.

BERGGREN, W. A., 1978: «Recent advances in Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy, biocronology and biogeography: Atlantic Ocean». *Micropaleont.*, 24(2): 337-370.

BERGGREN, W. A., OLSSON, R. K. y REYMENT, R. A., 1967: «Origin and development of the foraminiferal genus *Pseudohasterigerina* Banner and Blow, 1959». *Micropaleont.*, 13(3): 265-288.

BERMÚDEZ, P. J. y FARIAS, J. R., 1977: «Biostratigrafía venezolana. Zonación del Cenozoico al Reciente basada en el estudio de los foraminíferos planctónicos». *Rev. Esp. Microp.*, 9(2): 159-190.

BOLLI, H. M., 1966: «Zonación de sedimentos marinos del Cretáceo hasta el Plioceno basada en foraminíferos planctónicos». *Public. Inst. Mexicano Petrol.*, 69:1-35 (Traducción 1969).

BOLLI, H. M. y CITA, M. B. 1960: «Globigerine e Globorotalie del Paleocene di Paderno d'Adda (Italia)». *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 66(3): 361-402.

BOLLI, H. M. y KRASHENINNIKOV, V. A., 1977: «Problems in Paleogene and Neogene correlations based on planktonic foraminifera». *Micropaleont.*, 23(4): 436-452.

BRATU, E., 1969: «Distributions des Foraminifères planctoniques dans le flysch interne paléocène-éocène à la Courbure des Carpates Orientales (Roumanie)». *Proc. Firts Conf. Plank. Microf.* Genève, 2:15-20.

CARO, Y., LUTERBACHER, H., PERCH-NIELSEN, K., PREMOLI-SILVA, I., RIEDEL, W. y SANFILIPPO, A., 1975: «Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur». *Bull. Soc. Geol. Fr.* (7è ser.) 17(2): 125-147.

CITA, M. B., PREMOLI-SILVA, I., TOURMARKINE, M., BOLLI, H. M., LUTERBACHER, H. P., MOHLER, II. P. y SCHAUB, H., 1968: «Le Paléocène et l'Eocène de Paderno d'Ada (Italie Septentrionale)». *Coll. sur l'Eoc. Mém. B. R. G. M.*, 58(1): 611-627.

CORDEY, W. G., BERGGREN, W. A. y OLSSON, R. K., 1970: «Phylogenetic trends in the planktonic foraminiferal genus *Pseudohasterigerina* Banner and Blow, 1959». *Micropaleont.*, 16(2): 235-242.

CREMADES, J., 1982: «Contribución al conocimiento de los foraminíferos planctónicos y al estudio bioestratigráfico del Eoceno y Oligoceno del sector oriental de las Cordilleras Béticas». *Tesis Doc. Univ. Granada*, 359: 1-350.

EJEL, F., 1969: «Zones stratigraphiques du Paléogène et problème de la limite Eocène moyen-Eocène supérieur dans la région de Damas (Syrie)». *Proc. First Int. Conf. Plank. Microf.* Geneve, 2:175-181.

- EL NAGGAR, Z. R., 1966: «Stratigraphy and planktonic foraminifera of the upper Cretaceous-Lower Tertiary succession in the Esna-Idfu region, Nile Valley, Egypt, UAR». *Bull. British Mus. (Nat. Hist.) Geology, suppl.* 2:1-291.
- EL NAGGAR, Z. R., 1969: «New suggestions for the division and correlation of Paleocene strata by the use of planktonic foraminifera». *Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf.* Genève, 2:182-201.
- GÓMEZ LLUECA, F., 1929: «Los Nummulítidos de España». *Junta Ampliación Est. Invest. Cient.*, ser. paleont., 8(1): 1-400.
- HILLEBRANDT, A. v., 1965: «Foraminiferen-Stratigraphie in altertiar von Zumaya (Provinz. Guipúzcoa, NW-Spanien) und ein verglich mit anderen Tethys-Gebieten». *Bayer. Akad. Wiss., math. nat., Kl., N.F.*, 123:1-56.
- HILLEBRANDT, A. v., 1974: «Biostratigrafía del Paleógeno en el sureste de España (provincias de Murcia y Alicante)». *Cuadernos Geol.*, 5:135-153.
- HILLEBRANDT, A. v., 1976: «Los foraminíferos planctónicos, nummulítidos y coccolitofóridos de la zona de *Globorotalia palmarae* del Cuisiense (Eoceno inferior) en el SE. de España (provincias de Murcia y Alicante)». *Rev. Esp. Microp.*, 8(3): 323-394.
- JENKINS, G. D.: «Paleogene planktonic foraminifera of New Zealand and the Austral Region». *Jour. Foram. Res.*, 4 (4): 155-170.
- KRASHENINNIKOV, V. A., 1965: «Zonal Paleogene stratigraphy of the Eastern Mediterranean», *Nauka*, 133:5-75.
- KRASHENINNIKOV, V. A., 1971: «Cenozoic Foraminifera». *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj.*, 6:1055-1068.
- KURESHY, A. A., 1977: «The Tertiary Planktonic Foraminiferal zones of Pakistan». *Rev. Esp. Microp.*, 9(2): 203-220.
- LUTERBACHER, H. P., 1964: «Studies in some Globorotalia from the Paleocene and Lower Eocene of the Central Apennines». *Eclog. Geol. Helv.*, 57(2): 631-730.
- MÁRQUEZ, L., 1983: «Estudio de algunos aspectos paleobiológicos, sistemáticos y bioestratigráficos 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.
- MARTÍNEZ, W., COLODRON, I., NUÑE, A., y LERET, G., 1978: «Mapa geológico de España (Magna) esc. 1:50.000. Hoja n.º 871, Elda». 1-64.
- MARTÍNEZ GALLEG0, J., 1973: «Sobre la presencia de la zona de *Globorotalia palmarae* en las Cordilleras Béticas». *Cuadernos Geol.*, 4:69-75.
- MARTÍNEZ GALLEG0, J., 1976: «Sobre la presencia del género *Clavigerinella* Bolli, Loeblich y Tappan, 1957, en las Cordilleras Béticas». *Rev. Esp. Microp.*, 8(2): 265-272.
- MARTÍNEZ GALLEG0, J., 1977: «Estudio micropaleontológico del Nummulítico de un sector comprendido entre Moreda-Piñar-Pedro Martínez (Zona Subbética)». *Tesis Doc. Univ. Granada*, 175, 1:1-241, 2:1-264.
- POSTUMA, J. A., 1971: «*Manual of Planktonic Foraminifera*». Elsevier Publis., 1-420.
- SAID, R. y SABRY, H., 1964: «Planktonic foraminifera from the type locality of the Esna Shale in Egypt». *Micropaleont.*, 10(3): 375-395.
- SALAJ, J., 1969: «Zones planctiques du Crétacé et du Paléogène de Tunisie». *Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf.*, 2: 588-593.
- SAMUEL, O. y SALAJ, J., 1968: «*Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene*». Geol. Ustav D. Stura, 1-232.
- STAINFORTH, R. M., LAMB, J. L., LUTERBACHER, H., BEARD, J. N. y JEFFORDS, R. M., 1975: «Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms». *Univ. Kansas Paleont. Contrib.*, 62: 1-425.
- TZANEVA, P., 1969: «La stratigraphie du Paléogène de la Bulgarie du Nord d'après les données micropaléontologiques». *Proc. First Int. Conf. Plank. Microf.* Genève, 2:675-680.
- WALKER, R. G., 1967: «Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments». *Jour. Sed. Petrology* 37(1): 25-43.
- YASSINI, I., 1979: «Maastrichtian-Lower Eocene biostratigraphy and the planktonic foraminiferal biozonation in Jordan». *Rev. Esp. Microp.*, 11(1): 5-58.

Recibido, octubre 1982, revisado 21 octubre 1983.