

IGNACIO ARENILLAS

EUSTOQUIO MOLINA

*Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontología).
Universidad de Zaragoza,
E-50009 Zaragoza*

BIOESTRATIGRAFIA Y EVOLUCION DE LAS ASOCIACIONES DE FORAMINIFEROS PLANCTONICOS DEL TRANSITO PALEOCENO-EOCENO EN ALAMEDILLA (CORDILLERAS BETICAS)

RESUMEN

El estudio biostratigráfico del tránsito Paleoceno-Eoceno en Alamedilla, y su comparación con otros cortes españoles, permite proponer una nueva biozonación con foraminíferos planctónicos en la que se precisa la posición del límite Paleoceno/Eoceno. Actualmente el límite P/E está siendo situado en coincidencia con una extinción masiva de foraminíferos bentónicos acompañada de fuertes cambios isotópicos. La Última Aparición de *Igorina laevigata* coincide con dicha extinción en Alamedilla, Zumaya y Caravaca. Este biohorizonte se ha utilizado para definir el límite entre dos nuevas biozonas: Biozona de *Igorina laevigata* y Biozona de *Morozovella velascoensis*. Inmediatamente encima del límite P/E se ha encontrado un único nivel de disolución de 25 cm, por lo que en este corte se ha podido realizar una bioestratigrafía de alta resolución y un estudio cuantitativo muy detallado. El análisis cuantitativo de Alamedilla confirma que toda la columna de agua fue afectada por el evento del límite, experimentándose un incremento de las asociaciones propias de bajas latitudes (*Morozovella*, *Acarinina*) con respecto a las asociaciones propias de altas latitudes (*Subbotina*). Sin embargo, no se observa ningún aumento considerable en el número de especies que se extinguen o evolucionan.

Palabras clave: Foraminíferos planctónicos, Bioestratigrafía, Evolución, Límite Paleoceno/Eoceno, Alamedilla, Béticas

ABSTRACT

The biostratigraphical study of the Paleocene-Eocene transition at Alamedilla, and its correlation with other Spanish sections, allow us to propose a new planktic foraminifera biozonation in which the Paleocene/Eocene boundary is precisely placed. Lately the P/E boundary has been placed in coincidence with a benthic foraminiferal mass extinction and major isotopic shifts. The last occurrence of *Igorina laevigata* coincides with the mass extinction at Alamedilla, Zumaya and Caravaca. This biohorizon has been used to define the boundary between two new biozones: *Igorina laevigata* Biozone and *Morozovella velascoensis* Biozone. Just above the P/E boundary only one 25 cm thick dissolution level has been found, allowing the performance of a high resolution biostratigraphy and a very detailed quantitative analysis. This quantitative analysis confirms that the entire water column was affected by the boundary event producing the increase of the low latitude assemblages (*Morozovella*, *Acarinina*) in relation to the high latitude assemblages (*Subbotina*), but no major increase in the number of species that extinct or evolve is observed.

Key words: Planktic foraminifera, Biostratigraphy, Faunal turnover, Paleocene/Eocene boundary, Alamedilla, Betic

INTRODUCCIÓN

El límite Paleoceno/Eoceno (P/E) no está oficialmente definido y es objeto de discusión, pues todavía no existe ningún criterio aceptado por la Subcomisión de Estratigrafía del Paleógeno para situarlo. En los últimos años, este límite está siendo situado en coincidencia con el mayor evento de extinción de foraminíferos bentónicos de los últimos 90 millones de años, que supuso la desaparición del 35 al 50% de los foraminíferos bentónicos de aguas profundas batiales y abisales. Esta extinción masiva de foraminíferos bentónicos ha sido documentada a nivel mundial: Atlántico y Caribe (Schnitker, 1979; Tjalsma y Lohmann, 1983; Boltovskoy y Boltovskoy, 1989; Pak y Miller, 1992; Ortiz, 1994), Pacífico (Miller *et al.*, 1987; Kaiho, 1991; Pak y Miller, 1992; Kaiho *et al.*, 1993), Índico (Hovan y Rea, 1992; Nomura, 1992), Antártico (Katz y Miller, 1991; Thomas, 1990; Lu y Keller, 1993) y Tethys (Molina *et al.*, 1994; Ortiz, 1994; Speijer y Van der Zwaan, 1994a,b). En ambiente de platafor-

ma, a diferencia del medio batial y abisal, la extinción de foraminíferos bentónicos es difícil de precisar (Molina *et al.*, 1992).

La extinción masiva coincide con fuertes cambios isotópicos provocados por un calentamiento global de las aguas marinas profundas (Shackleton *et al.*, 1985; Shackleton, 1986; Miller *et al.*, 1987; Kennet y Stott, 1990, 1991; Stott y Kennet, 1990; Barrera y Huber, 1991; Hovan y Rea, 1992; Stott, 1992; Canudo y Molina, 1993; Lu y Keller, 1993; Robert y Kennet, 1994; Canudo *et al.*, 1994). Este evento se atribuye generalmente a los cambios hidrodinámicos de las corrientes marinas causado por cambios paleogeográficos, con una interrupción del flujo antártico de agua fría profunda y su sustitución temporal por agua cálida procedente probablemente del Tethys (Kennet y Stott, 1990, 91; Pak y Miller, 1992).

Los foraminíferos planctónicos también fueron afectados por el cambio paleoclimático y paleoceanográfico del límite P/E, tal como se pone de manifiesto en trabajos recientes (Boersma y Premoli Silva, 1989; Stott y Kennet, 1990; Canudo y Molina, 1992b, 93; Lu y Keller, 1993; Molina *et al.*, 1994; Pardo *et al.*, 1994; Canudo *et al.*, 1995; Arenillas y Molina, 1995). En el límite P/E no se ha evidenciado ninguna extinción masiva de foraminíferos planctónicos; sin embargo, en distintas partes del mundo se ha encontrado una variación temporal en las asociaciones de foraminíferos planctónicos, que se manifiesta en un brusco cambio en los porcentajes específicos y genéricos.

Lu y Keller (1993) detectan este cambio de fauna en el océano Antártico (ODP Site 738), con un incremento de los taxones de aguas superficiales. Por otro lado, Canudo y Molina (1992b) indican un aumento de especies tropicales-subtropicales y de aguas superficiales en Zumaya (Pirineos). Estos cambios faunísticos también han sido encontrados en Caravaca (Béticas) y, tanto en Zumaya como en Caravaca, coincide con un descenso brusco del isótopo ^{13}C . En ambos cortes el evento del límite P/E viene marcado por dos niveles de disolución que indican un cambio temporal en

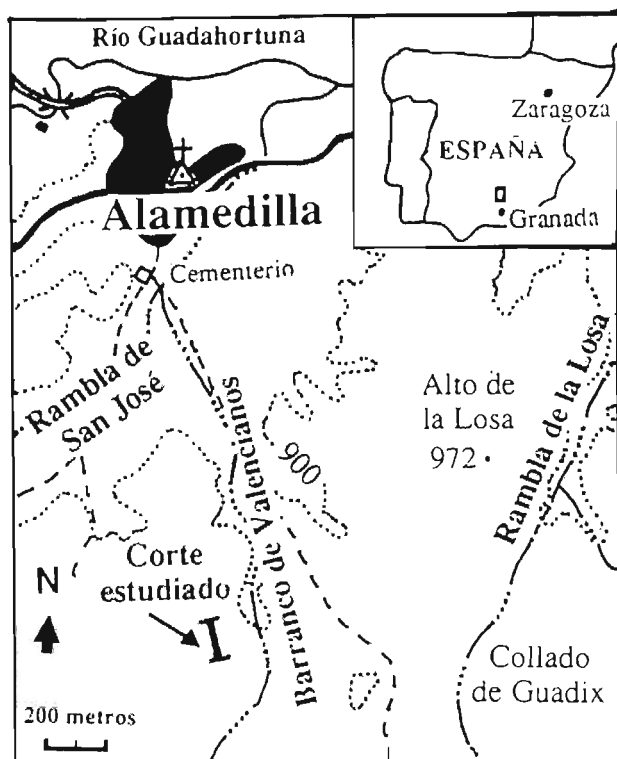


Fig. 1.- Situación geográfica del corte de Alamedilla

las condiciones medioambientales. En Zumaya, el ambiente batial bien oxigenado del Paleoceno superior es reemplazado temporalmente por condiciones anaeróbicas y el depósito de una arcilla gris oscura y roja que coincide con los niveles de valores bajos en los isótopos. Asimismo, en Caravaca, las condiciones anaeróbicas con depósito de arcilla oscura están bien desarrolladas pero no existe el típico color rojo (Canudo y Molina, 1993; Molina *et al.*, 1994; Canudo *et al.*, 1995).

Este trabajo trata de hacer hincapié en este importante evento y para ello se ha estudiado el corte de Alamedilla (Granada), un corte subbético cercano al de Caravaca. Actualmente no existe ninguna biozonación con foraminíferos planctónicos que permita situar con precisión el límite P/E, y por ello se ha planteado la necesidad de realizar una biozonación más detallada. El estudio bioestratigráfico y el análisis cuantitativo con foraminíferos planctónicos de este corte aportan nuevos datos sobre la posición bioestratigráfica y los cambios faunísticos del límite P/E.

MATERIAL Y METODOS

El corte de Alamedilla se ha levantado en el Barranco de Valencianos, a 1,5 km al Sur del pueblo de Alamedilla (Provincia de Granada). Se encuentra situado en la Hoja de Huelma (970) del Mapa Militar de España (1:50.000). Las coordenadas U.T.M. son 30SVG786588 en la base y 30SVG786589 en el techo. Su situación exacta se puede ver en la Fig. 1. EL corte muestreado es el mismo que fue estudiado por Linares y Martínez-Gallego (1971) y Martínez-Gallego (1972, 1977). El tránsito Paleoceno-Eoceno está representado por una serie de margas grises con intercalación de margas calcáreas grises. Esta serie está interrumpida por un intervalo (desde el metro 13 al 15) que destaca por su color rojo intenso, en el que se distingue un nivel inferior de arcilla roja oscura de 25 cm y un nivel superior de margas rojas. A continuación existe un intervalo de margas calcáreas grises (desde el metro 15 al 17,3) sobre el que se superpone

un segundo intervalo (desde el metro 17,3 al 18,6) de margas de color rojo claro.

Este corte ha sido muestreado en intervalos que varían entre 10 y 20 cms. en la proximidad del límite P/E y en intervalos de 50 a 100 cms. en el resto estudiado. Se analizaron un total de 58 muestras, las cuales fueron disgregadas con la ayuda de H_2O_2 , levigadas con un tamiz de 63 μm y secadas con una estufa a menos de 50°C. El análisis cuantitativo ha sido realizado basándose en una fracción representativa del residuo, superior a 106 μm , de más de 300 ejemplares por cada muestra, utilizando un microcuarteador tipo Otto. Todos estos ejemplares han sido identificados y montados en celdillas para que puedan ser reestudiados con posterioridad. La interpretación de tipo paleoecológico a partir del análisis cuantitativo se basa en los criterios establecidos por Boersma y Premoli Silva (1983, 1989, 1991) y Shackleton *et al.* (1985).

BIOESTRATIGRAFÍA

Los criterios más utilizados para situar el límite P/E han sido: a) el techo de la Biozona de *M. velascoensis* (Bolli, 1957), b) el techo del Ilerdiense (Hottinger y Schaub, 1960), c) la Primera Aparición (P.A.) de *Pseudohastigerina* (Berggren *et al.*, 1967), d) la base de la Biozona NP10 (Martini, 1971), e) la base del Ilerdiense (Pomerol, 1975), f) la base del Ypresiense (Berggren *et al.*, 1985), g) la base del Cron 24 (Berggren y Miller, 1988) y h) la base de BB2 (Berggren y Miller, 1989). No obstante, la posición de estos horizontes son objeto de continuas revisiones o aún no existe un acuerdo internacional sobre la posición exacta de este límite; no obstante los estudios para la definición del estratotipo del límite P/E se encuentran muy avanzados. La discusión y referencias de este problema vienen reflejadas en Canudo y Molina (1992b) y la cronoestratigrafía en Molina (1994).

Actualmente el límite P/E tiende a ser situado en la brusca disminución de ^{13}C reconocido a

nivel mundial y que coincide con una fuerte extinción de foraminíferos bentónicos (Pak y Miller, 1992; Canudo y Molina, 1993; Molina *et al.*, 1994; Ortiz, 1994; Canudo *et al.*, 1995). Bioestratigráfica-mente, este evento coincide con el límite BB1/BB2 de la biozonación de foraminíferos bentónicos de Berggren y Miller (1989). Este hecho ha sido confirmado por Molina *et al.* (1994) al realizar un estudio integrado para el límite P/E con foraminíferos bentónicos y otros grupos, considerando el límite P/E coincidente con la Última Aparición (U.A.) de *Stensioina beccariiiformis*.

En la actualidad no existía ninguna biozona con foraminíferos planctónicos cuyo límite correspondía con el evento del límite P/E anteriormente descrito. En este trabajo se han reconocido cinco biozonas: dos en el Paleoceno superior, Biozona de *Planorotalites pseudomenardii* y Biozona de *Igorina laevigata*, y tres en el Eoceno inferior, Biozona de *Morozovella velascoensis*, Biozona de *Morozovella subbotinae* y Biozona de *Morozovella formosa*. La biozonación propuesta en este trabajo y su comparación con otras biozonaciones aparece en la Fig. 2. La distribución vertical de las diferentes especies de foraminíferos planctónicos, que han servido para realizar la biozonación, está representada en la Fig. 3.

La Biozona de *M. velascoensis* Bolli (1957), utilizada por Toumarkine y Luterbacher (1985), Stainforth *et al.* (1975), Berggren *et al.* (en prensa), se ha subdividido en este trabajo en dos biozonas: Biozona de *Igorina laevigata* y Biozona de *Morozovella velascoensis*, separadas por la U.A. de *Igorina laevigata*. Hemos constatado que este biohorizonte coincide con el límite P/E en Zumaya, Caravaca y Alamedilla, y permite situar en detalle el límite P/E dentro de una bioestratigrafía de alta resolución con foraminíferos planctónicos.

Biozona de *Planorotalites pseudomenardii*

Definición: Biozona de extensión total de *Planorotalites pseudomenardii*. Esta biozona fue propuesta originalmente por Bolli (1957).

Características: En este trabajo sólo se ha estudiado la parte superior de la Biozona de *P. pseudomenardii*. Está constituida por una serie de margas grises y rosas.

En este intervalo son abundantes las siguientes especies: *P. pseudomenardii*, *M. velascoensis*, *M. acuta*, *M. aequa*, *S. eocaenica*, *M. occlusa*. Suelen tener un representación continua y abundante (5-10%): *A. nitida*, *P. troelseni*, *S. velascoensis*, *I. pusilla*, *I. laevigata*, *M. aquiensis*, *M. mckannai*, *S. triangularis*, *S. hornibrooki*, *M. edgari*, *A. primitiva*, *A. triplex*, *M. tholiformis*, *M. lacerti*, *M. soldadoensis*, *A. acarinata*, *A. hispidicidar*, *A. subsphaerica* y a techo: *M. subbotinae*

Discusión: Desde que fue definida por Bolli (1957) ha sido utilizada en la mayoría de la biozonaciones estándar (Toumarkine y Luterbacher, 1985; Berggren y Miller, 1988). Sin embargo, Blow (1979) considera que la U.A. de *P. pseudomenardii* es posterior a la U.A. de *M. velascoensis*, razón por la que posiblemente no utiliza ninguno de los dos biohorizontes como marcadores biozonales. Su Biozona P4-G.(G.) *pseudomenardii* se corresponde con la parte inferior de la Biozona de *P. pseudomenardii* (no estudiada en este trabajo). Blow (1979) utiliza como marcadores biozonales la P.A. de *P. pseudomenardii*, la P.A. de *M. soldadoensis*, la P.A. de *M. subbotinae* y la P.A. de *A. berggreni*, que dan nombres a otras tantas biozonas. Atendiendo a estos marcadores, en el presente trabajo se ha estudiado el intervalo representado por las tres últimas.

Biozona de *Igorina laevigata*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la U.A. de *Planorotalites pseudomenardii* y la U.A. de *Igorina laevigata*.

Características: La Biozona de *I. laevigata* tiene una potencia de 7 metros en el corte Alamedilla. La parte inferior y superior de esta biozona está constituida por margas grises y la parte media por margas calcáreas grises; entre las muestras de los metros 11,30 y 11,45 existe un nivel calcoarenítico bioturbado de 10 cm que destaca en la serie margosa.

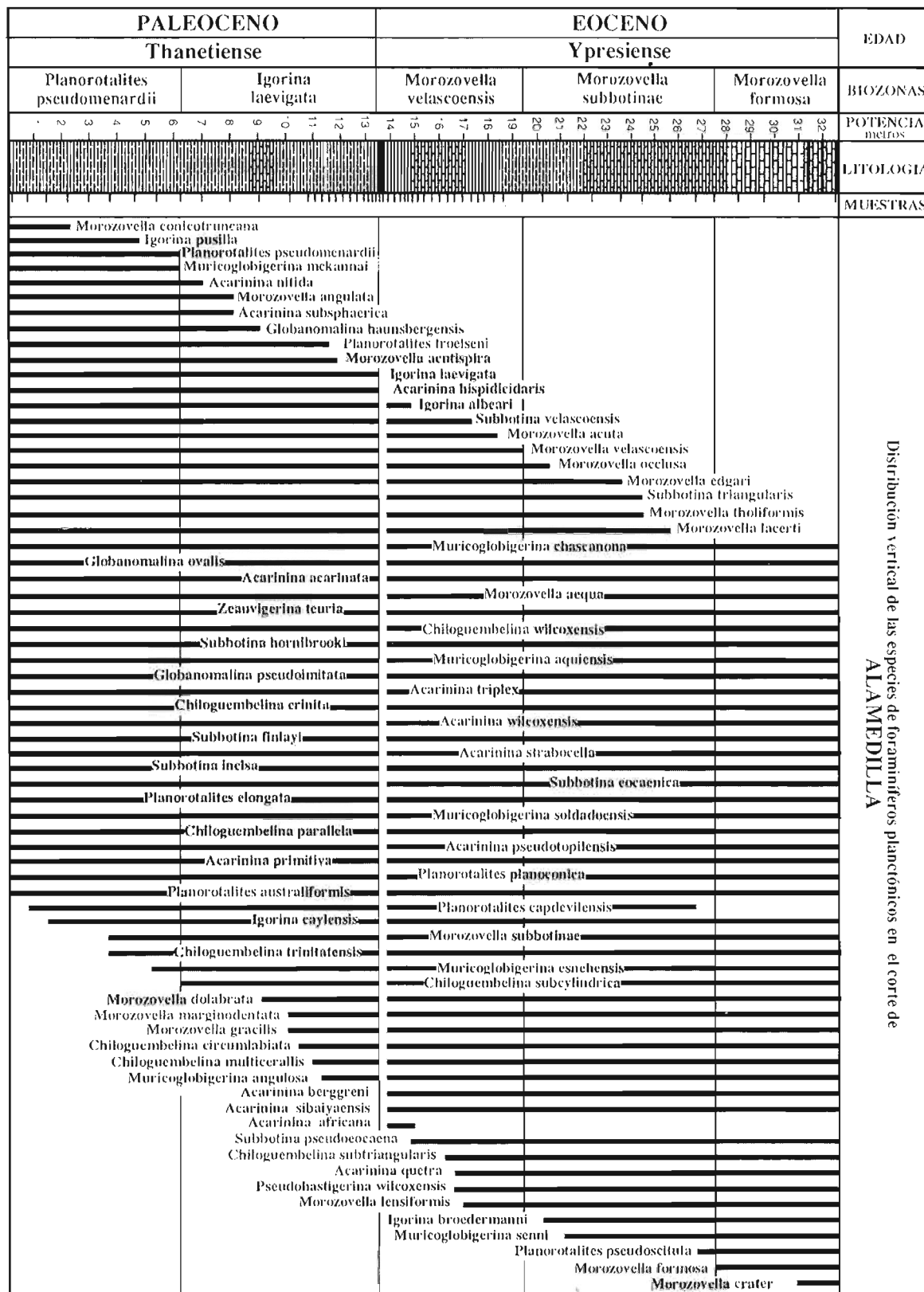


Fig. 3.- Distribución vertical de los foraminíferos planctónicos en el tránsito Paleoceno-Eoceno del corte de Alamedilla

En este intervalo son abundantes las siguientes especies: *M. velascoensis*, *M. acuta*, *M. aequa*, *S. eocaenica*, *M. occlusa* y *M. subbotinae*. Suelen tener una representación continua y abundante (5-10%): *S. velascoensis*, *M. aquiensis*, *S. triangularis*, *S. hornibrooki*, *M. edgari*, *A. primitiva*, *A. triplex*, *M. tholiformis*, *M. lacerti*, *M. soldadoensis*, *A. acarinata*, *A. hispidicidar*, *M. esnehensis* y a techo: *M. dolabrata*, *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. angulosa*. En esta biozona comienza el relevo entre los foraminíferos típicos del Paleoceno superior y los del Eoceno inferior; en concreto tiene lugar la U.A. de *M. mckannai*, *A. nitida*, *M. angulata*, *A. subsphaerica*, *G. haunsbergensis*, *P. troelseni*, *M. acutispira*, *I. laevigata* y la P.A. de *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. dolabrata* y *M. angulosa*.

Discusión: Se propone esta biozona con el objetivo de definir por primera vez una biozonación con foraminíferos planctónicos cuyos límites coincidan con el límite P/E. En Zumaya y Caravaca (Canudo y Molina, 1992b, 1993; Molina *et al.*, 1994; Canudo *et al.*, 1995), así como en Alamedilla, la U.A. de *I. laevigata* coincide con el límite P/E, biohorizonte que se ha utilizado para situar el techo de esta biozona.

Tradicionalmente se ha considerado que la P.A. de *M. subbotinae* ocurre después de la U.A. de *P. pseudomenardii*, lo que llevó a la definición de la Biozona P5-*Morozovella velascoensis* de Berggren (1969), posteriormente utilizada en Berggren y Miller (1988). Sin embargo, la P.A. de *M. subbotinae* ha sido situada en diferentes horizontes según los autores, debido probablemente a la diferente interpretación taxonómica de esta especie y/o a su marcada diacronía. Canudo y Molina (1992b), Canudo *et al.* (1995) y Berggren *et al.* (en prensa) apuntan ya este hecho. En Alamedilla, se ha encontrado que existe un intervalo de coexistencia entre estas dos especies, lo que nos impide utilizar la Biozona P5 de Berggren (1969).

Biozona de *Morozovella velascoensis*

Definición: Biozona de intervalo comprendido

entre la U.A. de *Igorina laevigata* y la U.A. de *Morozovella velascoensis*. Esta biozona fue definida por Bolli (1957) y es modificada en su límite inferior en este trabajo.

Características: La Biozona de *M. velascoensis* tiene una potencia de 6 metros en el corte de Alamedilla. La parte inferior de esta biozona está constituida por arcillas y margas rojo oscuras, seguido de un nivel de margas calcáreas grises, un segundo nivel de margas rojas y finalmente margas grises.

En este intervalo son abundantes las siguientes especies: *M. velascoensis*, *M. acuta*, *M. aequa*, *S. eocaenica*, *M. occlusa* y *M. subbotinae*. Suelen tener una representación continua y abundante (5-10%): *S. velascoensis*, *M. aquiensis*, *S. triangularis*, *S. hornibrooki*, *M. edgari*, *A. primitiva*, *A. triplex*, *M. tholiformis*, *M. lacerti*, *M. soldadoensis*, *A. acarinata*, *M. esnehensis*, *M. dolabrata*, *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. angulosa*, *A. berggreni*, *A. sibaiaensis* y *A. africana* y a techo: *A. quetra*, *P. wilcoxensis* y *M. lensiformis*. En esta biozona continua el relevo entre los foraminíferos típicos del Paleoceno superior y los del Eoceno inferior; se produce la U.A. de *A. hispidicidar*, *I. albeari*, *S. velascoensis*, *M. chascanona*, *M. acuta* y *M. velascoensis* y la P.A. de *A. berggreni*, *A. sibaiaensis*, *A. africana*, *A. quetra*, *P. wilcoxensis* y *M. lensiformis*.

La P.A. de *P. wilcoxensis* en Alamedilla ocurre entre los dos niveles rojos que aparecen en la Biozona de *Morozovella velascoensis*. Por otro lado, la U.A. de *Morozovella velascoensis* ocurre justo por encima del segundo nivel rojo; estos datos se asemejan mucho a los del corte de Caravaca (Molina *et al.*, 1994), lo que permite correlacionar los dos niveles de disolución encontrados en el corte de Caravaca, con los niveles rojos de Alamedilla.

Discusión: Esta Biozona se corresponde con la parte inferior de la Biozona P7-G(A) *wilcoxensis berggreni* de Blow (1979). En este sentido, Blow (1979) ha sido el único autor que ha utilizado la P.A. de *A. berggreni* para definir el límite de una biozona. Así pues, esta especie no ha sido normalmente utilizada, siendo incluida probablemente en *A. triplex* o *A.*

wilcoxensis. Normalmente se ha considerado que la P.A. de *A. berggreni* es ligeramente anterior o coincidente con la U.A. de *M. velascoensis* y la P.A. de *P. wilcoxensis* (Blow, 1979; Berggren y Miller, 1988). En el estudio bioestratigráfico de Alamedilla se ha observado que la primera aparición de *A. berggreni* tiene lugar en el límite P/E, pero habría que realizar nuevos estudios para comprobar el momento de aparición de esta especie, por lo que hemos preferido utilizar la U.A. de *I. laevigata*.

También se ha considerado que la P.A. de *P. wilcoxensis* y la U.A. de *M. velascoensis* son aproximadamente coincidentes, planteándose el problema de cual de los dos biohorizontes era el más isocrónico. Canudo y Molina (1992a) utilizaron la P.A. de *P. wilcoxensis* para situar el límite entre la Biozona de *M. aequa* y la Biozona de *P. wilcoxensis*, siendo válida para la bioestratigrafía regional con foraminíferos planctónicos del Pirineo. Sin embargo, este biohorizonte no es conveniente utilizarlo para cortes de latitud diferente y/o de medios muy someros, debido a que *P. wilcoxensis* es una especie de aguas profundas y muy heterocrónica en su aparición (Molina *et al.*, 1994). Además puede existir equívocos en la distinción taxonómica de *P. wilcoxensis* y su antecesor *G. ovalis* (Molina *et al.*, 1992), por lo que en este trabajo se ha considerado mejor utilizar la U.A. de *M. velascoensis* que, mediante un cálculo con las tasas de sedimentación en Zumaya, Caravaca y Alamedilla, parece ser un biohorizonte lo suficientemente isocrónico.

Biozona de *Morozovella subbotinae*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la U.A. de *Morozovella velascoensis* y la P.A. de *Morozovella formosa*. Esta biozona fue definida por Berggren (1969).

Características: La Biozona de *M. subbotinae* tiene una potencia de 8,5 metros en el corte de Alamedilla. Está constituida por margas grises en la parte inferior y margas calcáreas

grises en la parte superior; a techo existe un nivel de margas calcáreas rosas.

En esta biozona son abundantes las siguientes especies: *M. lensiformis*, *M. aequa*, *S. eocaenica*, *A. primitiva*, *M. subbotinae* y a techo *M. senni*. Suelen tener un representación continua y abundante (5-10%): *M. aquiensis*, *S. hornibrooki*, *A. triplex*, *M. tholiformis*, *M. lacerti*, *M. soldadoensis*, *A. acarinata*, *M. esnehensis*, *M. dolabrata*, *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. angulosa*, *A. berggreni*, *A. quetra* y *P. wilcoxensis*. En esta biozona se produce la U.A. de *M. velascoensis*, *M. occlusa*, *M. edgari*, *S. triangularis*, *M. tholiformis* y *M. lacerti*, y la P.A. de *I. broedermanni*, *M. senni* y *P. pseudoscutula*.

Discusión: El nombre de esta especie ha sido utilizada para nombrar biozonas relacionadas con el límite P/E que no siempre corresponden al mismo intervalo de tiempo. Esta biozona se corresponde con la parte inferior de la Biozona de *Globorotalia rex* de Bolli (1957, 1966) y con la parte inferior de la Biozona de *Globorotalia subbotinae* de Stainforth *et al.* (1975), que tienen como límite superior la P.A. de *M. aragonensis*. Por otro lado, Bolli (1957, 1966) consideraba simultánea la P.A. de *M. formosa* y la P.A. de *M. aragonensis*, pero trabajos posteriores demuestran que *M. formosa* aparece antes que *M. aragonensis*.

La Biozona de *M. subbotinae* se corresponde con la Biozona P6b de Berggren (1969) y Berggren y Miller (1988) y con la Biozona P6a de Berggren *et al.* (en prensa), así como la parte superior de la Biozona P7 de Blow (1979). Según estos autores la P.A. de *M. lensiformis* y la P.A. de *M. formosa* son prácticamente coincidente e, incluso, ambos biohorizontes han sido utilizados indistintamente para definir el techo de esta biozona. Nosotros proponemos, sin embargo, que la P.A. de *M. lensiformis* es anterior a la de *M. formosa*. Posiblemente, el problema radica en la diferente interpretación taxonómica de la especie y/o en la difícil distinción de la especie con su antecesor *M. dolabrata*. Por esta razón, consideramos mejor mantener la P.A. de *M. formosa* como criterio único en la definición de la base de la Biozona de *Morozovella subbotinae*. La

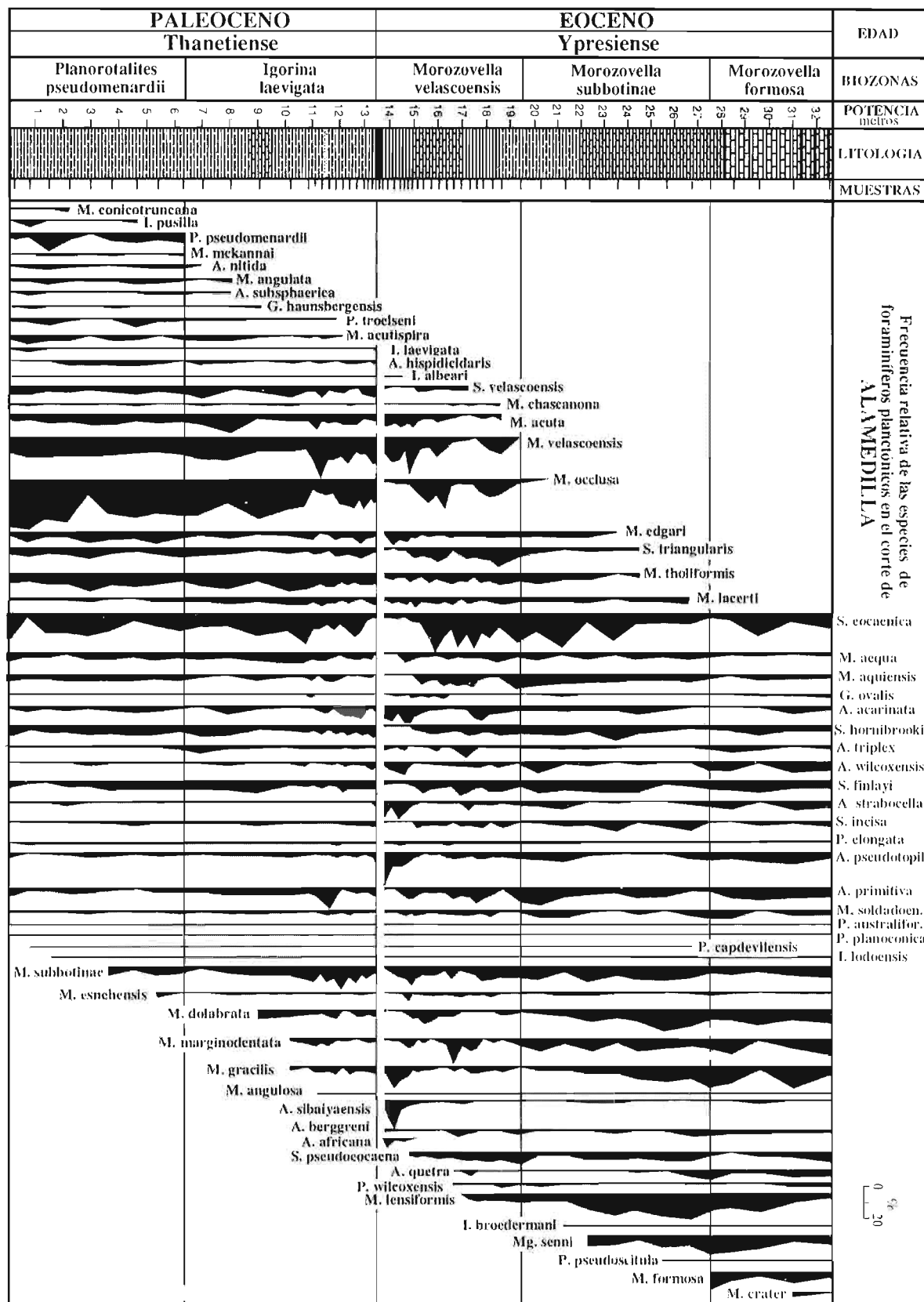


Fig. 4.- Frecuencia relativa de las especies de foraminíferos planctónicos de la fracción mayor de 106 μ m del tránsito Paleoceno-Eoceno del corte de Alamedilla

Biozona de *Morozovella edgari* y la parte inferior de la Biozona de *Morozovella subbotinae* de Toumarkine y Luterbacher (1985) se puede correlacionar también con esta biozona, teniendo en cuenta que la U.A. de *M. edgari* es anterior a la P.A. de *M. formosa*.

Biozona de *Morozovella formosa*

Definición: Biozona de intervalo comprendido entre la P.A. de *Morozovella formosa* y la P.A. de *Morozovella aragonensis*. La biozona fue definida por Luterbacher y Premoli-Silva (1964).

Características: Sólo se ha estudiado la parte inferior de la Biozona de *M. formosa*, que está constituida por margocalizas grises.

En esta biozona son abundantes las siguientes especies: *M. lensiformis*, *M. aequa*, *S. eoacaenica*, *A. primitiva*, *M. subbotinae*, *M. senni* y *M. formosa*. Suelen tener una representación continua y abundante (5-10%): *S. velascoensis*, *M. aquiensis*, *S. hornibrooki*, *A. triplex*, *M. soldadoensis*, *A. acarinata*, *M. esnehensis*, *M. dolabrata*, *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. angulosa*, *A. berggreni*, *A. quetra* y *P. wilcoxensis*.

Discusión: Esta biozona se corresponde con la parte superior de la Biozona de *Globorotalia rex* de Bolli (1957, 1966) y con la parte superior de la Biozona de *Globorotalia subbotinae* de Stainforth et al. (1975). Se corresponde íntegramente con la Biozona P8a de Blow (1979), con la Biozona P6c de Berggren (1969) y Berggren y Miller (1988) y con la Biozona P6b de Berggren et al. (en prensa). La parte superior de la Biozona de *Morozovella subbotinae* de Toumarkine y Luterbacher (1985) se puede correlacionar con esta biozona, así como la parte superior de la Biozona de *Pseudohastigerina wilcoxensis* de Canudo y Molina (1992).

La biozona de *M. formosa* no debe ser confundida con la Biozona de *Globorotalia formosa formosa* de Stainforth et al. (1975) y la Biozona de *Morozovella formosa formosa* de Toumarkine y Luterbacher (1985), que tiene como límite inferior la P.A. de *M. aragonensis*, siguiendo la definición de Beckmann et al. (1969)

EVOLUCION DE LAS ASOCIACIONES DE FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

El corte de Alamedilla, al igual que el de Zumaya, parece tener una sedimentación continua en todo el tránsito entre el Paleoceno y Eoceno, aunque tiene una tasa de sedimentación un tercio inferior a Zumaya. La sedimentación es mucho más continua que en el corte de Caravaca en el cual existe un hiato que afecta a la parte superior de la Biozona de *Planorotalites pseudomenardii* y la parte inferior de la Biozona de *Igorina laevigata* (Molina et al., 1994; Canudo et al., 1995).

Cualitativamente, durante el tránsito P-E: techo de la Biozona de *Planorotalites pseudomenardii*, Biozona de *Igorina laevigata*, Biozona de *Morozovella velascoensis* y Biozona de *Morozovella subbotinae*, se produce el relevo de los foraminíferos típicos del Paleoceno superior por los del Eoceno inferior. Si exceptuamos el género *Chiloguembelina*, durante este intervalo, que, atendiendo a la escala de tiempo de Berggren y Miller (1988) y Pak y Miller (1992), dura alrededor de 1,4 millones de años, se produce:

- la U.A. de *M. conicotruncana*, *I. pusilla*, *P. pseudomenardii*, *M. mckannai*, *A. nitida*, *M. angulata*, *A. subsphaerica*, *G. haunsbergensis*, *P. troelseni*, *M. acutispira*, *I. laevigata*, *A. hispidicidaris*, *I. albeari*, *S. velascoensis*, *M. chascanona*, *M. acuta*, *M. velascoensis*, *M. occlusa*, *M. edgari*, *S. triangularis*, *M. tholiformis* y *M. lacerti*, y
- la P.A. de *P. capdevilensis*, *I. lodoensis*, *M. subbotinae*, *M. esnehensis*, *M. marginodentata*, *M. gracilis*, *M. dolabrata*, *M. angulosa*, *A. berggreni*, *S. pseudoeocaena*, *A. quetra*, *P. wilcoxensis*, *M. lensiformis*, *I. brodermanni*, *M. senni*, *P. pseudoscitula* y *M. formosa*.

Cuantitativamente, durante el tránsito P-E desaparecen un 34% de especies y aparecen un 27% de especies, con lo que apenas es afectada la diversidad en el computo global. En el límite P/E coincide la U.A. de *I. laevigata* y *A. hispidicidaris* y la P.A. de *A. berggreni*, *A.*

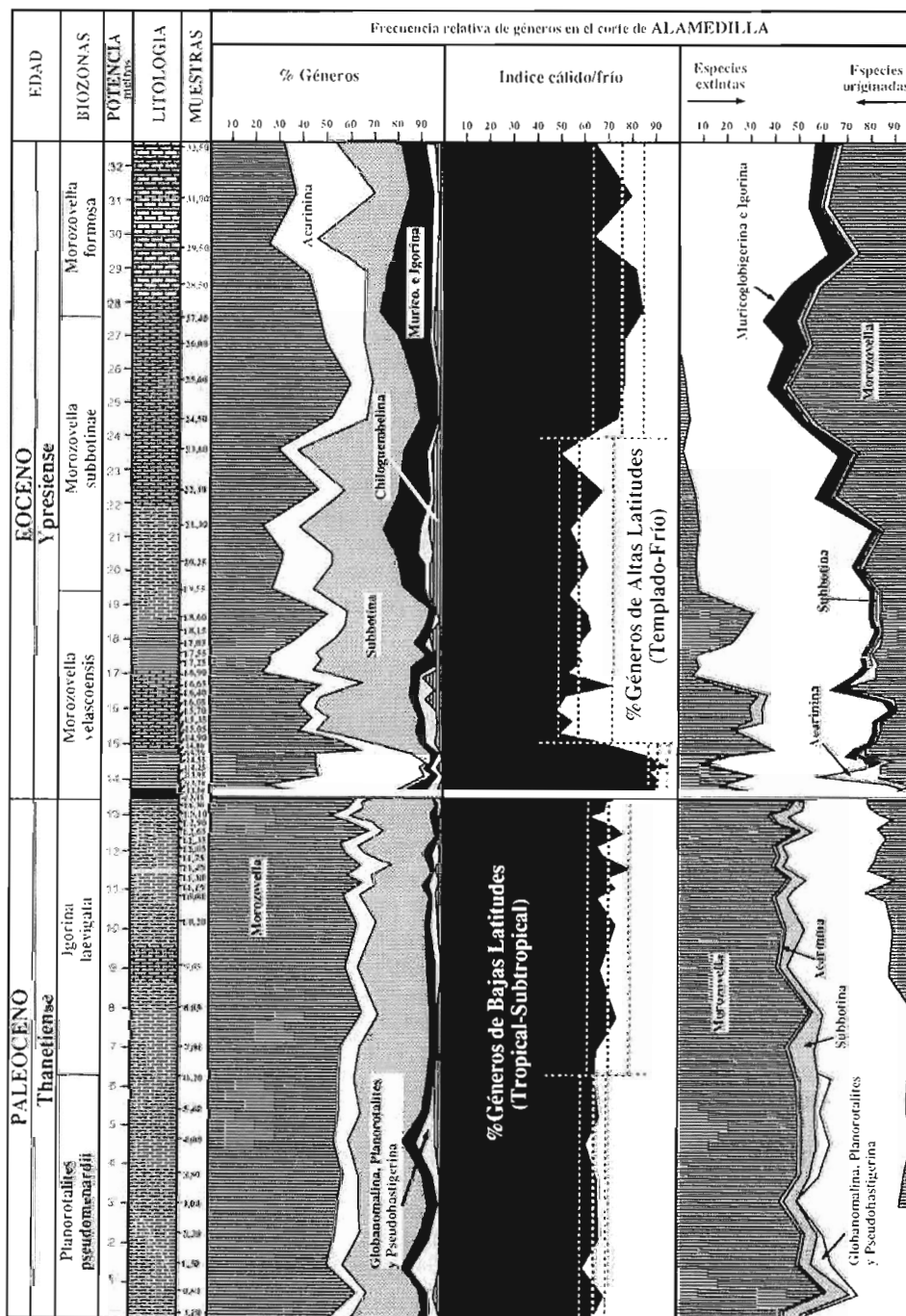


Fig. 5.- 1ª Columna: Frecuencia relativa de los géneros de foraminíferos planctónicos de la fracción mayor de 106 μ m en el corte de Alamedilla,

2ª Columna: Variación del índice cálido/frío, teniendo en cuenta los géneros de bajas latitudes (*Morozovella*, *Acarinina*, *Muricoglobigerina* e *Igorina*) y altas latitudes (*Subbotina*, *Chiloguembelina*, *Globanomalina*, *Planorotalites* y *Pseudohastigerina*).

3ª Columna: Frecuencia relativa de las especies extintas y originadas en el intervalo de tiempo estudiado, agrupadas por géneros.

sibaiyaensis y *A. africana*. La frecuencia relativa de las especies que aparecen y desaparecen en el intervalo de tiempo estudiado vienen reflejadas en la Fig. 5.

Por encima del límite P/E, y dentro del primer nivel rojo de Alamedilla, sólo se ha encontrado un nivel de disolución de unos 25 cm (muestras 13,50 y 13,70), lo que ha permitido realizar un estudio cuantitativo más completo que en Zumaya y Caravaca, donde la disolución es más intensa y duradera. Después de este intervalo de disolución, se ha encontrado un cambio brusco en el análisis cuantitativo (Fig. 5; Tablas 1, 2 y 3), situado en la parte inferior de la Biozona de *Morozovella velascoensis*. Experimentan un fuerte incremento las especies propias de aguas cálidas (*Morozovella*, *Acarinina*) con respecto a las especies propias de aguas templadas-frías (*Subbotina*), lo que indica un aumento de la temperatura en Alamedilla. Por otro lado existe un cambio cuantitativo entre los géneros *Morozovella* y *Acarinina*, pues de dominar el género *Morozovella* en el Paleoceno superior se pasa a que el género *Acarinina* domine durante un corto intervalo de tiempo en la parte inferior de la Biozona de *Morozovella velascoensis* (Fig. 5). Destaca también el cambio faunístico en el grupo de acarínidos, mediante la aparición e incremento brusco en su porcentaje de especies raras, descritas por primera vez por El Naggar (1966); estas especies son *A. berggreni*, *A. sibaiyaensis* y *A. africana*, la última de las cuales está retringida al intervalo del evento del límite.

El análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos de Alamedilla confirma que toda la columna de agua fue afectada en este intervalo. El calentamiento de las aguas superficiales en Alamedilla dura alrededor de 50.000 años, teniendo en cuenta la tasa de sedimentación y la escala de tiempo de Berggren y Miller (1988) y Pak y Miller (1992). Después de este intervalo, se producen bastantes oscilaciones en las curvas de los análisis cuantitativos a lo largo de toda la Biozona de *M. velascoensis*, que según las edades estimadas por Pak y Miller (1992) abarcarían más de

200.000 años, y siguen incluso en la parte inferior de la Biozona de *M. subbotinae*.

Sin embargo, debe destacarse que tras el brusco incremento de los géneros de bajas latitudes (90%) en los primeros 1.5 metros después del límite P/E, le sigue un descenso más brusco (Fig. 4), de forma que la media del porcentaje de géneros tropicales-subtropicales en el techo de la Biozona de *Morozovella velascoensis* (57%) es inferior a la media en la Biozona de *Igorina laevigata* (70%). Las variaciones en los análisis cuantitativos de foraminíferos planctónicos, junto con la extinción masiva de foraminíferos bentónicos y los cambios isotópicos, han sido documentados en varios cortes a nivel mundial. Estos cambios evolutivos e isotópicos pueden servir como un excelente nivel de referencia y, por consiguiente, permitir situar en este evento el límite P/E.

El origen de estos cambios en el evento del límite P/E se encuentra en un calentamiento brusco de las aguas marinas profundas, producto de una reorganización temporal de la estructura térmica y la circulación global de los océanos. El nacimiento del Mar Noruego-Groenlandés, hace entre 60 y 58 Ma. pudo afectar a la distribución general de las corrientes marinas durante el Paleoceno superior y Eoceno inferior (Haq, 1981; Berggren y Olsson, 1986). La tectónica global y el régimen de las dorsales centrooceánicas (White y MacKenzie, 1984; Aubry *et al.*, 1988) pudieron provocar también fluctuaciones eustáticas del mar en un corto periodo de tiempo durante el tránsito Paleoceno-Eoceno (Haq *et al.*, 1987). Por otra parte, Rea *et al.* (1990) explican la extinción por un cambio químico y un descenso de nutrientes en las aguas profundas, relacionado con una actividad hidrotermal de los fondos oceánicos (Klinkhammer, 1980; Andrianiazy y Renard, 1984; Olivarez y Owen, 1989; Eldhom y Thomas, 1993).

Esta actividad volcánica pudo incrementar el contenido en CO₂ de la atmósfera y ser la causa de la anoxia, del intervalo de disolución de carbonatos y de una fuerte subida del nivel del mar (Molina *et al.*, 1994). También pudo provocar la reducción del gradiente de temperaturas entre los polos y el ecuador y, por

ESPECIES	MUESTRAS																			
	0,10	0,80	1,50	2,20	3,00	3,80	4,60	5,40	6,20	7,00	8,05	9,05	10,2	10,8	11,15	11,3	11,45	11,75	12,05	12,35
Morozovella acuta	2,0	2,3	3,9	3,7	6,3	4,3	2,5	3,2	2,9	5,3	11,1	1,9	3,3	2,3	8,5	2,9	4,4	3,5	5,0	4,9
Morozovella acutispira	1,6	3,2	2,1	1,1	x	1,1	1,1	x	1,3	1,7	1,3	x	x	0,6	x	1,2	x			
Morozovella aequa	3,3	1,1	0,8	0,3	3,1	3,2	1,9	3,2	2,2	4,4	3,2	5,5	6,4	6,0	3,1	3,5	4,7	2,4	0,9	2,6
Morozovella angulata	0,3	2,9	1,9	0,8	0,3	0,8	2,2	1,3	2,2	x	x									
Morozovella conicotruncana	x	x	0,3	0,5																
Morozovella dolabrata												6,2	3,3	2,6	2,5	1,7	3,2	5,2	x	0,8
Morozovella edgari	0,9	6,4	2,5	2,0	7,2	5,5	4,2	7,1	3,8	1,4	3,8	0,9	1,2	3,3	4,7	0,3	0,9	5,7	3,1	3,4
Morozovella gracilis													1,5	x	2,5	2,3	1,9	3,3	x	4,6
Morozovella lacerti	1,3	0,6	0,8	0,9	2,9	0,3	x	1,6	1,6	1,4	3,2	1,9	3,0	3,0	1,5	4,1	2,5	2,8	0,9	2,6
Morozovella marginodentata													0,9	2,0	4,7	1,4	3,2	0,5	0,9	0,8
Morozovella oclusa	20,8	31,4	22,7	27,3	10,1	22,1	25,2	21,7	22,8	23,4	13,7	25,1	18,9	15,9	6,9	9,1	12,4	10,7	16,7	16,7
Morozovella subbotinae					7,8	5,1	2,2	4,8	3,5	0,9	3,2	5,2	5,2	7,6	8,9	3,5	8,9	6,2	13,5	6,0
Morozovella tholiformis	5,9	2,3	4,7	5,9	6,9	6,1	6,9	6,1	3,5	6,5	8,8	3,9	9,4	8,6	6,6	5,3	7,0	7,1	4,1	6,3
Morozovella velascoensis	9,3	11,6	10,9	10,5	10,1	9,3	8,8	8,4	9,9	5,3	13,7	7,8	7,9	6,0	14,1	23,0	12,7	11,4	10,1	16,7
Igorina albeart	x	1,7	0,3	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Igorina caylensis			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Igorina laevigata	x	0,6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	x
Igorina pusilla	x	1,1	x	x	x	x	0,3													
Acarinina acarinata	0,3	0,6	0,8	1,1	x	0,3	x	1,6	x	x	0,3	0,6	1,5	x	x	0,9	2,2	0,5	1,2	1,7
Acarinina hispidicidaris	x	x	0,3	1,4	1,1	0,9	1,4	0,9	x	1,2	0,3	x	0,3	0,3	0,6	0,3	x	0,2	x	x
Acarinina nitida	x	0,8	0,8	0,6	0,3	1,1	0,8	0,6	0,6	x	0,3									
Acarinina primitiva	4,3	x	1,4	3,7	2,9	1,1	x	2,3	2,2	1,7	3,9	3,3	3,6	2,3	3,1	7,3	11,5	3,1	3,4	1,7
Acarinina pseudotopilensis	1,3	0,6	0,5	0,8	3,8	2,0	x	2,3	0,9	0,3	2,6	0,9	2,7	1,3	0,9	0,3	0,6	1,9	x	0,6
Acarinina strabocella	0,6	1,4	x	1,7	x	x	0,3	x	0,3	0,3	x	0,3	0,6	x	0,9	0,3	0,9	x	x	0,8
Acarinina subsphaerica	x	0,3	0,8	0,3	x	x	0,5	0,9	0,9	0,3	1,0	x								
Acarinina triplex	0,6	x	0,3	1,1	0,8	x	0,3	0,6	1,3	3,5	1,0	0,9	0,6	1,3	0,9	1,2	1,5	0,9	0,9	0,6
Acarinina wilcoxensis	x	x	x	0,5	0,9	0,3	0,8	0,6	0,3	x	1,3	0,6	0,9	1,3	x	x	0,9	0,9	0,3	1,4
Muricoglobigerina aquensis	3,3	1,1	1,4	3,1	2,9	3,5	3,3	1,3	3,2	1,2	x	3,6	0,9	0,9	3,4	x	2,8	3,1	2,5	0,3
Muricoglobigerina angulosa															0,3	x	x	x	0,3	x
Muricoglobigerina chascanona	x	0,8	x	0,3	0,6	x	0,8	x	x	0,3	x	0,3	0,9	x	x	x	x	x	x	0,3
Muricoglobigerina esnehensis								x	x	x	1,0	x	x	x	x	0,3	0,6	0,5	0,9	x
Muricoglobigerina mckannai	x	x	0,3	0,5	x	0,3	x	x	0,6											
Muricoglobigerina soldadoensis	0,3	x	x	0,5	1,7	0,9	x	0,6	1,6	x	1,3	1,6	x	0,9	0,3	x	1,2	0,9	x	1,4
Globorotaloides pseudoimitata	x	0,3	0,3	0,6	0,3	0,6	x	1,3	0,6	x	x	0,3	x	x	1,2	0,6	x	x	x	x
Subbotina eocenica	15,2	2,6	13,1	13,0	14,4	10,2	5,5	8,4	11,9	4,4	7,2	14,3	10,1	19,6	9,7	10,3	7,0	10,7	12,3	6,3
Subbotina finlayi	2,0	0,8	0,5	2,0	2,3	5,8	4,1	3,9	3,2	3,8	3,9	6,2	1,2	2,3	1,5	3,2	1,2	2,6	7,2	4,3
Subbotina hornibrooki	4,9	1,7	3,6	3,4	4,3	3,2	4,7	3,5	2,6	5,0	4,2	1,9	2,1	3,6	2,5	5,3	1,9	4,7	2,8	6,9
Subbotina incisa	0,6	x	x	0,3	0,3	0,9	1,1	0,6	0,6	0,9	0,3	1,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,5	1,2	1,1
Subbotina triangularis	2,6	3,8	2,1	2,8	4,3	2,0	1,6	3,2	4,2	3,2	2,9	0,6	1,2	0,9	2,2	1,2	0,3	2,1	3,1	2,9
Subbotina velascoensis	5,9	5,8	3,1	3,4	2,0	2,9	5,2	2,6	5,1	8,3	1,6	3,2	7,9	4,6	3,4	7,0	2,8	3,1	4,7	1,1
Planorotalites australiformis	x	x	0,3	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	0,3	x
Planorotalites capdevilensis		0,8	0,8	0,3	0,3	x	1,2	0,3	4,2	0,3	x	x	x	0,3	x	x	x	0,3	x	x
Planorotalites elongata	0,6	1,7	3,3	0,3	x	x	3,6	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	0,8	0,3	x
Planorotalites planoconica	x	1,7	0,6	x	x	x	0,3	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Planorotalites pseudomenardii	3,6	2,9	12,0	3,6	x	4,1	5,8	2,9	4,2											
Planorotalites troelseni	0,6	x	0,3	0,3	x	x	x	x	0,9	x	x	x	x	0,3	0,3	x	x	0,8		
Globanomalina haunsbergensis	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x								
Globanomalina ovalis	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	0,6	0,3	x	0,9	x	x	x	0,3	x
Chiloguembelina crinita	x	0,8	0,5	0,3	x	x	0,8	0,6	0,6	x	0,3	x	0,6	x	0,6	0,6	x	0,3	0,3	0,3
Chiloguembelina circumlabiata																				
Chiloguembelina midyavensis	x	2,0	0,3	x	0,6	x	0,5	0,9	0,9	0,6	0,6	x	0,3	x	0,3	x	x	0,3	x	0,3
Chiloguembelina multicaralis																				
Chiloguembelina parallela	x	0,3	x	x	x	x	x	x	0,3	0,3	x	x	x	x	0,6	x	0,3	0,3	x	0,3
Chiloguembelina subcylindrica															0,3	0,6	x	x	x	x
Chiloguembelina trinitatensis								x	0,3	x	x	x	x	x	x	0,6	x	x	x	x
Chiloguembelina wilcoxensis	x	0,8	x	x	0,3	x	x	x	0,3	x	0,3	x	0,3	0,6	0,6	x	x	1,2	0,3	0,3
Zenauvigerina teuria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 1.- Porcentajes de foraminíferos planctónicos en la fracción mayor de 106 μm de la muestra 0,10 a la 12,35

ESPECIES	MUESTRAS																			
	12,65	12,95	13,1	13,3	13,45	13,5	13,7	13,95	14,25	14,55	14,7	14,8	14,9	15,05	15,35	15,7	16,05	16,4	16,65	
Morozovella acuta	5,3	1,2	2,5	3,0	4,2			7,8	3,6	7,8	0,6	3,4	8,1	3,1	1,0	1,9	2,9	1,0	0,6	
Morozovella aequa	3,4	2,9	2,5	3,0	1,8			0,7	0,6	0,6	4,2	6,1	5,0	2,8	1,9	1,9	0,6	0,6	3,4	
Morozovella dolabrata	3,4	2,9	1,9	2,2	0,6			x	x	0,6	0,6	3,1	5,3	4,8	7,5	6,1	3,6	4,2	4,0	
Morozovella edgari	2,8	8,2	5,3	2,7	6,1			0,3	8,3	4,9	3,9	5,8	1,9	2,6	1,0	2,2	1,6	1,0	2,2	
Morozovella gracilis	1,5	1,2	1,1	2,7	1,8			2,1	12,6	8,6	3,3	4,8	1,2	2,6	1,3	1,6	0,3	0,3	2,5	
Morozovella lacerti	0,9	0,6	2,2	4,4	1,5			0,7	2,3	1,6	0,3	2,7	1,9	4,3	1,3	2,2	1,9	1,6	2,8	
Morozovella marginodentata	x	0,6	1,9	1,3	4,2			0,3	0,3	1,6	0,6	5,4	3,1	0,8	1,0	x	0,3	2,3	16,5	
Morozovella ocellata	18,5	11,5	18,1	13,3	14,3			1,0	0,6	3,9	0,6	2,4	3,1	8,3	10,5	14,9	9,7	18,2	4,5	
Morozovella subbotinae	10,6	4,4	7,8	5,2	11,6			0,3	4,0	5,8	6,0	7,8	11,9	8,3	4,9	5,2	4,2	2,6	7,1	
Morozovella tholiformis	4,4	5,9	6,7	5,2	6,4			1,4	2,3	1,3	1,8	1,3	4,7	2,6	1,0	4,9	2,3	4,6	6,2	
Morozovella velascoensis	8,4	10,0	10,3	16,1	14,9			8,5	14,6	13,6	1,8	6,1	20,4	14,0	7,2	5,2	10,7	6,6	1,8	
Igorina albeardi	x	x	x	x	x			x	x	0,3	x	x								
Igorina caylensis	x	x	x	x	0,3			x	x	0,3	1,2	x	x	0,3	x	x	x	x	0,6	
Igorina laevigata	x	x	x	x	0,3															
Acarinina acarinata	1,9	2,4	0,3	x	1,2			3,9	4,3	1,6	11,5	5,4	4,7	3,1	1,9	x	0,6	1,2	0,6	
Acarinina africana								3,9	0,6	0,3	0,6	1,0	0,9							
Acarinina berggreni								1,0	0,6	0,3	2,4	0,9	0,6	0,6	0,3	x	x	x	0,9	
Acarinina hispida	x	0,3	0,6	0,5	1,5															
Acarinina quetia								16,8	25,9	6,1	0,9	6,1	0,6	x	x	x	x	0,3	0,3	
Acarinina sibayaensis								0,7	0,9	3,9	7,5	7,8	8,1	4,8	1,9	2,9	1,2	2,0	7,4	
Acarinina primitiva	3,2	2,3	2,2	5,2	4,2			0,7	0,9	3,9	7,5	7,8	8,1	4,8	1,9	2,9	1,2	2,0	7,4	
Acarinina pseudotopilensis	0,9	0,3	x	2,5	0,3			27,2	8,9	7,5	13,9	1,7	1,2	0,6	x	1,9	0,6	x	0,9	
Acarinina strabocella	0,6	0,3	x	0,8	x			6,7	2,3	11,4	1,8	3,1	1,9	1,1	0,3	0,6	0,9	1,6	0,9	
Acarinina triplex	1,5	0,9	0,8	0,5	0,9			2,1	0,9	0,6	8,4	2,4	0,6	0,3	0,3	0,3	2,9	0,3	0,6	
Acarinina wilcoxensis	0,9	0,3	1,4	0,5	0,9			5,6	1,2	4,6	9,6	7,8	2,5	0,8	x	0,9	x	0,6	0,3	
Muricoglobigerina aquilensis	0,6	0,9	0,5	1,3	2,4			x	0,3	x	1,2	0,3	x	2,3	5,5	3,5	2,6	5,3	4,0	
Muricoglobigerina angulosa	x	x	x	1,1	0,6			x	x	x	0,3	1,3	x	0,3	x	x	x	x	1,2	
Muricoglobigerina chascanona	0,3	x	x	x	x			x	x	x	x	0,3	x	x	x	0,3	x	x	0,6	
Muricoglobigerina esnebensis	x	0,9	0,5	x	x			x	x	1,0	0,6	6,5	0,9	0,8	x	1,9	0,9	1,0	1,5	
Muricoglobigerina soldadoensis	0,6	0,6	0,8	x	1,8			0,7	0,3	0,6	6,7	2,7	0,9	2,0	1,3	0,6	1,3	1,0	1,5	
Globorotaloides pseudomilitata	0,3	1,4	x	0,3	0,3			2,0	x	1,6	2,4	x	0,6	0,8	1,6	1,3	0,6	0,6	x	
Subbotina eocaenica	9,7	14,4	12,0	5,2	5,2			2,8	2,6	2,3	1,8	1,3	5,3	6,3	17,7	17,2	24,8	14,9	9,3	
Subbotina finlayi	4,4	3,5	3,6	3,0	2,1			1,0	0,6	0,3	5,1	0,3	1,2	2,8	8,8	4,5	3,9	3,3	2,8	
Subbotina hornibrooki	3,2	5,0	3,0	6,5	2,7			0,3	0,3	0,9	0,9	x	0,6	1,4	3,6	4,8	4,2	3,3	2,8	
Subbotina lucina	0,6	2,3	1,4	1,3	1,2			x	x	0,6	x	0,3	x	3,4	1,6	1,6	1,9	1,0	0,6	
Subbotina pseudoeocaenica														1,2	1,7	1,6	1,5	2,6	1,2	
Subbotina triangularis	4,7	2,0	3,3	2,7	2,7			0,7	x	1,3	x	0,6	0,9	4,0	3,2	4,2	5,5	4,9	1,2	
Subbotina velascoensis	1,5	6,2	6,7	4,6	3,0			1,0	x	x	0,6	0,3	0,3	2,6	3,6	1,5	1,2	1,0	1,2	
Planorotalites australiformis	x	0,3	x	x	x			3,5	x	x	x	x	x	x	0,9	x	x	x	x	
Planorotalites capdevicensis	x	x	x	x	x			x	x	0,3	x	x	x	0,8	x	x	0,3	1,6	x	
Planorotalites elongata	x	0,3	x	x	x			x	x	1,0	x	x	x	x	x	x	x	0,3	x	
Planorotalites planaconica	0,3	0,3	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	0,3	0,6	0,3	0,3	x	
Globatoma ovalis	0,9	0,9	x	0,6	0,3			0,3	x	x	0,6	x	0,9	2,6	0,3	2,1	1,5	2,6	x	
Pseudohastigerina wilcoxensis																			x	
Chiloguembelina crinita	0,9	x	0,5	x	x			x	x	x	x	x	0,3	1,1	0,3	0,3	1,3	1,6	1,2	
Chiloguembelina circumlabiata	1,5	x	x	1,1	x			x	x	x	x	x	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	4,6	0,3	
Chiloguembelina midyawensis	x	0,3	x	0,3	x			x	x	0,6	x	x	0,6	0,6	x	x	x	x	0,9	
Chiloguembelina multicaralis	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	
Chiloguembelina parallela	x	0,6	0,3	0,3	x			x	x	x	x	x	x	0,3	1,3	x	0,6	x	x	
Chiloguembelina subcylindrica	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	0,3	x	0,3	x	0,6	x	
Chiloguembelina subtriangularis																		x	x	
Chiloguembelina trinitatensis	0,3	0,9	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Chiloguembelina wilcoxensis	0,3	x	0,3	0,3	0,3			x	x	x	x	x	x	0,8	0,3	0,9	0,3	0,6	0,9	
Zeauvigerina teuria	0,3	0,3	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	x	

Tabla 2.- Porcentajes de foraminíferos planctónicos en la fracción mayor de 106 µm de la muestra 12,65 a la 16,65

ESPECIES	MUESTRAS																			
	16,9	17,25	17,55	17,85	18,15	18,6	19,55	20,25	21,3	22,6	23,6	24,5	25,6	26,8	27,4	28,5	29,5	31,0	32,5	
Morozovella acuta	x	x	1,0	1,5	0,6	2,8														
Morozovella aequa	1,6	2,3	2,0	2,2	2,6	5,4	2,2	3,2	0,6	4,1	1,9	4,6	2,2	3,8	0,6	0,6	1,3	x 1,9	1,2 x	
Morozovella crater																				
Morozovella dolabrata	6,7	0,3	0,6	x	0,9	0,8	x	x	2,3	7,5	3,9	5,2	16,3	10,7	2,1	5,5	10,2	5,1	6,0	
Morozovella edgari	1,6	2,0	2,3	1,9	2,9	2,0	2,6	1,9	3,3	2,2	0,6									
Morozovella formosa															13,1	3,4	1,6	5,1	2,4	
Morozovella gracilis	0,6	3,5	3,3	2,4	1,6	2,0	0,3	1,9	1,6	2,5	2,3	12,3	9,9	7,9	14,5	9,9	1,0	12,3	4,5	
Morozovella lacerti	x	2,3	1,6	0,6	1,6	3,9	1,9	1,0	2,6	2,8	x	2,7	2,5	1,2						
Morozovella lensiformis	1,2	2,6	3,3	3,1	1,9	2,0	4,5	2,6	2,9	7,2	11,8	9,2	13,7	15,1	7,4	7,4	10,5	4,0	1,8	
Morozovella marginodentata	3,8	6,1	5,6	0,6	1,3	2,0	4,2	10,0	1,9	7,2	1,3	7,7	6,7	3,8	4,9	9,6	x	4,5	9,3	
Morozovella oclusa	1,0	1,1	2,0	9,7	11,9	9,1	1,3	0,3												
Morozovella subbotinae	2,9	2,9	5,3	9,1	8,7	7,1	6,5	7,5	2,3	10,0	5,6	7,7	8,0	6,3	2,4	4,6	2,3	4,5	6,6	
Morozovella tholiformis	3,2	3,7	1,0	5,0	3,2	6,5	3,2	3,9	2,9	2,8	0,6	2,4								
Morozovella velascoensis	1,3	x	x	4,4	8,7	10,2	0,3													
Igorina broedermanni									0,6	x	0,6	0,9	x	0,3	x	x	x	0,3	x	
Igorina caylensis	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	1,9	x	x	x	0,8	0,6	
Acarinina acarinata	0,9	1,1	x	4,1	2,2	2,0	3,6	0,3	2,9	1,9	1,9	4,6	2,2	0,6	1,7	0,3	0,3	5,3	1,5	
Acarinina berggreni	4,6	1,4	1,0	0,3	0,6	x	1,9	0,3	0,6	0,6	1,0	0,3	0,6	1,9	2,1	1,5	1,3	1,0	0,9	
Acarinina quetra	2,3	0,8	x	x	0,3	x	0,3	x	x	x	x	0,3	0,6	2,5	7,0	1,8	1,3	3,7	3,0	
Acarinina sibaliensis	0,3	x	x	x	x	x	0,3	x	x	0,9	0,3	x	x	x	x	x	0,3	x	x	
Acarinina primitiva	5,5	5,2	9,5	5,7	3,6	0,8	9,4	11,7	4,2	3,1	2,6	5,5	4,8	1,2	0,3	6,2	7,2	5,6	5,1	
Acarinina pseudotopilensis	1,3	0,8	x	1,5	1,6	1,4	0,3	3,2	4,9	1,9	0,6	0,6	0,6	3,1	1,7	3,4	4,2	5,9	3,3	
Acarinina strabocella	1,0	0,8	1,0	1,9	1,3	0,5	1,3	1,6	3,9	0,6	1,0	0,6	0,6	2,8	2,8	3,7	0,6	5,3	3,0	
Acarinina triplex	3,2	6,7	1,4	0,6	0,9	0,8	0,6	1,0	1,6	1,5	1,3	0,9	0,6	1,2	1,7	3,4	2,3	0,3	1,2	
Acarinina wilcoxensis	1,0	1,4	1,3	0,6	x	x	0,3	0,3	1,0	2,2	0,2	2,8	0,6	1,6	3,5	5,5	0,3	0,8	4,2	
Muricoglobigerina aquiensis	5,6	4,0	6,3	3,2	0,3	0,8	8,7	6,2	5,9	4,1	3,6	2,4	1,6	2,8	3,9	4,3	3,3	2,1	1,2	
Muricoglobigerina angulosa	x	x	0,3	x	0,3	x	0,3	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	0,3	0,6	
Muricoglobigerina chascantona	0,3	0,8	0,3	x	x	0,8	x	x	0,6	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3	x	0,3	1,0	1,3	0,3	
Muricoglobigerina eschensis	x	0,3	1,3	0,6	2,2	0,5	0,6	x	1,3	1,2	0,3	0,3	x	x	2,1	0,9	x	0,8	2,1	
Muricoglobigerina senni									5,9	5,2	1,5	7,6	6,9	13,0	9,6	8,5	3,2	4,8		
Muricoglobigerina soldadoensis	1,6	2,3	1,6	1,2	2,2	0,5	6,9	4,5	3,9	0,9	x	2,4	0,6	2,5	3,5	4,0	x	2,9	1,8	
Globorotaloides pseudomitata	x	0,3	0,3	0,9	0,3	x	0,9	x	x	0,6	0,3	x	x	x	x	x	2,6	2,1	0,9	
Subbotina eocaenica	20,0	13,8	22,7	12,2	16,2	9,3	18,2	18,7	22,7	5,6	19,1	6,5	5,4	5,0	3,1	0,6	17,7	5,9	12,0	
Subbotina finlayi	9,2	7,2	2,3	2,8	5,8	4,8	2,6	7,2	4,6	5,0	6,5	6,8	1,9	0,9	4,6	4,6	6,2	3,2	3,3	
Subbotina hornibrooki	3,2	6,4	5,6	3,8	2,9	4,8	3,2	3,9	6,5	3,4	11,8	4,9	3,8	2,5	2,8	0,3	7,2	2,7	3,3	
Subbotina incisa	2,6	1,7	1,0	2,5	0,6	3,1	0,9	1,0	x	1,5	4,2	0,6	1,2	0,9	x	x	2,9	1,0	3,6	
Subbotina pseudoeocaenica	2,6	2,9	2,3	3,1	3,2	2,3	5,2	1,9	1,3	3,1	3,3	2,4	3,2	3,8	x	0,3	1,9	2,1	5,7	
Subbotina triangularis	2,6	8,4	4,3	6,0	6,1	4,8	4,2	1,9	1,6	1,2	1,0	0,3								
Subbotina velascoensis	1,6	1,7																		
Planorotalites australiformis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Planorotalites capdevilensis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Planorotalites elongata	x	x	x	1,3	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	0,3	x	
Planorotalites planoconica	x	x	x	0,6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Planorotalites pseudoscutula															x	x	x	x	x	
Globanomalina ovalis	x	0,6	x	1,2	0,6	0,3	0,3	0,6	1,9	0,3	x	x	x	x	x	x	0,6	0,3	1,2	
Pseudohastigerina wilcoxensis	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	1,4	0,3	1,0	0,6	0,6	x	x	x	0,6	x	x	0,3	0,8	1,2	
Chiloguembelina crinita	2,3	0,6	1,6	1,2	x	0,3	1,3	1,9	2,6	0,3	2,6	x	0,3	1,6	x	x	0,6	0,5	0,6	
Chiloguembelina circumlabiata	1,9	0,8	0,6	1,5	x	0,3	2,6	2,9	0,6	1,5	x	0,9	1,2	0,3	0,3	x	x	0,3	x	
Chiloguembelina midyawensis	x	1,4	x	0,6	x	x	0,6	0,6	2,6	0,3	0,3	x	0,3	1,2	x	x	0,6	0,3	1,2	
Chiloguembelina multiceratilis	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Chiloguembelina parallela	x	x	0,6	0,3	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Chiloguembelina subcylindrica	x	x	x	x	x	x	0,6	x	x	x	0,3	x	0,3	0,3	x	x	x	x	0,3	
Chiloguembelina subtriangularis	x	0,3	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	x	
Chiloguembelina trinitatensis	0,3	0,3	x	0,3	0,3	x	0,3	0,3	0,6	0,3	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	
Chiloguembelina wilcoxensis	0,6	1,4	x	0,3	x	0,5	2,6	x	1,0	1,2	1,3	x	x	0,6	x	0,3	0,6	0,3	0,6	
Zenuvigerina teuria	0,6	x	x	0,3	x	x	x	x	x	x	x	x	0,3	x	x	x	x	0,3	0,3	

Tabla 3.- Porcentajes de foraminíferos planctónicos en la fracción mayor de 106 µm de la muestra 16,9 a la 32,5

consiguiente, el aumento del porcentaje de géneros de bajas latitudes. Todos estos efectos han sido detectados en Alamedilla, Zumaya, Caravaca y en otros cortes y sondeos (Boersma y Premoli Silva, 1989; Stott y Kennet, 1990; Canudo y Molina, 1992b, 93; Lu y Keller, 1993; Molina *et al.*, 1994; Canudo *et al.*, 1995; Pardo *et al.*, 1994; Arenillas y Molina, 1995).

Por otro lado, Kennet y Stott (1990, 1991) indican que la reorganización de la circulación marina consistió en una eliminación temporal del flujo de agua profunda procedente del Océano Antártico y su sustitución por un flujo de aguas cálidas y salinas de bajas latitudes procedentes del Tethys. El corte de Alamedilla, como el de Caravaca, se encuentra situado cerca del punto teórico del Tethys de donde supuestamente partió el flujo de agua cálida y salina. La diferente amplitud del nivel de disolución encontrado en ambos cortes, puede ser debido a diferencias batimétricas o locales.

CONCLUSIONES

La extinción masiva de foraminíferos bentónicos y la brusca disminución de ^{13}C encontrado a nivel mundial, sirve como un excelente nivel de referencia a nivel global para situar el límite P/E. Con el objetivo de situar en detalle el límite P/E, dentro de una bioestratigrafía de alta resolución con foraminíferos planctónicos, se ha propuesto la división de la Biozona de *Morozovella velascoensis* definida por Bolli (1957) en dos biozonas. Para ello se ha utilizado la U.A. de *Igorina laevigata*, que coincide con el límite P/E en Zumaya, Caravaca y Alamedilla. En consecuencia, el límite P/E estaría situado en el límite de dos biozonas: Biozona de *Igorina laevigata* y Biozona de *Morozovella velascoensis*.

El corte de Alamedilla, al igual que el de Zumaya, tiene una sedimentación continua en todo el tránsito entre el Paleoceno y Eoceno, aunque una tasa de sedimentación un tercio inferior. Se ha encontrado un nivel de disolución por encima del límite P/E, de sólo 25 cm de espesor. Los análisis cuantitativos de Alamedilla confirman que toda la columna de agua fue afectada por el evento del límite. El calentamiento de las aguas en Alamedilla se manifiesta por un fuerte incremento de las especies propias de bajas latitudes (*Morozovella*, *Acarinina*) y una disminución de las especies propias de altas latitudes (*Subbotina*). Después de este cambio significativo, se producen oscilaciones menores de las frecuencias relativas a lo largo de toda la Biozona de *Morozovella velascoensis* y parte de la Biozona de *Morozovella subbotinae*.

AGRADECIMIENTOS

I.A. disfruta de una beca de la Diputación General de Aragón (nº ref. BCB3692). Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto PB94-0566 de la DGICYT.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

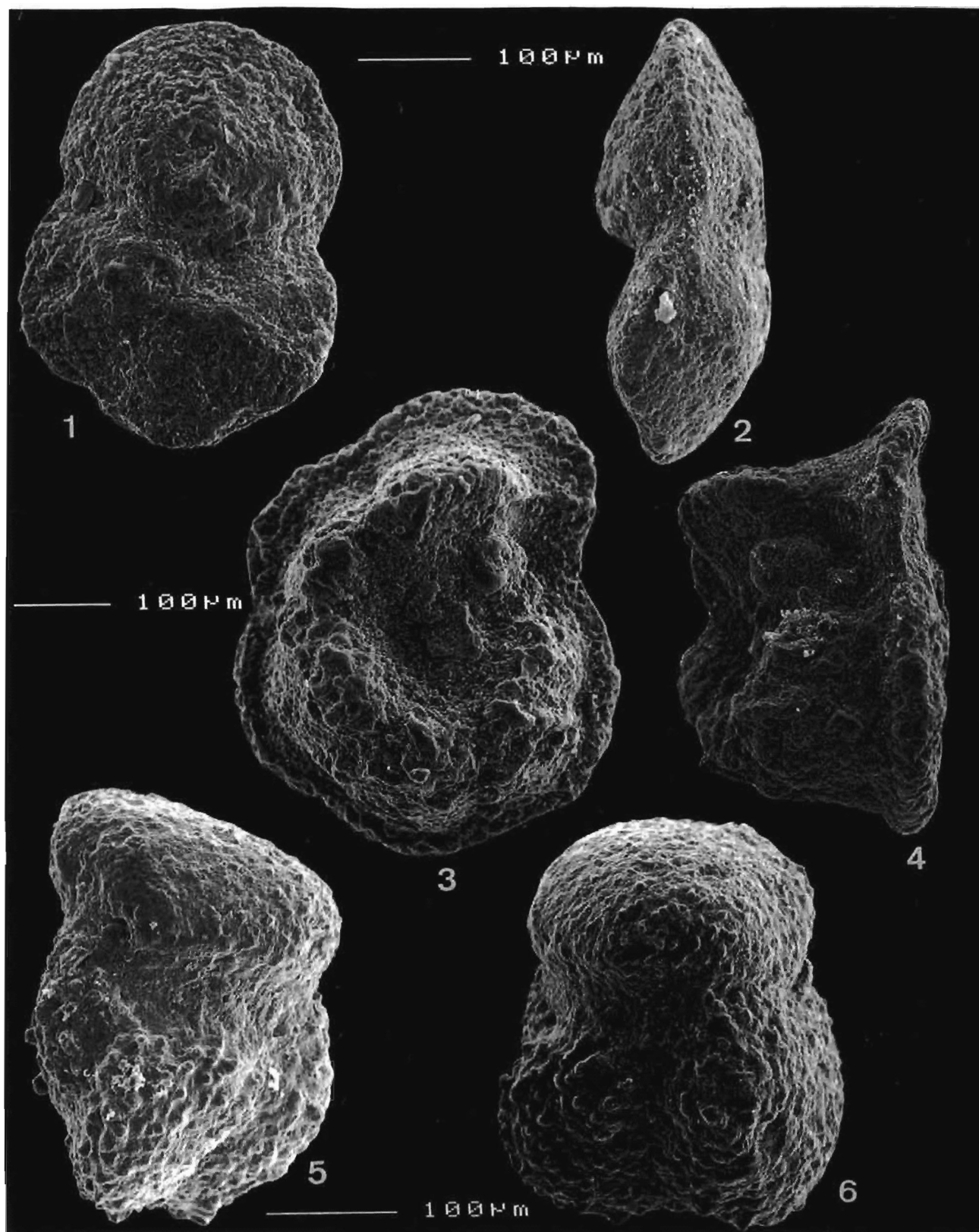
- AANDRIANAZY, A., RENARD, M.
1984 *Trace element contents of carbonates from holes 549 and 550B (Leg 80). Comparison with some Tethyan and Atlantic sites.* Init Rep. DSDP., vol. 80, pp. 1055-1071
- ARENILLAS, I., MOLINA, E.
1995 *Análisis cuantitativos de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno en Zumaya: implicaciones paleoambientales y eventos paleoceanográficos.* Geogaceta, vol. 17, pp. 24-27.

LAMINA 1

Fig. 1 y 2.- *Planorotalites pseudomenardii* (Bolli). Lados umbilical y axial. Muestra ALA-0,15. Biozona de *P. pseudomenardii*.

Fig. 3 y 4.- *Morozovella velascoensis* (Cushman). Lados umbilical y axial. Muestra ALA-11,15. Biozona de *I. laevigata*.

Fig. 5 y 6.- *Acarinina berggreni* (El Naggar). Lados axial y umbilical. Muestra ALA-16,65 Biozona de *M. velascoensis*.



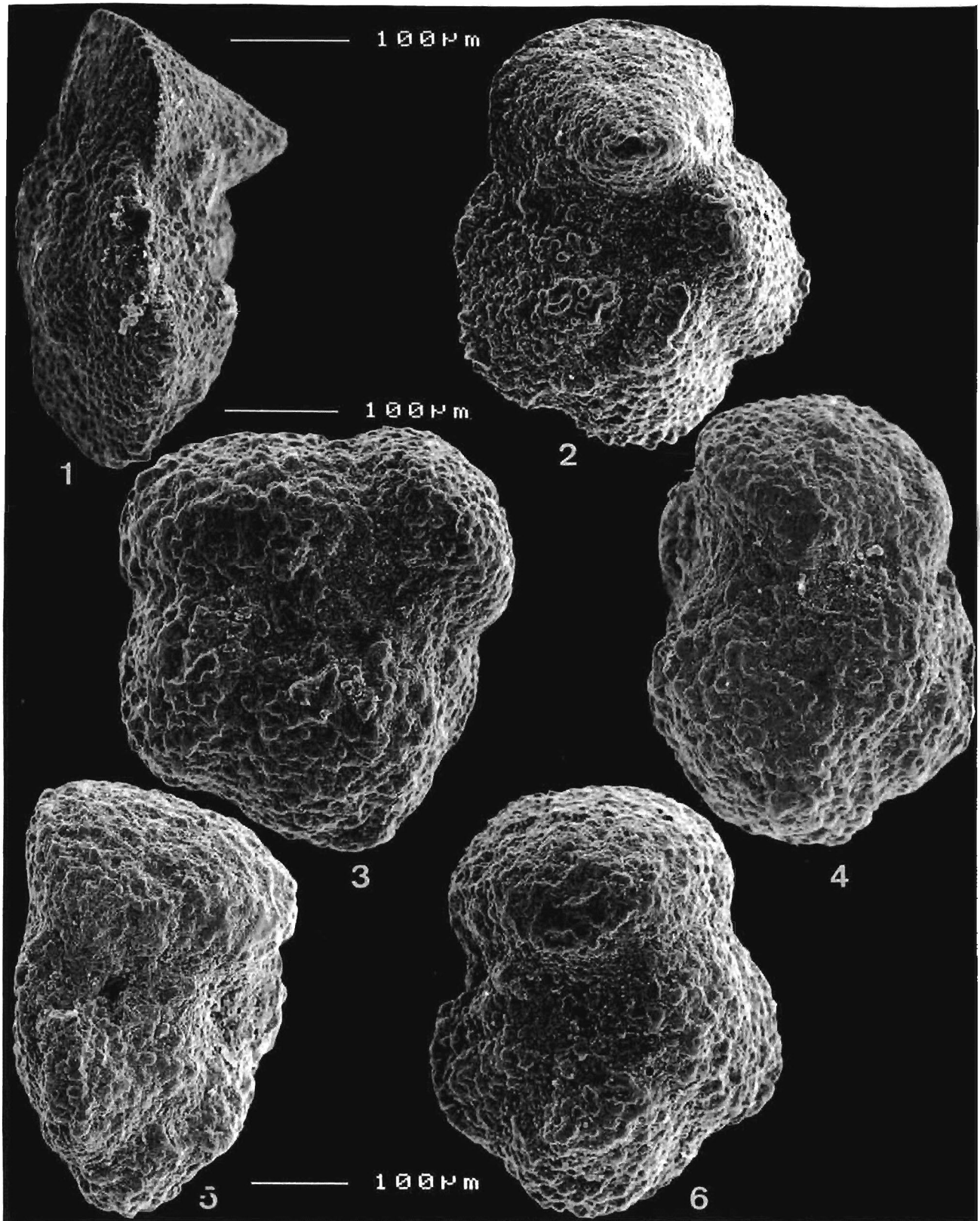
- AUBRY, M.P., BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.J., KLITGORD, K.D., OBRADOVICH, J.D., PROTHERO, R.
1988 *Paleogene geochronology: an integrated approach*. Paleoceneography, vol. 3, pp. 707-742
- BARRERA, E., HUBER, B.T.
1991 *Paleogene and early Neogene oceanography of the Southern Indian Ocean: Leg 119 foraminifer stable isotope results*. Proc. O.D.P., Sci. Results, vol. 83, pp. 1-28
- BECKMANN, J.P., EL-HEINY, I., Kerdany, M.T., SAID, R., VIOTTI, C.
1969 *Standard planktonic zones in Egypt*. Proc. First Int. Conf. Plank. Microf., Geneve, vol. 1, pp. 92-103
- BERGGREN, W.A.
1969 *Rates of evolution in some Cenozoic planktonic foraminifera*. Micropaleontology, vol. 15, No. 3, pp. 351-365
- 1994 *In defense of the Selandian Age/Stage*. G.F.F., Geol., Före. Stock. Förh., vol. 116, part. 1, pp. 44-46
- BERGGREN, W.A., OLSSON, R.K., REYMENT, R.A.
1967 *Origin and development of the foraminiferal genus Pseudohastigerina Banner and Blow, 1959*. Micropaleontology, vol. 13, pp. 265-288
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.I.
1985 *Paleogene geochronology and chronostratigraphy*. In: *The Chronology of the Geological Record*. Ed. by Snelling, N.J., Mem. Geol. Soc. London vol. 10, pp. 141-195
- BERGGREN, W.A., MILLER, K.G.
1988 *Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology*. Micropaleontology, vol. 34, No. 4, pp. 362-380.
- 1989 *Cenozoic bathyal and abyssal calcareous benthic foraminiferal zonation*. Micropaleontology vol. 35, pp. 308-320
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., SWISCHER, C.C., III, MILLER, K.G.
en prensa. *A revised Paleogene geochronology and chronostratigraphy*. In Berggren, W.A., Kent, D.V. and Henderbol, J. eds. Soc. Econ. Geol. Paleontol., Spec. Public.
- BLOW, W.H.
1979 *The Cainozoic Globigerinida*. Ed. E.J. Brill, Leiden, pp. 1-1413.
- BOERSMA, A., PERLMOLI SILVA, I.
1983 *Paleocene planktonic foraminiferal biogeography and paleoceanography of the Atlantic Ocean*. Micropaleontology, vol. 29, No. 4, pp. 355-381
- 1989 *Atlantic Paleogene biserial heterohelilicid foraminifera and oxygen minima*. Paleoceneography, vol. 4, pp. 271-286.
- 1991 *Distribution of Paleogene planktonic foraminifera-analogies with the Recent?*. Palaeo., Palaeo., vol. 83, pp. 29-48
- BOLVTOVSKOY, E., BOLVTOVSKOY, D.
1989 *Paleocene-Pleistocene benthic foraminiferal evidence of major paleoceanographic events in the eastern South Atlantic (DSDP Site 525, Walvis Ridge)*. Mar. Micropaleontology, vol. 14, pp. 283-316
- BOLLI, H.M.
1957 *The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene-Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad*. B.W.I. U.S. Nat. Mus. Bull., vol. 215, pp. 155-172
- CANUDO, J.I., MOLINA, E.
1992a *Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos del Paleógeno del Pirineo*. Neues Jb. Geol. Paläont. Abh., vol. 186, No 2, pp. 97-135
- 1992b *Planktic foraminiferal faunal turnover and bio-chronostratigraphy of the Paleocene-Eocene boundary at Zumaya, Northern Spain*. Rev. Soc. Geol. España, vol. 5, No. 1-2, pp. 273-276.
- 1993 *Implicaciones paleoceanográficas de las variaciones de los foraminíferos planctónicos y del isótopo ¹³C en el límite Paleoceno-Eoceno en Zumaya y Caravaca*. IX Jorn. Paleont., pp. 43-48.
- CANUDO, J.I., KELLER, G., MOLINA, E., ORTIZ, N.
1995 *Planktic foraminiferal turnover and ¹³C isotopes across the Paleocene-Eocene transition at Caravaca and Zumaya, Spain*. Palaeo., Palaeo., Palaeo., vol. 114, pp. 75-100.
- ELDHOM, O., THOMAS, E.
1993 *Environmental impact of volcanic margin formation*. Earth Planet. Sci. Letters, vol. 117, pp. 319-329
- EL NAGGAR, Z.R.
1966 *Stratigraphy and planktonic foraminifera of the Upper Cretaceous-Lower Tertiary succession in the Esna-Igfú region, Nile Valley, Egypt*. U.A.R. British Mus. (Nat. Hist.), Bull., London, Geol. Suppl., No. 2.

LAMINA 2

Fig. 1 y 2.- *Morozovella gracilis* (Bolli). Lados axial y umbilical. Muestra ALA-11,15. Biozona de *I. laevigata*.

Fig. 3 y 4.- *Morozovella soldadoensis* (Brönniman). Lados umbilical y axial. Muestra ALA-18,15. Biozona de *M. velascoensis*.

Fig. 5 y 6.- *Acarinina wilcoxensis* (Cushman y Ponton). Lados axial y umbilical. Muestra ALA-16,65. Biozona de *P. pseudomenardii*.



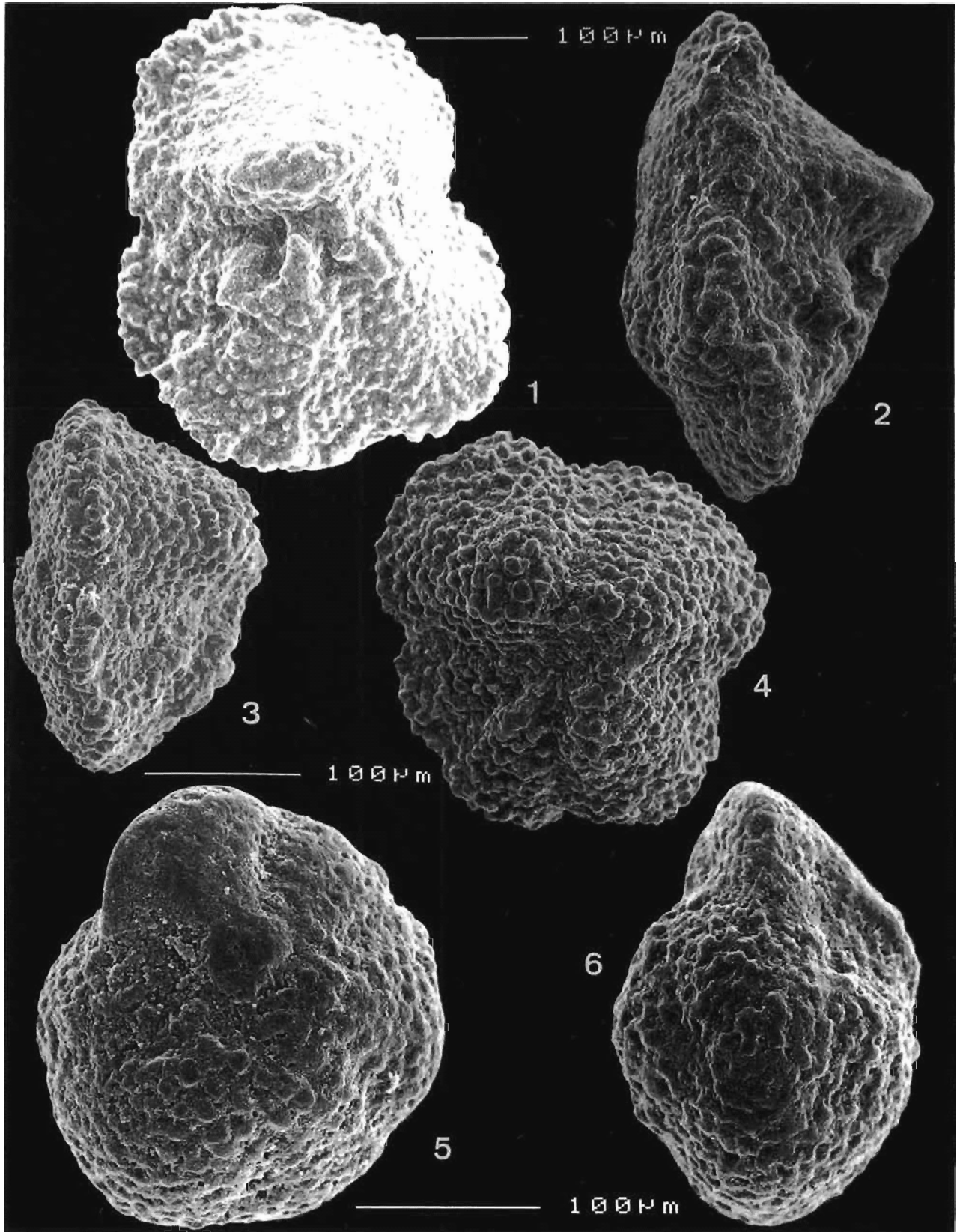
- HAQ, B.U.
1981 *Paleogene paleoceanography: Early Cenozoic oceans revisited*. Oceanologica acta, nºspec., pp. 71-82
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J., VAIL, P.R.
1987 *The new chronostratigraphy basis of Cenozoic and Mesozoic sea level cycles*. In: *Timing and depositional history of eustatic sequences: constraint on seismic stratigraphy*. Cushman Found. Foram. Research, Spec. Publ., vol. 24, pp. 7-15
- HOTTINGER, L., SCHAUB, H.
1960 *Zur Strufeneinteilung des Paleocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien und Biatritzien*. Eclog. geol. Helvet., vol. 53, pp. 453-479
- HOVAN, S.A., REA, K.A.
1992 *Paleocene/Eocene boundary changes in atmospheric and oceanic circulation: A Southern Hemisphere record*. Geology, vol. 20, pp. 15-18
- KAIHO, K.
1991 *Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep-sea warming and paleoceanographic changes in Antarctica*. Palaeo., Palaeo. Palaeo., vol. 83, pp. 65-86
- KAIHO, K., MORGANS, H.E.G., OKADA, H.
1993 *Faunal turnover of intermediate-water benthic foraminifera during the Paleogene in New Zealand*. Mar. Micropaleontology, vol. 23, pp. 51-86
- KATZ, M.E., MILLER, K.G.
1991 *Early Paleogene benthic foraminiferal assemblages and stable isotopes in the Southern Ocean*. Proc. O.D.P., Sci. Results., vol. 114, pp. 481-512
- KENETT, J.P., STOTT, L.D.
1990 *Proteus and Proto-Oceanus: ancestral Paleogene oceans as revealed from Antarctic stable isotopic results*. Proc. O.D.P., Sci. Results, vol. 113, pp. 865-880
- 1991 *Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene*. Nature, vol. 353, pp. 225-229
- KLINHAMMER, G.P.
1980 *Observations of the distribution of manganese over East Pacific Rise*. Chem. Geol., vol. 29, pp. 211-226
- LINARES, D., MARTÍNEZ-GALLEGO, J.
1971 *Observaciones sobre el tránsito Cretáceo-Paleógeno en el sector de Alamedilla (Provincia de Granada)*. Cuad. Geol., vol. 2, No. 3, pp. 137-146
- LU, G., KELLER, G.
1993 *The Paleocene-Eocene transition in the Antarctic Indian Ocean: Inference from planktic foraminifera*. Mar. Micropaleontology, vol. 21, pp. 101-142.
- LUTERBACHER, H., PREMOLI SILVA, I.
1964 *Biostratigrafía del límite Cretáceo-Terciario nell'Apennino Centrale*. Riv. Ital. Paleont. Strat., vol. 70, No. 1, pp. 67-128
- MARTÍNEZ-GALLEGO, J.
1972 *Bioestratigrafía de la zona de Globorotalia pseudomenardii (base del Paleoceno superior) en el sector de Alamedilla (Provincia de Granada)*. Rev. Esp. Micropal., NºExt, pp. 131-141
- 1977 *Estudio micropaleontológico del Nunmulítico de un sector comprendido entre Moreda-Piñar-Pedro Martínez (zona subbética)*. Tesis doctoral, Univ. Granada. vol 1., 241 pp., vol 2, pp. 265
- MARTINI, E.
1971 *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. Proc. Second Inter. Conf. Plankt. Microfossils, Roma. Tecnoscienza, vol. 2, pp. 739-785
- MILLER, K.G., JANECEK, T.R., KALTZ, M.E., KEIL, D.J.
1987 *Abyssal circulation and benthic foraminiferal changes near the Paleocene/Eocene boundary*. Paleoceanography, vol. 2, No.6, pp. 741-761
- MOLINA, E.
1994 *Paleocene sections in Spain: chronostratigraphical problems and possibilities*. G.F.F. Geol. Före. Stock. Förh., vol. 116, part.1, pp.58-60
- MOLINA, E., CANUDO, J.I., GUERNET, C., McDUGALL, K., ORTIZ, N., PASCUAL, J.O., PARES, J.M., SAMSO, J.M., SERRAKIEL, J., TOSQUELLA, J.
1992 *The Stratotypic Ilerdian revisited: Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary*. Rev. Micropaléontologie, vol. 35, No. 2, pp. 143-156

LAMINA 3

Fig. 1 y 2.- *Morozovella subbotinae* (Morozova). Lados umbilical y axial. Muestra ALA-18,15. Biozona de *M. velascoensis*.

Fig. 3 y 4.- *Morozovella edgari* (Premoli Silva y Bolli). Lados axial y umbilical. Muestra ALA-11,15. Biozona de *I. laevigata*.

Fig. 5 y 6.- *Igorina laevigata* (Bolli). Lados umbilical y axial. Muestra ALA-0,80. Biozona de *P. pseudomenardii*.



- MOLINA, E., CANUDO, J.I., MARTÍNEZ-RUIZ, F., ORTIZ, N.
1994 *Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, southern Spain*. *Eclogae geol. Helv.* vol. 87, No. 1, pp. 47-61
- NOMURA, R.
1992 *Paleocenography of upper Mastrichtian to Eocene benthic foraminiferal assemblages at ODP Sites 752, 753 and 754, Eastern Indian Ocean*. *Proc. O.D.P., Sci. Results*, vol. 121, pp. 3-29
- OLIVAREZ, A.M., OWEN, R.M.
1989 *Plate tectonic reorganizations: Implications regarding the formation of hydrothermal ore deposits*. *Marine Mining*, vol. 14, pp. 123-138
- ORTIZ, N.
1994 *Extinción masiva de los microforaminíferos bentónicos batiales y abisales en el límite Paleoceno/Eoceno*. In: Molina E. (Ed.), *Extinción y Registro fósil*. SIUZ, Cuadernos Interdisciplinarios, vol. 5, pp. 201-218
- PAK, D., MILLER, K.
1992 *Paleocene to Eocene benthic foraminiferal isotopes and assemblages: Implications for deep-water circulation*. *Paleoceanography*, vol. 7, No. 4, pp. 405-422
- PARDO, A., CANUDO, J.I., MOLINA, E.
1994 *Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos en la parte inferior de la Formación Ieper (Ypresense estratotípico) en el sondeo de Knokke (Bélgica)*. *Rev. Españ. Micropal.*, vol. XXVI, No 1, pp. 109-125
- POMEROL, Ch.
1975 *La signification de l'Ilerdien et l'intérêt de cet étage dans la stratigraphie du Paléogène mésogéen*. *Bull. Soc. Geol. France*, vol. 7, No. 17, pp. 213-217
- REA, D.K., ZACHOS, J.C., OWEN, R.M., GINGERICH, P.D.
1990 *Global change at the Paleocene-Eocene boundary: Climatic and evolutionary consequences of tectonic events*. *Palaeo.*, *Palaeo.*, *Palaeo.*, vol. 79, pp. 117-128
- ROBERT, Ch., KENNET, J.P.
1994 *Antarctic subtropical humid episode at the Paleocene-Eocene boundary: Clay-mineral evidence*. *Geology*, vol. 22, pp. 211-214
- SCHNITKER, D.
1979 *Cenozoic deep water benthic foraminifers, Bay of Biskay*. *Init Rep. D.S.D.P.*, vol. 48, pp. 377-413
- SHACKLETON, N.J.
1986 *Paleogene stable isotope events*. *Palaeo.*, *Palaeo.*, *Palaeo.*, vol. 57, pp. 91-102
- SHACKLETON, N.J., CORFIELD, R.M., HALL, M.A.
1985 *Stable isotope data and the ontogeny of Paleocene planktonic foraminifera*. *Jour. Foram. Res.*, vol. 15, pp. 321-336
- SPEIJER, R.P., VAN DER ZWAAN, G.J.
1994a *The impact of Paleocene/Eocene boundary events on shallow water benthic foraminiferal assemblage from Egypt*. *Geologica Ultraiectina*, vol. 124, No. V, pp. 91-119
- 1994b *The differential effect of the P/E boundary event on extinction and survivorship in shallow to deep water Egyptian benthic foraminiferal assemblages*. *Geologica Ultraiectina*, vol. 124, No. VI, pp. 121-168
- STAINFORTH, R.M., LAMB, J.L., LUTERBACHER, H., BEARD, J.H., JEFFORDS, R.M.
1975 *Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms*. *Univ. Kansas. Paleont. Contrib.*, vol. 62, pp. 1-425
- STOTT, L.D.
1992 *Higher temperatures and lower oceanic pCO₂: A climate enigma at the end of the Paleocene Epoch*. *Paleoceanog. Currents*, vol. 7, pp. 395-404
- STOTT, L.D., KENNET, J.P.
1990 *Antarctic Paleogene planktonic foraminifer Biostratigraphy: ODP Leg 113, Sites 689 y 690*. *Proc. O.D.P., Sci. Results* vol. 113, pp. 549-569
- STOTT, L.D., KENNET, J.P., SHACKLETON, N.J., CORFIELD, R.M.
1990 *The evolution of Antarctic surface waters during the Paleogene: inferences from stable isotopic compositions of planktonic foraminifera*. *Proc. O.D.P., Sci. Results*, vol. 113, pp. 571-594
- THOMAS, E.
1989 *Development of Cenozoic deep-sea benthic foraminiferal faunas in Antarctic waters*. In: Crame, J.A. (Ed.), *Origins and evolution of Antarctic biota*. *Geol. Soc. Am. Spec. Publ.*, vol. 47, pp. 283-296
- 1990 *Late Cretaceous-early Eocene mass extinctions in the deep-sea*. In: *Global Catastrophes*. *Geol. Soc. Am. Special Publ.*, vol. 247, pp. 481-496
- TJALSMA, R.C., LOHMAN, G.P.
1983 *Paleocene-Eocene bathyal and abyssal benthic foraminifera from the Atlantic Ocean*. *Micropaleontology Spec. Publ.*, 94 pp.
- TOUMARKINE, M., LUTERBACHER, H.P.
1985 *Paleocene and Eocene planktic foraminifera*. In: *Plankton Stratigraphy* (Eds. H.M. Bolli, J.B. Saunders & K. Perch-Nielsen). Cambridge University Press, pp. 87-154.

Manuscrito recibido el 4-I-1995
Manuscrito aceptado el 18-I-95