

# Evolución de las asociaciones de foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno inferior-Eoceno medio en la Península Ibérica (Agost, Cordillera Bética y Anoz, Pirineos)

*Planktic foraminifera assemblages evolution pattern across the Early Eocene-Middle Eocene transition in the Iberian Peninsula.*

C. Gonzalvo Ballobar

Area de Paleontología. Dpto. de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza

## ABSTRACT

*The study of planktic foraminifera assemblages across the Early/Middle Eocene in the Anoz and Agost sections allows to recognize the following biozones and subzones: Acarinina pentacamerata Biozone, Subbotina boweri Subzone and Truncorotaloides praetopilensis Subzone, in the Early Eocene, and Hantkenina nuttalli Biozone, Hantkenina nuttalli Subzone and Globigeropsis subconglobata Subzone in the Middle Eocene. The quantitative study shows one warning trend across the Early/Middle Eocene boundary.*

**Key words:** planktic foraminifera, biostratigraphy, paleoecology, Eocene, Ypresian, Lutetian.

Geogaceta, 24 (1998), 159-162  
ISSN: 0213683X

## Introducción

El límite Eoceno Inferior/Eoceno Medio (Ypresiense/Luteciense) no está oficialmente definido y es actualmente objeto de estudio por la Subcomisión de Estratigrafía del Paleógeno. El presente trabajo es el resultado de las investigaciones realizadas con el objetivo de encontrar un corte estratigráfico que fuese candidato a Estratotipo de Límite. En este sentido, se han estudiado los cortes de Anoz (Navarra) y de Agost (Alicante). El corte de Anoz fue estudiado con anterioridad por Canudo (1990) y por Canudo y Molina (1992). Los primeros estudios realizados sobre el corte de Agost fueron los de Colom (1954), Hillebrandt (1974, 1976) y Cremades (1982), de carácter general y poco detallados. Posteriormente, fue reestudiado con más detalle por Márquez y Usera (1984) y Márquez (1975, 1983, 1991), donde se trata con más detalle en límite Eoceno inferior/Eoceno medio.

Desde el punto de vista paleoecológico este tránsito no se ha tratado con detalle y los trabajos realizados hasta el momento, como el de Hallock *et al.* (1991) se basan en sondeos oceánicos DSDP y ODP en los que abarcan amplios intervalos de tiempo donde no se estudian con detalle

los eventos paleoecológicos de los límites entre pisos.

En el presente trabajo sobre los cortes de Agost y Anoz se realiza un estudio cuantitativo detallado el tránsito Ypresiense-Luteciense (Y-L), que ha permitido una revisión biostratigráfica de estos cortes, así como el estudio de la evolución paleoambiental de las asociaciones de foraminíferos planctónicos.

## Materiales y métodos

El corte de Anoz está situado en la carretera comarcal que va de Anocibar a Anoz, al Norte de Pamplona (Provincia de Navarra). Los sedimentos están compuestos de margas de color gris oscuro con intercalaciones de margas calcáreas y de bancos de arenisca de color gris. El corte de Agost está situado a 1 km al Norte del pueblo de Agost (Provincia de Alicante), cerca de las Lomas de la Beata. El perfil consiste en un conjunto turbidítico de margas blancas con intercalaciones de estratos de arenisca de color amarillo y pardo.

Las muestras recogidas se han preparado mediante la técnica de levigado y se han estudiado cuantitativamente. Se estudió de forma cuantitativa la fracción mayor de 100  $\mu$  de cada muestra representa-

tiva obtenida con un microcuarteador Otto modificado, separando y determinando alrededor de 300 ejemplares en una celdilla numerada. Finalmente, se realizó una revisión detallada de las fracciones mayores de 63  $\mu$ .

## Biostratigrafía

Sobre el tránsito Eoceno Inferior-Eoceno Medio se han realizado diversas biozonaciones, unas de carácter global, como las de Bolli, (1966), Blow (1979), Toumarkine y Luterbacher (1985), Berggren y Miller (1988) y Berggren *et al.* (1995), y otras de carácter regional como la realizada por Canudo y Molina (1992) en el Pirineo, o las realizadas por Hillebrandt (1974, 1976), Martínez Gallego (1977), Cremades (1982), Márquez y Usera (1984) y Márquez (1983, 1991), en la Cordillera Bética. Las biozonaciones realizadas sobre el Eoceno Inferior y el límite Eoceno Inferior/Eoceno Medio son objeto de continuas revisiones y aún no existe un acuerdo internacional sobre la posición exacta de dicho límite. Hasta el momento se ha venido utilizando la aparición de *Hantkenina nuttalli* en las biozonaciones de foraminíferos planctónicos para situar el comienzo del Eoceno Medio (Luteciense).

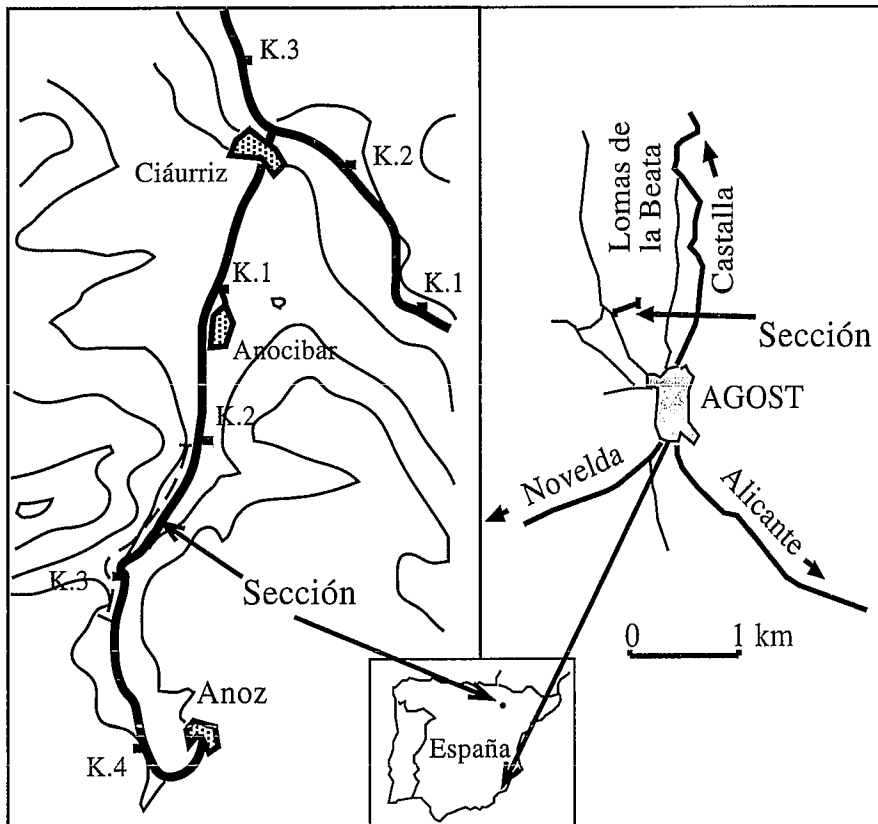


Fig. 1.- Situación geográfica de los cortes estudiados.

Fig. 1.- Map showing the location of the Anoz and Agost sections

El estudio de las Primeras y Últimas apariciones de los foraminíferos planctónicos en los cortes de Anoz y de Agost, ha permitido reconocer la siguiente biozonación: Biozona de *Acarinina pentacamerata*, entre la última aparición (U.A.) de *Morozovella formosa* (Bolli) y la primera aparición (P.A.) de *Hantkenina nuttalli* (Tourmarkine, 1981). Esta biozona está constituida por la Subzona de *Subbotina boweri* (Bolli), desde la P.A. de *S. boweri* hasta la P.A. de *Truncorotaloides praetopilensis* (Blow, 1979), y la Subzona de *T. praetopilensis*, desde la P.A. de *T. praetopilensis* hasta la P.A. de *Hantkenina nuttalli*, para el Eoceno inferior. En la base del Eoceno medio se reconoce la Biozona de *H. nuttalli*, que se extiende desde la P.A. de *H. nuttalli* hasta la P.A. de *Globigerapsis kugleri* (Bolli, Loeblich y Tappan, 1957), y que está formada por la Subzona de *H. nuttalli*, desde la P.A. de *H. nuttalli* hasta la P.A. de *Globigerapsis index* (Finlay, 1939), y por la Subzona de *Globigerapsis subconglobata* (Shutskaya, 1958) que se extiende desde la P.A. de *G. index* hasta la P.A. de *G. kugleri*.

### Evolución de las asociaciones

El estudio cuantitativo de los foraminíferos planctónicos en el corte de Agost (Cordillera Bética) ha evidenciado las variaciones en las asociaciones de dichos organismos a través del tránsito Eoceno inferior-Eoceno medio, revelando un evento de cambio faunístico durante este tránsito. Consiste en la aparición de un total de 18 especies nuevas, desde la base de la Subzona de *S. boweri* hasta la Subzona de *G. subconglobata*, que produce un aumento de la diversidad (Fig. 2) en torno al 30 % en la base del Eoceno medio. La mayoría de las especies que aparecen son de hábitat tropical y especializadas, lo cual indica a simple vista que este evento tuvo que estar relacionado con un aumento en la temperatura en las corrientes oceánicas de la cuenca.

La evolución y distribución de las especies de foraminíferos planctónicos que revela el estudio cuantitativo en el corte de Anoz (Pirineo, Navarra), evidencia en el tránsito del límite Eoceno inferior/Eoceno medio un evento de cambio

faunístico de similares características al evento reconocido en el corte de las Cordilleras Béticas. En este caso el evento de cambio faunístico consiste también en la aparición de un total de 18 especies nuevas, desde la Subzona de *S. boweri* hasta la Subzona de *G. subconglobata*; de manera que el número de especies en el techo de la Subzona de *S. boweri* es de 27 especies, mientras que en la base de la Subzona de *G. subconglobata* es de 42. Esto supone un muy importante aumento de la diversidad (Fig. 2), en torno al 29 % en la base del Eoceno medio. Como ocurre en el corte de Agost la mayoría de las especies que aparecen son de hábitat tropical y especializadas (Fig. 3), de estrategia K.

En ambos cortes se han agrupado las especies que ocupan nichos ecológicos de carácter tropical o subtropical, y la variación de este porcentaje se ha representado con respecto a la distribución vertical de las muestras y por tanto con respecto al tiempo. Las gráficas elaboradas con estos datos (Fig. 3) muestran una clara tendencia a un aumento sustancial de las especies de afinidad tropical o subtropical dentro de la asociación de foraminíferos planctónicos, sobre todo después del límite Eoceno Inferior/Eoceno Medio y más en detalle en la base de la Subzona de *G. subconglobata*.

El aumento en la diversidad (Fig. 2), que como muestran las gráficas se produce de manera lineal, y la afinidad tropical de la mayoría de las especies que aparecen por primera vez y que dan lugar al aumento en la diversidad, apuntan claramente a que este evento se pudo producir por un aumento en la temperatura de las aguas oceánicas. Es bien conocido que el periodo de mayor diversidad ocurrió durante la parte media del Eoceno medio. Este máximo de diversidad comenzó a generarse durante el límite Eoceno inferior-Eoceno medio, como muestra este estudio. Algunos autores, Hallock *et al.* (1991) se inclinan a pensar que el máximo de diversidad se produjo por un gradual cambio en la circulación oceánica como consecuencia del comienzo del enfriamiento global que tiene su culminación en el Oligoceno inferior. En consecuencia se produjo la mezcla temporal de nichos ecológicos, los antiguos nichos coexistieron con los nuevos creados con el proceso de enfriamiento global. Este modelo no tiene en cuenta que los nuevos nichos creados un proceso de enfriamiento global nunca podrían ser ocupados por especies de afinidad tropical, mucho más especializadas y ornamentadas que las hasta entonces existentes. También hay

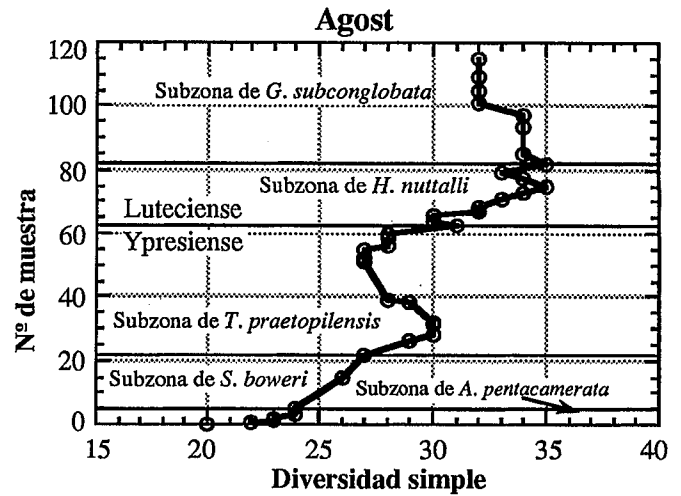
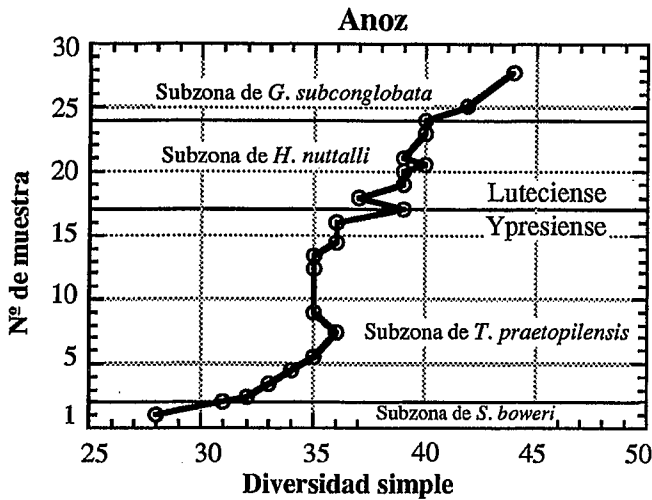


Fig. 2.- Diagramas de variación de la diversidad simple con respecto a la distribución vertical de las muestras.

Fig. 2.- Graphs showing the vertical distribution of the simple diversity.

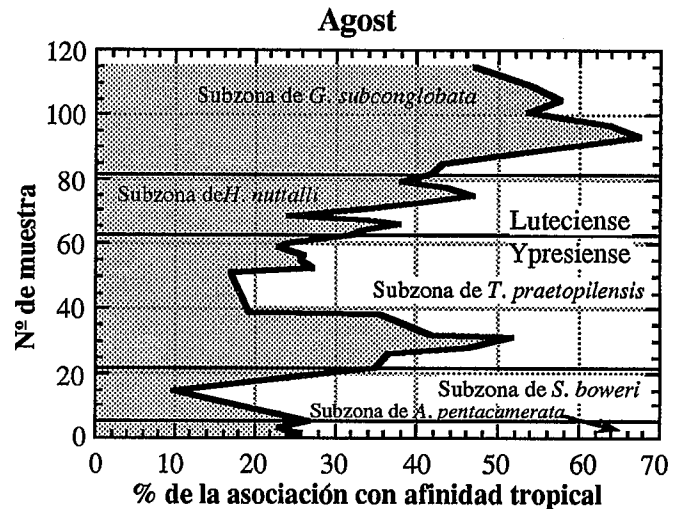
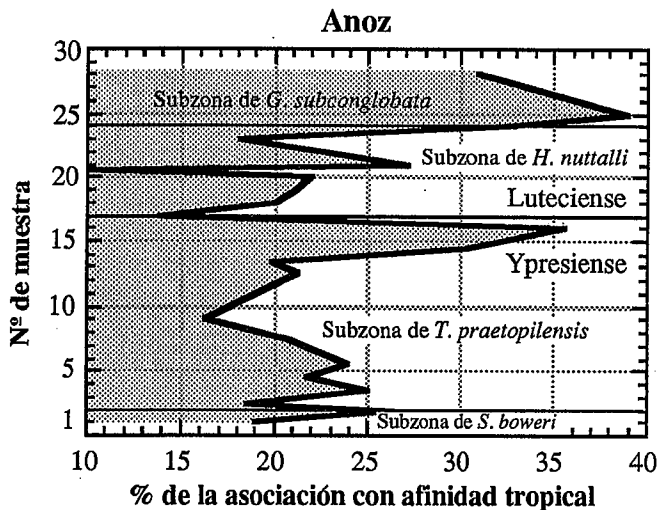


Fig. 3.- Variación del tanto por ciento de la asociación con afinidad tropical o subtropical respecto de la distribución vertical de las muestras

Fig. 3.- Graphs showing the tropical and subtropical faunas porcentaje variation through the section.

que tener en cuenta que este periodo de tiempo ha sido poco estudiado, y mucho menos estudiado en detalle, que los estudios realizados hasta el momento y en los que se basa el modelo anterior están realizados sobre sondeos DSDP y ODP, en los cuales se pierde la continuidad de los sedimentos y se omiten intervalos de tiempo como consecuencia del propio mecanismo de sondeo. El proceso de enfriamiento global al que se alude en este modelo es posterior y comienza hacia la parte media-alta del Eoceno medio (Gonzalvo, 1997b). El evento registrado de aparición de nuevas especies de carácter tropical y de aumento en la diversidad simple, tanto en Anoz como en Agust, puede estar producido por un cambio gradual en la circulación de los océanos,

pero además está relacionado con una subida de la temperatura de las aguas que se produce en las dos cuencas (evento también registrado en el corte de Alamedilla, Gonzalvo, 1997a) y por tanto no es consecuencia de un evento local o de una entrada de una nueva corriente oceánica, sino que puede tratarse de un calentamiento global.

Después del límite Eoceno Inferior/Eoceno Medio se produce un cambio de sedimentación registrado en Anoz en la Subzona de *H. nuttalli*, donde la sedimentación se vuelve mucho más calcárea y desaparecen los niveles pelágicos de margas. En Agust la sedimentación también se vuelve más calcárea y desaparecen los niveles de margas durante el límite. Esto prodría indicar una bajada relati-

va del nivel de mar en ambos perfiles. En el corte de Alamedilla (Granada, Cordillera Bética) este evento sedimentario no está registrado. Sin embargo, si ha quedado registrado el siguiente cambio en la sedimentación que viene indicado por sedimentos pelágicos, margas de color verde sin turbiditas en Alamedilla, margas verdes con intercalaciones turbidíticas ocasionales en Agust, y margas grises con niveles turbidíticos en Anoz. En los tres cortes la sedimentación más profunda comienza hacia la base de la Subzona de *G. subconglobata*.

**Conclusiones**

El estudio cuantitativo sobre los cortes de Anoz y Agust ha evidenciado las

variaciones en las asociaciones de los foraminíferos planctónicos, distinguiendo un evento de cambio faunístico que consiste en la aparición de alrededor de 18 especies nuevas, desde la base de la Subzona de *S. boweri* hasta la Subzona de *G. subconglobata*, que produce un aumento en la diversidad de un 30 % en la base del Eoceno Medio con respecto a la base de la Subzona de *S. boweri*. La mayoría de las especies que aparecen en este tránsito son de hábitat tropical y especializadas, de estrategia K, cuyo porcentaje aumenta claramente en la asociación de foraminíferos planctónicos a partir del límite E. Inferior/E. Medio. Este aumento de las especies de carácter tropical y el aumento de la diversidad indican que este evento se pudo producir por un calentamiento relativo de la temperatura de las aguas oceánicas. Este evento de cambio faunístico ha quedado registrado tanto en la Cuenca Pirenaica como en la Cuenca Bética, por tanto no se trata de un evento a escala de cuenca, sino que probablemente se deba a un cambio gradual en la circulación de los océanos y a un calentamiento de las aguas oceánicas a escala global. Además los cambios en la sedimentación indican un descenso relativo del nivel del mar en el límite Eoceno Inferior/Eoceno Medio, y posteriormente

una subida a partir de la Subzona de *G. subconglobata*.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto DGICYT nº PB94-0566, por el proyecto del Gobierno de Navarra OF/478/92, y por la beca postdoctoral FPI, nº EX9517720915 del Ministerio de Educación y Cultura. Agradezco las sugerencias del Dr. Eustoquio Molina que han supuesto una mejora del manuscrito.

#### Referencias

- Berggren, W.A. y Miller, K.G. (1988): *Micropaleontology*, 34 (4), 362-380.
- Berggren, W.A. Kent, D.V., Swisher, C.C. y Aubry, M.A. (1995): *Soc. Econ. Paleont. Mineral.*, Spec. Pub., 54, 129-212.
- Bolli, H.M. (1966): *Ass. Venez. Geol. Miner. Petrol.*, 9 (1), 3-32.
- Blow, W.H. (1979): *The Cainozoic Globigerinida*. Ed. E.J. Brill, Leiden, 1413 p.
- Canudo, J.I. (1990): *Tesis Doctoral*, Universidad de Zaragoza, 436 pp. Inédita.
- Canudo, J.I. y Molina, E. (1992): *N. Jb. Geol. Palaont.*, 186 (2), 97-135.
- Colom, G. (1954): *Bol. Ins. Geol. Min. Esp.*, 66:1-279
- Cremades, J. (1982): *Tesis Doctoral*, Univ. de Granada, 359, 1-331.
- Gonzalvo, C. (1997a): En: *Avances al conocimiento del Terciario Ibérico*, J.P. Calvo y J. Morales (Eds), 101-104.
- Gonzalvo, C. (1997b): *Rev. Soc. Española*, 10(1-2), 29-38.
- Hallock, P., Premoli Silva, I. y Boersma, A. (1991): *Palaeography., Palaeocology., Palaeoclimatology.*, 83, 49-64.
- Hillebrandt, A. (1974): *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 5, 135-153.
- Hillebrandt, A. (1976): *Rev. Esp. Microp.*, 8 (3), 323-394.
- Marquez, L. (1975): *Tesis de Licenciatura*, Univ. Complutense de Madrid. Inédita.
- Marquez, L. y Usera (1984): *Act. Geol. Hisp.*, 19 (1), 19-28.
- Marquez, L. (1983): *Tesis Doctoral*, Univ. Complutense Madrid, 177 p.
- Marquez, L. (1991): *Rev. Esp. Paleont.* nº Ext., 197-204.
- Martínez Gallego, J. (1972): *Rev. Esp. Microp.*, nº Ext., 131-141.
- Martínez Gallego, J. (1977): *Tesis Doctoral*. Univ. de Granada, 2 vol, 486 p.
- Toumarkine, M. y Luterbacher, H. (1985): En *Plankton Stratigraphy*. Eds. H.M. Bolli, J.B. Saunders y K. Perch-Nielsen, 87-154.