

Foraminíferos bentónicos como indicadores de un evento hipertermal en el tránsito Ypresiense-Luteciense del corte de Fortuna (Murcia, Cordillera Bética)

S. Ortiz y E. Molina

Dpto. de Ciencias de la Tierra (Paleontología). Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza.
silortiz@posta.unizar.es; emolina@posta.unizar.es

ABSTRACT

Benthic foraminifera of Ypresian-Lutetian transition from the Fortuna section (Betic Cordillera, Spain) have been studied in order to select a suitable section to define the Ypresian/Lutetian boundary. This section is candidate for the definition of a Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage. We have recognized several intervals based on relative abundance of Globobulimina spp., indicating fluctuations in primary productivity and oxygenation. One of this intervals placed around the Ypresian/Lutetian boundary is characterized by the presence of a Globobulimina spp. peak, an Aragonia aragonensis peak and a coeval low species richness. Aragonia aragonensis is an opportunistic species whose relative abundance shows strong fluctuations between the Late Paleocene through Early Eocene when several hyperthermal events are supposed to occur. Aragonia aragonensis peaks could indicate presence of a chemosynthetic bacterial food supply triggered by the extreme temperatures occurred during these events. Thus, our data support a hyperthermal event at the Ypresian/Lutetian boundary.

Key words: *Benthic foraminifera, Ypresian/Lutetian boundary, hyperthermal events.*

INTRODUCCIÓN

Durante el Paleoceno Superior y el Eoceno Inferior se dieron las temperaturas más cálidas de todo el Cenozoico (Zachos et al., 2001). Según las investigaciones realizadas con foraminíferos bentónicos y registros isotópicos del oxígeno y carbono, es probable que durante ese tiempo se produjeran varios eventos similares al producido en el límite Paleoceno/Eoceno (P/E) (Thomas y Zachos, 2000; Thomas, 2003). Durante este evento, caracterizado por un calentamiento global y por un drástico cambio en los valores de los isótopos del oxígeno y carbono, se produjo la mayor extinción de foraminíferos bentónicos batiales y abisales del Cenozoico. Los eventos similares al ocurrido en el límite P/E, denominados hipertermales, se definen como aquellos en los que las temperaturas globales fueron extremadamente altas y las temperaturas superficiales oceánicas presentaron gradientes latitudinales muy bajos; durante su desarrollo las masas de agua intermedias a profundas estuvieron dominadas por aguas derivadas de latitudes subtropicales, consecuencia de los cambios en los modelos de circulación oceánica. El último de estos eventos se ha datado en torno a hace 49 M.a. por lo que podría coincidir con el límite Ypresiense/Luteciense (Y/L). Para comprobar esta hipótesis se han estudiado los pequeños foraminíferos bentónicos del mejor corte encontrado en España,

puesto que estudios de sus modelos de distribución, tanto actuales como pasados, han mostrado su gran utilidad como indicadores de los flujos de materia orgánica y de su contenido en el sedimento; y su sensibilidad a los cambios en los niveles de oxígeno tanto en el fondo marino como dentro del sedimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El corte de Fortuna está situado al Norte del pueblo de Fortuna en la Región de Murcia (Cordillera Bética, SE España). Este corte, levantado en el cierre periclinal del anticlinal de La Garapacha, perteneciente al Prebético Meridional, presenta una facies de transición entre el Subbético Externo y el Prebético Interno (ver Gonzalvo et al., 2001). Durante los primeros 20 m, los materiales son fundamentalmente margosos con algunos niveles centimétricos de calizas intercalados. Le sigue un tramo masivo de calizas de 10 m; y finalmente, un tramo margoso de 5 m de espesor. Este corte forma parte de los estudiados por el "International Working Group on Ypresian/Lutetian Boundary Stratotype" cuyo objeto es hallar un corte adecuado para definir dicho estratotipo de límite (Molina et al., en prep.).

Se han realizado dos muestreos, el primero para su estudio general y el segundo, que es el que se trata aquí, consiste en

un muestreo detallado a escala centimétrica del que se analizaron 33 muestras. Todas las muestras fueron disgregadas con H_2O_2 y levigadas con un tamiz de luz de malla de 100 μm . Después de ser secadas a menos de 50°C, se separaron una media de 300 ejemplares de foraminíferos bentónicos por cada muestra para el análisis cuantitativo, excepto de la muestra or 31 cuyo contenido en foraminíferos es muy escaso.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los foraminíferos bentónicos presentan cambios significativos a lo largo de todo el corte, si bien indican una profundidad media de zona batial superior-media (~600 m) para las muestras For 1 a For 19,5; y para las muestras For 33 y For 35 un medio nerítico (<200 m) como ya indicaba la presencia de macrofauna en la parte superior del tramo masivo de calizas. En general, se ha podido realizar una buena identificación de los foraminíferos bentónicos en todas las muestras, si bien, a partir de la muestra For 13,5 los foraminíferos bentónicos calcáreos muestran mayores signos de fracturación y disolución, más evidentes en los organismos de mayor tamaño. Se ha observado que varios especímenes muestran crecimientos de calcita en la superficie de su concha. Por otra parte, se observa en las muestras For 3, For 6-6,5 y For 10,3-13,5 un descenso generalizado del tamaño de los especímenes que las especies de *Globobulimina* no muestran, o al menos, no tan acentuadamente.

Se ha calculado el índice de diversidad Shannon S(H) para todas las muestras, dando valores comprendidos entre 2,26 y 3,90 correspondientes a las muestras For 12 y For 18,5 respectivamente. Suele predominar un alto número de especies con bajo número de especímenes cada una, si bien en todas las muestras hay una o varias especies cuya abundancia relativa destaca sobre las demás. Los taxones calcáreos más comunes incluyen varias especies de *Globobulimina* (siendo *Globobulimina ovata* la más abundante), *Aragonia aragonensis*, varias especies de *Cibicidoides* (incluyendo *C. eocaenus*), *Osangularia dominicana* y varias especies de *Lenticulina* (incluyendo *L. cultrata*). Los taxones aglutinados más comunes son *Clavulinoides angularis*, *Thalmannammina subturbinata*, *Gaudryina frankei* y *Dorothia cylindracea*. Considerando los máximos en abundancia de estas especies, se pueden llegar a diferenciar varios intervalos determinados principalmente por la abundancia de *Globobulimina* spp., puesto que es el taxón que presenta los máximos valores y los cambios más marcados en abundancia relativa (Fig. 1). Por otra parte, sobre este taxón infaunal profundo existe un consenso generalizado en cuanto a que su presencia es característica de medios con alto flujo de materia orgánica depositada generalmente bajo condiciones de baja oxigenación del fondo marino y/o aguas intersticiales. Por lo tanto, este taxón indicaría medios con alta productividad, en los que una importante cantidad de materia orgánica

habría alcanzado el fondo acentuando así, el bajo contenido en oxígeno debido a la oxidación de dicha materia orgánica. Los intervalos que presentan un alto contenido en *Globobulimina* spp. suelen presentar bajos porcentajes en *Osangularia* spp., *Cibicidoides* spp., en taxones aglutinados y taxones epifaunales. De tal forma, la presencia de estos intervalos se ha interpretado como indicadora de variaciones en la productividad primaria, provocando la desestabilización del medio para las asociaciones de foraminíferos bentónicos. Por lo tanto, durante los intervalos con alto porcentaje en *Globobulimina* spp. se alcanzó una baja oxigenación aunque no se llegó a provocar un medio eutrófico, como nos hacen suponer el que los taxones epifaunales no lleguen a desaparecer manteniendo un cierto porcentaje; y aparentemente, no se haya preservado materia orgánica en el sedimento.

Dentro de los intervalos caracterizados por un alto contenido en *Globobulimina* spp., destaca el de las muestras For 11,3 a For 13,5, en el que, además de una abundancia relativa baja en *Lenticulina* spp., *Osangularia* spp., *Cibicidoides* spp., taxones epifaunales y baja diversidad de especies, se da el único máximo en abundancia relativa (entre 12,4% y 23,6%) de *Aragonia aragonensis*, siendo incluso el único momento en que esta especie es común a abundante. La presencia de esta especie junto a otro máximo de *Globobulimina* spp. es en cierto modo sorprendente, ya que las especies de *Globobulimina* aparecen abundantemente en ausencia de otras especies significativas en número. Por otra parte, la especie *Aragonia aragonensis* es considerada una especie oportunista, basándose en la comparación de sus modelos de abundancia con los de los ostrácodos, e indicativa de medios con alto flujo de materia orgánica a los sedimentos, y/o condiciones de baja oxigenación en la columna de agua o en la interfase sedimento-agua (Steineck y Thomas, 1996). En consecuencia, las dificultades para los foraminíferos bentónicos durante este intervalo al menos fueron la baja oxigenación del medio y el alto aporte de alimento. En ausencia de señales de disolución, otro indicador del aumento del aporte de alimento a las faunas bentónicas es el aumento de la proporción de los foraminíferos bentónicos sobre los planctónicos, aunque sin llegar en ningún caso a superar a éstos.

Se han reconocido varios cortes oceánicos profundos en los que esta especie junto a otras especies oportunistas muestran fuertes fluctuaciones, aumentando repentinamente su abundancia relativa. Estos cortes pertenecen a la base del Ypresiense y en general, durante el intervalo comprendido aproximadamente entre el Paleoceno Superior y Eoceno Inferior (61.5 M.a. a 49 M.a.) (Thomas, 1990; Thomas et al., 2000; Thomas, 2003). De hecho, estas especies sólo aparecen en ese intervalo de tiempo, siendo el rango estratigráfico de *Aragonia aragonensis* del Paleoceno Superior al final del Eoceno Medio. En esos momentos se dieron temperaturas extremadamente altas causadas por altos niveles de gases

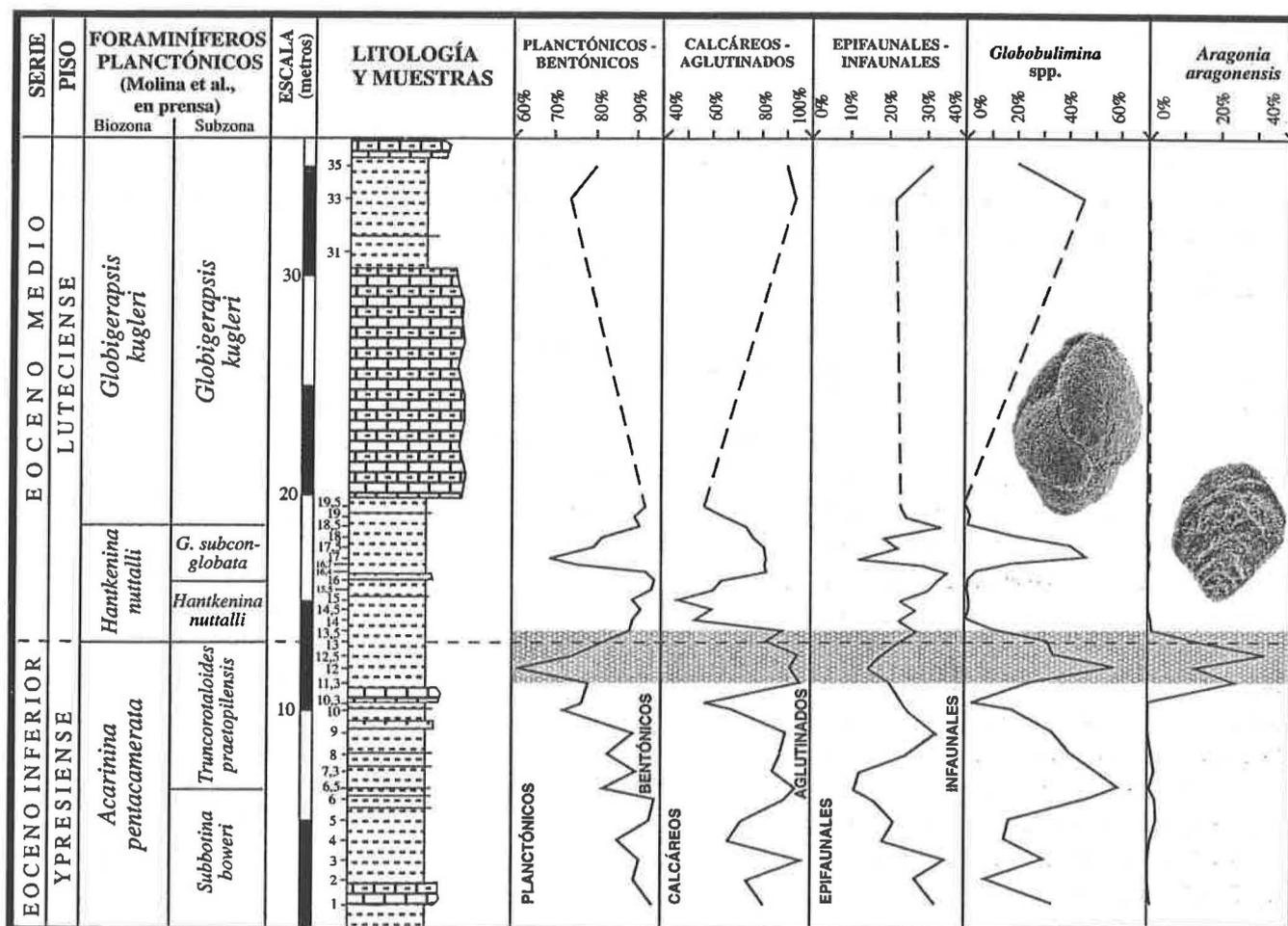


Figura 1. Distribución de la abundancia relativa de *Globobulimina* spp. y *Aragonia aragonensis*, de la relación planctónicos-bentónicos, taxones calcáreos-aglutinados y taxones epifaunales-infaunales en el corte de Fortuna. La línea discontinua marca el límite Y/L establecido en función de la aparición del género *Hantkenina* y el sombreado indica la posición del evento hipertermal.

atmosféricos de invernadero. Estos climas tan cálidos provocaron la disociación de hidratos de metano en el fondo marino, tal y como indican las excursiones negativas de los valores de los isótopos de carbono. Thomas (2003) sugiere que dicha disociación de metano en los océanos aceleró la actividad quimiosintética y que, por lo tanto, una presencia abundante de especies oportunistas como *Aragonia aragonensis* podría indicar la existencia de un aporte de alimento por medio de la actividad bacteriana quimiosintética.

El límite Y/L está localizado dentro del citado intervalo, en la muestra For 13, según la biozonación realizada con foraminíferos planctónicos en base a la de Gonzalvo y Molina, 1998; por otra parte, además de una baja diversidad, los isótopos de carbono presentan valores bajos en este intervalo, dándose un descenso del orden de un 2‰ (Schmitz en Molina et al., en prep.). Se cree que uno de los posibles eventos hipertermales se dio en torno a los 49 M.a., por lo que nuestros datos sugieren y apoyan el hecho de que se produjera uno de estos eventos hipertermales en el límite Y/L.

Los eventos hipertermales se consideran similares al producido durante el límite P/E estando definido este límite en

la base de la excursión de los isótopos de carbono. Las extinciones producidas en los foraminíferos bentónicos fueron tan numerosas que es considerada la mayor y más rápida extinción en masa del Cenozoico, hecho realmente excepcional ya que generalmente han ocurrido de manera gradual. Por el contrario, en el corte de Fortuna no se observa extinción alguna en los foraminíferos bentónicos. Como se sabe durante el P/E la extinción tuvo lugar principalmente en medios profundos batiales y abisales, afectando en menor medida en cuencas marginales y epicontinentales. El corte de Fortuna representa un medio batial superior-medio en torno al límite, somerizándose al final del corte. Por otra parte, la excursión negativa de los isótopos de carbono no es tan pronunciada como en el límite P/E. En consecuencia, es probable que este posible evento hipertermal no fuera tan acusado, lo que provocó un impacto menos catastrófico en las asociaciones de los pequeños foraminíferos bentónicos. De tal forma, nuevas investigaciones acerca de estos eventos hipertermales, tanto durante el Paleoceno Inferior como el Eoceno Inferior-Medio son necesarias si queremos conocer su mecanismo de

funcionamiento y grado de acción; y más concretamente, conocer si dichos eventos tienen relación con el límite Ypresense/Luteciense con objeto de utilizarlo para definir el estratotipo de límite.

CONCLUSIONES

El análisis cuantitativo de los foraminíferos bentónicos ha permitido diferenciar varios intervalos indicativos de fluctuaciones de la productividad y oxigenación del fondo marino durante el Eoceno Inferior-Medio. El más acentuado de estos intervalos, reconocido en torno al límite Y/L, se ha propuesto como un posible evento hipertermal similar al producido durante el límite P/E, debido principalmente a la presencia de un máximo en *Aragonia aragonensis*; un significativo cambio negativo de los isótopos de carbono; y una baja diversidad de especies. Por el contrario, en el corte de Fortuna no se observan extinciones de los foraminíferos bentónicos como en el límite P/E.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto BTE2001-1809 del Ministerio Español de Ciencia y Tecnología, así como del grupo y proyecto P131/2001 del Dpto. de Educación y Ciencia del Gobierno de Aragón. S. Ortiz agradece la beca concedida por la Consejería de Educación, Cultura, Juventud y Deportes de la Comunidad Autónoma de la Rioja.

REFERENCIAS

- Gonzalvo, C., Mancheño, M.A., Molina, E., Rodríguez Estrella, T. y Romero, G. (2001): El límite Ypresense/Luteciense en la Región de Murcia (Cordillera Bética, España). *Geogaceta*, 29: 65-68.
- Gonzalvo, C. y Molina, E. (1998): Planktic foraminiferal biostratigraphy across the Lower-Middle Eocene transition in the Betic Cordillera (Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Monatshefte*, 11: 671-693.
- Molina, E., Cosovic, V., Gonzalvo, C. y Von Salis, K. (2000): Integrated biostratigraphy across the Ypresian/Lutetian boundary at Agost, Spain. *Revue de Micropaléontologie*, 43(3): 381-391.
- Molina, E., Gonzalvo, C., Mancheño, M.A., Ortiz, S., Schmitz, B., Thomas, E. y Von Salis, K. (en preparación): Integrated Stratigraphy and chronostratigraphy across the Ypresian/Lutetian boundary at Fortuna (Betic Cordillera, Spain). *Newsletter on Stratigraphy*.
- Steineck, P. L. y Thomas, E. (1996): The latest Paleocene crisis in the deep-sea: ostracode succession at Maud Rise, Southern Ocean. *Geology*, 24: 583-586.
- Thomas, E. (2003): Extinction and food at the sea floor: a high-resolution benthic foraminiferal record across the Initial Eocene Thermal Maximum, Southern Ocean Site 690. En: *Causes and Consequences of Globally Warm Climates of the Paleogene* (S. Wing, P. Gingerich, B. Schmitz y E. Thomas, Eds.) GSA Special Paper, 369: 319-332.
- Thomas, E. y Zachos, J. C. (2000): Was the late Paleocene thermal maximum a unique event? *GFF*, 122: 169-170.
- Thomas, E., Zachos, J. C. y Bralower, T. J. (2000): Deep-Sea Environments on a Warm Earth: latest Paleocene-early Eocene. En: *Warm Climates in Earth History* (B. Huber, K. Macleod y S. Wing, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 132-160.
- Thomas, E. (1990): Late Cretaceous through Neogene deep-sea benthic foraminifers (Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica). *Proceedings ODP, Scientific Results*, 113: 571-594.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. y Billups, K. (2001): Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, 292: 686-693.