

Eventos climáticos con foraminíferos bentónicos del tránsito Oligoceno - Mioceno en la sección de Zarabanda (Cordilleras Béticas, España)

Climatic events based on benthic foraminifera from the Oligocene - Miocene transition from the Zarabanda section (Betic Cordillera, Spain)

R. Fenero¹, L. Alegret¹ y E. Molina¹

¹ Dpto. Ciencias de la Tierra (Paleontología), Universidad de Zaragoza, c./ Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. rfenero@unizar.es, laia@unizar.es, emolina@unizar.es

Resumen: La sección de Zarabanda (Cordilleras Béticas, España) nos ha permitido estudiar el tránsito Oligoceno - Mioceno. El análisis cuantitativo de las asociaciones de los foraminíferos bentónicos proporciona información relevante sobre los cambios paleoambientales y paleoclimáticos. Los foraminíferos bentónicos indican una profundidad de depósito batial inferior (1000 m) para gran parte de esta sección. Además, se han reconocido dos probables caídas del nivel mar relacionadas con dos eventos globales de glaciación, los eventos Oi-2c y Mi-1.

Palabras clave: Foraminíferos bentónicos, paleoclimatología, paleoambiente, Oligoceno-Mioceno.

Abstract: The Zarabanda section (Betic Cordillera, Spain) allowed us to study the Late Oligocene-Lower Miocene transition. The quantitative analysis of benthic foraminiferal assemblages provided us with relevant information about paleoenvironmental and paleoclimatological changes. Benthic foraminifera indicate a lower bathyal (1000 m) depth of deposition for most part of the studied section. Moreover, we identified two sea-level falls that might be related to two global glaciation events, namely the Oi-2c and Mi-1 events.

Key words: Benthic foraminifera, paleoclimatology, paleoenvironment, Oligocene-Miocene.

INTRODUCCIÓN

La sección de Zarabanda se sitúa en la provincia de Granada, en la carretera que une Guadahortuna con Torre Cardela, en el sector central de la zona Subbética de las Cordilleras Béticas. Esta sección permite estudiar una serie de 80 m de potencia constituida por una alternancia de calcarenitas bioclásticas y margas hemipelágicas, siendo estas últimas predominantes. Los sedimentos depositados pertenecen al Oligoceno superior (Chatiense) y al Mioceno inferior (Aquitaniense).

El Oligoceno superior se caracteriza por fluctuaciones climáticas, ya que en esta época se ha reconocido un evento de calentamiento global y dos eventos de glaciación, que marcan una expansión del hielo antártico y con ello un descenso glacioeustático del nivel del mar (Zachos et al., 2001; Pekar et al., 2006).

Los foraminíferos bentónicos son extremadamente sensibles a las condiciones del medio en el que habitan, lo que les convierte en una herramienta muy útil para realizar reconstrucciones ambientales. Asimismo, son utilizados para indicar la profundidad del medio de depósito, la oxigenación de las aguas, la productividad de los océanos, el acúmulo de hielo e incluso la temperatura de las aguas (Murray, 2006).

El objetivo del presente trabajo es contribuir a mejorar el conocimiento global de cada uno de los eventos de glaciación registrados en el tránsito Oligoceno - Mioceno y a reconstruir el paleoambiente del corte de Zarabanda, a través del estudio cuantitativo de los foraminíferos bentónicos.

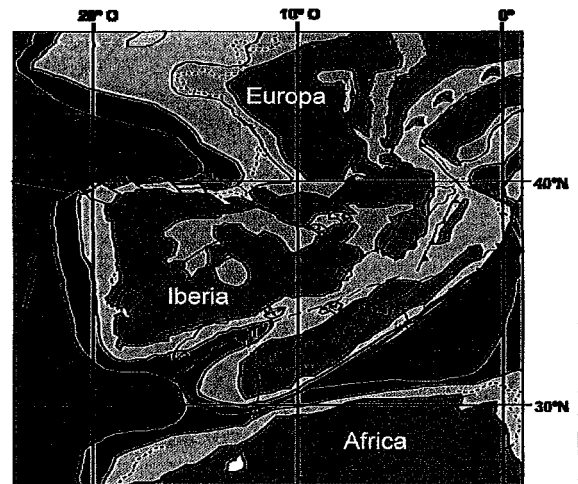


FIGURA 1. Situación paleogeográfica del Península Ibérica y de la parte Oeste del mar Mediterráneo para el Paleógeno. Modificada de Andeweg (2002). 1. Ubicación aproximada de la sección de Zarabanda.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

La serie analizada presenta 80 m de potencia y abarca desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno inferior. Para realizar una reconstrucción paleoambiental basada en el análisis de los foraminíferos bentónicos de la sección de Zarabanda, se han seleccionado 23 muestras. Litológicamente, los materiales están constituidos por una alternancia de calcarenitas y calciruditas con margas hemipelágicas, predominando estas últimas. Los estratos turbidíticos presentan un espesor medio que oscila entre 20 y 70 cm, y en ellos se observan estructuras sedimentarias de laminación paralela y ripples, cantos rodados y huellas de bioturbación. Algunos de estos estratos contienen grandes foraminíferos bentónicos.

Las muestras recogidas en el campo fueron preparadas mediante la técnica de levigado. Esta técnica consiste en disgregar la roca con H₂O₂ a una concentración del 10%; una vez disgregado el material se lava en un tamiz de luz de malla de 100 µm. Por último, el residuo obtenido se seca en un horno a menos de 50°C. Para asegurar la representatividad de los datos cuantitativos, se separan generalmente más de 300 ejemplares de foraminíferos bentónicos por cada muestra.

RESULTADOS

Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en la sección de Zarabanda presentan un dominio absoluto de taxones de concha calcítica (entre 83 y el 98% en todas las muestras estudiadas), indicando un medio de depósito por encima del nivel de compensación de la calcita. Los sedimentos del Oligoceno superior contienen asociaciones diversas y heterogéneas. Los morfogrupos infaunales superan el 60% de las asociaciones en todas las muestras estudiadas, sugiriendo un abundante flujo orgánico hacia el fondo marino.

Las asociaciones de los foraminíferos bentónicos contienen una gran cantidad de taxones sublitorales a batiales superiores, incluyendo especies epifíticas como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides refulgens*, *Cibicides westi*, *Asterigerina campanella*, *Asterigerinoides subacutus*, *Neoconorbina terquemi* y *Rosalina globularis*, y otras especies que albergan simbiontes como *Elphidium ancestrum*, *E. crispum*, *E. incertum*, *E. macellum*, *Elphidium* sp. A, *Pararotalia audouini* y *Protelphidium laeve*. Estos taxones de medios someros se consideran reelaborados, transportados desde la plataforma hasta la base del talud a través de las corrientes de turbidez, mezclándose así con las asociaciones autóctonas. Las asociaciones de foraminíferos bentónicos *in situ* contienen taxones típicos de medios batiales, como *Hanzawaia ammophila*, *Cibicidoides eoacenus*, *Cibicidoides mundulus*, *Buliminella grata*, *Bulimina alazanensis*, *Brizalina tectiformis*, *Bulimina trinitatensis*, *Bulimina semicostata*, *Epistominella*

exigua, *Globocassidulina subglobosa*, *Sphaeroidina bulloides*, *Turrilina alsatica* y abundantes bolivínidos (Fenero, 2010). Los datos expuestos indican que los sedimentos del tránsito Oligoceno-Mioceno de la sección de Zarabanda se depositaron en un medio batial inferior, a unos 1000 m de profundidad, y que fueron intensamente influenciados por corrientes de turbidez, que incrementaron el porcentaje de especies alóctonas. Esta sección se encontraría próxima a la base de un talud de pendiente pronunciada, cerca de la zona costera. Esta situación paleogeográfica podría explicar el elevado porcentaje de especies neríticas reelaboradas y del grupo de los bolivínidos. En medios actuales, el elevado porcentaje de bolivínidos se relaciona con una alta productividad en áreas cercanas al continente (Miller y Lohmann, 1982; Resig y Cheong, 1997).

En la parte inferior de la sección (Biozona de *Globoturbotalita ciperensis*) se ha observado un intervalo de unos 10 m de potencia, con fluctuaciones en los índices de diversidad y una disminución en el índice planctónico/bentónico (P/B). En este intervalo se ha registrado un aumento en el porcentaje de foraminíferos bentónicos típicos de medios sublitorales a batiales superiores (ej., asterigerínidos, *Quinqueloculina*, *Angulogerina angulosa* y *Reusella spinulosa*; Murray, 2006). Además, en dicho intervalo se registra un aumento en el porcentaje de las especies *Angulogerina angulosa*, *Astrononion novozealandicum* y *Hyalinea balthica* (Murray, 2006), que podrían indicar un enfriamiento de las aguas oceánicas. Estos datos podrían sugerir un descenso relativo del nivel del mar producido por un evento de enfriamiento, y que podría relacionarse con el evento de glaciación denominado Oi-2c, datado aproximadamente en 24,4 Ma (Pekar et al., 2006), aunque en el caso de Zarabanda parece situarse un poco más cerca del límite Oligoceno/Mioceno. Una posible explicación del aumento en el porcentaje de los foraminíferos bentónicos reelaborados sería la erosión de la plataforma tras la caída del nivel del mar, que provocaría el transporte de estos organismos a zonas más profundas.

En la Biozona de *Globigerinoides primordius* no se observan cambios significativos en los índices de diversidad y heterogeneidad, ni en los porcentajes de las distintas especies, interpretándose una mayor estabilidad ambiental. En la base de la Biozona de *Globigerinoides primordius* se observan picos en los porcentajes de *Bolivinooides crenulata* (40% de las asociaciones) y *Uvigerina spinicostata* (8% de las asociaciones). En la parte media de esta biozona puede apreciarse una severa disminución en la riqueza genérica que se ha relacionado con una mayor abundancia de la especie infaunal *Sigmavirgulina tortuosa*. Se interpreta que estos eventos en la parte inferior y media de esta biozona estarían relacionados con pulsos en el aporte de materia orgánica al fondo oceánico, que favorecerían la rápida proliferación de estas tres especies.

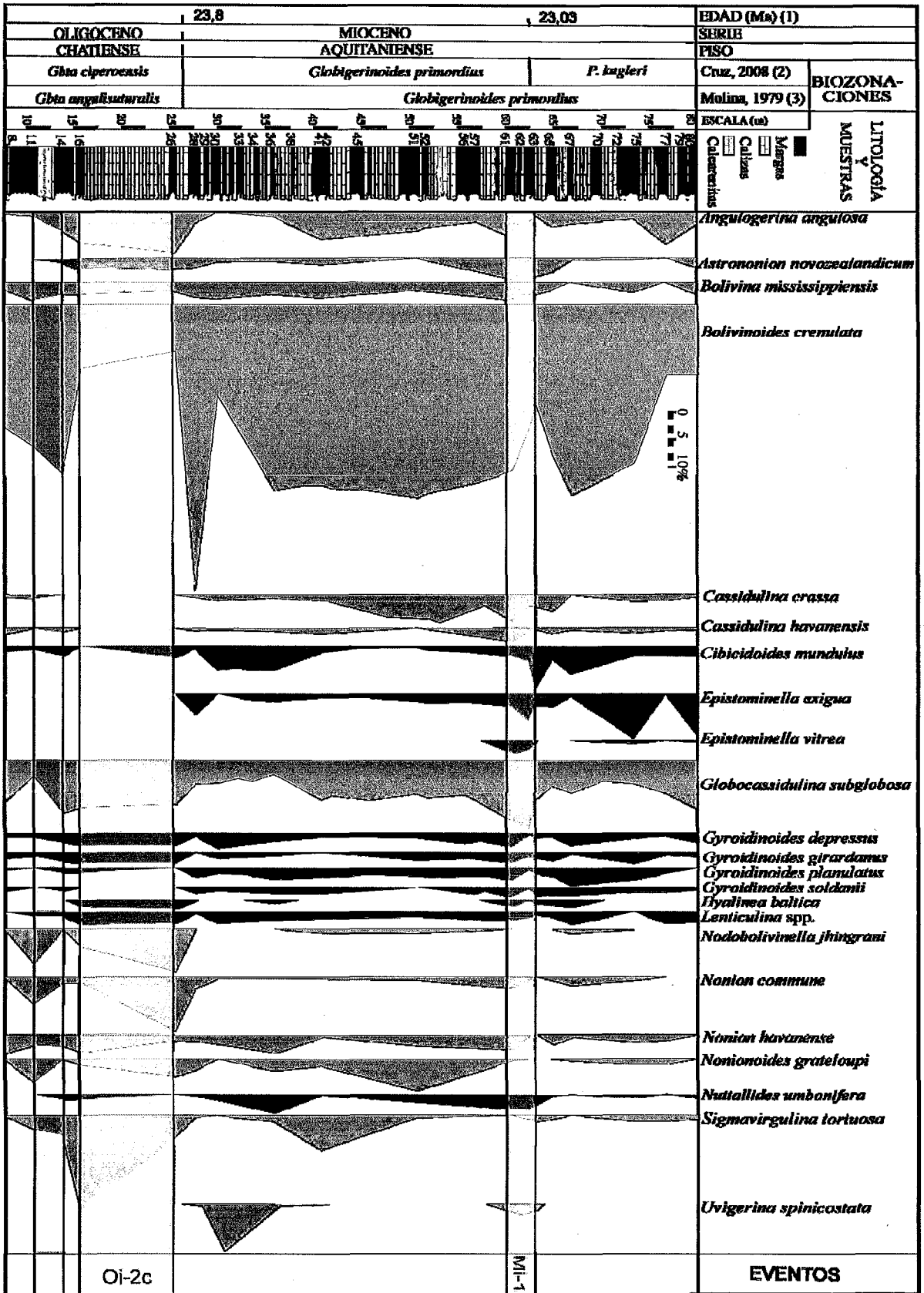


FIGURA 2. Porcentajes de algunas de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes en la sección de Zarabanda y su evolución a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. En color verde se indica un nivel con macroforaminíferos y en color amarillo se indican los eventos de glaciación, Oi-2c y Mi-1. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004). (2) Tesis doctoral de Luis Enrique Cruz (2008). (3) Tesis doctoral de Eustoquio Molina (1979).

En el tránsito de la Biozona de *G. primordius* a *P. kugleri* se registra un ligero descenso en el índice P/B, en la riqueza genérica, así como un aumento de los foraminíferos planctónicos de latitudes altas (Alegret et al., 2008). Por otro lado, en este intervalo se registra un aumento en el porcentaje de las especies *Angulogerina angulosa*, *Astrononion novozealandicum*, *Cassidulina crassa*, *Cassidulina havanensis*, *Epistominella exigua*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hyalinea balthica* y de los géneros *Lenticulina* y *Pullenia*, que abundan en aguas frías (Murray, 2006; Saidova, 2008). Por la edad estimada, estos cambios en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos y planctónicos podrían estar relacionados con el evento de glaciación denominado Mi-1, datado en 23,2-22,8 Ma (Pekar et al., 2006).

El límite Oligoceno/Mioceno se suele situar por debajo de la primera aparición de la especie de foraminífero planctónico *Paragloborotalia kugleri*. Sin embargo, la primera aparición de esta especie es muy diacrónica, ya que se ha registrado en diferentes cronozonas. La Comisión Internacional de Estratigrafía y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas ratificó en 1996 el GSSP del límite O/M en la sección de Lemme-Carrioso (Italia), datado en 23,8 Ma. En esta sección estratotípica se registra tras el límite O/M la primera aparición de *Uvigerina spinicostata*, y posteriormente la primera aparición de *P. kugleri* (Steininger, 1997). Estos eventos se pueden reconocer en la sección de Zarabanda, donde se registra la primera aparición de *Uvigerina spinicostata* y posteriormente la primera aparición de *P. kugleri*; esta última ha sido datada en 23,03 Ma con la correlación de Shipboard Scientific Party (2004). Este límite para la sección estudiada se situó coincidiendo con la primera aparición de la especie planctónica *Globigerinoides primordius*, tal y como propusieron González Donoso y Molina (1979), mientras que el presente estudio sugiere que coincide con la aparición de la especie bentónica *Uvigerina spinicostata*. Por tanto, la primera aparición de *G. primordius* resulta ser mejor indicador de la posición del límite O/M que la de *G. kugleri*. Sin embargo, este límite se muestra en línea discontinua hasta verificar la posición con los nanofósiles calcáreos, ya que el límite O/M en la sección de Lemme-Carrioso coincide con la aparición de *Sphenolithus capricornutus*.

CONCLUSIONES

El análisis cuantitativo de los foraminíferos bentónicos de la sección de Zarabanda indica que los sedimentos del Chatiense superior y Aquitaniense inferior se depositaron en un ambiente batial inferior, a unos 1000 m de profundidad. La abundancia del grupo de los bolivinidos en toda la sección sugiere un gran aporte de materia orgánica refractaria al fondo marino, hecho consistente con la paleogeografía de la zona, en la base de un talud de pendiente pronunciada cerca de la zona costera.

- En la parte inferior de la sección (Biozona de *Globoturborotalita ciperoensis*) se registra un intervalo que podría estar relacionado con una caída del nivel del mar, que parece estar relacionado con el evento de glaciación Oi-2c.

- En el tránsito de la Biozona de *G. primordius* a *P. kugleri* se registra un intervalo que podría relacionarse con otro evento de glaciación denominado Mi-1.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está enmarcado dentro del proyecto Consolider CGL2007-63724 del Ministerio de Educación y Ciencia.

REFERENCIAS

- Alegret, L. et al. (2008): Effects of the Oligocene climatic events on the foraminiferal record from Fuente Caldera section (Spain, western Pyrenees). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 269: 94-102.
- Fenero, R. (2010): *Los Microforaminíferos bentónicos desde el Eoceno terminal hasta el Mioceno inicial: taxonomía, paleoecología e inferencias paleoambientales*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 424 p.
- González Donoso, J.M. y Molina, E. (1979): Correlation of the late Oligocene and early Miocene in the Tethys area. Spain: central sector of the Betic Cordilleres. *Annales Géologiques des Pays Helléniques, Tome hors série*, 1: 329-332.
- Miller, K. G. y Lohmann, G. P. (1982): Environmental distribution of recent benthic Foraminifera on the northeast United States continental slope. *Geological Society of American Bulletin*, 93: 200-206.
- Murray, J. W. (2006): *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge, 426 p.
- Pekar, S. F., Harwood, D. y DeConto, R. (2006): Resolving a late Oligocene conundrum: deep-sea warming versus Antarctic glaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 231: 29-40.
- Resig, J. M. y Cheong, H. K. (1997): Pliocene-Holocene benthic foraminiferal assemblages and water mass history, ODP 806A, western equatorial Pacific. *Micropaleontology*, 43: 419-439.
- Saidova, K. M. (2008): Foraminifer communities of the Atlantic continental margin of Europe. *Oceanology*, 48: 217-227.
- Shipboard Scientific Party (2004): Leg 208 summary. En: Zachos, J. C., Kroon, D., Blum, P. et al., Proc. ODP, Initial Reports, 208: *College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 112 pp.
- Steininger, F.F. et al. (1997): The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of Neogene. *Episodes*, 23-28.