

Evolución paleoambiental del tránsito Eoceno-Oligoceno en el Atlántico sur (Sondeo 1263) basada en foraminíferos bentónicos

Paleoenvironmental evolution of the Eocene-Oligocene transition in the South Atlantic (Site 1263) based on benthic foraminifera

Raquel Fenero ⁽¹⁾, Ellen Thomas ^(2,3), Laia Alegret ⁽¹⁾ y Eustoquio Molina ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontología) e Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Facultad de Ciencias. c/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza. rfenero@unizar.es; laia@unizar.es; emolina@unizar.es

⁽²⁾ Center for the Study of Global Change, Department of Geology and Geophysics, Yale University, New Haven, Connecticut 06459-0139, USA. ellen.thomas@yale.edu

⁽³⁾ Department of Earth and Environmental Sciences, Wesleyan University, Middletown, Connecticut 06459-0139, USA. ellen.thomas@yale.edu

ABSTRACT

Quantitative análisis of benthic foraminiferal assemblages at South Atlantic Site 1263 provided information about paleobathymetry and changes in benthic foraminiferal faunas across the Eocene-Oligocene boundary. Benthic foraminifera indicate an upper abyssal depth (~ 2000 m). Changes in relative abundances of Epistominella exigua, Epistominella vitrea, Globocassidulina subglobosa and Nuttallides umbonifera, probably indicate variability in seasonality of export productivity, bottom current intensity and carbonate corrosivity. The transition into glaciation event Oi-1 is characterized by highly seasonal productivity, Oi-1 itself by less variability, probably at fairly active bottom currents.

Key words: Benthic foraminifera, paleoenvironments, Eocene/Oligocene boundary, Oi-1 event.

Geogaceta, 49 (2010), 3-6
ISSN: 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2010
Fecha de revisión: 3 de noviembre de 2010
Fecha de aceptación: 26 de noviembre de 2010

Introducción

Las épocas Eoceno y Oligoceno corresponden a un momento de la historia de la Tierra en el que se registran grandes cambios climáticos y geográficos, que tuvieron importantes consecuencias sobre la biota. Desde finales del Eoceno medio hasta el límite Eoceno/Oligoceno se produjo una transición del clima cálido y sin casquetes polares, al clima global más frío y heterogéneo con casquetes polares.

Los foraminíferos bentónicos son excelentes indicadores paleoambientales, debido a su gran sensibilidad a los cambios ambientales. Es por ello que los foraminíferos se han utilizado desde hace décadas como marcadores de la profundidad del medio, la temperatura de las aguas, el volumen total de hielo, la productividad de los océanos y la oxigenación de las aguas del fondo (Jorissen *et al.*, 2007).

El sondeo 1263 fue realizado durante la campaña ODP (Ocean Drilling Program) Leg 208 en el Atlántico Sur, cerca de Namibia. Este sondeo se sitúa en el flanco Noroeste de la cresta de Walvis Ridge, con una orientación Noreste-Suroeste (Fig. 1). El origen de Walvis Ridge es volcánico, y se ha relacionado con la

apertura del Atlántico. Además, su localización divide el Océano Atlántico Suroccidental en dos cuencas, la cuenca de Angola al Norte y la cuenca Cape al Sur. Gran parte de la cresta está cubierta por sedimentos pelágicos, que aumentan en potencia hacia el margen continental. Las muestras analizadas fueron obtenidas a unos 2717 m bajo el nivel del mar y a unos 340 m bajo el fondo marino (mbsf). Esta zona estuvo situada por encima del nivel de compensación de la calcita durante todo el Cenozoico (Shipboard Scientific Party, 2004).

A pesar del buen estado de conservación que presentan los microfósiles en las muestras analizadas, hay que puntualizar que en las muestras del Eoceno superior y Oligoceno basal algunas conchas de foraminíferos bentónicos se encuentran afectadas por disolución.

En este trabajo se presenta el primer estudio cuantitativo detallado sobre las asociaciones de los foraminíferos bentónicos del tránsito Eoceno-Oligoceno para este sondeo. Dada la ausencia de precisos estudios bioestratigráficos para este sondeo, se analizó además el contenido de los foraminíferos planctónicos (búsqueda de especie índice, ej. *Hantkenina*) para si-

tuar el límite Eoceno/Oligoceno. Este dato, junto con los datos preliminares de primera y última aparición de diversas especies de foraminíferos planctónicos (Shipboard Scientific Party, 2004), han permitido establecer una biozonación preliminar, aplicando las zonas de Berggren y Pearson (2005) para el Eoceno superior (E14, E15 y E16) y Oligoceno inferior (O1).

Material y metodología

El material analizado corresponde a una serie de aproximadamente 30 metros de espesor, que abarca desde el Eoceno superior (E15, Priabonense) al Oligoceno inferior (O1, Rupeliense). Litológicamente, se trata de un sondeo muy homogéneo, constituido por limos calcáreos y arcillas con abundantes foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos. Los foraminíferos bentónicos presentes son más escasos que los planctónicos.

Las muestras analizadas fueron preparadas mediante la técnica de levigado. El análisis cuantitativo fue realizado basándose en una fracción representativa de 300 o más ejemplares por cada muestra de la fracción mayor de 63µm.

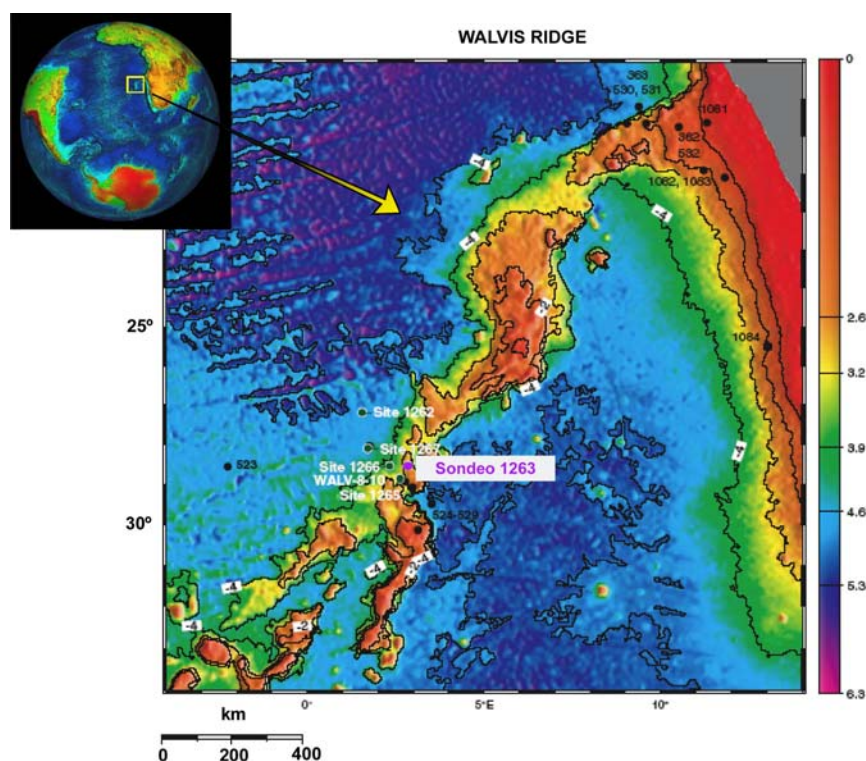


Fig. 1.- Situación geográfica del sondeo 1263 en el Atlántico Sureste.

Fig. 1.- Geographic situation of Site 1263 in the southeast Atlantic.

Paleobatimetría

Las asociaciones de foraminíferos del sondeo 1263 muestran un índice P/B (planctónico/bentónico) muy elevado, superior al 95% en todas las muestras estudiadas, lo que indica condiciones de medios marinos abiertos.

El dominio de foraminíferos bentónicos de concha calcífica sobre los de pared aglutinada a lo largo de todo el sondeo indica un depósito por encima del nivel de compensación de la calcita. No obstante, la presencia de abundantes ejemplares pequeños y poco calcificados sugiere que el sondeo estaría localizado cerca de la lisoclina.

Las asociaciones están dominadas por especies típicas de ambientes batiales profundos a abisales, como *Epistominella exigua*, *Epistominella vitrea*, *Globocassidulina subglobosa* y *Nuttallides umbonifera* (Van Morkhoven *et al.*, 1986). La especie *Bolivina huneri* y el género *Heronallenia*, que aparecen a lo largo del sondeo, también están presentes en zonas abisales durante el Oligoceno (Katz *et al.*, 2003). Todos estos datos indican que los sedimentos del sondeo 1263 fueron depositados en un medio abisal superior, a una profundidad de unos 2000 m.

Evolución paleoambiental

Las asociaciones de los foraminíferos bentónicos están constituidas por morfogrupos mixtos infaunales y epifaunales en proporciones similares, indicando condiciones mesotróficas en el fondo marino (Jorissen *et al.*, 2007).

Desde el Eoceno medio-superior hasta el Oligoceno inferior se observa en altas latitudes un aumento en la estacionalidad de la productividad, evidenciado por el aumento de especies que se alimentan de fitodetritus, principalmente de *A. weddellensis* y *E. exigua*, y que a su vez estaría asociado a un descenso en la diversidad de las asociaciones de los foraminíferos bentónicos (Thomas y Gooday, 1996; Gooday, 2003). Esta situación es observable en el sondeo estudiado, situado en latitudes medias, donde además de las dos especies mencionadas, abundan otras especies asociadas a pulsos de fitodetritus, como *Globocassidulina subglobosa*, *Cassidulina crassa*, *Uvigerina peregrina* y *E. vitrea* (constituyendo esta última hasta un 25% de las asociaciones; Fenero, 2010). *Epistominella vitrea* ha sido interpretada como una especie oportunista debido a la relativa cercanía taxonómica que presenta con la especie *E. exigua* (ej., Pawlowski *et al.*, 2007).

Algunos trabajos realizados en la Antártida han mostrado que las especies *G. subglobosa* y *C. crassa*, se alimentan selectivamente de fitodetritus (Suhr *et al.*, 2003) y principalmente son comunes en zonas de alta actividad de corrientes (Schmiedl *et al.*, 1997).

A lo largo de todo el sondeo se registran cortos picos cuantitativos de especies oportunistas, los más destacados se encuentran en la parte superior de la Biozona E16 (Priaboniense) y en la parte inferior de la Biozona O1 (Rupeliense), alcanzando casi el 45% de las asociaciones. Estas variaciones en la abundancia relativa de los taxones oportunistas, y las fluctuaciones en la diversidad y heterogeneidad, sugieren que desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno inferior se produjeron fuertes fluctuaciones en el aporte alimenticio, relacionadas con pulsos en el aporte de materia orgánica fresca y lábil al fondo oceánico (Thomas y Gooday, 1996; Thomas, 2007; Fenero, 2010). En este sondeo se ha identificado el evento de glaciación Oi-1 cerca del límite Eoceno/Oligoceno, gracias al análisis de los isótopos de oxígeno y carbono realizados por Riesselman *et al.* (2007). Estos autores identificaron dos intervalos: uno denominado «transición al evento Oi-1» donde comenzaban a aumentar los valores de los isótopos de oxígeno y carbono, y el intervalo conocido como «evento Oi-1» donde se registraban los mayores valores de los isótopos de oxígeno y carbono. Este evento está relacionado con el ciclo $84_{\text{Eo-C13n}}$ de Pälike *et al.* (2006) y está asociado con un descenso del nivel del mar (Miller *et al.*, 1987; Zachos *et al.*, 2001; Merico *et al.*, 2008).

Además del análisis de los isótopos de oxígeno y carbono en conchas de foraminíferos bentónicos (*Oridorsalis umbonatus*), también se estudió el porcentaje del CaCO_3 (Riesselman *et al.*, 2007).

Los isótopos de carbono y oxígeno aumentan en el intervalo denominado «transición al evento de glaciación Oi-1». En este intervalo, el porcentaje de las especies oportunistas y sobre todo la especie *E. vitrea* incrementan significativamente, reflejando probablemente un aumento en la estacionalidad (Fig. 2).

En el intervalo denominado «evento Oi-1» se registra un ligero aumento en las especies típicas de aguas frías, como *Astronion novozealandicum*, *G. subglobosa*, *C. crassa* y *Cassidulina havanensis*. Hacia la mitad de este intervalo se observa un aumento importante en el porcentaje de la especie *N.*

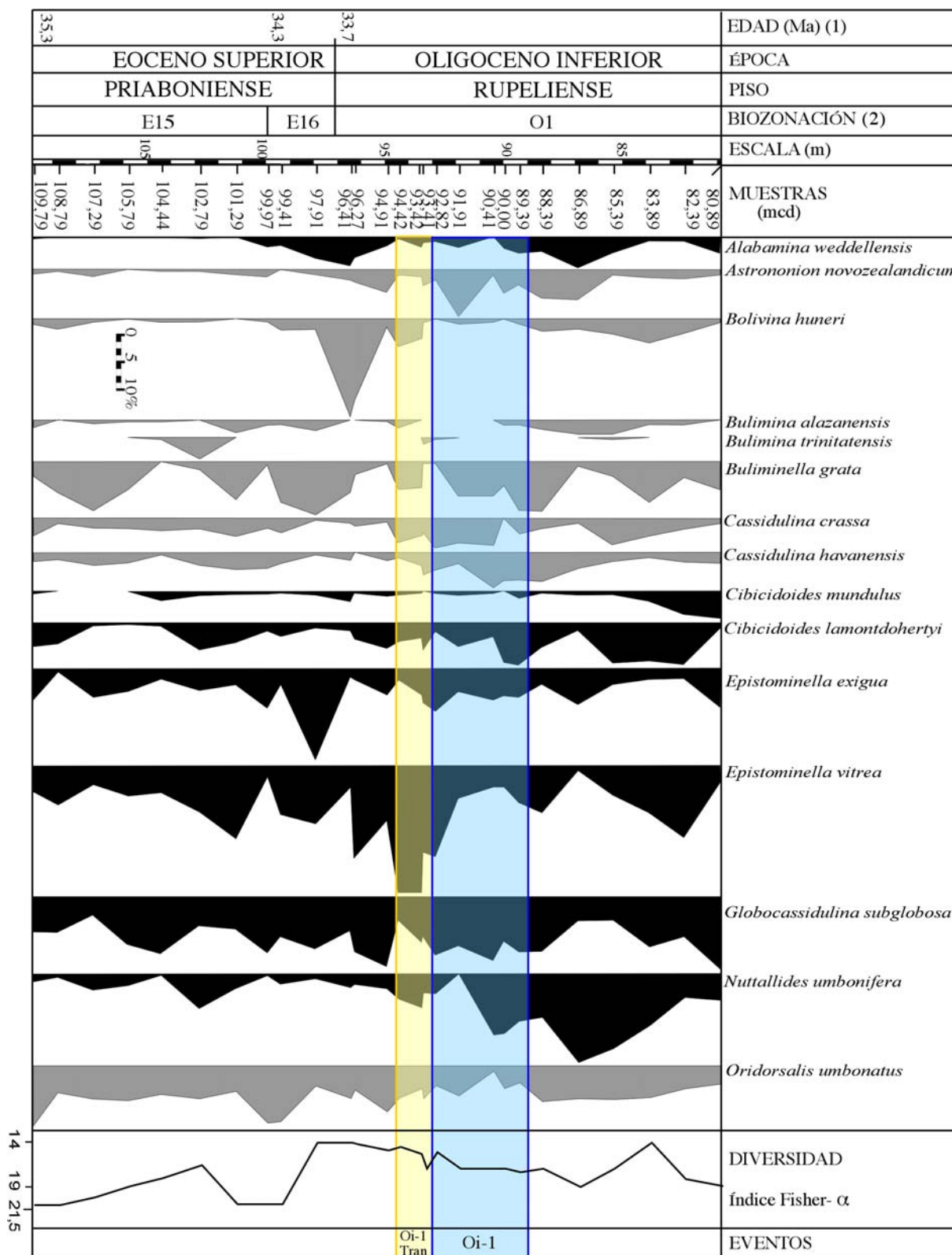


Fig. 2.- Distribución de algunas de las especies de foraminíferos bentónicos más abundantes del sondeo 1263, y su evolución a lo largo del tránsito Eoceno superior y Oligoceno inferior. Especies infaunales representadas en color gris y especies epifaunales en color negro. (1) Correlación con Shipboard Scientific Party (2004); (2) Correlación con Berggren y Pearson (2005). Oi-1= Evento de glaciación Oi-1. Oi-1 Tran= Transición al evento de glaciación Oi-1.

Fig. 2.- Distribution of some of the most abundant benthic foraminiferal species across the upper Eocene-lower Oligocene transition section of Site 1263. Infaunal taxa are represented in grey and epifaunal taxa in black. (1) Correlation with Shipboard Scientific Party (2004); (2) Correlation with Berggren and Pearson (2005). Oi-1 = Glaciation event Oi-1. Oi-1 Tran= Transition of the glaciation event Oi-1.

umbonifera (Fenero, 2010) tras el máximo valor de los isótopos de oxígeno en foraminíferos bentónicos (Riesselman et al., 2007), y que se ha relacionado con un ligero aumento en la corrosividad de las aguas.

En coincidencia con el evento de glaciación Oi-1 se registra un efecto lázaro en las siguientes especies: *Karreriella bradyi*, *Cibicidoides robertsonianus*, *Bulimina alazanensis* y *Nonion havanense*. Además, se han observado las últimas apariciones locales de las especies *Osangularia culter*, *Pleurostomella alternans*, *Stilostomella annulifera* y *Stilostomella lepidula*.

Por otro lado, la conservación de las conchas calcíticas mejora considerablemente desde la base del Oligoceno hasta la muestra 94,49 mcd, donde Riesselman et al. (2007) registraron la máxima concentración de %CaCO₃. Estos autores relacionaron el máximo porcentaje de CaCO₃ con una profundización del nivel de compensación de la calcita (CCD), que también ha sido observado a nivel mundial.

Conclusiones

El detallado estudio cuantitativo de las asociaciones de los foraminíferos bentónicos del tránsito Eoceno-Oligoceno en el sondeo 1263 ha permitido determinar la profundidad del medio de depósito en unos 2000 m (abisal superior).

Durante el tránsito Eoceno superior-Oligoceno inferior se registra una gran abundancia de especies que se alimentan

de fitodetrítus, sugiriendo que ya en latitudes medias se produjo un aumento en la productividad superficial y en la estacionalidad.

Por otro lado, en el evento de glaciación Oi-1 (transición al evento Oi-1 y el evento Oi-1) se han registrado cambios importantes en las asociaciones de foraminíferos bentónicos, compatibles con el aumento en la estacionalidad y en la corrosividad de las aguas del fondo.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto Consolider CGL2007-63724 del Ministerio de Educación y Ciencia. Los autores desean mostrar su agradecimiento a los revisores de este trabajo.

Referencias

- Berggren, W.A. y Pearson, P.N. (2005). *Journal of Foraminiferal Research*, 35 (4), 279-298.
- Fenero, R. (2010). *Los microforaminíferos bentónicos desde el Eoceno terminal al Mioceno inicial: taxonomía, inferencias paleoecológicas y paleoambientales*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 424 p.
- Gooday, A.J. (2003). *Advances in Biology*, 46, 1-90.
- Jorissen, F.J., Fontanier, C. y Thomas, E. (2007). En: *Proxies in Late Cenozoic Paleooceanography: Pt. 2: Biological tracers and biomarkers* (C. Hillaire-Marcel y A. de Vernal, Eds.) Elsevier, 263-326.

- Katz, M.E., Tjalsma, R.C. y Miller, K.G. (2003). *Micropaleontology*, 49 (2), 1-45.
- Merico, A., Tyrrell, T. y Wilson, P.A. (2008). *Nature*, 452, 979-982.
- Miller, K.G., Fairbanks, R.G. y Mountain, G.S. (1987). *Paleoceanography*, 1, 1-19.
- Pälike, H., Norris, R.D., Herrie, J.O., Wilson, P.A., Coxall, H.K., Lear, C.H., Shackleton, N.J., Tripathi, A.K. y Wade, B.S. (2006). *Science*, 314, 1894-1898.
- Pawlowski, J., Bowser, S.B. y Gooday, A.J. (2007). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54, 1720-1726.
- Riesselman, C.R., Dunbar, R.B., Mucciarone, D.A. y Kitasei, S.S. (2007). *U.S. Geological Survey and The National Academies*, 7 p.
- Shipboard Scientific Party, (2004). *College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 112 p.
- Schmiedl, G., Mackensen, A. y Müller, P.J. (1997). *Marine Micropaleontology*, 32, 249-287.
- Suhr, S.B., Pond, D.W., Gooday, A.J. y Smith, C. R. (2003). *Marine Ecology Progress Series*, 262, 153-162.
- Thomas, E. (2007). *Geological Society of America Special Paper*, 424, 1-23.
- Thomas, E. y Gooday, A. J. (1996). *Geology*, 24 (4), 355-358.
- Van Morkhoven, F., Berggren, W.A. y Edwards, A.S. (1986). *Bulletin de Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine. Mem.*, 11, 421 p.
- Zachos, J.C., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. y Billups, K. (2001). *Science*, 292, 686-693.