

BIOEVENTOS Y PALEOAMBIENTES DURANTE EL EOCENO MEDIO Y SUPERIOR BASADOS EN FORAMINÍFEROS DE TORRE CARDELA (GRANADA)

L. Rivero-Cuesta, L. Alegret y E. Molina

Ciencias de la Tierra e Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón, IUCA.
Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza.
lucia.rivero.cuesta@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de reconstruir el paleoambiente y correlacionar bioeventos que caractericen el Eoceno medio-superior se ha realizado un estudio cuantitativo de foraminíferos bentónicos en Torre Cardela, un afloramiento situado en la cordillera Subbética donde se extendía la parte suroeste del Tetis. Las muestras analizadas corresponden al Bartonense e incluyen tanto su base como su techo, lo que le confiere a la sección estudiada un interés añadido desde el punto de vista cronoestratigráfico, pudiendo contribuir a la definición del GSSP del Bartonense. Los primeros resultados muestran una predominancia de especies bentónicas infaunales, tales como *Bolivina* y *Bolivinoidea*, que junto con el resto de la asociación indican un medio batial con alto aporte de alimento. Además se han identificado especies típicas de medio litoral como *Asterigerina*, *Cibicides* y *Osangularia*, que han sido consideradas como alóctonas ya que tienen un estilo de vida epifítico y pueden haber sido transportadas penecontemporaneamente.

Palabras clave: Foraminíferos, Eoceno, Bartonense, Tetis, bioestratigrafía.

ABSTRACT

Aiming for the paleoenvironmental reconstruction and correlation of bioevents characteristic from the Middle-Upper Eocene, a quantitative study of benthic foraminifera has been carried out in Torre Cardela (Spain). The outcrop is located in the Subbaetic System, where the SW part of the Tethys Ocean lied during the Bartonian. Samples analyzed from this age shows a high abundance of infaunal species such as *Bolivinas* and *Bolivinoidea* which indicates conditions of high nutrients, while the rest of the assemblage suggest a middle bathyal depth. Certain species typical from shallower waters (*Asterigerina*, *Cibicides* and *Osangularia*) has been also found, but they are likely allochthonous as they lived attach to seaweed that could be easily transported by currents or through the continental slope.

Key words: Foraminifera, Eocene, Bartonian, Tethys, biostratigraphy.

INTRODUCCIÓN

El concepto de GSSP (Global Boundary Stratotype Section and Point) fue introducido por la Comisión Internacional de Estratigrafía en los años 70 para estandarizar la edad y significado de las edades geológicas, en especial en su base.

En la mayoría de los casos existen localidades tipo donde se han ido definiendo las diferentes edades, la mayoría de ellas adoptando ese mismo nombre. Sin embargo, algunas de esas localidades tipo sólo poseen rasgos locales o regionales, por lo que las características que las definen no son extrapolables a otros afloramientos de la misma edad y su correlación resulta difícil. Para casos en los que los estratotipos clásicos de pisos no son suficientemente adecuados para definir el límite aún continúa la búsqueda como es el caso de la base del Bartonense (~41.2 Ma).

El estratotipo del piso Bartonense fue originalmente definido en la cuenca de Hampshire (costa SE de Reino Unido) en una capa que contiene abundantes macroforaminíferos bentónicos, concretamente la especie *Nummulites prestwichianus* (Curry, 1937). No obstante, la extensión paleogeográfica de dicha capa es limitada por lo que no es posible su correlación con otros afloramientos de la misma edad. Tampoco la unidad litoestratigráfica (Formación Barton Clay) coincide con el concepto cronoestratigráfico de la edad Bartonense, por lo que son necesarios nuevos criterios para su reconocimiento. En la última versión de la escala de tiempo geológico se propone el límite entre los magnetocrones C19n/C18r como marcador de la base del Bartonense (Vandenberghe *et al.*, 2012), ya que los eventos magnetoestratigráficos son globales, rápidos y reconocibles en medios tanto marinos como terrestres.

Respecto a la bioestratigrafía, la base del Bartonense corresponde a las biozonas E11 (foraminíferos planctónicos), SBZ17 (macroforaminíferos bentónicos del Tetis) y NP16 (nanoplancton calcáreo). Se han reconocido bioeventos específicos justo por encima del límite Luteciense-Bartonense, como la primera aparición del foraminífero planctónico *Turborotalia cerroazulensis* (41.91 Ma), la última aparición del también planctónico *Guembeltrioides nuttalli* (41.53 Ma) o la última aparición de la especie de nanoplancton calcáreo *Reticulofenestra reticulata* (40.98 Ma) (Fluegeman, 2014). Para confirmar la validez global de estos marcadores y encontrar otros nuevos, se han explorado afloramientos con potencial para albergar el GSSP del Bartonense donde se han llevado a cabo estudios multidisciplinarios de estratigrafía (sedimentología, magnetoestratigrafía, cicloestratigrafía), bioestratigrafía (nanofósiles calcáreos, foraminíferos planctónicos y bentónicos), isótopos de carbono y oxígeno, etc.

Dentro de las investigaciones realizadas recientemente en la búsqueda del GSSP del Bartonense, destacan los estudios realizados en el Cabo de Oyambre (cuenca vasco-cantábrica), que han aportado valiosa información pero también se han revelado discrepancias entre algunos bioeventos de foraminíferos planctónicos con la escala de tiempo estándar. La sección más prometedora hasta el momento se sitúa en la carretera de Contessa (Gubio, Italia), y ha sido propuesta por Jovane y colaboradores (2007, 2010), donde un completo estudio del afloramiento confirma la validez del cron C19n (41.25 Ma) como marcador para la base del Bartonense. No obstante, algunos problemas como la existencia de fallas y la accesibilidad al afloramiento dificultan su ratificación como GSSP.

Con el objetivo de encontrar nuevos bioeventos, que ayuden a la identificación de la base del Bartonense a nivel global, se han estudiado muestras de Torre Cardela, un corte situado en la zona subbética de la Cordillera Bética, al suroeste de España. Se trata de una serie de margas hemipelágicas que alternan con algunos niveles turbidíticos interestratificados que abarca el tránsito Eoceno medio - superior. En dicho corte se han analizado previamente los foraminíferos planctónicos (Gonzalvo y Molina, 1996), lo cual permitió reconocer biozonas que ayudaron a su precisa datación. Tomando como punto de partida dichos datos, se han seleccionado las muestras pertenecientes al Bartonense para realizar un estudio cuantitativo de los foraminíferos bentónicos que aporta nuevos datos para una reconstrucción paleoambiental. Los resultados serán utilizados para comparar las asociaciones encontradas en Torre Cardela con las presentes en otros afloramientos como Oyambre y Contessa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado consiste en 25 muestras recogidas en un afloramiento de unos 100 metros de espesor correspondiente a la edad Bartonense. Previamente al análisis, las muestras fueron preparadas mediante técnica de levigado, disgregadas con agua oxigenada al 10% y tamizadas utilizando una luz de malla de 63 micras.

Una vez separado el contenido micropaleontológico, éste fue microcuarteado hasta 5 y 6 veces para obtener una pequeña fracción representativa de cada muestra. Para realizar el análisis cuantitativo se separaron más de 300 foraminíferos bentónicos de cada muestra, los cuales fueron identificados y clasificados a nivel de especie en su

mayoría, y a nivel de género los ejemplares muy escasos o peor conservados. Los foraminíferos bentónicos presentan una conservación moderada a pobre en Torre Cardela. Los ejemplares más representativos fueron fotografiados en el servicio de microscopía electrónica de la Universidad de Zaragoza, donde se obtuvieron imágenes de alta resolución.

RESULTADOS

Los grupos de foraminíferos bentónicos dominantes incluyen principalmente formas biseriadas, fundamentalmente bolivinidos (*Bolivina* spp. y *Bolivinoidea* spp.), y formas trocoespiraladas como *Cibicoides* spp., *Asterigerina* spp. y *Osangularia* spp. Otros grupos comúnmente presentes son *Gyroidinoides* spp., *Anomalinoidea* spp., *Uvigerina* spp., *Angulogerina* spp., *Globobulimina* spp. y *Reussella* spp. Se puede destacar la presencia de especies uniloculares (*Lagena* spp.) así como uniseriadas tubulares (*Stilostomella* spp. y *Siphonodosaria* spp.). Grupos calcáreos menos comunes incluyen representantes de *Pullenia* spp., *Aragonia* spp., *Pectofrondicularia* spp., *Quinqueloculina* spp., *Loxostomoides* spp. y *Pleurostomella* spp., entre otros. Las especies aglutinadas son muy escasas a ausentes en gran parte de las muestras.

Tras el análisis cuantitativo de la primera parte de las muestras, los resultados preliminares indican una predominancia de especies infaunales (fundamentalmente *Bolivina* y *Bolivinoidea*) sobre especies epifaunales (*Asterigerina*, *Osangularia* y *Cibicoides*) en la base del Bartonense.

En distintas muestras a lo largo de la sección aparece de forma común a abundante en la fracción de entre 63 y 150 micras un foraminífero de morfología trocoespiralada que resulta difícil de identificar. Por su tamaño y morfología general de la concha parece pertenecer a algún género bentónico como *Nuttallinella* o *Nuttallides*, sin embargo la textura de su pared se corresponde a la de un foraminífero planctónico. Tentativamente, se ha considerado planctónico y asignado a la especie *Planorotalites capdevilensis* ya que es el único género planctónico del Eoceno que presenta este tipo de morfología.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las asociaciones son diversas y están constituidas por morfogrupos tanto epifaunales como infaunales profundos, e indican un buen aporte de materia orgánica al fondo marino, pero sin alcanzarse condiciones de baja oxigenación. Los bolivinidos son uno de los grupos más abundantes en las asociaciones, y se caracterizan por presentar un modo de vida infaunal, asociándose a un significativo aporte de materia orgánica al fondo oceánico, probablemente ligado a una reducción de la oxigenación en las aguas del fondo oceánico (Murray, 1991). La presencia de especies de morfología cilíndrica, y de uvigerínidos, apoyan la interpretación de un alto aporte de nutrientes al fondo marino. Además, las asociaciones observadas contienen representantes comunes de los géneros *Bulimina*, *Bolivina*, *Globobulimina* y *Uvigerina*, entre otros, que se asocian a un elevado y relativamente continuo aporte de materia orgánica al medio bentónico (Gooday *et al.*, 2001).

Siguiendo los criterios de van Morkhoven (1986), la composición de las asociaciones identificadas se asocia a un ambiente batial medio. El porcentaje significativo de *Asterigerina* spp., típica de batimetrías más someras, puede ser engañoso ya que este género tiene un estilo de vida epifítico, adheriéndose a algas y otros restos orgánicos que pueden ser transportados fácilmente por las corrientes.

En relación a la especie que presenta morfología característica de un foraminífero bentónico pero textura de la pared típica de los planctónicos, la dificultad en su identificación ha sido recientemente descrita en la literatura (Boscolo-Galazzo *et al.*, 2015). Estos autores analizaron la composición isotópica de carbono y oxígeno en ejemplares de edad y características muy similares a los encontrados en Torre Cardela. Concretamente, analizaron material procedente de dos afloramientos del Tetis, Alano y Monte Cagnero (Italia) a lo largo del Óptimo Climático del Eoceno Medio (MECO, 40.0 Ma). Los resultados confirman la naturaleza planctónica de esta especie, que identificaron como *Planorotalites capdevilensis* tras comparar sus ejemplares con el material tipo en la institución Smithsonian, destacando la gran similitud de sus ejemplares con las formas juveniles de *P. capdevilensis*. Consideramos que existen suficientes indicios para atribuir los ejemplares encontrados en Torre Cardela a la especie *P. capdevilensis*. Se trata

de una especie que habitaba en la capa mixta de aguas tropicales y subtropicales (Boscolo-Galazzo *et al.*, 2015). Sin embargo, es importante confirmar y cuantificar la presencia de esta especie ya que puede causar importantes sesgos en interpretaciones paleoecológicas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen financiación del proyecto CGL2014-58794-P (Ministerio de Economía y Competitividad, fondos FEDER), del Grupo Consolidado E05 (Gobierno de Aragón/Fondo Social Europeo), y beca predoctoral BES-2015-075140 (Ministerio de Economía y Competitividad) a Lucía Rivero Cuesta.

REFERENCIAS

- Curry, D. 1937. The English Bartonian Nummulites. *Proc. Geol. Assoc.*, 48, 229–IN3.
- Dawber, C.F., Tripathi, A.K., Gale, A.S., MacNiocail, C. & Hesselbo, S.P. 2011. Glacioeustasy during the middle Eocene? Insights from the stratigraphy of the Hampshire Basin, UK. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 300, 84–100.
- Dinarès-Turell, J., Payros, A., Monechi, S., Orue-Etxebarria, X., Ortiz, S., Apellaniz, E. & Bernaola, G. 2004. In Search of the Bartonian (Middle Eocene) GSSP (II): Preliminary Results from the Oyambre Section (Northern Spain). *STRATI 2013: First International Congress on Stratigraphy At the Cutting Edge of Stratigraphy*. Rocha, R., Pais, J., Kullberg, J. C. & Finney, S. (Eds.) Springer.
- Fluegeman, R.H. 2014. The Bartonian (Middle Eocene) GSSP: Historical Considerations and Challenges. *STRATI 2013: First International Congress on Stratigraphy At the Cutting Edge of Stratigraphy*. Rocha, R., Pais, J., Kullberg, J. C. & Finney, S. (Eds.) Springer.
- Gonzalvo, C. y Molina, E. 1996. Bioestratigrafía y cronoestratigrafía del tránsito Eoceno Medio-Eoceno Superior en la Cordillera Bética. *Rev. Esp. Micropaleontol.* XXVIII, pp. 25–44.
- Gooday, A.J., Hughes, J.A. & Levin, L.A., 2001. The foraminiferan macrofauna from three North Carolina (USA) slope sites with contrasting carbon flux: a comparison with the metazoan macrofauna. *Deep Sea Res. Part Oceanogr. Res. Pap.* 48, 1709–1739.
- Jovane, L., Florindo, F., Coccioni, R., Dinares-Turell, J., Marsili, A., Monechi, S., Roberts, A.P. & Sprovieri, M. 2007. The middle Eocene climatic optimum event in the Contessa Highway section, Umbrian Apennines, Italy. *Geol. Soc. Am. Bull.* 119, pp. 413–427.
- Jovane, L., Sprovieri, M., Coccioni, R., Florindo, F., Marsili, A. & Laskar, J. 2010. Astronomical calibration of the middle Eocene Contessa Highway section (Gubbio, Italy). *Earth Planet. Sci. Lett.* 298, pp. 77–88.
- Murray, J.W. 1991. *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. Longman, Harlow, 397 pp.
- Payros, A., Dinarès-Turell, J., Orue-Etxebarria, X., Monechi, S., Ortiz, S., Apellaniz, E. & Bernaola, G. 2014. In Search of the Bartonian (Middle Eocene) GSSP (I): Potential in the Basque-Cantabrian and Aquitanian Basins (Western Pyrenees). *STRATI 2013: First International Congress on Stratigraphy At the Cutting Edge of Stratigraphy*. Rocha, R., Pais, J., Kullberg, J. C. & Finney, S. (Eds.) Springer.
- Vandenbergh, N., Hilgen, F.J. & Speijer, R.P. 2012. The Paleogene Period. *The Geologic Time Scale 2012*, Gradstein F. M. *et al.* Eds. Elsevier, 855-921.