

Calizas de briozoos del Oligoceno superior-Mioceno inferior: Implicaciones paleoambientales (Subbético Externo, Sierra de Cabra, provincia de Córdoba)

Byozoan limestones in the upper Oligocene-lower Miocene: Paleoenvironmental implications (External Subbetic, Sierra de Cabra, Córdoba province)

José Miguel Molina¹ y Alicia Serna²

¹ Departamento de Geología, Universidad de Jaén, Campus Universitario, Edf. B-3. 23071-Jaén, España. jmmolina@ujaen.es

² Geoparque de la Subbética, Tragsa, 14011-Córdoba, España. aserna@tragsa.es

ABSTRACT

Bryozoans are excellent paleoenvironmental and paleoclimatic indicators, particularly for temperate and cold-water carbonates. Bryozoan diversity, abundance, zooid morphology and colony growth forms, as well as their structures provide information on the physical controls on their habitat. Palaeoenvironmental parameters such as temperature, salinity, water energy, substrate characteristics, and sedimentation rate are inferred from the bryozoans assemblages. The bryozoarians are described and analysed for the first time in the Oligocene-Miocene rocks of the External Subbetic (Betic Cordillera). The calcirudites and calcarenites with bryozoa were deposited at depths between 15 and 60 m, in competition with and laterally related to deeper benthic foraminifer and rhodolith facies.

Key-words: Carbonates, bryozoa, Oligocene-Miocene, Subbetic, paleoenvironment.

RESUMEN

Los briozoos son buenos indicadores paleoambientales, principalmente en carbonatos de aguas marinas templadas y frías. Parámetros paleoambientales como temperatura, salinidad, energía del agua, carácter del sustrato y tasa de sedimentación se deducen de las asociaciones de briozoos. Los briozoarios se describen y utilizan con este fin, por primera vez, en las rocas del Oligoceno-Mioceno del Subbético Externo. Las calcarenitas y calciruditas con briozoos se depositaron a profundidades comprendidas entre unos 15 y 60 m, en competencia y relación lateral con otras facies ligeramente más profundas de foraminíferos bentónicos y rodolitos.

Palabras clave: Carbonatos, briozoo, Oligoceno-Mioceno, Subbético, paleoambiente.

Geogaceta, 54 (2013), 31-34.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 31 de enero de 2013
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

Introducción

Los briozoos son buenos indicadores paleoambientales y paleoclimáticos, particularmente en sedimentos y rocas sedimentarias de aguas templadas y frías. La diversidad, abundancia, morfología de los zooides y formas de crecimiento de las colonias de briozoos o zoarios, así como sus relaciones con otros sedimentos y fósiles proporcionan información acerca de los controles físicos sobre su hábitat. Parámetros paleoambientales como temperatura, salinidad, energía del agua, carácter del sustrato y tasa de sedimentación pueden deducirse de las asociaciones de briozoos (p.e., Smith, 1995; Hageman *et al.*, 1997).

En la Cordillera Bética, aunque se han descrito briozoos como notables componentes, especialmente en rocas sedimentarias cenozoicas, se han publicado pocos trabajos específicos, principalmente dedicados a su sistemática (p.e., Reguant, 1961; Reguant *et al.*, 1986-1987; Pouyet, 2000; Molina y Serna, 2010).

En este trabajo se estudian los depósitos de calcarenitas y calciruditas calcáreas con briozoos del Oligoceno superior-Mioceno inferior en el S de la provincia de Córdoba (Cordillera Bética) (Fig. 1A). Es la primera vez que esta importante concentración de briozoos es descrita y estudiada con detalle en el Subbético.

Localización y estratigrafía

Estos depósitos forman parte del Subbético Externo (Unidad de Camarena-Lanchares) (Fig. 1B) donde las rocas del Cenozoico no están bien representadas, principalmente debido a los importantes hiatos sedimentarios y procesos erosivos que tuvieron lugar antes de los principales eventos tectónicos del Mioceno medio (Molina, 1987; Molina y Nieto, 2003).

La secuencia sedimentaria cenozoica de la Unidad de Camarena-Lanchares incluye tres miembros (Fig. 1C): 1) Conglomerados y brechas con clastos de calizas oolíticas del Jurásico Medio (Fm. Camarena) y de calizas nodulosas rojas del Jurásico Superior (Fm.

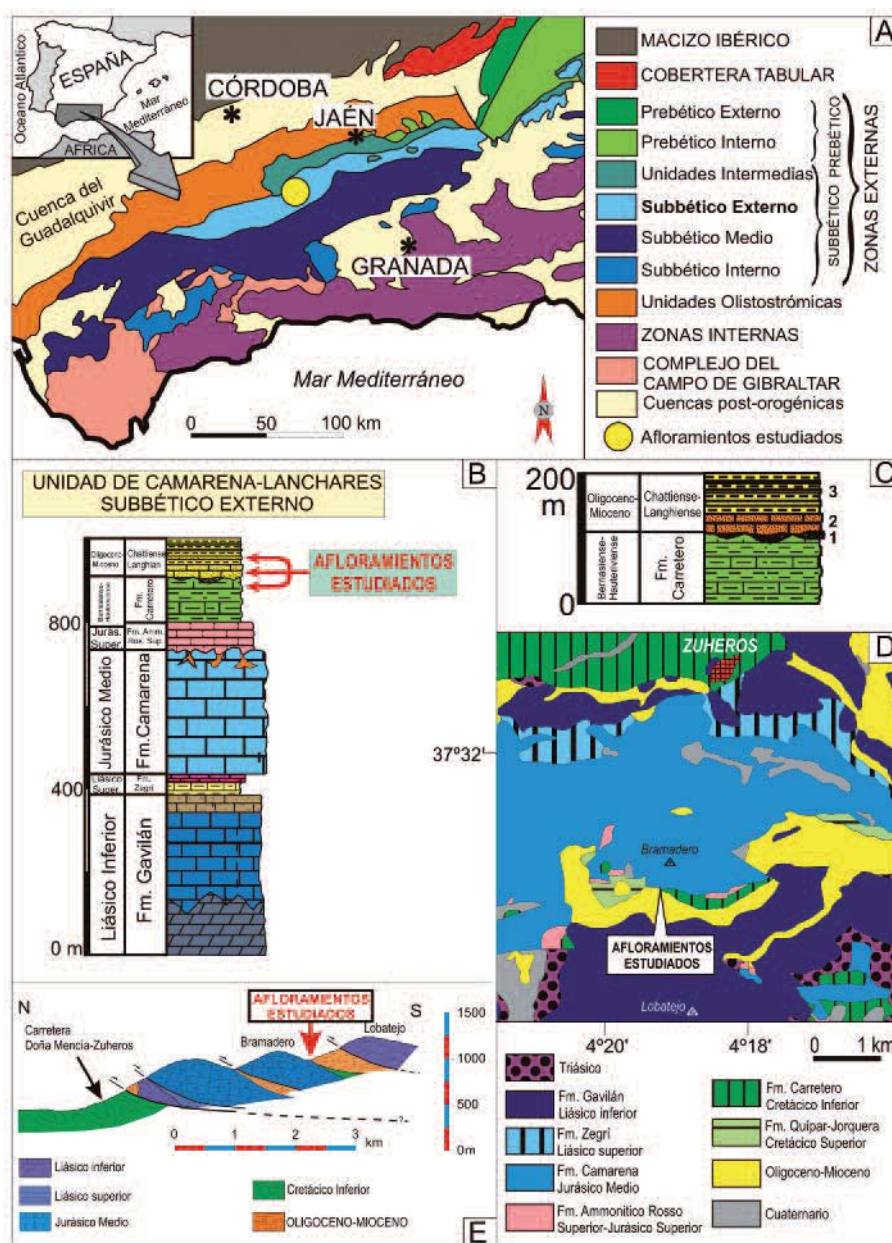


Fig. 1.- A) Situación geológica del área estudiada en el Subbético Externo de la Cordillera Bética. B) Columna estratigráfica de la Unidad de Camarena-Lanchares con la posición estratigráfica de los afloramientos estudiados. C) Miembros de la secuencia Cenozoica. D) Mapa geológico del sector estudiado. E) Corte geológico.

Fig. 1.- Geological location of the studied area in the External Subbetic of the Betic Cordillera. B) Stratigraphy of the Camarena-Lanchares Unit and position of the studied outcrops. C) Members of the Cenozoic sequence. D) Geological map of the studied area. E) Geological cross-section.

Ammonítico Rosso Superior). Estas rocas muestran una escasa matriz margosa y sus afloramientos sólo aparecen localmente dispersos. 2) Calcarenitas y calciruditas bioclásticas de briozoos con intercalaciones margosas en la parte superior. Este miembro incluye las rocas estudiadas en el presente trabajo. 3) Arenas margosas que muestran una transición gradual con las calcarenitas bioclásticas infrayacentes. El espesor total de los tres miembros es de apro-

ximadamente 80 m y comprenden un intervalo de tiempo entre el Oligoceno Superior (Chattiense) y el Mioceno Medio (Serravalleense inferior) (Molina, 1987). Los afloramientos con briozoos más interesantes aparecen en las proximidades de la Fuente de la Fuenfría, 3 km al S del pueblo de Zuheros (coordenadas UTM UG826529) (Figs. 1D y E) en una alineación de un centenar de metros de longitud, donde los estratos con briozoos cubren directamente calizas mar-

gosas del Valanginiense Inferior (Fig. 2A), datadas mediante calpionelidos (*Tintinopsella longa*) y ammonites (*Olcostephanus*). Los afloramientos están muy recubiertos por la vegetación y deslizamientos lo que impide levantar columnas de detalle.

Las colonias de briozoos varían en tamaño entre 3-6 mm en diámetro y hasta 6 cm en longitud (Figs. 2B y C). Aunque los briozoos están algo retrabajados, su origen no es demasiado distante como lo sugiere su bien preservada estructura observada al microscopio y lupa (Figs. 2C y 3A).

Las microfacies de las calcarenitas y calciruditas con briozoos estudiadas al microscopio son *packstone* y *floatstone/rudstone* con abundantes zoarios celoporiformes ramificados y también briozoos cyclostomidos bifoliados más pequeños (Fig. 3A). Contienen además *Lepidocyclus*, *Heterostegina*, *Amphistegina*, *Operculina*, *Miogypsina*, Nummúlidos, Globigerinidos, algas rojas coralíneas (*Lithothamnium*), serpúlidos (*Ditrupea*), placas de equínidos y erizos completos, y otros bioclastos. Algunos niveles también tienen abundantes granos de cuarzo y las margas interestratificadas situadas en la parte superior son *wackestone* y *packstone* con globigerinidos, espículas de esponjas, otros bioclastos y foraminíferos (*Globotruncana*) retrabajados del Cretácico Superior.

Lateralmente la facies de briozoos cambia a facies de foraminíferos-briozoos de carbonatos marinos someros, con abundantes foraminíferos bentónicos, algunos briozoos y algas rojas coralíneas (Fig. 3B). En el tercer tipo de facies relacionado predominan las algas rojas coralíneas (facies de rodolitos) (Fig. 3C). Los rodolitos en estas facies están bien preservados con morfologías de crecimiento características de ambientes de baja energía como los descritos por Braga y Martín (1988).

Descripción de los taxones de briozoos

En las muestras estudiadas, muy interesantes a simple vista, desafortunadamente, incluso con una lente de gran aumento, a veces no hay suficientes características anatómicas que determinar en superficie, lo que dificulta su clasificación. La mayoría de los briozoos deteterminables, especialmente los de grandes ramas erectas, pertenecen a una o más especies celoporiformes (briozoos ramosos masivos) del orden *Cheilostomata*,



Fig. 2.- A) Vista en el afloramiento de las proximidades de la Fuenfría del contacto entre los materiales mesozoicos y cenozoicos; B) Vista de campo de las calciruditas y calcarenitas de briozoos con el detalle de los zoarios ramosos; C) Vista con la lupa de los briozoarios (longitud real de la foto en la vertical: 4 cm).

Fig. 2.- A) Outcrop view of the Mesozoic-Cenozoic rock boundary at Fuenfría; B) Field aspect of a bryozoan calcirudite-calcarenite sample. C) Magnified glass view of a bryozoan sample (vertical length of picture is 4 cm).



Fig. 3.- A) Lámina delgada de los briozoarios. Las zooecias están llenas de cemento esparítico. Predominan las colonias ramosas. en medio de la foto aparece un briozoo ciclostómid bifoliado. C) Vista de campo de las facies de foraminíferos y briozoos. D) Vista de campo de las facies de rodolitos.

Fig. 3.- A) Thin section of the bryozoarians. The zooecia are filled with sparite. The branching colonies predominate. In the middle of the picture a bifoliate cyclostomid bryozoan stand out amid branching bryozoans colonies. B) Field view of the foraminifer-bryozoan facies. C) Field view of the rhodolith facies.

aunque las muestras no han sido examinadas todavía con SEM el Dr Berning ha identificado: *Reteporella* sp. (colonias fenestradas), *Smittina* cf. *cervicornis* (ramas bilaminares estrechas), *Onychoella* cf. *angulosa* (formas encostrantes), *Adeonella* sp. (formas bilaminares) y otras colonias celleporiformes erectas de una o más especies, y varios taxones de cheilostomados y cyclostomados, no identificables a nivel de género o especie. Hasta que no se conozcan los datos definitivos del SEM no se pueden presentar datos cuantitativos que darían mayor solidez al modelo propuesto con los datos que tenemos actualmente.

Implicaciones paleoambientales y modelo de depósito

Muchos ejemplares de briozoos actuales, parecidos a los analizados, especialmente del género *Miryapora* y comúnmente conocidos como "falso coral", forman un llamativo o notable componente de muchas comunidades bentónicas actuales o recientes, y se extienden a través del Mar Mediterráneo desde áreas submareales someras

hasta al menos 140 m, con un óptimo entre 15 y 60 m (Berning, 2006, 2007). Estos briozoos aparecen también en cuevas protegidas y sobre sustratos duros (rocas, costras de algas rojas, caparazones, conchas). En las calcarenitas y ruditas estudiadas las costras de algas rojas cenozoicas y calizas oolíticas y nodulosas de las formaciones Camarena y Ammonitico Rosso sirvieron principalmente como el sustrato rocoso duro para las colonias de briozoos, pero también pudieron colonizar sustratos efímeros de algas, fanerógamas marinas de tipo *Posidonia* o estolones de hidrozoos (hidrorrizas) de aguas más profundas (Deudero *et al.*, 2010). Un conjunto bastante similar al aquí analizado aparece en el Plioceno de la isla de Rodas (Spjelnaes y Moissette, 1997).

Teniendo en cuenta que este tipo de briozoos son organismos muy delicados en cuanto a su preservación y que se ven rápidamente afectados por destrucción tafonómica los briozoos de la Sierra de Cabra serían prácticamente autóctonos, ya que observamos que las colonias son bastante completas y no hay encostramientos sobre los fragmentos de ramas, aunque pueda

haber habido algún pequeño transporte y retrabajamiento desde paleorelieves o algún paleoacantilado cercano.

De acuerdo con Moissette *et al.* (2007) las colonias de briozoos aparecen en varios morfotipos coloniales, denominados formas zoariales. Su crecimiento ha sido correlacionado con distintos factores ambientales tales como profundidad del agua, tipo de sustrato, energía del agua y tasa de sedimentación. Ya que ninguna forma zoarial está restringida a un único hábitat, lo útil para estas interpretaciones paleoambientales es la asociación y relativa abundancia de varios morfotipos coloniales (Smith, 1995; Hageman *et al.*, 1998; Amini *et al.*, 2004; Moissette *et al.*, 2007). Por orden de abundancia en los afloramientos estudiados destacamos de acuerdo con la clasificación de Moissette *et al.* (2007) los siguientes morfotipos:

1) *Reteporiforme*. Morfotipo colonial caracterizado por un zooario rígido y fenestrado que vive generalmente ligado a sustratos duros a profundidades de aproximadamente 20 a 80 m. Sólo el género *Reteporella*, aparece en muchos fragmentos de la facies biocalcarenítica.

2) *Adeoniforme*. Colonias bilaminares rígidas erectas, también ligadas por cementación a un sustrato sólido. Esta forma zoarial es característica de costas rocosas, baja energía del agua y baja tasa de sedimentación, con una profundidad óptima de 40-50 m, pero que también puede vivir en condiciones algo más someras. Estos taxones como *Smittina cervicornis* y *Adeonella*, son abundantes en las facies estudiadas.

3) *Celleporiforme*. Con zoooides apilados sin orden en varios tipos de sustratos. en colonias masivas nodulares o multilaminares ramificadas. Estas formas zoariales también indican profundidades someras, con un óptimo alrededor de 30 m (Spjelnaes y Moissette, 1997). Entre las especies de este morfotipo destacan los fragmentos celleporiformes, a menudo relativamente numerosos.

Dentro de todas las especies identificadas, desde un punto de vista paleoambiental, destaca *Smittina cervicornis* cuyo margen actual de profundidad es de 30-120 m con un óptimo batimétrico de 40-60 m (Moissette *et al.*, 2007; Key *et al.*, 2013). *Smittina* y especialmente *Smittina cervicornis* ha sido muy citada en el Mioceno medio del Paratethys central (por ej., Moissette *et al.*, 2007; Holcová y Zagorsek, 2008; Moissette *et al.*, 2007), y referencias aquí cita-

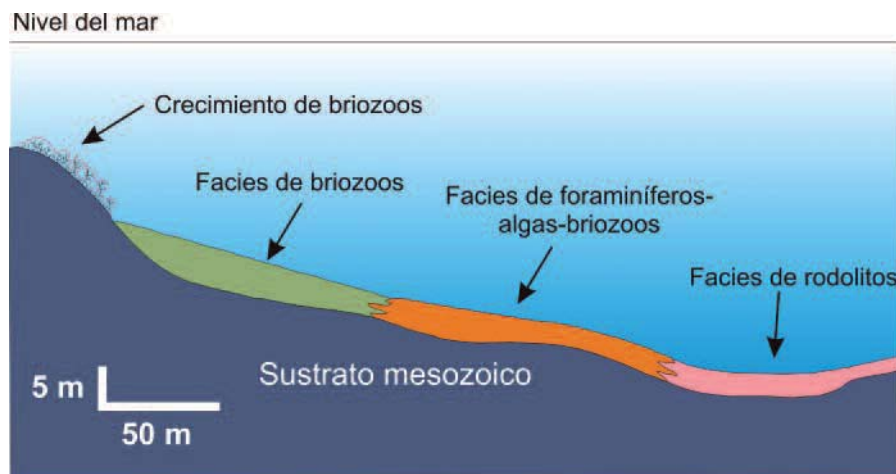


Fig. 4.- Modelo de depósito (ver texto).

Fig. 4.- Depositional model (see text).

das, que definen a *Smittina cervicornis*, existente en la actualidad, como una especie estenobátimétrica, es decir un organismo que tolera sólo un estrecho margen de profundidad. Esta especie es típica de ambientes moderadamente profundos (30-100 m) en el mar Mediterráneo con un margen de profundidad óptimo de 40-60 m, en ambientes tranquilos con condiciones "subóxicas" y una baja tasa de sedimentación. *Smittina* se desarrolló *in situ* ya que los fragmentos de colonias, de hasta varios centímetros de longitud, están muy bien preservados.

Las asociaciones de granos esqueléticos descritos de acuerdo con todos los autores citados anteriormente corresponden a carbonatos de aguas templadas originados entre la zona de agua cálida tropical con temperaturas del agua del fondo de aproximadamente 22°C, y la zona de media a alta latitud de agua templada-fría con temperaturas medias de 10 a 18 °C, que pueden ser consistentes con las condiciones climáticas deducidas para el Oligoceno superior-Mioceno inferior (ej., Pekar *et al.*, 2006).

El crecimiento prolífico de briozoos principalmente de tipo ramificado tuvo lugar probablemente en acantilados y relieves rocosos submarinos de las calizas de las formaciones Camarena y Ammonítico Rosso superior, y sus restos se acumularon en la base de estos relieves. En áreas ligeramente más profundas proliferaban los depósitos de foraminíferos bentónicos, mientras que las facies con rodolitos bien preservados y formas de crecimiento características de ambientes de baja energía se

acumulaban en centro de pequeñas depresiones, a más de 40 m de profundidad, en un modelo probablemente bastante similar al propuesto por Puga-Bernabeu *et al.* (2007) para el Tortoniense de la cuenca de Sorbas (Fig. 4).

Conclusiones

Es la primera vez que una concentración de briozoos de estas características es descrito y analizado en el Subbético. Esta asociación de granos esqueléticos de briozoos de carbonatos de aguas templadas se originó en un sector entre la zona de agua cálida tropical y la zona de media a alta latitud de agua templada-fría. Las profundidades originales de depósito de las calizas de briozoos alcanzan valores comprendidos entre los 15 y 60 m.

Los briozoos compitieron con grandes foraminíferos bentónicos y algas rojas coralíneas en un ambiente de aguas marinas someras en el Oligoceno superior-Mioceno inferior. Las facies de briozoos están relacionadas lateralmente con otras facies ligeramente más profundas de briozoos-foraminíferos y de rodolitos.

Agradecimientos

Al Dr. Björn Berning por sus comentarios y clasificación de los briozoos. Al Prof. José Manuel Martín y a un revisor anónimo por las correcciones. Trabajo financiado por el Proyecto de Investigación CGL2009-10329 y Grupo de Investigación RNM-200 (Junta de Andalucía).

Referencias

- Amini, Z.Z., Adabi, M.H., Burrett, C.F. y Quilty, P.G. (2004). *Sedimentary Geology* 167, 1-15.
- Berning, B. (2006). *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut Universität Hamburg* 90, 7-156.
- Berning, B. (2007). *Lethaia* 40, 221-232.
- Braga, J.C. y Martín, J.M. (1988). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 67, 285-303.
- Deudero, S., Blanco, A., Box, A., Mateu-Vicens, G., Cabanellas-Reboredo, M. y Sureda, A. (2010). *Biological Invasions* 12, 41-52.
- Hageman, S.J., Bone, Y., McGowan, B. y James, N.P. (1997). *Palaios* 12, 405-419.
- Hageman, S.J., Bock, P.E., Bone, Y. y McGowan, B. (1998). *Journal of Paleontology* 72, 418-436.
- Holcová, K. y Zagorsek, K. (2008). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 267, 216-234.
- Key, M.M. Jr, Zagorsek, K. y Paterson, W.P. (2013). *International Journal of Earth Sciences* 102, 305-318.
- Moissette, P., Dulai, A., Escarguel, G., Kázmer, M., Müller, P. y Saint Martin, J.P. (2007). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 252, 530-556.
- Molina, J.M. (1987). *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (provincia de Córdoba y sur de Jaén)*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 518 p.
- Molina, J.M. y Nieto, L.M. (2003). *Geotemas* 5, 171-174.
- Molina, J.M. y Serna, A. (2010). En: *Geoevents, Geological Heritage, and the role of the IGCP* (M.A. Lamolda *et al.*, Eds.) Abstract Book, 152-153.
- Pekar, S.F., DeConto, R.M. y Harwood, D.M. (2006). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 231, 29-40.
- Pouyet, S. (2000). *Revista Española de Paleontología* 15, 181-202.
- Puga-Bernabeu, A., Martín, J.M. y Braga, J.C. (2007). *Sedimentary Geology* 199, 107-127.
- Reguant, S. (1961). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico de España* 62, 215-244.
- Reguant, S., Rodríguez-Fernández, J. y Fernández, J. (1986-1987). *Acta Geológica Hispánica* 21-22, 41-47.
- Smith, A.M. (1995). En: *Marine palaeoenvironmental analysis from fossils* (D.W.J. Bosence y P.A. Allison, Eds.), Geological Society of London, Special Publication 83, 231-243.
- Spjeldnaes, N. y Moissette, P. (1997). En: *Cool-water carbonates* (N.P. James y J.A.D. Clarke, Eds.). SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 56, 263-270.