

Morfología de las colonias de Briozoos en relación con la hidrodinámica del medio sedimentario

S. REGUANT⁽¹⁾, J. RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ⁽²⁾ y J. FERNÁNDEZ⁽²⁾

(1) Departamento de Estratigrafía. Fac. de Geología. Universidad de Barcelona. Zona Universitaria Pedralbes 08028 Barcelona

(2) Instituto Andaluz de Geología Mediterránea y Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada.

RESUMEN

La formación de arenas y calcarenitas bioclásticas de la base de la transgresión tortoniense en Alhama de Granada contiene varios tipos de formas coloniales y de acúmulos de briozoos de características peculiares, nuevas o poco conocidas. Una breve descripción de dichos tipos y el establecimiento de su relación con las distintas facies sedimentarias complementan la información sobre el medio sedimentario conseguida por los métodos sedimentológicos clásicos y permiten plantear el significado e interés de los briozoos en el análisis sedimentológico.

Palabras clave: Briozoos. Formas coloniales. Sedimentación costera. Neógeno. Cordilleras Béticas.

SUMMARY

A sandy and calcarenitic tortonian formation in Alhama de Granada (Spain) contains some types of colonial forms and massive accumulations of bryozoa which include ectoprocaliths (or bryoliths), tooth-shaped colonies and others that are hemispherical with monticula and also planar forms. The description of these not very frequent forms, and the relationships between them and the stratigraphic facies recognised in this formation are the main goal of this paper. This results in an improvement of environmental analysis and shows that zoarial forms of bryozoa can help to identify the conditions existing in the original environment.

Key words: Bryozoa. Colonial forms. Coastal sedimentation. Neogene. Betic Cordilleras.

INTRODUCCIÓN

Stach (1936) relacionó las formas zoariales con el medio ambiente en la formación de las colonias de briozoos. Posteriormente, otros autores han usado y perfeccionado el método propuesto por este autor para el análisis paleoecológico. Así, Lagaaij y Gautier (1966) en los sedi-

mentos superficiales del delta del Ródano y Labracherie y Prud'homme (1966) en las formaciones del Terciario inferior de Aquitania. Schopf (1969) resumió los resultados y posibilidades del uso de este método en el campo de la Paleoecología.

Modernamente se han encontrado colonias de briozoos responsables de la formación de arrecifes en el área de las Bahamas (Cuffey et al., 1977) y en el Pleistoceno marino de la plataforma continental frente a Palamós, Gerona (Reguant y Zamarreño, 1987). También se han descrito formas esferoidales (ectoprocaliths o bryoliths) y se ha intentado analizar su significado (Rider y Enrico, 1979). Estos hallazgos que se refieren a formas coloniales nuevas o poco conocidas de briozoos ha replanteado con más amplitud el significado y utilidad de dichas formas coloniales en el análisis paleoecológico y estratigráfico.

En la localidad de Alhama de Granada (fig. 1) la base de la transgresión tortoniense está representada por unos 15 m de arenas, dispuestas discordantemente sobre el sustrato metamórfico, que se depositaron en un ambiente de playa, y calcarenitas bioclásticas formadas en un ambiente de plataforma. Esta unidad contiene diversos tipos de formas coloniales de briozoos y, también, de acúmulos de briozoos, de características un tanto peculiares que han llamado nuestra atención y que permiten iniciar investigaciones sobre el significado de dichas formas en ambiente bien definidos a través del análisis sedimentológico clásico. Los objetivos del presente trabajo son: (1) describir estos tipos de colonias o de acúmulos de briozoos; (2) relacionarlos con las facies sedimentarias reconocidas en estos materiales, y (3) esbozar unas líneas de interpretación.

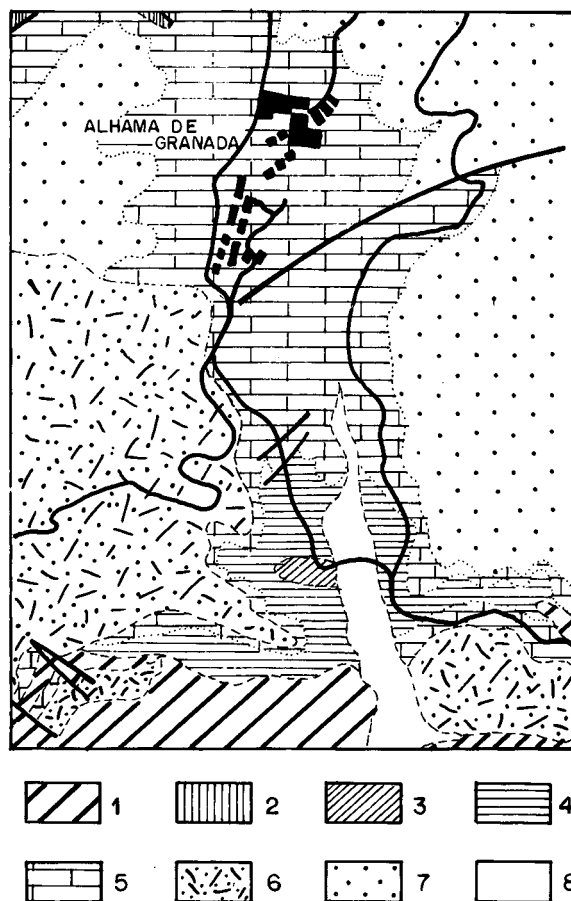


Figura 1. — Mapa de situación y esquema geológico del área: 1) Alpujarride; 2) Subbético; 3) Mioceno medio; 4) Arenas (objeto del presente estudio); 5) Calcarenitas; 6) Conglomerados; 7) Margas; 8) Aluvial.

Figure 1. — Location map and geological sketch of the Alhama de Granada area: 1) Alpujarride Unit; 2) Subbetic Unit; 3) Middle Miocene; 4) Sandy formation (subject of the research whose results are reported here); 5) Calcarenitic formation; 6) Conglomeratic formation; 7) Marly formation; 8) Alluvial cover.

TIPOS DE COLONIAS O DE ACÚMULOS DE BRIOZOS

Existen 5 tipos de morfologías coloniales o lumaquélicas de briozoos en los sedimentos estudiados:

(1) *Fragmentos* pequeños y frágiles de estructura normalmente ramosa. Estos fragmentos actúan como clastos de pequeñas dimensiones y son comunes en el registro sedimentario. En efecto, es frecuente encontrarlos en muchos sedimentos marinos y a ellos se refieren la mayoría de trabajos entre los que se hallan los anteriormente aludidos del delta del Ródano y del Terciario inferior de Aquitania.

(2) Colonias de formas poco definidas, pero de ordinario, más o menos *esferoidales*, cuya estructura interna es, a grandes rasgos, concéntrica y que correspondería a lo que Rider y Enrico (1979) han llamado ectoproctolitos y cuyo nombre más breve e inteligente sería el de briolitos.

(3) Colonias de cuerpo sólido macizo *digitiformes*. Los «dedos» son rollizos y cortos. Este tipo de morfología es, relativamente, conocida y entra dentro del tipo *celleporiforme*.

(4) Colonias *semiesféricas monticulíferas* de estructura interna muy peculiar, a la que nos referiremos seguidamente, y con un tamaño que oscila entre 1,5 y 8 cm de diámetro.

(5) Formas *planares* que pueden ser de dos tipos. O bien se trata de acúmulos de briozoos y otras partículas, es decir, de lumaquelas de briozoos, o bien se trata de colonias únicas.

Aparte del primer tipo que ha sido suficientemente estudiado por diversos autores, vale la pena de dar algunos datos complementarios de índole paleontológica y ambiental acerca de los otros cuatro tipos.

Los briolitos o ectoproctalitos se producen por rotación de las colonias. Como en otros casos citados en la literatura, los encontrados aquí son colonias de Queilostomados con las estructuras típicas en caja como puede verse en las lumaquelas planares (lam. Io, fig. 1). Por otra parte, y aquí no es la excepción, los briolitos parecen estar asociados a áreas de fondos arenosos constituyendo parte de la *sand fauna* tal como ha sido definida por Cook (1966).

Los celleporiformes digitiformes (lam. I, fig. 2) son seguramente *Anasca* y, aparte de su multilaminaridad, carácter que comparten con los briolitos y con los semiesféricos monticulíferos, vivieron fijos formando cuerpos rocosos salientes del fondo marino al estilo de algunos corales como los *Porites*.

Las colonias esféricas con protuberancias o montículos (lam. I; figs. 4 y 5), son colonias de Ciclostomados, grupo zoológico ya existente en el Paleozoico y que, como su nombre indica, presenta zoecios con boca circular. Su cuerpo es tubular y, tanto su forma de crecimiento como su aspecto es totalmente distinto de las otras colonias multilaminares a las que nos acabamos de referir. La presencia de montículos es típica de algunos grupos de Paleozoico, pero es rarísima en tiempos más modernos. Uno de los pocos casos citados, o quizá el único, es el que se ha encontrado en el Bathoniense de Ranville, Francia (Taylor, 1975). La interpretación biológica del significado de estos montículos es múltiple (*cfr.* Taylor *op. cit.*). En nuestro caso podría quizá aceptarse la hipótesis de Anstey y Delmet (1972) según la cual los montículos representan centro de gemación zoecial, por cuanto su formación está claramente en la línea del crecimiento colonial y, también en esta línea, hay los zoecios que atraviesan las láminas separadoras de zoecios (lam. I; fig. 5). Podemos observar que los subzoarios (partes de la colonia global separados por discontinuidades) presentan forma de seta. El conjunto también tiene cierta forma de seta, pero en este caso sin el pedúnculo. En todo caso, estas colonias vivían fijadas en el fondo al estilo de las digitiformes, pero su forma ofrecía menos resistencia a las corrientes del fondo marino.

Las formas planares presentan muchos interrogantes. Por un lado aquellas que son lumaquelas formadas por

briolitos, fragmentos de briozoos (adeoniformes y vinculariiformes sobre todo) y, también, foraminíferos y otros fragmentos de organismos, plantean un problema sedimentológico o, quizás, ambiental. ¿Por qué se producen estas láminas lumaquéllicas alternando con otras predominantemente arenosas? ¿Esto indica que existieron períodos alternantes de vida exuberante con otros sin apenas presencia de organismos con esqueletos calcáreos? ¿O, por el contrario, deriva de una diversidad de áreas fuente o de algún mecanismo de transporte que selecciona el material en dos tipos? Las respuestas a estas preguntas vendrán a través de un análisis más profundo y detallado de estas formas planares y de su situación en los estratos, análisis que no hemos podido realizar aún. Sin embargo, más adelante daremos nuestra opinión provisional sobre ello.

En segundo lugar, las formas planares formadas por colonias de briozoos son, a nuestro entender, una novedad y, de algún modo suponen una interrupción importante de la sedimentación por muy rápido que pueda suponerse el crecimiento de la colonia. En la figura 3 de la lámina I la colonia planar parece corresponder a un Queilostomado (¿Ascóforo?).

RELACIONES ENTRE FACIES SEDIMENTARIAS Y BIOCONSTRUCCIONES

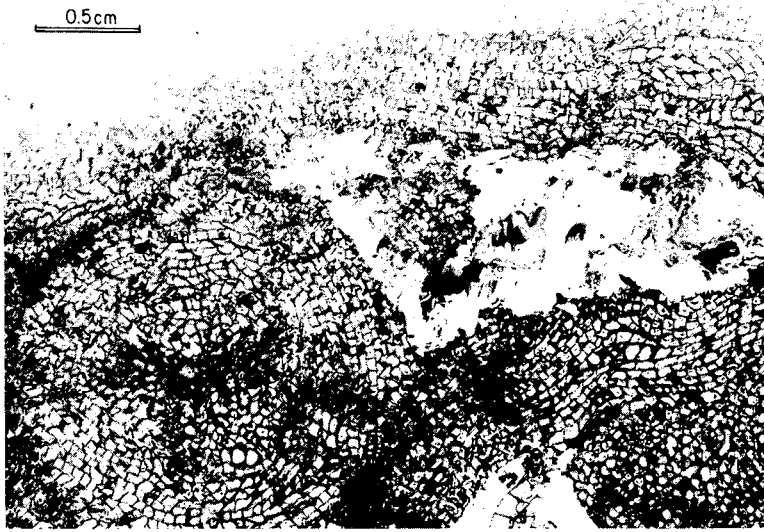
Las facies sedimentarias identificadas en función de la litología, tamaño de grano, estructuras sedimentarias y contenido fósil son las siguientes (Rodríguez-Fernández y Fernández 1985).

Backshore

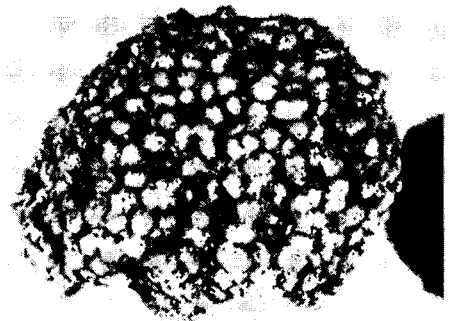
Las facies de *backshore* están representadas por un paquete (3,5 m) de arenas finas y algunos niveles de grava que contienen abundantes fragmentos bioclásticos y algunos niveles con evidencias de retrabajamiento. La estructura intena, a menudo débilmente desarrollada, está constituida por laminación horizontal discontinua y estratificación cruzada de bajo ángulo que buza a tierra. Son frecuentes los signos de bioturbación y las estructuras de *scour-and-fill*. La fauna que contienen estas facies está compuesta por lamelibranquios (ostreidos entre otros), a menudo, fragmentos y algunas colonias de *Balanus*. No se ha detectado la presencia de briozoos (fig. 2).

Foreshore

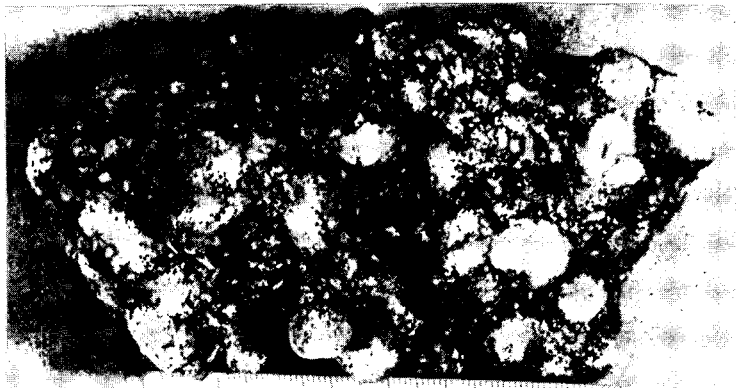
Los materiales depositados en el *foreshore* están representados por 4-5 m de arenas de grano medio con estratificación cruzada de bajo ángulo y discordancias internas (laminación *foreshore*) asociada localmente con



1



4



2



3



5

la laminación cruzada. Desde un punto de vista litológico alternan las láminas constituidas por material bioclástico y siliciclástico, encontrándose unas y otras, a menudo, interrumpidas por la bioturbación. (fig. 2).

Shoreface

Las facies de *shoreface* se caracterizan por secuencias con estratificación cruzada en las cuales se pueden diferenciar dos subfacies: la primera de ellas muestra estratificación cruzada con *sets* tabulares cuyos *foresets* revelan frecuentes superficies de reactivación. Sobre estos *sets* aparecen tanto laminación horizontal como laminación cruzada afectada por bioturbación. Las paleocorrientes son bastante constantes siguiendo la dirección N 10 - 50 W. Estas subfacies alternan con otras cuya estructura interna es de estratificación cruzada con *sets*, frecuentemente, cuneiformes. Las paleocorrientes aparecen con un cierto grado de dispersión, pero con más frecuencia hacia el primer y el tercer cuadrante (fig. 2).

LAMINA I: Morfologías características de las colonias de Briozoos.

Figura 1. — Briolitos en una lumaquela planar.

Figura 2. — Colonia digitiforme.

Figura 3. — Corte transversal pulido de una colonia planar adaptada a un *ripple*.

Figura 4. — Aspecto exterior de una colonia semiesférica monticulífera.

Figura 5. — Lámina delgada de un fragmento de colonia semiesférica monticulífera en donde se aprecian líneas de crecimiento colonial que se manifestarán en el exterior por las protuberancias o montículos.

PLATE I: Morphological patterns of the Byozoarian colonies.

Figure 1. — Bryoliths (ectoprocaliths) within a bioclastic planar accumulation.

Figure 2. — Toeshaped bryozoan colony.

Figure 3. — Polished transverse section of a planar colony adapted to the surface of a ripple.

Figure 4. — External view of a hemisphaerical monticuliferous colony.

Figure 5. — Thin section of a hemisphaerical monticuliferous colony. We can see the growth lines which terminate (out of the photo) in the monticula, the tubular shape of the zoecia and the discontinuities in the growth of the colony in the areas between lines.

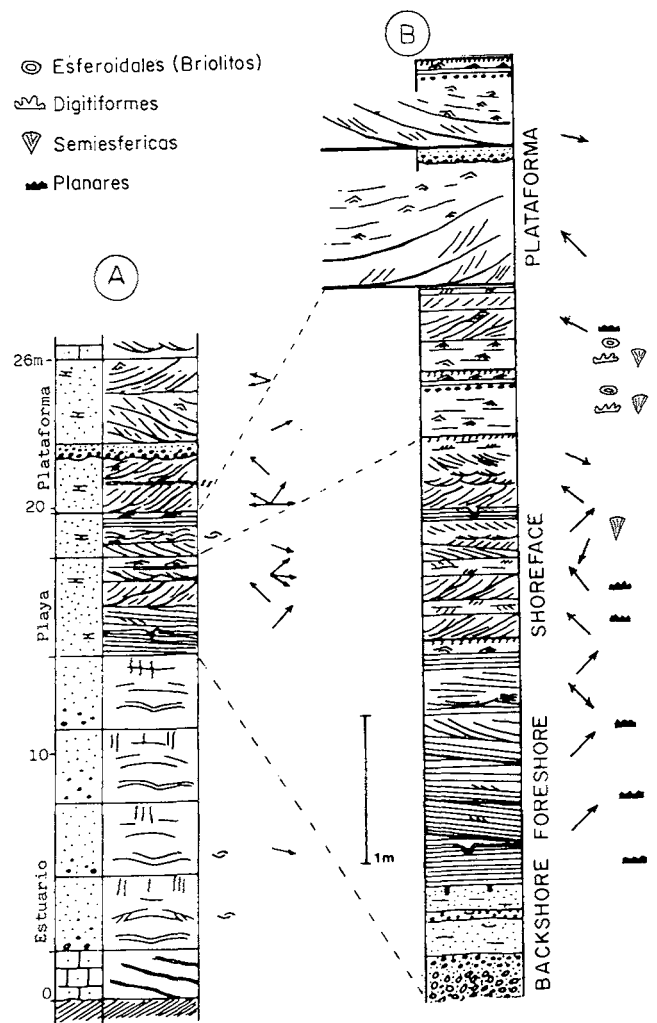


Figura 2. — Perfiles sedimentológicos de la unidad de arenas: A) Perfil general; B) Perfil ampliado de la subunidad de playa.

Figure 2. — Sedimentological profiles of the sandy formation: A) General profile; B) Beach unit (enlarged).

Teniendo en cuenta la relación que existe entre el tipo de estructuras y las paleocorrientes pensamos que se trata de un sistema de crestas y surcos pobremente desarrollado y afectado por la acción de las mareas.

Transición al offshore

Está marcada por arenas con laminación horizontal y *ripples* de oscilación, con frecuencia interrumpidas por capas de tormentas, las cuales tienen un espesor de unos 40 cm y muestran gradación en la base, seguida de la laminación horizontal y cruzada y afectada por bioturbación en el techo (fig. 2).

Sobre las facies de transición ya descritas se levantan grandes cuerpos sedimentarios (*sand-waves*) de 1,5 a 2 m de espesor y 30-40 m de longitud cuyas paleocorrientes indican, como sentidos dominantes de migración, el segundo y el cuarto cuadrante. En detalle estos cuerpos muestran estratificación cruzada con numerosas superficies de reactivación que se distinguen claramente por estar jalonadas por niveles ricos en bioclastos. En relación con tales superficies se ha encontrado, localmente, laminación cruzada que indica un sentido de migración opuesto a la migración de estos cuerpos. Entre cada dos superficies de reactivación se puede apreciar la siguiente evolución: estratificación cruzada de ángulo alto bien desarrollada que pasa a estratificación cruzada pobremente desarrollada con disminución progresiva en el ángulo de buzamiento, retrabajada por *ripples* de oscilación y algunas colonias de briozoos. (fig. 2).

Como hemos indicado en numerosas ocasiones al referirnos a la litología, esta se caracteriza por la coexistencia de materiales terrígenos y carbonatados con procedencias del continente y de la plataforma, respectivamente. La fracción carbonatada está constituida por fragmentos de colonias de briozoos que debieron ser muy

abundantes en la plataforma marina. En los medios costeros, los carbonatos llegaron casi siempre como elementos detríticos y, sólo algunas veces, posiblemente coincidiendo con los períodos estacionales de buen tiempo, pudieron fijarse las colonias de briozoos. En estos casos desarrollaron una morfología peculiar adaptada a cada subambiente el cual, a su vez, está íntimamente regulado por unas determinadas condiciones hidrodinámicas.

La posición de las colonias o acúmulos de briozoos en cada una de las facies sedimentarias descritas viene resumida en la tabla I.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Observando la tabla presentada podemos concluir fácilmente que la variedad de tipos presentes aumenta con la distancia a la costa. Nada tiene de extraño por cuanto, como es sobradamente conocido, los briozoos son animales francamente marinos en su mayoría.

Por otra parte, todas las colonias de briozoos y, también, las lumaquelas se implantan sobre fondos arenosos. En el caso de las lumaquelas es evidente que implican una reactivación hidrodinámica que permite su acúmulo diferenciado y separado de la sedimentación terrígena siliciclástica. Su cementación debe ser rápida sobre todo cuando adoptan formas planares que se adaptan a la morfología preexistente. La existencia de estos acúmulos y la presencia de formas que requieren aguas claras, tales como las formas semiesféricas y digitiformes suponen la existencia de períodos de no acreción o funcionamiento de los cuerpos sedimentarios que cubren el fondo.

TABLA I

Disposición de los Briozoos en las distintas facies sedimentarias

TABLE I

Bryozoa distribution in the diverse sedimentary facies

FACIES	BRIOZOOS	
	TIPO DE COLONIAS	(Situación dentro de las facies)
<i>Backshore</i>	—	—
<i>Eoreshore</i>	Planares	En calcarenitas que alternan con capas siliciclásticas.
<i>Shoreface</i>	Planares	Entre las láminas del <i>foreset</i> de estratificaciones cruzadas de <i>sets</i> planares
	Semiesféricas	Adheridas a la arena por una base, más o menos, plana
<i>Tránsito a plataforma</i>	Planares	Intercaladas entre láminas del <i>foreset</i> de los <i>sand-waves</i>
	Semiesféricas	Asociadas a <i>ripples</i> de oscilación asimétricos o en los primeros cm encima de los niveles de tormenta.
	Digitiformes	Id. que las semiesféricas.
	Informes esferoidales	Asociadas a <i>ripples</i> de oscilación y sin adherirse al fondo. A veces en el interior de lumaquelas planares.

Por lo que se refiere a las formas esferoidales que se forman rodando en el fondo ya hemos indicado que forman parte de la *sand fauna*, es decir, crecen en fondos arenosos de aguas discretamente agitadas.

Las colonias digitiformes y semiesféricas proliferan en aguas claras y agitadas y ofrecen unas condiciones de resistencia a la rotura que les permite formar edificios orgánicos.

Finalmente no podemos olvidar que las distintas morfológicas corresponden, por un lado, a exigencias del grupo taxonómico al que pertenecen y, por otros, a la naturaleza del medio. Su presencia abundancia y variedad son posibles, sobre todo, si no existen especies competitivas de otros grupos. Una hipótesis que va cobrando cuerpo es que los briozoos (sobre todo en su calidad de bioconstructores) se presentan sólo en ausencia de los corales, lo cual parece dar a dichos tipos de briozoos una cualidad de indicadores de temperaturas templadas frías.

Las morfologías más novedosas entre las presentadas aquí son las planares de gran interés sedimentológico y las semiesféricas monticulíferas cuya estructura colonial interna demuestra un sistema de circulación de agua muy específico. Estas últimas son formas extraordinariamente raras en el registro fósil postpaleozoico y tienen, por tanto un enorme interés paleobiológico, estratigráfico y, posiblemente también, sedimentológico.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSTEY, R.L. y DELMET, D.A., 1972: Genetic meaning of zoecial chamber shapes in fossil bryozoans: Fourier analysis. *Science*, 177: 1000-1002.
- COOK, P.L., 1966: Some 'sand fauna' Polyzoa (Bryozoa) from eastern Africa and the northern Indian Ocean. *Cah. Biol. Mar.*, 7: 207-223.
- CUFFEY, R.J. et al., 1977: Modern tidal-channel bryozoan reefs at Joulter Cays (Bahamas). *Proc. Third Intern. Coral Reef Symp.* Rosenstiel School Marine Atmosf. Sci. Univ. Miami: 339-345.
- LABRACHERIE, M. y PRUD'HOMME, J., 1966: Essai d'interprétation de paléomilieux grace a la méthode de distribution des formes zoariales chez les bryozoaires. *Bull. Soc. Géol. France*, 7e sér., 8: 102-106.
- LAGAAIJ, R. y GAUTIER, Y.V., 1965: Bryozoan assemblage from marine sediments of the Rhône delta, France. *Micropaleontology*, 11/1: 39-58.
- REGUANT, S. y ZAMARREÑO, I., 1987: Bryozoan bioherms on the Mediterranean Continental shelf (Northeastern Spain). In J.R.P. Ross, ed. *Bryozoa: present and past*, 229-236, Bellingham, Western Washington University.
- RIDER, J. y ENRICO, R., 1979: Structural and functional adaptation of mobile anascan ectoproct colonies (Ectoproctaliths). In G.P. Larwood & M. B. Abbot, eds. *Advances in Bryozoology*, pp. 297-320. Syst. Assoc. sp. vol. 13.
- RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, J. y FERNÁNDEZ, J., 1985: Nears-hore sedimentation in the Granada Basin (Betic Cordilleras) during the tortonian transgression. *6th. Europ. Region. Meeting Sediment. I.A.S.*, Lleida. Abstr. Book: 395-398.
- STACH, L.W., 1936: Correlatifon of zoarial form with habitat. *J. Geol.*, 44: 60-65.
- SCHOFF, T.J.M., 1969: Paleoecology of ectoprocts (bryozoans). *J. Paleont.*, 43/2: 232-244.
- TAYLOR, P.D., 1975: Monticules in a Jurassic Cyclostomatous Bryozoan. *Geol. Mag.*, 112(6): 601-606.