

Paleobiocenosis de *Heterostegina* en sedimentos de origen litoral de la Fm. Calcarenita de Niebla (Mioceno superior, Cuenca del Guadalquivir, SO España)

Heterostegina paleobiocenosis in the coastal sediments of the Calcarenita de Niebla Fm. (Upper Miocene, Guadalquivir Basin, SW Spain)

J. Tosquella, J.I. Baceta, M.L. González-Regalado y F. Ruiz

Dpto. de Geología, Universidad de Huelva. Campus Universitario de La Rábida. Ctra. de Palos de la Frontera, s/n: Palos de la Frontera-21819, Huelva.

ABSTRACT

A taphonomic analysis of some lumaquellitic levels of *Heterostegina* interbedded in the basal sandy unit of the Calcarenita de Niebla Fm. (Huelva, Spain) is presented. However, it is made a revision of the main factors that determine nummulitid distribution in recent marine environment and the interest of their study for the paleobathymetric and trophic conditions inference. The integration of all these data with paleobiologic analysis deduced from fossiliferous assemblage and with the sedimentological data of these levels, allow us to interpret their lumaquellitic origin as true paleobiocenosis in a transgressive coastal context with deltaic influences. We also discuss some morphofunctional aspects on *Heterostegina* test, that apparently present some contradictions in relation to the environmental conditions considered.

Key words: *Heterostegina*, Nummulitids, Palaeobiocenosis, Calcarenita de Niebla Fm., Upper Miocene, Guadalquivir Basin.

Geogaceta, 27 (1999), 167-170
ISSN: 0213683X

Los nummulítidos: inferencias paleobiológicas

Los nummulítidos son macroforaminíferos bentónicos de concha hialina que caracterizan medios marinos de salinidad normal, aguas templadas a cálidas y pobres en nutrientes inorgánicos. Estos organismos presentan algas unicelulares simbiotas en el interior del citoplasma, que los restringe a un rango batimétrico concreto que difiere en los distintos géneros, e incluso a nivel específico dentro de cada género, por la especificidad de los simbiotas presentes en cada taxón (Leutenegger, 1984). A partir de los datos obtenidos por el estudio de las asociaciones de nummulítidos en mares actuales, los representantes de este grupo tienden a ubicarse en medios de plataforma media a externa, con rangos batimétricos orientativos entre 25 y 125 m. (Hottinger, 1983).

La batimetría de hábitat de los nummulítidos, como en el resto de macroforaminíferos, queda a menudo reflejada en la morfoestructura de la concha. Los taxones que ocupan los medios más someros suelen presentar la concha robusta, de morfología lenticular y creci-

miento involuto. Los taxones que habitan los medios más profundos presentan conchas menos robustas, de tendencia plana y crecimiento evolutivo, incrementando de este modo la superficie por unidad de volumen en un intento de aprovechar los limitados recursos lumínicos del medio.

La presencia de algas simbiotas en el citoplasma de los nummulítidos otorga una alta especialización a estos organismos, siguiendo una estrategia de vida de *tipo k* (Hallock, 1985). En general, esta estrategia se relaciona con medios estables y de bajos contenidos en nutrientes inorgánicos, que les confiere la denominación de organismos oligotróficos (Hallock, 1985; Hallock *et al.*, 1991). A su vez, estas condiciones de oligotrofia se hallan especialmente bien representadas en el registro fósil en las amplias plataformas marinas someras generadas durante los grandes eventos transgresivos y en general durante períodos de mar alto de la historia geológica, en los que se observa un gran desarrollo y diversificación de los macroforaminíferos (Serra-Kiel y Martín-Closas, 1989).

La distribución ecológica de los diversos géneros de nummulítidos dentro

del medio marino se halla igualmente muy relacionada con el tipo de sustrato, de gran importancia en medios con determinadas condiciones de profundidad o de disponibilidad de nutrientes (Hottinger, 1977b, 1983, 1990; Reiss y Hottinger, 1984). En medios oligotróficos y a profundidades comparables, la naturaleza del sustrato (duro o blando) proporciona dos tipos fundamentales de biocenosis de foraminíferos. En sustratos duros, la mayor parte de foraminíferos adoptan una estrategia de vida de *tipo k*, reciclando los nutrientes por endosimbiosis. En sustratos blandos, la materia orgánica producida en la superficie del sedimento es reciclada por la comunidad bioturbadora que remueve el sedimento y crea una lámina eutrófica en los centímetros superficiales, favoreciendo la presencia de organismos de crecimiento rápido con estrategia de vida de *tipo r*, que repercute negativamente en la presencia de macroforaminíferos (Hottinger, 1983, 1990).

Heterostegina es un nummulítido que en los mares actuales presenta un rango batimétrico poco específico entre 0-125 m. y se encuentra asociado principalmen-

te a sustratos duros. En el registro fósil, una buena parte de las citas referentes a *Heterostegina* de concha lenticular y crecimiento involuto se sitúan en medios marinos carbonatados poco profundos de carácter pararecifal (Herb, 1978; Hallock y Glenn, 1986). Por su parte, la mayor parte de citas referentes a *Heterostegina* de concha plana y crecimiento evolutivo se ubican en sedimentos de grano fino (margas y margo-calizas) en contextos de plataforma marina abierta y en condiciones batimétricas más profundas que los morfotipos anteriores (Hottinger, 1977a, b; Banner y Hodgkinson, 1991).

Estratigrafía

La Cuenca del Guadalquivir es una cuenca de relleno neógeno-cuaternario situada en la antifosa septentrional del Orógeno Bético, hallándose limitada al norte por los materiales del Macizo Ibérico y de su cobertera que, a su vez, constituyen la cuenca de antepaís de dicho orógeno.

En este contexto geológico, la Fm. Calcarenita de Niebla (Civis *et al.*, 1987) constituye la unidad inferior de relleno en el sector occidental de la cuenca. Se trata de una unidad de carácter transgresivo dispuesta de forma discordante sobre el sustrato paleozoico y mesozoico del Macizo Ibérico y limitada a techo por los materiales lutíticos de la Fm. Arcillas de Gibraleón. La sedimentación de esta Formación sobre un antiguo relieve explica la variabilidad observada en potencia y en cambios laterales en el interior de esta unidad. Una litoestratigrafía sintética de la Formación a partir de los datos de Civis *et al.* (1987, 1994) incluye los siguientes términos: a) un conglomerado basal soportado por matriz, de hasta 1,5 m. de potencia, constituido por bloques procedentes del basamento, b) una arenisca cuarcítica ocre muy poco cementada, de hasta 15 m. de potencia, localmente muy rica en *Heterostegina*, c) un tramo calcarenítico amarillento, de hasta 30 m. de potencia, de marcada diversidad lateral y vertical de facies, con abundantes restos bioclásticos y con un carácter terrígeno variable especialmente desarrollado en la parte inferior del tramo, y d) unos niveles de limos y arenas glauconíticas, con una potencia entre 2 y 4 m., de gran continuidad geográfica e importancia para la correlación a nivel de cuenca.

El depósito de la Fm. Calcarenita de Niebla ha sido interpretado como de origen deltaico en un contexto transgresivo de rampa carbonatada (Civis *et al.*, 1994).

Civis *et al.* (1987) sitúan la edad de esta Formación en el Tortoniense superior (biozona de *Turborotalia humerosa* de Sierro, 1984) a partir de los datos de foraminíferos planctónicos.

En este trabajo se estudian las *Heterostegina* del tramo arenoso inferior de la Fm. Calcarenita de Niebla en la sección onubense de Paterna del Campo (Fig. 1a), si bien este estudio pretende hacerse extensible a diversas secciones de la unidad transgresiva basal miocena a lo largo de la Cuenca del Guadalquivir, tanto desde el punto de vista sistemático como tafonómico. En la sección de Paterna (Fig. 1b) la Formación se dispone sobre un sustrato paleozoico, hallándose cubierto el tramo basal de la unidad. La unidad arenosa inferior, con una potencia media de 6-8 m., se halla dividida en dos tramos por la presencia de un nivel conglomerático intermedio que muestra cantos procedentes del sustrato. En el tramo arenoso inferior se ha tomado la Muestra P-1, y en el superior se ha tomado la Muestra P-2 (fig. 1b). Estas muestras proceden de niveles bioclásticos lumaquéllicos, de espesor decimétrico, en que los componentes macroscópicos mayoritarios son las conchas de *Heterostegina*.

La presencia de concentraciones presumiblemente autóctonas y démicas de conchas de *Heterostegina* planiformes en sedimentos calcareníticos de origen litoral de la Fm. Calcarenita de Niebla parece contradecir a primera vista algunas de las características paleobiológicas anteriormente expuestas, y que a menudo se presuponen por la presencia de una rica paleobiocenosis de nummulítidos en un sedimento. En este sentido, dejamos abierta la posibilidad de reinterpretaciones del hábitat asignado para determinados grupos fósiles basado principalmente en datos actualísticos, mediante el suministro de nuevos datos del conjunto de la asociación fosilífera y de los datos sedimentológicos del conjunto de la unidad.

Tafonomía y Paleoecología

Las muestras estudiadas con *Heterostegina* proceden de unos niveles arenosos poco compactados de carácter lumaquéllico, de espesor decimétrico y tamaño de grano medio a grueso. Desde el punto de vista macroscópico, la asociación fosilífera se caracteriza por un predominio de las conchas de *Heterostegina*. A nivel microscópico se observa un importante número de microforaminíferos bentónicos, ostrácodos, foraminíferos planctónicos

aislados, y restos esqueléticos de equínidos irregulares, moluscos, balánidos y formas juveniles de *Heterostegina*. El resto de la unidad arenosa presenta, desde el punto de vista macroscópico, una asociación fosilífera constituida principalmente por moluscos bivalvos (ostreidos y pectínidos), equínidos clypeastéridos, balánidos, briozoos y especímenes de *Heterostegina* dispersos.

Para el estudio de las muestras se ha procedido a la disgregación física de la roca, que ha suministrado un gran número de secciones internas de *Heterostegina*, y se ha realizado un levigado del sedimento restante con tamices de 0.177, 0.250, 0.420 y 1.0 mm. de diámetro, que ha permitido realizar la caracterización microscópica de la asociación fosilífera presente.

Si bien la caracterización sistemática de la población de *Heterostegina* se halla en proceso de estudio, un primer análisis de las muestras permite observar un conjunto de conchas de morfología plana, crecimiento evolutivo y mayoritariamente lisas. Algunas formas presentan una ornamentación incipiente constituida por pequeños gránulos dispuestos sobre los tabiques principales, que se observan por transparencia en la superficie de las conchas. Las secciones ecuatoriales presentan una gran variabilidad de morfotipos en referencia a las dimensiones del embrión y grado de abertura de la espira, pero con un patrón de crecimiento uniforme. Se observa un número muy reducido de cámaras operculinoides (no compartimentadas) tras las cámaras embrionarias, y una configuración análoga en cuanto a morfología de las cámaras principales y grado de compartimentación de las mismas. Ello nos induce a pensar en una población de carácter monoespecífico, en la que prima la variabilidad intraespecífica ante la diversidad específica.

Desde el punto de vista tafonómico en un primer análisis de las conchas de *Heterostegina* se observa que se encuentran mayoritariamente enteras y su interior prácticamente vacío. Este hecho podía haber dificultado su preservación de hallarnos en un medio muy energético o de producirse una removilización importante del sedimento. No obstante, un porcentaje significativo de estas conchas muestran una cementación esparítica inicial de las paredes internas de las cámaras, que puede haber favorecido su preservación al fortalecer la estructura de las conchas, evitando de este modo la posterior fracturación por procesos de compactación diagenética.

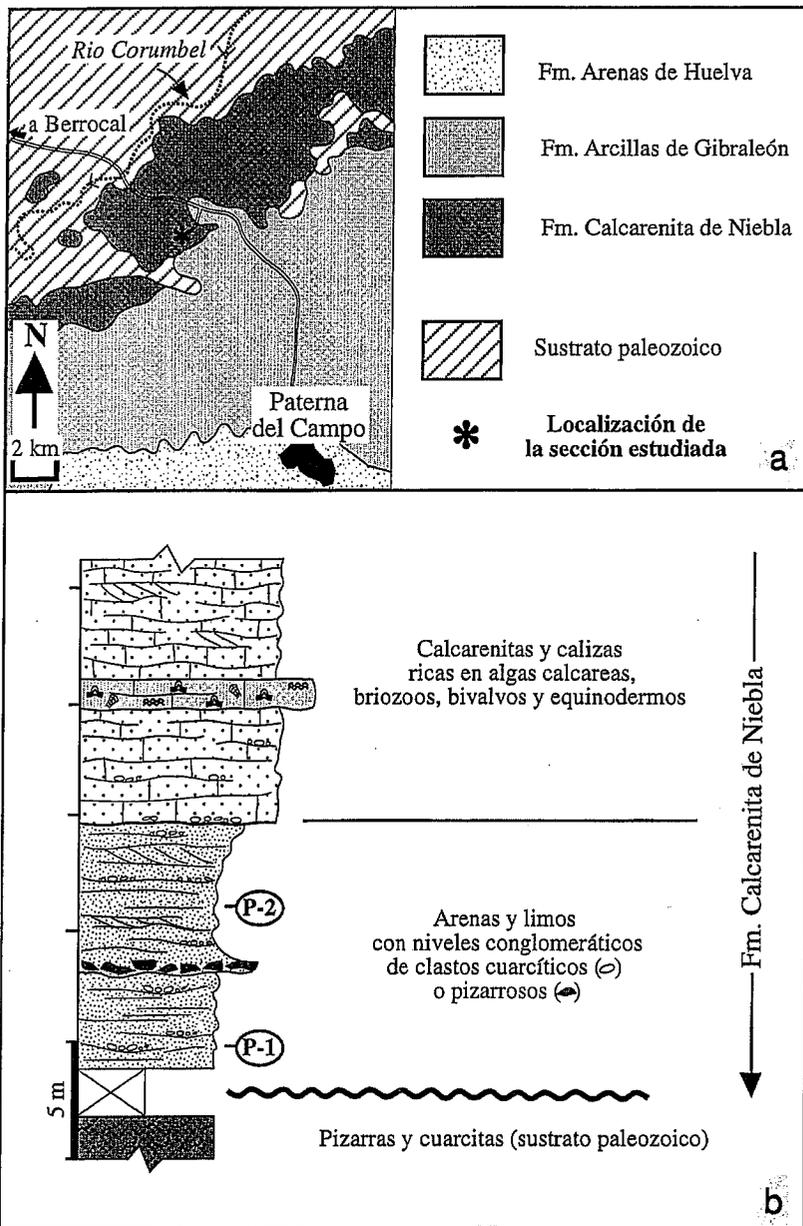


Figura 1. a) Situación geográfica y geológica del área estudiada, b) esquema estratigráfico sintético de la Fm. Calcarenita de Niebla en la sección de Paterna y ubicación de las muestras estudiadas.

Figure 1. a) Geographic and geologic location of the studied area, b) synthetic stratigraphic sketch of the Calcarenita de Niebla Fm. in the Paterna section and location of the studied samples.

Otro punto de atención es la notable presencia de conchas juveniles en las fracciones finas del sedimento levigado, así como la proporción observada entre especímenes adultos de las generaciones macroesférica (formas A) y microesférica (formas B). En referencia concreta al segundo punto, hemos realizado un conteo aleatorio del número de secciones ecuatoriales de *Heterostegina* observadas en la muestra disgregada y hemos calculado el porcentaje existente entre formas A y B. El resultado en la Muestra P1 es de 114

formas A y 5 formas B, lo que significa un porcentaje del 4.2% de formas microesféricas, mientras que en la Muestra P2 hemos observado 140 secciones de formas A y 5 de formas B, lo que supone un porcentaje del 3.5% de formas microesféricas.

Estos porcentajes de formas B, aunque proporcionalmente bajos, se hallan totalmente en concordancia con los observados en los mares actuales en las biocenosis de *Operculina ammonoides*, especie que comparte ocasionalmente ni-

cho ecológico con la actual *Heterostegina depressa*, con valores próximos al 3% (Pecheux, 1995). En este mismo sentido, el bajo porcentaje de formas microesféricas observado en el registro fósil de las *Heterostegina* planiformes (Hottinger, 1977a) y de algunos grupos de *Operculina* (grupo de *O. alpina*) presentan la misma problemática. Hottinger (1977a, b) observa este hecho en aguas del actual Mar Rojo y lo atribuye a una posible especialización ecológica de formas A y B. En referencia concreta a *O. ammonoides*, Reiss y Hottinger (1984) observan en estas mismas aguas una significativa presencia de formas microesféricas únicamente en las franjas batimétricas donde la población se halla mejor representada.

No obstante, el bajo porcentaje de formas originadas por reproducción sexual en *Heterostegina* denota un predominio de la reproducción asexual y una estrategia de vida oportunista. Esta estrategia biológica suele ser indicadora de medios inestables, posiblemente poco propicios para el buen desarrollo del taxón, pero también podría indicar el carácter menos especializado de este nummulítico, lo que explicaría el amplio e inespecífico abanico de batimetrías en el que suele encontrarse el género *Heterostegina* dentro del medio marino.

Discusión y Conclusiones

Las poblaciones de *Heterostegina* estudiadas se interpretan como posibles paleobiocenosis a partir de una serie de datos que apoyan esta hipótesis como son: el grado de preservación de las conchas, la presencia de formas juveniles y adultas, así como el porcentaje entre formas microesféricas y macroesféricas, totalmente en concordancia con las poblaciones actuales. El conjunto de estos caracteres parecen indicar una cierta tranquilidad del medio deposicional y apoyan el carácter autóctono y démico de estas poblaciones.

Las condiciones batimétricas de estas poblaciones se deducen de los datos obtenidos del estudio de la asociación fosilífera de microfaminíferos bentónicos y de ostrácodos presentes en estas muestras, y que parecen indicar medios plenamente marinos de carácter somero, con profundidades de hábitat no superiores a los 20-25 m. *Heterostegina*, un taxón de rango batimétrico muy inespecífico, ocuparía en este caso la franja somera del hábitat característico de la mayor parte de nummulíticos.

En referencia a las condiciones de trofismo del medio, la asociación fosilífera (bivalvos suspensívoros, briozoos, etc...) del conjunto del tramo arenoso parece indicar la presencia de abundantes nutrientes como corresponde a un contexto litoral con influencias deltaicas. Siguiendo esta línea de razonamiento, la presencia de morfotipos de *Heterostegina* planiformes con crecimiento evolutivo en medios tan someros podría asociarse a una turbidez de las aguas que limitaría el grado de luminosidad del fondo marino y que les llevaría a la adopción de estas morfologías de crecimiento en un intento de aprovechar la energía lumínica del medio. Los niveles lumaquéllicos con *Heterostegina* podrían interpretarse, a su vez, como pequeños eventos de aumento relativo del nivel marino y/o de reducción en el aporte de nutrientes, más en consonancia con el desarrollo de biocenosis ricas en nummulítidos. En este sentido, la estrategia de tipo oportunista adoptada por *Heterostegina* se interpreta como una adaptación a un medio de características mesotróficas. A pesar

que el estudio sistemático de la población de *Heterostegina* se halle en curso, la gran variabilidad morfológica observada entre los individuos se considera intraespecífica y se interpreta en términos de la posibilidad de colonización de hábitats diversos en un momento en que la diversidad taxonómica de los nummulítidos se halla en franca regresión.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Propio de la Universidad de Huelva (Grupo de «Paleontología y Ecología Aplicadas»), así como por el Plan Andaluz de Investigación (Grupo RNM-238).

Referencias

Banner, F.T. y Hodgkinson, R.L. (1991): *Rev. Esp. Micropal.*, XXIII (2): 101-140.
 Civis, J., Sierro, F.J., González-Delgado, J.A., Flores, J.A., Andrés, I., De Porta, J. y Valle, M.F. (1987): In: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)*. Ed. Universidad de Salamanca: 9-21.

Civis, J., Alonso-Gavilán, G., González-Delgado, J.A. y Braga, J.C. (1994): *Géol. Méd.*, XXI (1-2): 9-18.
 Hallock, P. (1985): *Paleobiology*, 11: 195-208.
 Hallock, P. y Glenn, E.C. (1986): *Palaios*, 1: 55-64.
 Hallock, P., Premoli-Silva, I. y Boersma, A. (1991): *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 83: 49-64.
 Hottinger, L. (1977a): *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris*, XL: 1-159.
 Hottinger, L. (1977b): *Utrecht Microp. Bull.*, 15: 35-109.
 Hottinger, L. (1983): *Utrecht Microp. Bull.*, 30: 239-253.
 Hottinger, L. (1990): *IV Simp. Ecol. Palaeocol. Com. Bent., Publ. Mus. Region. Sci. Nat. Torino*: 35-51.
 Leutenegger, S. (1984): *J. Foram. Res.*, 14 (1): 16-35.
 Pecheux, M.J.F. (1995): *Geobios*, 28 (5): 529-566.
 Reiss, Z. y Hottinger, L. (1984): *The Gulf of Aqaba. Ecological Micropaleontology*. Springer-Verlag: 1-354.
 Serra-Kiel, J. y Martín-Closas, C. (1989): *Rev. Soc. Geol. Esp.*, 2 (3-4): 251-267.
 Sierro, F.J. (1984): *Tesis Doct.*, Univ. Salamanca: 1-391.