

Variaciones morfológicas en *Maeandropolydora sulcans* Voigt, 1965, del Néogeno Superior marino del extremo suroccidental de la península Ibérica

Ana SANTOS¹, Eduardo MAYORAL², Fernando MUÑIZ², Tomasz BOSKI¹ y Mário CACHÃO³

Abstract. MORPHOLOGIC VARIATIONS IN *MAEANDROPOLYDORA SULCANS* VOIGT, 1965, FROM UPPER NEOGENE MARINE BEDS OF SOUTHWESTERN IBERIAN PENINSULA. New morphologic variations of *Maeandropolydora sulcans* Voigt, recorded on the surfaces of hard calcareous substrates, are documented and described in marine strata of the southwestern Iberian Peninsula, ranging from upper Miocene (southeast Portugal), to lower Pliocene (southwest Spain). The trace fossil is preserved as a concave epirelief and consists of a few isolated sub-circular, oval or tear-shaped depressions alternately disposed along a short rectilinear to bent pathway. This configuration is explained by differences in depth of erosion and probably, by the occupation density in the substrate, which influences the behavior of the organisms, producing changes in their normal paths. In the absence of erosion, a different behavioral interpretation to that currently accepted for *Maeandropolydora sulcans* should be invoked. Therefore, the diagnosis of *M. sulcans* has to be emended and completed.

Resumen. Se describen nuevas variaciones morfológicas en *Maeandropolydora sulcans* Voigt registradas en la superficie de sustratos calcáreos duros, en capas marinas del sudoeste de la Península Ibérica, extendiéndose desde el Mioceno superior (sudeste de Portugal) al Plioceno inferior (sudoeste de España). La traza fósil se presenta como un epirelieve cóncavo y consiste en unas pocas depresiones aisladas sub-circulares, ovales o en forma de lágrima, dispuestas en forma alternada a lo largo de un corto recorrido rectilíneo o curvado. Esta configuración se explica por diferencias en la profundidad de la erosión y probablemente, por la densidad de ocupación del sustrato, que influye el comportamiento de los organismos, produciendo cambios en su recorrido normal. En ausencia de la erosión debe buscarse una interpretación diferente para el comportamiento aceptado comúnmente para *Maeandropolydora sulcans*. Por lo tanto, la diagnosis de *M. sulcans* debe ser enmendada y completada.

Key words. *Maeandropolydora sulcans*. Morphologic variations. Upper Miocene. Lower Pliocene.

Palabras clave. *Maeandropolydora sulcans*. Variaciones morfológicas. Mioceno Superior. Plioceno Inferior.

Introducción

Una de las evidencias más frecuentes de la actividad bioerosiva en el medio marino sobre sustratos orgánicos, es la producida por los anélidos o, en menor medida, los foronídeos y/o sipuncúlidos. En el registro paleoicnológico, una parte de estas estructuras se incluye dentro del icnogénero *Maeandropolydora* Voigt, 1965, y al igual que el resto de los icnofósiles, es un buen indicador de la existencia de organismos de cuerpo blando, cuando éstos no han podido llegar a fosilizar.

Maeandropolydora fue definida por Voigt (1965) a partir de material procedente del Cretácico Superior de Suecia, y en líneas generales, corresponde a galerías cilíndricas, largas, con dos o más aberturas, que recorren el sustrato de forma sinuosa o en contorsiones irregulares. Se interpreta como una estructura de morada (domichnion) realizada posiblemente por la actividad perforadora de anélidos espionidos.

La distribución estratigráfica del icnogénero *Maeandropolydora* abarca desde el Cretácico Superior (Campaniano) (Voigt, 1965) hasta el Holoceno (Martinell y Domènech, 1982).

Estas estructuras de bioerosión han sido objeto de numerosos trabajos donde se han descrito hasta la fecha cinco icnoespecies: *Maeandropolydora barocca* Bromley y D'Alessandro, 1987; *M. crassa* Bromley y D'Alessandro, 1987; *M. decipiens* Voigt, 1965; *M. elegans* Bromley y D'Alessandro, 1983 y *M. sulcans* Voigt, 1965.

Sin embargo, se pueden plantear algunos problemas taxonómicos cuando no se tienen en cuenta los

¹CIMA, Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, UCTRA, Campus de Gambelas, P-8000 Faro, Portugal. aasantos@ualg.pt; tboski@ualg.pt

²Departamento de Geodinámica y Paleontología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. Campus de las Fuerzas Armadas s/n 21071 Huelva, España. mayoral@uhu.es; fmguiña@uhu.es

³Departamento e Centro de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Rua da Escola Politécnica, 58, P-1294 Lisboa, Portugal. mcachao@fc.ul.pt

aspectos tafonómicos y de preservación de las perforaciones que en ocasiones pueden estar ligados a la propia naturaleza del sustrato. Así, Uchman (1995) propuso la consideración de *Taphrhelminthopsis* Sacco, 1888; *Laminites* Ghent y Henderson, 1966; *Subphyllochora* Götzinger y Becker, 1931 y *Taphrhelminthoida* Ksiazkiewicz, 1977, como “variaciones tafonómicas” del icnogénero *Scolicia* De Quatrefages, 1849, de tal forma que aunque se elimine la información toponómica a nivel de icnoespecie, se mantiene la relacionada con su producción (origen común) y su comportamiento (etología). Posteriormente, Goldring *et al.* (1997) rechazaron esta propuesta, al considerar que estas variaciones tafonómicas contienen una importante información toponómica y por lo tanto, deberían permanecer como icnotaxones separados e independientes. Al margen del valor que se le conceda a cualquiera de los puntos de vista anteriores, lo que sí es cierto es que diferentes registros pueden integrarse dentro de un modelo único de perforación y explicar sus características morfológicas singulares como el resultado de la acción de la erosión a diferentes niveles de profundidad. En este sentido, aceptamos el término de “variaciones morfológicas” utilizado por Uchman (1998), que no son más que el registro de un determinado estado (o expresión) tafonómico o de preservación, que a su vez lleva implícita la consideración toponómica, aunque ésta no sea (o no deba ser) una icnotaxobase suficiente para designar un nuevo icnotaxón. En esta misma línea, Bromley y D’Alessandro (1983, 1987) reconocieron que *Maeandropolydora sulcans* se presenta normalmente como surcos en la superficie de las conchas, así como en sustratos inorgánicos, los cuales serían la expresión de un estado tafonómico de conservación y no de una génesis inicial diferente, pues la pista siempre es endógena.

En este contexto, en el presente trabajo se dan a conocer por primera vez unas nuevas variaciones morfológicas de *M. sulcans*, por lo que se propone enmendar la última diagnosis establecida y completar así su caracterización icnotaxonómica.

Situación geográfica y geológica

El material estudiado procede de un yacimiento localizado en las cercanías de la población de Cacela Velha (Algarve, SE de Portugal. Coordenadas: X: 41° 14' N, Y: 6° 29' E) y de Bonares (Huelva, SO España. Coordenadas: X: 37° 19' N, Y: 6° 41' E) (figura 1).

Desde el punto de vista geológico, el yacimiento de Cacela se incluye en la denominada Formación de Cacela. El nivel inferior de este yacimiento se caracteriza por una gran riqueza y diversidad de fauna fó-

sil, especialmente de invertebrados e icnofósiles (estructuras de bioturbación y bioerosión) (Santos, 2000; Cachão *et al.*, 2000; Santos *et al.*, 2001). Datos de nanoplancton calcáreo, obtenidos por Cachão (1995) para el Miembro Inferior de la formación, permiten ubicar biocronológicamente este conjunto de sedimentos entre -8,2 m.a (FAD'S de *Discoaster berggrenni* y de *D. quinqueramus*) y -7,5 m.a. (LAD de *Minylita convalis*), lo cual lo situaría en la parte alta del Tortoniano (figura 1.A).

Por su parte, el yacimiento de Bonares es también muy rico en malacofauna fósil e icnofósiles (Mayoral, 1986) y se encuadra dentro del tramo glauconítico de la Formación Arenas de Huelva (figura 1.B), cuya edad es Plioceno inferior (biozona de *Globorotalia margaritae* y *G. puncticulata*, Sierro, 1984).

Figura 1. Situación geográfica y series estratigráficas de síntesis / Geographical location and synthetic stratigraphical series. **A.** Mioceno superior / upper Miocene (Cacela, Portugal); **B.** Plioceno inferior / lower Pliocene (Huelva, España).

Paleoicnología sistemática

ICNOGÉNERO *Maeandropolydora* Voigt, 1965

ICNOESPECIE TIPO. *Maeandropolydora decipiens* Voigt, 1965.

Diagnosis. Sistema de largas galerías cilíndricas que poseen dos o más aberturas, y que discurren irregularmente sobre la superficie del sustrato, curvándose en una serie de arcos pequeños. Las galerías suelen tener una orientación paralela, con o sin fusión,

Figura 2. Nuevas variaciones morfológicas de *Maeandropolydora sulcans* Voigt / *New morphologic variations of Maeandropolydora sulcans* Voigt. Escala de la barra para todas las figuras / *Scale bars for all figures: 5 mm.* / **A,** PN-204. **B,** RC-M2/1. **C,** RC/M3. **D,** RC/M5/1. **E,** RC/M4/2. **F,** RC/M2/4. **G,** RC/M4/1.

y pueden aparecer desconectadas o formando curvas apretadas. Los limbos de éstas pueden estar conectados por un vano o formar una bolsa.

Maeandropolydora sulcans Voigt, 1965

Figuras 2-4

2001 *Maeandropolydora* ichnosp. indet. Santos *et al.*, pp. 69.

Material. El material procedente del yacimiento de Huelva (Plioceno Inferior) es escaso. Aparece muy bien conservado en el interior de las valvas de bivalvos venéridos, y algo menos, en la cara externa de algunos ostreidos. Ejemplar: PN-204 (figura 2.A) depositado en la colección del Museo de Geología de la Universidad de Sevilla (España).

El material proveniente del yacimiento de Cacela (Mioceno Superior) es abundante (hay registros de estructuras en veintiséis bivalvos) y está bien conservado. Las estructuras se localizan tanto en la cara interna como externa de bivalvos (*Megacardita jouanetti*; *Callista (Callista) italica*; *Tellina (Arcopagia) corbis* y *Gigantopecten tournali*). Ejemplares: RC/M1 a RC/M5 (figuras 2.B a 2.G y figuras 3.A-C), depositados en la Universidade do Algarve (Portugal).

Diagnosis enmendada. Galerías cilíndricas que poseen por lo menos dos aberturas, irregularmente contorsionadas, sin presentar fusión cuando las paredes están en mutuo contacto; sin vanos y que presenta unas variaciones morfológicas constituidas por depresiones que tienen en planta un contorno subcircular u ovalado, en forma de riñón o de lágrima, presentando en sección transversal una forma de bolsa abierta. Estas depresiones se disponen más o menos alineadas y de una forma regular y alterna o de forma irregular y aislada.

Descripción. Los espesímenes se preservan como epirrelieves cóncavos, poco profundos (< 1mm, figura 3.A), constituidos por un conjunto de depresiones aisladas en hilera, con una trayectoria recta a ligeramente curvada (figuras 2.A, 2.E-2.F, 6.C-E), que son más someras en sus extremos, presentando éstos un

contorno ligeramente arqueado (figura 2.G), que corresponde a las zonas de entrada y salida del organismo al perforar el sustrato en ángulos diferentes, y que tienen forma de bolsas abiertas sin vano (*Lateral boring*, Bromley y D'Alessandro, 1983, figura 7.B). Es frecuente que los ejes mayores de las depresiones sean paralelos entre sí y presenten una orientación oblicua o incluso perpendicular, al de las restantes, que

Figura 3. *Maeandropolydora sulcans*. **A.** Microfotografía de un epirrelieve cóncavo formado por una depresión muy somera en conexión con el surco correspondiente al trazado típico / *Microphotography of a concave epirelief defined by a very shallow hollow related with the typical groove*. Escala de la barra / *Scale bar: 500 µm*. **B.** Microfotografía de dos depresiones aisladas conectadas por un surco muy somero, correspondiente a un estado de erosión intermedio entre el que da lugar al registro normal y el de las nuevas variaciones morfológicas descritas en este trabajo / *Microphotography of two isolated hollows connected by a very shallow groove, corresponding to an intermediate state of erosion between the normal record and the new morphologic variations presented in this paper*. (RC/M5). **C.** Microfotografía del trazado de una perforación correspondiente a un nivel de erosión muy bajo, que ocasiona un registro similar al típico. El sustrato presenta un grado de ocupación elevado / *Microphotography of a boring under a very low level of erosion producing a record very similar to the typical occurrence. The substrate shows a high occupation degree* (RC/M5).

suelen ser algo más estrechas y alargadas (figuras 2.A, 2.B, 2.E, 2.G, 6.D-E).

Estas depresiones pueden presentarse conectadas mediante un surco muy somero, que les confiere en planta una forma de U tosca (figura 3.B). También suelen aparecer como galerías cilíndricas, irregularmente contorsionadas, sin presentar nunca los limbos fusionados y por supuesto, sin vanos, lo que corresponde a la descripción clásica de *M. sulcans*, realizada por Bromley y D'Alessandro (1983).

Medidas. La anchura media del eje menor en las depresiones aisladas es de 0,25 mm y del eje mayor de

0,64 mm y el espaciado medio entre las depresiones es de 0,34 mm, sobre un total de ochenta y nueve registros medidos.

Discusión. Las nuevas variaciones morfológicas que aquí se presentan pueden corresponder también a ciertas partes de la galería cilíndrica mostrada por *Maeandropolydora decipiens* Voigt, 1965 y *M. barocca* Bromley y D'Alessandro 1987, si bien en los ejemplares estudiados nunca se ha encontrado en conexión clara con estructuras de este tipo. *Maeandropolydora decipiens* presenta un desarrollo de bolsas muy típico y puede tener vanos que conectan la cara interna de

Figura 4 Reconstrucción esquemática de *Maeandropolydora sulcans* y de las nuevas variaciones morfológicas / *Schematic reconstruction of Maeandropolydora sulcans and the new morphologic variations*. **A.** Vista transversal del trazado de la perforación (en negro) y desplazamiento del productor (en blanco), con los diferentes niveles de erosión del sustrato (horizontes X, Y, Z) / *Transversal view of the boring (black) and movement of the producer (white), with different levels of erosion affecting the substrate (X, Y, Z, horizons)*. **B.** Modelo tridimensional de la perforación / *Tridimensional pattern of the boring*. **C-E.** Diferentes registros de las nuevas variaciones morfológicas en función del nivel de erosión (X, Y, Z) / *Different records of the new morphologic variations according to the erosion level (X, Y, Z)*.

los limbos, al igual que *M. barocca*, que tiene un desarrollo muy importante de bolsas, torsionadas en espiral, con bifurcaciones, interconexiones y presencia de pequeños vanos laterales. Respecto a *M. elegans* Bromley y D'Alessandro, 1983, las posibilidades se restringen drásticamente, ya que ésta presenta siempre los limbos en mutuo contacto y en grupos de a dos. Esta disposición geométrica, nunca podría dar lugar a las variaciones morfológicas descritas.

Otra posible confusión podría establecerse con determinados estadios iniciales de *Caulostrepsis* Clarke, 1908, en especial con aquéllos que presentan pequeñas bolsas ovaladas o aplastadas, sin vano, como resultado de la fusión de los limbos.

En el caso de que las depresiones aparezcan aisladas (variaciones morfológicas), podrían llegar a confundirse con *Renichnus* Mayoral, 1987, aunque éste presenta una trayectoria a *grosso modo* espiralada o en hileras toscas. Además, son proporcionalmente más grandes (1-8 mm frente a los 0,1-1,3 mm de nuestros ejemplares), con unas depresiones que son más pequeñas en el extremo proximal y más regulares y grandes en el distal (Mayoral, 1987, lám. II, fig. 13, pág. 55; Taddei Ruggiero, 1999, fig.10-P, pág. 170), presentando normalmente restos adheridos de la concha de sus productores (gasterópodos verméticos, Mayoral, 1987, lám. II, fig. 12, pág. 55). En ciertos casos, también podría establecerse alguna semejanza con *Rogerella* De Saint Seine, 1951, especialmente en lo que concierne a la forma que presenta en planta, que puede variar entre depresiones estrechas y alargadas o cortas y anchas. En ambos casos, su longitud media está comprendida entre 1 y 5 mm y su anchura entre 0,5 y 1,1 mm. No obstante, *Rogerella* profundiza más en el sustrato (hasta 5 mm) y suele aparecer de forma aislada o en grupos gregarios, pero nunca de una forma alterna y regular. En casos extremos, también podría presentar algunas semejanzas morfológicas con la fase final de la estructura de *Gastrochaenolites* Leymerie, 1842. Sin embargo, *Gastrochaenolites* profundiza mucho más en el sustrato (hasta 100 mm) y suele presentar un cuello que separa la región apertural de la cámara principal, que por otra parte es más alargada (anchura entre 2 y 45 mm). Además, para que esta situación se produjera, el sustrato tendría que estar enormemente erosionado, cosa que no ocurre, y hasta la fecha, nunca se han encontrado *Gastrochaenolites* en una disposición que, en planta, pudiera dar lugar al modelo aquí presentado.

Santos *et al.* (2001) interpretaron este conjunto de depresiones como una nueva estructura bioerosiva, reflejo de un comportamiento singular, donde el organismo se desplazaría sobre el sustrato con el cuerpo incurvado, probablemente en espiral, y a lo largo de una trayectoria recta o ligeramente sinuosa, pero siempre en un mismo plano. Si el productor de estas

estructuras fuera semejante al que realiza *Maeandropolydora sulcans*, habría que rechazar la hipótesis planteada por Santos *et al.* (2001), y considerar los registros que aquí se presentan como variaciones morfológicas distintas. Su producción estaría directamente relacionada con el nivel de erosión o disolución de las capas superficiales del sustrato (Bromley y D'Alessandro, 1983) y quizás también estuviera vinculada con el grado de densidad de ocupación del mismo, que podría haber influido notablemente en el comportamiento del productor. De este modo, cuando la erosión del sustrato fuera significativa se registrarían estructuras aisladas, en forma de bolsas abiertas, con una disposición general en hilera (figura 4.D-E). Esta disposición es más frecuente cuando el grado de ocupación del sustrato es bajo. En cambio, cuando la densidad de ocupación es más elevada y las condiciones de erosión fueran menores, el registro sería de estructuras en forma de U y las variaciones morfológicas (figuras 5 y 6.C) resultantes serían diferentes y más próximas a las típicas de *Maeandropolydora sulcans* (Häntzschel 1975, fig. 79.5, p. W128; Bromley y D'Alessandro, 1983, fig. 2, p. 306; Bromley y Asgaard, 1993, figura 6.A, p. 98 y Mayoral y Muñiz, 1996, fig. 3.1, p.93). De cualquier forma, la intervención de la erosión (ya sea en mayor o menor grado) parece fundamental para explicar estos nuevos registros. Si no hay suficientes evidencias de erosión en el sustrato, y éste es un hecho que se observa muy bien en el material procedente del Plioceno de Huelva, la única explicación posible radicaría en una forma de comportamiento diferente a la aceptada para *Maeandropolydora sulcans* y en este caso, una hipótesis como la planteada por Santos *et al.* (2001) podría tener validez y debería tenerse en cuenta.

Interpretación paleoetológica. La distribución de las depresiones, así como su propia morfología, inducen a pensar que el organismo productor debería desplazarse muy someramente por debajo de la superficie del sustrato a lo largo de una trayectoria meandriforme o irregularmente contorsionada, y a diferentes niveles o planos (figura 4.A), lo que hace que la profundidad presentada por las estructuras no sea igual en todos los casos. Se interpreta como una estructura producida por la actividad perforadora de anélidos, posiblemente poliquetos, con la finalidad de construcción de una morada (domichion). De un modo general, esta interpretación paleoetológica corresponde a la clásicamente establecida para *Maeandropolydora sulcans* (Bromley, 1992).

Conclusiones

El estudio de conchas de bivalvos procedentes de la Formación de Cacula (Mioceno superior, Portugal)

y de la Formación Arenas de Huelva (Plioceno inferior, España) ha permitido poner de manifiesto nuevas variaciones morfológicas de *Maeandropolydora sulcans*.

Esta nueva expresión estaría relacionada en primer lugar, con el nivel de profundización de la erosión en el sustrato. De este modo, la producción de las estructuras aisladas, en forma de bolsas abiertas, con una disposición general en hilera (nuevas variaciones morfológicas) puede resultar cuando la erosión posterior de la superficie afectada es importante. En cambio, el registro de las estructuras en forma de U o meandriformes, características de *M. sulcans*, puede resultar cuando el grado de erosión es más superficial. A la vista del material estudiado, otro factor que podría haber influido es el grado de densidad de ocupación del sustrato, que podría incidir directamente en el comportamiento de los productores. Normalmente se observa que cuando las nuevas estructuras aparecen aisladas, la densidad es menor y cuando presentan la forma típica de *Maeandropolydora sulcans*, el grado de ocupación suele ser mayor. Si la erosión es muy baja, la explicación más plausible habría que buscarla en un tipo de comportamiento diferente al establecido para *M. sulcans* y que estaría relacionado con un organismo que se desplazara con el cuerpo incurvado y con una componente sinuosa de avance.

Esta estructura representa el registro de la actividad erosiva producida por anélidos, probablemente poliquetos, con el fin de construir una morada y que corresponde a la interpretación paleoetológica clásica propuesta para *Maeandropolydora sulcans*.

En este sentido, se propone enmendar la última diagnosis establecida para *Maeandropolydora sulcans* y completar así su caracterización icnotaxonómica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Programa PRAXIS XXI mediante una beca de doctorado (Praxis XXI/BD/21466/99) a Ana Santos, así como por la ayuda al Grupo de Investigación RNM 316 "Tectónica y Paleontología" de la Junta de Andalucía. Este trabajo es también una contribución al Proyecto BTE2000-0584: "El Neógeno del Mediterráneo Occidental (III): Paleobiología, Paleoclimatología y Bioestratigrafía".

Bibliografía

Bromley, R. 1992. Bioerosion: Eating rocks for fun and profit. In: Ch.G. Maples and R.E. West (eds.), Trace fossils. *Short Courses in Paleontology* 5: 121-129.

Bromley, R. y Asgaard, U. 1993. Endolithic community replacement on a Pliocene rocky coast. *Ichnos* 2: 93-116.

Bromley, R. y D'Alessandro, A. 1983. Bioerosion in the Pleistocene of southern Italy: ichnogenera *Caulostrepsis* and *Maeandropolydora*. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 89: 283-309.

Bromley, R. y D'Alessandro, A. 1987. Bioerosion of the Pliocene Pleistocene transgression of Southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 93: 379-442.

Cachão, M. 1995. [Utilização de nanofósseis calcários em bioestratigrafia, paleoceanografia e paleoecologia. Aplicações ao Neogénico do Algarve (Portugal) e do Mediterrâneo Ocidental (ODP653) e à problemática do *Coccolithus pelagicus*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa, Lisboa, 356 pp. (Inédita)].

Cachão, M., de Gibert, J.M., Mayoral, E., Muñoz, F. y da Silva, C. M. 2000. Paleocnologia da Formação de Cacela (Miocénico superior), Algarve, Portugal: Dados preliminares. 1º Congresso Ibérico de Paleontologia, 6ª Jornadas de la Sociedad Española de Paleontologia (Évora, Portugal), Libro de Resúmenes: 5-7.

Clarke, J.M. 1908. The beginnings of dependent life. *Bulletin of the New York State Museum*, 121: 146-196.

Ghent, E.D. y Henderson, R.A. 1966. Petrology, sedimentation and paleontology of Middle Miocene graded sandstones and mudstones, Kaiti Beach, Gisborne. *Transactions of the Royal Society New-Zealand Geology* 4: 147-169.

Goldring, R., Pollard, J.E. y Taylor, A.M. 1997. Naming trace fossils. *Geological Magazine* 134: 265-268.

Göttinger, G. y Becker, H. 1931. Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches (Neue fossilfunde). *Geologischen Bundesanstalt. Wien Jahrbuch* 82: 343-396.

Häntzschel, W. 1975. Trace fossils and Problemática. En: R. C. Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part W*. Geological Society of America and University of Kansas Press. New York and Lawrence, Kansas, pp. W177-W245.

Ksiazkiewicz, M. 1977. Trace fossils in the Flysch of the Polish Carpathians. *Palaeontologica Polonica*, 36: 1-208.

Leymerie, M.A. 1842. Suite de mémoire sur le terrain Crétacé du département de l'Aube. *Mémoires de la Société géologique de France*, 5: 1-34.

Martinell, J. y Domènech, R. 1982. Boring activity of epibionts in an Early Holocene molluscan fauna of Spanish Catalunya. *Acta Geológica Hispánica*, 16: 145-149.

Mayoral, E. 1986. [Tafonomía y Paleoecología del Plioceno de Huelva-Bonares. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, 599 pp. Inédita].

Mayoral, E. 1987. Acción bioerosiva de mollusca (Gastropoda, Bivalvia) en el Plioceno inferior de la Cuenca del Bajo Guadalquivir. *Revista Española de Paleontología* 2: 49-58.

Mayoral, E. y Muñoz, F. 1996. La icnofacies de *Gnathichnus* en el sector suroccidental de la cuenca del Guadalquivir (Lepe, Huelva, España). *Coloquios de Paleontología* 48: 87-102.

Quatrefages, M. A. de. 1849. Note sur la *Scolicia prisca* (A. De Q.) annélide fossile de la craie. *Annales des Sciences Naturelles. Série 3, Zoologie* 12: 265-266.

Sacco, F. 1888. Note di Paleocnologia Italiana. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali* 31: 151-192.

Saint-Seine, R. DE. 1951. Un cirripède acrothoracique du Crétacé: *Rogerella leointrei* nov. gen., nov. sp. *Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris* 233: 1051-1054.

Santos, A. 2000. [Bivalves marinhos do Miocénico superior (Tortoniano superior) de Cacela (Algarve, Portugal). Tesis de Maestrado, Universidad del Algarve, Faro, 207 pp. Inédita].

Santos, A., Mayoral, E., Muñoz, F., Boski, T. y Cachão, M. 2001. Nueva estructura bioerosiva relacionada con *Maeandropolydora sulcans* Voigt, 1965 en el Mioceno superior de Cacela (SE de Portugal). 4º Reunión Argentina de Icnología y 2º Reunión de Icnología del MERCOSUR, (Tucumán, Argentina), Resúmenes: 69.

Sierro, F.J. 1984. [Foraminíferos planctónicos y bioestratigrafía del Mioceno superior-Plioceno del borde occidental de la Cuenca del Guadalquivir, SO de España. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca, 391 pp. Inédita]. Abstract TC 325, 34 p. Ed. Universidad de Salamanca.

Taddei Ruggiero, E. 1999. Bioerosive processes affecting a population of brachiopods (Upper Pliocene, Apulia). *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 45: 169-172.

- Uchman, A. 1995. Taxonomy and paleoecology of flysch trace fossils: The Marnoso-arenacea Formation and associated facies (Miocene, Northern Apennines, Italy). *Beringeria* 15: 1-115.
- Uchman, A. 1998. Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: Revision of the Marian Książkiewicz Collection and studies of complementary material. *Annales Societatis Geologorum Poloniae* 68: 105-218.
- Voigt, E. 1965. Über parasitische Polychaeten in Kreide-Austern sowie einige andere in Muschelschalen bohrende Würmer. *Paläontologische Zeitschrift* 39: 193-211.

Recibido: 23 de diciembre de 2001.

Aceptado: 23 de julio de 2002.

Se terminó de imprimir el 30 de octubre de 2003 en los Talleres Gráficos del Instituto Salesiano de Artes Gráficas Don Bosco 4053, Buenos Aires, Argentina
El armado estuvo a cargo de Vergara Oroño-Frascarelli ediciones Tucumán 3087, Buenos Aires, Argentina

A.P.A. Publicación Especial 9, 2003