

NOTA PALEONTOLÓGICA**La traza *Dactyloidites ottoi* (Geinitz) en la Formación La Manga, Oxfordiano de Mendoza**

Darío G. LAZO, Ricardo M. PALMA y Ricardo D. PIETHÉ

Introducción

La Formación La Manga ha sido recientemente objeto de estudios estratigráficos y sedimentológicos de detalle en las cercanías de Bardas Blancas, Mendoza. Un trabajo basado en cinco secciones completas reveló la existencia de seis grandes asociaciones de facies sedimentarias (A-F en Palma *et al.* 2007). Dichas facies corresponden a ambientes de rampa externa (A), rampa media (B), rampa interna-barrera oolítica (C), arrecifes en parche de margen de rampa interna (D), lagoon (E) y ambiente de karst (F).

En particular, los depósitos de rampa media (Facies B) están compuestos por *packstones-grainstones*, *wackestones* y subordinadas calciruditas con una tendencia vertical estrato creciente. Estos depósitos son sumamente interesantes debido a que presentan un conjunto de trazas fósiles de organismos excavadores en un contexto carbonático. Dentro de esta asociación de trazas fósiles se registraron abundantes especímenes asignados a *Dactyloidites ottoi* (Geinitz, 1849). Esta es una traza fósil relativamente poco frecuente en el Mesozoico y Cenozoico que se registra típicamente en facies clásticas (véase Aguirrezabala y Gibert, 2004). Por lo tanto su presencia en facies carbonáticas de la Formación La Manga, con un excelente estado de preservación, amerita un análisis particular. Sobre la base de lo expuesto, el objetivo de la presente nota es la documentación e interpretación de los ejemplares asignados a *D. ottoi*.

Área de estudio y metodología

El área de estudio se encuentra localizada en las inmediaciones de Bardas Blancas, en el departamento Malargüe, Mendoza (figura 1.1). En este sector

aparecen una serie de pliegues de eje norte-sur que contienen una sucesión sedimentaria jurásica superpuesta a volcanitas permo-triásicas. El presente trabajo está basado en descripciones de campo de cinco secciones completas de la Formación La Manga de alrededor de 60 m de espesor y en estudios de microfácies basados en Palma *et al.* (2007). La edad de estos depósitos es asignada al Oxfordiano sobre la base de la fauna de amonites (Riccardi, 1984). Las trazas fósiles analizadas fueron observadas principalmente en el campo (figura 1.2). Dos de los ejemplares analizados de *Dactyloidites ottoi* y uno de *Gyrochorte* isp. pertenecen a la colección de Paleontología de la Universidad de Buenos Aires y están catalogados bajo los códigos CPBA 20123.1, 20123.2 y 20124.

Icnología***Dactyloidites ottoi* (Geinitz, 1849)**

Figura 2.1-7

Descripción. Traza de relieve completo con forma de abanico a roseta conformada por elementos radiales y un tubo central vertical. Los elementos radiales poseen un spreite protrusivo y no superan los 40 mm de largo cuando su preservación es completa. Cada elemento radial generalmente presenta una dicotomización isótoma en la base adyacente al tubo vertical (figura 3). Los elementos radiales tienen un largo promedio de 27 mm y un ancho promedio de 5 mm. A partir de dicha dicotomización puede aparecer una segunda ramificación, pero en éste caso es heterótoma ya que se produce hacia un solo lado de la estructura generando una rama secundaria más corta y menos gruesa que la rama primaria resultando un patrón de ramificación asimétrico. De cada elemento radial pueden generarse hasta cuatro terminales como máximo, sin embargo hay casos de tres o dos terminales. El número de terminales no supera los 20 en ninguno de los ejemplares observados. Los elementos radiales pueden presentarse subhorizontales o inclinados con respecto al plano de estratificación.

Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina - CONICET; <dlazo@gl.fcen.uba.ar>

©Asociación Paleontológica Argentina

AMGHB2-0002-7014/08\$00.00+.50

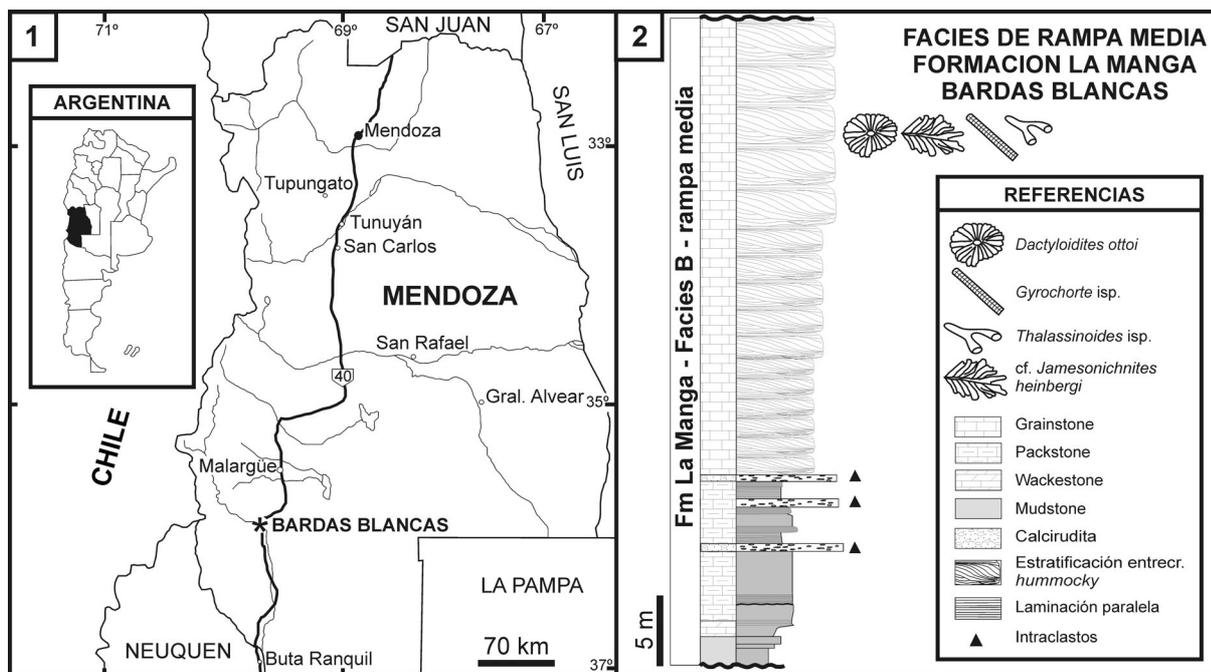


Figura 1. 1, Mapa de localización de la sección analizada; 2, Perfil litológico y ubicación de las trazas fósiles analizadas, Formación La Manga, Bardas Blancas, Mendoza. Modificado de Palma *et al.* (2007) / 1, Location map of the studied section; 2, Stratigraphic section and trace fossils of La Manga Formation, Bardas Blancas, Mendoza. Modified from Palma *et al.* (2007).

En el caso de baja o nula inclinación de los elementos radiales, la estructura resultante tiende a una forma de roseta casi completa de 360°. En estos casos suele quedar preservado el tubo vertical. Hay ejemplares donde los elementos radiales de una misma traza poseen inclinaciones variables con respecto al plano. Los más inclinados tienen preservadas sólo sus terminales, mientras que los menos inclinados tienden a preservar una mayor proporción de su longitud. En estos casos la traza resultante posee forma de abanico y el tubo vertical se preserva sólo en la porción de la traza que presenta una menor inclinación. Los elementos radiales poseen un relleno mejor seleccionado y de coloración más clara que la roca hospedante. En el plano de estratificación los abanicos y rosetas aparecen aislados o agrupados pero nunca solapados. Las rosetas y abanicos aparecen en diversos niveles.

Distribución facial. Se registra abundantemente en los topos de packstones-grainstones o oepelbiointraclásticos con estratificación entrecruzada de tipo hummocky (HCS) correspondiendo a un ambiente de shoreface inferior ubicado en el sector de rampa media (véase Facies B en Palma *et al.*, 2007). Los períodos de baja energía entre la depositación de las capas de tormenta permitió la explotación del sustrato por organismos depositívoros del tipo oportunista como *Dactyloidites*. Una situación similar fue registrada por Aguirrezabala y Gibert (2004), pero en un con-

texto sedimentario diferente: delta de tipo Gilbert. La presencia de capas con HCS refleja la frecuente acción de tormentas evidenciadas a su vez por una alta desarticulación y fragmentación de bioclastos y abundancia de intraclastos que sugieren un intenso retrabajo y una depositación por encima del tren de base de olas de tormentas (Aigner, 1982; Brenchley, 1985). La presencia de HCS isótropas y anisótropas indica la acción de flujos combinados y profundidades someras (Myrow y Southard, 1991). La frecuente amalgamación de capas con HCS se genera como consecuencia de repetidos eventos de tormentas y es una característica propia de áreas someras (Kreisa, 1981).

Incocenos. *D. ottoi* aparece asociada a otras trazas fósiles, entre las que se reconocen *Gyrochorte* isp., *Thalassinoides* isp. y estructuras similares a *Jamesonichnites heinbergi* Dam, 1990 (figura 4). *Gyrochorte* isp. se preserva sobre el plano de estratificación como un traza horizontal bilobada elongada y de curso sinuoso. Dentro del sedimento esta traza se presenta como un arco doble convexo que se repite verticalmente formando un spreite protrusivo (Heinberg, 1973). En la Formación La Manga se han observado especímenes de hasta 15 cm de largo. *Gyrochorte* es generalmente interpretada como una estructura de alimentación de organismos depositívoros producida por especies oportunistas que colonizan el sustrato luego de un evento de depositación

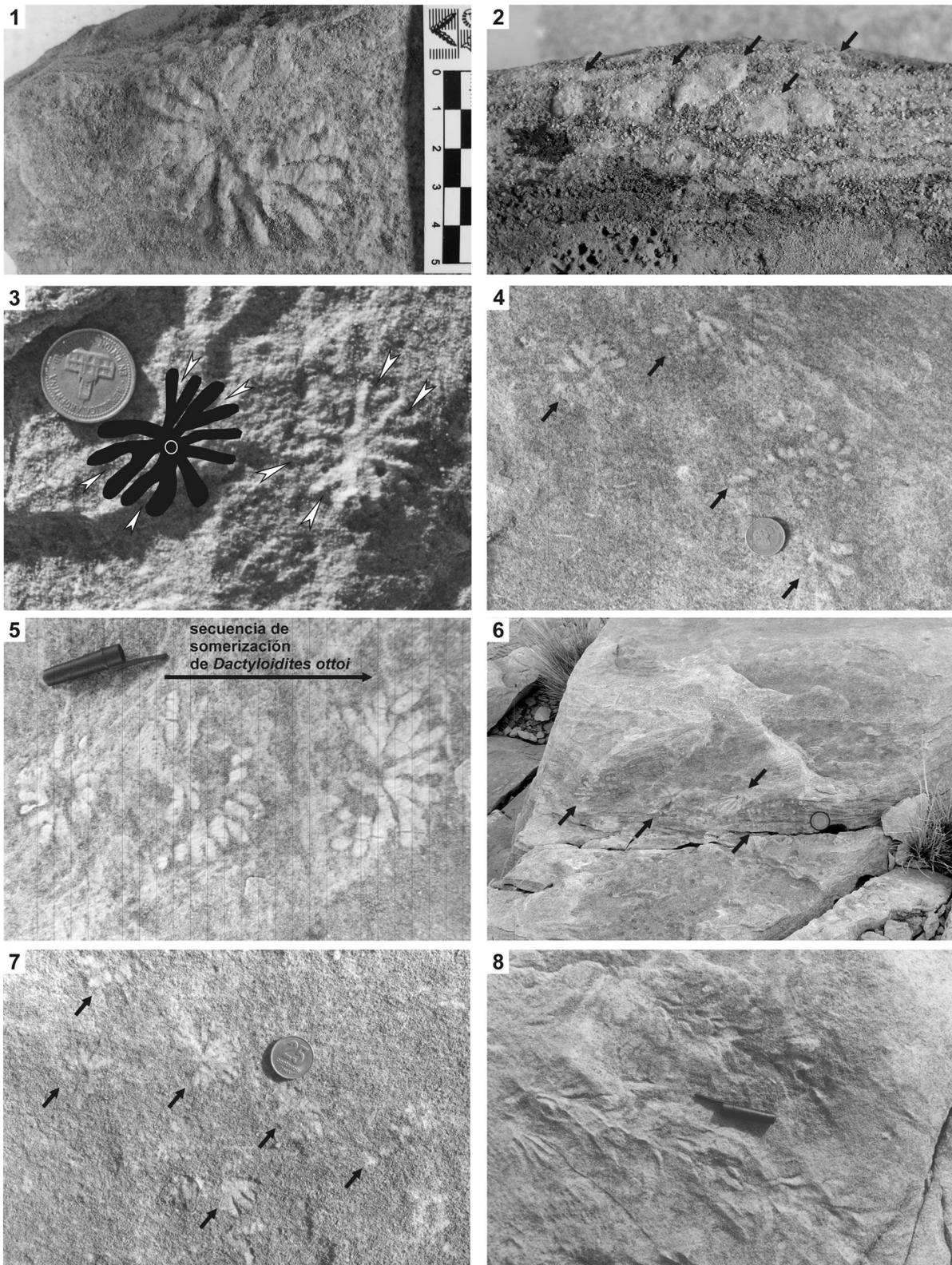


Figura 2. *Dactyloidites ottoii* y otras trazas fósiles registradas en el tope de *packstones-grainstones* con HCS, Formación La Manga, Oxfordiano de Mendoza / *Dactyloidites ottoii* and associated trace fossils on top of *packstones-grainstones* with HCS, La Manga Formation, Oxfordian, Mendoza. **1-2,** *D. ottoii* en vistas superior y lateral mostrando el *spreite* protrusivo (flechas), CPBA 20123.1, x 0,75 / **1-2,** *D. ottoii* in upper and lateral views showing protrusive *spreite* (arrows), x 0,75; **3,** Bifurcaciones primarias isótomas (flechas) de *D. ottoii*, x 0,7; **3,** Primary isotomous branching (arrows) in *D. ottoii*, x 0,7; **4, 7,** *D. ottoii* en forma de roseta y de abanico indicados por flechas, x 0,3 / **4, 7,** Rosette and fan-shaped *D. ottoii* (arrows), x 0,3; **5,** secuencia de somerización de *D. ottoii*, x 0,5 / **5,** Shallowing trend in traces of *D. ottoii*, x 0,5; **6,** *D. ottoii* en vista superior y lateral indicados por flechas, x 0,1; **6,** *D. ottoii* in upper and lateral views (arrows), x 0,1; **8,** estructura comparable con *Jamesonichnites heinbergi*, x 0,4 / **8,** upper view of trace fossils comparable to *Jamesonichnites heinbergi*, x 0,4.

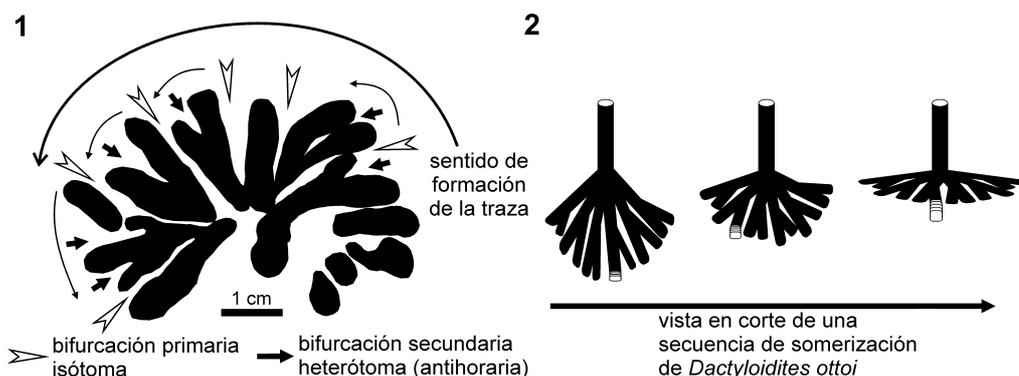


Figura 3. 1, Esquema en planta de *Dactyloidites ottoi* (Geinitz) mostrando el patrón de ramificación asimétrico hacia la izquierda. Tomado de la Figura 2.5 / 1, *Plane view of D. ottoi* (Geinitz) showing its asymmetric branching pattern to the left side. Redrawn from Figure 2.5; 2, Esquema en corte de una secuencia de somerización de *D. ottoi*, fuera de escala / 2, *Sketch of a shallowing trend in traces of D. ottoi*, not in scale.

de alta energía (Gibert y Benner, 2002). *Thalassinoides* isp. corresponde a sistemas de galerías tridimensionales excavadas dentro del sedimento. Los tubos son esencialmente cilíndricos, poseen paredes lisas y bifurcaciones en forma de T o Y (Howard y Frey, 1984). Estas galerías son interpretadas como trazas de habitación y alimentación de crustáceos decápodos. *Jamesonichnites heinbergi* es una traza fósil descrita para el Jurásico Temprano de Groenlandia cuyo material tipo fue refigurado y discutido por Bromley *et al.* (2003, p. 181, fig. 17). Esta traza se caracteriza por un tubo axial horizontal y tubos secundarios que divergen desde el axial en forma alternada hacia la derecha e izquierda. La traza comparable con *J. heinbergi* registrada en la Formación La Manga es similar en cuanto al patrón general de ramificación, sin embargo los tubos no presentan paredes (figura 2.8). El tubo axial y los extremos proximales de las ramificaciones se encuentran sobre el plano de estratificación, mientras que los extremos distales son verticales. Esta traza fue originalmente identificada como *Macaronichnus* isp. (véase Palma *et al.*, 2007). Según Bromley *et al.* (2003) este tipo de estructuras resultan de las actividades de locomoción y alimentación de bivalvos depositívoros tellinoideos.

La icnogenosis de *D. ottoi* está indicando una consistencia blanda del sustrato carbonático, oxigenación normal, períodos de estabilidad energética y una amplia disponibilidad de materia orgánica. Sin embargo, no hay evidencias claras de escalonamiento dado que no se han encontrado entrecruzamientos. Esto probablemente indica que el tiempo disponible para la colonización del fondo fue breve.

Discusión. Fürsich y Bromley (1985) han planteado un modelo de construcción endogénico para *D. ottoi* que aún sigue vigente. Este modelo plantea que los elementos radiales surgen a partir del tubo vertical, y presentan *spreite* protrusivo generado por el movi-

miento hacia abajo del tubo causativo. Cuando el elemento radial es abandonado, el organismo productor retrorellena el tubo causativo, generando una estructura meniscada. Este modelo se basa en que algunos poliquetos actuales, como *Arenicola*, podrían cambiar de posición la porción cefálica del tubo manteniendo constante la porción caudal del mismo (Bromley, 1990, p. 44). De esta manera, la rotación alrededor de la porción vertical del tubo produciría un patrón radial o en roseta semejante al de *D. ottoi*. Sin embargo, el desplazamiento horizontal del organismo constructor que genera rosetas contiguas no solapadas no ha sido explicado satisfactoriamente (véase fig. 3, Fürsich y Bromley, 1985).

Teniendo en cuenta los ejemplares analizados en este trabajo, el modelo de construcción parece ser algo más complejo que lo planteado por Fürsich y Bromley (1985). Es claro que *D. ottoi* presenta una amplia variedad en cuanto al número de sus elementos radiales y, por lo tanto, no necesariamente presenta forma de roseta dado que la inclinación de los elementos radiales es variable y no siempre es horizontal. En muchos casos éstos son construidos oblicuamente y al ser cortados a diferentes alturas generan distintas figuras sobre el plano de estratificación (figuras 2.4, 2.7). Además, el patrón de ramificación parece ser variable. En el caso de los ejemplares de la Formación La Manga, las ramificaciones aparecen sólo en un sentido, por ejemplo de derecha a izquierda en sentido antihorario (figura 3). En cambio, según lo muestran Fürsich y Bromley (1985, fig. 3), el patrón de ramificación puede tener simetría bilateral. Esta diferencia en la simetría podría reflejar un patrón corporal diferente o simplemente una diferente estrategia de incursión dentro del sustrato. Por otro lado, el material estudiado presenta similitudes morfológicas con los ejemplares descritos por Aguirrezabala y Gibert (2004) del Aptiano-Albiano de España.

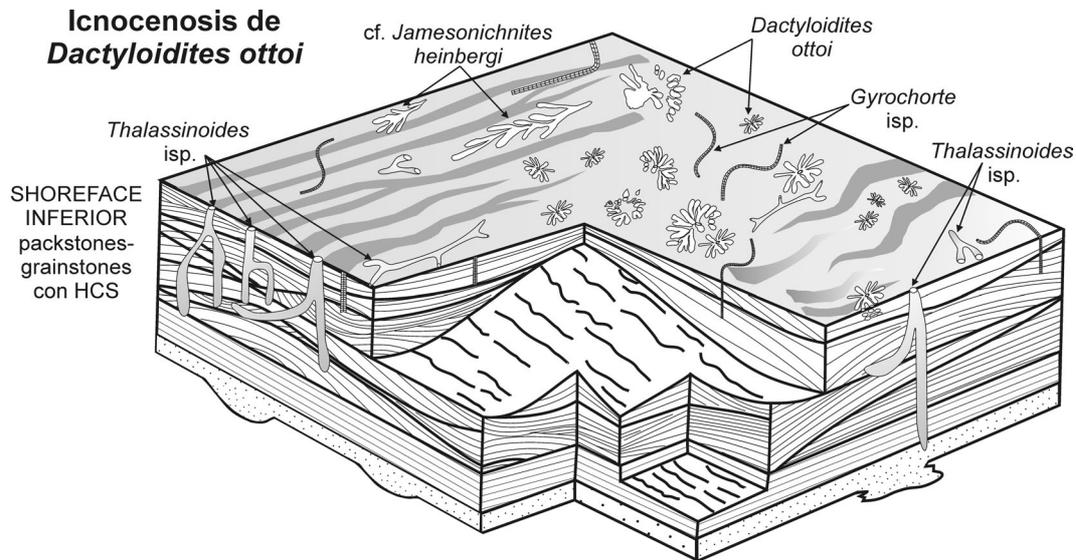


Figura 4. Icnocenosis de *Dactyloidites ottoi* en el top de packstones-grainstones con HCS interpretados como depósitos de shoreface inferior / *Dactyloidites ottoi* ichnocoenosis occurring on top of packstones-grainstones with HCS deposited in a lower shoreface.

Ambos materiales presentan radios de menos de 40 mm de longitud y menos de 20 ramas terminales. Además, los ejemplares de La Manga poseen un menor número de ramas terminales y una menor longitud que los ejemplares descritos por López-Martínez y Ardévol (1999) del Cretácico Superior de España, Gibert *et al.* (1995) del Mioceno de España y Pickerill *et al.* (1993) del Neógeno de Jamaica. Es interesante destacar que, desde el Cretácico Tardío hasta el Neógeno, *D. ottoi* presenta hasta tres dicotomizaciones heterótomas y por lo tanto los especímenes poseen un mayor número de ramas terminales hasta un máximo de 32 (ver Pickerril *et al.*, 1993, López-Martínez y Ardévol, 1999). Asimismo, cada elemento radial puede tener hasta 70 mm de longitud y por lo tanto la roseta puede alcanzar 14 cm de diámetro, lo cual es considerablemente mayor que las registradas en la Formación La Manga. Sin bien la relación entre el tamaño/número de ramas terminales y la escala temporal es interesante, es importante también considerar los parámetros paleoambientales ya que los especímenes desarrollados en ambientes con restricción en la salinidad presentan en general tamaños menores (véase discusión en Aguirrezabala y Gibert, 2004).

Finalmente, es destacable que los especímenes comparables con *J. heinbergi* y *D. ottoi* se registran en los mismos planos de estratificación. Esto, sumado a que ambas trazas poseen dimensiones y rellenos similares, sugiere que ambos tipos de trazas estarían hechas por los mismos organismos reflejando comportamientos diferentes. En el primer caso se refleja un desplazamiento lateral más pronunciado formando una traza espigada, mientras que en el segundo se

refleja una búsqueda de alimento más estacionaria tendiendo a una forma en roseta o abanico. Siguiendo este razonamiento se podría pensar que ambas estructuras, tanto *D. ottoi* como *J. heinbergi*, fueron realizadas por poliquetos o bivalvos depositívoros sifonados como ya fuera propuesto por Bromley *et al.* (2003).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a L.A. Buatois, M.G. Mángano, P.J. Pazos, y N. Carmona por su colaboración en la identificación e interpretación de las trazas y por la bibliografía sugerida. N. Carmona y J. de Gibert revisaron y mejoraron sustancialmente el manuscrito. En los trabajos de campo se contó con la invaluable ayuda de D. Kietzmann. La financiación provino de los subsidios UBACyT X-133 y CONICET PIP 5152 otorgados a RMP.

Bibliografía

- Aigner, T. 1982. Calcareous tempestites: Storm-dominated stratification in Upper Muschelkalk limestones (Middle Trias, SW Germany). En: G. Einsele y A. Seilacher (eds.), *Cyclic and Event Stratification*, Springer Verlag, Berlin, pp. 180-198.
- Aguirrezabala, L.M. y Gibert, J.M. de. 2004. Paleodepth and paleoenvironment of *Dactyloidites ottoi* (Geinitz, 1849) from Lower Cretaceous deltaic deposits (Basque-Cantabrian Basin, west Pyrenees). *Palaios* 19: 276-291.
- Brenchley, P.J. 1985. Storm influenced sandstone beds. *Modern Geology* 9: 369-396.
- Bromley, R.G. 1990. *Trace fossils. Biology and taphnomy*. Special Topics in Palaeontology. Unwin Hyman. Londres, 280 pp.
- Bromley, R.G., Uchman, A., Gregory, M.R. y Martin, A.J. 2003. *Hillichnus lobosensis* igen. et isp. nov., a complex trace fossil produced by tellinacean bivalves, Paleocene, Monterey, California, USA. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 192: 157-186.

- Dam, G. 1990. Systematics of trace fossils from the marine Lower Jurassic Neill Klintor Formation, central East Greenland. *Bulletin Geological Society Denmark* 38: 119-144.
- Fürsich, F.T. y Bromley R.G. 1985. Behavioural interpretation of a rosetted spreite trace fossil: *Dactyloidites otto* (Geinitz). *Lethaia* 18: 199-207.
- Geinitz, H.B. 1849-1850. *Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland*. Craz und Gerlach. Freiberg, 292 pp.
- Gibert, J.M. de y Benner, J.S. 2002. The trace fossil *Gyrochorte*: etymology and paleoecology. *Revista Española de Paleontología* 17: 1-12.
- Gibert, J.M. de, Martinell, J. y Doménech, R. 1995. The rosetted feeding trace fossil *Dactyloidites otto* (Geinitz) from the Miocene of Catalonia. *Geobios* 28: 769-776.
- Heinberg, C. 1973. The internal structure of the trace fossils *Gyrochorte* and *Curvolithus*. *Lethaia* 6: 227-238.
- Howard, J.D. y Frey, R.W. 1984. Characteristic trace fossils in nearshore to offshore sequences, Upper Cretaceous of east-central Utah. *Canadian Journal of Earth Sciences* 21: 200-219.
- Kreisa, R.R. 1981. Storm-generated sedimentary structures in subtidal marine facies with examples from the middle and upper Ordovician of southwestern Virginia. *Journal of Sedimentary Petrology* 51: 832-848
- López-Martínez, N. y Ardévol L. 1999. Hallazgo de *Dactyloidites otto* (Geinitz, 1849) en la arenisca de Arén (Cretácico Superior Surpirenaico). *Revista Española de Paleontología*, Número Extraordinario Homenaje al Profesor J. Truyols, pp. 129-133.
- Myrow, P.M. y Southard, J.B. 1991. Combined-flow model for vertical stratification sequences in shallow marine storm-dominated beds. *Journal of Sedimentary Research* 61: 202-210.
- Palma, R.M., López Gómez, J. y Piethé, R.D. 2007. Oxfordian ramp system (La Manga Formation) in the Bardas Blancas area (Mendoza Province) Neuquén Basin, Argentina: Facies and depositional sequences. *Sedimentary Geology* 195: 113-134.
- Pickerril, R.K., Donovan S.K. y Dixon, H.L. 1993. The trace fossil *Dactyloidites otto* (Geinitz, 1849) from the Neogene August Town Formation of south-central Jamaica. *Journal of Paleontology* 67: 1070-1074.
- Riccardi, A.C. 1984. Asociación de amonites del Jurásico y Cretácico de la Argentina. 9° Congreso Geológico Argentino (Bariloche), *Actas* 4: 559-595.

Recibido:

Aceptado: