

Los rasgos sedimentológicos que las suelen caracterizar (gradaciones, deformaciones de carga, *slumps*, pequeñas fracturas sinsedimentarias, volcanes de arena, límites inferiores de capas bruscos, laminación paralela, etc.), junto con la presencia esporádica de algún que otro icnofósil típico de sustratos firmes, confirman su relación con estos episodios excepcionales de alta energía, independientemente del contenido en oxígeno de las aguas del fondo (García-Ramos *et al.*, 1989).

Las tonalidades oscuras de estas *black shales* se deben al contenido en materia orgánica, a la presencia de sulfuros de hierro muy diseminados, o a una combinación de ambos. Su aparición en el registro sedimentario viene favorecida por la alta velocidad de sedimentación de cada uno de estos episodios, por su capacidad erosiva, su elevado potencial de conservación frente a las acumulaciones de aguas tranquilas, y por la ausencia de actividad orgánica (infauna). La combinación de todos estos factores dificulta, además, la influencia de procesos de oxidación, por lo que la materia orgánica es poco afectada por degradación.

Las frecuentes superficies de erosión, la aparición esporádica de algunos icnofósiles típicos de sustratos firmes y su escasa diversidad genérica, junto con

la ausencia de aquéllos característicos de sustratos blandos, sugieren una inestabilidad permanente del fondo que impide una colonización del mismo por infauna, o bien la eliminación de esta última por procesos erosivos. El sustrato es en unos casos excesivamente acuoso (tixotrópico), mientras que en otros es firme por suspensión de esta cubierta fangosa superior.

Estos niveles producidos por eventos ricos en fango tienen un gran interés paleontológico, ya que permiten a menudo una perfecta conservación de cuerpos fósiles en su interior, que quedan enterrados bajo una cubierta protectora de sedimentos finos; ello favorece la aparición de ejemplares enteros o con un bajo grado de desarticulación, o incluso la preservación de partes blandas (Brett *et al.*, 1986; Baird *et al.*, 1988; Kidwell, 1991; Brett y Seilacher, 1991). En los afloramientos del Devónico y Jurásico de la Zona Cantábrica existen excelentes ejemplos de este tipo particular de concentraciones de fauna.

Para llegar a las conclusiones que se exponen en este trabajo, se ha partido inicialmente del estudio de aquellos depósitos más someros de carácter heterolítico (arena-fango), en sucesiones siliciclásticas en donde no existen interferencias importantes de fenómenos diagenéticos, y se pueden separar con rela-

tiva facilidad los términos correspondientes a eventos, de aquéllos debidos a sedimentación de aguas tranquilas. En una segunda fase, se han comparado estos depósitos con sus equivalentes predominantemente fangosos en sucesiones de carácter más distal. Finalmente, se han aplicado los conocimientos obtenidos en el estudio de términos siliciclásticos, a la investigación de series enteramente calcáreas o margo-calcáreas rítmicas. A nuestro juicio, este es el procedimiento más recomendable para aproximarse a la problemática de la interpretación de este tipo de eventos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación TA90/1502 de la Universidad de Oviedo.

Referencias

Baird, G. C.; Brett, C. E. y Kirchgasser, W. T. (1988): En: Mc Millan, N. J. *et al.* (Eds.); *Devonian of the World, Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 14 (2), 357-375.
 Barron, E. J.; Arthur, M. A. y Kauffman, E. G. (1985): *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 72, 327-340.
 Brett, C. E. y Seilacher, A. (1991): En: Einsele *et al.* (Eds.); *Cycles and Events in Stratigraphy*. Springer-Verlag, Berlín, 283-297.

Brett, C. E.; Speyer, S. E. y Baird, G. C. (1986): En: Brett, C. E. (Ed.); *Dynamic Stratigraphy and Depositional Environment of the Hamilton Group (Middle Devonian) in New York State, N.Y. State Mus. Bull.*, 457, 129-156.
 Calvert, S. E.; Karlin, R. E.; Toolin, L. J.; Donahue, D. J.; Southon, J. R. y Vogel, J. S. (1991): *Nature*, 350, 692-695.
 García-Ramos, J. C.; Valenzuela, M. y Suárez de Centi, C. (1989): *Trabajos de Geología*, 18, 65-75.
 García-Ramos, J. C.; Valenzuela, M. y Suárez de Centi, C. (1992): En: García-Ramos *et al.* (Eds.); *Rampa Carbonatada del Jurásico de Asturias*, Servicio Publicaciones Univ. de Oviedo, 5-89.
 Kidwell, S. M. (1991): En: Einsele *et al.* (Eds.); *Cycles and Events in Stratigraphy*, Springer-Verlag, Berlín, 268-282.
 Mc Collum, L. B. (1988): En: Mc Millan, N. J. *et al.* (Eds.); *Devonian of the World, Can. Soc. Petrol. Geol. Mem.*, 14(2), 347-355.
 Pedersen, T. F. y Calvert, S. E. (1991): *AAPG Bull.*, 75(3), 500-501.
 Savrda, C. E. Botjter, D. J. (1989): *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 74, 49-74.
 Savrda, C. E.; Botjter, D. J., y Seilacher, A. (1991): En: Einsele *et al.* (Eds.); *Cycles and Events in Stratigraphy*, Springer-Verlag, Berlín, 524-541.
 Wetzel, A. (1991): En: Einsele *et al.* (Eds.); *Cycles and Events in Stratigraphy*, Springer-Verlag, Berlín, 508-523.
 Wignall, P. B. (1991): *Geology*, 19, 167-170.

Primeras aportaciones a la Paleoicnología del grupo Murero (Cámbrico inferior-medio) en Murero. (Provincia de Zaragoza. Cadena Ibérica Occidental)

J. A. Gámez Vintaned* y E. Mayoral Alfaro**

* Area de Paleontología. Depto. de Geología. Universidad de Zaragoza. 50009-Zaragoza.

** Depto. de Geología y Minería. Universidad de Sevilla. 41071-Sevilla.

ABSTRACT

The distribution of occurring ichnotaxa along the «rambla de Valdemedes-1» section (RV₁), Murero Group, locality of Murero (Occidental Iberian Chain; province of Zaragoza, Spain) and its relations with the biofacies are analyzed. The term **ichnoassociation** is defined, and four palichnological units are established; they are represented by a total of three **ichnoassociations**, each contents of wich is described. These are the **aff. Planolites** (in Valdemedes and Mansilla formations), **Planolites montanus** (in part of the Valdemedes formation) and **aff. Planolites and Diplichnites** ichnoassociations (in Murero formation).

The **aff. Planolites** and **Diplichnites** ichnoassociation developes in more diversified ecosystems than the **aff. Planolites** ichnoassociation do, of wich the former is derived. This evolution, binded to a generalized transgressive trend, is interrupted by the establishment in the uppermost Lower Cambrian of the **Planolites montanus** ichnoassociation. This one is interpreted as a product of the environmental and ecological crisis caused by the **Valdemedes geoevent**.

Key words: Palichnology, ichnoassociations, Lower-Middle Cambrian, Iberian Chains.

Geogaceta, 12 (1992), 100-102.

ISSN: 0213683X

Introducción

La rambla de Valdemedes, situada en los alrededores de Murero (provincia de Zaragoza; Cadena Ibérica Occidental), es una localidad clásica en el

estudio del Cámbrico europeo (fig. 1). Verneuil (1862) citó en ella por primera vez la presencia de la fauna primordial, siendo Dereims (1898) quien primero abordó su estratigrafía. Desde entonces ha sido motivo de numerosos

estudios, especialmente en lo que concierne a su contenido fósil de trilobites. Los últimos trabajos de que ha sido objeto han puesto de mayor relieve su gran importancia para el análisis del límite Cámbrico Inferior-Medio (Liñán

y Gozalo, 1986; Liñán *et al.*, en prensa). Estos recogen, a su vez, las únicas referencias al contenido paleoicnológico del Cámbrico de esta localidad. Así, Liñán y Gozalo (1986) citan la presencia de icnofósiles a lo largo de

el límite Cámbrico Inferior-Medio (Liñán *et al.*, en prensa). Se ha observado la presencia de los siguientes icnotaxones: *Helminthopsis hieroglyphica* Heer in Maillard, 1887, *Monomorphichnus lineatus* Crimes, Legg, Marcos & Arbolea, 1977, *Planolites montanus* Richter, 1937, *Planolites terraenovae* Fillion & Pickerill, 1990, aff. *Planolites* y *Taenidium?* ichnosp. indet., así como huellas de escape.

La formación Mansilla presenta 18,5 m de términos litológicos híbridos que varían entre las lutitas y las dolomías, con colores violáceos y rojizos, y muy abundantes nódulos carbonatados. Están presentes *Helminthopsis hieroglyphica*, *Planolites terraenovae* y aff. *Planolites*.

La formación Murero consiste en 127 m de lutitas gris-verdosas con escasos nódulos carbonatados, intercalaciones de areniscas muy finas gris-verdosas y niveles dolomíticos lenticulares de poca importancia en la base. Se han hallado: *Diplichnites* ichnosp. A, *Helminthopsis hieroglyphica*, *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847, *Phycodes* ichnosp. A, *Planolites montanus* Richter, 1937, *Planolites terraenovae* y aff. *Planolites*.

Icnoasociaciones y evolución ambiental

Mediante el estudio de la distribución de icnofósiles a lo largo del Grupo Murero se han diferenciado cuatro unidades paleoicnológicas que se suceden en el tiempo geológico. Cada unidad está representada por una icnoasociación que se considera característica de ella (dos de las unidades presentan la misma icnoasociación). Se emplea el término icnoasociación como el icnotaxón o la agrupación de icnotaxones que está presente de manera recurrente a lo largo de una serie de icnocenosis (conjunto de icnofósiles que representan la actividad de una comunidad bentónica concreta; Ekdale *et al.*, 1984). Las tres icnoasociaciones resultantes (fig. 2) son:

- 1) **Icnoasociación de aff. Planolites** (característica de la parte inferior y el techo de la formación Valdemiedes, y de la formación Mansilla).
- 2) **Icnoasociación de Planolites montanus** (característica de la parte superior de la formación Valdemiedes, excepto su techo).
- 3) **Icnoasociación de aff. Planolites y Diplichnites** (característica de la formación Murero).

Dentro de la icnoasociación de aff. *Planolites* se engloban icnocenosis con abundantes ejemplares de aff. *Planolites* y *Planolites terraenovae*. Aquellas de niveles lutíticos pueden

contener además *Helminthopsis hieroglyphica*, mientras que las icnocenosis de niveles texturalmente más groseros presentan, en ocasiones, *Monomorphichnus lineatus*, *Taenidium?* ichnosp. indet. y pequeñas huellas de escape. La primera aparición de esta icnoasociación (parte inferior de la formación Valdemiedes) coexiste con las biofacies de filamentos, de braquiópodos fosfáticos, de braquiópodos calcíticos y de trilobites polímeros (sensu Liñán *et al.*, en prensa). En su siguiente aparición (formación Mansilla) se presenta junto a las de braquiópodos fosfáticos y de equinodermos. Su distribución estratigráfica va desde el muro hasta 20 m sobre la base de la sección, y continúa desde 51,5 m hasta 72 m.

La icnoasociación de *Planolites montanus* representa una unidad de carácter monoicnoespecífico que se desarrolla sobre sustratos de arena muy fina o limo. Se asocia primero a la biofacies de braquiópodos calcíticos y a la de trilobites polímeros después. Su entrada coincide con la desaparición en el registro fósil de los trilobites y con un fenómeno de miniaturización de los braquiópodos calcíticos. Se extiende desde 29 m hasta 36 m sobre el muro de la sección.

La icnoasociación de aff. *Planolites* y *Diplichnites* incluye icnocenosis con muy abundantes ejemplares de aff. *Planolites* y *Planolites terraenovae*, y más escasos de *Diplichnites* ichnosp. A. Pueden contener además *Helminthopsis hieroglyphica* (en ocasiones abundante), *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847, *Phycodes* ichnosp. A y *Planolites montanus*. Las biofacies que aparecen junto a ellas son las de filamentos, braquiópodos fosfáticos, braquiópodos calcíticos, trilobites polímeros, trilobites miómeros (sensu Liñán *et al.*, en prensa) y equinodermos. Su distribución va desde 72 m sobre la base de la sección hasta el final de la misma.

Si bien la icnoasociación de aff. *Planolites* y la de aff. *Planolites* y *Diplichnites* contienen elementos comunes, la segunda presenta una mayor variedad de icnotaxones, evidenciando ecosistemas más diversificados. Ello es congruente con el hecho de que el número de biofacies y el desarrollo de los cuerpos fósiles sea mayor, tanto cualitativa como cuantitativamente, en la formación Murero que en las formaciones Valdemiedes y Mansilla. No obstante, la mayor parte de las pistas fósiles existentes debieron de ser producidas por organismos de cuerpo blando, de cuya existencia, salvo casos excepcionales (Conway Morris y Robison, 1986), no queda

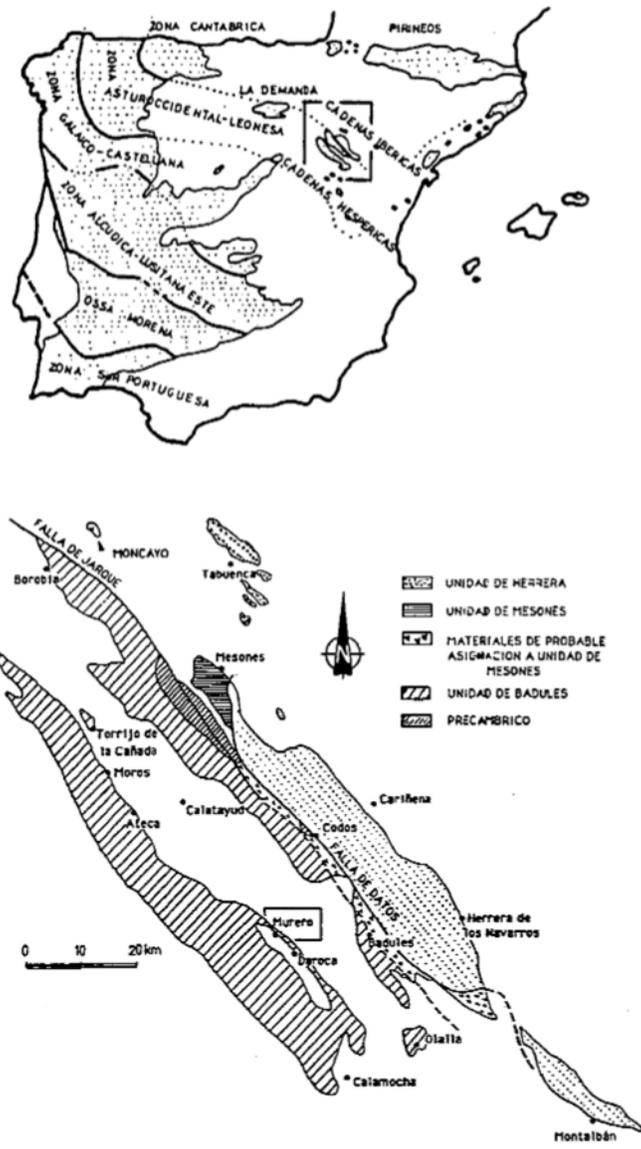


Fig. 1.—Situación de Murero en el contexto del Macizo Ibérico (arriba) y de las Cadenas Ibéricas (debajo).
 Fig. 1.—Location of Murero in the context of the Iberian Massif (above) and the Iberian Chains (below).

todo el Grupo Murero, con desarrollo de pistas planares horizontales unilobuladas de gran tamaño en la facies rizada y en la facies de pizarras con trilobites. Liñán *et al.* (en prensa) exponen sucintamente la icnofauna de la formación Valdemiedes en la localidad que nos ocupa, poniendo en evidencia que existen trazas de la actividad de una variada fauna endo y epibentónica; así como una notable caída en la diversidad de las icnocenosis hacia el techo del Cámbrico Inferior, como producto del geoviento Valdemiedes. En el presente trabajo se analiza la distribución de los icnofósiles con las diferentes facies, con objeto de discriminar unidades de tipo paleoicnológico.

Estratigrafía y contenido paleoicnológico

El Grupo Murero está compuesto, desde el muro hacia el techo, por las formaciones Valdemiedes, Mansilla y Murero (fig. 2).

La formación Valdemiedes aparece en la sección «rambla de Valdemiedes-1» (RV₁) con 53 m visibles. Litológicamente se caracteriza por un nivel calizo margoso basal al que le siguen lutitas gris-verdosas y lutitas margosas gris-rosadas con esporádicos nódulos limonitizados, y un tramo arenoso de grano muy fino y colores amarillentos en la parte superior de la unidad. Encima de este tramo se sitúa

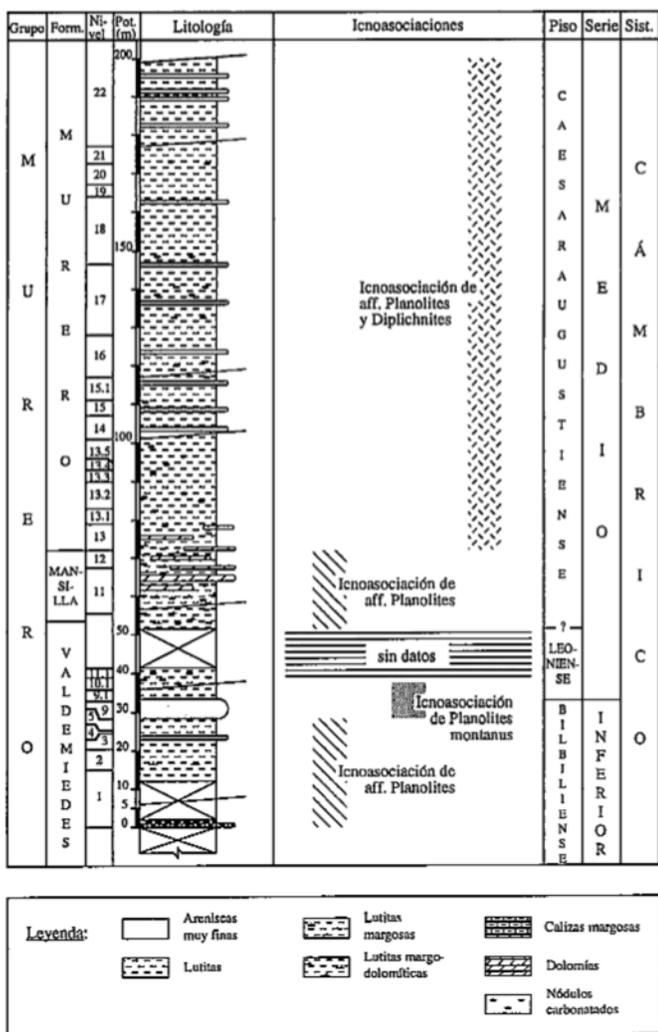


Fig. 2.—Distribución de ichnoasociaciones a lo largo del Grupo Murero en la sección «rambla de Valdemedies-1» (RV₁) de la localidad de Murero.

Fig. 2.—Distribution of ichnoassociations along the Murero Group in the «rambla de Valdemedies-1» (RV₁) section, Murero locality.

otra evidencia. Debido a esto, las formas icnológicamente más características del Grupo Murero (aff. *Planolites* y *Planolites terraenovae*) no se ven alteradas a lo largo de la sucesión de trilobites.

El esquema evolutivo descrito es compatible con el paso progresivo de un medio marino sublitoral más o menos restringido (formación Valdemedies) a otro sublitoral arrecifal y periarrecifal (formación Mansilla) y finalmente a sublitoral de plataforma abierta (formación Murero), de acuerdo con Liñán *et al.* (en preparación), y en un marco transgresivo.

Es importante observar que la implantación de la ichnoasociación de *Planolites montanus* supone un marcado descenso en la diversidad de las icnocenosis, a la vez que se producen diversas alteraciones en los cuerpos fósiles. Ello no puede explicarse solamente en términos de cambio de sustrato. Consideramos que esta ichnoasociación es consecuencia directa de la crisis ambiental y ecológica producida por el geovento Valdemedies al final del Cámbrico Inferior, que supone un pulso regresivo dentro de la transgresión. El hecho de que los cambios en las pistas sean detectados más bruscamente que en los cuerpos fósiles (op. cit.) sí que puede obedecer a factores preservacionales de las trazas y de tipo de sustrato.

El conjunto de icnocenosis observadas en la sección RV₁ pueden enmarcarse dentro de la facies de Cruziana (Seilacher, 1964), pues reúnen las características clásicas de tipo ambiental de ésta: medios marinos sublitorales de plataforma no muy profunda, de energía moderada, con fondos detríticos y presencia de abundante fauna vágil, tanto epibentónica como endobentónica, con predominio

de las pistas de sedimentívoros sobre las de suspensívoros.

Agradecimientos

Los autores agradecen a D. Eladio Liñán la revisión crítica del manuscrito. J. A. Gámez, becado por el Ministerio de Educación y Ciencia (Subprograma de Formación del Personal Universitario). Este trabajo es una contribución al proyecto PS89-0094 de la DGICYT y al P.I.C.G. 303 «Late Precambrian and Cambrian event stratigraphy».

Referencias

Conway Morris, S. y Robison, R. A. (1986): *The University of Kansas Paleontological Contributions, Paper 117*, 1-22.
 Dercims, A. (1898): *Ann. Hébert*, 2, 1-199.
 Ekdale, A. A.; Bromley, R. G. y Pemberton, S. G. (1984): *SEPM Short Course*, 15, 1-317.
 Liñán, E.; Fernández-Nieto, C.; Gámez, J. A.; Gozalo, R.; Mayoral, E.; Moreno-Eiris, E.; Palacios, T. y Perejón, A. (en prensa): Problemática del límite Cámbrico Inferior-Medio en Murero (Cadenas Ibéricas). *Revista Española de Paleontología*.
 Liñán, E. y Gozalo, R. (1986): *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 2, 1-104.
 Liñán, R.; Gozalo, R.; Gámez, J. A. y Alvaro, J. J. (en preparación): Las formaciones del Grupo Murero (Cámbrico Inferior-Medio) en las Cadenas Ibéricas. *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*, Salamanca.
 Seilacher, A. (1964): In Imbrie, J. & Newell, N. D. (eds.). *Approaches to paleoecology*, 296-316.
 Verneuil, E. de (1862): *Revista Minera*, 13, 479.

Ichnofacies de *Skolitos* en el Mioceno Superior del borde meridional de la Cuenca del Guadalquivir (Arcos de la Frontera, Cádiz)

Upper miocene *Skolitos* ichnofacies in the southern edge of the Guadalquivir Basin (Arcos de la Frontera, Cadix)

F. L. Clauss Klamp y E. Mayoral*

* Dpto. de Geología y Minería. Universidad de Sevilla.

ABSTRACT

An ichnological assemblage from the Upper Miocene bioclastic calcarenites in the Southern edge of the Guadalquivir Basin is studied. The *Skolitos* ichnofacies is recognized from two basic ichnocenoses. The first one is composed by *Bichordites cf. monasteriensis*, *Laminites?*, *Palaeophycus tubularis* and *Rosselia socialis*, which characterized an opportunistic colonization on a moderate-high energy conditions and a relatively low sedimentation rate. When the sedimentation increases, a *Skolitos* (*Monocraterion*) *cf. tentaculatum*, *Rosselia* in cone-in-cone and *equilibrichnia-fugichnia* structures appear.

At last, the most remarkable biological record is represented by the spatangoid echinoids activity.

Key words: Upper Miocene, Guadalquivir Basin, *Skolitos* ichnofacies, *Spatangoid* echinoids.