

el hallazgo de huellas de dinosaurios, aunque la densidad de las mismas aquí es ya menor.

3) Las sucesiones fluviales de la Fm. Vega (Valenzuela *et al.*, 1986) y los términos del mismo carácter de las partes más proximales de la Fm. Lastres, presentan un número de huellas muy inferior. La proporción relativa de estas últimas es mayor en torno a los canales que en las áreas de llanura de inundación. Además, las huellas de Saurópodos son aquí proporcionalmente mucho más escasas.

4) Otra sucesión rica en icnitas es la correspondiente al Miembro inferior de la Fm. Tereñes, que representa un ambiente costero, restringido y muy rico en fango. Constituye el margen interno de un gran *lagoon* o subcuena

marginal, protegida externamente por un umbral tectónico que impide la entrada de fauna pelágica.

5) El estudio sedimentológico de las facies de la Fm. Vega refleja condiciones climáticas de acusada aridez (abundancia de caliches, escasez de vegetación, ausencia de términos lacustres extensos, huellas de raíces con disposición vertical, etc.), lo que sugiere situaciones poco favorables para la vida de los dinosaurios. Por el contrario, las áreas litorales de la Fm. Lastres y Miembro inferior de la Fm. Tereñes, muestran evidencias de clima húmedo y cálido con abundantes zonas pantanosas y de marismas costeras ricas en vegetación.

6) El tipo y grado de compactación del sustrato sobre el que se realizan las

pisadas, son decisivos para clasificar las icnitas o atribuirles a un determinado orden de dinosaurios. Así, se han reconocido huellas completas de bípedos terópodos que en su misma base muestran un perfil que recuerda a las de ornitópodos.

7) La elevada proporción y variedad de icnitas conservadas en esta región es característica de zonas intertropicales, especialmente si están sometidas a un clima cálido y húmedo, como supone Leonardi (1989).

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por los Proyectos de Investigación TA90/1502 y TA91/21524 de la Universidad de Oviedo.

#### Referencias

- García-Ramos, J. C. y Valenzuela, M. (1977): *Estudios Geol.*, 33 (3), 207-214.
- García-Ramos, J. C. y Valenzuela, M. (1981): *Cuad. Geol., Univ. Granada*, 10, 13-22.
- Leonardi, G. (1989): En: Gillette, D. D. and Lockley, M. G. (eds.); *Dinosaur Tracks and Traces*. Cambridge University Press, 165-178.
- Valenzuela, M. (1988): Tesis Doctoral, *Universidad de Oviedo*, 1433 p.
- Valenzuela, M.; García-Ramos, J. C. y Suárez de Centi, C. (1986): *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 16, 121-132.
- Valenzuela, M.; García-Ramos, J. C. y Suárez de Centi, C. (1988): *Las huellas de dinosaurios del entorno de Ribadesella*. Ed. Central Lechera Asturiana, 35 p.

## Icnofósiles, sedimentación episódica, tempestitas fangosas y «black shales» de ambientes pseudoanóxicos, en sucesiones marinas de plataforma y rampa

### *Ichnofossils, episodic events, mud tempestites and pseudoanoxic black shales in marine shelf and ramp successions*

J. C. García-Ramos, C. Suárez de Centi y M. Valenzuela

Departamento de Geología (Área de Estratigrafía). Universidad de Oviedo.

#### ABSTRACT

*Deposition of black shale facies on marine shelves and ramps has been habitually attributed to several causes related to oxygen-depleted bottom waters: sea level fluctuations, very slow water circulation, high organic productivity in the surface water, etc. This paper concerns to black shale deposits quickly accumulated on a well oxygenated bottom, devoid of bioturbation, and related to mud-rich storm events.*

**Key words:** *ichnofossils, episodic events, black shales, storm deposits, marine shelf, ramp.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 99-100.

ISSN: 0213683X

La presencia en series de plataforma marina de términos lutíticos o pizarrosos, de tonalidades oscuras a negras (*black shales*), aspecto masivo o laminado, y desprovistos de icnofósiles, se atribuye con frecuencia a condiciones euxínicas con un escaso a nulo contenido en oxígeno de las aguas del fondo (ambientes anóxicos o anaeróbicos), relacionándolos a su vez con: variaciones en el nivel del mar (Baird *et al.*, 1988; Wignall, 1991), circulación de agua muy lenta o nula, elevada productividad orgánica en las aguas superficiales, etc. (Wetzel, 1991). Creemos que estas interpretaciones han sido utilizadas de una forma un tanto abusiva por los investigadores que se han ocupado del tema.

En concreto, se vienen mencionando recientemente, y con cierta asiduidad, alternancias de orden centimétrico a decimétrico de sedimentos finos bioturbados y de otros oscuros desprovistos de icnofósiles, que se interpretan

como fluctuaciones sucesivas en el grado de oxigenación de las aguas (Savrda y Bottjer, 1989; Barron *et al.*, 1985; Savrda *et al.*, 1991).

Estudios de detalle realizados por nosotros en sucesiones de plataforma marina y de rampa, tanto siliciclásticas como carbonatadas, del Ordovícico, Silúrico, Devónico y Jurásico, que contienen intervalos lutíticos oscuros, con frecuencia amalgamados o repetidos rítmicamente, sugieren a menudo la presencia de fondos permanentemente bien aireados, con velocidades de sedimentación relativamente altas para cada evento de depósito.

Por otra parte, se ha reconocido recientemente, que para la conservación de la materia orgánica dentro de *black shales* en sedimentos marinos, no es necesaria la presencia de condiciones anóxicas dentro de la columna de agua situada por encima (Calvert *et al.*, 1991; Pedersen y Calvert, 1991; Mc Collum, 1988).

Muchos de estos niveles de *black shales* muestran una cierta granoclasificación del contenido en limo, y están relacionados con episodios súbitos de muy alta energía dentro de la plataforma, por lo general tempestades en sentido amplio. Este tipo de acumulaciones pueden deberse asimismo a otros eventos de menor frecuencia, como tsunamis, sacudidas sísmicas, etc., capaces de producir flujos gravitatorios de diversa índole.

La amalgamación sucesiva de estas «eventitas» ricas en fango, que se dan preferentemente en áreas situadas por debajo del nivel de base del oleaje normal, puede dar lugar a intervalos de hasta varios metros de espesor constituidos mayoritariamente por capas oscuras de acumulación rápida sin apenas muestras de bioturbación.

Esta variedad de *black shales* pasa lateralmente hacia las zonas relativamente más someras de la plataforma a enriquecerse en material arenoso o

bioclástico, que muestra estratificación cruzada de tipo *hummocky* y *swaley*, granoselección normal, o laminación paralela. Estas capas tempestíticas de fangos son presumiblemente de acumulación rápida, debido por un lado a fenómenos de floculación temprana, y por otro, a la incorporación de material pelético previamente elaborado. Algunas sucesiones terrígenas de las Fms. Naranco y Huergas (Devónico Medio), como las de El Tranquero o Moniello-Punta La Vaca (Asturias) o Aleje en el N de la provincia de León, muestran diversos tramos caracterizados por este tipo de depósitos. Otros ejemplos dignos de mención los constituyen la parte baja de la Fm. Luarca (Ordovícico Medio) dentro de la Zona Cantábrica, y una buena parte de la rimita margo-calcárea del Pliensbachense perteneciente al Mb. Santa Mera de la Fm. Rodiles en el Jurásico de Asturias (García-Ramos *et al.* 1992).

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 diagnósticos, 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 (RV<sub>1</sub>), 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 which 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 which 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