

Bioacumulación de Filosilicatos en las Paredes de un Micro-*Burrow* de Gusano del Carbonífero

/ ISMAEL CORONADO VILA (1), SERGIO RODRIGUEZ GARCÍA (1)

(1) Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas e Instituto de Geología Económica. CSIC-UCM. c/ José Antonio Novais 2, Ciudad Universitaria. E-28040, Madrid (España)

INTRODUCCIÓN.

Los minerales de arcilla son los más abundantes de la superficie de la Tierra y uno de los componentes más comunes de los sedimentos marinos (Potter et al., 2005).

Actualmente se pueden encontrar numerosos estudios que realzan el importante papel de la actividad biológica en los procesos de alteración-precipitación de materiales silicatados. Entre estos, destacan aquellos procesos de bioerosión por hongos y raíces de plantas que exponen las superficies minerales a la meteorización (Weed et al., 1969), así como aquellos en los cuales los ácidos orgánicos contribuyen a la alteración, vía hidrólisis ácida, de los minerales de arcilla (Barker et al., 1997).

Los microorganismos son importantes agentes bióticos cuya actividad da lugar a productos y cambios fisicoquímicos que modifican, alteran y pueden inducir la precipitación de nuevos minerales de arcilla. Estos microorganismos son capaces de degradar los minerales para obtener productos inorgánicos de alteración que utilizan como nutrientes (Vorhies y Gaines, 2009). También destacan los procesos en los que se produce la precipitación bioinducida, tanto autigénica como diagenética, de algunos minerales (Ehrlich, 1996; Konhauser y Urrutia, 1999).

La actividad biológica de los organismos macroscópicos, tanto marinos como terrestres, también acumula, altera y precipita minerales de arcilla. Cabe destacar los procesos de floculación, generados por la actividad alimenticia de organismos marinos suspensívoros y detritívoros que no tienen aparatos alimenticios selectivos, como es el caso de *Calianasa major*, *Onuphis microcephala* y *Arenicola marina*, que pueden producir la posterior neoformación de minerales de arcilla (Prior, 1975) y (Needham et al., 2004).

Los experimentos llevados a cabo por Needham et al. (2004 y 2006) con el anélido *Arenicola marina*, en microcosmos, demuestran que los macroorganismos pueden facilitar los procesos de alteración de los minerales de arcilla y producir unas condiciones capaces de favorecer la autigénesis de minerales de arcilla en el sedimento marino.

En este trabajo se estudia la bioturbación producida por la excavación de un organismo en el sedimento parcialmente blando (*burrow*), que ha aglutinado a su alrededor el sedimento micrítico (en ocasiones también peloides y bioclastos) produciendo una estructura tubular de sección circular a elipsoidal que se compone de una envuelta micrítica de color más oscuro (Fig. 1). La parte interna está delimitada netamente alrededor de la luz del tubo, que suele aparecer rellena de esparita u, ocasionalmente, micrita, cuando las paredes del tubo han colapsado. Así mismo, la parte externa de la pared mantiene un contacto difuso con la matriz circundante.

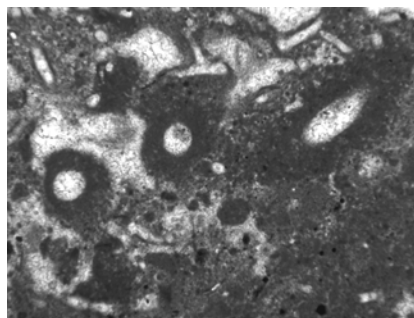


Fig. 1. Tres burrows de *Thartharella* de la sección de Las Ilces (Cantabria), posiblemente pertenecientes al mismo ejemplar. Nótese la distribución alrededor de la fábrica micropeloidal y de una cavidad de tipo estromatactoide, los peloides de gran tamaño y los fragmentos de algas calcáreas.

La estructura estudiada tiene un radio medio de 250 μm y no alcanza un milímetro en ningún caso, las paredes presentan un grosor de 100 μm de media. Esta bioturbación fue descrita por ELLIOT (1980) como *Thartharella* en sedimentos marinos Jurasicos de Iraq, y su for-

mación fue atribuida a un posible anélido. Su distribución en el registro se produce desde el Carbonífero Inferior al Jurásico.

El objetivo fundamental que se plantea el presente trabajo es el estudio de la acumulación de filosilicatos en las paredes de un *burrow*, producido muy probablemente por un anélido, en el Carbonífero, así como la comparación con otros especímenes del Jurásico. Este objetivo es el paso previo para validar las hipótesis sobre el origen de los filosilicatos neoformados y el papel de los organismos.

MATERIAL y MÉTODOS.

Se ha procedido al estudio de siete localidades diferentes del Carbonífero (Viseense superior - Kasimoviense) y Jurásico, cuatro localidades de la Cordillera Cantábrica [Las Ilces (Baskiriense), Vergaño (Moscoviense superior), Circo de Andara (Moscoviense terminal), Demués (Moscoviense superior-Kasimoviense)] y tres localidades de la Cuenca del Guadiato [Casa de las Caleras (Viseense superior), Cerro Cabello y San Antonio (Serpujoviense)], las muestras Jurásicas proceden de la Cordillera Ibérica, El Pedregal (Oxfordiense).

Con el fin de encontrar diferencias entre los especímenes del Carbonífero y el Jurásico se planteó un estudio a partir de microscopía óptica y microscopio electrónico de barrido (MEB) de la microestructura de la pared del *burrow*.

El estudio petrográfico muestra que estas bioturbaciones aparecen asociadas a fábricas petrográficas de influencia peloidal-micropeloidal. Estas fábricas han sido atribuidas a un posible origen microbiano por diversos autores (Pickard, 1996).

El estudio del MEB se llevo a cabo con un microscopio JEOL JSM-6400 operado a 20KV equipado con un sistema EDRX, en diferentes muestras Carboníferas y Jurásicas, previamente cortadas y atacadas en HCl al 5%, para facilitar el estudio de la microestructura.

palabras clave: Bioturbación, Minerales de Arcilla, Bioacumulación, Carbonífero, *Thartharella*.

key words: Burrow, Clay-Minerals, Bioaccumulation, Carboniferous, *Thartharella*.

Se ha observado, en todas las muestras carboníferas analizadas, que la pared del *burrow* está formada por micrita que presenta un grado de empaquetamiento mayor que la matriz circundante, así como un intercrecimiento de minerales de arcilla neoformados (Fig. 2), restos bioclásticos y micropeloides.

Se han realizado diversos análisis con EDRX en distintos puntos de la bioturbación, escogiéndose la matriz, la luz del tubo y la pared (Fig. 3).

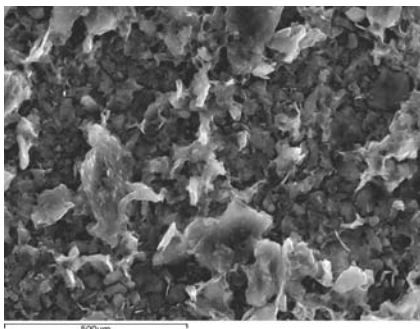


fig 2. Detalle de la pared de *Thartharella* de una muestra de Cerro Cabello. Nótese el intercrecimiento de los minerales de arcilla neoformados entre los cristales de micrita.

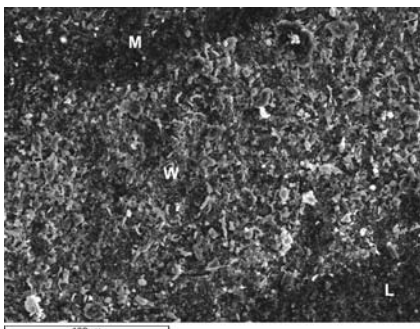


fig 3. Fotografía de MEB donde se pueden observar la microestructura de la pared del burrow. (L) Luz del tubo, rellena de esparita, (W) pared del tubo con abundantes minerales de arcilla y (M) matriz.

En todos los análisis se observa un aumento del contenido en Si, Al, K y Fe de la pared, respecto a la matriz circundante y el relleno de la luz del tubo. Solamente las muestras carboníferas muestran este aumento en la pared, lo que permite diferenciarlas de las jurásicas.

Se ha realizado difracción de rayos X de incidencia rasante en diferentes muestras, pero los resultados no son concluyentes; esto es debido al pequeño tamaño de las muestras empleadas. Se espera que en el futuro se pueda identificar los minerales de arcilla neoformados en estos *burrows*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Se plantean cuatro hipótesis que pueden explicar la bioacumulación y posterior neoformación de filosilicatos en la

pared de los *burrows* de *Thartharella* en el Carbonífero:

1) Algunos gusanos que no poseen un órgano selectivo de ingestión de alimento, como *Arenicola marina* (Needham et al., 2004), pueden poseer un aparato digestivo que genere un microambiente químico (PH y EH variable respecto al medio), que acompañado por una flora de microorganismos y un contenido enzimático variable, es capaz de alterar, disolver y facilitar la puesta en solución de minerales de arcilla. Posteriormente, estos componentes y minerales son acumulados en las defecaciones del organismo (cast) y pueden generar arcillas neoformadas (Needham, 2004 y Prior, 1975). Si estos cast son reintroducidos en la pared, ya sea por el organismo o por corrientes de fondo, podrían explicar la ganancia en filosilicatos en la pared de *Thartharella*.

2) Ciertos organismos detritívoros poseen un órgano de ingesta de alimentos selectivo que es capaz de separar del sedimento aquellas partículas que no pueden ingerir. Este proceso puede derivar en la acumulación de silicatos en la pared, al igual que acumulan fragmentos de bioclastos.

3) Diversos organismos, como los anélidos y ciertos crustáceos, son capaces de secretar mucus. Éste es utilizado para atrapar alimento en suspensión, estabilizar las paredes del *burrow* y en ocasiones, como despensa alimentaria por la formación de cultivos bacterianos en torno a él (Herringshaw et al., 2010). El mucus tiene una composición química (PH y EH) variable, dependiendo de la especie animal y es capaz de alterar la geoquímica del sedimento circundante generando un microambiente. Éste puede verse favorecido por la aparición de colonias bacterianas, pudiendo alterar los filosilicatos acumulados en la pared y neoformar minerales de arcilla.

4) Los microorganismos, como se viene adelantado, influyen directamente en la química de los minerales de arcilla, la presencia de microorganismos en el sedimento, que no están directamente relacionados con la actividad del organismo bioturbador, puede influir en la formación de estos filosilicatos. Si la alteración mecánica del sedimento acumulado en la pared del *burrow* es la idónea, ciertos microorganismos podrían ver favorecida su actividad y actuarían más eficientemente sobre los minerales de arcilla, promoviendo, posteriormente, la neoformación de los filosilicatos que encontramos en la pared en

la actualidad.

Cabe resaltar que es posible que estas hipótesis no sean excluyentes, y es muy probable que se produjese una combinación de varias.

La información que se obtenga posteriormente de la difracción de rayos X y microsonda electrónica puede ayudar a establecer las condiciones de neoformación de filosilicatos que se produjeron en la pared del *burrow* e inferir qué hipótesis es la más plausible para su bioacumulación.

AGRADECIMIENTOS.

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto CGL-2009-10340/BTE (MCI). Ismael Coronado agradece la beca disfrutada (FPI-UCM) y la ayuda prestada, así como los consejos realizados durante la revisión, a Lurdes Fernández Díaz.

REFERENCIAS.

- Barker, W.W., Welch, S.A., Banfield, J.F. (1997): *Biogeochemical weathering of silicate minerals*. In: *Geomicrobiology: Interactions Between Microbes and Minerals*. In: "Reviews in Mineralogy", v. 35, J.F. Banfield & K.H. Nealson, eds. Min. Soc. of America, Washington DC, 391-428.
- Ehlich, H.L. (1996): *How microbes influence mineral growth and dissolution*. *Chem. Geol.*, **132**, 5-9.
- Elliot, G.F. (1980): *Revision of the microproblematicum *Prethocoprolithus* Elliot, 1962*. *Bull. of the Brit. Mus., Nat. hist. Geology series*, **34**, 251-254.
- Hettingshaw, L.G., Sherwood, O.A., McIlroy, D. (2010): *Ecosystem engineering by bioturbating polychaetes in event bed microcosms*. *Palaios*, **25**, 46-58.
- Konhauser, K.O. & Urrutia, M.M. (1999): *Bacterial clay authigenesis: a common biogeochemical process*. *Chem. Geol.*, **161**, 399-413.
- Needham, S.J., Worden, R.H., Cuadros, J. (2006): *Sediment ingestion by worms and the production of bio-clays: a study of macrobiologically enhanced weathering and early diagenetic processes*. *Sedimentology*, **53**, 567-579.
- , —, McIlroy, D. (2004): *Animal-sediment interactions: the effect of ingestion and excretion by worms on mineralogy*. *Biogeosciences*, **1**, 113-121.
- Pickard, N.A.H. (1996): *Evidence for microbial influence on the development of Lower Carboniferous buildups*. **107**, Dublin 65-82.
- Potter, P.E., Maynard, J.B., Pedro, J.D. (2004): *Mud And Mudstones. Introduction and Overview*. Springer. New York, 297 p.
- Pryor, W.A. (1975): *Biogenic sedimentation and alteration of argillaceous sediments in shallow marine environments*. *Geol. S. Am. B.*, **86**, 1224-1254.
- Vorhies, J.S. & Gaines, R.R. (2009): *Microbial dissolution of clay mineral as a source of iron and silica in marine sediments*. *Nature Geoscience*, **2**, 221-225.
- Weed, S.B., Davey, C.B., Cook, M.G. (1969): *Weathering of mica by fungi*. *Soil Sci. So. Proceedings*, **33**, 702-706.