

# LA BIOEROSIÓN COMO INDICADOR PALEOECOLÓGICO: ICNOASOCIACIÓN *Fossichnus solus* Nielsen, Nielsen & Bromley y *Oichnus simplex* Bromley EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL PERUANA.

María del Carmen Morales<sup>1</sup>, Carine M. de Almeida<sup>2,3</sup>, Dimitri Gutiérrez<sup>4</sup>.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico<sup>1</sup>, Universidade Federal Fluminense-UFF<sup>2</sup>, LIMPALEOTRACES<sup>3</sup>, Instituto del Mar del Perú<sup>4</sup>  
mmorales@ingemmet.gob.pe

## INTRODUCCIÓN

La sistemática icnofósil a escala macro y sus aplicaciones en las reconstrucciones ecológicas son ampliamente conocidas, pero poco se ha investigado sobre icnofósiles a escala microscópica, sobre todo acerca de trazas fósiles de bioerosión sobre testas de foraminíferos. Sin embargo investigaciones realizadas en los últimos años han reportado una gran variedad de trazas en foraminíferos, tanto de ambientes antiguos como modernos (Nielsen et al., 2003), destacando la importancia de establecer la icnotaxonomía de estas estructuras de bioerosión como la única forma de poder avanzar en el conocimiento de su génesis y el de sus aplicaciones en las reconstrucciones paleoecológicas.

En este trabajo se dan a conocer estructuras de bioerosión en testas de foraminíferos bentónicos en ambientes deficitarios de oxígeno de la plataforma continental peruana. Sedimentos biogénicos y detríticos superficiales del Holoceno reciente (695 años) ubicados frente a la plataforma continental externa frente al Callao, presentan una asociación de foraminíferos bentónicos característicos de zonas de mínima oxigenación, (Gutiérrez et al, 2006. Morales et al, 2006). En esta asociación testas de *Bolivina seminuda* y *Cassidulina limbata* entre otras, ocurren a lo largo del testigo con estructuras regulares, simétricas, superficiales y/o profundas que afectan de manera progresiva las diferentes capas de la testa. Ranuras circulares afectan capas superficiales y agujeros circulares a ovalados penetran totalmente la pared, ambas han sido reconocidas como icnofósiles, y parecen ser parte de una actividad orgánica secuencial, las primeras reconocidas como *Fossichnus solus* Nielsen, Nielsen & Bromley, 2003, probablemente representen el inicio de la actividad depredadora y la segunda como *Oichnus simplex* Bromley, 1981 la depredación propiamente dicha. *F. solus* y *O. simplex* ocurren entre los 184 y 277 mbnm. Su sistemática, y ambiente son presentados a fin de conocer sobre los procesos que han influido en la distribución e interacción de los organismos que ocasionaron estas trazas.

Las muestras estudiadas fueron colectadas en mayo del año 2004 por el IMARPE durante el crucero "Paleo-1" a bordo del BIC José Olaya. Este trabajo ha sido realizado en el marco del Proyecto GR-8 "Geología de la Plataforma continental del Perú" de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET y el proyecto PALEOPECES "Registros Oceanográficos de alta resolución en sedimentos laminados de la Zona de Mínimo Oxígeno del Perú Central" del IMARPE.

## DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO

Las muestras estudiadas corresponden al Testigo B0405-13 colectado en la zona de plataforma continental externa frente a Callao, entre los 12° 00' S y 72° 42' O a 184 mbnm. El testigo de 78.75 cm. de longitud consistió hacia la base de sedimentos detríticos- terrígenos finamente laminados y hacia el techo de sedimentos diatomáceos/silíceos y altas concentraciones de materia orgánica con laminaciones gruesas. Estudios cronológicos en base a plomo 210 estimaron una edad aproximada de 695 años para todo el testigo (Gutiérrez et al., 2009). Resultados de los estudios micropaleontológicos, sedimentológicos, mineralógicos y biogeoquímicos señalaron que la sedimentación se realizó durante procesos de afloramiento de aguas frías, influenciadas por la alta productividad primaria e intensificación regional de las condiciones redox registrados en los sedimentos (Gutiérrez et al., 2009).

## ESTUDIO DE LAS SUBMUESTRAS

De la base hacia el techo del testigo, se obtuvieron 124 submuestras, de las cuales 50 presentaron foraminíferos con trazas fósiles (Fotos 1, 2, 4). Los criterios para reconocer trazas fósiles por interacción biótica consideran la geometría de las trazas, rango de tamaño, disposición, frecuencia, intensidad y selectividad (Kowaleski, 2002), en el estudio las trazas observadas tienen forma y tamaño constante, y parecieran ser hechas para acceder al interior de la testa, lo cual sugiere su origen biótico. Las testas bioerosionadas corresponden a foraminíferos bentónicos de pared hialina calcárea, muestran preferencia por *B. seminuda*, con una mayor frecuencia y cobertura en áreas donde las cámaras presentan una mayor densidad de poros. Las menos afectadas son *Cassidulina limbata* y *Cassidulina sp.*, ocasionalmente *Epistominella pacifica*, *Nonionella stella*, *Bolivina plicata* y *Brizalina Pseudobeyrichi*. Entre los 26.83 y 25.38 cm. la bioerosión es mayor y está relacionada a evidencias de intensa recalcificación; testas gruesas y opacas, granos de carbonatos, presencia de ostrácodos, espículas de esponjas, briozoarios, dientes y escamas de peces (Foto 3), aquí las testas más afectadas son las de *Cassidulina sp.*, *Epistominella pacifica*, y *Brizalina pseudobeyrichi*. Las trazas son concavidades superficiales o profundas y agujeros, con diámetros entre 30 a 13  $\mu\text{m}$ ., en un mismo individuo se puede identificar más de un icnotaxón.

## SISTEMÁTICA

Las estructuras de bioerosión pueden clasificarse en diferentes categorías entre ellas, agujeros, empotramientos, raspaduras, grabados y estructuras de durofagia (Bromley, 1996). Las estructuras de durafagia comprenden los agujeros circulares en conchillas y trituramiento de la misma por la acción de predadores. En las muestras estudiadas las trazas corresponden a agujeros de durofagia, reconociéndose las icnoespecies: *Fossichnus solus* Nielsen, Nielsen & Bromley, 2003 y *Oichnus simplex* Bromley, 1981.

Icnogénero **FOSSICHNUS** Nielsen, Nielsen & Bromley, 2003  
Icnoespecie **Fossichnus solus** Nielsen, Nielsen & Bromley, 2003  
Lámina 1, Fig. 6. Lámina 2, Fig. 1,2.

Concavidad biogénica, circunscrita por una ranura circular a oval. El diámetro externo de la estructura (borde exterior) puede variar entre 18 a 14  $\mu\text{m}$ , el diámetro interno entre 11 y 15  $\mu\text{m}$ . siendo el grosor de las ranuras a veces variable en una misma estructura. Las ranuras pueden ser superficiales marcando suavemente la pared lamelar (Lámina 1, Fig. 6) o profundas penetrando hacia el revestimiento interno (Lámina 2, Fig. 2b). Los bordes de las ranuras pueden ser irregulares. Se encuentran en las testas de foraminíferos bentónicos mayormente de *Bolivina seminuda*, también en *Cassidulina limbata* y *Bolivina plicata*.

Icnogénero **OICHNUS** Bromley, 1981  
Icnoespecie **Oichnus simplex** Bromley, 1981  
Lámina 1. Fig. 1, 2, 3,4. Lámina Fig. 1, 2, 3, 4,6

Estructuras biogénicas, consistentes en huecos o agujeros solitarios, circulares a ovalados, los cuales atraviesan perpendicularmente las paredes de las testas (Lámina 1, 2a, Lámina 2, 4a). Su diámetro varía entre 30, 24, 18 a 14  $\mu\text{m}$ . sus bordes irregulares muestran cristales aciculares fragmentados posiblemente denotando una perforación por desgarramiento (Lámina 1, Fig. 3, 4, 5). Las testas afectadas son en su mayoría hialinas calcáreas, primero es destruida la lamela externa calcárea (LE) dejando al descubriendo las paredes de los poros (P) y capa interna, continuando luego hasta perforar completamente el revestimiento interno calcáreo (RI) (Lámina 1 Fig. 3, 4, 5). Se encuentran mayormente en *Bolivina seminuda*, también en *Cassidulina limbata*, *Bolivina plicata*, *Epistominella pacifica*, *Nonionella stella*, *Bolivina plicata* y *Brizalina pseudobeyrichi*. *Oichnus simplex* ocurre con mayor frecuencia que *Fossichnus solus*, una testa puede tener más de 70 trazas de *O. simplex*. Nielsen et al. (2003) considera a *F. solus* como parte de una secuencia bioerosiva donde *O. simplex* representaría la fase final. En un mismo individuo se pueden presentar ambas icnoespecies (Lámina 1, Fig.2a, b y lámina 2, Fig.2a, b).

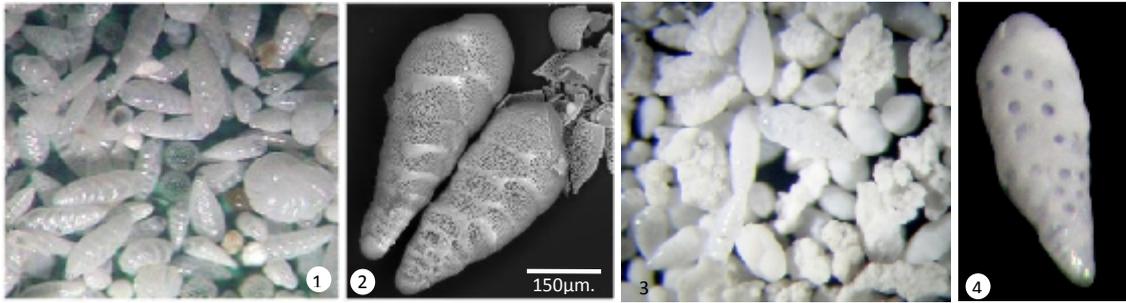


Foto. 1- Asociación de foraminíferos bentónicos de la plataforma continental peruana, destaca la dominancia de *Bolivina seminuda* (vista al estereomicroscopio). 2- *Bolivina seminuda* mostrando testas bien preservadas (Vista al MEB). 3- Entre los 26.83 y 25.38 cm. (125.83 – 224.28 mbnm.) el testigo presenta testas fuertemente calcificadas y abundantes granos de carbonatos asociados. 4.- Paredes calcificadas de *Bolivina seminuda* con *Oichnus simplex* muestran que los organismos trazadores actuaron bajo las diferentes condiciones geoquímicas del medio. Fotos al estereomicroscopio.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

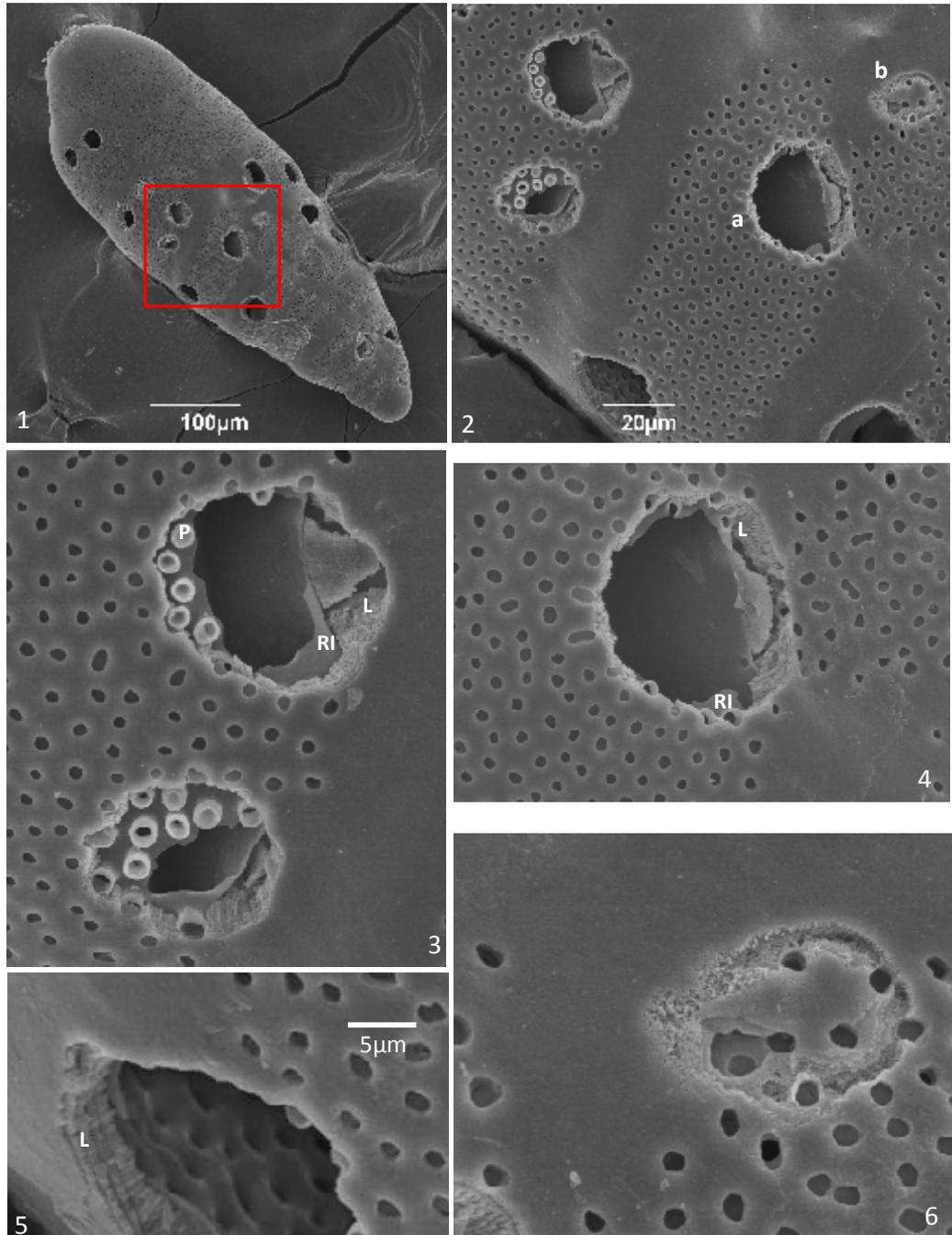
Las trazas de bioerosión sobre testas de foraminíferos muestran una variedad tanto en ambientes antiguos como modernos y se interpretan como evidencias de predación o parasitismo. Los predadores pueden ser organismos bentónicos o planctónicos incluidos los mismos foraminíferos o especies huésped. Buatois et al., 2002, señala que *Oichnus* es originada por gasterópodos, mediante la secreción de ácidos a través de sus glándulas salivales y perforación de la concha. *Fossichnus solus* y *Oichnus simplex* tienen una amplia distribución geográfica y cronoestratigráfica encontrándose en sedimentos Pleistocénicos - Holocénicos de Groenlandia (Nielsen et al., 2003), en el Cenozoico de la Patagonia (Nañez, et al., 2007), en el Cretácico-Cenozoico de Patagonia y Tierra del Fuego Argentina (Malumián N. et al., 2007) y Eoceno medio a Mioceno medio de Jamaica (Blissett, 2007).

Por primera vez se describen *Fossichnus solus* y *Oichnus simplex* en testas de foraminíferos de la plataforma continental peruana, se desconoce cuáles son los organismos productores, sin embargo estas dos icnoespecies pueden haber sido formadas por un mismo taxón en una actividad secuencial. La distribución temporal de *F. solus* y *O. simplex* en el testigo del Callao revelan que los organismos productores actuaron en sedimentos detríticos y biogénicos. Escasas trazas de bioerosión se desarrollaron durante procesos de surgencia de aguas frías bajo las condiciones disóxicas de la interfase agua sedimento y disolución intersticial de carbonatos, depredando especies de foraminíferos bentónicos infaunales someros a epifaunales y mostrando preferencia por *Bolivina seminuda* especie con una mayor tolerancia a las condiciones disóxicas del medio (Gutiérrez et al., 2009, Morales et al., 2006), lo cual se observa en la mayor parte del testigo. Sin embargo, abundantes trazas asociadas a testas recalificadas de foraminíferos, briozoarios y granos de carbonato evidencian que los organismos productores toleraron las variaciones geoquímicas del medio, pasando por pulsos de aguas relativamente cálidas y de mayor oxigenación. En general *F. solus* y *O. simplex* se registran en la zona de mínimo oxígeno de la plataforma continental externa peruana a profundidades comprendidas entre los 184 a 278 mbnm. en sedimentos de 695 años de antigüedad (Holoceno reciente).

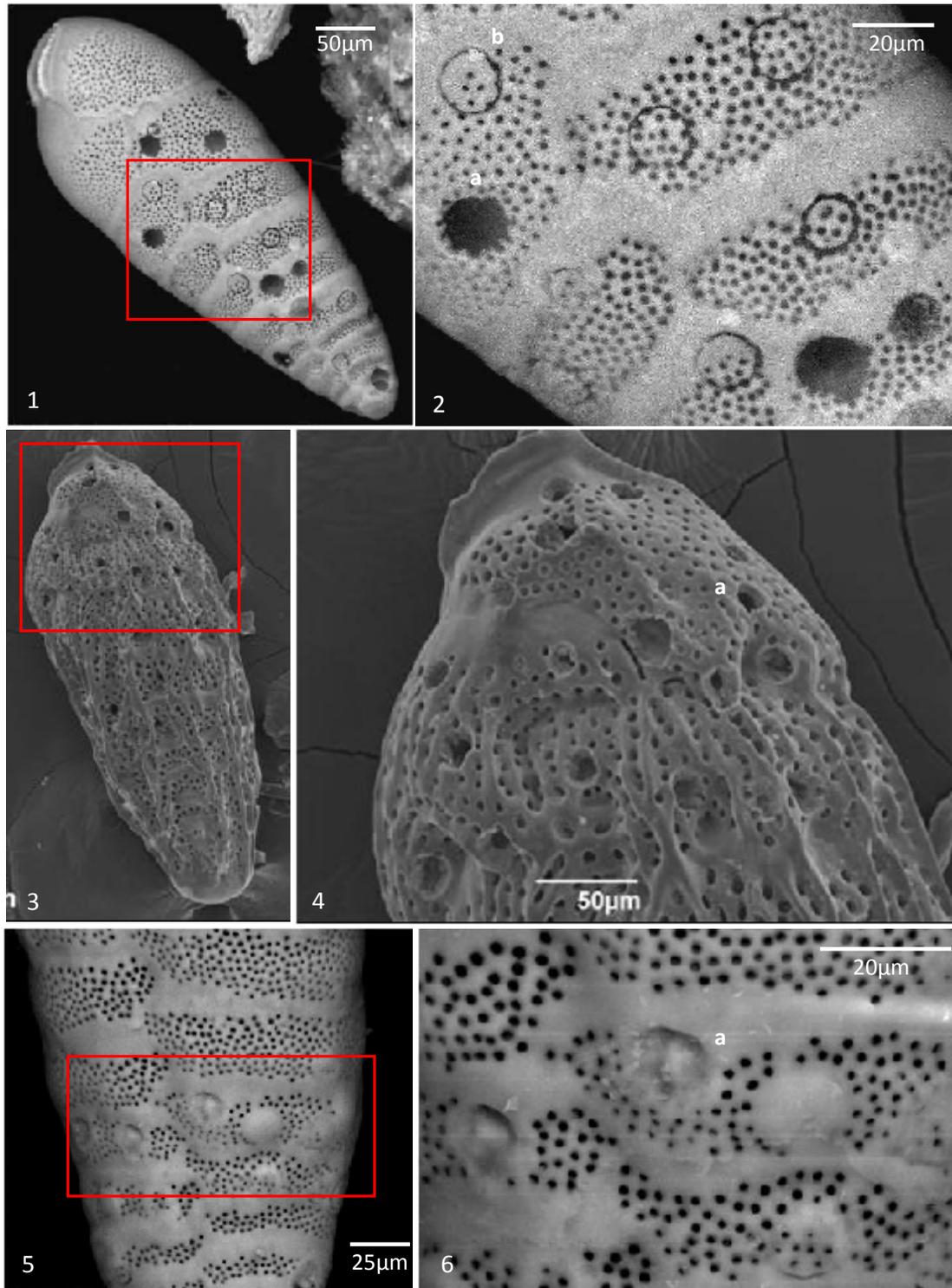
## REFERENCIAS

- Bromley, R. (1996).- Trace Fossils: Biology, taphonomy and applications. Chapman & Hall, Londres, 361p.
- Buatois, Luis, Mángano Gabriela & Aceñolaza Florencio (2002).- Trazas fósiles señales en el registro estratigráfico. En: Museo paleontológico Egidio Feruglio. Edición especial MEF n°2.
- Blissett, D.J. & Pickerill, R. K.(2007).- Systematic ichnology of microborings from the Cenozoic White Limestone Group, Jamaica, West Indies. En: Scripta Geologica, 134: 77-108, Leiden, March 2007.
- Kowalewski, M. 2002. The fossil record of predation: An overview of analytical methods. Paleontological Society Papers,8.
- Nielsen Kurt Søren Svensson, Nielsen Jan Kresten, and Bromley Richard Granville (2003).-Palaeoecological and ichnological significance of microborings in quaternary foraminifera. En: <http://palaeo-electronica.org>.
- Malumián, N., López, M.I, Nañez, C. and Olivero, E.B. (2007). Bioerosion patterns in Cretaceous-Cenozoic benthic foraminiferal test from Patagonia and Tierra del Fuego Island, Argentina. In: Sediment-Organism interactions: A multifaceted Ichnology. SEPM Special Publication 88:301-308.
- Nañez, C., López, M.I, Malumián, N., Scarpa, R. (2007).- Bioerosion on tests of Typical Temperate-Cool Water Foraminifera from the Cenozoic of Patagonia, Tierra del Fuego Island and the Argentinean Continental Shelf. Quinta Reunión Argentina de Icnología y Tercera Reunión de Icnología del MERCOSUR.

- Morales, M., Field, D., Mayor S., Gutiérrez D., Sifeddine, A., Ortlieb, L., Ferreira, V., Salvattecí R. & Velazco, F. (2006). Variaciones de Foraminíferos de los últimos 460 años en sedimentos laminados de la Plataforma Continental Peruana. Bol. Soc. Geol. Perú, 101
- Gutierrez, D., Sifeddine, A., Field, D., Ortlieb, L., Vargas, G., Chavez, P., Velazco, F., Ferreira, V., Tapia, P., Salvattecí, P., Boucher, H., Morales, M. del C., Valdes, J., Reyss, L., Campusano, A., Boussafir, M., Mandeng-Yogo, M., Garcia, M., & Baumgartner, T. (2009). Rapid reorganization in ocean biogeochemistry off Peru towards the end of the Little Ice Age, Biogeosciences, 6, 835–848.



**LÁMINA 1.** 1.- *Bolivina seminuda* con trazas de bioerosión circulares a ovaladas que se encuentran afectando la mayor parte de la testa. 2.- Primer plano de la pared finamente perforada mostrando *Oichnus simplex* (a) y *Fossichnus solus* (b). 3, 4- Bioerosión gradual en *Oichnus simplex*, capa lamellar totalmente erosionada (LE), revestimiento interno calcáreo parcialmente erosionado (RI) dejando ver las paredes de los poros (P). 5.- *Oichnus simplex* pared lamellar y capa interna totalmente erosionadas mostrando bordes irregulares y cristales de calcita aciculares. 6.- *Fossichnus solus* capa lamellar superficialmente erosionada, cristales aciculares fragmentados con apariencia granular. Fotos al MEB



**LÁMINA 2.** 1.- Distribución aleatoria de las trazas de bioerosión en testa de *Bolivina seminuda*. 2.- Primer plano de la testa con *Oichnus simplex* (a) y *Fossichnus solus* (b). 3.- Trazas de bioerosión en *Bolivina plicata*. 4.- Primer plano de la testa con *Oichnus simplex* (a), las trazas se ubican hacia la parte media superior de la testa. 5, 6.- *Fossichnus solus* (a) en testa de *Bolivina seminuda*. Fotos al MEB