

TROMBOLITOS LITIFICADOS DENTRO DE LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

LITHIFIED THROMBOLITES IN THE ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

ABSTRACT. The beaches of the Ensenada de La Paz, B.C.S., México are bordered by sediment formations of cyanophytic origin identified as recent thrombolites that represented the first record of live thrombolites for the region and México. In a later exploration lithified thrombolites were discovered at Estero Zacatecas on the angle formed by El Mogote and the coastline, behind the mangrove fringe. It is feasible that the process of thrombolitic formation may have triggered the birth of the El Mogote sand bar.

Siqueiros Beltrones, D. A., U. Argumedo Hernández & O.U. Hernández Almeida. Dpto. Plancton y Ecología Marina, CICIMAR, A. P. 592, La Paz, B. C. S., México, C. P. 23000. E-mail: dsiquei@ipn.mx; Becario COFAA y EDI del I. P. N.

Siqueiros Beltrones, D.A., U. Argumedo Hernández & O.U. Hernández Almeida. 2006. Trombolitos litificados dentro de la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. *CICIMAR Oceánides*, 21(1,2):155-158.

Los trombolitos son estructuras producidas por entrapamiento, apisonamiento, o cementación de sedimentos de orígenes diversos, como resultado del crecimiento y de la actividad metabólica de microorganismos, principalmente cianofitas. El término trombolito se relaciona con grumo hecho piedra y con estructura conglomerada, sin una laminación como la de los estromatolitos (Charpy *et al.*, 1999; Stal, 2000).

En la Ensenada de La Paz, B.C.S., observaciones recientes revelaron que gran parte de sus playas (Fig. 1) están bordeadas por formaciones a base de sedimentos entrapados por cianofitas, mismos que se identificaron como trombolitos recientes o vivos en donde habita un taxoceno de diatomeas (Siqueiros Beltrones *et al.*, 2006). Aunque estos trombolitos se describieron como el primer registro para la región y el país (Siqueiros Beltrones *et al.*, 2006), se vertieron dudas sobre su autenticidad (J. Murillo, *com. pers.*) dada su baja compactación *versus* formaciones fósiles.

En apariencia los trombolitos recientes de la Ensenada de La Paz, son distintos de los que se hallan en lagos hipersalinos de Australia, los cuales tienen forma de domos; ambos son generados por acción microbiana (microbialitos). Por otra parte, son similares a las estructuras estromatolíticas vivas de Bahamas y de Australia (Whitton & Potts, 2000); éstas son identificadas como roca de playa estromatolítica, misma que se asocia comúnmente con incrustaciones de cianofitas, pero en cuyo origen interviene agua meteórica (McBride & Parea, 2001).

En el intermareal los trombolitos semejan rocas cubiertas por algas, por lo que pueden escapar a la curiosidad general y científica, al menos un tiempo, como en este caso. Sin embargo, de acuerdo con nuestras observaciones los tapetes de cianofitas entrapan los sedimentos, conglomerándolos, lo que eventualmente lleva a su compactación (Fig. 2). Los distintos grados de compactación observados hicieron suponer que el proceso continúa en tiempo geológico hacia la litificación de los conglomerados, con lo que el requisito de litificación del término trombolito se cumpliría. Bajo esta hipótesis, se llevó a cabo una exploración, en marea baja, buscando etapas posteriores, *i.e.*, trombolitos más consolidados, en el ángulo que forman El Mogote y la línea de costa, conocido como Estero Zacatecas (Fig. 1). En esta zona se hallaron afloramientos de formaciones rocosas, que se identificaron como la forma litificada o fósil de los trombolitos; cerca se hallaron formaciones no litificadas, así como tapetes de cianofitas, como en el primer registro (Siqueiros Beltrones *et al.*, 2006).

Como en el caso de estromatolitos, que han sido asociados con la formación de roca de playa (Krumbein, 1979, en: Stal, 2000), las formaciones litificadas descritas en este comunicado ayudan a completar las características que los definen como estructuras de roca generada por cianofitas o trombolitos vivos, mientras que la descripción de trombolito corresponde con el proceso activo de captura y conglomerado observado.

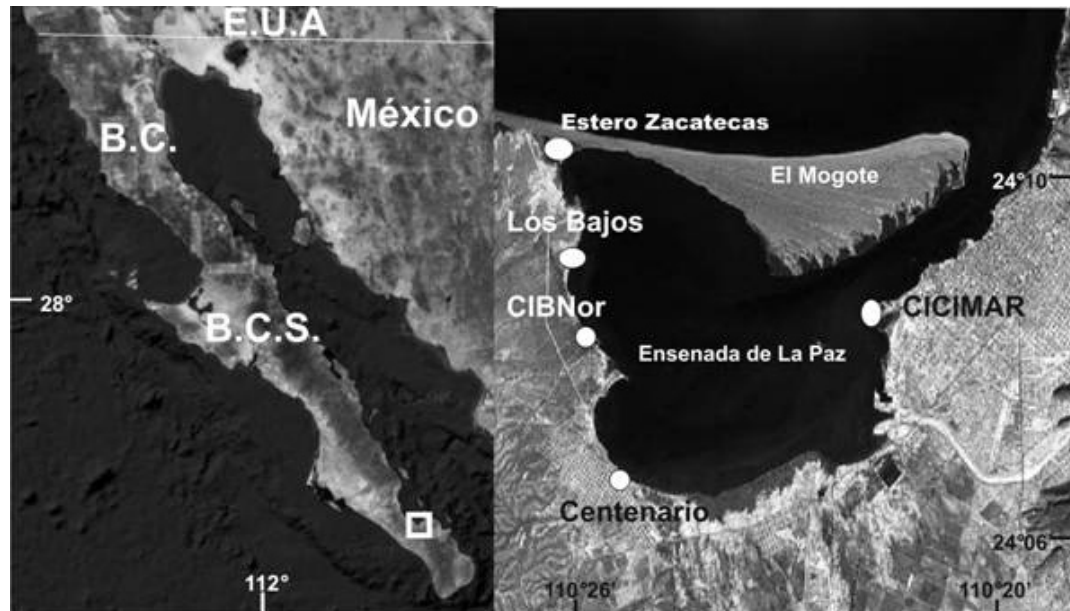


Figura 1. Sitio de muestreo de trombolitos litificados, en el ángulo de El Mogote y la Ensenada de La Paz (E. Zacatecas), y sitios en donde se observaron trombolitos recientes.

Figure 1. Sampling site for lithified thrombolites, where the El Mogote and Ensenada de La Paz (E. Zacatecas) form an angle and sites where recent thrombolites were observed.



Figura 2. Formación trombolítica semiconsolidada, al N de El Comitán.

Figure 2. Semiconsolidated thrombolitic formation north of El Comitán.



Figura 3. Estructuras trombolíticas que aparecen como elevaciones entre los sedimentos.

Figure 3. Thrombolitic structures appearing as elevations between the sediments.

Las estructuras más consolidadas observadas pueden ser elevaciones (Fig. 3), algunas con incrustaciones de conchas o simplemente placas expuestas entre los sedimentos de bajos lodosos (Fig. 4), que se hayan más o menos separadas; en algunos se aprecian incrustaciones de cianofitas que les confieren una coloración verdosa (Fig. 5). Otros menos consolidados se rompen fácilmente con las manos, y otros son fragmentos aislados (Fig. 6); las formaciones menos consolidadas y extensas pueden estar colonizadas por plantas

de marisma, principalmente *Salicornia* sp. y por arbustos o plántulas de mangle negro (*Avicennia germinans*) (Fig. 7).

De acuerdo con Nava Sánchez & Cruz Orozco (1989) la evolución geomorfológica de la laguna, a partir de la ensenada original, requirió primeramente de una punta que habría crecido hacia el E mediante el depósito de sedimentos. El desarrollo de los trombolitos en la laguna de La Paz, consiste en un crecimiento mar adentro, a manera de punta (Fig. 8), como



Figura 4. Formaciones trombolíticas expuestas con incrustaciones de conchas.

Figure 4. Exposed thrombolithic formations showing shell incrustations.



Figura 6. Fragmentos aislados, aparentemente no asociados a estructuras mayores.

Figure 6. Isolated fragments, apparently not associated to larger structures.

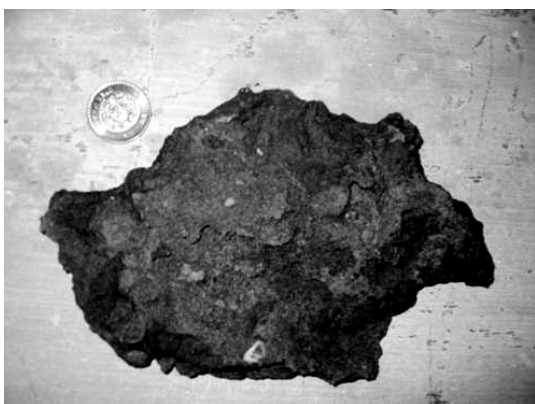


Figura 5. Fragmento de placa trombolítica, que muestra cianofitas incrustadas (partes más oscuras).

Figure 5. Fragment of thrombolithic plate showing incrusting cyanophytes (darker parts).

en el sitio CICIMAR (Siqueiros Beltrones *et al.*, 2006). Un crecimiento de este tipo actuaría como dique, afectando la circulación del agua y propiciando el depósito de sedimentos; para ello se requeriría primeramente la captura y compactación de sedimentos por trombolitos vivos con crecimiento activo, aunque con efectos a largo plazo (tiempo geológico), *i.e.*, miles de años, haciendo referencia en los 6000 años atrás en que la ensenada carecía de una barra (Nava Sánchez & Cruz Orozco, 1989). Eventualmente, dichos trombolitos habrían quedado aislados de la influencia de la marea y cubiertos por arena, continuando con un proceso de litificación.

Recapitulando, cianofitas formadoras de tapetes gruesos, como se observan en mu-

chas partes de la laguna, habrían generado formaciones trombolíticas, como la “punta hipotética” que finalmente originó la barra arenosa El Mogote, que separó la ensenada primitiva y dando lugar a la laguna de La Paz. Otras puntas en la laguna coinciden con la presencia de trombolitos activos o formaciones trombolíticas, *e.g.*, El Centenario y El Co-



Figura 7. Formaciones trombolíticas extensas con colonización de plantas de marisma.

Figure 7. Extensive thrombolithic formations colonized by marsh plants.



Figura 8. Crecimiento trombolítico que define una punta en el sitio CICIMAR.

Figure 8. Thrombolithic development defining a seaward point at el CICIMAR site.

mitán, cuyo origen podría estar relacionado con el mismo proceso microbiológico. Aunque las formaciones trombolíticas se encuentran en diversas partes de la laguna, en el Estero Zacatecas se localizaron los primeros trombolitos litificados.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por los proyectos CGPI-20040024 y 20050069 del I.P.N. Agradecemos a Janette Murillo quien brindó asesoría de campo, así como las precisiones y comentarios de Alejandro Álvarez Arellano hechos al manuscrito anterior.

REFERENCIAS

- Charpy, L & A.W.D. Larkum (eds.). 1999. *Marine Cyanobacteria*. Bulletin de l'Institut Océanographique, Musée Océanographique, Monaco, Numéro spécial 19, 624p.
- McBride, E. F. & G. C. Parea. 2001. Origin of highly elongate, calcite-cemented concretions in some Italian coastal beach and dune sands, *J. Sediment. Geol.*, 71(1):82-87.
- Nava Sánchez, E.H. & R. Cruz Orozco. 1989. Origen y evolución geomorfológica de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* (ahora *Océánides*), 4(1):49– 58.

Siqueiros Beltrones, D. A., U. Argumedo-Hernández & O. U. Hernández-Almeida. 2006. *Diatomeas asociadas a trombolitos en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México*, Memorias del 5º Congreso Mexicano de Ficología.

Stal, L. J. 2000. Cyanobacterial mats and stromatolites, pp. 61-120. In: Whitton, B. A. & M. Potts (eds.). *The ecology of cyanobacteria; their diversity in time and space*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, 669 pp.

Whitton, B. A. & M. Potts (eds.). 2000. *The ecology of cyanobacteria; their diversity in time and space*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda, 669 pp.