

## **DESARROLLOS PROTROMBOLÍTICOS Y EL ORIGEN DE EL MOGOTE DE LA LAGUNA DE LA PAZ, BCS.**

Siqueiros Beltrones David Alfaro. Dpto. Plancton y Ecología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. Av. PN S/N, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23096. dsiquei@ipn.mx

La mayoría de las lagunas costeras se relacionan estrechamente con la presencia de barras de arena y/o islas de barrera. Los mecanismos de formación de estas no están completamente dilucidados, por lo que su origen ha sido objeto de debates por más de un siglo. No obstante, existen tres teorías o modelos principales que pretenden explicar dicho fenómeno. Así, principalmente, es necesario que exista un suministro de arena, energía de oleaje y fluctuaciones de marea, aunque de cualquier manera, es necesario investigar los procesos que han dado lugar a las barreras de arena para entender a su vez los procesos que actúan sobre ellas actualmente (Phleger, 1969; Kjerfve, 1994).

Así, y de acuerdo con mis observaciones, debe haber un mecanismo que propicie el entrampamiento, deposición y compactación de los sedimentos, mismos que podrían relacionarse con procesos bióticos bien conocidos, como la capacidad estabilizadora de sedimentos propia de las películas microalgales (diatomeas) y tapetes microbianos (cianofitas) que proliferan en lagunas costeras y ensenadas.

En la laguna costera conocida como Ensenada de La Paz, B.C.S., observaciones recientes revelaron que gran parte de sus playas están cubiertas por tapetes de cianofitas; grandes extensiones de dichos tapetes sobresalen durante las mareas bajas (Fig. 1), mientras que en el submareal pueden apreciarse tapetes que se extienden a aproximadamente 50 m de la orilla. En ciertas temporadas los tapetes pueden estar cubiertos por arena y en otras se hayan desprendidos, flotando o varados. Asociados a los tapetes microbianos se encuentran formaciones sedimentarias que presentan mayor o menor compactación pero sin litificación; estas formaciones se denominaron protrombolitos (Fig. 1). Una nueva hipótesis sostiene que formaciones protrombolíticas en las costas del Golfo de California han promovido la formación de las lagunas costeras al propiciar el desarrollo de las barras arenosas, sirviendo como puntas-dique para la acumulación de sedimentos; asimismo, que su constante crecimiento mar adentro ha contribuido a la acreción de los márgenes de las lagunas; a la vez, se sostiene que las especies de cianofitas identificadas hasta ahora son las

responsables de dichos procesos en todos los casos (Siqueiros Beltrones *et al.*, 2006; Siqueiros Beltrones, 2006, 2008).

En el Estero Zacatecas, en la base de El Mogote, se pueden apreciar ejemplares diversos y extensos de protrombolitos bordeando el margen posterior del manglar, mismo que se halla muy bien desarrollado. Tras la línea de mangles sobresalen bloques aislados un tanto más consolidados, así como placas petrificadas entre la zona de inundación. También se hallan protrombolitos continuos bordeando la línea de manglar, que están colonizados por plantas de marisma, principalmente *Salicornia* sp. Asimismo, dentro de una misma área de unos 500 m<sup>2</sup> se localizan placas litificadas a flor de suelo, así como bajo los sedimentos. Estas fueron las primeras evidencias de que el proceso alcanzaba la fase de trombolito (Siqueiros-Beltrones *et al.*, 2006b); se trata de formaciones pequeñas o discretas.

En una playa de El Mogote, localizada en frente del CICIMAR, se pueden apreciar todas las fases (descritas) del proceso de formación que han seguido las estructuras trombolíticas, *i.e.*, incipientes y nacientes (tapetes gruesos de cianofitas en elevación por la acumulación de sedimentos). Junto a estas estructuras sobresalen gruesas placas litificadas (trombolitos) en la parte superior del intermareal, que se hallan sobre las otras menos consolidadas, mismas que a su vez están sobre protrombolitos, y estos sobre la playa, en donde se pueden encontrar fragmentos de trombolitos (Siqueiros-Beltrones, 2008). En algunos casos se apreciaron formaciones caprichosas elevadas (Fig. 2 y 3) o bajo las placas litificadas en donde se pueden hallar rizolitos (raíces litificadas), quizá de mangle; estas playas están rodeadas por manglar y es común encontrar ejemplares de mangle negro de distintas edades anclados en protrombolitos. Así, de acuerdo con el proceso de crecimiento de los protrombolitos y su asociación con los mangles, debe reevaluarse la importancia atribuida a los manglares en la formación y estabilización de suelos vs. el papel de protrombolitos sobre dicho fenómeno y la consecuente relación entre ambos factores bióticos.

Los protrombolitos crecen extensivamente en plano horizontal y frecuentemente no litifican, sino conforman terrenos costeros. El Mogote se extiende 11.3 km W-E con 1284 m de ancho promedio. Según la edad calculada para la laguna de La Paz, (cerca de 6000 años, Lankford, 1977) el crecimiento lineal protrombolítico que originó la punta dique de la barra arenosa (Siqueiros Beltrones, 2008), ha sido alrededor de 1863 mm por año. Así, según el área calculada de El Mogote, unos 15,476,640 m<sup>2</sup>, el desarrollo protrombolítico equivale a unos

2580 m<sup>2</sup> por año. Los procesos de acreción, vertical y horizontal protrombolíticos, ocasionarían el azolve de la laguna de forma natural.

## REFERENCIAS

- Kjerfve, B. 1994. Coastal lagoon processes. Elsevier Oceanography Series 60. 577 p.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of México; Their origin and classification. 182-215, En: Wiley, M. (Ed.) Estuarine processes, 2. Academic Press, NY, 428 p.
- Phleger, F.B. 1969. Some general features of coastal lagoons. 5-26, En: Ayala Catañares, A. (Ed.) Lagunas costeras, un simposio. UNAM, México, D.F.
- Siqueiros Beltrones, D. A. 2006. Diatomeas bentónicas asociadas a trombolitos recientes registrados por primera vez en México. *CICIMAR Oceánides*, 21(1, 2): 113-143.
- Siqueiros Beltrones, D. A. (2008). Role of pro-thrombolithic processes in the geomorphology of a coastal lagoon. *Pacific Science* 62(2): 257-269.
- 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.



Fig. 1.- Extensos tapetes de cianofitas (der) y desarrollo protrombolítico (izq) en la laguna de La Paz, BCS.



Fig. 2.- Placas trombolíticas y escalones protrombolíticos en una playa de El Mogote en la laguna de La Paz.



Fig. 3.- Trombolitos de forma caprichosa en una playa de El Mogote en la laguna de La Paz.