

## UNA PEQUEÑA VENTANA AL EOCENO: PRESERVACIÓN EXCEPCIONAL DE ESTRELLAS DE MAR EN LA FORMACIÓN LA MESETA, ISLA MARAMBIO (A little window to Eocene: exceptional preservation of sea stars in La Meseta Formation, Seymour Island)

Palópolo, E.E.<sup>1</sup>, Brezina, S.S.<sup>1</sup>, Casadío, S.A.<sup>1</sup> y S. Santillana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de investigaciones en Paleobiología y Geología, UNRN-CONICET, Avenida Roca 1242, General Roca, Río Negro, Argentina. E-mail: eepalopolo@unrn.edu.ar, sbrezina@unrn.edu.ar, sacasadio@unrn.edu.ar

<sup>2</sup>Instituto Antártico Argentino, 25 de Mayo 1143, San Martín, provincia de Buenos Aires, Argentina. ssantillana@dna.gov.ar

Los registros de asteroideos fósiles son escasos debido a que las placas del esqueleto están unidas por tejido conectivo y fibras musculares que se desintegran muy rápidamente después de la muerte de los individuos (Gale y Villier, 2013). En el caso que se preserven, estos depósitos se dividen de acuerdo a Brett *et al.* (1997) en dos grupos discretos: a) concentraciones de preservación excepcional con discos completos o fragmentados y algunos o todos los brazos articulados (*Lagerstätten*) y b) osículos aislados recuperados mediante técnicas de micropaleontología, en estos casos la determinación de los restos es limitada. Existen varios rasgos tafonómicos que contribuyen al tipo de preservación de los equinodermos. El transporte es uno de los factores que más influyen en la desintegración de sus esqueletos. A través de experimentos de *tumbling* realizados con restos de asteroideos, se determinó que con un mínimo transporte se pierden espinas y pedicelarios, con aproximadamente 1 km de transporte los brazos se encuentran incompletos y separados del disco central, mientras que con 10-12 km de transporte solo quedan osículos aislados (Gorzela y Salamon, 2013). El tiempo de exposición en la interfase agua-sedimento también tiene un rol importante en este aspecto, los asteroideos se desintegran completamente luego de 1 a 7 días después de la muerte, aún en ambientes de moderada a baja energía (Brett *et al.* 1997).

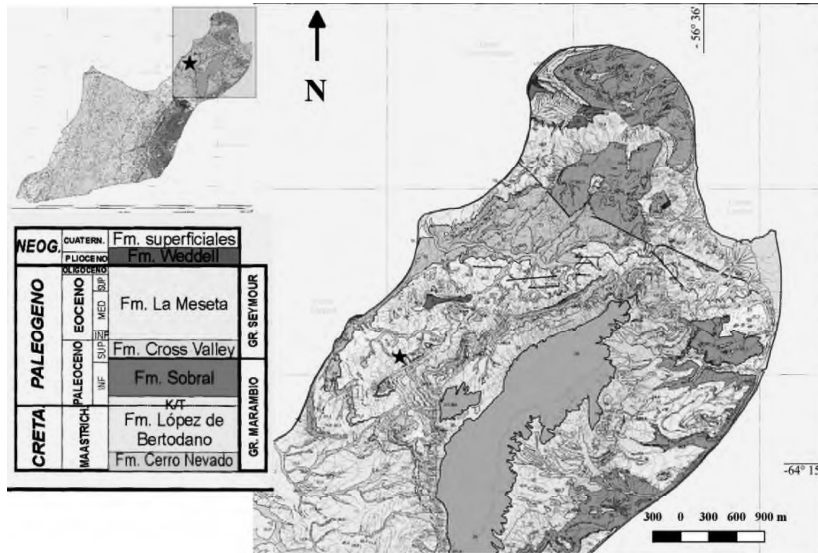
El estudio de concentraciones de asteroideos con preservación excepcional brinda información sobre su paleobiología y paleoecología, el ambiente sedimentario, y la historia tafonómica de los restos (Brett, 2003). En este trabajo se da a conocer una concentración de asteroideos asignados a *Zoroaster* aff. *Zoroaster fulgens*, con preservación excepcional en la Formación La Meseta, del Eoceno de Isla Seymour (Marambio), donde hasta el momento se registraban restos de discos y brazos fragmentados (Blake y Zinsmeister, 1979; Blake y Zinsmeister, 1989; Blake y Aronson, 1998).

La Formación La Meseta aflora en la isla Seymour (Marambio) y representa un sistema de valle incidido en donde se suceden facies deltaicas, estuáricas y de plataforma mareal-tempestítica (Marensi *et al.*, 1998a). Los fósiles provienen de un área de 20 m<sup>2</sup> (64° 14' 24'' S; 56° 40' 02'' O), el nivel fosilífero corresponde a una arenisca fina poco cementada de 3 a 5 cm de espesor correspondiente al Alomiembro Cucullaea I (Marensi *et al.*, 1998b) depositada en un ambiente de planicie de marea (Fig. 1).

Se analizaron 250 fragmentos, previo lavado y limpieza superficial para quitar el sedimento que estaba adosado principalmente en la zona oral de los fósiles. Se observaron los ejemplares a simple vista y con lupa binocular, tanto en cara oral como aboral. Se realizaron comparaciones con especies actuales de la misma familia. Los ejemplares estudiados fueron

asignados a *Zoroaster* aff. *Z. fulgens* Thomson 1873, de acuerdo a las características morfológicas descritas por Blake y Zinsmeister (1979,1988).

Los mismos poseen un disco pequeño, con poca diferenciación con los brazos, de aproximadamente 20-25 mm de diámetro y brazos extensos terminados en punta, de aproximadamente 80-105 mm de largo. Los especímenes fueron hallados, en su mayoría, con la parte oral hacia el sustrato y los brazos extendidos a levemente curvados hacia abajo.

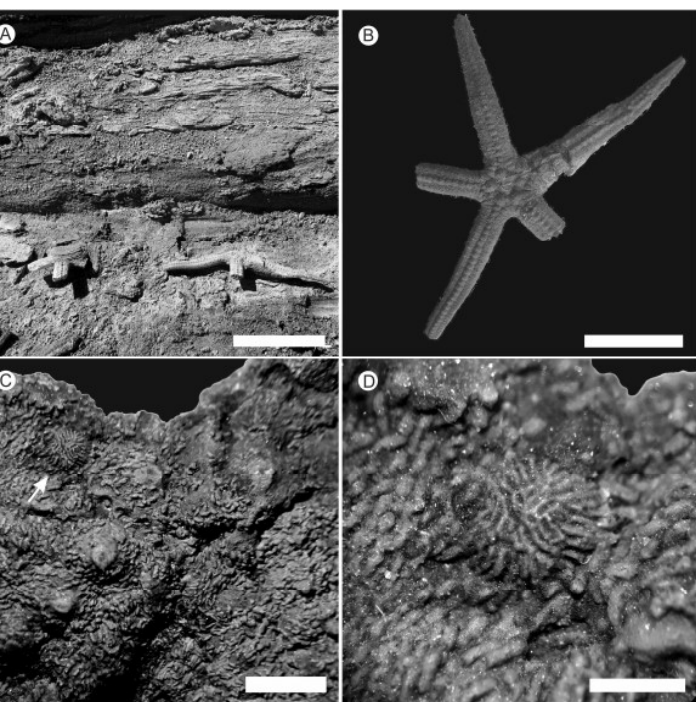


**Figura 1.** Mapa geológico y columna estratigráfica de la Isla Marambio (Montes *et al.*, 2007), la estrella indica el lugar del hallazgo. **Fig. 1.** Geologic Map and stratigraphic column of Seymour Island (Montes *et al.*, 2007), the star indicates the place of the discovery.

En la mayoría de los casos se trata de discos con brazos articulados completos y/o fragmentados, que poseen espinas articuladas, buena preservación de la zona

oral y del disco central, se observa la placa madreporica en cara aboral (permitiendo identificar los ambulacros e interambulacros). Las placas ambulacrales, adambulacrales y laterales en vista oral y lateral respectivamente, poseen espinas articuladas en la mayoría de los casos. A su vez, en la base de las espinas de las placas actinales se observa un anillo o corona formada por numerosos pedicelarios, como sucede en otras especies de zoroastéridos.

La mayor parte de los ejemplares poseen espinas ambulacrales y laterales articuladas y en posición de vida.

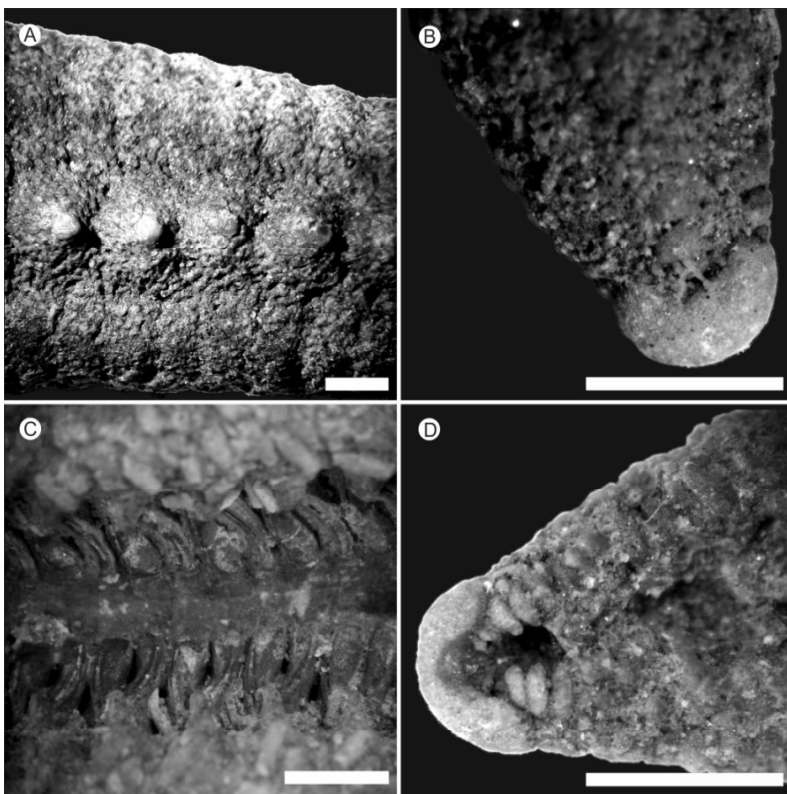


**Fig. 2.** *Zoroaster* aff. *Z. fulgens*. A: vista general del estrato (escala 10cm.); B: ejemplar con disco completo y brazos fragmentados (escala 5 cm); C: ejemplar con disco incompleto, madreporito en el interambulacro CD (escala: 4 mm). D: madreporito polisurcado, rodeado de espinas y pedicelarios (escala 4 mm). **Fig. 2.** *Zoroaster* aff. *Z. fulgens*. A: general view of the strata (scale bar: 10 cm); B: specimen with complete disc and fragmented arms (scale bar: 5cm); C: specimen with incomplete disc, madreporite in CD interambulacrum (scale bar: 4mm); D: polysurcate madreporite, surrounded by spines and pedicellaria (scale bar: 4mm)

Existen varios ejemplares con discos incompletos, la mayoría de las veces se preserva el interambulacro CD, donde se puede observar el madreporito pequeño, con gran cantidad de surcos y

poros, entre dos placas grandes de forma similar a las placas actinales de los brazos. A su vez, varios de los brazos conservan el osículo terminal pudiéndose identificar la zona donde se ubicaría el ocelo. Además se preservaron las espinas y algunos pedicelarios.

El depósito contiene solo especímenes adultos, según Blake y Zinsmeister (1988), los juveniles de *Zoroaster* aff. *Z. fulgens* son mucho más pequeños y se alimentan por suspensión, con los brazos curvados hacia arriba en posición de vida. Por lo general, los zoroasterídeos adultos suelen tener comportamientos gregarios, especialmente durante el período de reproducción, hallándose en los océanos actualmente con una densidad de 3,9-20 ejemplares por m<sup>2</sup>. Esto podría explicar la gran cantidad de ejemplares casi completos hallados en el mismo nivel. Los fósiles estudiados pertenecen a una concentración autóctona, ya que la mayoría de los individuos fueron hallados en posición de vida (i.e. con cara oral hacia el sustrato y brazos extendidos), reteniendo estructuras lábiles como pedicelarios, espinas y parte distal de los brazos. El estado de preservación es excepcional, ya que en situaciones normales de salinidad y temperatura, los esqueletos de los asteroideos se desarticulan completamente en osículos aislados dentro de la primera semana después de su muerte, mientras que las espinas solo permanecen articuladas por un período de uno a tres días, al igual que los osículos terminales de los brazos (Brett et al. 1997). El hecho de que estas partes se hayan preservado con mucho detalle en gran parte de los ejemplares, sugiere la hipótesis de que los organismos fueron sepultados por un evento de alta tasa de sedimentación.



**Fig. 3.** *Zoroaster* aff. *Z. fulgens*. A: Vista aboral de la estructura del brazo, se observan espinas articuladas y pedicelarios formando estructura en collar. B: Vista aboral de osículo terminal, con forma semicircular. C: vista del brazo en cara oral, se aprecia el canal ambulacral con los osículos asociados y las espinas marginales. D: vista del osículo terminal en cara oral y zona distal del canal ambulacral abierto (escala: 1mm). **Fig. 3.** *Zoroaster* aff. *Z. fulgens*: A: Aboral view of arm structures, articulated spines and pedicellaria conforming wreath organs. B: aboral view of semicircular terminal ossicle. C: oral view of arms, where the ambulacral groove and the associated ossicles (as well as the marginal spines) can be observed. D: terminal ossicle in oral view and distal zone of the ambulacral groove (scale bar: 1mm)

Según la clasificación de concentraciones fósiles de Kidwell (1991), se trata de una concentración simple, episódica, que representa un evento de mortalidad en masa, con episodios breves de colonización por parte de animales de comportamiento gregario,

sepultados *in situ*. Este tipo de concentraciones se dan en ambientes de *shoreface* interior a offshore, durante sucesos con alta tasa de sedimentación, que se observan en el registro como depósitos lenticulares y delgados dentro de areniscas estériles. Actualmente, en la zona distal de offshore, se depositan en ciertos niveles areniscas muy finas con excelente preservación de fósiles de asteroideos y ofiuroides completos, articulados, sin fragmentación, escasa o nula abrasión, corrosión y bioerosión; y raramente envolturas micríticas (Brett et al., 1993). En estos estratos, hasta las estructuras más frágiles están preservadas intactas.

Hasta el momento, las estructuras asociadas a las espinas principales fueron consideradas espinas secundarias muy delgadas o “espinillas”, sin embargo, la mayoría de los forcipulatidos poseen grupos de 12-50 pedicelarios formando órganos de captación de presas (Gale, 2011; Gale y Villier, 2013). Dichos órganos se encuentran formando un anillo alrededor de las espinas de la zona oral y aboral, como se puede observar en la fig. 2. Los pedicelarios permanecen cerrados y se abren bruscamente al recibir algún estímulo externo, captando y empujando la presa hacia la zona oral.

Debido a que los asteroideos del orden Forcipulatida son muy importantes en la cadena trófica de casi todos los océanos del mundo en diferentes profundidades, siendo depredadores de diversos filos de animales, un correcto y más detallado estudio de la tafonomía del depósito podría arrojar información sobre interacciones bióticas, paleobiogeográficas y sobre sus hábitos.

## Referencias

- Blake, D. B. y Aronson, R. B., 1998. Eocene stelleroids (Echinodermata) at Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Journal of Paleontology*, 72(2):339-353.
- Blake, D. B. y Zinsmeister, W. J., 1979. Two Early Cenozoic Sea Stars (Class Asteroidea) from Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Journal of Paleontology*, 53(5):1145-1154.
- Blake, D. B. y Zinsmeister, W. J., 1988. Eocene asteroids (Echinodermata) from Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Geological Society of America, Memoirs*, 169:489-498.
- Brett, C. E., 2013. Taphonomy: Sedimentological implications of fossil preservation. In: Middleton, G. V. (Eds.), *Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*, 723-729.
- Brett C. E., Moffat, H. A. y Taylor, W. L., 1997. Echinoderm taphonomy, taphofacies and lagerstätten. *Paleontological Society Papers*, 3:147-190,
- Gale, A. y Villier, L., 2013. Mass mortality of an asteriid starfish (Forcipulatida, Asteroidea, Echinodermata) from Late Maastrichtian (Late Cretaceous) of Morocco. *Palaeontology*, 56(3):577-588.
- Gale, A. S., 2011. The phylogeny of Post-Paleozoic Asteroidea (Echinodermata: Neoasteroidea). *Special Papers in Palaeontology*, 85:1-112
- Gorzalak, P. y Salamon, M. A., 2013. Experimental tumbling of echinoderms - Taphonomic patterns and implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 386:569-574.
- Kidwell, S. M., 1991. Stratigraphy of shell concentrations. In: Allison, P. A. y Briggs, D. E. (Eds.), *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*: 211-290.
- Marenssi, S.A., Santillana, S.N. y Rinaldi, C.A. 1998a. Paleoambientes sedimentarios de la Aloformación La Meseta (Eoceno), isla Marambio (Seymour), Antártida. *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 464, 1-51.
- Marenssi S. A., Santillana, S. N. y Rinaldi, C. A., 1998b. Stratigraphy of the La Meseta Formation (Eocene), Marambio (Seymour) Island, Antarctica. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 5:137-146.
- Montes, M., Nozal, F., Santillana, S., Marenssi, S., Olivero, E., & Maestro, A. 2007. Nuevo mapa geológico escala 1: 20.000 de la Isla Marambio (mar de Weddell, Antártida). In: *Actas del VI Simposio Argentino y III Latinoamericano sobre Investigaciones Antárticas CD-ROM. Resumen Expandido*: Vol. 8.