

Holoturoideos (Echinodermata: holothuroidea) de playas rocosas, zona norte de Bahía de Banderas, Nayarit, México

Carlos Santos-Beltrán* & Patricia Salazar-Silva*

Resumen

Holoturoideos (Echinodermata: holothuroidea) de playas rocosas, zona norte de Bahía de Banderas, Nayarit, México. *Las playas de Bahía de Banderas tienen áreas rocosas habitadas por diversos invertebrados, entre ellos los pepinos de mar u holoturoideos, sin embargo los estudios de la fauna local son escasos y muchos de ellos no publicados. Con el propósito de conocer la composición de especies de holoturoideos presentes en las playas rocosas de la zona norte de Bahía de Banderas se realizaron recolectas en la zona intermareal de seis playas. Los organismos se recolectaron manualmente durante la marea baja, se fotografiaron y examinaron en vivo. Se recolectaron 207 organismos correspondientes a dos órdenes, tres familias y 12 especies, punta de Mita fue la playa con mayor riqueza de especies. Se presenta una clave taxonómica que facilitará el reconocimiento de las especies en futuros trabajos ecológicos o pesqueros de las poblaciones de pepinos de mar en la costa de la Riviera de Nayarit.*

Palabras clave: taxonomía, oscículos, Aspidochirotida, Dendrochirotida, Pacífico mexicano.

Abstract

Holothuroids (Echinodermata: holothuroidea) from rocky beaches, North of Banderas Bay, Nayarit, Mexico. *In addition to its touristic importance, the beaches of Bahia de Banderas have rocky areas inhabited by various invertebrates, including sea cucumbers or holothuroids. However, local faunal studies are scarce and many of them unpublished. In order to know the composition of holothuroid species present in the rocky beaches of the north of Bahia de Banderas, collections were conducted in the intertidal zone of six beaches. The organisms were collected manually at low tide, photographed and examined alive, fixed with solution of 10% formaldehyde and preserved in 70% alcohol. A total of 207 specimens were examined belonging to two orders, three families and 12 species, Punta de Mita beach was found to have the largest species richness. We present a taxonomic key that will facilitate the recognition of the species in future ecological or fishery studies of sea cucumbers of Nayarit coast.*

Key words: taxonomy, ossicles, Cucumariidae, Sclerodactylidae, Mexican Pacific.

Introducción

Los pepinos de mar son organismos invertebrados que pertenecen al Phylum Echinodermata y a la Clase Holothuroidea. Constituyen un grupo altamente diversificado con representantes tanto en los fondos marinos someros como en la trinchera abisales (Jamieson *et al.* 2011). La mayoría de las especies son bentónicas, habitan fondos de arena, entre rocas, pastos marinos y en arrecifes de coral. Los

holoturoideos se distinguen de otros equinodermos como los ofiuros, estrellas de mar y erizos por presentar una simetría bilateral en su estado adulto, carecer de brazos y tener la boca y ano en los extremos opuestos (Hendler *et al.* 1995), así como por su endoesqueleto formado por pequeñas placas llamadas oscículos de naturaleza calcárea y forma variada (Solís-Marín *et al.* 2009).

* Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit. Crucero a punta de Mita s/n C.P. 63732 Bahía de Banderas, Nayarit.
Correos electrónicos: charles12_biologydamar@hotmail.com, salazarsilva01@yahoo.com.mx

A nivel mundial, la clase Holothuroidea está representada por aproximadamente 25 familias, 199 géneros y 1400 especies (Solís-Marín *et al.* 2009). Para México se han registrado 111 especies y el área más estudiada es el Golfo de California, el cual cuenta con el 50% de las especies (Buitrón & Solís-Marín 1993, Solís-Marín *et al.* 2009). Para el Pacífico Mexicano, Honey-Escandón *et al.* (2008) registraron 46 especies de pepinos de mar, 17 de ellas para Nayarit. Para la Bahía de Banderas, el estudio más reciente es el de Ríos-Jara *et al.* (2008) quienes registraron en la Isla Isabel 10 especies.

Los holoturoideos se consideran principalmente como alimentadores de depósito o sedimentívoros por ingerir con sus tentáculos orales el sedimento y digerir el detritus y los microorganismos presentes en éstos. De esta manera su importancia ecológica radica en la remoción de los sedimentos, aprovechamiento de la materia orgánica y reciclamiento de los componentes químicos de la misma dentro de los ecosistemas (Coulon & Jangoux, 1993, Ruiz *et al.* 2007). Por otro lado, los holoturoideos también forman parte de las interacciones biológicas dentro de los ecosistemas participando como hospederos de protozoarios, copépodos, cangrejos, almejas, caracoles y hasta peces que se refugian en su interior (Hendler *et al.* 1995). Actualmente, los holoturoideos son de interés en la biomedicina como fuentes de compuestos con actividad antitumoral, antiviral, anti-coagulante y antimicrobiana (Pérez-Ruzafa & Marcos-Diego 1985, Kelly 2005).

En países asiáticos como Japón y China los pepinos de mar son un recurso pesquero importante, pero actualmente se considera como sobreexplotado y su pesquería en declinación. Lo anterior ha promovido su importación y con ello la pesca furtiva de las especies locales (Eriksson *et al.* 2011, Espinoza-Tenorio *et al.* 2012). En México, la pesquería de pepinos de mar inició a fines de los años 80 y actualmente se sostiene principalmente de las especies *Isostichopus fuscus* y *Parastichopus parvimensis*, la primera con categoría de especie amenazada por la NOM-059-ECOL-2001. Actualmente el recurso se considera en riesgo de agotamiento lo que ha propiciado su

búsqueda en nuevas zonas entre ellas Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Sonora (Espinoza-Tenorio *et al.* 2012).

El presente trabajo forma parte de un estudio de los invertebrados de playas rocosas de Bahía de Banderas, aquí se reportan solo los resultados obtenidos para los Holoturoideos, se incluye una lista de especies y una clave taxonómica, las cuales facilitarán la identificación de las especies en futuros estudios de su distribución y abundancia.

Material y métodos

La Bahía de Banderas se localiza en la Ecoregión marina Pacífico transicional mexicano y Golfo de California, la cual abarca los estados de Nayarit y Jalisco (20° 25' y 20° 49' N y 105° 33' y 105° 41' O), forma parte del área prioritaria para la conservación 27 (APC27) por ser sitio de reproducción de la ballena jorobada, anidación de tortugas y límite de distribución de aves (Morgan *et al.* 2005). La Bahía de Banderas es un cuerpo de agua abierto, de forma semicircular, aproximadamente de 43 km en su parte más larga (Norte-Sur), con casi 37 km (Este-Oeste), un área superficial de 963 km² y una extensión total de costa de 111.2 km. Es afectada por la corriente de California (de aguas frías y baja salinidad), la corriente Norecuatorial y por aportes de aguas cálidas del Golfo de California (Álvarez & Gaitán 1994).

Bahía de Banderas se considera como una de las bahías del litoral centro-occidente del Pacífico Mexicano más grandes, cuenta con playas y atractivos paisajes que han propiciado el desarrollo de la actividad turística, sus playas rocosas son sitios de colonización, hábitat temporal y permanente de una gran variedad de invertebrados y por ello sitios de descanso y alimentación de aves (Salazar-Silva 2011).

Los muestreos se realizaron de febrero a octubre del 2009 en seis playas rocosas de la costa norte de la Bahía de Banderas (Tabla 1). Los organismos se recolectaron a lo largo de transectos de 25 m, perpendiculares a la línea de costa, ubicados en la zona entre mareas, durante el periodo de marea baja para optimizar el esfuerzo de muestreo.

Tabla I. Sitios de muestreo en la Zona Norte de Bahía de Banderas, Nayarit

Localidad	Posición geográfica	
	Latitud	Longitud
Punta de Mita (PM)	20° 46' 09.6" N	105° 31' 17.6" O
Playa la Lancha (PLA)	20° 45' 34.7" N	105° 29' 19.2" O
Playa la Manzanilla (PLM)	20° 44' 35.0" N	105° 23' 14.8" O
Playa del CRIP (PC)	20° 44' 43.9" N	105° 22' 58.9" O
Punta Pelicanos (PP)	20° 45' 04.3" N	105° 22' 25.7" O
El Tizate (TZ)	20° 45' 31.3" N	105° 21' 56.9" O

En cada sitio los organismos se contabilizaron y se recolectaron ejemplares para examinarse en el laboratorio de zoología del Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, donde se depositaron en peceras con agua de mar, se fotografiaron y caracterizaron en vivo. Para la observación de los oscículos, se realizaron con un bisturí pequeños cortes de tejido de la superficie dorsal y ventral. Cada corte se puso en una gota de cloro comercial para degradar el tejido, después de cinco minutos, se elaboraron preparaciones para su observación en el microscopio compuesto y se fotografiaron los diferentes tipos de oscículos observados. Previo a la fijación, los organismos se relajaron con Cloruro de Magnesio disuelto en agua de mar o cristales de Mentol por un lapso de 5 a 10 minutos, posteriormente los organismos

se fijaron con formol al 10%. Finalmente los organismos se preservaron en alcohol al 70% y se depositaron en la Colección Biológica del Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas. Las especies se identificaron con apoyo de las claves de Solís-Marín *et al.* (2009).

Resultados

Se recolectaron un total de 207 organismos pertenecientes a dos órdenes, tres familias y 12 especies. *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* Semper, 1868 y *Pseudocnus californicus* (Semper, 1868) estuvieron presentes en todos los sitios mientras que *Labidodemas americanum* Deichmann, 1938 y *Holothuria (Platyperona) difficilis* Semper, 1868 se encontraron sólo en Punta de Mita (Tabla 2).

Tabla II. Distribución de las especies en los sitios de muestreo.

Especies colectadas en Bahía de Banderas	PM	LA	LM	PC	PP	TZ
<i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i> Semper, 1868	•	•	•	•	•	•
<i>Holothuria (Platyperona) difficilis</i> Semper, 1868	•					
<i>Holothuria (Mertensiothuria) hilla</i> Lesson, 1830	•			•		
<i>Holothuria (Semperothuria) imitans</i> Ludwig, 1875	•		•	•		•
<i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i> (Forskl, 1775)	•		•	•	•	
<i>Holothuria (Halodeima) inornata</i> Semper, 1868	•	•	•	•	•	
<i>Holothuria (Halodeima) kefersteini</i> (Selenka, 1867)	•		•		•	
<i>Holothuria (Selenkothuria) lubrica</i> Selenka, 1867	•	•		•	•	•
<i>Holothuria (Selenkothuria) portovallartensis</i> Caso, 1954	•		•	•	•	•
<i>Labidodemas americanum</i> Deichmann, 1938	•					
<i>Pseudocnus californicus</i> (Semper, 1868)	•	•	•	•	•	•
<i>Afrocucumis ovulum</i> (Selenka, 1867)	•	•		•		

Abreviaturas: PM, Punta de Mita; LA, Playa la Lancha; LM, la Manzanilla; PC, Playa de CRIP; PP, Punta Pelicanos; TZ, Tizate.

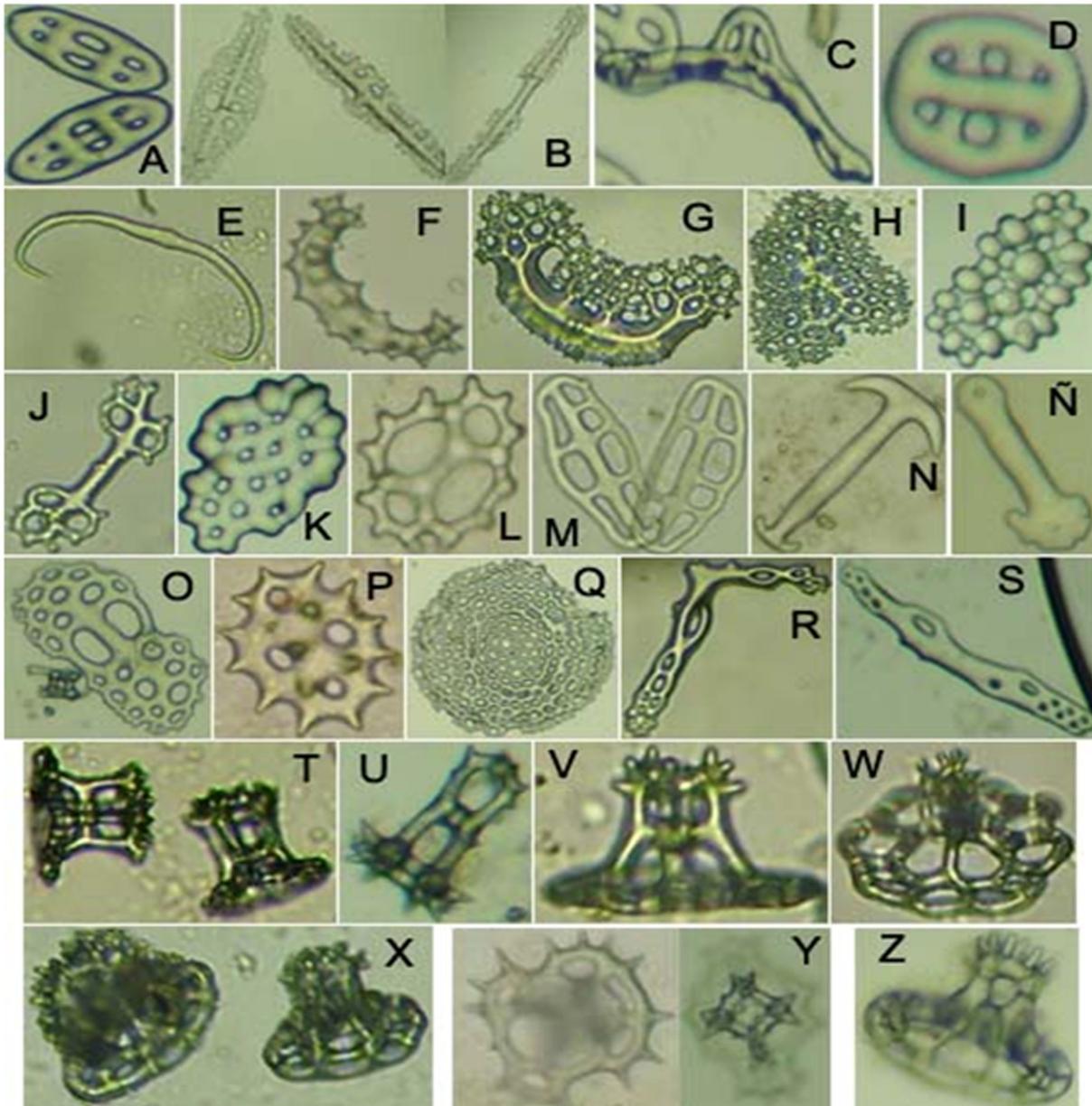


Figura 1. Tipos de Oscículos, A) botón, B) botones alargados, C) tablas de soporte, D) botón redondo, E) en forma de "C", F) barrote espinoso, G) placoideas, H) trirradiados, I) botón abollonado, J) barrotes, K) placa abollonada, L) formación de la placa, M) botones deformes, N) ancla, Ñ) gránulos miliares, O)placa perforada, P) placa abollonada, Q) estructura calcárea, R-S) vara o barra, T-Z) tablas.

Discusión

Los holoturoideos del Pacífico mexicano exhiben una riqueza de 46 especies y registro en nueve de sus entidades federativas (Honey-Escandón *et al.* 2008). Para Nayarit, el mayor conocimiento es para las Islas Isabel e Isla Marietas. Para Isla Isabel, Ríos-Jara *et al.* (2008) registraron diez especies de holoturoideos, cuatro de sitios submareales y seis de sitios intermareales, cinco de esas especies también estuvieron presentes en

este estudio (*Holothuria (Halodeima) kefersteini* (Selenka, 1867); *Holothuria (Semperothuria) imitans* Ludwig, 1875; *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* Semper, 1868; *Holothuria (Thymiosycia) impatiens* (Forskål, 1775); *Holothuria (Mertensiothuria) hilla* Lesson, 1830. Para las Islas Marietas (CONANP-SEMARNAT, 2007) registraron 11 especies, seis de ellas registradas en el presente estudio (*Labidodemas americanum* Deichmann, 1936;

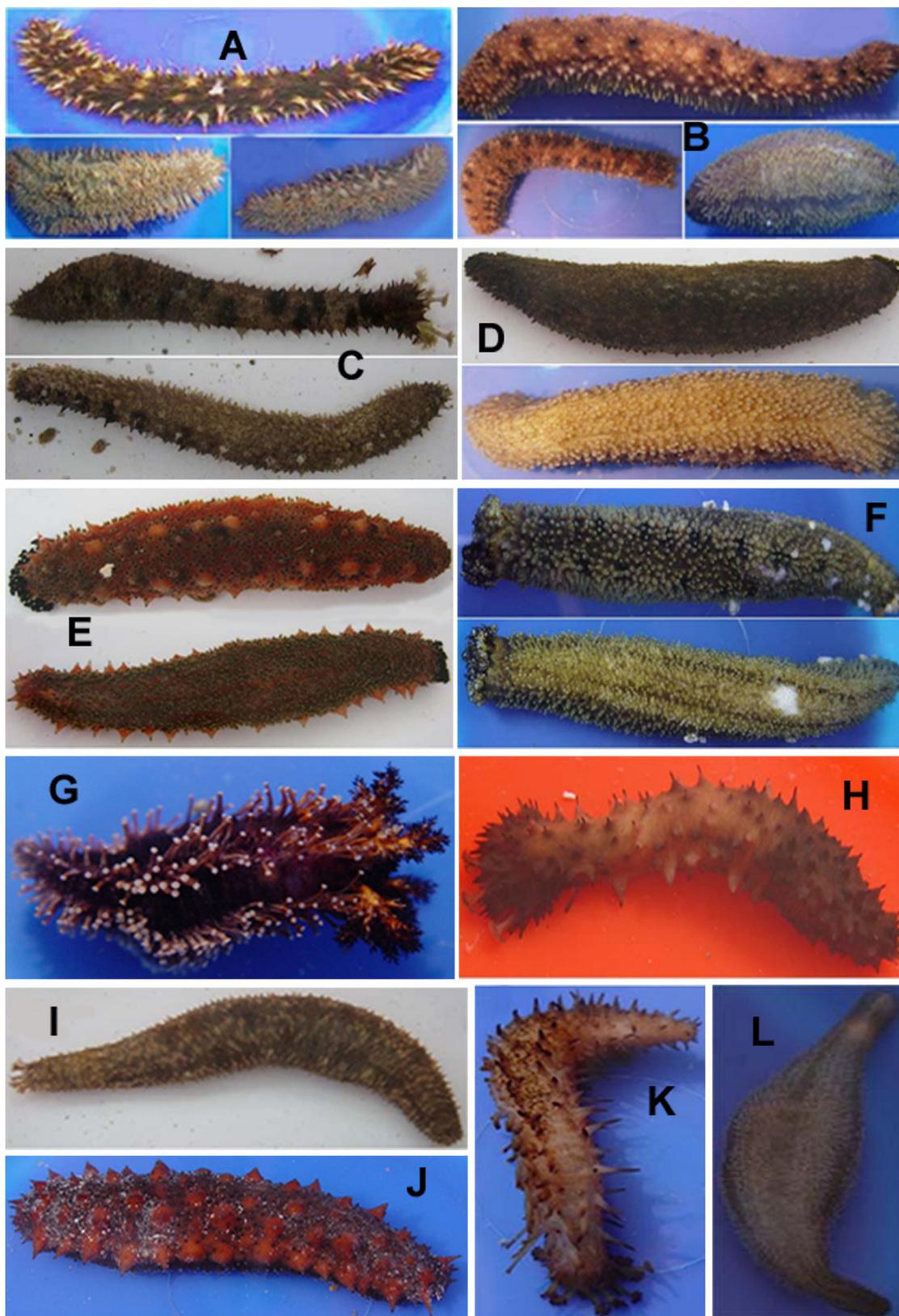


Figura 2. A) *Holothuria (Mertensiothuria) hilla*. B) *Holothuria (Semperothuria) imitans*. C) *Holothuria (Thymiosycia) impatiens*. D) *Holothuria (Selenothuria) portovallartensis*. E) *Holothuria (Halodeima) kefersteini*. F) *Holothuria (Selenothuria) lubrica*. G) *Pseudocnus californicus*. H) *Holothuria (Platyperona) difficilis*. I) *Holothuria (Thymiosycia) arenicola*. J) *Holothuria (Halodeima) inornata*. K) *Labidodemus americanum*. L) *Afrocumis ovulum*.

Holothuria (Semperothuria) imitans Ludwig, 1875; *Holothuria (Halodeima) kefersteini* (Selenka, 1867); *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* Semper, 1868; *Holothuria (Thymiosycia) Impatiens* (Forskal, 1775); *Pseudocnus californicus* (Semper, 1868).

Las 12 especies de holoturoideos encontradas en las playas rocosas de Bahía de Banderas son evidencia de su riqueza de especies e importancia como hábitat de invertebrados.

Holothuria (Thymiosycia) arenicola Semper, 1868 estuvo presente en todos los sitios de este estudio y también ha sido registrada para las Islas Isabel y Marietas (Rios-Jara *et al.* 2008) por lo que puede considerarse como una especie de amplia distribución tanto en zonas intermareales como submareales someras de la costa de Nayarit. *Pseudocnus californicus* (Semper 1868) registrada hasta Oaxaca por Honey-Escandón *et al.* (2008) también estuvo presente en todos los sitios de muestreo aunque para Nayarit sólo había sido registrada para las Islas Marietas (CONANP-SEMARNAT 2007). *Afrocucumis ovulum* (Selenka, 1867) y *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 no habían sido previamente registradas para Nayarit por lo que su presencia en varios de los sitios de muestreo representan los primeros registros para la zona.

Holothuria (Platyperona) difficilis Semper, 1868 y *Labidodemas americanum* Deichmann, 1938 presentaron una distribución restringida, sólo estuvieron presentes en Punta Mita, un sitio con arena de origen coralino y fragmentos de rocas. Anteriormente, *Holothuria (Platyperona) difficilis* fue registrada en las Islas Marietas y en las Islas Isabel (CONANP-SEMARNAT 2007, Rios-Jara *et al.* 2008).

Las especie de mayor tamaño fue *Holothuria (Halodeima) inornata* Semper, 1868 de hasta 30 cm de largo y 7 de ancho, su distribución abarca la mayoría de los sitios de muestreo, y esta especie no había sido registrada para Nayarit. En Punta Mita, se ha observado que la especie es extraída de zonas submareales en javas y arpillas por los pescadores de langosta, posiblemente por su tamaño similar al de *Isostichopus fuscus* Ludwig 1875.

En el sitio de Punta de Mita se observaron las 12 especies identificadas en este estudio, la menor riqueza de especies ocurrió en los sitios Tizate y la Lancha, cada uno con cinco especies. Todos los sitios de muestreo forman parte de playas con diferente intensidad turística y a pesar de ello aun son habitadas por diversos invertebrados, entre ellos los Holoturoideos.

Listado sistemático de Holoturoideos de la Bahía de Banderas, Nayarit.

Phyllum Echinodermata de Brugiére, 1791

Clase Holothuroidea de Blainville, 1834

Orden Dendrochirotida Grube, 1840

Familia Cucumariidae Ludwig, 1894

Género *Pseudocnus* Panning, 1849

Pseudocnus californicus (Semper, 1868)

Familia Sclerodactylidae Panning, 1949

Género *Afrocucumis* Deichmann 1944

Afrocucumis ovulum (Selenka, 1867)

Orden Aspidochirotida Grube, 1840

Familia Holothuriidae Ludwig, 1894

Género *Holothuria* Linnaeus, 1767

Holothuria (Halodeima) inornata Semper, 1868

Holothuria (Halodeima) kefersteini (Selenka, 1867)

Holothuria (Mertensiothuria) hilla Lesson, 1830

Holothuria (Platyperona) difficilis Semper, 1868

Holothuria (Selenkothuria) lubrica Selenka, 1867
Holothuria (Selenkothuria) portovallartensis Caso, 1954
Holothuria (Semperothuria) imitans Ludwig, 1875
Holothuria (Thymiosycia) arenicola Semper, 1868
Holothuria (Thymiosycia) impatiens (Forsk., 1775)

Género *Labidodemas* Selenka, 1867
Labidodemas americanum Deichmann, 1938

Clave de identificación de Holoturoideos de la Bahía de Banderas, Nayarit

- 1 Tentáculos pinnados, músculos retractores presentes, oscículos en forma de botones abollonados y placas perforadas Orden Dendrochirotida
- Tentáculos en forma de escudo, músculos retractores ausentes, oscículos generalmente en forma de tablas..... Orden Aspidochirotida

Claves de identificación para las familias del orden Dendrochirotida

- 1 Tentáculos orales dispuestos en un círculo; pies ambulacrales distribuidos en hileras sobre los ambulacros; anillo calcáreo simple..... Familia Cucumariidae
 ...Cuerpo de forma cilíndrica, pies ambulacrales gruesos y tubulares, dispuestos en cinco hileras dobles, oscículos en forma de botones abollonados..... *Pseudocnus californicus* (Fig. 2G)
- Tentáculos dispuestos en dos círculos; pies ambulacrales en los radios e interradios, anillo calcáreo con prolongaciones posteriores largas y lisas..... Familia Sclerodactylidae
 ...Cuerpo en forma de "U", oscículos en forma de placas perforadas con disco irregular más o menos ramificado con bordes espinados, coloración púrpura clara, más oscura en los extremos *Afrocucumis ovulum* (Fig. 2L)

Claves de identificación para las familias del orden Aspidochirotida

- 1 Cuerpo cilíndrico o subcilíndrico, oscículos de forma variada no en forma de S o C, gónadas en un solo penacho, con órganos de cuvier
 Familia Holothuriidae
 ...Cuerpo traslúcido; apariencia gelatinosa y suave; papilas cónicas con punta aguda larga formando cuatro hileras bien definidas, pies ambulacrales formando dos hilera dobles, oscículos en forma de tablas con disco irregular, espira reducida..... *Labidodemas americanum* (Figura 2K)
- Cuerpo no traslúcido, no gelatinoso; rugoso; papilas de otra forma y en otro arreglo, pies ambulacrales numerosos en otro arreglo; oscículos en forma de bastones y tablas..... 2
- 2 (1) Piel blanda, papilas cónicas con punta larga 3
- Piel dura y áspera, papilas cortas y gruesas 4
- 3(2) Papilas cónicas, formando cuatro hileras, pies ambulacrales formando cuatro bandas amplias, tres interradios angostos; oscículos en forma de botones irregulares con orificios alargados *Holothuria (Thymiosycia) hilla* (Fig. 2A)

- Papilas cónicas dispersas, pies ambulacrales no forman bandas, interrrios no definidos, oscículos en forma de tablas con espira alta circular y bordes lisos u ondulados con abundantes espinas en la cúspide, placas abollonadas *Holothuria (Platyperona) difficilis* (Fig. 2H)
- 4 (2) Cuerpo subcilíndrico, apariencia aplanada, con verrugas en el dorso 5
 - Cuerpo cilíndrico, sin apariencia aplanada, sin verrugas en el dorso 6
- 5(4) Papilas cónicas dispersas, dorso sin manchas oscuras; pies ambulacrales no distribuidos en bandas; interrrios poco definidos; oscículos en forma de tablas con disco espinoso pequeño, espira alta con espinas marginales en la cúspide, barrotes con perforaciones en las puntas *Holothuria (Halodeima) inornata* (Fig. 2J)
 - Papilas cónicas formando cuatro hileras longitudinales; manchas oscuras en el dorso formando dos hileras paralelas; pies ambulacrales numerosos, dispuestos en cuatro bandas, interrrios definidos angostos; oscículos en forma de placas perforadas, tablas de disco pequeñas con espinas marginales, espiras con espinas en la cúspide y barrotes curvos con perforaciones terminales..... *Holothuria (Halodeima) kefersteini* (Fig. 2E)
- 6(4) Pies ambulacrales no forman bandas definidas, interrrios no definidos..... 7
 - Pies ambulacrales formando bandas, interrrios definidos 8
- 7 (6) Región dorsal sin manchas oscuras; oscículos abundantes, en forma de tablas con espira pequeña, pilares convergentes, pocas espinas en la cúspide, 4 orificios centrales grandes y orificios marginales, botones chicos redondeados de 6 a 8 orificios..... *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* (Fig. 2I)
 - Región dorsal con manchas como lunares, separadas entre si, formando dos hileras longitudinales, oscículos no tan abundantes, en forma de tablas con un orificio central y orificios marginales redondeados y abundantes, espinas en los bordes de la cúspide; botones con 6 a 10 orificios.....*Holothuria (Thymiosycia) impatiens* (Fig. 2C)
- 8 (6) superficie dorsal con manchas oscuras formando dos hileras longitudinales, paralelas; pies ambulacrales abundantes dispuestos en cuatro bandas definidas, tres interrrios angostos; oscículos en forma de tablas con pilares paralelos con espinas marginales, la base del disco gruesa y estrellada en forma de cruz maltesa y botones alargados..... *Holothuria (Semperothuria) imitans* (Fig. 2B)
 - Superficie dorsal sin manchas formando hileras paralelas 9
- 9 (8) Superficie dorsal con papilas cilíndricas, gruesas; pies ambulacrales color verde-oscuro, formando cuatro bandas longitudinales anchas; dos interrrios laterales, definidos angostos; oscículos en forma de barrotes..... *Holothuria (Selenkothuria) lubrica* (Fig. 2F)
 - Papilas dorsales incospicuas, de similar tamaño en los costados; pies ambulacrales formando tres bandas, interrrios laterales poco visibles; oscículos en forma de barras trirrriadas, y placoides*Holothuria (Selenkothuria) portovallartensis* (Fig. 2D)

Agradecimientos

La recolecta de los especímenes formó parte del proyecto 2353.09-P "Inventario de invertebrados de la zona intermareal rocosa, de la Bahía de Banderas, Nayarit: Equinodermos, Poliquetos y Anémonas" financiado por la DGEST. Al Dr. Francisco A. Solís-Marín por el préstamo del manuscrito inicial del libro "Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California" el cual facilitó la identificación de las especies de este trabajo. Al Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas Nayarit por el espacio otorgado para la realización del trabajo de tesis del primer autor.

Referencias

- Álvarez, A., & J. M. Gaitán. 1994. Lagunas costeras y el litoral Mexicano; geología. *In*: De la Lanza, G. y C. Cáceres (eds.). Lagunas costeras y el litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México, 13-74.
- Buitrón, B.E. & F.A. Solís Marín (1993). La biodiversidad de los equinodermos fósiles y recientes de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Vol. esp (XLIV) Diversidad Biológica en México.* 209-231.
- CONANP-SEMARNAT, 2007. Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Islas Marietas, 2007. México, 155 pp.
- Coulon, P. & M. Jangoux. 1993. Feeding rate and sediment reworking by the Holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 201-204.
- Espinoza-Tenorio, A., D. Pech, J. Ramos & A. Peña-Puch. 2012. Una radiografía antes de decidir: el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. *Investigación Ambiental*, 4(1): 45-50.
- Eriksson, H., G. Robinson, M. J. Slater & M. Troell. 2011. Sea Cucumber Aquaculture in the Western Indian Ocean: challenges for sustainable Livelihood and stock Improvement. *Ambio*, 41(2): 109-121.
- Hendler, G., Miller, J. E. Pawson, D. L. & Kier, P. M., 1995. Sea stars, sea urchins & allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean. Smithsonian institution press, Washington. 390 pp.
- Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín & A. Laguarda-Figueroas. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 56(3): 57-73.
- Jamieson, A. J., T. Gebruk, M. Fujii & M. Solan. 2011. Functional effects of the hadal sea cucumber *Elpidia atakama* (Echinodermata: Holothuroidea, Elaspodida) reflect small-scale patterns of resource availability. *Marine Biology*, 158:2695-2703.
- Kelly, M. S. 2005. Echinoderms: their culture and bio-active compounds. *Progress in Molecular and Subcellular Biology* 39:139-65.
- Morgan, L., S. Maxwell, F. Tsao, T. A. C. Wilkinson & P. Etnoyer. 2005. Áreas prioritarias marinas para la conservación, Baja California al mar de Bering. Comisión para la Cooperación ambiental y Marine Conservation Biology Institute. Montreal.
- Pérez-Ruzafa, A. & C. Marcos Diego, 1985. Técnicas de recolección y estudio de la clase Holothuroidea. I. Generalidades, sistemática, ecología, biología, y comportamiento. *Anales de Biología, (Biología Animal)*, 3: 13-35.
- Ríos-jara, E., C. M. Galván-Villa & F. A. Solís-Marín. 2008. Equinodermos del parque Nacional Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79 (1): 131-141.
- Ruíz, J. F, C. M. Ibáñez & C. W. Cáceres. 2007. Morfometría del tubo digestivo y alimentación del pepino del mar *Athyonidium Chilensis* (Semper, 1868) (Echinodermata: Holothuroidea). *Revista de Biología Marina y Oceanología*, 42(3): 269-274.
- Salazar-Silva, A. 2011. Invertebrados de la franja intermareal de las playas de Bahía de Banderas, Nayarit *In*: Memoria del IV Encuentro Nacional de Profesionales de la Investigación y Desarrollo Tecnológico, Delfin, CONACYT, UAN.
- Solís-Marín, F.A., J. A. Arriaga-Ochoa, A. Laguarda-Figueroas, S. C. Frontana-Urbe, & A. Durán-González, 2009. Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California. CONABIO, ICMYL-UNAM, México, Distrito Federal, 177 pp.

Recibido: 14 de marzo de 2012

Aceptado: 14 de agosto de 2013