

ARTÍCULO ORIGINAL

EQUINODERMOS DEL POLÍGONO ARRECIFAL TUXPAN, ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA, MÉXICO

Echinoderms of the Tuxpan reef polygon, Flora and Fauna Protection Area, Mexico

Vicencio de la Cruz-Francisco¹, Itzel Morales-Quijano¹, Marlene González-González¹.

¹ Carrera de Biología Marina,
Facultad de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias,
Campus Tuxpan.
Universidad Veracruzana.
Carr. Tuxpan-Tampico
Km 7.5, 92850, Tuxpan,
Veracruz, México.

* Autor para correspondencia:
delacruz17hotmail.com

Recibido: 29.6.2017

Aceptado: 18.10.2017

RESUMEN

Recientemente la fauna de equinodermos fue catalogada en el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT), sin embargo faltaron por ser explorados los arrecifes del polígono Tuxpan, por lo que el objetivo del presente trabajo fue registrar la riqueza de especies de los arrecifes Tanhuijo, Enmedio y Tuxpan a fin de completar la lista faunística de equinodermos del SALT. Entre el 2015-2016 se realizaron muestreos en la planicie arrecifal y en las pendientes de sotavento y barlovento revisando minuciosamente varios hábitats bentónicos: corales masivos, montículos de coral muerto con algas, debajo de rocas, arena con escombros y pastos marinos, así también en macroalgas y esponjas. Se registraron un total de 40 especies de equinodermos, las clases más representativas en número de especies fueron Ophiuroidea y Echinoidea con 14 y 11 especies respectivamente. Al menos el 67.5% de las especies se registraron en los tres arrecifes estudiados. Se registró mayor riqueza de equinodermos en el arrecife Enmedio con 39 especies. En general, los hábitats más comunes donde se observaron equinodermos fueron en corales masivos, rocas coralinas con algas y debajo de rocas. Se añaden nueve registros más a la fauna de equinodermos del SALT, incrementándose el listado sistemático a 51 especies para la zona norte de Veracruz. En el SALT, los equinodermos constituyen el tercer grupo faunístico mejor estudiado después de peces y corales

PALABRAS CLAVE: lista faunística, asociaciones ofiuras-esponjas, hábitats bentónicos, Veracruz.

ABSTRACT

The fauna of echinoderms was cataloged recently in the Lobos-Tuxpan Reef System (SALT). However, there is a lack of exploration for the reefs of the polygon Tuxpan. Hence, the objective of this work was to register the species richness of the reefs Tanhuijo, Enmedio and Tuxpan in order to complete the faunistic list of echinoderms of SALT. Samples were carried out on the reef plain, on the leeward and windward slopes between the years 2015-2016. It was reviewed meticulously several benthic habitats: massive corals, mounds of dead coral with algae, under rocks, sand with debris and seagrass, as well as macroalgae and sponges. A

total of 40 species of echinoderms were recorded, the most representative classes in number of species were Ophiuroidea and Echinoidea with 14 and 11 species respectively. At least 67.5% of the species were recorded in the three reefs studied. A high richness in the Enmedio Reef was registered with 39 species. Overall, the fauna of echinoderms was common to find in areas of massive corals, coral rocks with algae and under rocks. Nine records are added to the SALT echinoderm fauna, increasing the systematic list to 51 species for the northern area of Veracruz. The echinoderms constitute the third faunistic group better studied in the SALT, after fish and corals.

KEY WORDS: *faunistic list, sponges-ophiuroids associations, benthic habitats, Veracruz.*

INTRODUCCIÓN

La diversidad de equinodermos en México es de 643 especies, cifra que representa aproximadamente el 10% del total mundial, siendo la región del golfo de México la de mayor riqueza al presentar 292 especies, destacando la Clase Asteroidea y Ophiuroidea como las más diversas en especies (Solís-Marín *et al.*, 2014). En esta provincia geográfica, la riqueza de equinodermos se ha citado de manera específica para los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán, información que deriva de registros y especímenes depositados en colecciones científicas (Durán-González *et al.*, 2005; Laguarda-Figueras *et al.*, 2005; Solís-Marín *et al.*, 2007; Hernández-Herrejón *et al.*, 2008).

Particularmente para las costas de Veracruz se han reportado 116 especies de equinodermos (Solís-Marín *et al.*, 2007), información que se ha incrementado con la adición de tres nuevos registros: *Lissothuria antillensis* (Arriaga-Ochoa *et al.*, 2012), *Rhynobrissus cuneus* (Martínez-Melo *et al.*, 2014) y *Ophioblenna antillensis* (Solís-Marín *et al.*, 2015). Estudios

específicos han reportado la presencia de equinodermos para intermareales rocosos como en Montepío (Vassallo *et al.*, 2014) y El Pulpo (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2017). Asimismo, en los arrecifes coralinos del estado existe un amplio conocimiento, los primeros reportes de equinodermos comenzaron en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) mismo que actualmente presenta un registro de 46 especies (Solís-Marín *et al.*, 2007). Hacia el sur de Veracruz, las listas faunísticas indican la existencia de 25 especies en los arrecifes Los Tuxtlas (González-Gándara *et al.*, 2015).

Hacia el norte de Veracruz, en el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT) también se ha catalogado la fauna de equinodermos, información que deriva de varias contribuciones realizadas hace varias décadas por Rigby y McIntire (1966), Chávez *et al.* (1970) y Tunnell Jr. *et al.* (2007), el inventario más reciente es realizado por González-Gándara *et al.* (2015) y reportan 34 especies, pero los registros corresponden para los arrecifes Lobos, Blanquilla y Medio, por lo que aún se desconoce la riqueza de los demás arrecifes que conforman el SALT, por ello el objetivo del presente estudio fue determinar la composición de equinodermos de los arrecife Tanhuijo, Enmedio y Tuxpan a fin de completar la lista faunística de los equinodermos del SALT.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio. El Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan (SALT) fue decretado como Área de Protección de Flora y Fauna en el 2009 por orden presidencial y publicado en el Diario Oficial de la Federación y está conformado por dos polígonos de protección (SEMANART y CONANP, 2014). El polígono Lobos lo compone tres arrecifes

coralinos emergentes: Lobos, Medio y Blanquilla, mientras el polígono Tuxpan lo conforman tres arrecifes emergentes: Tanhuijo, Enmedio, Tuxpan y el arrecife sumergido Pantepec, además a este polígono se ha cartografiado otro arrecife sumergido nombrado Oro Verde (Fig. 1).

Se efectuaron un total de 22 expediciones principalmente en el polígono Tuxpan, por ser el sistema arrecifal más cercano al puerto de Tuxpan (Fig. 1), no obstante, se realizó mayor esfuerzo de muestreo en el arrecife Enmedio (periodos abril-noviembre 2015 y abril-mayo 2016). De manera ocasional se exploraron en tres muestreos

los arrecifes Tanhuijo (agosto 2015) y en dos muestreos el arrecife Tuxpan (abril 2015 y mayo 2016). Los muestreos se realizaron con equipo de buceo autónomo para las zonas profundas, las inmersiones abarcaron profundidades de 2-20 m y para las áreas someras se utilizó equipo de buceo libre. Debido a que los equinodermos ocupan distintos hábitats, la búsqueda consistió en revisar en diferentes ambientes, los cuales se tipificaron según el tipo de sustrato: a) en oquedades de corales masivos, b) en montículos de roca carolina con algas, c) debajo de rocas, d) en arena y escombros, e) en praderas de *Thalassia testudinum*,

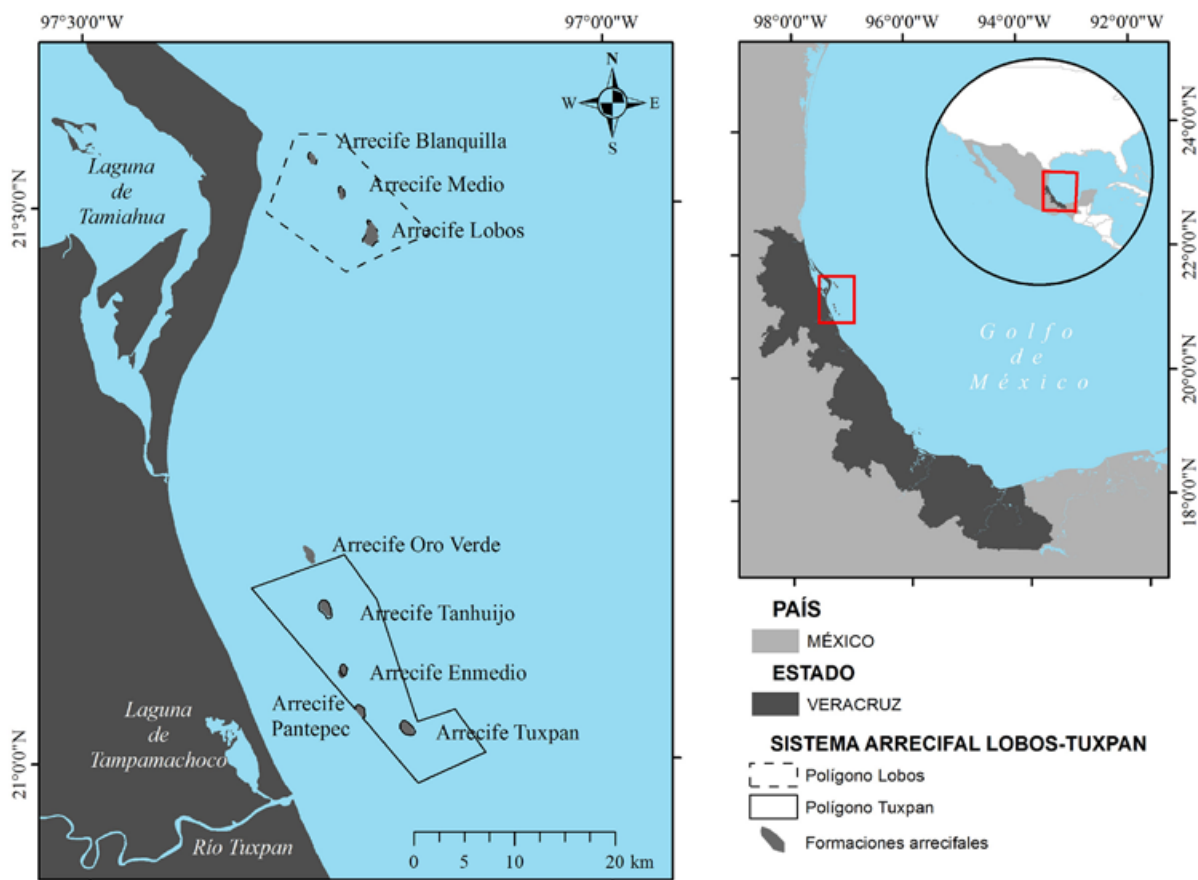


Fig. 1. Localización geográfica de los arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tuxpan, pertenecientes al polígono Tuxpan, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan.

adicionalmente se realizaron recolectas de macroalgas y esponjas dado que también suelen encontrarse pequeños holotúridos y ofiuras.

Los equinodermos fueron identificados en campo hasta nivel de especie basándose en las características morfológicas y patrones de coloración, para ello se emplearon guías de identificación y catálogos de equinodermos (Hendler *et al.*, 1995; Humann y Deloach, 2002, Hernández-Herrejón *et al.*, 2008; Benavides-Serrato *et al.*, 2011; Borrero-Pérez *et al.*, 2012). Las especies que no pudieron ser identificadas *in situ* se recolectaron para su posterior identificación en el laboratorio, para esto se utilizaron las literaturas de Laguarda-Figueras *et al.* (2005), Solís-Marín *et al.* (2007), Hernández-Herrejón *et al.* (2008), Pawson *et al.* (2010), Benavides-Serrato *et al.* (2011), Borrero-Pérez *et al.* (2012) y Prata *et al.* (2014). Todo el material recolectado se depositó en la colección de invertebrados de la Universidad Veracruzana.

El listado de las especies de equinodermos se ordenó sistemáticamente con base en los criterios de Pawson *et al.* (2009), además se consultó la World Register of Marine Species (www.marineespecies.org) para actualizar la nomenclatura de los nombres científicos.

RESULTADOS

Se registraron cinco clases de equinodermos en los arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo, 40 especies, 27 géneros y 22 familias. Siendo Ophiuroidea y Echinoidea las que presentaron mayor número de especies con 14 y 11 respectivamente. Se añaden los siguientes nuevos registros para el norte de Veracruz: *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophiolepis paucispina*, *Encope michelini* (Fig. 3O-P), *Pseudotyone belli* (Fig. 4A),

Holothuria (Halodeima) grisea (Fig. 4B), *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* (Fig. 4C), *Holothuria (Thymiosycia) impatiens* (Fig. 4D), *Holothuria (Platyperona) parvula* (Fig. 4E) y *Holothuria (Semperothuria) surinamensis* (Fig. 4F).

Al menos 27 especies de equinodermos se encontraron en los tres arrecifes coralinos estudiados (Tabla 1), lo que significa que el 67.5% de la fauna de equinodermos está presente en los tres arrecifes del polígono Tuxpan. Mientras las especies observadas en un solo arrecife fueron: *Poraniella echinulata* (Fig. 2C), *Mithrodia clavigera* (Fig. 2D), *Ophiactis savignyi*, *Ophiolepis paucispina*, *Mellita quinqueperforata*, *Brissus unicolor*, *P. belli* (Fig. 4A), *H. (Thymiosycia) impatiens* (Fig. 4D), *H. (Semperothuria) surinamensis* (Fig. 4F) y *E. lappa* (Fig. 5B-C). A nivel de arrecife, se registró mayor riqueza de equinodermos en el arrecife Enmedio con 39 especies, mientras el arrecife Tuxpan y Tanhuijo se observaron 29 especies (Tabla 1).

Los hábitats con mayor riqueza de especies fueron: pavimento coralino-algas con 21 especies de equinodermos, le sigue corales masivos y rocas ambos con 17 especies registradas, los hábitats con menor riqueza fueron esponjas y macroalgas con seis y tres especies respectivamente (Tabla 1).

A nivel de especie, *Davidaster rubiginosus* (Figura 2A-B) se observó de manera común en sotavento a partir de los 3 m de profundidad, habitando en las oquedades de pavimento coralino-algas y en grietas de corales masivos (*Orbicella* spp.). Mientras tres especies de asteroideos: *Copidaster lymani* (Fig. 2E-F), *Linckia guildingi* (Fig. 2G-H) y *Coscinasterias tenuispina* (2I-J) fueron encontrados en todos los hábitats bentónicos de la planicie y en las áreas profundas de sotavento y barlovento.



Fig. 2. Especies de crinoideos y ofiuroides de los arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo. A-B. *Davidaster rubiginosus*. C. *Poraniella echinata*. D. *Mithrodia clavigera*. E-F. *Copydaster lymani*. G-H. *Linckia guildingi*. I-J. *Coscinasterias tenuespina*. K. *Ophiocoma echinata*. L. *Ophioderma cinerea*. M. *Ophioderma rubicunda*. N. *Ophionereis reticulata*. Ñ-O. *Ophiotrix suensoni*.

En cuanto a las ofiuras, esencialmente *Ophiocoma* spp. (Fig. 2K), *Ophioderma* spp. (Fig. 2L-M) y *Ophionereis reticulata* (Fig. 2N), se encontraron ocultos debajo de rocas tanto en las áreas someras y profundas de los tres arrecifes explorados, aunque

también se lograron observar en montículos de roca coralina y en grietas de corales masivos. Mientras ofiuras pequeñas como *Ophiactis savignyi*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophiotrix* (*Ophiotrix*) *oerstedii* y *Ophiotrix* (*Acanthophiothrix*) *suensoni*

Tabla 1. Lista sistemática de los equinodermos registrados en el polígono sistema arrecifal Tuxpan. Abreviaturas: Tux. Arrecife Tuxpan, Enm. Arrecife Enmedio, Tnh. Arrecife Tanhuijo, Crls. Corales masivos, Pav. Pavimento con algas, Rc. Debajo de rocas, Arn-Esc. Arena y escombros, Past. Pastos de *T. testudinum*, Macr. Macroalgas, Espj. Esponjas.

| Categorías taxonómicas | Tux | Enm | Tnh | Hábitats bentónicos |
|--|-----|-----|-----|--|
| Clase: Crinoidea | | | | |
| Comasteridae | | | | |
| <i>Davidaster rubiginosus</i> (Pourtalès, 1869) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg |
| Clase Asteroidea | | | | |
| Asteropseidae | | | | |
| <i>Poraniella echinulata</i> (Perrier, 1881) | | ▲ | | Crls |
| Mithrodiidae | | | | |
| <i>Mithrodia clavigera</i> (Lamarck, 1816) | | ▲ | | Pav.Alg |
| Ophiasteridae | | | | |
| <i>Copidaster lymani</i> A. H. Clark, 1948 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, Past, |
| <i>Linckia guildingi</i> Gray, 1840 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, Past, |
| Asteriidae | | | | |
| <i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, |
| Clase Ophiuroidea | | | | |
| Ophiactidae | | | | |
| <i>Ophiactis quinqueradia</i> Ljungman, 1872 | ▲ | ▲ | ▲ | Espj. <i>Agelas clathrodes</i> Mrc. <i>Halimeda opuntia</i> , Espj. <i>Agelas clathrodes</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>lotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia felix</i> e <i>Ircinia strobilina</i> |
| <i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842) | | ▲ | | |
| Ophiocomidae | | | | |
| <i>Ophiocoma echinata</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls. Pav.Alg, Rc, |
| <i>Ophiocoma pumila</i> (Lütken, 1856) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls. Pav.Alg, Rc, |
| <i>Ophiocoma wendtii</i> Müller & Troschel, 1842 | ▲ | ▲ | | Crls. Pav.Alg, Rc, |
| <i>Ophiocomella ophiactoides</i> (H. L. Clark, 1900) | ▲ | ▲ | ▲ | Mcr. <i>Halimeda opuntia</i> , Espj. <i>Agelas clathrodes</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>lotrochota birotulata</i> , <i>Amphimedon</i> <i>compressa</i> y <i>Amphimedon viridis</i> |
| Ophiodermatidae | | | | |
| <i>Ophioderma cinerea</i> Müller & Troschel, 1842 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, Past |
| <i>Ophioderma rubicunda</i> Lütken, 1856 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, |
| Ophionereididae | | | | |
| <i>Ophionereis reticulata</i> (Say, 1825) | ▲ | ▲ | ▲ | Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, Past |
| Ophiolepididae | | | | |
| <i>Ophiolepis elegans</i> Lütken, 1859 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, |
| <i>Ophiolepis paucispina</i> (Say, 1825) | | ▲ | | Crls, Pav.Alg, Rc, Arn-Esc, |
| Ophiotrichidae | | | | |
| <i>Ophiothrix lineata</i> Lyman, 1860 | | ▲ | ▲ | Espj. <i>Callyspongia vaginalis</i> |
| <i>Ophiothrix (Acanthophiothrix) suensoni</i> Lütken, 1856 | ▲ | ▲ | ▲ | Espj. <i>Callyspongia vaginalis</i> |
| <i>Ophiothrix (Ophiothrix) oerstedii</i> Lütken, 1856 | ▲ | ▲ | ▲ | Espj. <i>Callyspongia vaginalis</i> |
| Clase Echinoidea | | | | |
| Cidariidae | | | | |
| <i>Euclidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg |
| Diadematidae | | | | |
| <i>Diadema antillarum</i> Philippi, 1845 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav. Alg, Arn-Esc, Past |
| Arbaciidae | | | | |
| <i>Arbacia punctulata</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg., Past |
| Toxopneustidae | | | | |
| <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Pav.Alg., Past |
| <i>Lytechinus williamsi</i> Cheshier, 1968 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg. |

| | | | | |
|---|----|----|----|---|
| <i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816) | ▲ | ▲ | ▲ | Pav.Alg., Past |
| Echinometridae | | | | |
| <i>Echinometra lucunter lucunter</i> (Linnaeus, 1758) | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Past |
| <i>Echinometra viridis</i> A. Agassiz, 1863 | ▲ | ▲ | ▲ | Crls, Pav.Alg, Rc, Past |
| Mellitidae | | | | |
| <i>Mellita quinquesperforata</i> (Leske, 1778) | | ▲ | | Arn-Esc |
| <i>Encope michelini</i> L. Agassiz, 1841 | | ▲ | ▲ | Arn-Esc |
| Brissidae | | | | |
| <i>Brissus unicolor</i> (Leske, 1778) | | ▲ | | Arn-Esc |
| Clase Holothuroidea | | | | |
| Sclerodactylidae | | | | |
| <i>Pseudothyone belli</i> (Ludwig, 1887) | | ▲ | | Rc |
| Holothuriidae | | | | |
| <i>Holothuria (Halodeima) grisea</i> Selenka, 1867 | ▲ | ▲ | ▲ | Arn-Esc, Past |
| <i>Holothuria (Thymiosycia) arenicola</i> Semper, 1868 | ▲ | ▲ | ▲ | Arn-Esc, Past |
| <i>Holothuria (Thymiosycia) impatiens</i> (Forskål, 1775) | | ▲ | | Rc |
| <i>Holothuria (Platyperona) parvula</i> (Selenka, 1867) | ▲ | ▲ | ▲ | Rc |
| <i>Holothuria (Semperothuria) surinamensis</i> Ludwig, 1875 | | ▲ | | Rc, Arn-Esc |
| Stichopodidae | | | | |
| <i>Isostichopus badiotus</i> (Selenka, 1867) | ▲ | ▲ | ▲ | Pav.Alg, Arn-Esc, Past |
| Synaptidae | | | | |
| <i>Eupta lappa</i> (J. Müller, 1850) | ▲ | | | Arn-Esc, Past |
| <i>Synaptula hydriformis</i> (Lesueur, 1824) | ▲ | ▲ | ▲ | Arn-Esc, Past Mcr. <i>Colpomenia sinuosa</i> , <i>Padina</i> sp., <i>Halimeda opuntia</i> |
| Total | 29 | 39 | 29 | |

(Fig.2 Ñ-O) se hallaron en tres especies de macroalgas: *Halimeda opuntia*, *Padina* sp. y *Colpomenia sinuosa* (Tabla 1).

Así también, se hallaron seis especies de ofiuras en varias esponjas; *Ophiactis quinquerradia* se observó únicamente en la esponja *Agelas clathrodes*; en cambio *O. savignyi* se encontró en varios poríferos: *A. clathrodes*, *Aiolochoira crassa*, *Iotrochota birotulata*, *Ircinia felix* e *I. strobilina*. La especie *O. ophiactoides* se encontró en *A. clathrodes*, *A. crassa*, *I. birotulata*, *A. compressa* y *Amphimedon viridis*. En cambio, *Ophiotrix lineata*, *O. (Ophiotrix) oerstedii* y *O. (Acanthophiothrix) suensoni* se encontraron preferentemente en *Callyspongia vaginalis*.

Respecto a equinoideos, *Echinometra lucunter lucunter* (Fig. 3L-M) se encontró en la mayoría de los hábitats bentónicos someros de los tres arrecifes estudiados, excepto en los parches arenosos. En cambio, *Lytechinus variegatus* (Fig. 3G) y *Tripneustes ventricosus* (Fig. 3H) se encontraron de manera frecuente en *T. testudinum* del arrecife Tuxpan. Respecto a *Echinometra viridis* (Fig. 3N) y *Diadema antillarum* (Fig. 3C-D) se localizaron en todos los hábitats bentónicos de la planicie así como en sotavento y barlovento siendo más numeroso *E. viridis*. Por el contrario, *Lytechinus williamsi* (Fig. 3J-K) es el único equinoideo regular que se observó solamente en las áreas profundas, principalmente asociado a corales

masivos y en montículos de coral muerto de la zona de sotavento de los tres arrecifes estudiados, en esta misma zona se observó de manera ocasional a *Arbacia punctulata* (Fig. 3E-F), principalmente en corales masivos. Cabe citar, que exclusivamente en los

fondos arenosos se encontraron tres especies de equinoideos irregulares: *Encope michelini*, *Mellita quinquesperforata* y *Brissus unicolor*.

Por último, los holotúridos se encontraron en distintos hábitats bentónicos; *H.*

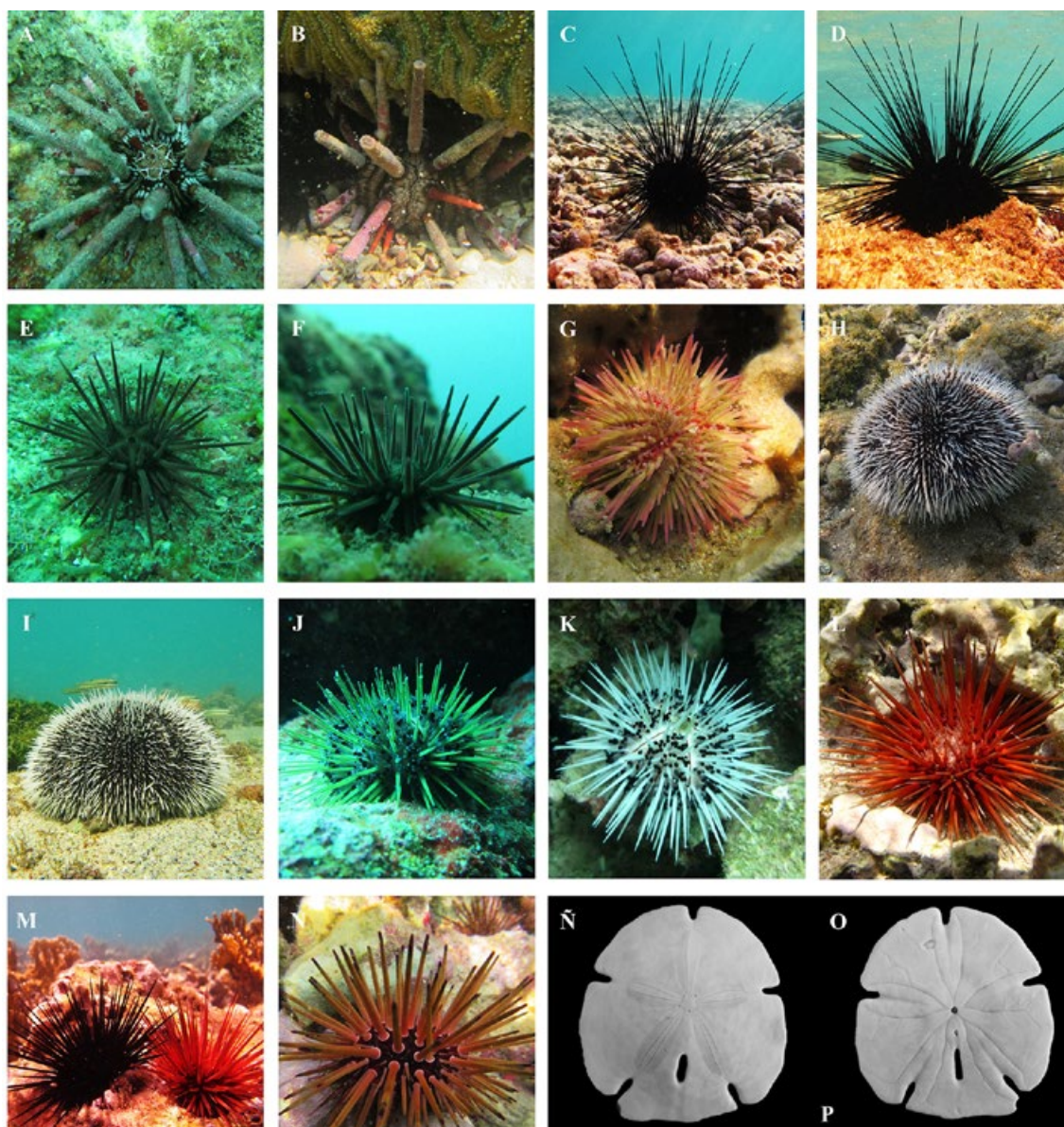


Fig. 3. Especies equinoideos regulares e irregulares de los arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo. A-B. *Eucidaris tribuloides*, C-D. *Diadema antillarum*, E-F. *Arbacia punctulata*. G. *Lytechinus variegatus*. H-I. *Tripneustes ventricosus*. J-K. *Lytechinus williamsis*. L-M. *Echinometra lucunter lucunter*. N. *Echinometra viridis*. Ñ. *Encope michelini*, vista aboral, O. Vista oral de *E. michelini*. P. Vista lateral de *E. michelini*.

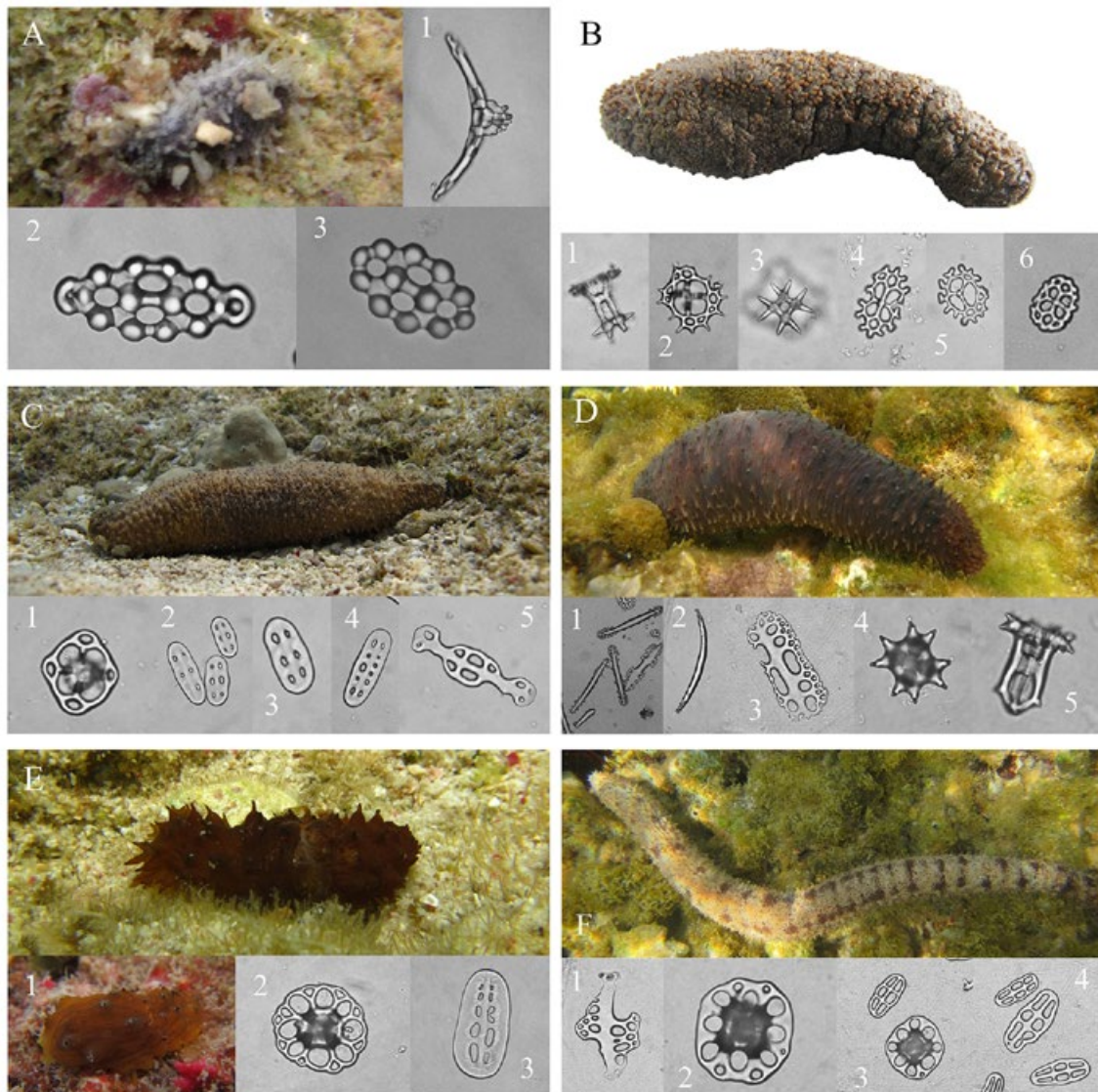


Fig. 4. A. *Psuedotyone belli*, 1. Mesa, 2-3. Botones con protuberancias. B. *Holothuria (Halodeima) grisea*, 1. Mesa vista lateral, 2-3 Mesa en vista inferior, 4-6 Placas perforadas. 5. Placa perforada. C. *Holothuria (Thymiosyca) arenicola*, 1. Tabla en vista inferior. 2-4. Botones. 5. Placa perforada. D. *Holothuria (Thymiosyca) impatiens*, 1-2. Barrotes. 3. Placa perforada. 4. Mesa en vista inferior, 5. Mesa en vista lateral. E. *Holothuria (Platyperona) parvula*, 1. *H. parvula* en color ocre. 2. Mesa en vista inferior. 3. Botones. F. *Holothuria (Semperothuria) surinamensis*, 1. Barrotes, 2-3. Mesas en vista inferior. 4. Botones.

(*Halodeima*) *grisea* (Fig. 4B) y *H. (Thymiosyca) arenicola* (Fig. 4C) fueron comunes de observar en parches de arena con escombros y en pastos marinos de *T. testudinum*, en cambio, debajo de rocas de coral muerto se hallaron a *P.*

belli, *H. (Thymiosyca) impatiens* (Fig. 4D), *H. (Platyperona) parvula* (Fig. 4E) y *H. (Semperothuria) surinamensis* (Fig. 4F). Respecto a *Euapta lappa* (Fig. 5C-D) se observó en las praderas de *T. testudinum* y debajo de rocas, por el contrario

Synaptula hydriformis (Fig. 5E-F) que es una especie pequeña y criptica fue observado debajo de rocas y en macroalgas calcáreas (*Halimeda opuntia*) y corticadas (*Padina* spp., *Colpomenia sinuosa*). Mientras en las zonas arenosas del límite de sotavento y barlovento fue común encontrar a *Isostichopus badionotus* (Fig. 5A-B).

DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos y el reporte de *L. antillensis* para el arrecife Tuxpan (Arriaga-Ochoa *et al.*, 2012), la fauna de

equinodermos del polígono Tuxpan es de 41 especies, por lo que supera al polígono Lobos y al arrecife Blake los cuales tienen registros de 34 y 20 especies respectivamente (González-Gándara *et al.*, 2015). Al unificar toda esta información la lista faunística de equinodermos para la zona norte de Veracruz asciende a 51 especies, hasta el momento esta riqueza supera a los demás sistemas arrecifales de Veracruz: el SAV (Solís-Marín *et al.*, 2007) y arrecifes Los Tuxtles (González-Gándara *et al.*, 2015).

En el arrecife Enmedio se halló el mayor número de especies de equinodermos,

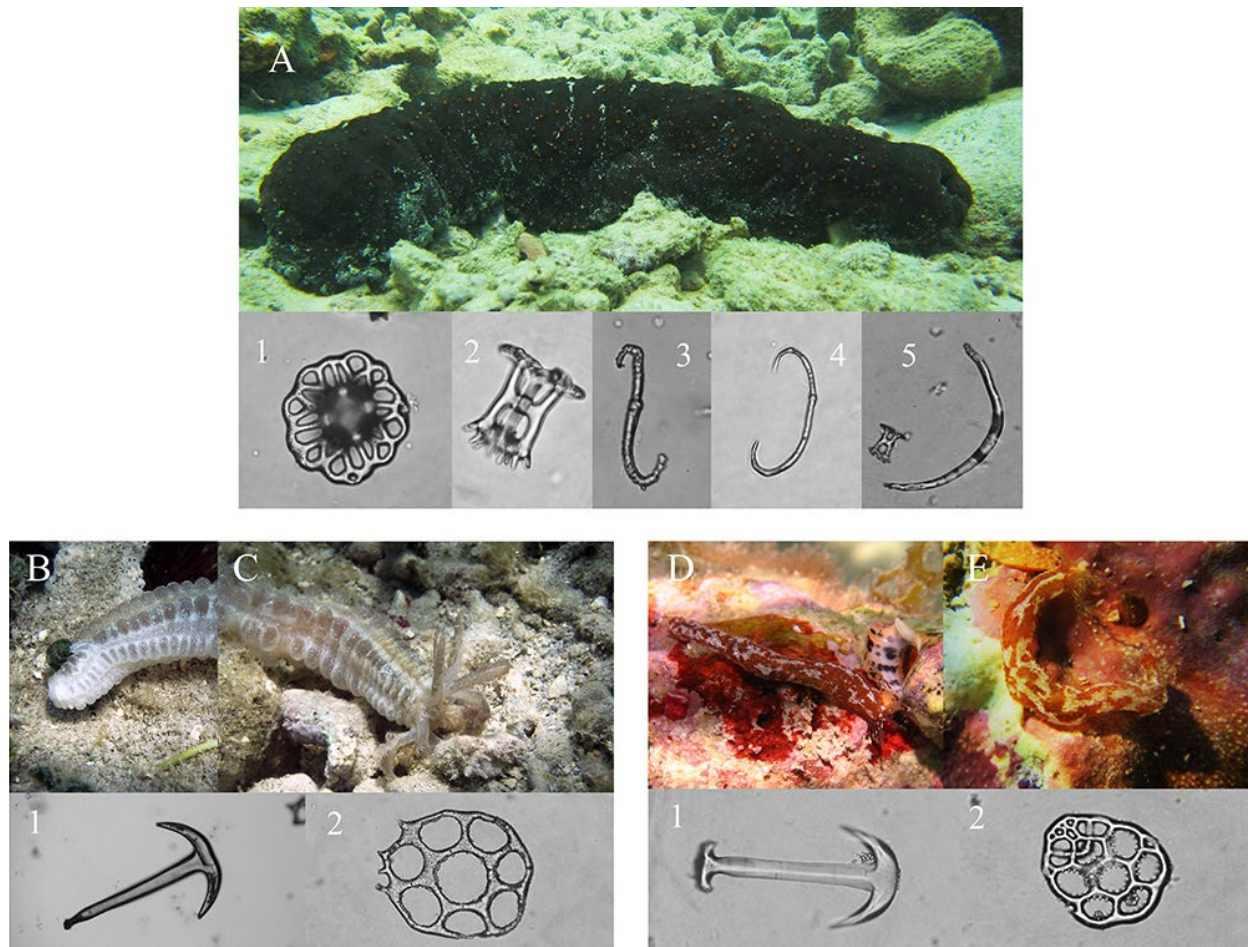


Fig. 5. A-B. *Isostichopus badionotus*, 1. Mesa en vista inferior. 2. Mesa en vista lateral. 3. Cuerpo en forma de S. 4. Cuerpo en forma de C. 5. Barrotes curvados. C-D. *Euapta lappa*, 1. Ancla. 2. Placa ancoral. E-F. *Synaptula hydriformis*, 1. Ancla. 2. Placa ancoral.

atribuido a un mayor esfuerzo de muestreo realizado, en este ecosistema también se ha citado mayor cantidad de especies de esponjas y corales (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016b, c; De la Cruz-Francisco y González-González, 2016) a diferencia de lo que se ha registrado en los demás arrecifes del SALT. Así también, el arrecife Enmedio tiene más registros de especies que el arrecife Lobos (González-Gándara *et al.*, 2015), este ecosistema es el más grande del SALT y presenta amplias áreas de *T. testudinum* por lo que se presume que existan más especies por registrar.

Todas las especies de equinodermos encontradas en el polígono Tuxpan son de amplia distribución en el golfo de México y típicos de los arrecifes coralinos (Solís-Marín *et al.*, 2007; Celaya-Hernández *et al.*, 2008; Pawson *et al.*, 2009; González-Gándara *et al.*, 2015; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2016a). Sin embargo, la distribución de los equinodermos en el arrecife varía en cada especie y parece depender de las características del hábitat, disponibilidad de alimento, la profundidad y la dinámica del oleaje (Hendler *et al.*, 1995; Solís-Marín *et al.*, 2007; González-Gándara *et al.*, 2015). Por ejemplo especies como *C. lymani*, *L. guildingi*, *C. tenuispina*, *E. viridis*, *D. antillarum* y *E. tribuloides*, se observaron en todos los hábitats bentónicos de la planicie y en las pendientes profundas, esto se puede atribuir a que presentan un amplio rango de distribución batimétrica en el golfo de México (Pawson *et al.*, 2009), esta capacidad les permite establecerse en hábitats someros y profundos de los arrecifes de coral (Solís-Marín *et al.*, 2007), además llegan a compartir el hábitat por ejemplo *E. lucunter* y *E. viridis* cohabitan en la planicie arrecifal (Celaya-Hernández *et al.*, 2008; De la Cruz-Francisco, 2013; De la

Cruz-Francisco *et al.*, 2016), mientras en las pendientes profundas *E. viridis* cohabita con *L. williamsis* (De la Cruz-Francisco, 2013).

No obstante, *E. lucunter lucunter* es una de las especies de equinodermos que se observaron de manera abundante en la planicie arrecifal pero no se observó en las pendientes profundas > 10 m. Esto coincide con lo que se reporta para el arrecife Lobos (De la Cruz-Francisco, 2013) y en el arrecife Isla Verde perteneciente al SAV, generalmente *E. lucunter lucunter* habita principalmente sobre sustratos rocosos, corolinos rocosos, rocosos arenosos y en oquedades (Celaya-Hernández *et al.*, 2008). Mientras especies como *D. rubiginosus* y *L. williamsi* se observaron únicamente en las pendientes profundas del arrecife a partir de los 3 m, esta misma distribución se ha reportado en el polígono Lobos (De la Cruz-Francisco, 2013) y en los arrecifes del SAV (Solís-Marín *et al.*, 2007) y los Tuxtlas (González-Gándara *et al.*, 2015), incluso *L. williamsi* llega habitar hasta los 92 m de profundidad (Pawson *et al.*, 2009).

La preferencia por el hábitat se observó en varias especies de equinoideos regulares principalmente en *T. ventricosus* y *L. variegatus*, ambas especies se observaron de manera común en las praderas de *T. testudinum* del arrecife Tuxpan, lo cual es habitual dado que son especies herbívoras y consumen pastos marinos, esto coincide con lo que se reporta para el arrecife Lobos (González-González *et al.*, 2015) e Isla Verde (Celaya-Hernández *et al.*, 2008), no obstante en el presente estudio también se encontraron en ambientes rocosos y debajo de rocas en los arrecifes Enmedio y Tanhuijo, ambas especies también llegan a habitar hasta profundidades >50 m (Pawson *et al.*, 2009). Mientras equinoideos

irregulares como *E. michelini*, *M. quinquesperforata* y *B. unicolor*, se observaron exclusivamente en sustratos arenosos, principalmente en el borde de sotavento, dichas especies también se distribuyen en el arrecife Lobos (González-Gándara *et al.*, 2015) y en el SAV (Solís-Marín *et al.*, 2007).

También las ofiuras mostraron preferencias por ciertos tipos de hábitats, dado que ofiuras de talla grande como *Ophiocoma* spp. y *Ophiderma* spp. se encontraron en oquedades y debajo de rocas lo cual se atribuye a su comportamiento críptico, mientras especies de talla mediana y pequeña como *O. savignyi*, *O. ophiactoides*, *O. (Ophiotrix) oerstedii* y *O. (Acanthophiothrix) suenisoni* se hallaron en tres especies de macroalgas: *Halimeda opuntia*, *Padina* sp. y *Colpomenia sinuosa*; este tipo de observaciones han sido reportadas para otras especies pequeñas como *O. savignyi* se ha encontrado también como habitante de otras macroalgas: *Acanthophora spicifera*, *Jania adherens*, *Jania rubens* e *Hypnea musciformis*, mientras *O. (Acanthophiothrix) suenisoni* se ha registrado en *Spatoglossum schroederi* (Boffi, 1972).

Las ofiuras también ocupan como hábitat a varias especies de esponjas arrecifales, por ejemplo *O. savignyi*, además de alojarse en algas también se encontró en las esponjas *A. clathrodes*, *Aiolochoira crassa*, *Iotrochota birotulata*, *Ircinia felix* e *I. strobilina*, esto sugiere que no muestra preferencia por alguna especie en particular dado que también se ha reportado en otros poríferos: *Dracopis lunaecharta*, *Callyspongia (Callyspongia) fallax* y *Amphimedon compressa* (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996-1997). Por el contrario, especies como *Ophiactis quinqueradia* se encontró exclusivamente en

A. clathrodes, aunque se ha mencionado también como habitante en *Ircinia strobilina* (Carrera-Parra y Vargas-Hernández, 1996-1997). Mientras *Ophiotrix lineata*, *O. (Ophiotrix) oerstedii* y *O. (Acanthophiothrix) suenisoni* se encontraron preferentemente en *Callyspongia vaginalis*, resultado que coincide con Hendler (1984) y Henkel y Pawlik (2005; 2011), quienes argumentan que las ofiuras *Ophiotrix* spp. viven en asociación con esponjas para protegerse contra depredadores (como los peces) y para obtener alimento.

Las especies de holotúridos, *H. (Halodeima) grisea*, *H. (Thymiosycla) arenicola* e *Isostichopus badionotus* fueron encontrados en pastos marinos, en arena y escombros, lo que también ha sido observado por González-Gándara *et al.* (2015) y Solís-Marín *et al.* (2007) quienes las reportan para el arrecife Lobos y el SAV respectivamente. Por otra parte, *P. belli*, *H. (Thymiosycla) impatiens*, *H. (Platyperona) parvula* y *H. (Semperothuria) surinamensis* fueron encontrados en sustratos rocosos y debajo de escombros.

Si bien, en México ya se tiene un amplio conocimiento de los equinodermos, aún se sigue exhortando la realización de más estudios (Solís-Marín *et al.*, 2014), aunque para ello es necesario seguir indagando en ecosistemas específicos como los arrecifes coralinos (Solís-Marín *et al.*, 2007; González-Gándara *et al.*, 2015). Justamente, en el sistema arrecifal Lobos-Tuxpan, todavía se desconoce la fauna de equinodermos de los arrecifes sumergidos Pantepec y Oro Verde, por lo que se considera que deben realizarse estudios a fin de continuar catalogando la biota marina de estos arrecifes, mismos que pertenecen al SALT.

En conclusión, la fauna equinodermos del polígono Tuxpan presenta una

considerable riqueza de especies y complementa la lista faunística elaborada previamente por González-Gándara *et al.* (2015) para el polígono Lobos. Estos esfuerzos de trabajo han aumentado el conocimiento de los equinodermos del SALT, el cual representa ahora el tercer grupo taxonómico mejor estudiado después de peces y corales. La información generada en el presente estudio constituye una base para el conocimiento de la fauna asociada a los ecosistemas coralinos establecidos en la zona, la cual se espera sea considerada para la toma de decisiones eficaces en materia de manejo y protección en beneficio de la biodiversidad del SALT.

AGRADECIMIENTOS

A Jordán Gutiérrez Vivanco y Arturo Valdés Murillo por facilitarnos el material de laboratorio y microscopía. A Liliana Flores-Galicia por la revisión del resumen en inglés. A los revisores anónimos.

REFERENCIAS

- ARRIAGA-OCHOA, J. A., SOLÍS-MARÍN, F., LAGUARDA-FIGUERAS, A. y SOLÍS-WEISS, V. (2012). First record of *Lissothuria antillensis* (Echinodermata: Holothuroidea) from the Gulf of Mexico. *Rev. Mex. de Biodiv.*, 83, 291-293.
- BENAVIDES-SERRATO, M., BORRERO-PÉREZ, G. H. y DÍAZ-SÁNCHEZ, C. M. (2011). *Equinodermos del Caribe Colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea*. Serie de publicaciones especiales de Invemar 22. Santa Marta.
- BOFFI, E. (1972). Ecological aspects of ophiuroids from the phytal of S. W. Atlantic Ocean warm waters. *Marine Biology*, 15, 316-328.
- BORRERO-PÉREZ, G. H., BENAVIDES-SERRATO, M. y DÍAZ-SÁNCHEZ, C. M. (2012). *Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea*, Serie de Publicaciones Especiales de Invemar, Santa Marta.
- CARRERA-PARRA, L. F. y VARGAS-HERNÁNDEZ, J. M. (1996-1997). Comunidad críptica de esponjas del arrecife de Isla de En medio, Veracruz, México. *Rev. de Biol. Trop.*, 44(3), 311-321.
- CELAYA-HERNÁNDEZ, E. V., SOLÍS-MARÍN, F. A., LAGUARDA-FIGUERAS, A., DURÁN-GONZÁLEZ, A. DE LA L. y RUIZ, R. T. (2008). Asociación a sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. *Rev. de Biol. Trop.*, 56(Supl. 3), 281-295.
- CHÁVEZ, E. A., HIDALGO, E. y SEVILLA, M. L. (1970). Datos acerca de las comunidades bentónicas del arrecife de Lobos, Veracruz. *Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat.*, 31, 211-280.
- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V. (2013). *Estructura de las comunidades macrobentónicas y nectónicas asociadas a los sustratos rocosos coralinos del arrecife Lobos, Veracruz, México*. (Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias).
- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V. y GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M. (2016). Nuevos registros de esponjas para el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, con ampliaciones de ámbito de distribución para el golfo de México. *Bol. del Inst. Oceanog. de Ven.*, 55(2), 51-59.
- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V., GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M. y FLORES-GALICIA, L. (2016a). Distribución de los hábitats bentónicos de la laguna del Arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Rev. Invest. Mar.*, 36(1), 63-78.

- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V., GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M., y MORALES-QUIJANO, I. (2016b). Faunística y distribución de Demospongiae: Porífera del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *CICIMAR Océánides*, 31(1), 7-16.
- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V., GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M., y MORALES-QUIJANO, I. (2016c). Inventario taxonómico de Hydrozoa (Orden: Anthoathecata) y Anthozoa (Subclases: Hexacorallia y Octocorallia) del Arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. *CICIMAR Océánides*, 31(1), 23-34.
- DE LA CRUZ-FRANCISCO, V., ORDUÑA-MEDRANO, R. E., PARES-FLORES, J. E., VÁZQUEZ-ESTRADA, R. I., GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, M. y FLORES-GALICIA, L. (2017). Una aproximación a la florística y faunística de la costa rocosa El Pulpo, Cazones, Veracruz, México. *CICIMAR Océánides*, 32(1), 39-58.
- DURÁN-GONZÁLEZ, A., LAGUARDA-FIGUERAS, A., SOLÍS-MARÍN, F. A., SÁNCHEZ, B. B., AHEARN, C. G., y TORRES-VEGA, J. (2005). Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 53(Suppl. 3), 53-68.
- GONZÁLEZ-GÁNDARA, C., SOLÍS-MARÍN, F. A., DE LA CRUZ-FRANCISCO, V., GRANADOS-BARBA, A., SALAS-PÉREZ, J. D. J., ARGÜELLES-JIMÉNEZ, J. y ESCÁRCEGA-QUIROGA, P. A. (2015). Riqueza y distribución de equinodermos en los arrecifes del norte y sur de Veracruz, México. *Rev. de Biol. Trop.*, 63(2), 183-193.
- HENDLER, G. (1984). The association of *Ophotrix lineata* and *Callyspongia vaginalis*: a brittlestar-sponge cleaning symbiosis? *Mar. Ecol.*, 5(1), 9-27.
- HENDLER, G., MILLER, J. E., PAWSON, D. L. y KIER, P. M. (1995). *Sea Stars, Sea Urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- HENKEL, T. P. y PAWLIK, J. R. (2005). Habitat use by sponge-dwelling brittlestars. *Mar. Ecol.*, 146, 301-313.
- HENKEL, T. P. y PAWLIK, J. R. (2011). Host specialization of an obligate sponge-dwelling brittlestar. *Aquat. Biol.*, 12, 37-46.
- HERNÁNDEZ-HERREJÓN, L. A., SOLÍS-MARÍN, F. A. y LAGUARDA-FIGUERAS, A. (2008). Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México. *Rev. de Biol. Trop.*, 56(3), 83-167.
- HUMANN, P. y DELOACH, N. (2002). *Reef Creature identification Florida Caribbean Bahamas*. 2da ed. New World Publications. Jack Sonville, Florida.
- LAGUARDA-FIGUERAS, A., GUTIÉRREZ-CASTRO, A. I., SOLÍS-MARÍN, F. A., DURÁN-GONZÁLEZ, A. y TORRES-VEGA, J. (2005). Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México. *Rev. de Biol. Trop.*, 53(Suppl. 3), 69-108.
- LAGUARDA-FIGUERAS, A., HERNÁNDEZ-HERREJÓN, L. A., SOLÍS MARÍN, F. A. y DURÁN-GONZÁLEZ, A. (2009). *Ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México*. México: CONABIO-UNAM.
- MARTÍNEZ-MELO, A., SOLÍS-MARÍN, F. A. y LAGUARDA-FIGUERAS, A. (2014). New record of the irregular sea urchin *Rhynobrissus cuneus* (Echinoidea: Brissidae). *Rev. Mex. de Biodiv.*, 85, 617-620.
- PAWSON, D. L., VANCE, D. J., MESSING, C. G., SOLÍS-MARÍN, F. A. y MAH, C. L. (2009). Echinodermata of the Gulf of Mexico. 1117-1204. En D.L. Felder y D.K. Camp (Eds), *Gulf of Mexico-Origins, and Biota, Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas.

- PAWSON D. L., PAWSON D. J. y KING R. A. (2010). A taxonomic guide to the Echinodermata of the South Atlantic Bight, USA: 1. Sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea). *Zootaxa*, 2449, 1-48.
- PRATA, J., MANSO, C. L. C. y CHRISTOFFERSEN, M. L. (2014). Aspidochirotida (Echinodermata: Holothuroidea) from the northeast coast of Brazil. *Zootaxa*, 38891(1), 127-150.
- RIGBY, J. K. y McINTIRE, W. (1966). The isla lobos and associated reefs, Veracruz, Mexico. *Geology Studies*, 3, 3-46.
- SANTOS, C. P., COUTINHO, A. B. y HAJDU, E. (2002). Spongivory by *Eucidaris tribuloides* from Salvador, Bahia (Echinodermata: Echinoidea). *Journ. of the Mar. Biol. Assoc. of the UK*, 82(2), 295-297.
- SEMARNAT & CONANP. (2014). Área de protección de flora y fauna, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Programa de Manejo. 1ra edición. México. Tomado de http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/2014/Lobos_tuxpanfinal.pdf. Fecha de consulta 07 de enero de 2016.
- SOLÍS-MARÍN, F. A., LAGUARDA-FIGUERAS A. y GORDILLO-HERNÁNDEZ, M. A. (2007). Estudio taxonómico de los equinodermos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 73-100. En A. Granados-Barba, L. Abarca-Arenas y J.M. Vargas-Hernández (Eds). *Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche.
- SOLÍS-MARÍN, F. A., LAGUARDA-FIGUERAS, A. y HONEY-ESCANDÓN, M. (2014). Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Rev. Mex. de Biodiv.*, 85, 441-449.
- SOLÍS-MARÍN, F. A., PINEDA-ENRÍQUEZ, T., HERNÁNDEZ-DÍAZ, Y. Q., YEPES-GAURISAS, D., GONZÁLEZ-GÁNDARA, C., GRANADOS-BARBA, A. y SIMÕES, F. N. D. M. (2015). First records and range extension of *Ophioblenna antillensis* (Echinodermata: Ophiuroidea) in the Gulf of Mexico. *Rev. Mex. de Biodiv.*, 86(2), 306-309.
- TUNNELL, J. W., JR., BARRERA, N., BEAVER, C. R., DAVIDSON, J., GOURLEY, J. E., MORETZSOHN, F., NAÑEZ-JAMES, S., PEARCE, J. J. y VEGA, M. E. (2007). *Checklist of the biota associated with Southern Gulf of Mexico coral reefs and coral reef islands*. GulfBase. Retrieved from <http://www.gulfbase.org>
- VASSALLO, A., DÁVILA, Y., LUVIANO, N., DENEB-AMOURRUTIA, S., VITAL, X. G., CONEJEROS, C. A., VÁZQUEZ L. y ÁLVAREZ, F. (2014). Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Rev. Mex. de Biodiv.*, 85, 349-362.