



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**“REVISIÓN DE LA FAMILIA PHYLLOPHORIDAE
(HOLOTHUROIDEA: DENDROCHIROTIDA) DE LAS
AGUAS MEXICANAS”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

CAROLINA OLGUÍN JACOBSON



DIRECTOR DE TESIS: DR. FRANCISCO A. SOLÍS MARÍN

MÉXICO, D.F. 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente: Dr. Alfredo Laguarda Figueras

Vocal: Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez

Secretario Tutor: Dr. Francisco Alonso Solís Marín

Suplente: Dr. Gerardo Rivas Lechuga

Suplente: M. en C. Julio Adrián Arriga Ochoa

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y al Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos por permitirme realizar mi tesis de licenciatura.

A mi director de tesis, el Dr. Francisco A. Solís Marín por la propuesta de tema de tesis, por apoyarme y guiarme en todo el trayecto, pero sobre todo por abrirme las puertas hacia el resto de mi vida.

A los miembros del jurado, por su paciencia, correcciones y aportaciones a este trabajo.

A la M. en C. Alicia Durán González por su enorme apoyo, ánimo y porras desde el momento en que entré a ese laboratorio, por ayudarme a encontrar artículos y especies que creíamos perdidas.

Al Biól. Armando Zepeda por asesorarme y permitirme realizar fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido, en el Departamento de Biología Celular y Tisular en la Facultad de Medicina, UNAM.

Al Dr. Miguel Ávalos Borja por su comprensión, apoyo y su gran confianza para permitirme usar el Microscopio Electrónico de Barrido del Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN) en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT).

A la M. en C. Ana Iris Peña Maldonado por ayudarme en la preparación de las muestras para microscopía, enseñarme a usar el microscopio y acompañarme en esas horas de búsqueda de espículas.

A mi mamá y mis amigas Aida Coss, Itzel Briseño y Pau Díaz por sus regaños sobre mi redacción y que lograran lo hiciera cada vez mejor. Mis amigos Eric Moreno por asesorarme para la clave dicotómica, a Ricardo Morales y Tania Marines por ayudarme en la creación de los mapas, a Roberto Iriarte por su enorme e increíble ayuda para la edición de las fotos, a Magali Honey y Julio Arriaga por enseñarme a preparar las muestras para microscopía.

DEDICATORIA

A Ivonne por ser una madre maravillosa, cariñosa, amorosa y amable que siempre lucho para sacarme adelante y brindarme todo lo necesario y más; un verdadero ejemplo a seguir en la vida

A Fernando el hermano que muchos desean y pocos tienen.

A Opa (†) y Pablito (†) mis ángeles que me procuran y me cuidan, los recuerdo todos los días y los siento conmigo en cada sonrisa, en cada brisa de viento, en cada nube y en cada pandita amarillo.

A Lu, Danny, Ali, Jime, Almond, Eri, Fer, Mish, mis queridas GYM GRLZ, A Itzel, Zoe, Lizz, Banderitas, Katy, Pekis, Melina, Sel y Lore, PUMOTAS, por todas esas mañanas que pasamos juntas, los gritos, el apoyo para afrontar los miedos, por los consejos en momentos de tristeza, por la magnesia compartida, por las mil alegrías vividas, por las risas y carcajadas; compañeras de deporte, compañeras de vida. Soy una mejor persona por la gimnasia y por conocerlas a ustedes.

A Pau, Aida, Yaya, Brenda, Toke, Fernanda, Eric, Alma, Daniel, Moy, Dany et al, y todos mis compañeritos locos de carrera, que nos aventuramos en ésta carrera por amor a la vida, cuidándome y animándome en todo este proceso.

A Porras, Adrian, Lilo, Teo, Marité, Michael, Fer y Pablito (†) mis amigos de toda la vida, que me vieron crecer, cambiar de opinión tantas veces y aún apoyarme en todas mis locuras.

A Coty Zeckua y al EBC porque con ustedes conocí al amor de mi vida, el mar, el único lugar en donde me siento yo misma, me encuentro en paz y completa felicidad, soy lo que soy y nada más.

*Doing what you like is freedom,
liking what you do is happiness.*

Los cuentos no se hacen realidad pero los sueños sí.

Índice de contenido

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Características del Phylum Echinodermata	2
Características de la clase Holothuroidea	3
Identificación taxonómica	10
Antecedentes.....	14
Golfo de California	15
Océano Pacífico	16
Golfo de México.....	17
Mar Caribe.....	18
Historia taxonómica del orden Dendrochirotida y de la familia Phyllophoridae	19
Descripción de los géneros de la familia Phyllophoridae.....	21
JUSTIFICACIÓN.....	25
OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS PARTICULARES	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Registro fotográfico de la morfología externa.....	26
Manejo y preparación de las espículas para técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido	26
Selección y limpieza de fotografías.....	28
Distribución biogeográfica.....	28
Clave dicotómica.....	28
RESULTADOS.....	29
SINOPSIS TAXONÓMICA DE LA FAMILIA PHYLLOPHORIDAE EN COSTAS MEXICANAS	30
Clave de identificación para las especies de la familia Phyllophoridae (Holothuroidea: Dendrochirotida) presentes en las aguas territoriales mexicanas.	31
ESPECIES DE FILOFÓRIDOS EN AGUAS MEXICANAS.....	34
Familia Phyllophoridae Östergren, 1907	34
Género <i>Allothyone</i> Panning, 1949	34

<i>Allothyone mexicana</i> (Deichmann, 1946)	34
Género <i>Athyonidium</i> Deichmann, 1941	36
<i>Athyonidium deichmannae</i> Domantay, 1961	36
Género <i>Massinium</i> Samyn & Thandar, 2003	38
<i>Massinium</i> sp.	38
Género <i>Neothyonidium</i> Deichmann, 1938	40
<i>Neothyonidium</i> sp.	40
Género <i>Pentamera</i> Ayres, 1852	42
<i>Pentamera chierchiae</i> (Ludwig, 1887)	42
<i>Pentamera chiloensis</i> (Ludwig, 1887)	44
<i>Pentamera zaca</i> Deichmann, 1938	46
Género <i>Phyllophorus</i> Grube, 1840	48
<i>Phyllophorus panningi</i> Domantay, 1961	48
Subgénero <i>Urodemella</i> Deichmann, 1938	50
<i>Phyllophorus (Urodemella) occidentalis</i> Ludwig, 1875	50
Género <i>Stolus</i> Selenka, 1867	53
<i>Stolus cognatus</i> (Lampert, 1885)	53
Género <i>Thyone</i> Oken 1815	55
<i>Thyone bentii</i> Deichmann, 1937	55
<i>Thyone bidentata</i> Deichmann, 1941	57
<i>Thyone fusus</i> (O.F. Müller, 1776)	59
<i>Thyone parafusus</i> Deichmann, 1941	61
<i>Thyone pseudofusus</i> Deichmann, 1930	63
<i>Thyone strangeri</i> Deichmann, 1941	65
DISCUSIÓN	67
CONCLUSIONES	70
LITERATURA CITADA	72

Índice de figuras

Figura 2. Distintos tipos representativos de formas del cuerpo de acuerdo al orden	5
Figura 3. Tentáculos representativos de los holoturoideos	6

Figura 4. Principales características externas de un pepino de mar	7
Figura 5. Tipos de anillos calcáreos	7
Figura 6. Anatomía interna de un holoturio dendroquirótido	9
Figura 7. Tipos de espículas presentes en la piel de los pepinos de mar	12
Figura 8. Mapa de México donde se muestran las cuatro zonas marinas	15

Índice de láminas

Lámina 1. <i>Allothyone mexicana</i> (Deichmann, 1946).....	35
Lámina 2. <i>Athyonidium deichmannae</i> Domantay, 1961.	37
Lámina 3. <i>Massinium</i> sp.....	39
Lámina 4. <i>Neothyonidium</i> sp.	41
Lámina 5. <i>Pentamera chierchiae</i> (Ludwig, 1887).....	43
Lámina 6. <i>Pentamera chiloensis</i> (Ludwig, 1887).....	45
Lámina 7. <i>Pentamera zaca</i> Deichmann, 1938	47
Lámina 8. <i>Phyllophorus panningi</i> Domantay, 1961	49
Lámina 9. <i>Phyllophorus (Urodemella) occidentalis</i> Ludwig, 1875.....	52
Lámina 10. <i>Stolus cognatus</i> (Lampert, 1885).....	54
Lámina 11. <i>Thyone bentii</i> Deichmann, 1937.....	56
Lámina 12. <i>Thyone bidentata</i> Deichmann, 1941	58
Lámina 13. <i>Thyone fusus</i> (O. F. Müller, 1776).....	60
Lámina 14. <i>Thyone parafusus</i> Deichmann, 1941	62
Lámina 15. <i>Thyone pseudofusus</i> Deichmann, 1930.....	64
Lámina 16. <i>Thyone strangeri</i> Deichmann, 1941	66

RESUMEN

La fauna de equinodermos de México está representada por 643 especies, dentro de éstas, 113 pertenecen a la Clase Holothuroidea (pepinos de mar). Los filofóridos (Holothuroidea: Phyllophoridae) se distinguen por presentar más de 10 tentáculos y un anillo calcáreo con prolongaciones posteriores, formado por piezas a manera de mosaico. Sus hábitos crípticos han hecho difícil su registro a través de muchos años en la historia de la taxonomía del grupo en México. El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer el estado del conocimiento sobre la diversidad de pepinos de mar de la familia Phyllophoridae distribuidas en las aguas territoriales mexicanas. Se presentan 16 especies, pertenecientes a ocho géneros, habitantes tanto de las zonas someras (0-200 m de profundidad) como de las profundas (>200 m de profundidad) del Pacífico mexicano, Golfo de California, Caribe mexicano y Golfo de México. Dentro de éstas, se incluyen tres nuevos registros para México. Se elaboró un catálogo taxonómico de identificación para cada especie, brindando información sobre la morfología externa e interna, el material examinado, el material tipo, los reportes previos para México así como la distribución geográfica y batimétrica, además se incluyen las fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) de la forma y combinación de las espículas de cada una de las especies. El trabajo se complementa con una clave dicotómica para su identificación.

Palabras clave: equinodermos, espículas, Phyllophoridae.

INTRODUCCIÓN

Características del Phylum Echinodermata

El Phylum Echinodermata, (del griego *echinus*: espinoso; *dermatos*: piel) al cual pertenecen los equinodermos, se caracteriza por presentar organismos con endoesqueleto compuesto por calcita (CaCO_3) que genera oscículos microscópicos, los cuales pueden estar fusionados para formar placas compuestas y testas rígidas; presentan una simetría bilateral durante la fase larvaria, sin embargo, los adultos adquieren una simetría pentaradial; el sistema nervioso es descentralizado, que incluye un anillo nervioso central del cual surgen los nervios radiales que recorren cada ambulacro (Benavides-Serrato *et al.*, 2011); presentan un sistema vascular acuífero (SVA) compuesto por una serie de canales que son evidentes en el exterior y es de origen celómico; el sistema digestivo es completo, excepto cuando secundariamente se incompleta o se pierde; carecen de un sistema de excreción; las estructuras circulatorias, cuando están presentes, componen un sistema hemal derivado de cavidades celómicas; son organismos mayormente dioicos con un desarrollo directo o indirecto (Pawson, 2007); exclusivamente marinos, invertebrados y deuterostomados. Los equinodermos presentan una amplia variedad de estrategias alimenticias, desde la alimentación por absorción corporal, consumidores de depósitos y suspensiones, herbívoros, detritívoros, depredadores oportunistas, comensales y hasta parásitos, también son presa de algunos peces, por lo que estos organismos juegan un papel muy importante en las cadenas alimentarias de las profundidades oceánicas, repercutiendo directamente en el equilibrio ecológico del mar (Hendler *et al.*, 1995; Laguarda-Figueras, 2001). La mayoría de los equinodermos son organismos estenohalinos, adaptados a una salinidad normal (30-36ppm), sin embargo existen casos de adaptación a salinidades entre 20 y 40 ppm (Laguarda-Figueras, 2001). Se encuentran altamente diversificados en aguas someras de las regiones tropical y subtropical. Están distribuidos en todos los océanos a todas las profundidades, desde la zona litoral hasta la zona hadal a 6,000 m de profundidad (Hendler *et al.*, 1995). Todos los equinodermos son bentónicos, con excepción de

algunos holoturoideos pelágicos y un género comensal de un pez óseo (*Rynkatropa pawsonii*) (Brusca 1990). Actualmente existen más de 7,000 especies de equinodermos, representados por cinco clases: Crinoidea (lirios marinos), Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (ofiuras o estrellas quebradizas), Echinoidea (erizos de mar y dólares de arena) y Holothuroidea (pepinos de mar) (Smith, 1988; Brusca y Brusca, 2003). El registro fósil de equinodermos cuenta con 13,000 especies aproximadamente (Hendler, *et al.*, 1995; Pawson, 2007).

Los equinodermos se conocen desde hace 4,000 años, brindando un registro fósil muy grande. Carlos Linneo colocó a los equinodermos junto con los moluscos y en los siguientes 100 años aproximadamente tuvieron cambios de clasificación, estando incluso con el grupo de los cnidarios en el phylum Radiata. Hasta que en 1847, Frey y Leuckart organizaron a los equinodermos como un taxón a parte. Desde mediados del siglo XIX han existido controversias en la clasificación de los equinodermos, esto por el gran el registro fósil que existe, puesto que cada autor trata a los fósiles de diferente manera. Basándose principalmente en diferencias morfológicas se llegaron a separar en 25 clases, pero usando métodos de parsimonia se llegaron a reacomodar en las 5 que se consideran actualmente (Brusca, 2003).

Características de la clase Holothuroidea

La Clase Holothuroidea está conformada por 6 órdenes: Dendrochirotida, Dactylochirotida, Aspidochirotida, Elasipodida, Apodida y Molpadiida (Pawson, 1976, 1982; Smiley, 1994; Hendler, *et. al.*, 1995; Solís-Marín y Laguarda-Figueras, 1998), 25 familias, 199 géneros y aproximadamente 1400 especies (Pawson, 2007).

De acuerdo a sus formas de vida los holoturoideos pueden ser epibentónicos, holopelágicos y habitan desde las zonas intermareales hasta grandes profundidades oceánicas (Miller y Pawson, 1990), e incluso ectocomensales, adheridos a otro animal con fines alimenticios (Martin, 1996a, b; Gutt, 1990a, b; Massin, 1992). También se conocen especies pelágicas que pasan la mayor parte de su vida nadando en la columna de agua (p. e. *Enipniastes eximia*).

Los pepinos de mar dominan comunidades por cantidad de individuos (Sibuet, 1997) y en biomasa (Zenkevitch, 1963; Rutgers van der Loeff y Lavaleye, 1986; Billet, 1991) formando hasta el 90% de la biomasa de megafauna en los ecosistemas marinos (Hendler, *et. al.*, 1995) como arrecifes someros tropicales de coral (Birkeland, 1989) y mares profundos (Pawson, 1966; Menzies *et. al.*, 1973; Khripounoff y Sibuet, 1980; Billet, 1991; Tyler *et. al.*, 1994) con condiciones extremas como fondos profundos con nódulos de manganeso (Pawson, 1976, 1988; Bluhm, 1994), ventilas hidrotermales (Smirnov *et. al.*, 2000) y “cold seeps” (Pawson y Vance, 2004).

Los holoturoideos carecen de brazos (diferenciándose de las Clases: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea), las áreas ambulacrales han sido incorporadas dentro del cuerpo, perdieron la simetría pentaradial y rewertieron a la simetría bilateral ancestral (Hyman, 1955; Brusca, 2003) con boca anterior y ano posterior, su sistema vascular acuífero (SVA) se presenta a lo largo de todo el cuerpo (Brusca y Brusca, 1990).

La talla de los holoturoideos varia desde 1mm (*Synaptula hydriformis*) hasta más de 5 m de longitud (*Euapta godeffroyi*) (Solís-Marín *et al.*, 2009). El plan básico corporal es muy similar en los diferentes órdenes (Fig. 2), por eso se utilizan estructuras morfológicas u ornamentaciones como los tentáculos, el anillo calcáreo, los diferentes tipos de espículas y la distribución o arreglo de los pies ambulacrales de acuerdo a su diferenciación taxonómica (Pawson, 1982).

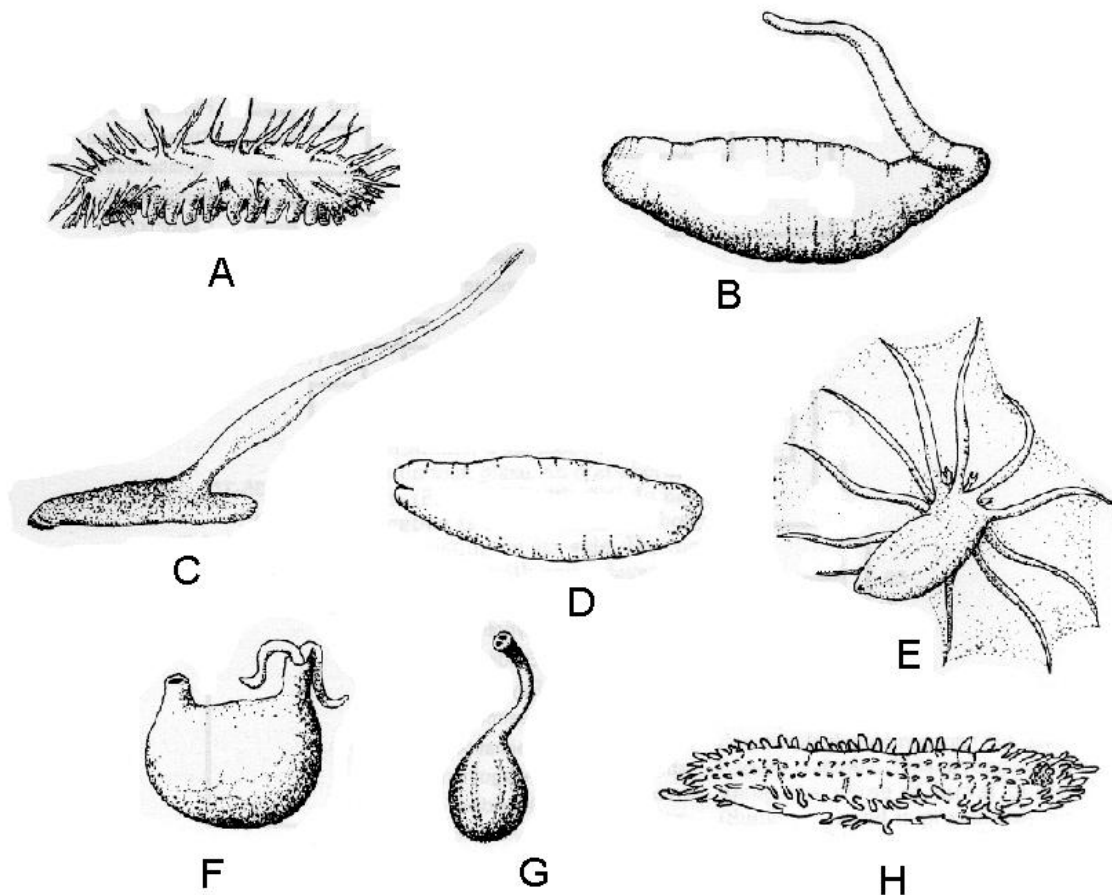


Figura 1. Distintos tipos representativos de formas del cuerpo de acuerdo al orden. A. *Oneirophanta*, Deimatidae, Elasipoda; 100 mm de longitud (Tomado Hansen, 1975). B. *Paracaudina*, Caudinidae, Molpadida; 200 mm de longitud (Tomado de Lambert, 1997). C. *Psychropotes*, Psychropotidae, Elasipodida; 150 mm de longitud (Tomado de Hansen, 1975). D. *Pseudostichopus*, Synallactidae, Aspidochirotida; 110 mm long.; E. *Pelagothuria*, Pelagothuriidae, Elasipodida; 80 mm de longitud; F. *Ypsilothuria*, Ypsilothuriidae, Dactylochirotida; 30 mm de longitud (Modificado de Kerr y Kim, 2001). G. *Rhopalodina*, Rhopalodinidae, Dactylochirotida; 50 mm de longitud, (Tomado de Semper, 1868). H. *Amphigygnas*, Synallactidae, Aspidochirotida; 130 mm de longitud, (lado ventral) (tomado de Deichmann, 1930).

Un caracter muy utilizado para la identificación de los holoturoideos son los tentáculos, que son soportados por el SVA alrededor de la boca y poseen diferentes formas: peltados, dendríticos, digitados o pinados (Fig. 3) (Solís-Marín *et al.*, 2009). Durante la alimentación, los tentáculos se expanden y se extienden dentro del sustrato o hacia la columna de agua, después se contraen y son llevados dentro de la boca donde liberan las partículas alimenticias en la faringe (Féral y Massin, 1982; Massin, 1982; Roberts *et al.*, 2000), los tentáculos se insertan rítmicamente dentro de la boca gracias a una acción

coordinada del sistema vascular acuífero (Lawrence, 1987). Ginger *et. al.*, (2000) ha demostrado que se pueden inferir las estrategias alimenticias de los pepinos de mar analizando su composición de ácidos grasos o por señales de pigmentos (Billett *et. al.*, 1988).

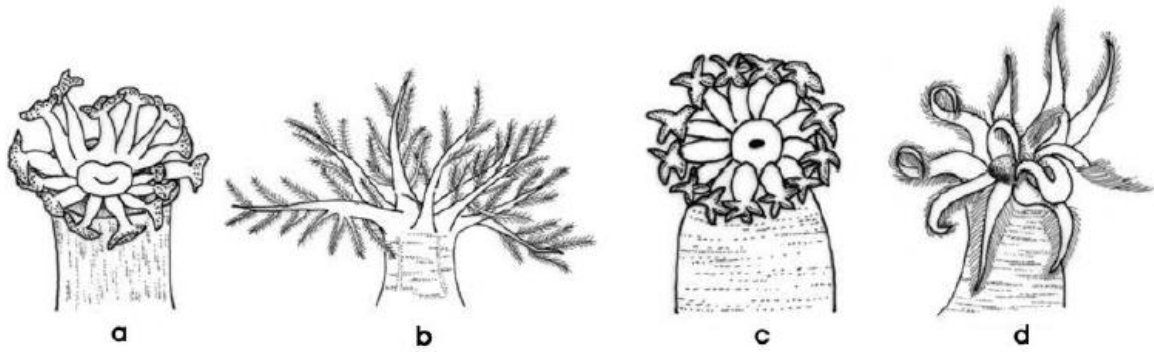


Figura 2. Tentáculos representativos de los holoturoideos: a) Peltados (Orden: Aspidochirotida); b) Dendríticos (Orden: Dendrochirotida); c) Digitados (Orden: Molpadida); d) Pinados (Orden: Apodida) (Tomado de Solís-Marín *et. al.*, 2009).

Cinco radios corren a lo largo del cuerpo desde la boca al ano. Sobre el cuerpo sobresalen unas proyecciones denominadas pies ambulacrales, ausentes en algunas especies (Orden Apodida). El arreglo y la distribución de los pies ambulacrales varía entre los grupos, generalmente son numerosos en la superficie ventral y escasos en la superficie dorsal y están distribuidos dentro o fuera de los radios. Los pies ambulacrales se pueden modificar para formar pápilas (Hyman, 1955) (Fig. 4). Los pies ambulacrales de los holoturoideos poseen una placa terminal, estructura esquelética, microscópica, parecida al disco terminal de los pies ambulacrales de los erizos de mar.

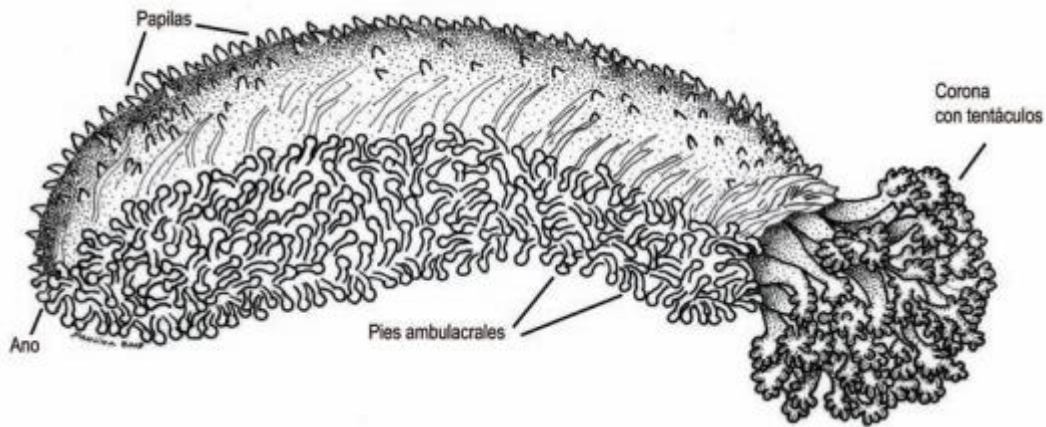


Figura 3. Principales características externas de un pepino de mar (Tomado de Solís-Marín *et al.*, 2009).

La pared interna del cuerpo de los pepinos de mar está revestida por músculos circulares y sobre estos hay cinco bandas de músculos longitudinales que dan movimiento de contracción del cuerpo. Poseen un anillo calcáreo, compuesto por 10 o más piezas que recubren al esófago y dan soporte a los músculos longitudinales (Solís-Marín *et al.*, 2009) (Fig. 5).

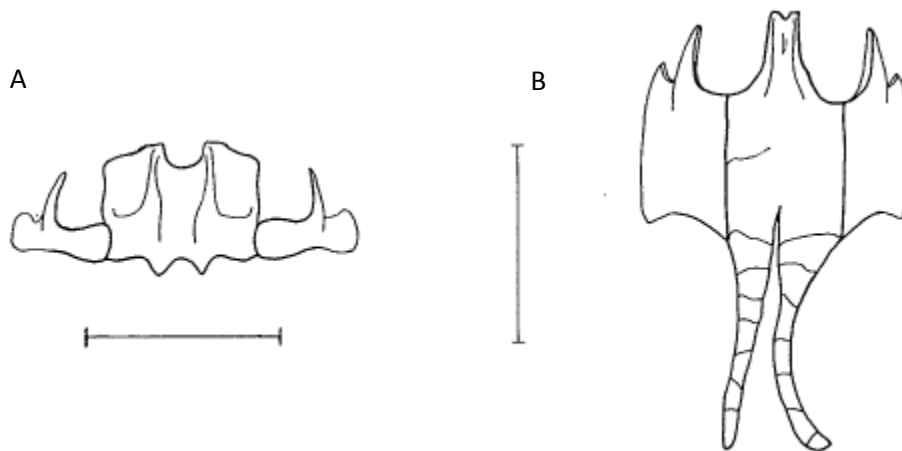


Figura 4. Tipos de anillos calcáreos, A: anillo simple, sin prolongaciones posteriores (Escala: 5mm) B: anillo complejo con prolongaciones posteriores (Escala: 5mm) (Tomado de A. M. Clark & Rowe, 1971).

El sistema digestivo posee asas intestinales que terminan en la cloaca o recto y finalmente en el ano (Solís-Marín *et al.*, 2009) (Fig. 6).

Algunos holoturoideos poseen árboles respiratorios, formados por un sistema de túbulos pareados conectados a un ducto corto terminal y este, a su vez, a la cloaca (Hyman, 1955), en estos árboles respiratorios se bombea líquido del SVA para efectuar el intercambio de gases durante la respiración (Lawrence, 1987). Algunos grupos (por ejemplo los elaspódidos) no poseen árboles respiratorios. En la mayoría de las especies de talla grande y de piel gruesa (Familia Stichopodidae) las ramificaciones de los árboles respiratorios ocupan la parte posterior de la cavidad celómica (Hyman, 1955).

Como estrategia de protección, algunas especies pueden eviscerar el tracto digestivo posterior o incluso los árboles respiratorios a través de la boca o el ano cuando son agredidos o sometidos a estrés (una vez expulsados se pueden regenerar). Algunas especies poseen órganos de defensa llamados túbulos de Cuvier, los cuales se localizan en la base de los árboles respiratorios y son utilizados como caracter taxonómico, los cuales son estructuras pegajosas, por lo general de color blanco y que contienen toxinas (Hyman, 1955).

Los pepinos de mar no poseen una madreporita visible, como las estrellas de mar, ésta se encuentra flotando libremente dentro de la cavidad corporal unida por medio de un canal pétreo a un extremo al anillo calcáreo que la conecta al SVA. Pueden tener una o más de 100 madreporitas (Lawrence, 1987).

Poseen una o más estructuras en forma de saco, transparentes, que se unen del extremo anterior al anillo calcáreo (Lawrence, 1987) y ayudan a mantener el equilibrio hidrostático en los equinodermos, llamadas vesículas de Poli.

Las gónadas tienen forma de penacho, puede haber una o dos unidas a la pared dorsal del cuerpo, están compuestas por una serie de túbulos que pueden o no estar ramificados. Un solo ducto genital corre anteriormente en el mesenterio dorsal, se abre al exterior inmediatamente después del anillo calcáreo (Sewell *et al.*, 1997) (Fig. 6).

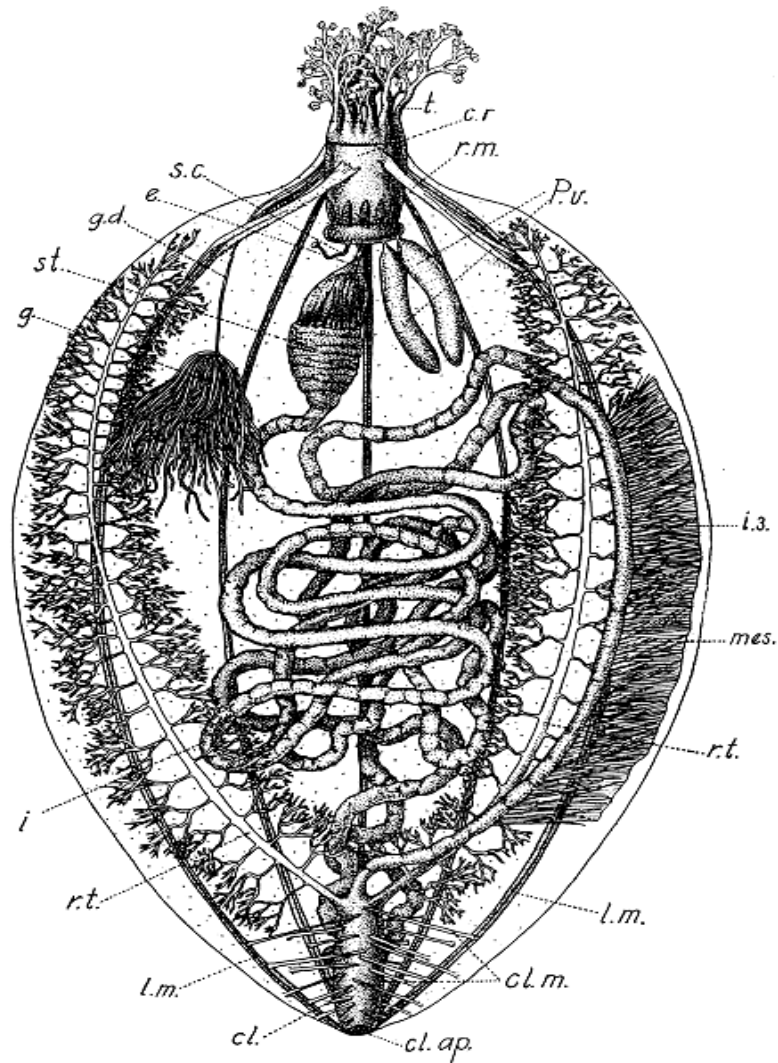


Figura 5. Anatomía interna de un holoturio dendroquirótido, disectado por el lado izquierdo. *t*, tentáculos; *cr*, anillo calcáreo; *sc*, canal pétreo; *rm*, músculo retractor; *pv*, vesícula de Poli; *g*, gónada; *gd*, ducto gonádico; *e*, esófago; *st*, estómago; *i*, intestino; *lm*, músculo longitudinal; *i3*, *rete mirabilis*; *cl*, cloaca; *clm.*, músculos suspensores de la cloaca; *cl.ap.*, ano; *mes*, mesenterio; *rt*, árbol respiratorio (Tomado de Forbes, 1841).

Los holoturoideos tienen un amplio rango de estrategias reproductivas que han adoptado a lo largo de su historia evolutiva. La mayoría de las especies son gonócoricas, (existen hembras y machos), se conocen de tres a seis órdenes con representantes hermafroditas

(Smiley *et. al.*, 1991). Muchos pepinos de mar que habitan en las profundidades (elasípodos) poseen huevos muy grandes, los cuales conllevan a un desarrollo directo a juveniles omitiendo el estado larvario (Hansen, 1975; Tyler y Billet, 1987; Billet, 1991; Gebruk *et. al.*, 1997). En otros casos, el desarrollo embrionario es indirecto, vía larvas vitelaria, auricularia y doliolaria. Incluso algunas especies de hábitats extremos (polos) son capaces de dar cuidado parental a sus crías (Ebert, 1996).

Identificación taxonómica

Para la identificación de los holoturoideos a nivel de orden, se utilizan caracteres morfológicos tales como la forma del cuerpo, el número y forma de tentáculos, la posición de la boca y ano y la disposición y forma de los pies ambulacrales, entre otros. A nivel de familia y género se utiliza la forma del anillo calcáreo, el número y la forma de los canales pétreos, la forma y el número de las madreporitas, el número y longitud de las vesículas de Poli, la disposición de las gónadas, presencia o ausencia de túbulos de Cuvier y músculos retractores, la forma y disposición de los árboles respiratorios, la forma de los músculos longitudinales y la disposición y trayectoria del intestino. Y para una identificación a nivel especie, el caracter más importante es la combinación de las distintas formas de los depósitos calcáreos u oscículos, que conforman el endoesqueleto de los holoturoideos y se encuentran embebidas en la piel o en las paredes de algunos órganos internos (Solís-Marín *et al.*, 2009).

Los oscículos o espículas son estructuras compuestas de carbonato de calcio, el tamaño varía de 20-600µm y tienen diversas formas como se observa en la fig. 7 (Hendler *et al.*, 1995):

- **Tablas o mesas:** son muy comunes en la piel de los holoturoideos; representantes sobre todo en el Orden Aspidochirotida, más específicamente de la Familia Holothuriidae. Pueden tener espinas en el borde de la espira, presentar pilares en la espira, por lo general cuatro, el disco de la tabla tiene gran variedad de formas: liso, abollonado, dentado, espinoso u ondulado y el número de perforaciones también varía (Fig. 7 B, C, D, E, F).

- **Tablas de soporte:** son muy similares a las tablas de la pared del cuerpo y presentan mayor abundancia en los pies ambulacrales. Se diferencian de las mesas por el disco curvado y elongado, una espira que puede ser alta o baja con dientes o espinas en la cúspide, además de tener tres o cuatro pilares que pueden estar unidos desde la base o en el extremo de la espira (Fig. 7 A, P).
- **Botones:** estos pueden ser lisos o abollonados, están presentes principalmente en la capa interna de la piel (Fig. 7 G, H, J, I).
- **Placas perforadas:** están presentes en la parte terminal de los pies ambulacrales (Fig. 7 M).
- **Barrotes:** se encuentran generalmente en los tentáculos y en el introverso. El introverso es una estructura la cual se puede invaginar o evaginar, en su extremo anterior se encuentra la boca y los tentáculos.
- **Anclas:** estas son características del orden Apodida (Fig. 7 N).
- **Cuerpo en forma de “C”:** están presentes en la familia Stichopodidae (Fig. 7 O).
- **Depósitos fosfáticos:** se encuentran en la pared del orden Molpadiidae.

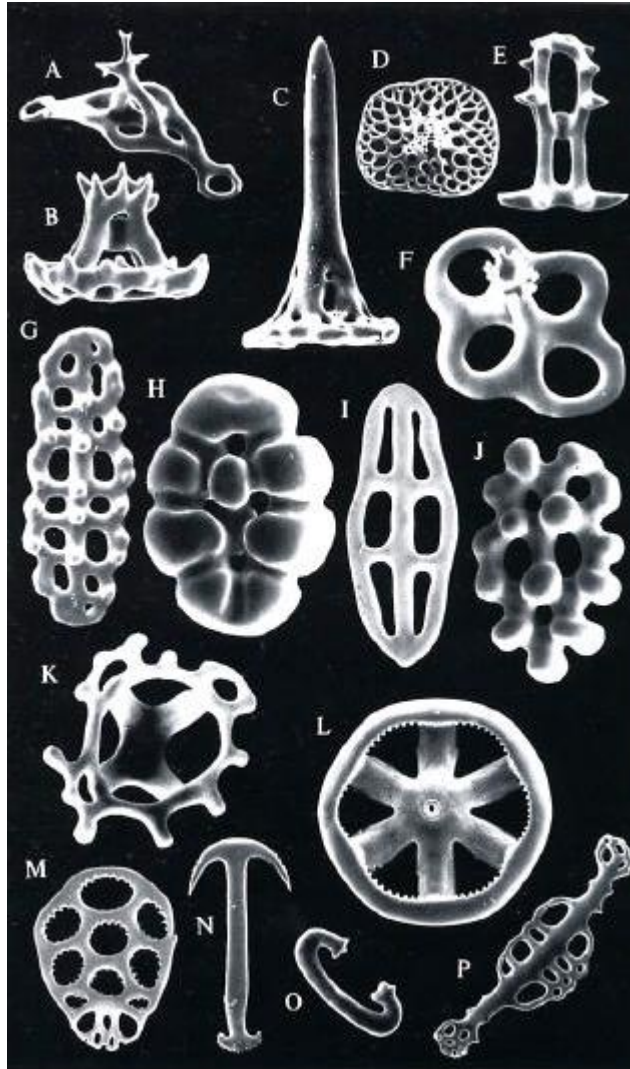


Figura 6. Tipos de espículas presentes en la piel de los pepinos de mar. A: tabla de soporte; B, C, D, E, F: tablas o mesas; G, H, J: botones abollonados; I: botón liso; K: canasta; L: rueda; M: placa perforada; N: ancla; O: cuerpo en forma de “C”; P: placa de soporte (Tomado de Hendler, *et al.*, 1995).

Durante más de 100 años, los pepinos de mar han sido un recurso pesquero importante principalmente en países asiáticos, donde la piel de algunas especies como *Isostichopus fuscus* (Golfo de California, México), *Athyonidium chilensis*, *Pattalus mollis* (Perú), *Holothuria scabra* (Filipinas) y *Stichopus japonicus* (Japón) entre otras, son parte de la dieta humana en sopas y ensaladas consideradas “*delicatessen*”, dándoles un valor económico dentro de las pesquerías. Desde hace aproximadamente 20 años se han implementados técnicas de maricultura para la reproducción de pepinos de mar ya que

las comunidades naturales han sido fuertemente explotadas. También poseen una importancia farmacéutica en la extracción de un grupo de saponinas, conocidas como *holoturinas*, sustancias que se utilizan como analgésico para problemas estomacales, respiratorios, inhibición en el crecimiento de bacterias y hongos (Kitagawa *et. al.*, 1978) e incluso para inhibir crecimiento de células cancerosas (Nigrelli, 1952; Sullivan y Nigrelli, 1956; Nigrelli y Jakowska, 1960); bloquea la actividad muscular y la red nerviosa de algunos vertebrados (Yamanouchi, 1955) y se ha observado que actúan directamente sobre las células de la sangre (lisis) y en el sistema nervioso central de muchos vertebrados (Buitrón y Solís, 1993).

La alimentación, producción fecal y actividad locomotora de los pepinos de mar es de gran importancia participando en el moldeado de la estructura en comunidades bentónicas y en los procesos biogeoquímicos, cambiando la composición del suelo marino (Ginger *et. al.*, 2000; Roberts *et. al.*, 2000; Witbaard *et. al.*, 2001; Abdel-Razek *et al.*, 2005) e incrementan la producción de los ecosistemas coralinos (Laboy-Nieves y Conde, 2006).

Antecedentes

Existe una gran diversidad de equinodermos en México, reportándose más de 643 especies en nuestros mares territoriales (Tabla 1), es decir, el 11% aproximadamente de las especies de equinodermos existentes en el planeta (Solís-Marín *et al.*, 2013). El reconocimiento de las especies mexicanas ha sido posible gracias a los estudios taxonómicos e inventarios del grupo en diversos hábitats costeros, que todavía distan de estar completos, representan una valiosa información (Solís-Marín y Laguarda-Figueras, 1998). En aguas mexicanas habitan aproximadamente 113 especies de pepinos de mar (Solís-Marín *et al.*, 2013). Sin embargo, el estudio de la familia Phyllophoridae en México es muy escaso, ya que son organismos difíciles de localizar, de recolectar y aún más de identificar.

México tiene una gran extensión de litorales, cuenta con 11, 122 km (INEGI, 2011), colinda al oeste con el Golfo de California y el Océano Pacífico, al este con el Golfo de México y al sureste con el Mar Caribe (Fig. 8). Las aguas territoriales varían en sus niveles de riqueza de organismos, siendo el Océano Pacífico el que más se ha estudiado, por la cantidad de géneros y la relación que guardan sus especies endémicas con las especies del Indo-Pacífico, el Mar Mediterráneo y el Mar Caribe (Laguarda-Figueras *et al.*, 2004); el Golfo de California es la zona más diversa para la clase Holothuroidea, en comparación con el Golfo de México y el Mar Caribe que ambas presentan la menor diversidad para la misma clase (Solís-Marín *et al.*, 2013) (Tabla 1).



Figura 7. Mapa de México donde se muestran las cuatro zonas marinas: Golfo de California, Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe.

Tabla 1. Número de especies por clase de equinodermos reportado para cada área marina del territorio nacional (Tomado de Solís-Marín *et al.*, 2013).

Océano/Clase	Crinoidea	Asteroidea	Ophiuroidea	Echinoidea	Holothuroidea	Subtotales
Océano Pacífico	4	59	63	37	53	216
Golfo de California	0	58	71	39	64	232
Golfo de México	25	96	79	59	33	292
Caribe de México	13	51	78	50	33	225

Golfo de California

El Golfo de California, es una cuenca marginal al noroeste de la República Mexicana, delimitada al occidente por la Península de Baja California y al oriente por costas de Sonora y Sinaloa, se ubica entre los 23° y 32° de Latitud Norte y los 107° y 115° de Longitud Oeste. Presenta una longitud de 1,400 km y 150 km de ancho, tiene una

comunicación directa con el Océano Pacífico al sureste. Posee una gran variedad de ambientes costeros como manglares, costas con pantanos, arrecifes rocosos y coralinos con una gran diversidad de hábitat para refugio, cría de estadíos larvarios y juveniles de crustáceos, moluscos, equinodermos, peces y aves, lo cual ha provocado que sea una de las cuencas más estudiadas del mundo. Alberga alrededor de 102 islas (casi todas de origen volcánico) que forman parte de los ecosistemas insulares más conservados del mundo y laboratorios naturales (Álvarez-Arellano y Molina-Cruz, 1986 y Tovilla-Hernández, 1991). Para su facilidad de estudio, desde el punto de vista oceanográfico, el Golfo de California se divide en 4 provincias: Golfo Superior, Canal Ballenas y Fosa Salsipuedes, Golfo Inferior y Entrada del Golfo (Roden y Emilsson, 1980). La riqueza biológica y ecológica del Golfo de California hace de este mar uno de los que presentan mayor biodiversidad en el mundo.

Durante el siglo XIX se comenzó el estudio de los equinodermos en el Golfo de California, Verrill (1870a, b; 1871), más adelante Ludwig (1893) y Hartlaub (1895) trabajaron con material recolectado por el Buque Oceanográfico “Albatros”; para el siglo XX destacan investigaciones de A. H. Clark (1916), H. L. Clark (1913, 1923), Boone (1928), Ziesenhenné (1937, 1940), Deichmann (1937, 1938, 1941, 1958), Caso (1944, 1947, 1948, 1949, 1951, 1953, 1961, 1967, 1975, 1976, 1979, 1980a, b, 1983a, b, 1984, 1986, 1992, 1994, 1996), Brusca (1973, 1980), Maluf (1988), Kerstitch (1989), Caso *et al.*, (1996) y Solís-Marín *et al.*, (1997); en este siglo se encuentran las investigaciones de Holguín-Quiñones *et al.*, (2000), Cintra-Buenrostro (2001) y Solís-Marín *et al.*, (2005).

Se tiene un registro de 232 especies de equinodermos distribuidas en las clases Asterozoidea, Ophiurozoidea, Echinozoidea y Holothurozoidea siendo esta última la más diversa en el territorio nacional; la clase Crinozoidea carece de registros en el Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Océano Pacífico

El Océano Pacífico es el de mayor tamaño, ocupa cerca de la tercera parte del planeta y cubre un área de 16, 570, 000 km², se ubica entre los 14° y 33° Latitud Norte, y del 92°

al 117° Longitud Oeste. No posee irregularidades pronunciadas en el fondo marino. Su temperatura varía desde el punto de congelación hasta los 28° C en el ecuador. Tiene una profundidad media de 4, 280 m. La Fosa de las Marianas es considerada el punto más profundo del planeta y dentro de esta fosa se encuentra el “Abismo Challenger” con 11, 034 m de profundidad.

El estudio de equinodermos en el Océano Pacífico mexicano comenzó desde el siglo XIX con revisiones de material de distintas colecciones zoológicas provenientes de expediciones en las costas del Pacífico del continente Americano. Verrill (1871) realizó los primeros estudios de la fauna de equinodermos del Pacífico Mexicano, con material recolectado, desde Baja California hasta las costas de Panamá; y tal material fue depositado en el “Museum of Comparative Zoology” de la Universidad de Harvard, E.U.A. Trabajos posteriores de Lyman (1879, 1882), Théel (1879), A. Agassiz (1881), Carpenter (1884) y Sladen (1889) a bordo del H.M.S Challenger generaron diversas publicaciones de todas las clases de equinodermos de la zona del Pacífico. Ludwig (1905) y H. L Clark (1917, 1920a, b) tuvieron varias publicaciones basándose en material biológico recolectado en exploraciones realizadas por el buque oceanográfico “Albatros” en el Pacífico Central Americano; durante el siglo XX varios autores realizaron numerosas revisiones morfológicas y sistemáticas, entre las que destacan: Fisher (1906), Caso (1941, 1943, 1944, 1945, 1946, 1948, 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1962a, b, 1963, 1964, 1965, 1966, 1970a, b, 1974, 1975, 1977, 1978, 1989a, b, 1983a, b), H.L Clark (1940, 1948), Deichmann (1938, 1941, 1958), Ziesenhenné (1940, 1942), Domantay (1953), Fell (1962), Maluf (1988), Hendler (1996), Solís-Marín y Laguarda-Figueras (1999) y Honey-Escandón, Solís-Marín y Laguarda-Figueras (2008). El registro de especies de equinodermos es de 216, con ejemplares presentes en las cinco clases (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Golfo de México

El Golfo de México es una cuenca marítima, que se extiende desde los 19° a los 23° Latitud Norte y de los 89° a los 93° Longitud Oeste, teniendo una superficie de $1.6 \times 10^6 \text{ km}^2$, cuenta con un litoral entre Florida, E.U.A y Yucatán, México de 4,000 km de

largo. Presenta una gran variedad de hábitats como cayos, islas, dunas, playas, ríos, deltas, bahías, estuarios, lagunas costeras, humedales, manglares y bancos carbonatados. El estudio sobre la biodiversidad de los equinodermos del Golfo de México se ha logrado gracias a los estudios realizados en las diversas áreas y hábitats, dando lugar a inventarios, los cuales representan una invaluable información fundamental para todo tipo de estudios (Durán-González *et al.*, 2005).

Los primeros estudios de equinodermos en esta zona se registran en el siglo XIX (Rathbun, 1885; Agassiz, 1878-1879, 1888; Perrier, 1881; Théel, 1886; Ives, 1890); durante el siglo XX destacan los trabajos de recolectas realizadas en expediciones extranjeras así como trabajos extranjeros, Deichmann (1930, 1954), A.H. Clark (1918), Caso (1943, 1946, 1948a, b, 1951, 1953, 1955, 1961a, b, 1976, 1978, 1979a,b), Downey (1972, 1973), Hendler y Turner (1987), Litvinova., (1975), Phelan (1970), Caso *et al.*, (1994); recientemente, destacan los trabajos de Solís-Marín (1997), Barbosa-Ledesma *et al.*, (2000), Turner y Graham (2003), Laguarda-Figueras *et al.*, (2005) y Durán-González *et al.*, (2005).

El Golfo de México tiene un registro de 292 especies de equinodermos distribuidas en las cinco clases, es el más diverso en crinoideos, asteroideos, ofiuroideos y equinoideos pero el menos diverso en holoturoideos (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Mar Caribe

El Mar Caribe incluye los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como parte de Belice y Guatemala, extendiéndose hacia Sudamérica, abarca más de 197, 600 km², se ubica entre los 12° y los 21° Latitud Norte y 72° a 87° Longitud Oeste, se encuentra dentro de los cinco primeros lugares de mayor biodiversidad marina y terrestre. Presenta una gran variedad de ambientes marinos como: arrecifes coralinos, manglares, lechos de pastos marinos, ecosistemas de plataforma profundos, cuencas profundas y trincheras parcialmente aisladas (Miloslavich y Klein, 2005). Las principales corrientes en el Caribe van de este a oeste, el istmo centroamericano desvía ciertas aguas hacia el sur a lo largo de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. El resto de las

corrientes continúan al oeste hacia Honduras y luego se curvan hacia el norte en Belice (Jackson y D'Croze, 1997). El conocimiento científico sobre la biodiversidad en la región del Mar Caribe es limitado, siendo una de las zonas menos conocidas en cuanto a la descripción taxonómica de su biota, con excepción de Belice y algunas secciones de la costa de Panamá. Se han realizado estudios por científicos norteamericanos y europeos por lo que la información no reside en los países de la región. Hay algunos estudios sobre los equinodermos de Belice (Kier, 1975; Hotchkiss, 1982; Macurda, 1982; Hendler y Pawson, 2000) aunque estos son específicos para ciertas localidades. En el mar Caribe se tiene un registro de 225 especies distribuidas en las cinco clases de equinodermos, siendo el menos diverso en asteroideos (Solís-Marín *et al.*, 2013).

Historia taxonómica del orden Dendrochirotida y de la familia Phyllophoridae

La taxonomía del Orden Dendrochirotida (Grube, 1840) ha sufrido cambios en la diagnosis realizada por diferentes autores; en el año de 1969, Caso describió a este orden como organismos con tentáculos dendríticos, pies ambulacrales existentes en toda la superficie corporal, limitados a las zonas ambulacrales o cuando menos a una de ellas; gónadas dispuestas en dos penachos, uno a cada lado del mesenterio dorsal; cuentan con árboles respiratorios, sin túbulos de Cuvier y con sistema vascular simple sin una extensa *rete mirabile*. Está conformado por tres familias: Cucumariidae, Psolidae y Phyllophoridae. No menciona la forma del anillo calcáreo.

Posteriormente, Pawson en el año de 1982 describió al orden como organismos sedentarios, que se adhieren al sustrato o forman madrigueras en el sedimento. Habitan todos los mares del mundo, en especial en aguas someras, aunque hay especies que habitan a ~1000 m de profundidad. Poseen entre 10-30 tentáculos; el anillo calcáreo es simple o complejo; la pared corporal es muy gruesa y atestada de espículas o delgada y con menor cantidad de espículas. Conformado por cuatro familias: Cucumariidae, Psolidae, Phyllophoridae y se aumenta la familia Sclerodactylidae. Ya no se menciona

algo acerca de los pies ambulacrales, los túbulos de Cuvier, los árboles respiratorios y las gónadas.

La diagnosis aceptada actualmente es la de Grube (1840) que describe al orden con organismos que presentan músculos retractores en el introverso; un tubo digestivo y árboles respiratorios bien desarrollados; con 10-30 tentáculos dendríticos muy ramificados (como mencionan Caso, 1969 y Pawson 1982); un anillo calcáreo simple o complejo (mencionado por Pawson, 1982); un esqueleto bien desarrollado o reducido. Conformado por cinco familias: Cucumariidae, Paracucumidae, Psolidae, Phyllophoridae y Sclerodactylidae. No se hace mención alguna acerca de los pies ambulacrales, los túbulos de Cuvier ni de las gónadas.

Respecto a la descripción de la familia Phyllophoridae (Östergren, 1907) que también presenta distintas diagnosis aportadas por varios autores como Deichmann que en el año de 1938 la describió como organismos con más de 10 tentáculos (alrededor de 15-30), 10 largos en el círculo exterior y 5 o 10 pequeños en el círculo interior; los pies están restringidos a los ambulacros y son dispersos en el interambulacro; el anillo calcáreo es simple o con prolongaciones posteriores y el tercer mesenterio está unido al interambulacro izquierdo.

En 1970, Pawson describió a la familia como organismos más o menos desnudos que no están inmersos por una testa; con anillo calcáreo complejo, con prolongaciones posteriores formadas por pequeñas piezas a forma de mosaico; los depósitos calcáreos son generalmente pequeños e inconspicuos. No menciona la apariencia de los tentáculos.

En el año de 1982 Pawson aumenta a su anterior descripción de la familia como organismos con cuerpo en forma de "U" en la mayoría de los casos sin una testa de placas y la pared corporal muy suave con espículas pequeñas e inconspicuas; poseen de 10 a 25 tentáculos; el anillo calcáreo es complejo y con prolongaciones posteriores largas y compuestas en pequeñas piezas a modo de mosaico, pudiendo llegar a ocupar

hasta la mitad de la parte anterior del cuerpo y los pies ambulacrales están presentes en toda la superficie corporal.

Y Thandar en 1990 describió a la familia como organismos sin testa; con 10-25 tentáculos bien ramificados (generalmente 10 o 20); los pies están restringidos a los ambulacros o se encuentran dispersos en menor cantidad, generalmente papiliformes en la zona dorsal; el anillo calcáreo es complejo, con prolongaciones largas o cortas compuestas en pequeñas piezas a forma de mosaico y las espículas usualmente son de botones, tablas o mesas. No menciona la forma externa de los organismos.

La descripción de la familia que se utiliza en la actualidad es la de Östergren (1907) que los describe como organismos que poseen un cuerpo sin oscículos en forma de escamas, con espículas pequeñas e inconspicuas; el anillo calcáreo posee prolongaciones posteriores compuestas en piezas a forma de mosaico. Aunque no especifica acerca de la forma del cuerpo, el número de tentáculos o de la distribución de los pies ambulacrales.

Descripción de los géneros de la familia Phyllophoridae

La familia Phyllophoridae tiene en total 26 géneros, de los cuales nueve están presentes en las costas mexicanas y se describen a continuación.

Género *Allothyone* Panning, 1949

Diagnosis (tomada de Panning, 1949): Presenta 10 tentáculos, un anillo calcáreo con prolongaciones bifurcadas, las espículas tienen forma de tabla con cuatro columnas.

Género *Athyonidium* Deichmann, 1941 *nomen nudum* (termino usado para un nombre “no disponible” porque no tiene una descripción, referencia o indicación).

Eucyclus Lampert, 1885: 290; Théel, 1886: 268; Ludwig, 1887: 1239 (reprinted p. 23).

Athyonidium Deichmann, 1941: 127-129.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1941): Tamaño de 25 cm o más, con la piel suave y delgada, poseen numerosos pies, cinco pares de tentáculos largos externos y cinco pares pequeños internos, el anillo calcáreo cuenta con cinco radiales casi rectangulares y cinco interradales con frecuencia ocultos en el tejido, un canal pétreo largo y ramificado, numerosos penachos ramificados de vesículas de Poli. Las espículas en forma de placas terminales largas y bien desarrolladas, hay pocas rosetas espinadas; en los tentáculos se encuentran rosetas en los individuos jóvenes. Presentan un color grisáceo a negro, la parte ventral es más pálida y los tentáculos son oscuros.

Género *Massinium* Samyn & Thandar, 2003

Samyn & Thandar, 2003: 136.

Diagnosis (tomada de Samyn *et al.*, 2010): Presenta 20 tentáculos distribuidos en dos círculos, 10 + 10, el ano está rodeado por papilas anales, el anillo calcáreo es tubular, complejo y con prolongaciones posteriores, los radiales e interradales están fragmentados en pequeñas piezas a modo de mosaico que se prolongan en la parte posteriores y se unen formando una asa por debajo del sistema vascular acuífero, poseen cuatro vesículas de Poli largas. Las espículas de la pared del cuerpo son en forma de barrotes o rosetas, las espículas del introverso presentan forma de tablas con dos pilares y numerosas rosetas y/o barrotes, hay presencia de espículas en forma de tablas en organismos juveniles pero son escasas en organismos adultos.

Género *Neothyonidium* Deichmann, 1938

Neothyonidium Deichmann, 1938: 379; Pawson, 1963: 24; Heding & Panning, 1954: 189; Cherbonnier, 1988: 12.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1938): Presentan 20 tentáculos acomodados en un círculo externo con cinco pares y un círculo interno con cinco pares con tenáculos más pequeños, un anillo calcáreo tubular conformado por pequeñas piezas a modo de mosaico, los radiales tienen largas colas bifurcadas que se fusionan con los interradales. Las espículas de la piel presentan dos torres que terminan en 2-4 puntas cortas y espículas de placas irregulares que simulan rosetas.

Género *Pentamera* Ayres, 1852

Pentamera Ayres, 1852: 207; Deichmann, 1938: 373; 1938a: 105; 1941: 84; Panning, 1949: 465.

Diagnosis (tomada de Ayres, 1852): Tamaño pequeño a mediano, diez tentáculos, dos ventrales que son más pequeños, los pies ambulacrales son largos, no retráctiles y están acomodados en cinco bandas pero no entre los interambulacrales, el anillo calcáreo tiene prolongaciones largas posteriores en los radios. Las espículas son en forma de tabla con dos pilares, en los pies hay numerosas tablas de soporte bien desarrolladas con una espira, en algunos casos completamente reducida, en los tentáculos hay barrotes o placas a veces sin aguja al menos en especies adultas. Las espículas son numerosas pero disminuyen al volverse adultos.

Género *Phyllophorus* Grube, 1840

Phyllophorus Grube, 1840: 80; Clark, 1946: 407.

Diagnosis (tomada de Grube, 1840): Tienen un tamaño mediano que va de 10 a 15 cm., se caracteriza por tener 20 tentáculos orales distribuidos en dos círculos (15 + 5), el anillo calcáreo tiene prolongaciones cortas en los radios. Los pies ambulacrales están distribuidos en todo el cuerpo. Las espículas de la piel son en forma de tabla, en los pies hay placas perforadas, a veces tablas de soporte. Las espículas parecen preservarse durante toda la vida del organismo. Color grisáceo con los pies blancos.

Subgénero *Urodemella* Deichmann, 1944

Phyllophorus (Urodemella) Cherbonnier, 1988: 12.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1944): Tamaño pequeño y mediano, poseen 20 tentáculos distribuidos en dos círculos (15 + 5), el anillo calcáreo presenta colas cortas y bifurcadas compuestas por pocas piezas, los pies están distribuidos en todo el cuerpo. Las espículas de la piel en forma de pseudo-torres talladas en cuencos, siempre con largas espinas laterales y centrales, barrotes cortos y gruesos, globosos o rizados en la pared.

Género *Stolus* Selenka, 1867

Stolus Selenka, 1867: 355; Heding, 1940: 126; Panning, 1949: 462; Pawson, 1963: 31; Cherbonnier, 1988: 11.

Diagnosis (tomada de Selenka, 1867): Presenta diez tentáculos, el anillo calcáreo tiene prolongaciones largas acomodadas en pequeñas piezas a forma de mosaico. Las espículas de la piel como nódulos con cuatro perforaciones ovoides y doce perforaciones periféricas, poseen un arco central en ambos lados, botones con pocas perforaciones. Presenta cinco dientes anales.

Género *Thyone* Oken, 1815

Thyone Oken, 1815: 351; Cherbonnier, 1988: 11.

Anaperus Troschel, 1846: 60 (*partim*).

Diagnosis (tomada de Oken, 1815): Tamaño pequeño a mediano (rara vez más de 10 cm. de largo), el cuerpo se estrecha hacia los extremos y tiene una fina piel con numerosos pies no retráctiles que son más abundantes en la zona ventral, posee diez tentáculos, dos ventrales más pequeños, el anillo calcáreo está totalmente fragmentado, prolongándose hasta los radiales con largas colas hechas de muchas piezas pequeñas. Las espículas de la piel son en forma de tablas con dos columnas, en los pies son placas largas y numerosas tablas redondeadas usualmente con una aguja bien desarrollada o completamente reducida, en los tentáculos hay barrotes o rosetas y en el introverso se presentan rosetas. Las espículas se reducen en algunas especies adultas. Dientes anales presentes.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, no se cuenta con la información organizada y actualizada de las diferentes especies de pepinos de mar de la familia Phyllophoridae que habitan las aguas mexicanas, es por ello el interés de realizar este trabajo de investigación.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un catálogo taxonómico de identificación de las especies de la familia Phyllophoridae (Echinodermata: Holothuroidea) distribuidas en aguas mexicanas, depositadas en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz” del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un catálogo de identificación taxonómica y corroborar la taxonomía de las especies de la familia Phyllophoridae distribuidas en aguas mexicanas.
- Observar y fotografiar los diferentes tipos de espículas de importancia taxonómica para la familia Phyllophoridae mediante el uso de técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).
- Obtener mapas con la distribución geográfica de los filofóridos presentes en México a partir de las coordenadas de latitud y longitud.
- Realizar una clave dicotómica de identificación para los filofóridos presentes en aguas mexicanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se hizo una **revisión bibliográfica** sobre el tema, en la biblioteca especializada de la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz” (CNE) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México (los registros provenientes de esta colección se identificaron con las siglas ICML-UNAM). Después se analizaron los especímenes de holoturoideos de la familia Phyllophoridae que se encuentran en la CNE, ICML, UNAM. Cada una de las especies trabajadas en este estudio tiene los datos de: sinonimias, diagnosis, descripción, referencias de identificación, material examinado, material tipo, localidad tipo, reportes previos para México, distribución geográfica, distribución batimétrica y comentarios.

Las siglas de colecciones científicas mencionadas en este trabajo corresponden a los lugares en los que fueron depositados los ejemplares del material tipo, y son: National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, U.S.A. (U.S.N.M). Los Angeles County Museum, Los Angeles, California, U.S.A. (L.A.C.M).

Se observaron organismos que se encuentran en la CNE y que no pertenecen a las aguas mexicanas, para poder realizar una comparación sobre las mismas especies.

Registro fotográfico de la morfología externa

Se fotografiaron los ejemplares completos (vista lateral) con una cámara digital Sony cyber-shot DSC-W120 de 7.2 mega pixeles.

Manejo y preparación de las espículas para técnicas de Microscopía Electrónica de Barrido

a) Extracción del material biológico

Se realizaron pequeños cortes (~4 x 4mm) en diferentes partes del cuerpo como piel, tentáculos, pies ambulacrales e introverso, incluso puede hacerse en los diferentes órganos internos; cada corte se colocó en un vidrio de reloj y se agregó una solución de hipoclorito de sodio (cloro comercial), la muestra se dejó reposar de 2-5 minutos en esta solución, posteriormente se lavó la muestra con agua destilada dejándola reposar por 10

minutos, se retiró el sobrenadante con ayuda de pipetas Pasteur y se repitió la operación dos veces más para que las espículas quedaran libres de tejido.

b) Deshidratación

Se llevó a cabo por medio de un lavado con alcohol etílico al 100%, en el vidrio de reloj donde se tenía la muestra, se dejó reposar por dos minutos y se retiró el sobrenadante con pipetas Pasteur.

c) Montaje

Una vez que las espículas se secaron, se esparcieron en una etiqueta de carbón, previamente adherida a un portamuestras metálico para microscopía electrónica, usando un pincel delgado para facilitar la separación de las espículas.

d) Recubrimiento de las espículas con oro

Las espículas se recubrieron con una capa de oro, para permitir que los electrones formen la imagen final en microscopía electrónica. Para el presente trabajo se utilizaron dos equipos: 1. Polaron SEM Coating System, Modelo 11HD (Departamento de Biología Celular y Tisular, Facultad de Medicina, UNAM), se realizaron 3 recubrimientos, el primero con una duración de 3 minutos en una posición perpendicular, a 2.4 kV (kilovolts), 5mA (miliamperes) y un vacío de 10^{-1} mbar (mili bares); el segundo y tercer recubrimiento se hicieron con una duración de un minuto teniendo una inclinación de 60° en el portamuestras, con la finalidad de que las partículas de oro se esparcieran uniformemente en toda la superficie del portamuestras, las condiciones de voltaje, amperaje, vacío y tiempo fueron las mismas del primer recubrimiento, con el equipo 2. Cressington Sputter Coater 108auto (Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN) en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)) se realizó un recubrimiento con duración de 45 segundos en posición perpendicular a 40mA y 10^{-1} mbar.

e) Análisis y registro fotográfico con MEB

Para el análisis fotográfico se utilizaron dos equipos: 1. MEB Zeiss DSM-950 (Departamento de Biología Celular y Tisular, Facultad de Medicina, UNAM), el registro fotográfico se hizo por medio de placas Kodak 320 que fueron escaneadas y digitalizadas. Y 2. MEB FEI QUANTA 200 (Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias y Nanotecnología (LINAN) en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)), el registro fotográfico se realizó por medio de electrones secundarios.

Selección y limpieza de fotografías

Las fotos elegidas fueron aquellas que tuvieran mejor detalle de la estructura. Para la edición del fondo se utilizó el programa Photoshop Cs5 y para armar las láminas se empleó el programa Illustrator Cs5.

Distribución biogeográfica

Para localizar los puntos de distribución geográfica se utilizó el programa arcGIS 9, arcMap versión 9.3; se colocaron las coordenadas de latitud y longitud en una base de datos de Excel y se trasladaron los datos al programa de arcGIS, obteniendo los puntos donde se encuentran las especies que están depositadas en la CNE.

Clave dicotómica

Los criterios taxonómicos que se utilizaron para la creación de la clave dicotómica fueron los diferentes tipos de espículas presentes en la piel, los pies ambulacrales, los tentáculos y el introverso de cada ejemplar.

RESULTADOS

En este trabajo se reconocieron 16 especies de la familia Phyllophoridae presentes en las costas mexicanas, de los cuales 13 se encuentran en la CNE, una especie se encuentra depositada en el USNM, Washington, Estados Unidos y dos especies más depositadas en LACM, Los Ángeles, Estados Unidos, con rangos de distribución batimétrica que varían de los 0 a los 366 metros de profundidad.

Se presentan tres nuevos registros de especies de filofóridos para México.

Se realizó un catálogo taxonómico de identificación, brindando información de la morfología externa de los organismos, diagnosis, las sinonimias, las referencias de identificación del material, el material examinado, la ubicación de los ejemplares tipo, los reportes previos para México, la distribución geográfica y batimétrica y comentarios, también se elaboraron láminas con fotografías de las especies preservadas, de las espículas de los individuos tomadas con MEB y mapas de distribución geográfica para cada especie perteneciente a la familia Phyllophoridae.

Se obtuvo una clave dicotómica para la identificación de las especies de filofóridos, tomando las espículas de los organismos como criterio taxonómico

SINOPSIS TAXONÓMICA DE LA FAMILIA PHYLLOPHORIDAE EN COSTAS MEXICANAS

Clase Holothuroidea Blainville, 1834

Orden Dendrochirotida Grube, 1840

Familia Phyllophoridae Östergren, 1907

Género *Allothyone* Panning, 1949

Allothyone mexicana (Deichmann, 1946)

Género *Athyonidium* Deichmann, 1941

Athyonidium deichmannae Domantay, 1961

Género *Massinium* Samyn & Thandar, 2003

Massinium sp.

Género *Neothyonidium* Deichmann, 1938

Neothyonidium sp.

Género *Pentamera* Ayres, 1852

Pentamera chierchiae (Ludwig, 1887)

Pentamera chiloensis (Ludwig, 1887)

Pentamera zaca Deichmann, 1938

Género *Phyllophorus* Grube, 1840

Phyllophorus panning Domantay, 1961

Subgénero *Urodemella* Deichmann, 1938

Phyllophorus (Urodemella) occidentalis Ludwig, 1875

Género *Stolus* Selenka, 1967

Stolus cognatus (Lampert, 1885)

Género *Thyone* Oken, 1815

Thyone bent Deichmann, 1937

Thyone biantata Deichmann, 1941

Thyone fusus (O. F. Müller, 1776)

Thyone parafusus Deichmann, 1941

Thyone pseudofusus Deichmann, 1930

Thyone strangeri Deichmann, 1941

Clave de identificación para las especies de la familia Phyllophoridae (Holothuroidea: Dendrochirotida) presentes en las aguas territoriales mexicanas.

- 1. Espículas de la piel en forma de botones.....2
- 1'. Espículas de la piel en forma de tablas..... 3

- 2. Espículas de la piel en forma de botones con dos abollonaduras centrales y 10 periféricas, cuatro agujeros al centro; los pies ambulacrales con placas perforadas placoidales; tentáculos con barrotes gruesos; introverso con tablas con muchos agujeros y presenta una espira con diferentes terminaciones en punta..... *Allothyone mexicana* (Deichmann, 1946)

- 3. Espículas de la piel en forma de tabla con borde ondulado con dos pilares que terminan en cuatro dientes y 13-19 agujeros; los pies ambulacrales con placas perforadas; tentáculos con barrotes, algunos ramificados; introverso con rosetas y barrotes..... *Massinium* sp.
- 3'. Espículas de la piel en forma de tabla con borde espinoso.....4

- 4. Espículas de la piel en forma de tabla con el borde espinoso, seis agujeros; los pies ambulacrales con placas perforadas; tentáculos con barrotes gruesos y agujeros a todo lo largo, rosetas con bordes abollonados; introverso con barrotes muy gruesos e irregulares y pocas rosetas..... *Pentamera chierchiae* (Ludwig, 1887)
- 4'. Espículas de la piel en forma de tabla con el borde espinoso, con 4-8 agujeros y dos pilares; los pies ambulacrales con placas perforadas; tentáculos con rosetas y barrotes; introverso con rosetas..... *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* Ludwig, 1875

- 5. Espículas de la piel en forma de tabla con base cuadrada.....6
- 5'. Espículas de la piel en forma de tabla con base ovalada.....7

6. Espículas de la piel en forma de tabla con la base cuadrada, ocho agujeros y espira de dos pilares terminando en varios dientes; los pies ambulacrales con tablas de soporte con dos pilares que terminan en tres dientes..... ***Pentamera chiloensis* (Ludwig, 1887)**
7. Espículas de la piel en forma de tabla con la base ovalada, cuatro agujeros y dos pilares altos que terminan en puntas; los pies ambulacrales con placas perforadas..... ***Thyone fusus* (O. F. Müller, 1776)**
- 7'. Espículas de la piel en forma de tablas con la base ovalada, cuatro agujeros y dos pilares que se unen en 3-5 puntas, presenta un asa por la parte inferior; los pies ambulacrales con tablas de soporte con dos pilares terminando en una espina curva (huso); tentáculos con rosetas..... ***Thyone parafusus* Deichmann, 1941**
- 8'. Espículas de la piel en forma de tablas con la base en forma de rombo y con el borde grueso.....**9**
9. Espículas de la piel en forma de tablas con el disco como rombo y de borde grueso, cuatro agujeros, espira que termina en dientes pequeños, presenta con un asa en la parte inferior; los pies ambulacrales con placas perforadas; tentáculos con barrotes y rosetas; introverso con placas perforadas..... ***Thyone pseudofusus* Deichmann, 1930**
- 9'. Espículas de la piel en forma de tablas lisas con el disco como rombo y borde grueso, con 4-6 agujeros; los pies ambulacrales con placas perforadas y barrotes gruesos perforados en los extremos; tentáculos con barrotes ramificados a los extremos; introverso con rosetas..... ***Thyone bentii* Deichmann, 1937**
10. Espículas de los tentáculos con forma de barrotes ramificados y rosetas.....**11**
- 10'. Espículas de los pies ambulacrales en forma de tablas de soporte con dos pilares.....**12**
11. Espículas en los pies ambulacrales en forma de tablas alargadas; los tentáculos con barrotes ramificados y rosetas..... ***Athyonidium deichmannae* Domantay, 1961**
- 11'. Espículas en la piel en forma de tablas lisas, con 11-18 agujeros y pilares que terminan en dientes; en los pies ambulacrales con placas perforadas; los tentáculos con

barrotes ramificados y rosetas; introverso con barrotes gruesos y ramificados..... *Neothyonidium* sp.

12. Espículas de la piel en forma de bellotas; los pies ambulacrales con tablas de soporte y dos pilares que terminan en varios dientes..... *Pentamera zaca* **Deichmann, 1938**

12'. Espículas de la piel en forma de tablas irregulares con 4-19 agujeros; pies ambulacrales con tablas de soporte y dos pilares que terminan en punta, también hay placas perforadas..... *Thyone strangeri* **Deichmann, 1941**

13. Espículas de la piel en forma de tablas con base de rombo, con cuatro agujeros y pilares que forman una espira, también pueden ser de tabla de soporte con dos pilares que terminan en dientes; los pies ambulacrales con placas perforadas; tentáculos con barrotes irregulares; introverso con tablas ovaladas, muchos agujeros y dos pilares que terminan en dientes..... *Thyone bidentata* **Deichmann, 1941**

13'. Espículas como placas alargadas, barrotes, botones u rosetas presentes en la piel..... **14**

14. Barrotes, botones u rosetas presentes en la piel; los pies ambulacrales con placas perforadas y barrotes; en el introverso hay tablas con cuatro agujeros al centro y una aguja reducida..... *Phyllophorus panningi* **Domantay, 1961**

14'. Placas alargadas y perforadas a todo lo largo en dos hileras en la piel, los pies ambulacrales con barrotes gruesos y perforados en los extremos; tentáculos con barrotes; introverso con rosetas..... *Stolus cognatus* (**Lampert, 1885**)

ESPECIES DE FILOFÓRIDOS EN AGUAS MEXICANAS

Familia Phyllophoridae Östergren, 1907

Género *Allothyone* Panning, 1949

***Allothyone mexicana* (Deichmann, 1946)**

(Lámina 1)

Allothyone mexicana Deichmann, 1946; Miller & Pawson, 1984.

Thyone mexicana Deichmann, 1946: 1; 1954: 395; Harry, 1979: 41.

Diagnosis (tomada de Miller & Pawson, 1984): Organismos elongados, excavadores, (hasta 10 cm. de longitud) con cuerpo en forma de “U”. Pies cilíndricos, numerosos, acomodados en los radios y dispersos en los interradios, especialmente en la zona ventral. Diez tentáculos, el par ventral es más pequeño que el resto. El anillo calcáreo presenta colas largas en los radiales. En la pared del cuerpo las espículas son en forma de tablas con dos pilares, pueden ser tres o cuatro. Los pies poseen placas terminales y numerosas tablas de soporte y agujas reticuladas. El color en especímenes preservados es café grisáceo.

Descripción: El cuerpo es elongado y en forma de “U”, con tamaños desde los 3 hasta los 10cm de longitud, los pies ambulacrales están presentes en todo el cuerpo sin un acomodo específico, los tentáculos son de tipo dendrítico, hay presencia de dientes anales que se encuentran en pares, los especímenes preservados son de color blanco. Las espículas de la piel son en forma de botones con dos abollonaduras al centro y 10 periféricas, tiene cuatro agujeros; los pies ambulacrales tienen barrotes placoidales; en los tentáculos hay barrotes gruesos y en el introverso son tablas irregulares con una espira con diferentes terminaciones.

Referencias de identificación: Como *Thyone mexicana* Deichmann, 1946: 1, fig. 1; 1954: 395, lám. 67, figs. 1-3; Harry, 1979: 41, lám. 9, figs. 49-52.

Material examinado: 1 ejemplar: ICML-UNAM 5.67.1 (Relleno de San Francisco de la caleta, Golfo de California, Méx., 28° 26' N; 112° 52' W).

Material tipo: Holotipo USNM E 10555.

Localidad tipo: Sugarhouse Bend, Bahía Barataria, Isla Grand, Lousiana, E.U.A. (Deichmann, 1946).

Reportes previos para México: Golfo de México (Deichmann, 1954).

Distribución geográfica: Golfo de México (Deichmann, 1946) y Golfo de California.

Distribución batimétrica: De 6 a 6.5 metros (Deichmann, 1946).



Lámina 1. *Allothyone mexicana* (Deichmann, 1946). A. Ejemplar preservado (escala 1cm); B. Botón abollonado de la pared del cuerpo; C. Barrote placoidal de los pies ambulacrales; D. Tabla irregular con una espira de diferentes terminaciones del introverso; E. Barrote de los tentáculos; F. Mapa de distribución en México.

Género *Athyonidium* Deichmann, 1941
***Athyonidium deichmannae* Domantay, 1961**

(Lámina 2)

Athyonidium deichmannae Domantay 1961: 337.

Diagnosis (modificada de Domantay, 1961): Son organismos de tamaño mediano (60 mm de largo y 15mm de diámetro en el centro del cuerpo). El cuerpo se estrecha en los extremos en forma de “J”. Tiene 20 tentáculos arreglados en dos círculos, 10 externos que son largos y 10 internos más pequeños acomodados en pares en la región ambulacral. Pies ambulacrales suaves y numerosos en todo el cuerpo, sin placas terminales o tablas de soporte. En la parte anterior los pies están acomodados en doble hilera extendiéndose hasta el introverso. El anillo calcáreo es simple, las placas radiales poseen dientes anteriores prominentes. En la pared del cuerpo las espículas están ausentes. Los pies ambulacrales anteriores tienen espículas de tabla larga. El disco de la tabla es muy delicado y la espira está compuesta de cuatro barras que se ramifican distalmente. Los tentáculos con varios tipos de barrotes perforados y ramificados en ambos extremos. Rosetas presentes. El color del espécimen es café oscuro o morado.

Referencias de identificación: Como *Athyonidium deichmannae* Domantay, 1961: 337.

Material examinado: Esta especie no se examinó debido a que se encuentra en LACM, Los Ángeles, Estados Unidos.

Material tipo: Holotipo LACM 1034-40 (Domantay, 1961).

Localidad tipo: En las afueras de Banco Gorda, Golfo de California (Domantay, 1961).

Reportes previos para México: Golfo de California (Domantay, 1961).

Distribución geográfica: Banco Gorda, Golfo de California, 23° 01'N; 109° 46'W (Domantay, 1961).

Distribución batimétrica: De 47 a 172 metros (Domantay, 1961).



Lámina 2. Mapa de distribución en México de *Athyonidium deichmannae* Domantay, 1961.

Género *Massinium* Samyn & Thandar, 2003

***Massinium* sp.**

(Lámina 3)

Descripción: Organismos con el cuerpo en forma de huso, el extremo posterior es muy característico estrechándose hasta el final, el tamaño varía entre 8cm y 15 cm, los pies ambulacrales están presentes en todo el cuerpo sin restringirse a la zona de los ambulacros, los tentáculos están acomodados en pares y son de color morado mientras que en organismos preservados presentan color gris, los pies toman un color blanco. Las espículas de la piel son en forma de tabla con el borde ondulado, presentan dos pilares que terminan en cuatro dientes y tienen de 13-19 agujeros; los pies ambulacrales presentan placas perforadas; los tentáculos rosetas y barrotes y en el introverso hay rosetas y barrotes ramificados.

Material examinado: 3 ejemplares: ICML-UNAM 8952, sin número de catálogo, 2 ejemplares (Isla Cocinas, Bahía de Chamela, Jalisco, México, 19° 32'45.4"N; 105° 06'32.2"W); ICML-UNAM 9171, sin número de catálogo, 1 ejemplar (Frente al Faro de Bucerías, Mpio. Aquila, Michoacán, México, 18° 20.585'N; 103° 30.503'W).

Reportes previos para México: Bahía de Chamela-Jalisco; Aquila-Michoacán y Puerto Ángel-Oaxaca.

Distribución geográfica: Pacífico mexicano.

Distribución batimétrica: De 2 a 10 metros.

Comentarios: Este género se registra por primera vez en el pacífico mexicano; se propone erigir a este morfo como una nueva especie.

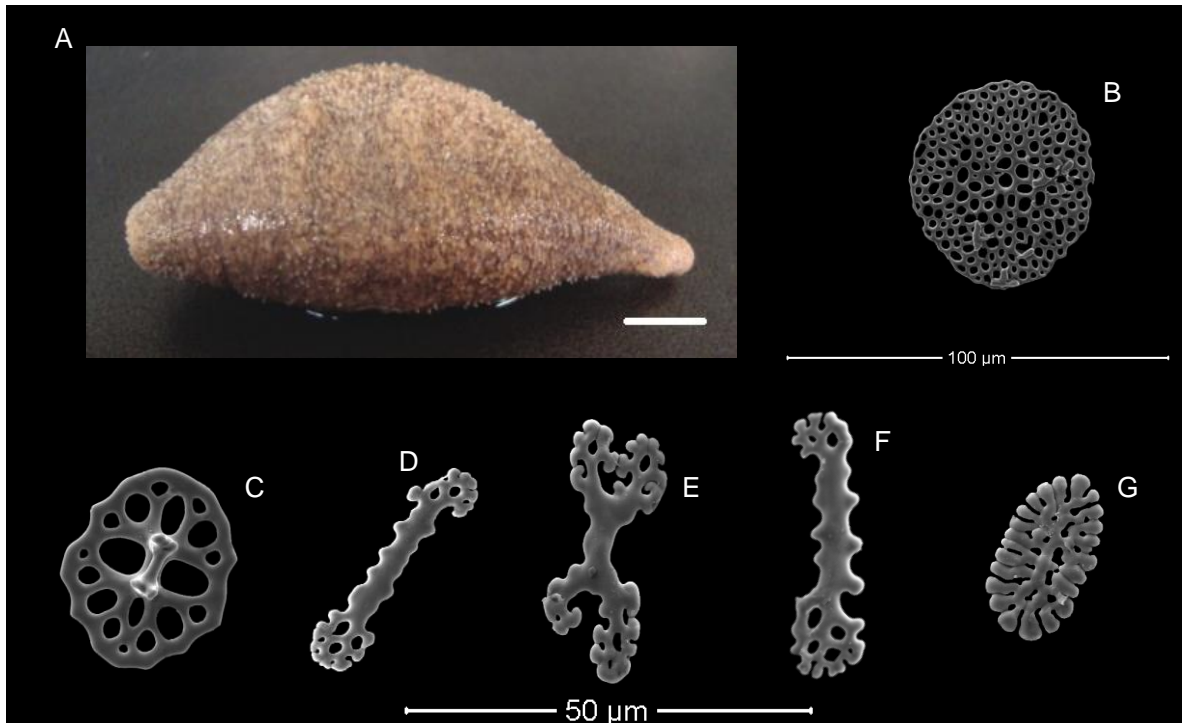


Lámina 3. *Massinium* sp.; A. Ejemplar preservado (escala 1 cm); B. Placa perforada de los pies ambulacrales; C. Tablas con espira de dos pilares de la piel; D. y E. Barrote sencillo y ramificado de los tentáculos; F. y G. Barrote y roseta del introverso; H. Mapa de distribución en México.

Género *Neothyonidium* Deichmann, 1938

Neothyonidium sp.

(Lámina 4)

Descripción: Organismos con cuerpo en forma de “U”, están elongados hacia la parte posterior, el tamaño varía de 6cm a 12cm, los pies ambulacrales están presentes en todo el cuerpo, los tentáculos son de tipo peltado y de color morado, el color del organismo en vivo es rojo intenso, al preservarse toman un color blanco. Las espículas de la piel son en forma de tabla con el borde liso, pilares que terminan en dientes y de 11-18 agujeros; los pies ambulacrales presentan placas perforadas; los tentáculos tienen barrotes ramificados y rosetas; el introverso tiene barrotes ramificados y gruesos.

Material examinado: 10 ejemplares: ICML-UNAM 1586, 2 ejemplares; ICML-UNAM, 3 ejemplares (Entre la Isla de la Piedra e Isla de los Chivos Mazatlán, México); ICML-UNAM, sin número de catálogo, 1 ejemplar (Isla Cocinas, Bahía de Chamela, Jalisco, México 19° 32' 45.4"N; 105° 06' 32.2"W); ICML-UNAM, sin número de catálogo, 3 ejemplares (Isla Cocinas, Bahía de Chamela, Jalisco, México 19° 32' 45.4"N; 105° 06' 32.2"W); ICML-UNAM, sin número de catálogo, 1 ejemplar (Lado izquierdo caleta, Isla Cocinas, Bahía de Chamela, Jalisco, México).

Reportes previos para México: Ninguno.

Distribución geográfica: Pacífico mexicano.

Distribución batimétrica: 3 metros.

Comentarios: Este género se registra por primera vez en el pacífico mexicano; se propone erigir a este morfo como una nueva especie.

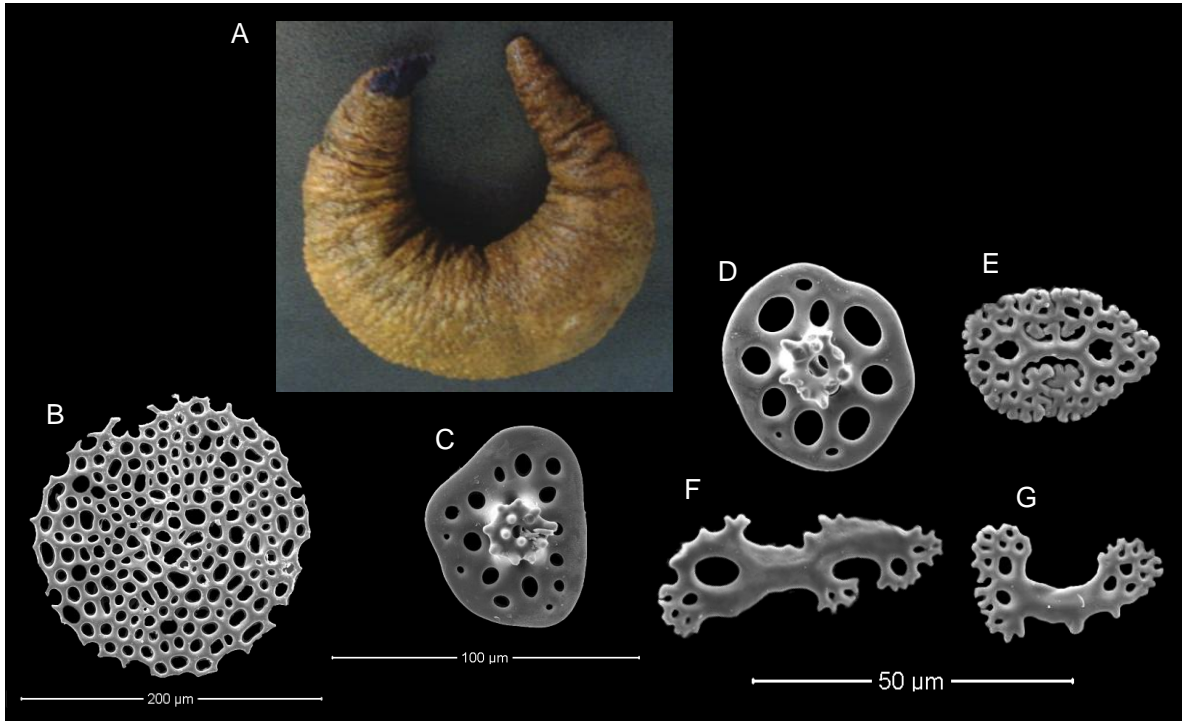


Lámina 4. *Neothyonidium* sp. Deichmann, 1938; A. Ejemplar preservado (escala 1cm); B. Placa perforada de los pies ambulacrales; C. y D. Tablas con espira de la piel; E. Roseta de los tentáculos; F. Barrote ramificado de los tentáculos; G. Barrote grueso del introverso; H. Mapa de distribución en México.

Género *Pentamera* Ayres, 1852
***Pentamera chierchiae* (Ludwig, 1887)**
(Lámina 5)

Cucumaria chierchiae Ludwig, 1887: 13.

Pentamera chierchia, Deichmann, 1938: 374; 1941: 86-87; Solís-Marín *et al.*, 2009: 74.

Diagnosis (tomada de Solís-Marín *et al.*, 2009): son organismos de cuerpo ligeramente curvado con los extremos angostos, 1-4 cm de longitud; la piel es delgada y suave con pies ambulacrales distribuidos en cinco bandas dobles, bien diferenciadas. El anillo calcáreo presenta prolongaciones posteriores largas; dos vesículas de Poli. Un sólo canal pétreo. Las espículas de la piel son en forma de tablas con cuatro perforaciones, margen dentado y dos espiras con algunos dientes irregulares, frecuentemente la espira es reducida o ausente. Los pies ambulacrales tienen placas terminales o barrotes, a menudo con cuatro perforaciones centrales completos o incompletos, perforados hacia los extremos. Introverso con pocas tablas. Los tentáculos tienen placas perforadas, barrotes y rosetas.

Descripción: Son organismos elongados, el tamaño varía desde 1 hasta 5 cm, los pies ambulacrales se presentan solo en los ambulacros en dos hileras bien diferenciadas, los tentáculos son de tipo peltado y son de color blanco con manchas cafés, el color de los organismos en vivo es café en los pies y café oscuro en los interambulacros, los tentáculos son café rojizo. Las espículas de la piel son en forma de tabla con el borde espinoso y seis agujeros; los pies ambulacrales presentan placas perforadas con agujeros alargados; los tentáculos tienen barrotes gruesos con agujeros a todo lo largo y rosetas con el borde abollonado; en el introverso hay barrotes muy gruesos e inicios de rosetas.

Referencias de identificación: Como *Cucumaria chierchiae* Ludwig, 1887: 13; como *Pentamera chierchia* Deichmann, 1941: 86-87, lám. 13, figs. 19-21; Solís-Marín *et al.*, 2009: 74, lám. 12.

Material examinado: 27 ejemplares: ICML-UNAM 5.57.20, 26 ejemplares (Acapulco, Guerrero, Méx.); ICML-UNAM 5.57.43, 1 ejemplar (Majahuitas, Puerto Vallarta, Jalisco, Méx., 20° 30.402' N, 105° 23.133' W).

Material tipo: Posiblemente en Alemania (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: “Costa de una isla del Golfo de Panamá” (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Baja California Sur, Golfo de California (Solís-Marín *et al.* 2005).

Distribución geográfica: De Baja California a Chile e Islas Galápagos, Ecuador (Deichmann, 1938; 1941).

Distribución batimétrica: De 0 a 40 metros (Deichmann, 1941).

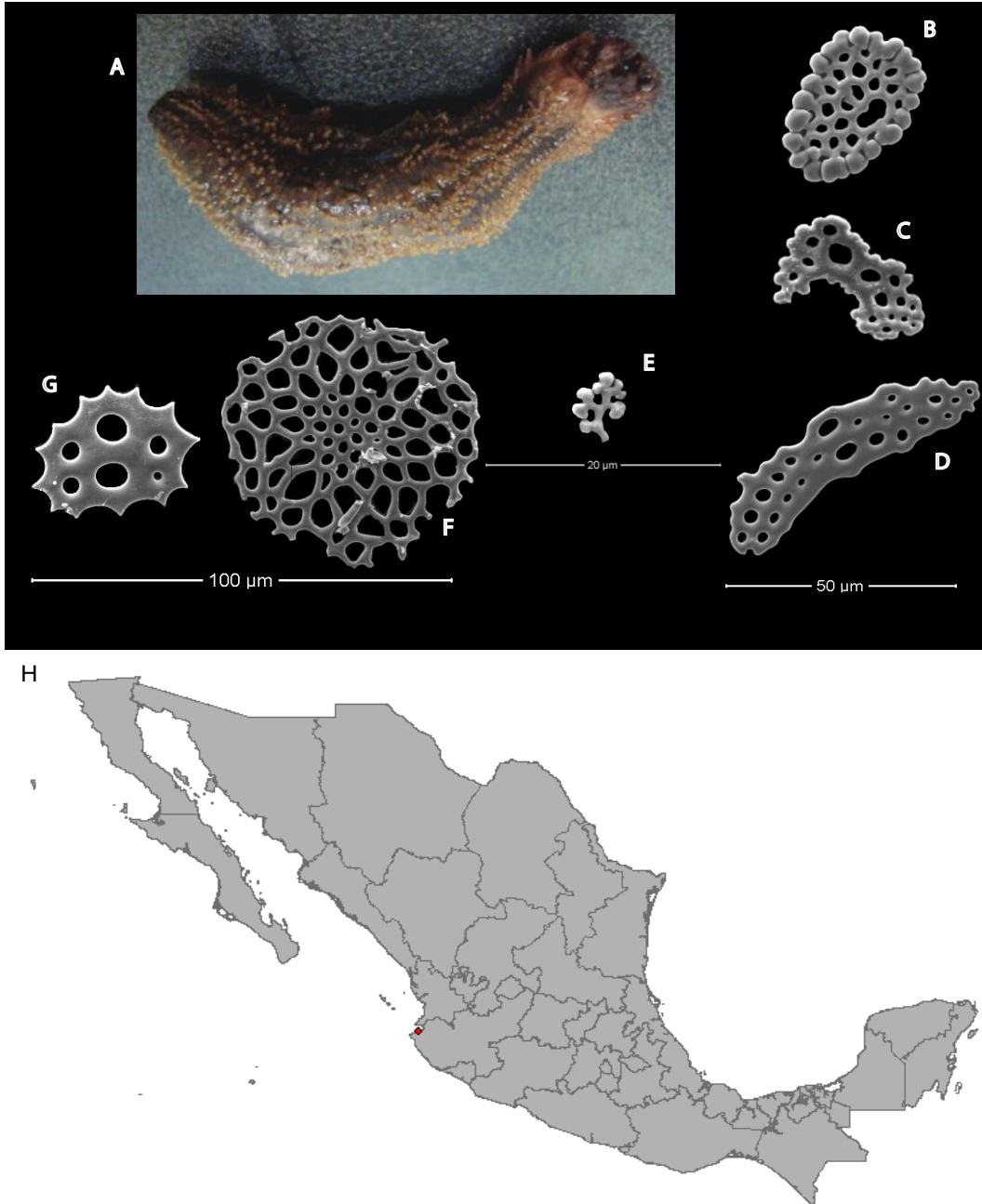


Lámina 5. *Pentamera chierchia* (Ludwig, 1887); A. Organismos preservado (escala 1 cm); B. Roseta de los tentáculos; C. Barrote grueso del introverso; D. Barrote con agujeros a todo lo largo de los tentáculos; E. Inicio de roseta del introverso; F. Placa perforada de los pies ambulacrales; G. Tabla con borde espinoso de la piel; H. Mapa de distribución en México.

***Pentamera chiloensis* (Ludwig, 1887)**

(Lámina 6)

Cucumaria chiloensis Ludwig, 1887: 12.

Cucumaria tabulifera R. Perrier, 1904: 14; 1905: 17, pl. 1, figs. 4-5; pl. 3, figs. 1-5.

Pentamera chiloensis Deichmann, 1938: 373; 1941: 88-90; Caso, 1961: 370; Solís-Marín *et al.*, 2009: 76.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1941): Cuerpo en forma de huso con los extremos truncados, tamaño pequeño, 1 cm de longitud. La piel es delgada, blanda y rugosa. Los pies ambulacrales son grandes, formando dobles hileras en los ambulacros, al parecer los interambulacros carecen de pies ambulacrales. Las espículas son en forma de tablas de disco oval o cuadrado (0.06mm de diámetro) con 4 u 8 perforaciones; espiras de dos pilares con una o dos tablillas en forma de cruz y unos pocos dientes cortos en la cúspide. Pies ambulacrales con placa terminal y tablas de soporte con una pequeña espira de dos pilares con algunos dientes achatados en la cúspide. En el introverso hay rosetas. Tentáculos con barrotes delicados. Los organismos son de color blanco.

Descripción: Organismo con cuerpo en forma de huso, adelgazando hacia los extremos, un tamaño de 2-3 cm de longitud, la piel se ve rugosa, los pies ambulacrales son muy largos y se encuentran en los ambulacros mientras que en los interambulacros son escasos, los tentáculos se encuentran en el interior, el color de los especímenes es blanco. Las espículas de la piel son en forma de tabla con el disco ovalado, una espira de dos pilares que terminan en dientes y ocho agujeros; los pies ambulacrales presentan tablas de soporte con dos pilares que terminan en tres dientes.

Referencias de identificación: Como *Cucumaria chiloensis* Ludwig, 1887: 12, lám. 1, fig. 4; Como *Pentamera chiloensis* Deichmann, 1941: 88-89, lám. 13, figs. 15-18; Solís-Marín *et al.*, 2009: 76, lám. 13.

Material examinado: 1 ejemplar: ICML-UNAM 5.58.0 (Isla Idefonso, Golfo de California, Méx., 26° 61' N; 111° 46' W).

Material tipo: Posiblemente en Alemania (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: Isla Chiloé, Chile (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Baja California Sur, Golfo de California (Solís-Marín *et al.* 2005).

Distribución geográfica: Baja California Sur, Golfo de California, México (Solís-Marín *et al.*, 2005); Perú; Chile y Argentina (Ludwig, 1887; Deichmann, 1941).

Distribución batimétrica: De 6 a 124 metros (Solís-Marín *et al.*, 2009).

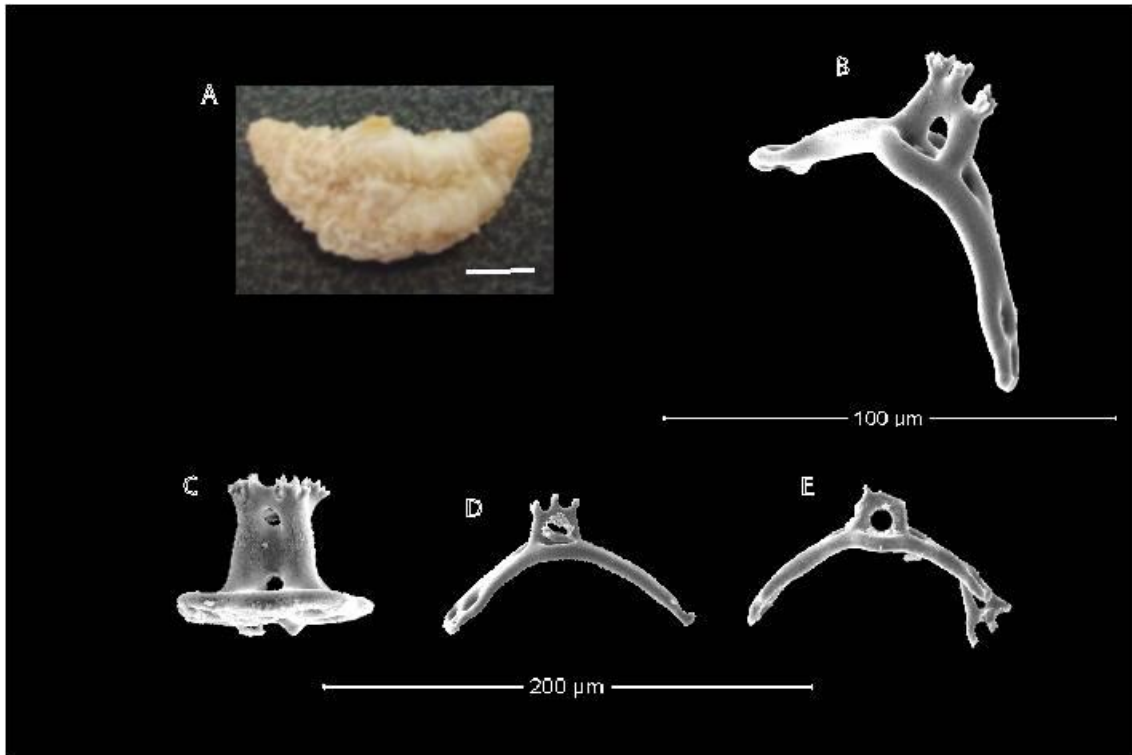


Lámina 6. *Pentamera chiloensis* (Ludwig, 1887); A. Organismo preservado (escala 1cm); B., D., E., Tablas de soporte de los pies ambulacrales; C. Tabla con disco ovalado y espira dentada de la piel; F. Mapa de distribución en México.

***Pentamera zacae* Deichmann, 1938**

(Lámina 7)

Pentamera zacae Deichmann, 1938: 375, text fig. 9.

Diagnosis: (modificada de Deichmann, 1941) Tamaño pequeño, con el cuerpo muy curvado disminuyendo hacia los extremos. Los pies ambulacrales son cilíndricos, no retráctiles, dispuestos en cinco bandas muy numerosos en la zona ventral y dispersos en la zona dorsal hacia la zona oral y anal. Las espículas de la piel con pequeños cuerpos parecidos a bellotas con una aguja reducida, posiblemente derivados de tablas. En los pies ambulacrales hay largas placas y numerosas tablas de soporte con discos curvos y cuatro agujeros centrales y uno pequeño en cada extremo, aguja con dos pilares terminando en lóbulos o dientes en un plano. Los organismos son de color blanco.

Referencias de identificación: Como *Pentamera zacae* Deichmann, 1941: 85-86, lám. 12, figs. 10-17.

Material examinado: Se revisaron las ilustraciones de *Pentamera zacae* tomado de Deichmann, 1938.

Material tipo: M.C.Z., Harvard, E.U.A. (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: Zaca Sta. 213 D-17 (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Pacífico Sur (Deichmann, 1941).

Distribución geográfica: Bahía Tangolunda, Oaxaca, México (Deichmann, 1941).

Distribución batimétrica: 41 metros (Deichmann, 1941).



Lámina 7. *Pentamera zaca* Deichmann, 1938; A. y E. Tablas de soporte de los pies ambulacrales; B.-D., F.-H. Bellotas con pilares que terminan en punta presentes en la piel; I. Mapa de distribución en México (imágenes de las espículas tomadas de Deichmann, 1938).

Género *Phyllophorus* Grube, 1840
***Phyllophorus panningi* Domantay, 1961**

(Lámina 8)

Phyllophorus panningi Domantay, 1961: 337-338.

Diagnosis (tomada de Domantay, 1961): Tamaño mediano, de 6 cm de longitud y 1.2cm de diámetro en la zona media. El cuerpo disminuye hacia ambos extremos curvándose ligeramente en forma de media luna. La boca está en posición terminal con 20 tentáculos que varían en tamaño, cinco pares de tamaño largo alternando con cinco pares de tamaño pequeño. La apertura anal tiene cinco pares de papilas, al parecer con pedicelos modificados marcando la posición pentameral, a pesar de que los pedicelos no tienen un arreglo definido por el cuerpo. Las espículas son pequeñas e irregulares de diferentes formas, desde barrotos hasta botones con dos perforaciones laterales y pequeñas en la zona terminal. De roseta. En los pies ambulacrales hay placas terminales y pequeñas, irregulares y numerosas barrotos perforados en ambos extremos. El introverso tiene tablas con una aguja reducida compuesta de dos barras bajas. Disco con cuatro perforaciones centrales, los laterales más grandes que los terminales, con 10 a 12 perforaciones pequeñas marginales. El color de la piel del organismo es café oscuro con manchas blancas en las puntas de los pies.

Referencias de identificación: Como *Phyllophorus panningi* Domantay, 1961: 337-338.

Material examinado: Esta especie no se examinó debido a que se encuentra en LACM, Los Ángeles, Estados Unidos.

Material tipo: Holotipo: LACM 1076-40 (Domantay, 1961).

Localidad tipo: Bahía de Tepoca, Sonora, México, 30° 25' N; 112° 83' W (Domantay, 1961).

Reportes previos para México: Golfo de California (Domantay, 1961).

Distribución geográfica: Solo conocida en su localidad tipo (Domantay, 1961).

Distribución batimétrica: Somero, en la costa y arrecifes rocosos (Domantay, 1961).



Lámina 8. *Phyllophorus panningi* Domantay, 1961; mapa de distribución en México.

Subgénero *Urodemella* Deichmann, 1938
***Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* Ludwig, 1875**

(Lámina 9)

Thyonidium occidentale Ludwig, 1875: 119; Lamper, 1885: 70; Théel, 1886: 147.
Phyllophorus occidentalis Deichmann, 1930: 148; Clark, 1933: 112.
Thyone constituta Sluiter, 1910: 340; Deichmann, 1926: 24.
Euthyonidium occidentale Deichmann, 1938: 380; 1941: 124.
Phyllophorus (Urodemella) occidentalis Heding & Panning, 1954: 164; Domantay, 1959: 191; Tommasi, 1969: 10; Miller & Pawson, 1984: 36; Hendler *et al.*, 1995: 274.
Trachythyonidium occidentale Deichmann, 1954: 402; 1963: 111; Tikasingh, 1963: 96.

Diagnosis (tomada de Hendler *et al.*, 1995): Tamaño pequeño, alcanzando un máximo de 10 cm. El cuerpo ensanchado en el centro y delgado en ambos extremos. La piel es suave, delgada y en especímenes vivos puede ser limosa. Presenta 20 tentáculos acomodados en dos grupos (10 + 10). Los pies ambulacrales están distribuidos uniformemente en todo el cuerpo y acomodados en dos hileras en los radios, pueden retraerse por completo. El ano está rodeado por diez papilas, dos en cada radio. El anillo calcáreo tiene prolongaciones posteriores cortas en los radiales que se componen por pocas piezas. Dos vesículas de Poli, una se encuentra en el mesenterio del canal pétreo. Gónadas en dos mechones no divididos. Las espículas de la piel en forma de tablas que pueden tener 4-8 perforaciones y en ocasiones seis perforaciones adicionales, las tabla con bordes muy dentados. La aguja es reducida y presenta dos pilares que terminan en dos o tres dientes. En el introverso las espículas son en forma de roseta. En los tentáculos en forma de barrotes y rosetas. Presentan color café, dorado o amarillo, algunos individuos presentan manchas de color café oscuro.

Descripción: Organismos con cuerpo curvo y delgado en los extremos, tamaño de 1 a 6 cm, los pies ambulacrales son escasos pero presentes en todo el cuerpo con un color amarillento, los tentáculos se encuentran en pares y son peltados con un color naranja/negro, el color del espécimen es café claro con puntos café oscuro. Las espículas de la piel son en forma de tabla con el disco espinoso, dos pilares y de 4-8 agujeros; en los pies ambulacrales hay placas perforadas; los tentáculos presentan barrotes y rosetas mientras que el introverso solo presenta rosetas.

Referencias de identificación: Como *Thyonidium occidentale* Ludwig, 1875: 119; Théel, 1886: 147. Como *Phyllophorus occidentalis* Deichmann, 1930: 148, lám. 18, fig. 12; Clark, 1933: 112. Como *Thyone constituta* Sluiter, 1910: 340, fig. E; Deichmann, 1926: 24. Como *Euthyonidium occidentale* Deichmann, 1938: 380; 1941: 124. Como *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* Heding & Panning, 1954: 164, fig. 76; Domantay, 1959: 191; Miller & Pawson, 1984: 36, figs. 27-28; Hendler *et al.*, 1995:

274, figs. 151, 181A, B, C. Como *Trachythyonidium occidentale* Deichmann, 1954: 402, figs. 68 (1-5); 1963: 111; Tikasingh, 1963: 96, figs. 63-69.

Material examinado: 4 ejemplares: ICML-UNAM, 5.109.0, 1 ejemplar (Bajo Pepito, Isla Mujeres, Quintana Roo, México, 21° 12' 21''N; 86° 44' 40''W); ICML-UNAM, 5.109.2, 3 ejemplares (Punta Piedra, Tulum, Mar Caribe, Quintana Roo, México, 20° 10' 17.3''N; 87° 26' 53.2''W).

Material tipo: Desconocido, posiblemente en Alemania (Deichmann, 1954).

Localidad tipo: Surinam (Deichmann, 1954).

Reportes previos para México: Golfo de México (Deichmann, 1954).

Distribución geográfica: Golfo de México y Caribe. Florida, Puerto Rico, Antigua, Barbados, Aruba, Trinidad, Surinam y Brasil (Deichmann, 1954).

Distribución batimétrica: De 1 a 3 metros (Deichmann, 1954).

Comentarios: Nuevo reporte para México.

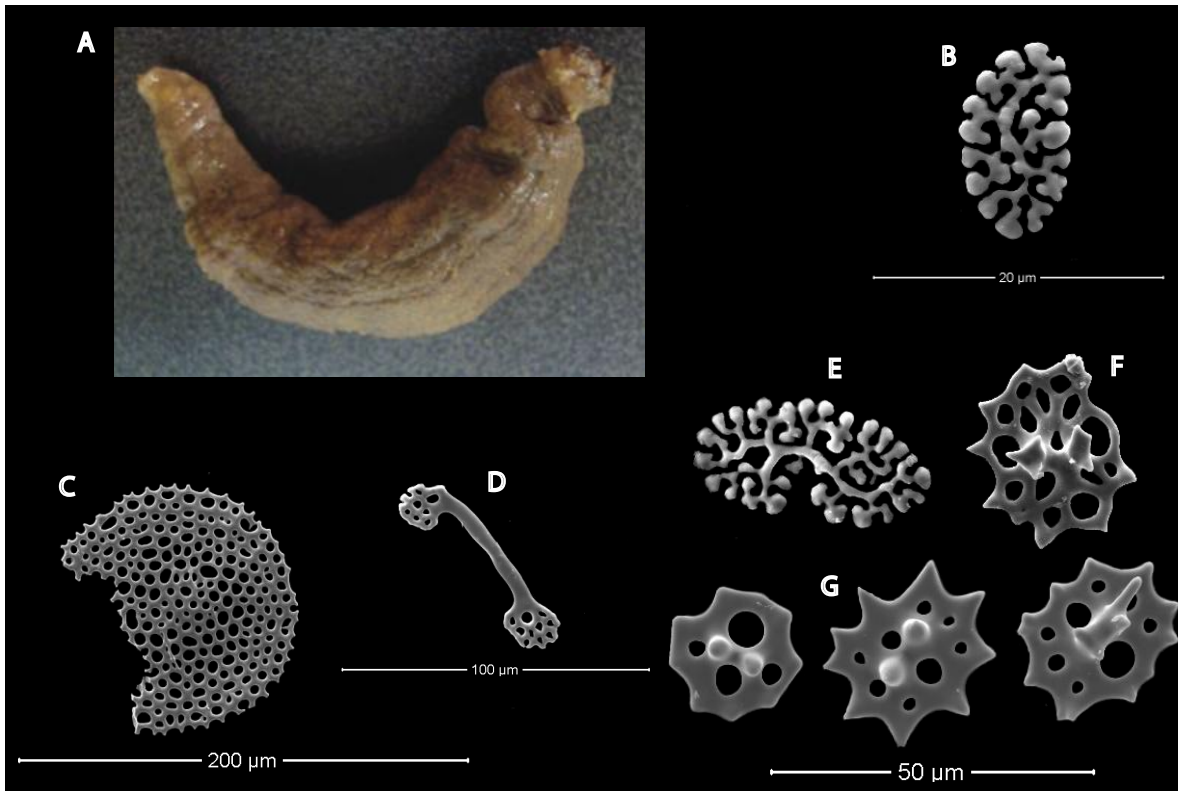


Lámina 9. *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* Ludwig, 1875; A. Organismo preservado (escala 1cm); B. Roseta del introverso; C. Placa perforada de los pies ambulacrales; D. Barrote de los tentáculos; E. Roseta de los tentáculos; F. Tabla del introverso; G. Tablas con borde dentado de la piel; H. Mapa de distribución en México.

Género *Stolus* Selenka, 1867
***Stolus cognatus* (Lampert, 1885)**
(Lámina 10)

Semperia cognata Lampert, 1885: 251.

Cucumaria cognata Lampert, 1885.

Stolus cognitus Panning, 1949: 462.

Thyone cognita Deichmann, 1930; 1954.

Stolus cognatus H. L. Clark, 1933:116; Suárez, 1974; Levin y Gómez, 1975: 55-62; Corvea, 1986: 1-5; Hendler *et al.*, 1995: 275; Laguarda-Figueras *et al.*, 2001: 118.

Diagnosis (tomado de Hendler *et al.*, 1995): Especies de tamaño pequeño a mediano, con un máximo de 15 cm. de largo. El cuerpo en vida es curvo, estrechándose en el extremo posterior donde se forma un cono anal. Los pies ambulacrales son pequeños y están acomodados en cinco bandas a lo largo de los radios y dispersos en los interradios. La pared del cuerpo es delgada, dura y áspera. Presentan diez tentáculos. Las espículas de la pared son placas alargadas y perforadas en dos hileras. En los pies existen barrotes de soporte con perforaciones en los extremos. La coloración es blanca o grisácea, con puntos pequeños cafés o negros; en especies vivas los pies pueden tener tonalidades rojas o amarillas, los tentáculos son de color café grisáceo.

Descripción: Organismo con cuerpo alargado y poco curvo, tamaño de 1-7 cm. de longitud, los pies ambulacrales están distribuidos en todo el cuerpo aunque son escasos en la zona dorsal. Se encuentran 10 tentáculos peltados. La coloración del organismo es blanca. Las espículas de la piel son en forma de placas alargadas y perforadas en dos hileras; en los pies se encuentran barrotes gruesos y perforados en los extremos; en los tentáculos hay presencia de barrotes y el introverso presenta espículas en forma de rosetas.

Referencias de identificación: Como *Semperia cognata* Lampert, 1885: 251, fig. 51. Como *Stolus cognitus* Panning, 1949: 462. Como *Thyoneria cognata* Caycedo, 1978: 165, lám. 4, figs. a, b, fig. 3.

Material examinado: 2 ejemplares: ICML-UNAM 5.105.1, 1 ejemplar (Campeche, Méx.); ICML-UNAM 5.105.2, 1 ejemplar (Puerto Morelos, Frente a la escuela técnica pesquera, Quintana Roo, México, 20° 50' 36.0"N; 86° 52' 22.2"W).

Reportes previos para México: Golfo de México (Deichmann, 1954).

Distribución geográfica: Golfo de México, Caribe, Yucatán, Florida, Cuba, Panamá, Venezuela, Aruba y Brasil (Hendler *et al.*, 1995).

Distribución batimétrica: De 0 a 5 metros (Hendler *et al.*, 1995).

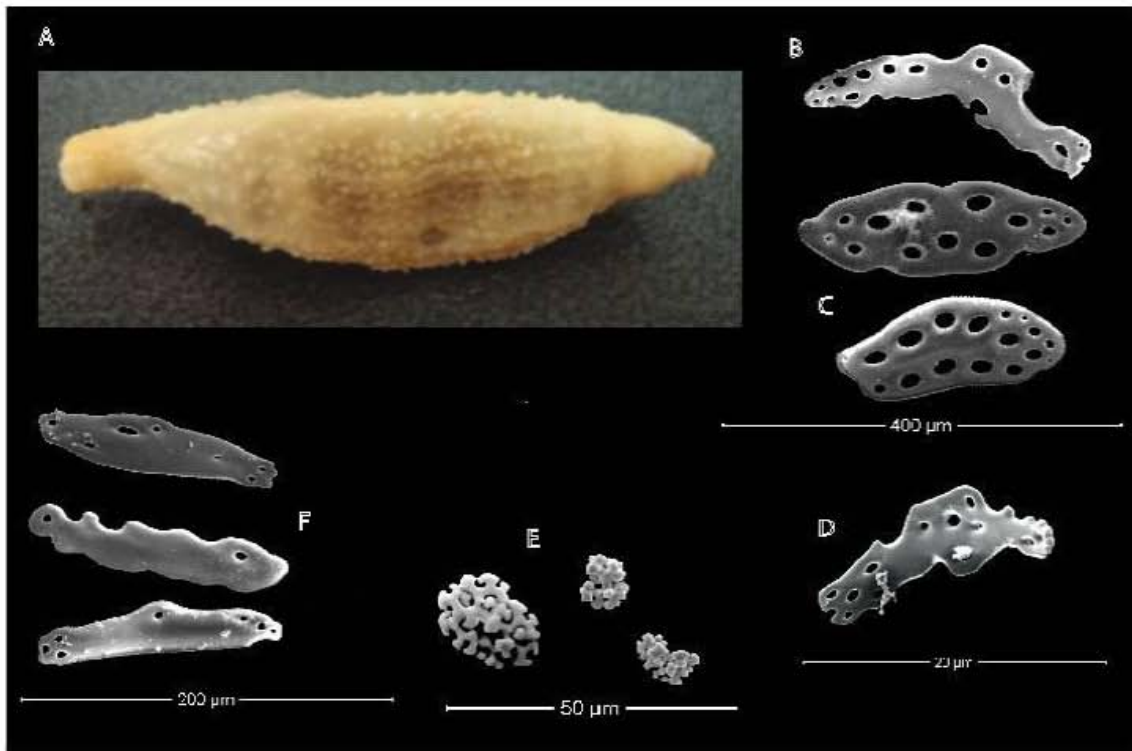


Lámina 10. *Stolus cognatus* (Lampert, 1885); A. Ejemplar preservado (escala 1cm); B. y D. Barrotes de los tentáculos; C. Placas alargadas de la piel; E. Rosetas del introverso; F. Barrotes gruesos de los pies ambulacrales; G. Mapa de distribución en México.

Género *Thyone* Oken 1815
***Thyone bentii* Deichmann, 1937**
(Lámina 11)

Thyone bentii Deichmann, 1937: 170; 1938: 376-377.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1938): Organismo con el cuerpo poco curvado. Las espículas de la pared en forma de tabla, barrotes ausentes en los tentáculos pero presenta numerosas rosetas.

Descripción: Organismos con cuerpo curvado, con un tamaño de 6 cm. de largo. Los pies ambulacrales se encuentran en las áreas ambulacrales pero no están restringidos, se pueden observar pies ambulacrales en las zonas interambulacrales. Los tentáculos están dentro del organismo y son de tipo peltado. Presenta cinco dientes anales de color blanco. El color del espécimen es naranja. Las espículas de la piel son en forma de tabla, lisas, con 4-6 agujeros; los pies ambulacrales presentan placas perforadas y barrotes gruesos y perforados a los extremos; hay barrotes ramificados a los extremos en los tentáculos y en el introverso se encuentran rosetas.

Referencias de identificación: Como *Thyone bentii* Deichmann, 1937: 170, text-figs. 2-11 (partim); 1938: 376-377, text-figs. 10.

Material examinado: 1 ejemplar ICML-UNAM, 5.65.0 (Platt Point, Isla de Santa Cruz, California, E.U.A.).

Material tipo: M. C. Z., Harvard, E.U.A. (Deichmann, 1938).

Localidad tipo: Este de la Isla Cedros, Baja California (Deichmann, 1938).

Reportes previos para México: Golfo de California (Deichmann, 1938).

Distribución geográfica: Aparentemente está restringida a aguas del sur de California hasta el sur de la Isla Cedros hasta el sur de Punta Concepción, California (Deichmann, 1938).

Distribución batimétrica: 72 metros (Deichmann, 1938).

Comentarios: El ejemplar revisado pertenece a E.U.A sin embargo la localidad tipo se localiza en México, es por esto que la especie se incluye en este trabajo.

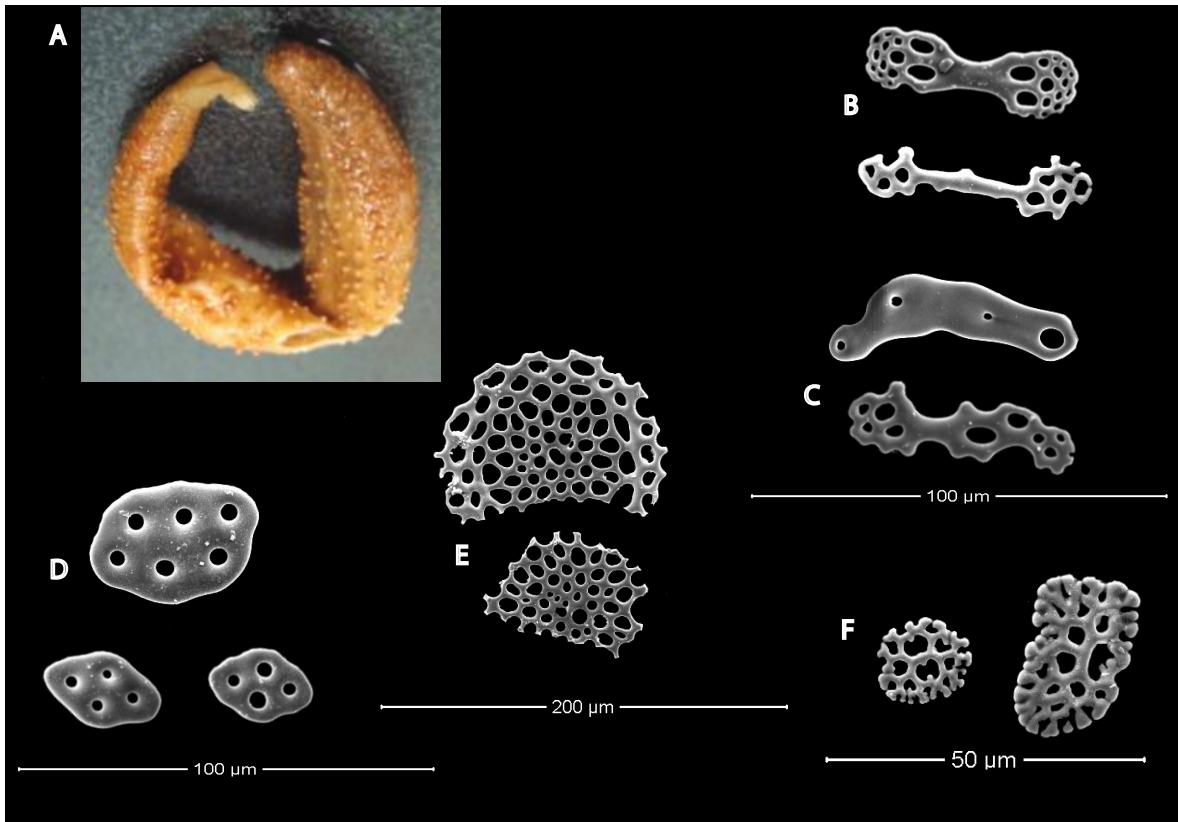


Lámina 11. *Thyone bentii* Deichmann, 1937; A. Ejemplar preservado (escala 1cm); B; Barrotes de los tentáculos; C. Barrotes de los pies ambulacrales; D. Tablas de la piel; E. Placas perforadas de los pies ambulacrales; F. Rosetas del introverso; G. Mapa de distribución en México.

***Thyone bidentata* Deichmann, 1941**

(Lámina 12)

Thyone bidentata Deichmann, 1941: 105-106; Solís-Marín *et al.*, 2009: 78.

Diagnosis (tomada de Solís-Marín *et al.*, 2009): Cuerpo semicurvo, de tamaño pequeño, 2.5 cm de longitud. Los pies ambulacrales son delicados, generalmente en bandas indistintas tanto en ambulacros como en interambulacros. El anillo calcáreo tiene grandes prolongaciones posteriores. Una sola vesícula de Poli. Músculos retractores muy delgados. Las espículas de la piel son en forma de tabla con un disco en forma romboidal con cuatro perforaciones centrales y algunas perforaciones en los extremos; espira piramidal o en forma de cono con algunos dientes en la cúspide. Tablas de soporte con espira compuesta de dos barras unidas por una espina delgada con dos dientes en la cúspide. En el introverso hay tablas con numerosas perforaciones y una espira corta de la que se derivan algunos dientecillos. En los tentáculos hay pocas rosetas. Color café pálido en ejemplares preservados.

Descripción: Organismos con el cuerpo oblongo, con tamaño de 1-4 cm de longitud. Los pies ambulacrales están presentes en todo el cuerpo sin restringirse a los ambulacros. El color de los organismos varía desde café oscuro, café claro y blanco, los pies presentan un color más claro que el resto del cuerpo. Las espículas de la piel son en forma de tabla con base de rombo, pilares que forman una espira y cuatro agujeros, también hay tablas de soporte con dos pilares que terminan en dientes; los pies ambulacrales poseen placas perforadas; los tentáculos presentan barrotes irregulares y el introverso tiene tablas ovaladas con dos pilares que terminan en dientes y muchos agujeros.

Referencias de identificación: Como *Thyone bidentata* Deichmann, 1941: 105-106, lám. 18, figs. 13-16; Solís-Marín *et al.*, 2009: 78, lám. 14.

Material examinado: 6 ejemplares: ICML-UNAM 5.66.0, 1 ejemplar (Dewey Channel, San Eugenio Point, Baja California, México); ICML-UNAM 5.66.1, 1 ejemplar (La Playa, Acapulco, Guerrero, México, 16° 49.835'N; 99° 54.062'W); ICML-UNAM 5.66.2, 1 ejemplar (Punta Gorda, Golfo de California, México); ICML-UNAM clave CUC-05, tesis 454, 3 ejemplares (Contramar, Zihuatanejo, Guerrero, México).

Material tipo: Holotipo: LACM 31 (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: Bahía Tenacatita, Jalisco (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Baja California Sur, Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2005).

Distribución geográfica: De Baja California Sur, Golfo de California a Colombia (Solís-Marín *et al.*, 2009).

Distribución batimétrica: De 12 a 30 metros (Deichmann, 1941).

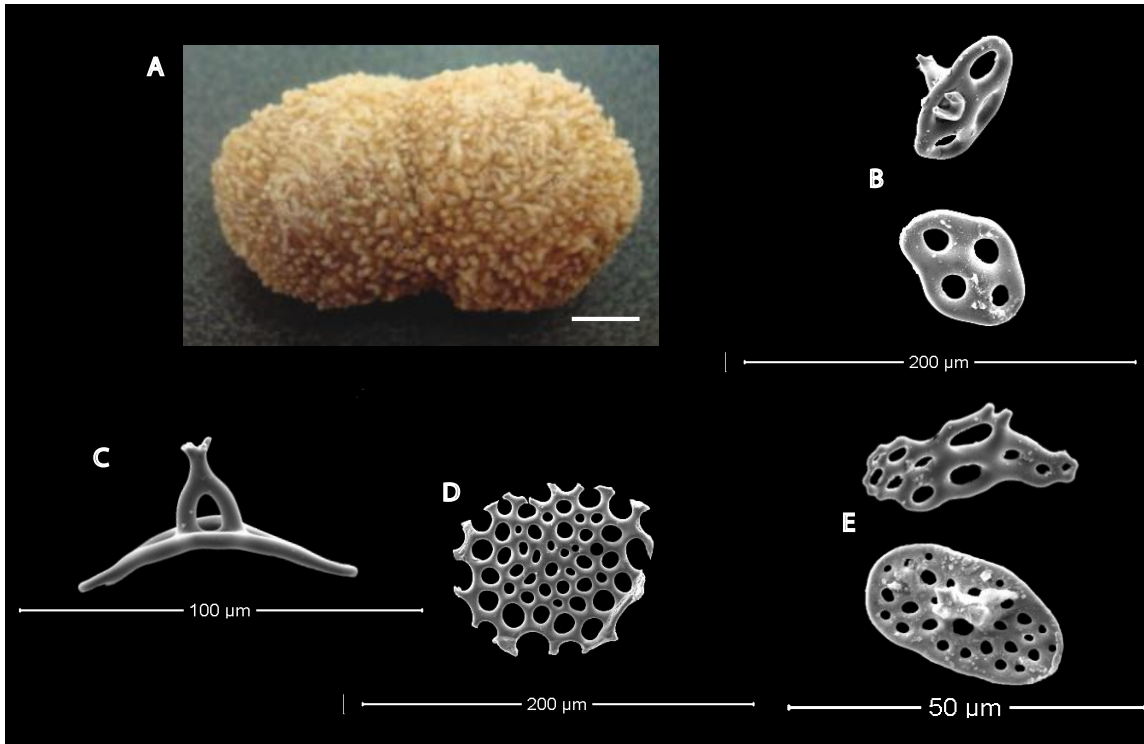


Lámina 12. *Thyone bidentata* Deichmann, 1941; A. Organismo preservado (escala 1 cm); B. Tablas ovaladas de la piel; C. Tabla de soporte de la piel; D. Placa perforada de los pies ambulacrales; E. Barrote irregular de los tentáculos; G. Tabla del introverso; H. Mapa de distribución en México.

***Thyone fusus* (O.F. Müller, 1776)**

(Lámina 13)

Holothuria fusus O.F. Müller, 1776: 232; 1781: 42; 1788: 11.

Thyone fusus Sars, 1857: 135; Madsen, 1941: 17; Panning, 1949: 467.

Diagnosis (tomada de Deichmann, 1930): Cuerpo cilíndrico, alargado y fusiforme, con un tamaño de hasta 20 cm. Numerosos pies ambulacrales, acomodados indistintamente en dos hileras a lo largo del ambulacro y el interambulacro. Diez tentáculos, el par ventral es más pequeño que el resto. El anillo calcáreo posee largas prolongaciones posteriores en los radiales. Una vesícula de Poli, un canal pétreo pequeño unido al mesenterio. Árboles respiratorios bien ramificados. Las espículas de la piel son tablas ovaladas con cuatro perforaciones con una aguja compuesta por dos barras y dientes en la punta. En los pies ambulacrales se encuentran tablas o placas. En el introverso y tentáculos se presentan rosetas.

Descripción: Organismo bastante deteriorado, la forma del cuerpo es cilíndrica, con un tamaño de 3cm, los pies ambulacrales están presentes en los ambulacros, los tentáculos habían sido retirados y quedaban solo las bases de un color café claro. El color del organismo preservado es blanco. Las espículas de la piel tienen forma de tablas como rombo poseen cuatro agujeros y dos pilares que terminan en punta; los pies ambulacrales presentan placas perforadas.

Referencias de identificación: Como *Holothuria fusus* O.F. Müller, 1776: 232; 1781: 42, lám. 10, figs. 5-6; 1788: 11, lám. 19, figs. 5, 6. Como *Thyone fusus* Sars, 1857: 135, lám. 11, figs. 49-51; Madsen, 1941: 17, figs. 12-16; Panning, 1949: 467, lám. 62, figs. a-i, k-m.

Material examinado: 1 ejemplar ICML-UNAM, 5.147.0 (Playa Norte, Ciudad del Carmen, Campeche, México, 18° 65' N; 91° 85' W).

Localidad tipo: Isla Faroes (Deichmann, 1930).

Reportes previos para México: Mar Caribe (Deichmann, 1930).

Distribución geográfica: Desde las Islas Lofoten (Noruega) al Mediterráneo, Campeche, Mar Caribe, Tobago y Antillas Británicas (Deichmann, 1930).

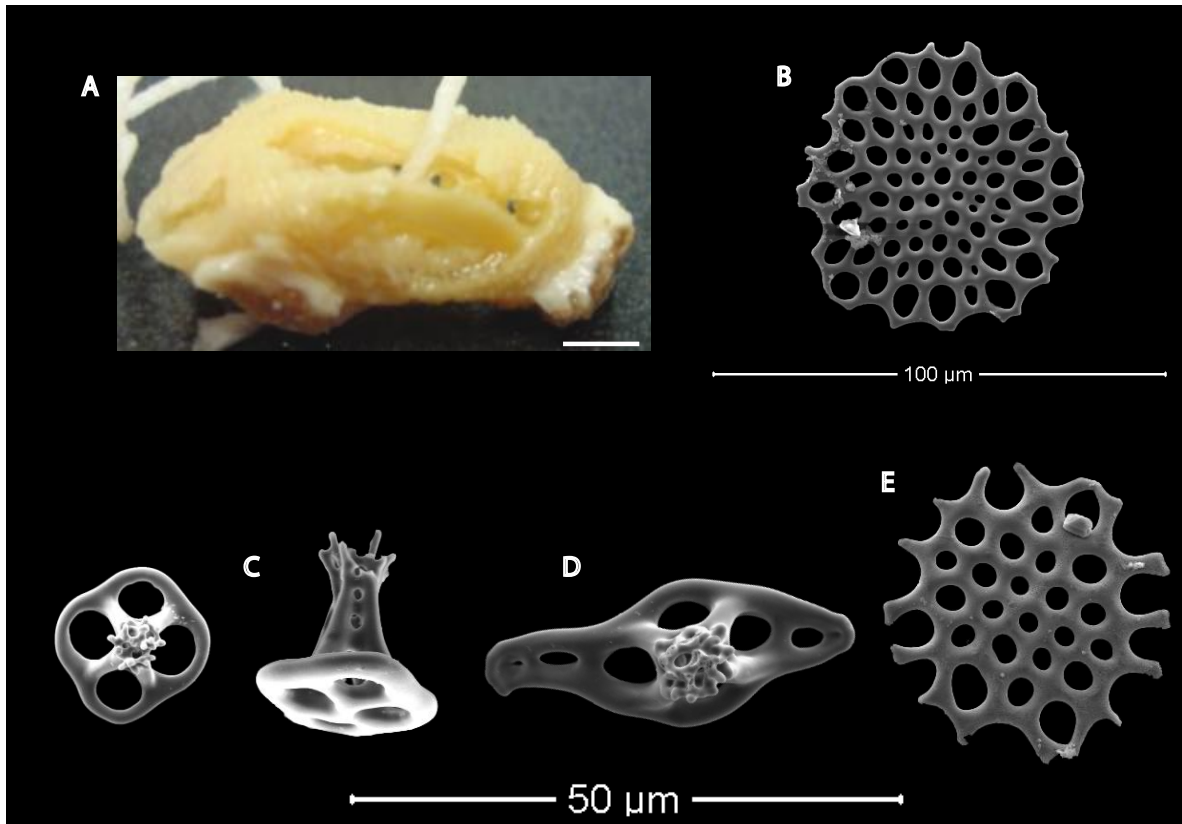


Lámina 13. *Thyone fusus* (O. F. Müller, 1776); A. Organismo preservado (escala 1cm); B. y E. Placas perforadas de los pies ambulacrales; C. y D. Tablas romboidales de la piel; F. Mapa de distribución en México.

***Thyone parafusus* Deichmann, 1941**

(Lámina 14)

Thyone parafusus Deichmann, 1941: 106-107; Solís-Marín *et al.*, 2009: 80.

Diagnosis (tomada de Solís-Marín *et al.*, 2009): Cuerpo alargado y robusto, el tamaño va de 1 a 1.5 cm. Los pies ambulacrales están distribuidos de manera indistinta en ambulacros e interambulacros. El anillo calcáreo es complejo y muy frágil. Una vesícula de Poli. Un canal pétreo libre con una sola madreporita. Las espículas en forma de tabla con el disco ovalado que presenta cuatro perforaciones con un asa en el margen interno; espira cónica con algunos dientes terminales. Los pies ambulacrales con placa terminal y numerosas tablas de soporte que presentan tres barrotes en la espira y ésta a su vez termina en una pequeña espina en forma de huso con algunos dientes en la cúspide. El introverso con tablas oblongas perforadas. Los tentáculos con placas perforadas de distintos tamaños; en las ramas terminales se presentan rosetas y barrotes.

Descripción: Organismo con cuerpo alargado, tamaño entre 1-4 cm de longitud. Los pies ambulacrales están distribuidos en todo el cuerpo sin un orden específico. Los tentáculos son peltados. El color del espécimen es café claro o blanco. Las espículas de la piel son en forma de tabla con una base de rombo, con dos pilares que se unen en 3-5 puntas, tiene cuatro agujeros y un asa por debajo de la tabla; los pies ambulacrales presentan placas perforadas y tablas de soporte con dos pilares que terminan en una espina curva (como huso); en los tentáculos hay rosetas.

Referencias de identificación: Como *Thyone parafusus* Deichmann, 1941: 106-107, lám. 18, figs. 7-12; Solís-Marín *et al.*, 2009: 80, lám. 15.

Material examinado: 3 ejemplares: ICML-UNAM 5.84.0, 2 ejemplares (Contramar, Zihuatanejo, Guerrero, México, 17° 98' N; 101° 95' W), ICML-UNAM 5.84.1, 1 ejemplar (Punta Arboleda, Golfo de California, México, 26° 78' N; 109° 86' W).

Material tipo: LACM 32, Holotipo (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: Bahía de Tenacatita, Jalisco, México (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Baja California Sur, Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2005).

Distribución geográfica: Punta Arboleda, Golfo de California; Bahía de Tenacatita, Jalisco, México (Solís-Marín *et al.* 2009).

Distribución batimétrica: De 25 a 35 metros (Deichmann, 1941).

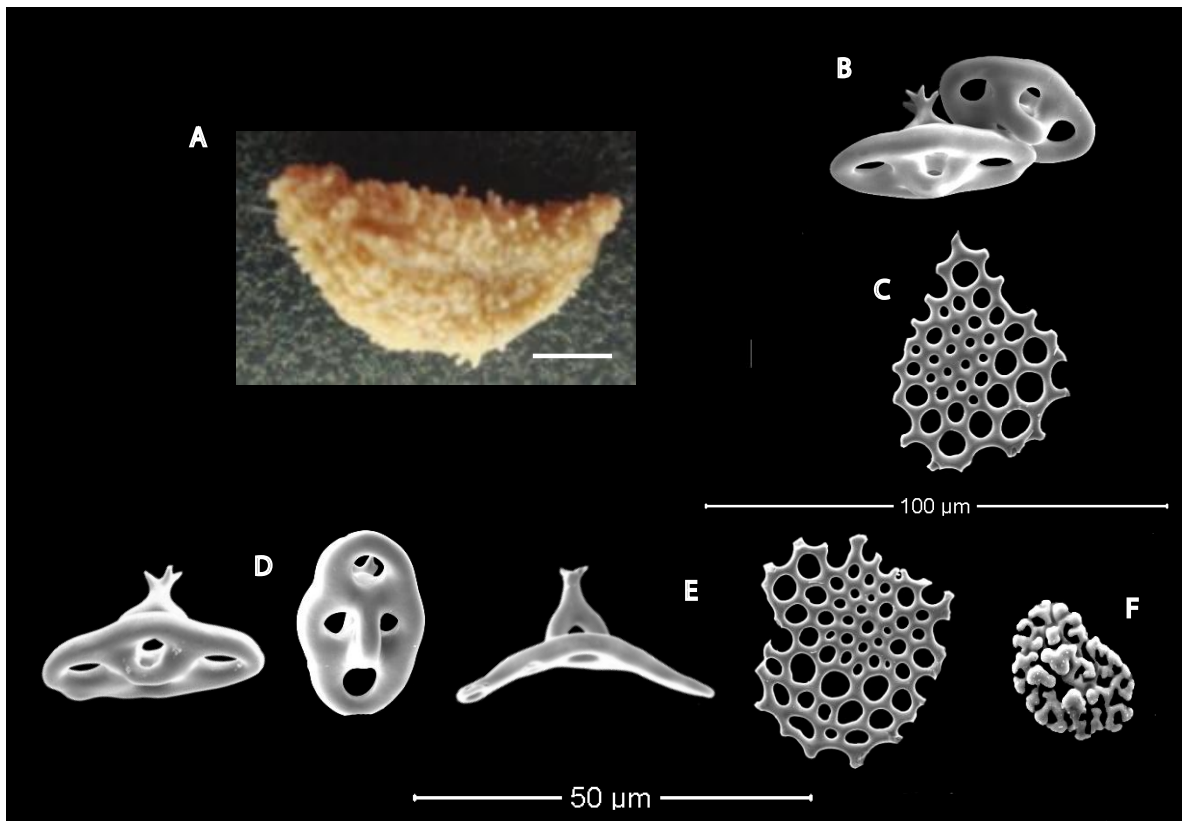


Lámina 14. *Thyone parafusus* Deichmann, 1941; A. Organismo preservado (escala 1cm); B. y D. Tablas de la piel; C. y E. Placa perforada y tabla de soporte de los pies ambulacrales; F. Roseta de los tentáculos; G. Mapa de distribución en México.

***Thyone pseudofusus* Deichmann, 1930**

(Lámina 15)

Thyone pseudofusus Deichmann, 1930: 168; 1941: 107; 1946: 4; 1954: 395; H, L: Clark, 1933: 114; Panning, 1949: 467; Domantay, 1958: 197; Tommasi, 1969: 12; Harry, 1979: 41; Pawson & Miller, 1981: 395; Miller & Pawson, 1984: 43; Hendler *et al.*, 1995: 276.

Diagnosis (modificada de Miller & Pawson, 1984): Organismos pequeños de 4 a 5 cm. Cuerpo disminuyendo hacia la boca y el ano. Los pies ambulacrales se encuentran en doble hilera a lo largo de los radios y dispersos en los interradios, especialmente en la zona ventral, pueden retraerse por completo. Poseen diez tentáculos, el par ventral más pequeño que el resto. El ano está rodeado por un anillo de cinco papilas anales. En la pared las espículas son en forma de tabla con cuatro perforaciones, el disco oval con el borde es grueso, dos torres que se unen en una sola y terminan en 6-10 dientes, en los pies se presentan espículas en forma de tabla y placas perforadas. La coloración en especímenes preservados es gris a blanco.

Descripción: Organismos pequeños, con el cuerpo muy curvado, tamaño de 1.5cm de longitud. Los pies ambulacrales no tienen un arreglo específico y se encuentran distribuidos en todo el cuerpo. Los tentáculos son peltados. Poseen cinco papilas anales. El color en especies preservadas es blanco con manchas café oscuro. Las espículas de la piel son en forma de tabla, con el borde grueso y con dos pilares que terminan en 8-10 dientes, tiene cuatro agujeros; los pies ambulacrales tienen placas perforadas; en los tentáculos hay barrotes y rosetas y en el introverso se presentan placas perforadas.

Referencias de identificación: Como *Thyone pseudofusus* Deichmann, 1930: 168, lám. 14, figs. 6-9; 1941: 107; 1946: 4; 1954: 395; H. L. Clark, 1933: 114; Panning, 1949: 467; Domantay, 1959:197; Tommasi, 1969: 12, figs. 14; Harry, 1979: 41; Pawson & Miller; 1981: 395, fig. 2C; Miller & Pawson, 1984: 43, figs. 36-37.

Material examinado: 1 ejemplar ICML-UNAM 5.112.0 (Punta Nizuc, Cancún, Quintana Roo, México, 21° 03' N; 86° 80' W).

Material tipo: USNM E 2665 (Miller & Pawson, 1984).

Localidad tipo: Yucatán, estación Albatros 2362, 22° 08' 30'' N; 86° 53' 30'' W (Miller & Pawson, 1984).

Reportes previos para México: Golfo de México (Deichmann, 1954).

Distribución geográfica: Desde Texas, Florida, Golfo de México, Yucatán, Panamá, Tobago, Colombia, las Antillas Británicas y la costa de Brasil (Miller & Pawson, 1984).

Distribución batimétrica: De 6 a 46 metros (Miller & Pawson, 1984).

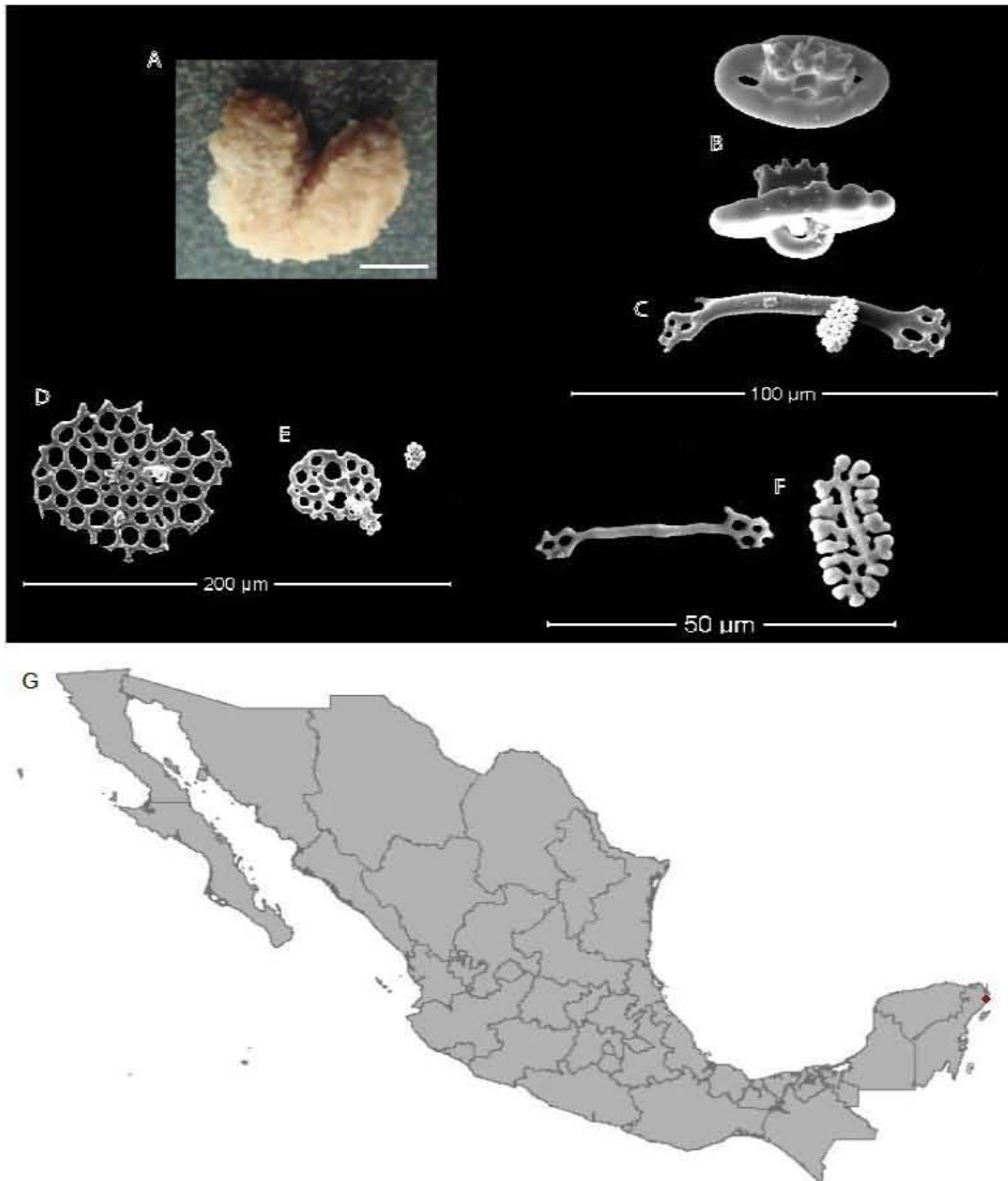


Lámina 15. *Thyone pseudofusus* Deichmann, 1930; A. Organismo preservado (escala 1cm); B. Tablas de la piel; C. y F. Barrote y roseta de los tentáculos; D. Placa perforada de los pies ambulacrales; E. Placa perforada y roseta del introverso; G. Mapa de distribución en México.

***Thyone strangeri* Deichmann, 1941**

(Lámina 16)

Thyone strangeri Deichmann, 1949: 107-108; Solís-Marín *et al.*, 2009: 82.

Diagnosis (modificada de Solís-Marín *et al.*, 2009): Tallas medianas de forma elongada. Los pies ambulacrales están presentes en toda la pared del cuerpo, por lo general presentan bases cónicas pequeñas. Árboles respiratorios bien desarrollados. Anillo calcáreo con prolongaciones posteriores largas, interradios amplios en forma de corazón, unidos a los radios por medio de suturas. Canal pétreo corto; madreporita pequeña de forma esférica con bordes separados. Una vesícula de Poli. Las espículas de la pared del cuerpo en forma de tabla oblongas, generalmente con los bordes ensanchados y un número variable de abollonaduras; disco con múltiples perforaciones; espira corta con cúspide dentada. Pies ambulacrales con una gran placa terminal y tablas de soporte con una espira cónica. El introverso con tablas oblongas de disco abollonado marginalmente y espira baja. En los tentáculos se observan rosetas y barrotos delicados.

Descripción: Organismo pequeño, de forma oblonga, con tamaño de 4 cm de longitud. Los pies ambulacrales están distribuidos a lo largo de todo el cuerpo sin un arreglo específico. El color en organismos preservados es café claro. Las espículas de la piel son en forma de tablas irregulares con 4-19 agujeros; en los pies ambulacrales se pueden encontrar tablas de soporte con dos pilares que terminan en punta y placas perforadas.

Referencias de identificación: Como *Thyone strangeri* Deichmann, 1941: 107-108, lám. 19, figs. 1-11; Solís-Marín *et al.*, 2009: 82, lám. 16.

Material examinado: 1 ejemplar ICML-UNAM 5.142.0 (Río Fuerte, Golfo de California, México).

Material tipo: M.C.Z., Harvard, E.U.A. (Deichmann, 1941).

Localidad tipo: Isla Grande, al Oeste de las costas de México, 170° 46' N; 101° 42' W (Deichmann, 1941).

Reportes previos para México: Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2009).

Distribución geográfica: Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2009).

Distribución batimétrica: De 0 a 12 metros (Deichmann, 1941).

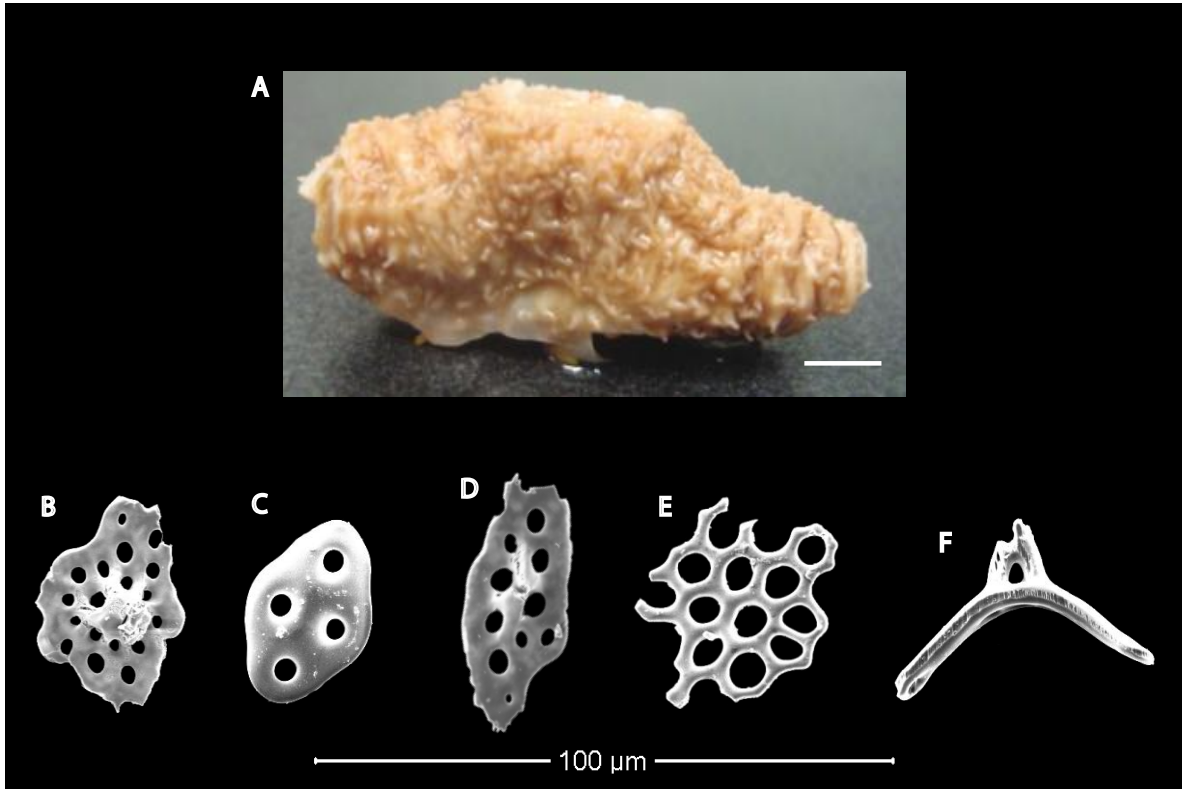


Lámina 16. *Thyone strangeri* Deichmann, 1941; A. Organismo preservado (escala 1cm); B., C., y D. Tablas irregulares de la piel; E. Placa perforada de los pies ambulacrales; F. Tabla de soporte de los pies ambulacrales.

DISCUSIÓN

El número de registros de especies de pepinos de mar en todas las costas mexicanas ha ido aumentando significativamente en los últimos años. Algunos trabajos como es el caso del Golfo de California, Solís-Marín *et al.*, (2009) consideran en su trabajo seis especies de filofóridos y en esta investigación se reconocen ocho especies; el mismo caso con la información presentada por Honey-Escandón *et al.*, (2008) quienes reportan tres especies de filofóridos en el Océano Pacífico y en estos resultados se amplía el número de especies a seis; Laguarda-Figuera (2002) reportó una sola especie de filofóridos en el Mar Caribe y en el presente trabajo se identificaron cuatro especies, sin embargo en el caso del Golfo de México los reportes hechos por Durán-González *et al.*, (2005) reportaron una sola especie lo cual se mantiene hasta el momento.

Con esta información, el Golfo de California es el área con mayor número de filofóridos en comparación con el resto de las zonas marinas del país; esto puede deberse al gran esfuerzo de captura que se ha hecho (desde 1870) o por la riqueza biológica y ecológica que presenta.

Se observó que la especie *Allothyone mexicana* presenta diferencias en las espículas de la piel comparándolas con la diagnosis de Miller y Pawson (1984), utilizada para este trabajo, quienes describen las espículas de *A. mexicana* con forma de tablas con 2-4 pilares, sin embargo se observó que poseen forma de botones con abollonaduras centrales y periféricas con cuatro agujeros (Lámina 1).

En el trabajo de Solís-Marín *et al.*, 2009 se brinda una descripción completa de las especies *Pentamera chierchiae*, *Thyone bidentata* y *Thyone parafusus*, donde se menciona que las espículas del introverso de *P. chierchiae* son de tipo tabla; en *T. bidentata* menciona las espículas de los tentáculos con forma de rosetas; sin embargo en esta investigación observamos que las espículas de la piel de *P. chierchia* son en forma de barrotes muy gruesos y en forma de rosetas; la especie *T. bidentata* presenta espículas en los tentáculos en forma de barrotes irregulares; los ejemplares de *T.*

parafusus eran diferentes morfológicamente y al extraer las espículas se comprobó que sí eran de la misma especie y quizá se encuentren en diferentes estadios de vida.

En la descripción de Deichmann, 1930 para *Thyone fusus* y Deichmann, 1941 para *Pentamera chiloensis* y *Thyone strangeri* se describen las espículas presentes en tentáculos e introverso, pero en los ejemplares utilizados en este trabajo no se pudieron observar las espículas debido a que los ejemplares se encontraban muy deteriorados y no poseía estas áreas del cuerpo.

Para *Stolus cognatus* se tomó la diagnosis de Hendler *et al.*, 1995 en la cual se reportan cinco bandas de pies ambulacrales, mientras que en los ejemplares observados, los pies están presentes en todo el cuerpo y son escasos en la zona dorsal. Al igual para *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* se toma la diagnosis de Hendler *et al.*, 1995 que describe “papilas anales” que no se encontraban en los ejemplares observados; esta especie es un nuevo reporte para el Caribe mexicano.

Los géneros *Massinium* y *Neothyonidium* son registros completamente nuevos para el Pacífico mexicano. De acuerdo a los registros (WORMS 16/agosto/2013) existen 9 especies del género *Massinium* y 14 especies del género *Neothyonidium* en todo el mundo. En este trabajo se revisaron ejemplares que se compararon entre sí y se pudo constatar que se tratan de nuevas especies, basándose en la morfología y en los diferentes tipos de espículas que presentan. Conforme a Thandar y Samyn, 2003, las espículas de *Massinium* en la pared son en forma de barrotes y rosetas, en el introverso en forma de tablas con dos pilares y numerosas rosetas y/o barrotes, sin embargo se observó en nuestros ejemplares que en la piel hay espículas en forma de tabla con dos pilares terminando en punta; barrotes ramificados y rosetas en tentáculos e introverso y placas perforadas en los pies ambulacrales.

Para *Neothyonidium* (Deichmann, 1938) las espículas de la piel son en forma de tablas con dos pilares que terminan en punta y en forma de placas irregulares; en nuestros ejemplares se identificaron espículas de la piel en forma de tabla con pilares que

terminan en punta; barrotes y rosetas en los tentáculos; barrotes ramificados en el introverso y placas perforadas en los pies ambulacrales.

La diagnosis de Deichmann (1938) para *Thyone benti* estaba muy incompleta, no tenía descripción de morfología externa, en las espículas de la piel se describían tablas con espiras mientras que en los ejemplares de este trabajo se observaron tablas completamente lisas, se agregó la descripción morfológica y de las espículas de tentáculos y de los pies ambulacrales.

Para *Thyone pseudofusus* se agrega una descripción de las espículas de los tentáculos y del introverso que no se tenía en la diagnosis de Miller y Pawson (1984).

CONCLUSIONES

El elenco sistemático de los filofóridos de las aguas mexicanas está compuesto por 16 especies distribuidas en 8 géneros.

Del total de especies reportadas en este trabajo (16 especies), el 45% (9 especies) están en el Golfo de California, el 30% (6 especies) están en el Océano Pacífico, el 20% (4 especies) están en el Mar Caribe y el 5% (1 especie) está en el Golfo de México; hay especies que se encuentran en más de una región marina.

Se presentan dos nuevos registros de filofóridos para el Océano Pacífico mexicano: *Massinium* sp., este género tenía registros anteriores en el norte de KwaZulu-Natal (República Sudafricana) y al suroeste del Océano Índico, actualmente se registra en Chamela, Jalisco; Aquila, Michoacán y Puerto Ángel, Oaxaca y se propone erigir a este morfo como una nueva especie. *Neothyonidium* sp., este género solo se había registrado en las costas del Caribe, al sur y suroeste de África, actualmente se registra por primera vez para el Océano Pacífico en Chamela, Jalisco y Mazatlán, Sinaloa; se propone erigir a este morfo como una nueva especie.

Se presenta un nuevo reporte para México de la especie *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* Ludwig, 1875 registrado en Tulum, Quintana Roo, Mar Caribe.

Se actualizó el listado taxonómico de la Familia Phyllophoridae en México, y se pudo constatar que la especie *Duasmodyctyla seguroensis* (Deichmann, 1930) cambió de la Familia Phyllophoridae a la Familia Cucumariidae.

Se dan a conocer nuevos registros geográficos; *Phyllophorus (Urodemella) occidentalis* y *Stolus cognatus* se encuentran distribuidas en el Golfo de México y en el Mar Caribe; *Pentamera chierchiae*, *Thyone bidentata* y *Thyone parafusus* se distribuyen en el Golfo de California y en el Océano Pacífico.

La distribución batimétrica de la Familia Phyllophoridae en aguas mexicanas, se puede agrupar en tres intervalos: 1) 0-50 m (12 especies), 2) 51-100 m (4 especies) y 3) 101-150 m (2 especies). El 66.6% de las especies se encuentran entre 0-50m de profundidad, el 22.2% se encuentran entre 51-100 m de profundidad y el 11.1% entre 101-150 m de profundidad.

Se realizó por primera vez un registro fotográfico con Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) de las espículas presentes en los pepinos de mar, así como mapas de distribución de cada una de las especies de la familia Phyllophoridae que se encuentran en las costas mexicanas.

Se elaboró una clave dicotómica de identificación para las 16 especies tomando en cuenta caracteres internos: espículas de la piel, los pies, los tentáculos y el introverso.

La fauna de holoturoideos en nuestro país es muy diversa y abundante, sin embargo, los registros de la familia Phyllophoridae son bastante escasos, por lo tanto, se requiere más investigación sobre esta familia de pepinos de mar. El uso de colecciones científicas (biológicas), como la Colección Nacional de Equinodermos del ICML, UNAM, es de gran importancia para la consulta de información sobre los especímenes recolectados, ya que fomenta la investigación científica, por lo que es necesario mantenerlas en orden (con datos correctos y actualizados) y con especímenes bien preservados.

Este es el primer trabajo que recopila toda la información existente sobre la taxonomía de la Familia Phyllophoridae en México.

LITERATURA CITADA

Abdel-Razek, F. A., Abdel-Rahman, S. H., El-Shimy, N. A. y Omar, H. A. 2005. Reproductive Biology of the Tropical Sea Cucumber *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Red Sea Coast of Egypt. Egyptian J. Aqua. Res. 31(2):383-402.

Agassiz, A. 1879. Reports of the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, by the United States Coast Survey Steamer "Blake". II. Report on the Echini. Bull. Mus. of Comp. Zool. 5: 181-195.

Agassiz, A. 1888. XIX. Characteristic deep-sea types. Echinoderms. Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake" in the Gulf of Mexico in the Caribbean Sea, and along the Atlantic Coast of the United States, from 1877 to 1880. In two volumes. The Riverside Press. Cambridge. 2: 84-127.

Agassiz, A. 1881. Report of the Echinoidea dredged by the H.M.S. Challenger during the year 1873-76. Report of the Scientific Results of the voyage of the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Zool. 3: 1-321.

Álvarez-Arellano, A y Molina-Cruz A. 1986. Aspectos paleoceanográficos cuaternarios del Golfo de California, evidencias por conjuntos de radiolarios. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol., UNAM, México, 13(2): 67-94.

Barbosa-Ledesma I. F., F. A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2000. New records for cidaroids echinoids (Echinodermata: Echinoidea) of Gulf of Mexico, México. Rev. Biol. Trop. 48:721.

Benavides-Serrato, M., G.H. Borrero-Pérez y C.M. Diaz-Sanchez (2011). Echinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar 22. Santa Marta, 384 pp.

Billett, D. S. M., Llewellyn, C. and Watson, J. 1988. Are deep-sea holothurians selective feeders? In: R. D. Burke *et al.*, (Eds.), *Echinoderm biology*, proceedings of the sixth international echinoderm conference, Victoria pp. 421-429.

Billett, D. S. M. 1991. Deep Sea Holothurians. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review (Oceanography and Marine Biology)*. 29, 259-317.

Birkeland, Ch. 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities: 1-79. In: M. Jangoux and J. M. Lawrence (Eds.), 1989. *Echinoderm Studies*. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 383 pp.

Bluhm, H. 1994. Monitoring magabenthic communities in abyssal Manganese nodules sites of the east Pacific Ocean in association with commercial deep-sea mining, *Aquatic Conserve*, 4: 187-201.

Boone, L. 1928. Echinoderms from the Gulf of California and the Perlas Islands. Scientific Results of the First Oceanographic Expedition of the "Pawnee". *Bull. Bingham Oceanographic Coll.* 2:1-14.

Brusca, R. C. 1973. A handbook to the common intertidal Invertebrates of the Gulf of California. Univ. Arizona Press, Tucson, EEUU. 427pp.

Brusca, R. C. 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2nd. Ed. Univ. Arizona Press, Tucson, U.S.A., 513pp.

Brusca, R. C. and G. J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sinauer Assoc. Inc. Pub. Massachusetts. 922pp.

Brusca, R. C. and G. J. Brusca, 2003. Invertebrates. Sinauer Assoc., Sunderland. 895pp.

Buitrón Sánchez, B. E. y Solís-Marín F. A. 1993. La Biodiversidad de los equinodermos fósiles y recientes de México. 209-231. La Biodiversidad en México. Vol. Esp (XLIV). *Rev. Sol. Mex. Hist. Nat.* 427pp.

Carpenter, P. H. 1884. Report of the crinoidea collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. Report of the Scientific Results of the voyage of the H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Zool.* 3: 1-321.

Caso, M. E. 1941. Contribución al Conocimiento de los Asteroideos de México. I. La existencia de *Linckia guildinguii* Gray, en la costa pacífica. *An. Inst. Biol. UNAM.* 12: 155-160.

Caso, M. E. 1943. Contribución al conocimiento de los Astéridos de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F., México. 136 pp.

Caso, M. E. 1944. Estudio sobre astéridos de México. Algunas especies interesantes de astéridos litorales. *An. Inst. Biol. UNAM.* 15: 237-257.

Caso, M. E. 1945. Modificación de la Familia Luidiidae Verrill. Las subfamilias nuevas de la Familia Luidiidae y observaciones de *Platasterias latiradiata*. *An. Inst. Biol. UNAM.* 16: 459-473.

Caso, M. E. 1946. Contribución al conocimiento de los Equinodermos de México. I. Distribución y morfología de *Mellita quinquesperforata* (Leske), *M. lata* Clark y *M. longifissa* Michelin. An. Inst. Biol. UNAM. 17: 247-259.

Caso, M. E. 1947. Estudios sobre astéridos de México. Descripción de una nueva especie del género *Moiraster* de Santa Rosalía, Golfo de California. An. Inst. Biol., UNAM. México, 18:225-231.

Caso, M. E. 1948. Contribución al conocimiento de los equinodermos de México. II. Algunas especies de equinoideos litorales. An. Inst. Biol. UNAM. 19: 183-231.

Caso, M. E. 1949. Contribución al conocimiento de los Equinodermos litorales de México. An. Inst. Biol. UNAM. 20: 341-355.

Caso, M. E. 1951. Contribución al conocimiento de los ofiuroideos de México. I. Algunas especies de ofiuroideos litorales. An. Inst. Biol., UNAM. México., 22:219-312.

Caso, M. E. 1953. Estado actual de los conocimientos acerca de la fauna de los equinodermos de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano, UNAM. México, 7:209-222.

Caso, M. E. 1954. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Algunas especies de holoturoideos litorales y descripción de una nueva especie *Holothuria portovallartensis*. An. Inst. Biol. UNAM. 25: 417-422.

Caso, M. E. 1957. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. III. Algunas especies de holoturoideos litorales de la costa pacífica de México. An. Inst. Biol. UNAM. 28: 309-338.

Caso, M. E. 1961. Estudios sobre astéridos de México. Observaciones sobre especies de las costas de México. An. Inst. Biol. UNAM. 31: 449-461.

Caso, M. E. 1961. Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico. 338pp.

Caso, M. E. 1962a. Estudios sobre Astéridos de México. Observaciones sobre especies pacíficas del género *Acanthaster* y descripción de una subespecie nueva, *Acanthaster ellisi pseudoplanci*. An. Inst. Biol. UNAM. 32: 313-331.

Caso, M. E. 1962b. Estudios sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de la Islas Revillagigedo. An. Inst. Biol. UNAM. 33: 293-330.

Caso, M. E. 1963. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Descripción de una nueva especie de *Holothuria* de un nuevo subgénero (*Paraholothuria* n. sg.). An. Inst. Biol. UNAM. 33: 367-380.

Caso, M. E. 1964. Contribución al conocimiento de los Holoturoideos de México. Descripción de un nuevo Subgénero del Género *Microthele* y una nueva especie *Microthele (Paramicrothele) zihuataneensis*. An. Inst. Biol. UNAM. 35: 105-114.

Caso, M. E. 1965. Estudio sobre Equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los Holoturoideos de Zihuatanejo y de la Isla de Ixtapa (primera parte). An. Inst. Biol. UNAM. 36: 253-291.

Caso, M. E. 1966. Contribución al estudio de los Holoturoideos de México. Morfología interna y ecología de *Stichopus fuscus* Ludwig. An. Inst. Biol. UNAM. 37: 175-181.

Caso, M. E. 1969. Estado actual de los conocimientos acerca de los equinodermos de México. Facultad de Ciencias. UNAM.

Caso, M. E. 1970a. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. Situación taxonómica actual, morfología externa y datos ecológicos de *Platasterias latiradiata* Gray. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Cienc. Mar Limnol. 41: 1-62.

Caso, M. E. 1970b. Morfología externa de *Acanthaster planci* (Linnaeus). An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Cienc. Mar Limnol. 41: 63-78.

Caso, M. E. 1974. Contribución al estudio de los Equinoideos de México, Morfología de *Tripneustes depressus* Agassiz y estudio comparativo entre *T. ventricosus* y *T. depressus*. An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 1: 25-40.

Caso, M. E. 1975. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. La Familia Mithrodiidae. Descripción de una nueva especie del género *Mithrodia*. *Mithrodia enriquecasoi* sp. nov. An. Cent. Cienc. Mar Limnol. UNAM. 2: 1-28.

Caso, M. E. 1976. El estado actual del estudio de los equinodermos de México. An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, 3:1-56.

Caso, M. E. 1977. Especies de la Familia Asterinidae en la costa Pacífica de México. Descripción de una nueva especie del género *Asterina*, *Asterina agustincasoisp. nov.* An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 4: 209-232.

Caso, M. E. 1978. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Ordenes Cidaroida y Aulodonta; Parte 2. Ordenes Stiridonta y Camarodonta. An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. Publ. Esp. 1: 244.

Caso, M. E. 1978. Ciencia y técnica de los equinodermos en relación con el hombre. Primera parte aspecto científico. An. Centro Cienc. Mar y Limn. UNAM. 5: 255-286.

Caso, M. E. 1979. Los Equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, 6:197-368.

Caso, M. E. 1979. Descripción de una nueva especie de ofiuroido de la laguna de Términos, *Amphiodia guillermosoberoni sp. nov.* An. Centro Cien. Mar y Limn. UNAM. 6: 161-184.

Caso, M. E. 1979. Los Equinodermos (Asteroidea, Ophiuroidea y Echinoidea) de la Laguna de Términos, Campeche. Cen. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, Publ. Esp. 3: 1-186.

Caso, M. E. 1980a. Contribución al estudio de los Echinozoa de México. La Familia Mellitidae Stefanini. Descripción de una nueva especie del género *Mellita*, *Mellita eduardobarrosoi sp. nov.* An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. 7: 141-180.

Caso, M. E. 1980b. Los Equinoideos del Pacífico de México. Orden Clypeasteroida. An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM Publ. esp. 4: 1-252.

Caso, M. E. 1983a. Especies del género *Amphiochondrius* de la costa del Pacífico Americano. Descripción de una nueva especie del género *Amphiochondrius*. *Amphiochondrius unamexici sp. nov.* (Ophiuroidea). An. Cent. Cienc. Mar Limnol. UNAM. 10: 209-230.

Caso, M. E. 1983b. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte Cuarta. Ordenes Cassiduloida y Spatangoida. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. Publ. esp. 6: 1-200.

Caso, M. E. 1984. Descripción de un género nuevo y una especie nueva de holoturoideo. *Parathyomacta* gen. nov y *Parathyonacta bonifaznuñoi sp. Nov.*; colectada en la campaña oceanográfica SIPCO III a bordo del Buque Oceanográfico "El Puma". An. Cent. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, 11 (1): 181-210.

Caso, M. E. 1986. Los equinodermos del Golfo de California colectados en la campaña SIPCO I-II-III a bordo del B/O "El Puma". An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, 13(1):91-184.

Caso, M. E. 1992. Los equinodermos (asteroideos, ofiuroides y equinoideos) de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, Pub. Esp., 11:1-214.

Caso, M. E. 1994. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos colectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, Pub. Esp., 12:1-11.

Caso, M. E. 1996. Las especies del género *Hesperocidaris* Mortensen, *Astropyga* Gray, *Arbacia* Gray y *Lytechinus* Agassiz, colectadas en las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3 a bordo del B/O "El Puma". An. Inst. Cienc. Mar. y Limnol. UNAM. México, 22:83-100.

Caso, M. E., A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín, A. Ortega-Salas y A. L. Durán-González. 1994. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Laguna de Términos, Campeche, México. An. Centro Cien. Mar y Limn. UNAM. 21: 67-85.

Caso, M. E., Laguarda-Figueras A., Solís-Marín F.A., Ortega-Salas A. y Durán-González A.L. 1996. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM. México, 22:101-119.

Cintra Buenrostro, C. E. 2001. Los Asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de aguas someras del Golfo de California, México. *Oceánides*, 16:49-90.

Clark, A. H. 1916. Six new starfishes from the Gulf of California and adjacent waters. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 29:51-62.

Clark, A. H., 1918. A new genus and species of multibrachiate ophiuran of the family Gorgonocephalidae from the Caribbean Sea. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 54: 637-640.

Clark, H. L. 1913. Echinoderms from Lower California, with descriptions of new species. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 32:185-236.

Clark, H. L. 1917. Ophiuroidea. Report XVIII and XXX on the scientific results of the tropical Pacific in charge of Alexander Agassiz, on the U.S. Fish Commission steamer

“Albatross” from August, 1899, to March, 1900 and from October, 1904, to March, 1905. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 61: 429-453.

Clark, H.L. 1920. Asteroidea. XXXII Report on the scientific results of the expedition to the eastern tropical pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish. Comission Steamer “Albatross”, from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L.M. Garrett, U.S.N., Commanding. Mem. Mus. Comp. Zoöl. Harvard Coll. 39: 73-113.

Clark, H.L. 1920. Holothuroidea. XXXIII. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish. Comission Steamer “Albatross”, from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U.S.N., Commanding. Mem. Mus. Comp. Zoöl. Harvard Coll. 39: 119-154.

Clark, H. L. 1923. XII. Echinoderms from Lower California with descriptions of new species: supplementary report. Scientific results of the Expedition to the Gulf of California in charge of C. H. Townsend, by the U.S. Fisheries Steamship “Albatros” in 1911. Commander G.H. Burrage, U.S.N. Commanding. Bull. Amer. Mus. Hist., 48(6):147-163.

Clark, H.L. 1940. XXI. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America. Eastern Pac. Exp. of the New York Zool. Soc. Zool. 25: 331-352.

Clark, H.L. 1948. A report of the Echini of the warmer Eastern Pacific, based on the collections of the “Velero” III. Allan Hancock Pac. Exped. 8: 225-351.

Deichmann, E. 1930. The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard. 71: 41-226.

Deichmann, E. 1937. 10. The Templeton Crocker Expedition. IX. Holothurians from the Gulf of California, the West Coast of Lower California and Clarion Island. Zool., 22(2): 161-176.

Deichmann, E. 1938. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. XVI. Holothurians from the western coasts of Lower California and Central America, and from Galápagos Islands. Zool. 23: 361-387.

Deichmann, E. 1941. The holothuroidea collected by the velero III during the years 1932 to 1938. Part I. Dendrochirota. Univ. South. California Pub., Allan Hancock Pac. Exped. 8: 61-195.

Deichmann, E. 1954. The holothurians of the Gulf of Mexico, p. 381-410. In P. S. Galtsoff (ed.). 1954. Gulf of Mexico, its origin, waters, and marine life. Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service 55.

Deichmann, E. 1958. The Holothuroidea collected by the velero III and IV during the years 1932 to 1954. Part. II Aspidochirota. Univ. South. California Pub., Allan Hancock Pac. Exped. 11: 253-348.

Domantay, J. S. 1953. A brief summary of the Pacific and Atlantic Holothuroidea of the Allan Hancock Foundation Coll. Philip. J. Sci. 82: 133-140.

Domantay, J. S. 1961. New forms of Holothuroidea from the vicinity of Southern California and Mexico in the Collection of the Allan Hancock Foundation, University of Southern California in Los Angeles California. The Philippine J. of Sci. 90(3): 333-346.

Downey, M. E. 1972. *Midgardia xandaros* new genus, new species, a large brisingid starfish from the Gulf of Mexico. Proc. Biol. Soc. Washington 84: 421-426.

Downey, M. E. 1973. Starfishes from the Caribbean and the Gulf of Mexico. Smithsonian Contr. Zool. 126: 1-158.

Durán-González A, A. Laguarda-Figueras, F.A. Solís-Marín, B.E. Buitron Sanchez, C. Ahearn & J. Torres Vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. Rev. Biol. Trop. 53 (Supl. 3): 53-68.

Ebert, T. A. 1996. The consequences of broadcasting, brooding, and asexual reproduction in echinoderm metapopulations. Oceanologica Acta. 19: 217-226.

Fell, H. B. 1962. A surviving Somasteroid from the eastern Pacific Ocean. Science, 136: 633-636.

Féral, J. P. and Massin, C. 1982. Digestive system: Holothuroidea. P. 191-212. In: M. Jangoux and J. M. Lawrence (eds). 1982. Echinoderm Nutrition.

Fisher, W. K. 1906. New starfishes from the Pacific Coast of North America. Proceed. Wash. Acad. Sci. 8: 111-139.

Forbes, E. 1841. A history of British starfishes, and other animals of the class Echinodermata. London: John Van Voorst, 267pp.

Gebruk, A.V; Tyler, P.A. and Billett, D.S.M. 1997. Pelagic juveniles of the deep-sea Elaspodid holothurians: new records and review. Ophelia, 46: 153-164.

Ginger, M. L., Vera L. C. S. Santos and G. A. Wolff. 2000. A preliminary investigation of the lipids of abyssal holothurians from the northeast Atlantic Ocean, J. of the Marine Biol. Assoc. U. K., 80: 139-146.

Gutt, J. 1990a. New Antarctic holothurians (Echinodermata). I. Five new species with four new genera of the order Dendrochirota. Zool. Scripta, 19: 101-117.

Gutt, J. 1990b. New Antarctic holothurians (Echinodermata). II. Four species of the orders Aspidochirotida, Elasipoda and Apodida. Zool. Scripta, 19: 119-127.

Hansen, B. 1975. Systematics and Biology of the Deep-Sea Holothurians. Part. 1. Elasipoda. Scientific Results of the Danish Deep-Sea Expedition Round the World 1950-52, Galathea Report. 13: 1-262.

Hartlaub, C. 1895. Reports on the dredging operations off the west coast of Central America to the Galapagos, to the West Coast of Mexico, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission steamer "Albatros", during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N., commandin 13. Die Comatulien. Bul. Mus. Comp. Zoöl. Har. Coll., 27: 129-152.

Heding, S. G. and A. Panning. 1954. Phyllophoridae. Eine bearbeitung der polytentaculaten dendrochiroten holothurien des zoologischen museums in Kopenhagen. Spolia Zoologica Musei Hauniensis XIII. Skrifter udgivet af Universitetets Zoologiske Museum. Kobenhavn XIII. 1-209p.

Hendler, G. and R. L. Turner. 1987. Two new species of *Ophiolepis* (Echinodermata: Ophiuroidea) from the Caribbean Sea and Gulf of Mexico: With notes on ecology, reproduction and morphology. Contr. in Sci., 395: 1-14.

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. And P. M. Kier. 1995. Sea Stars, sea urchins and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Inst. Press. 390 pp.

Hendler, G. 1996. Echinodermata collected at Rocas Alijos, p. 319-338. In W. Schmieder Robert. 1996. Rocas Alijos. Scientific results from the Cordell Expeditions. Monographie Biologicae, Kluwer, London, Inglaterra.

Hendler, G. & D.L. Pawson. 2000. Echinoderms of the Rhomboidal Cays, Belize: biodiversity, distribution, and ecology. Atoll Res. Bull. 479: 273-299.

Holguín-Quiñones, O, Wrigth L.H. & Solís-Marín F.A. 2000. Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, B.C.S., México. Rev. Biol. Trop., 48:749-757.

Hotchkiss, F.H.C. 1982. Ophiuroidea (Echinodermata) from Carrie Bow Cay, Belize, p. 387-411. In K. Rützler & I.G. Macintyre (eds.). The Atlantic Barrier Reef Ecosystem of

Carrie Bow Cay, Belize, I. Structure and Communities. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Hyman, L. H. 1955. The Invertebrates. Echinodermata. The Coelomate Bilateria. New York, Mc. Graw. Hill, 4, 763 pp.

Ives, J. E. 1890. Echinoderms from the Northern Coast of Yucatan and the Harbor of Veracruz. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 1890: 317-340.

Jackson, J.B.C and L. D'Croz. 1997. The ocean divided, p. 38-71. In A.G Coates (ed.). Central America: A Natural and Cultural History. Yale University, New Haven.

Kerstitch, A. 1989. Sea of Cortez marine invertebrates. A Guide for the Pacific Coast México to Ecuador. Sea Challengers Publ. Printed in Hong Kong through Interprint, San Francisco, CA., 115pp.

Khripounoff, A. et Sibuet, M. 1980. La nutrition d'échinodermes abyssaux. I. Alimentation des holothuries. Marine Biology, 60: 17-26.

Kier, P. M. 1975. The echinoids of Carrie Bow Cay, Belize. Smithsonian Contr. Zool. 206: 1-20.

Kitagawa, I., H., Yamamoto, M. Kobayashi., T. Nishino., Yosioka y T. Sugawara. 1978. Saponin and sapogenol. XXVII. Revised structure of Holotoxin A and Holotoxin B. Two antifungal Oligoglycosides from the sea cucumber *Stichopus japonicas*. Selenka. Chem. Pharm. Bill 26: 3622-3731.

Laboy-Nieves, E. N. y Conde, J. E. 2006. A new approach for measuring *Holothuria Mexicana* and *Isostichopus badionotus* for stock assessments. SPC Beche-de-mer Information Bulletin. Secretariat of the Pacific Community 24:39-44.

Laguarda-Figueras, A. (2001) Informe final del proyecto S091 Equinodermos del Caribe de México: Puerto Morelos, Quintana Roo. CONABIO. En Línea: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/infS091.pdf>

Laguarda-Figueras, A., Solís-Marín, F.A., A. de La Luz Durán-González, C. Ahearn, B. Estela Buitrón Sánchez y Juan Torres-vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. Rev. Biol. Trop. 53(Supl. 3): 109-122.

Lawrence, J. M. 1987. A functional biology of echinoderms. Beckenham, Kent: Croom Helm. 340 pp.

Litvinova, N. M. 1975. Ophiuroids of the Caribbean and Gulf of Mexico collected during 14th Cruise of the R/V “Akademic Kurchatov”. Inst. Oceanology, Acad. Sci. USSR. Moscow. 100: 196-204.

Ludwig, H. L. 1893. Reports on the dredging operations off the West Coas of Central America to the Galapagos, to the West Coast of Mexico, and to the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried by the U.S. Fish Commision Steamer “Albatros” durin 1891, Lieut. Commander Z.L. Tanner, U.S.N. Comanding. Mem. Mus. Com. Zoöl. Harv. Coll., 24:105-114.

Ludwig, H. L. 1894. Reports on an exploration off the west coasts of Mexico, Central and South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commission Steamer Albatross, during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U. S. N., commanding, XII. The Holothurioidea. Mem. Mus. Com. Zoöl. Harv. Coll., XVII (No. 3): 183 pp.

Ludwig, H.L. 1905. VII. Asteroidea. Reports on an exploration off the West Coast of Mexico, Central and South America, and off the Galapagos islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commision steamer “Albatros”, during 1891. XXXV. Reports on the Scientific results of the expedition to the Tropical Pacific in Charge of A. Agassiz on the Fish Commision Steamer “Albatros”, from August, 1899, to March, 1900. Mem. Mus. Com. Zoöl. Harv. Coll., 32: 1-292.

Lyman, T. 1879. Ophiuridae and Astrophytidae of the exploring voyage of H.M.S. “Challenger”, under Prof. Sir W. Thomson, F.R.S. Part II. Ophiuridae and Astrophytidae of the “Challenger” expedition. Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harv. Coll., 6: 17-83.

Lyman, T. 1882. Report on the Ophiuroidea dredged by H.M.S. “Challenger” during the years 1873-1876. Report of the Scientific Results of the voyage of H.M.S. “Challenger” 1873-1876 5: 1-386.

Macurda, D.B. Jr. 1982. Shallow-water Crinoidea (Echinodermata) from Carrie Bow, Belize, p. 413-416. In K. Rützler & I.G. Macintyre (eds.). The Atalntic Barrier Reef Ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I. Structure and Communities. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Maluf, L.Y. 1988. Composition and Distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Tech. Rep. 2: 1-242.

Martin, W. E. 1969a. A Commensal Sea Cucumber, Science, 164: 855.

- Martin, W. E. 1969b. *Rynkatorpa pawsoni* n. sp. (Echinodermata: Holothuroidea) a commensal sea cucumber. *The Biol. Bull.*, 137: 332-337.
- Massin, C. 1982. Food and feeding mechanisms: Holothuroidea. In: *Echinoderm Nutrition*, M. Jangoux and J. M. Lawrence (eds). Rotterdam: Balkema, 43-55.
- Massin, C. 1992. Holothurians (Echinodermata) from Marion and Prince Edward Islands: new and little-known species. *Zool. Scripta*, 21: 311-324.
- Menzies, R. J., George, R. J. and Rowe, G. T. 1973. *Abyssal environment and ecology of the world oceans*. New York, Wiley.
- Miller, J. E. and D. L. Pawson. 1990. Swimming sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea): A survey, with analysis of swimming behavior in four bathyal species, *Smithsonian Contr. Mar. Sci.*, 35, 1-18.
- Miloslavich, P. and E. Klein. 2005. Linking marine biodiversity research and conservation in the Caribbean, p. 3-18. In P. Miloslavich & E. Klein (eds.). *Caribbean Marine Biodiversity: The Known and the Unknown*. DEStech, Lancaster, Pennsylvania, U.S.A.
- M. Honey-Escandón, F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figuera. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 3): 57-73.
- Nigrelli, R. F. 1952. The effects of Holothurin on fish and mice with sarcoma 180. *Zool.* 37: 89-90.
- Nigrelli, R.F. and Jakowska, S. 1960. Effects of Holothurin, a steroid saponin from the Bahamian sea cucumber. *Zool.* 40: 47-48
- Pawson, D. L. 1966. Phylogeny and Evolution of Holothuroids. In: *Treatise on Invertebrate Palaeontology, Part U, Echinodermata 3, Vol. 2* (R. C. Moore, Ed.), pp. 641-646. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas Press, Lawrence, KA.
- Pawson, D. L. 1976. Some aspects of the Biology of deep-sea echinoderms, *Thalassia Jugoslavica*, 12: 287-293.
- Pawson, D. L. 1982. Holothuroidea Pp. 813-818. In: S. P. Parker (ed.) *Synopsis and classification of living organisms*, vol. 2. McGraw-Hill, New York, 1232pp.

Pawson, D. L. 1988. Analysis of some OMCO sea floor photographs from Cruise GR7901, 8005 and 8102: Megafauna and manganese nodule data. Part I. Text. Final Report under NOAA Contract 40-AANC-602101 (1988). NOAA, Silver Springs, MD, USA; 81pp.

Pawson, D. L. and D. J. Vance. 2004. *Chiridota heheva*, from Western Atlantic deep-sea cold seeps and anthropogenic habitats (Echinodermata: Holothuroidea: Apodida). *Zoot.* 534: 1-12.

Pawson, D. L., 2007. Phylum Echinodermata. *Zoot.* 1668, 1-766.

Pawson, D. L. and J. E. Miller. 1981. Western Atlantic sea cucumbers of the genus *Thyone*, with description of two new species (Echinodermata: Holothuroidea). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 94(2): 391-403.

Pawson, D. L., D. J. Vance, C. G. Messing, F. A. Solís-Marín and C. L. Mah. 2009. 71. Echinodermata of the Gulf of Mexico.: 1177-1204. In: D. L. Feder and D. K. Camp. (eds.) *Gulf of Mexico. Origin, Waters, and Biota. Vol. 1.* Texas A&M University Press. 1393 pp.

Pawson, D. L., Pawson, D. J. and King, R. A., 2010. A taxonomic guide to the Echinodermata of the South Atlantic Bight, USA: 1. Sea Cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea), *Zoot.* 2449,1-48.

Perrier, E. 1881. Description sommaire des espèces nouvelles d'astéries. Reports on the results of dredging under the supervision on Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, 1877-78, by the United States coast survey steamer "Blake", Lieut-Commander C. D. Sigsbee, U. S. N., commanding and in the Caribbean sea, 1878-79, by the U. S. C. S. S. "Blake", commander J. R. Bartlett, U. S. N., commanding. *Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harvard.* 9:1-31.

Phelan, T. 1970. A field guide to the cidaroid echinoids of the Northwestern Atlantic Ocean, Gulf of Mexico, and the Caribbean Sea. *Smithsonian Contr. Zool.* 40: 1-22.

Rathbun, R. 1885. Report upon the echini collected by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross" in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico, January to May, 1884, *Proc. U. S. Nat. Mus.* Vol. 3: 83.

Roberts, D; A. Gebruk; V. Levin and B. A. D. Manship. 2000. Feeding and digestive strategies in deposit-feeding holothurians, *Oceanography and Marine Biology: an annual review*, 38: 257-310.

Roden, G. I. & Emilsson I. 1989. Oceanografía Física del Golfo de California (Physical oceanography of the Gulf of California). En: Ayala-Castañares, A., F. B. Phleger, R. Schwartzlose & A. Laguarda (Eds.) Simposio “El Golfo de California” (Symposium “The Gulf of California”). UNAM. México.

Rutgers van der Loeff, M. M. and Lavaleye, M. S. S. 1986. Sediments, fauna and the dispersal of radionuclides at the N. E. Atlantic dumpsite for low-level radioactive waste. Report of the Dutch DORA programme, Netherlands Institute for sea research, Texel, 134 pp.

Samyn, Y. and Thandar, A. S. (2003) *Massinium*, a new genus in the family Phyllophoridae (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida) with description of a new south-west Indian Ocean species. *Massinium maculosum*. Belgian J. of Zool. 133: 132-142.

Samyn, Y.; Thandar, A. S.; Vandenspiegel, D. 2010. Two new species in the phyllophorid genus *Massinium* (Echinodermata: Holothuroidea) with redescription of *Massinium magnum*. *Zoot.* 2399: 1-19. ISSN 1175-5334.

Sewell, M. A., P.A. Tyler; C. M. Young and C. Conand. 1997. Ovarian development in the Class Holothuroidea: a reassessment of the “tubule recruitment model”, *Biol. Bull.* 192: 17-26.

Sibuet, M. 1977. Repartition et diversité des échinodermes (Holothurides-Asterides) en zone profonde dans le Golfe de Gascogne. *Deep-Sea Res.*, 24: 594-563.

Sladen, W.P. 1889. Asteroidea. Report of the Scientific Results voyage of H.M.S. “Challenger”. 1873-1876 30: 1-893.

Smiley, S., F. S. McEuen, C. Chaffee, and S. Krishnan. 1991. Echinodermata: Holothuroidea. 663-750 pp. In Giese, A. C., Pearse, J. S. and V. B. Pearse (Eds.). *Reproduction of marine invertebrates Vol. VI. Echinoderms and Lophophorates*. The Boxwood Press. 808 pp.

Smiley, S. 1994. Holothuroidea. In: *Microscopical Anatomy of Invertebrates*. V. 14, Wiley-Liss, New York. 401-471pp.

Smirnov, A. V; A. V. Gebruk; S. V. Galkin and T. Shank. 2000. New species of holothurian (Echinodermata: Holothuroidea) from hydrothermal vent habits. *J. of Marine Biol. Assoc. U. K.*, 80: 321-328.

Smith A.B., 1988. To group or not to group: the taxonomic position of *Xyloplax*. In: *Echinoderm Biology*. BurkeRD, *et al.*, eds., pp. 17–23. AA Balkema, Rotterdam. 818 pp.

Solís-Marín, F.A., Reyes-Bonilla H., Herrero-Pérezrul M.D., Arizpe Cobarrubias O. & Laguarda-Figueras A. 1997. Sistemática y distribución de los equinodermos de la Bahía de La Paz. *Cienc. Mar.*, 23: 249-263.

Solís-Marín, F.A. y A. Laguarda-Figueras. 1998. Los Equinodermos de México. *Biodiversitas. Boletín Bimestral de la CONABIO*, 18: 2-7.

Solís-Marín, F.A. & A. Laguarda-Figueras. 1999. *Cucumaria flamma*, a new species of sea cucumber from the central eastern Pacific (Echinodermata: Holothuroidea). *Proc. Biol. Soc. Wash.* 112: 778-786.

Solís-Marín, F.A., Laguarda-Figueras, A. de La Luz Durán-González, C. Ahearn Gust & J. Torres vega. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 53 (Supl. 3): 123-137.

Solís-Marín, F. A., Arriaga-Ochoa, J. A., Laguarda-Figueras, A., Frontana-Uribe, S. C. & Durán-González, A. 2009. Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California. 1ra. Edición. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – UNAM-CONABIO. 177 pp.

Solís-Marín F.A., Magali, B.I. Honey-Escandón, Ma. D. Herrero-Pérezrul, F. Benítez-Villalobos, J.P. Díaz-Martínez, B.E. Buitrón-Sánchez, J.S. Palleiro-Nayar and A. Durán-González. 2013. Echinoderms from Mexico: Biodiversity, distribution and current state of knowledge. In. Alvarado-Barrientos, J.J. and F.A. Solís-Marín. 2013. *Echinoderm reserarch and Diversity in Latin America*. Springer. 596pp. ISBN 978-3-642-20050-2.

Sullivan, T. D. y Nigrelli, R. F. 1956. Antitumorous action of biologics of marine origin. I. Survival of Swiss mice inoculated with Krebs2 ascites tumor and treated with Holothurin, a steroid saponin from the sea cucumber *Actinopyga agassizi*. *Prom. Am. Assoc. Cancer. Res* 2: 151-155.

Swalla, B., y A. Smith. 2008. Deciphering deuterostome phylogeny: molecular, morphological and palaentological perspectives. *Philosophical Transactions of The Royal society*, 363: 1557-1568.

Thandar, A.S., 1990. The phylloporid holothurians of southern Africa with the erection of a new genus. *S. Afr. J.Zool.* 25(4).

Théel, H. 1879. Preliminary report on the Holothuride, of the exploring voyage of H.M. "Challenger". Part I. Bihang Till K. Svenska vet. Akad. Handlingar 5: 1-20.

Théel, H. 1886. Report on the Holothurioidea dredged by the HMS Challenger during the years 1873-1876 Part II. – Report of the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger 1873-1876, Zool. 14: 1-290.

Tovilla-Hernández, C. 1991. Oceanografía Geológica. Pp. 403-451. En: G. de la Lanza Espino (Comp.) Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor, S. A. México, D. F. 569p.

Turner, R. L. y B. D. Graham, 2003. *Calocidaris micans* (Cidaridae) and *Pseudoboletia maculata* (Toxopneustidae): additions to the sea urchin fauna (Echinodermata: Echinoidea) of the Gulf of Mexico. Proc. Biol. Soc. Wash. 116: 61-81.

Tyler, P.A. y Billett, D.S.M. 1987. The reproductive ecology of elasipodid holothurians from the N. E. Atlantic, Biol. Oceanography. 5: 273-296.

Tyler, P. A., G.J.L. Paterson and M. Sibuet. 1994. Echinoderms found in the proximity of hydrothermal venting at the Mid-Atlantic Ridge. Bridge News. Page 5.

Verrill, A. E. 1870a. Art. XIII. Contributions to zoology from the Museum of Yale College. No. 5. Descriptions of echinoderms and corals from the Gulf of California. Trans. Conn. Acad. Arts. Sci., 61: 93-98.

Verrill, A.E. 1870b. 2. Recent explorations of the deep-sea faunae. Am. J. Sci., 69 (145): 129-134.

Verrill, A.E. 1871. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. No. 8. Additional observations on echinoderms, chiefly from the Pacific Coast of America. Trans. Connecticut Acad. Arts Sci. 1: 568-593.

Witbaard, R., G. C. A. Duineveld., Kik, A., J. Van der Weele and E. M. Berghuis. 2001. The response of *Oneirophanta mutabilis* (Holothuroidea) to the seasonal deposition of phytopigments at the Porcupine Abyssal Plain in the Northeast Atlantic, Progress in Oceanography. 50: 423-441.

Yamanouchi, T. 1955. On the poisonous-substances contained in holothurians. Publ. Seto. Mar. Biol. Lab 4:24-25.

Zenkevich, L. A. 1963. Biology of the seas of the USSR. London. 955 pp.

Ziesenhenné, F.C. 1937. The Templeton Crocker Expedition. Echinoderms from the West Coast of Lower California, the Gulf of California and Clarion Island. Zool., 22: 209-239.

Ziesenhenné, F.C. 1940. New Ophiurans of the Allan Hancock Pacific Expeditions. Allan Hancock Pac. Exped. 8: 9-58.

Ziesenhenné, F.C. 1942. New eastern Pacific sea stars. Allan Hancock Pac. Exped. 8: 197-223.

Referencias de Internet

INEGI 2011 Portal de internet del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/extterri/frontera.cfm?s=geo&c=920> Fecha de revisión 06/05/2013.

Solís-Marín, F. A. 1997. Catálogo de los equinodermos recientes de México. Informe Final del Proyecto G010, Realizado para la CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfG010.pdf> Fecha de revisión 11/01/2013.

WORMS 2013 World Register of Marine Species
<http://www.marinespecies.org/> Fecha de revisión 16/05/2013.