



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**REVISIÓN TAXONÓMICA DE LA FAMILIA  
GORGONOCEPHALIDAE LJUNGMAN, 1867  
(ECHINODERMATA: OPHIUROIDEA) DE LA COLECCIÓN  
NACIONAL DE EQUINODERMOS "Dra. Ma. E. CASO M."  
DEL ICML, UNAM**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**BIÓLOGA**

PRESENTA

**FRIDA JACQUELINE RAMIREZ MORENO**

Director de Tesis Dr. Francisco Alonso Solís Marín  
Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, 2021



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.

1.- Datos del alumno

Ramírez Moreno

Frida Jacqueline

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Biología

2. Datos del tuto

Dr. Francisco Alonso

Solís Marín

3. Datos Sinodal 1

Dr. Luis Hector

Hernandez Hernandez

4. Datos Sinodal 2

Biol. Jose Angel

Lara Vazquez

5. Datos Sinodal 3

Mtra. Gloria Itzel

Rosales Contreras

6. Datos Sinodal 4

Biol. Omar

Angeles López

7. Datos del trabajo escrito

Revisión taxonómica de la familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867

(Echinodermata: Ophiuroidea) de la Colección Nacional de Equinodermos

“Dra. Ma. E. Caso M.” del ICML, UNAM

149 pág.

2021



**Mira profundamente en la naturaleza y entonces  
comprenderás todo mejor.**

**Albert Einstein**



## **Dedicatoria**

**A mi padre Víctor por darme todas las herramientas**

**A mi madre Brenda por recordarme que no hay límites para los sueños**

**A mis hermanos.**



## **AGRADECIMIENTOS**

Las personas que nos ayudan a mejorar como universitarios y posteriormente como tesisistas dejan una huella que difícilmente se puede borrar. Mi etapa favorita dentro del ámbito escolar sin duda fue dentro de las instalaciones de FES Iztacala, agradezco a todos mis maestros universitarios por sembrar una semilla en cada uno de nuestros pensamientos críticos y científicos. Es así como nuestro conocimiento sólo puede ser finito, mientras que nuestra ignorancia necesariamente debe ser infinita; Dr. Francisco Solís M. me apoyó a lo largo de este camino, a pesar de tener una agenda muy apretada siempre encontraba el tiempo para escucharme, revisar y regañarme jajaja, pero de usted aprendí que es mejor pecar de precavido que perder información que es muy valiosa. Maestra Itzel Rosales desde el primer día que pise el laboratorio estuvo involucrada en este proyecto, fue una gran mentora y estoy muy agradecida por todo el tiempo que siempre se tomó para ayudarme, revisar mis trabajos y sobre todo orientarme cuando me sentía perdida. Mis sinodales Dr. Luis Hector Hernandez por sus comentarios y a lo largo de la elaboración del trabajo, Biólogo Omar Angeles todos los consejos, revisiones y apoyo que me ha ofrecido durante este trabajo y la carrera, dentro de las aulas aprendí mucho de usted, y como profesional me enseñó a siempre luchar por aquello que queremos; Biólogo Ángel Lara el interés, tiempo dedicado en revisar y aportar sus comentarios han sido de gran ayuda, dentro de las aulas es un profesor que inspira en la educación, la dedicación y convicción que tiene para sus alumnos.

Detrás de cada escenario están las personas que nos ayudan a estructurar la escenografía para presentar un buen trabajo; Maestra Alicia Durán, Técnica académica del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICML, UNAM, el esfuerzo que empeña en la colección, sus buenos consejos y la ayuda brindada desde el principio me fue de mucha utilidad; Bióloga Susana Guzmán la asesoría y el apoyo brindado para la toma de fotografías multifocales del Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad en el Instituto de Biología; M. en C. Laura Gómez por la amabilidad, tiempo y gran ayuda para la toma de fotografías de microscopía electrónica de barrido en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, así como también a la M. en C. Berenit Mendoza del Instituto de Biología, UNAM. Doctora Anne Gondim, Universidad Federal de Paraíba, sus aportaciones desde el principio y el tiempo para resolver mis dudas fueron de mucha ayuda. M. en C. Francisco Márquez, Universidad de Auckland Nueva Zelanda, por los consejos, todo el apoyo brindado, regalarme un poco de su tiempo y por siempre ayudarme aún estando a miles de kilómetros; M. en C. Tania Pineda, Universidad de Florida Gainesville, el interés y la pasión por el trabajo fueron una gran fuente de inspiración.

Sin embargo, hay dos personas que hicieron realidad todo. Los cimientos de nuestra formación son los más importantes, somos el resultado de una simbiosis de sentimientos, emociones y momentos, sin embargo, el elemento estelar de esta asociación es el amor. Lo que soy hasta ahora, todos mis logros, y el camino que he recorrido ha sido gracias a mis padres, que sin ningún impedimento me brindaron todas las herramientas para superar mis objetivos y lograr cada meta que me proponga. Este arduo y en ocasiones frustrante trabajo, de varios meses, es dedicado a ustedes, Víctor y Brenda, son acreedores de que este trabajo tenga sus nombres como marca de agua; al final somos nosotros, pase lo que pase. Los amo infinitamente.

Tengo amigos excepcionales, maravillosos y que me siento muy orgullosa de ellos, si bien no me ayudaron con la redacción de la tesis jajaja, ustedes realizaron algo más valioso, simbólico y sobre todo lleno de cariño: cuándo necesitaba su compañía siempre estuvieron ahí, para alegrarme, distraerse o simplemente desahogarnos; gracias por todos estos años, cada uno de ustedes (Ara, Luli, Mabels, Dario, Luis, Diana) hacen que mis días sean increíbles, espero seguir creando lindos momentos, y sobre todo saben que pueden contar conmigo. Los quiero demasiado.

Iztacala no solo me dejó aprendizaje, enseñanza y objetivos, me regaló la oportunidad de conocer personas increíbles; como el Dr. Diego (sabe que lo admiro mucho y es un ejemplo a seguir), y en compañía de su equipo de laboratorio Micro-ecología ambiental, me recibieron con cariño y un excelente ambiente para trabajar, todos y cada uno de ustedes son personas excepcionales, gracias por las pláticas, los buenos ratos y la amistad.

Dentro de tu zona de trabajo encuentras personas increíbles, con una vibra inigualable, gracias a todos los integrantes del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, por los consejos y opiniones dentro del laboratorio, Gualito (gracias por las ilustraciones, eres increíble), Tay, Gio, Itzel, Paco (gracias por todo tu apoyo y confianza dentro del laboratorio, son personas que inspiran).

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	RESUMEN.....	8
II.	INTRODUCCIÓN.....	10
	II.1 MARCO TEÓRICO.....	13
	II.2 EQUINODERMOS.....	13
	II.3 CLASE OPHIUROIDEA.....	16
	II.3.1 FORMA DEL CUERPO.....	17
	II.4 ORDEN EURYALIDA.....	21
	II.4.1 FORMA DEL CUERPO.....	21
	II.5 FAMILIA GORGONOCEPHALIDAE.....	23
	II.5.1 DISCO.....	23
	II.5.2 BRAZOS.....	25
	II.5.3 PAPILAS TENTACULARES.....	25
	II.5.4 CINTURÓN DE GANCHOS.....	27
III.	ANTECEDENTES.....	31
IV.	ÁREA DE ESTUDIO.....	35
V.	JUSTIFICACIÓN.....	37
VI.	OBJETIVOS.....	38
	VI.1 OBJETIVO GENERAL.....	38
	VI.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	38
VII.	MATERIAL Y MÉTODO.....	39
	VII.1 TRABAJO BIBLIOGRÁFICO.....	39
	VII.2 TRABAJO DE LABORATORIO.....	40
	VII.3 TOMA DE FOTOGRAFÍAS.....	40
	VII.3.1 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.....	40
	VII.4 TRABAJO DE GABINETE.....	41
VIII.	RESULTADOS.....	42
	VIII.1 SINOPSIS TAXONÓMICA.....	43





VIII.2 CATÁLOGO DE DESCRIPCIONES.....	44
IX. DISCUSIÓN.....	121
X. CONCLUSIONES.....	131
XI. REFERENCIAS.....	133
ANEXOS.....	141
1. MATERIAL EXAMINADO.....	141
2. GLOSARIO.....	146

## I. RESUMEN

La taxonomía nos permite reconocer e interpretar la diversidad de los seres vivos, es la base para cualquier iniciativa de conservación de la biodiversidad. Las colecciones biológicas son fundamentales para la conservación del patrimonio biológico, son los principales núcleos de avances científicos produciendo gran aporte del conocimiento sobre diversidad, biogeografía y asociaciones biológicas. La Colección Nacional de Equinodermos (CNE) “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz” depositada en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, actualmente consta con más de 102,000 ejemplares distribuidos en las cinco clases de equinodermos. El objetivo del presente estudio es realizar una revisión taxonómica de las especies de la familia Gorgonocephalidae Ljungan, 18567 en dicha colección. La realización del presente trabajo se dividió en tres partes: trabajo bibliográfico: se recopiló toda la bibliografía especializada de las especies de la familia Gorgonocephalidae, trabajo de laboratorio: se revisaron ejemplares preservados en seco y en alcohol etílico de estos organismos, se tomaron fotografías digitales con la ayuda de un estereoscopio y posteriormente fotografías con Microscopía Electrónica de Barrido (MEB), y por último el trabajo de gabinete: que consistió en realizar una base de datos con la información de recolecta del material examinado y un apartado sistemático con láminas de identificación de cada especie. Se examinó un total de 285 ejemplares correspondientes a ocho géneros, nueve especies y un morfotipo del género *Astrodictyum*, con una distribución batimétrica de 73 a 201 metros. Los géneros con mayor riqueza específica fue *Astrocaneum* (dos especies) y *Astrodictyum* (una especie y un morfotipo) y los de menor riqueza específica fueron *Asteroporpa*, *Astracme*, *Astrocyclus*, *Astrogomphus*, *Astrophyton* y *Gorgonocephalus* (una especie cada uno). Asimismo, se presentan por primera vez las fotografías de microscopía electrónica de barrido de las estructuras internas de las especies de la familia estudiadas en el presente trabajo. Se presenta un morfotipo del género *Astrodictyum* sp; además, se recomienda comparar a *Astrodictyum* cf. *panamense* de este trabajo con el material tipo. Finalmente se sugiere realizar una revisión taxonómica exhaustiva que incluya

información morfológica y molecular de los géneros *Astrocaneum*, *Astrodictyum* y *Astrogomphus*.

**Palabras claves:** taxonomía, colecciones biológicas, Gorgonocephalidae, estrellas canasta, México.

## II. INTRODUCCIÓN

La herramienta principal que le proporciona al hombre un marco organizativo es la Taxonomía, ya que le permite reconocer e interpretar la diversidad de los seres vivos. Por lo tanto, es la base de cualquier iniciativa de conservación de la biodiversidad (Bisby *et al.*, 1995). La primera etapa en cualquier aproximación racional a la conservación de la biodiversidad es la identificación de las unidades biológicas que son el resultado de procesos evolutivos. La taxonomía nos ayuda a distinguir la existencia de un grupo de seres vivos, al clasificarlos en taxones, describe y genera claves de identificación, esto nos brinda elementos importantes para la cuantificación y evaluación de la biodiversidad a la hora de tomar decisiones de conservación o de establecer prioridades sobre actuaciones humanas de impacto ambiental (Mayden y Wood, 1995; Iriando, 2000).

Conseguir información precisa sobre la situación de una actividad tan diversa como es la taxonomía ha sido reconocido como un objetivo primordial para avanzar en el conocimiento y conservación de la biodiversidad (Nicholson, 1986) principalmente debido al valor de las colecciones científicas como centros de datos de la biodiversidad biológica (Llorente 1990; Navarro y Llorente 1994; Mehrhoff, 1997). La investigación que ha originado y seguirán produciendo taxónomos y biogeógrafos es el conocimiento fundamental para el monitoreo ambiental, la conservación marina para proteger lugares importantes para el desarrollo y reproducción de algunas especies y con ellos reducir la pérdida de la biodiversidad marina, así como optimizar el manejo de recursos marinos sin llegar a una pérdida de ello (Nicholson, 1981; Gyllenhaal *et al.*, 1990; Davison, 1994; Stuckenberg, 1994; Williams, 1996).

Es por ello que las colecciones biológicas son fundamentales para la conservación del patrimonio biológico, tienen una función de bibliotecas de especímenes, es decir acervos de ejemplares que se encuentran almacenados en condiciones especiales para garantizar su integridad a través del tiempo, son núcleos de grandes avances en las ciencias naturales a partir de ellas y como resultado del trabajo de especialistas se produce gran parte del conocimiento sobre diversidad, biogeografía y asociaciones biológicas, brindando también información biológica a distintos



niveles: histórica, geográfica, genética, evolutiva, ecológica, anatómica y morfológica de los especímenes (Hawksworth, 1995; Mora y Fuentes, 2006; Vélez *et al.*, 2012). Estas colecciones, junto a la información que se le agrupe, para su adecuado uso, manejo, con fines de estudio y educación (Beauregard, 1996), se convierten en la principal fuente de información sobre la diversidad de organismos. Se estimó que, hasta el año 2003, se poseía entre dos a tres billones de ejemplares alrededor del mundo (Vivas, 2003).

Las colecciones biológicas representan el patrimonio natural de un país o región (Suárez y Vivas, 2003; Mesa, 2005; Montaña *et al.*, 2012), contribuyendo a su inventario y permitiéndonos documentar la distribución de las especies (Barreto *et al.*, 2010; Andrade *et al.*, 2013).

La Dra. María Elena Caso Muñoz (1915-1991), fundadora de la Colección Nacional de Equinodermos, se dedicó a la investigación de los equinodermos, comenzó a recolectar especímenes de equinodermos de diversas localidades de las costas mexicanas para sus estudios de tesis de maestría y doctorado iniciando así la mejor colección científica del país y de Latinoamérica de este grupo zoológico. La sede inicial que resguardó la Colección de Equinodermos en 1939 fue el Instituto de Biología de la UNAM, que en aquella época utilizaba el espacio de la Casa del Lago de Chapultepec (Rogelio, 1987; Ramírez, 2007; Boletín ICML, 2009).

La Colección de Equinodermos fue elevada al rango de “Colección Nacional” en 1997 y está depositada en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y se le ha dado en nombre de su fundadora (Lám. 1); la información que esta conlleva puede ser empleada para realizar estudios de diversa índole, tales como taxonómicos, ecológicos y evolutivos. Tal colección consta actualmente con más de 102,000 ejemplares (Clase Crinoidea: 1,500; Clase Asteroidea: 18,006; Clase Ophiuroidea: 38,530; Clase Echinoidea: 29,000 y Clase Holoturoidea: 15,020) (Rogelio, 1987; Ramírez, 2007; Boletín ICML, 2009).

Los ofiuroideos (griego *ophis*: serpiente y *uros*: cola), son organismos pertenecientes al phylum Echinodermata, son conocidos como “estrellas serpiente”

o como “estrellas quebradizas” dado que el movimiento de sus brazos simula el movimiento de una serpiente (Pawson, 2007); dentro de este grupo se encuentra el orden Euryalida conformado por estrellas frágiles comúnmente conocidas como “estrellas canasta”. El orden Euryalida, se distribuye ampliamente en el océano, sin embargo, no son fáciles de encontrar ya que muchas especies habitan en mar profundo (Hyman, 1955) y por lo general es un grupo críptico. La mayoría de las especies son epizoicas y se alojan sobre gorgonias, antipatarias, esponjas y ocasionalmente se encuentran asociadas a sustratos duros. Según Hendler y Miller (1984), citados por Gondim y colaboradores (2012) “Euryalida se considera un grupo primitivo, poseen atributos morfológicos muy especializados en la clase Ophiuroidea, incluyendo la presencia de vértebras con articulaciones en forma de reloj de arena (del tipo *streptospondylous*) que les permiten mover sus brazos verticalmente”.

La familia Gorgonocephalidae presenta 34 géneros y es la más grande de las tres familias del orden Euryalida (Stöhr, 2015). Las especies de esta familia presentan cinco brazos muy ramificados, con anillos de pocas espinas con forma de gancho, dando la apariencia de bandas (Piepenburg, 2000). El disco y los brazos de este género están cubiertos por granulaciones pequeñas, el disco a menudo está desnudo interradiamente (Baker, 1980) y en el margen exterior interbraquial presenta una fila de placas marginales (Matsumoto, 1917).

A nivel internacional existen mayor cantidad de estudios sobre esta familia; sin embargo, los trabajos referentes a especies de la familia Gorgonocephalidae habitantes de las aguas marinas mexicanas son muy escasos, solo se cuenta con referencias aisladas sobre algunas especies (Solís-Marín *et al.*, 2014). Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión taxonómica de la familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867, que se encuentra depositada en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso”, (ICML-UNAM), así como reconocer los caracteres diagnósticos de cada una de las especies, verificar su validez taxonómica y generar una guía ilustrada.



Lámina 1. Colección Nacional de equinodermos “Dra. María Elena Caso Muñoz” del ICML, UNAM.

## *II.1 Marco teórico*

### II.2 Equinodermos

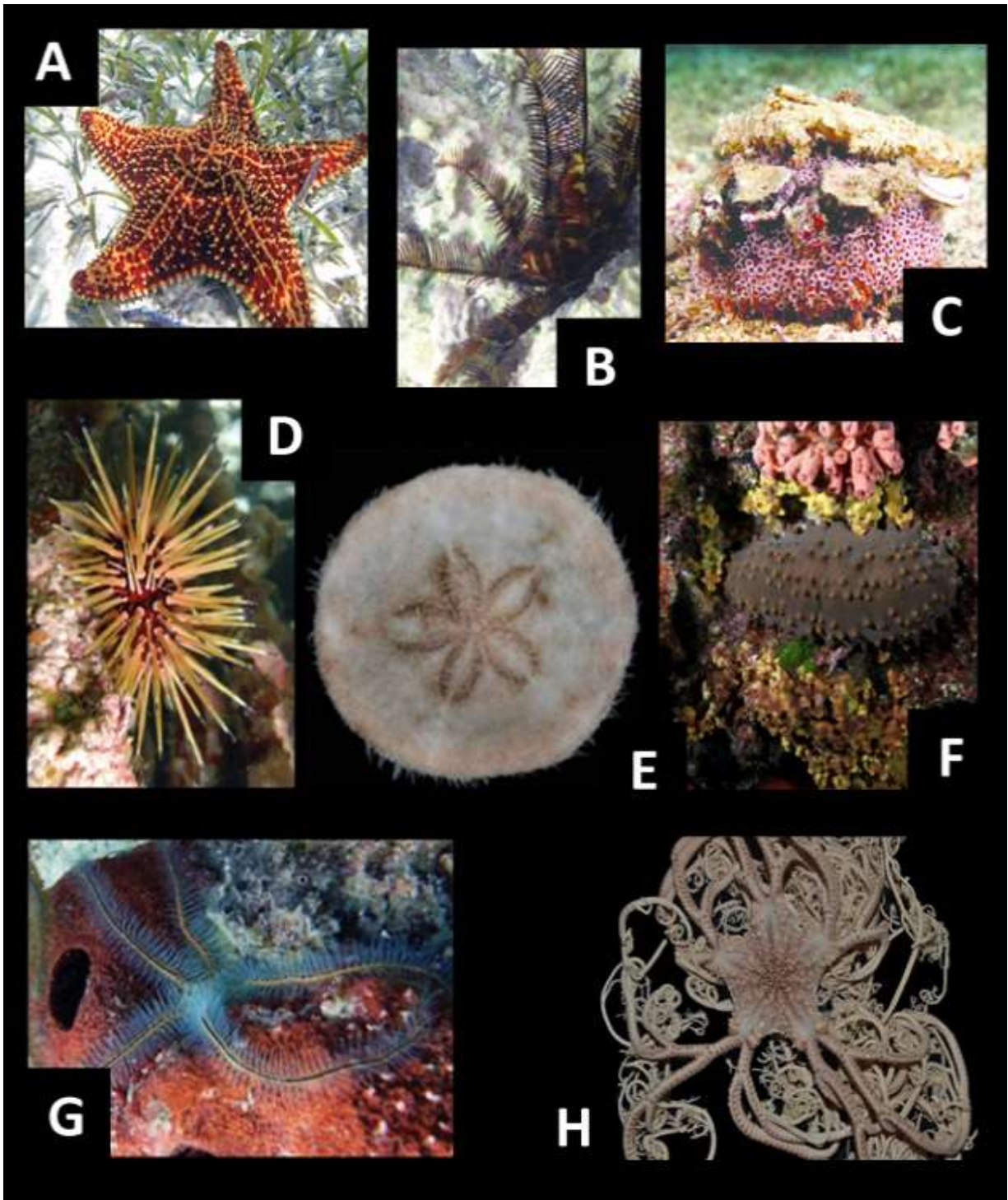
Los equinodermos son metazoos, tripoblásticos, deuterostomados y enterocelomados; la forma de su cuerpo puede ser aplanada, esférica o cilíndrica, por lo tanto, no presentan segmentos, así que la simetría es pentarradial o bilateral. La pared corporal está formada de una epidermis variable, un esqueleto compuesto de carbonato de calcio, en su forma mineral (calcita derivada del mesodermo en forma de monocristal), estas estructuras pueden articularse entre sí, como en las estrellas de mar y estrellas frágiles, o fusionarse para originar una concha esquelética rígida, como en los erizos de mar (Donnay y Pawson, 1969; Kokorin *et al.*, 2014; Brusca *et al.*, 2016). En la forma típica, el esqueleto posee tubérculos o espinas que se proyectan dando a la superficie corporal un aspecto rugoso o espinoso, de aquí el nombre de equinodermo. Dentro del phylum Echinodermata se identifican cinco clases: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea y Holothuroidea (Lám. 2). Así mismo, dentro de este phylum se conocen más de

7,550 especies vivas y 13,000 fósiles (Hendler *et al.*, 1995; Pawson, 2007; Brusca *et al.*, 2016).

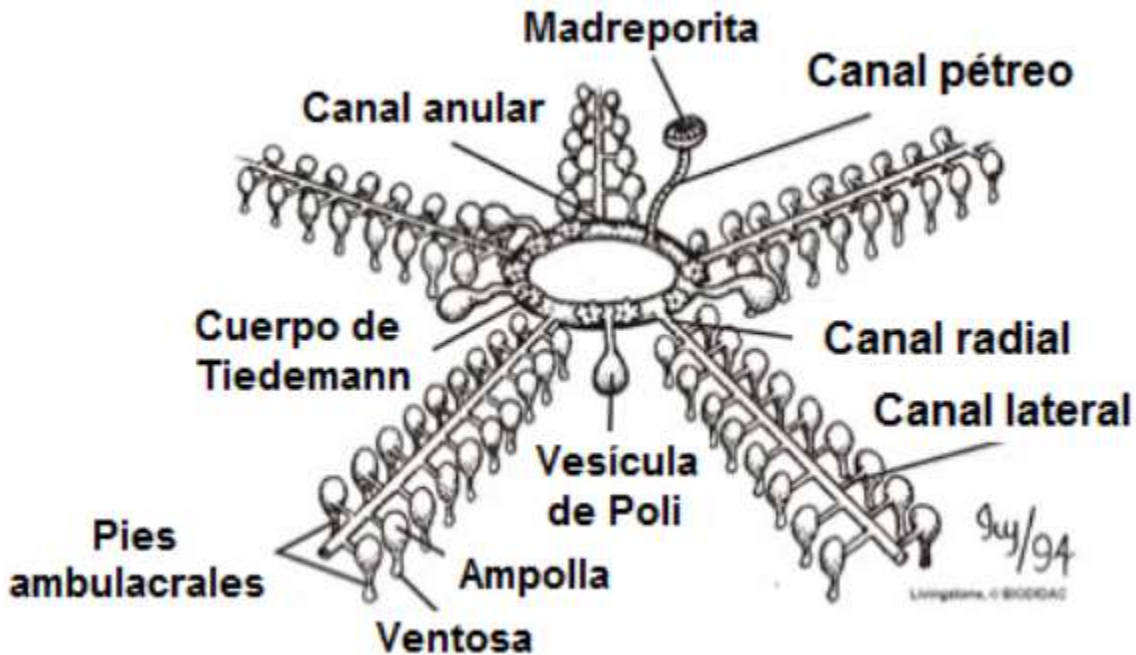
Los podios ambulacrales se mueven a partir de acción hidráulica, estos presentan una función variable como puede ser para locomoción, intercambio gaseoso, alimentación y fijación al sustrato, según la clase y los hábitos que tenga el organismo. El sistema vascular acuífero de este grupo está constituido por una serie de canales y reservorios, que en conjunto con los osículos del endoesqueleto conforman un sistema hidráulico que participa en el transporte interno y el intercambio gaseoso, así como en la alimentación de residuos (Lám. 3); este sistema vascular acuífero se comunica con el exterior a través de pequeños poros en la madreporita y en el interior del mismo se encuentra distintos tipos de celomocitos (Hyman, 1955; Nichols, 1971; Bamford, 1982; Brusca y Brusca, 2003; Hickman *et al.*, 2008).

Se considera que los equinodermos son organismos estrictamente marinos y estenohalinos (Booolootian, 1966). Pueden habitar desde pozas de marea hasta profundidades mayores a los 11,000 m (organismos abisales), se distribuyen en todas las longitudes y latitudes oceánicas, llegan a habitar las ventilas hidrotermales; son un grupo importante en las comunidades bentónicas marinas, ya que llegan a conformar hasta un 90% de la biomasa del macrobentos en el lugar donde habitan (Hendler *et al.*, 1995; Solís-Marín y Laguarda-Figueras, 1998).





**Lámina 2.** Representantes del phylum Echinodermata. **A:** Asteroidea, *Oreastes reticulatus* (Linnaeus, 1758). **B:** Crinoidea, *Tropiometra carinata* (Lamarck, 1816). **C, D, E:** Echinoidea, *Toxopneustes roseus* A. Agassiz, 1863; *Echinometra viridis* A. Agassiz, 1863; *Clypeaster (Stolonoclypus) lamprus* H.L. Clark, 1914. **F:** Holothuroidea, *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875). **G, H:** Ophiuroidea, *Ophiothrix suensoni* (Lütken, 1856); *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). Foto **A, B, D y G:** Christian Díaz; **C y F:** Dr. Sánchez O. Carlos; **E:** Alarcón Javier (Modificada de Benavides-Serrato *et al.*, 2011 y Solís-Marín *et al.*, 2014).



**Lámina 3.** Sistema vascular acuífero y sus estructuras relacionadas presentes en una estrella de mar (clase Asteroidea) (Modificada de <http://www.asturnatura.com/articulos/equinodermos/general.php>).

### II.3 Clase Ophiuroidea

La clase Ophiuroidea es la mejor representada dentro del phylum Echinodermata, se han descrito alrededor de 2,000 especies, sin embargo, la lista mundial incluye actualmente 2,087 especies válidas (Solís-Marín *et al.*, 2013); México alberga 193 de estas especies, representando el 10% del total. La palabra “ophiuroidea” deriva del griego *ophis* “serpiente” y *uros* “cola”, los ejemplares de este grupo presentan brazos largos y muy delgados, aparentando el movimiento de una serpiente (por la capacidad que tienen de enrollarlos), en términos ecológicos es el grupo más diverso, agrupando organismos depredadores, carroñeros, suspensívoros y detritívoros (Woolley *et al.*, 2016; Stöhr *et al.*, 2018). La mayoría de las especies dentro de esta clase son de hábitos nocturnos, permanecen ocultas debajo de rocas o en grietas durante el día, como mecanismo de defensa ante depredadores diurnos (Hendler, 1984), saliendo de sus escondites durante la noche para alimentarse. Estos organismos son de vida libre, presentan un cuerpo formado principalmente por brazos que salen del disco central; se desplazan utilizando los

brazos, reptando sobre rocas, corales, algas, pastos marinos y otros sustratos; se encuentran desde aguas someras, hasta las grandes profundidades del océano (Bejarano-Chavarro *et al.*, 2004).

Los ofiuroideos muestran un rango considerable de patrones corporales, desde formas de cinco brazos, hasta múltiples de ellos, con brazos muy ramificados. Hay especies comensales de solo unos milímetros de diámetro que se aferran a las ramas de algunas especies de corales blandos, por otro lado, existen estrellas canasta con brazos arborescentes que al desplegarse pueden llegar hasta más de un metro de largo (Laguarda-Figueras *et al.*, 2004).

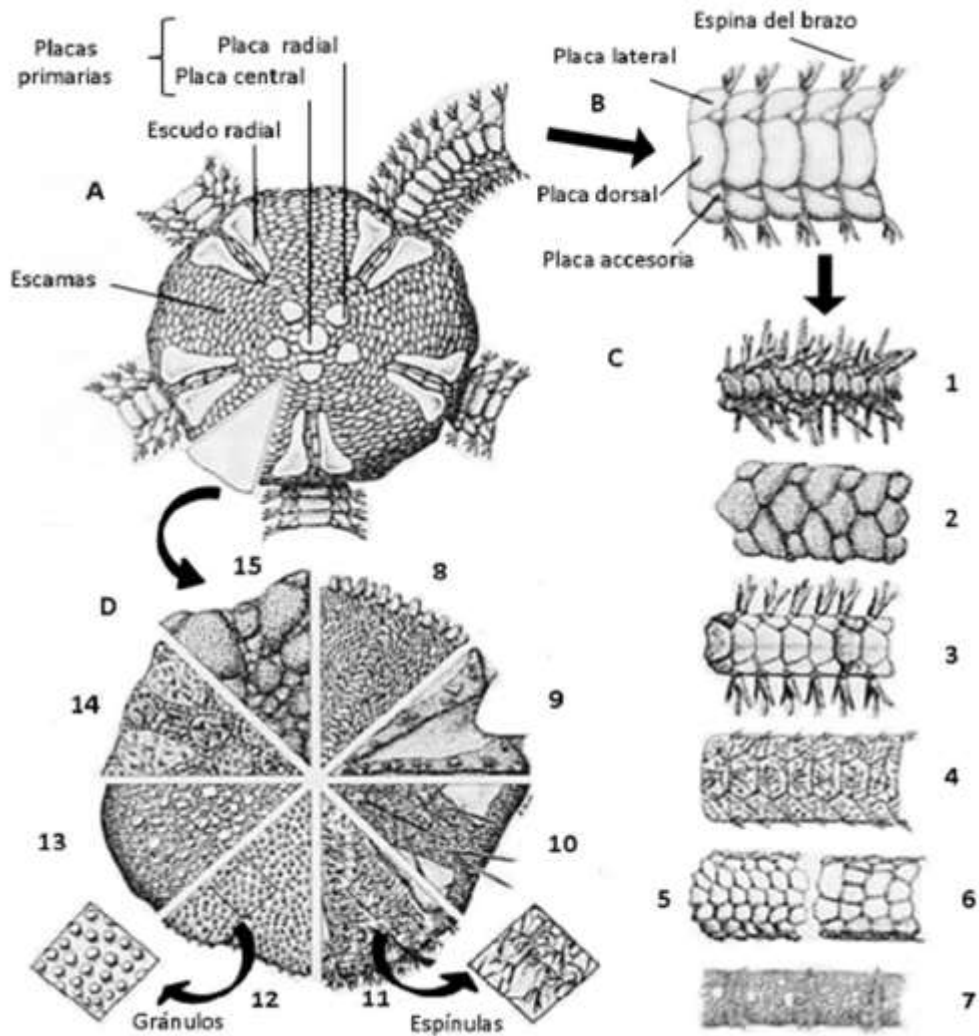
### *II.3.1 Forma del cuerpo*

Los ofiuroideos se caracterizan por presentar un cuerpo dorsoventralmente deprimido conformado por un disco central y cinco o seis brazos articulados, los cuales pueden o no estar ramificados, son largos, flexibles y articulados, lo que los convierte en el principal medio para la locomoción (Hendler, 1984).

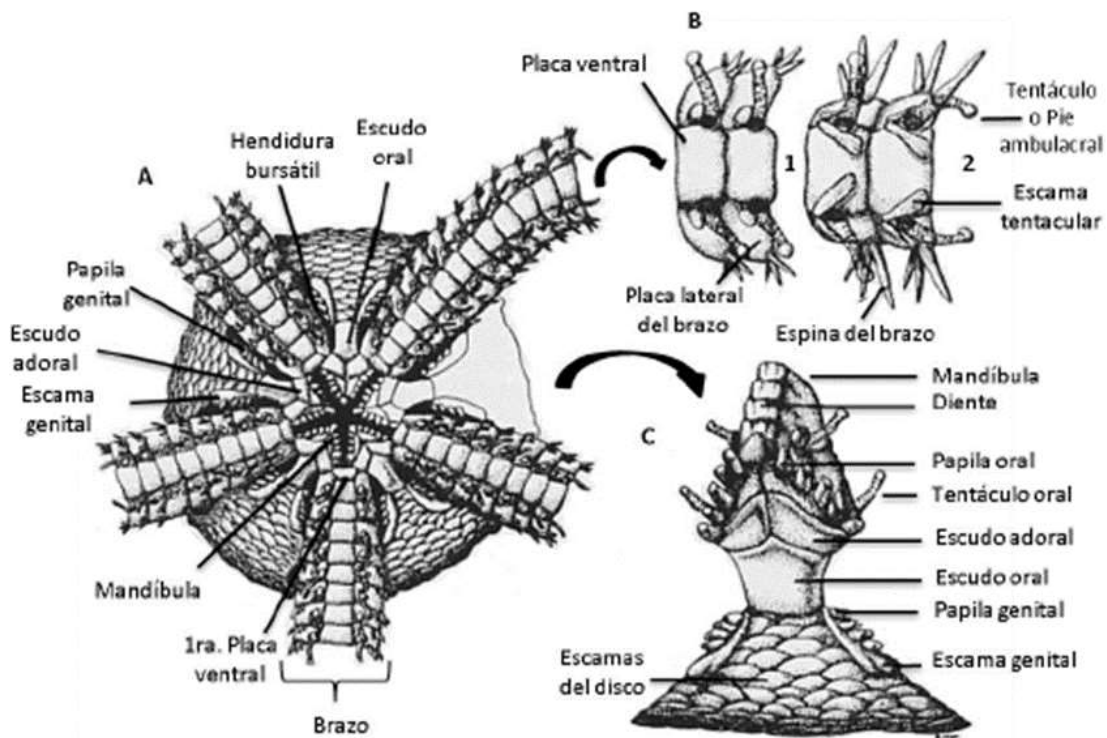
El cuerpo de los ofiuroideos está conformado inicialmente por dos secciones, el disco y los brazos; ambas secciones pueden presentar características y estructuras diferentes tanto en la zona aboral (dorsal) como en la zona oral (ventral). En la zona aboral del disco, se encuentran los escudos radiales pareados que son evidentes, los diversos tipos de ornamentaciones sobre el disco (escamas, placas, gránulos y/o espinas); el área de los interradios suele estar cubierta por escamas imbricadas con o sin pequeños gránulos sobre éstas (Laguarda-Figueras *et al.*, 2004). En la sección del margen del interradio, a un costado de los brazos de ambos lados, se disponen de dos a cuatro hendiduras genitales. En la zona oral del disco, se observan las mandíbulas compuestas por cinco escudos orales, por lo menos uno de estos (el que incluye la madreporita) puede estar aumentada de tamaño y perforada; los escudos adorales (que pueden o no estar fusionados entre sí) pueden permanecer distante entre ellos y presentar estructuras de ornamentación como gránulos o espinas, papilas orales, dentales y dientes (estructuras anatómicas

de las estrellas quebradizas son descritas en las figuras 4 y 5) (Hendler, 1984; Laguarda-Figueras *et al.*, 2004).

Los brazos están conformados por placas dorsales, ventrales, laterales y espinas, presentan articulaciones flexibles, casi todas las especies son capaces de cierto grado de flexión vertical o de enrollarse; en el núcleo de las articulaciones del brazo están las vértebras (útiles para la identificación taxonómica), unidas por músculo y tejido conectivo (Hendler *et al.*, 1995). Las articulaciones tienen placas laterales del brazo protectoras que poseen una serie de espinas del brazo por debajo y fuera del borde del disco, están cubiertas por arriba y carácter placas dorsales y ventrales. Las espinas del brazo pueden ser o no evidentes, y ellas junto con los ganchos del brazo y las escamas tentaculares, sirven para la alimentación y defensa. Nuevas articulaciones son añadidas al brazo en el borde interno de la placa terminal; por lo que las articulaciones más jóvenes son aquellas más cercanas a la punta del brazo. Conforme crece el disco, nuevas placas surgen entre las viejas, y el disco cubre las articulaciones del brazo más viejas y proximales al disco (Hendler *et al.*, 1995).



**Lámina 4.** Características anatómicas principales de una estrella quebradiza. **A:** superficie dorsal del disco; **B:** superficie dorsal de un brazo; **C:** patrones típicos de las placas y espinas del brazo incluyendo las (1) articulaciones asimétricas del brazo en *Ophiocoma echinata*, (2) placas dorsales del brazo, placas accesorias dorsales del brazo, y placas laterales del brazo en *Sigsbeia conifera*, (3) *Ophionereis reticulata* y (4) *Ophiolepis elegans*, (5) placas dorsales del brazo fragmentadas de manera regular de *Ophioderma squamosissimum*, (6) placas dorsales del brazo fragmentadas de manera irregular de *Ophioderma cinereum*, (7) anillos de ganchos rodeando las articulaciones distales del brazo de *Astrophyton muricatum*, **D:** revestimientos típicos de la superficie dorsal del disco, con sectores representando las (8) escamas imbricadas y pequeñas espinas del borde del disco en *Ophiophragmus pulcher*, (9) tegumento grueso con tubérculos en *Astrophyton muricatum*, (10) largas espinas en *Ophiothrix suensonii*, (11) espínulas trifidas y bifidas en *Ophiothrix angulata*, (12) gránulos redondeados en *Ophiocoma wendtii*, (13) gránulos aplanados en *Ophioderma squamosissimum*, (14) pequeñas escamas rodeando grandes escamas en *Ophiolepis elegans*, (15) escamas engrosadas e irregulares en *Sigsbeia conifera*. Ilustración por R. Mooi (Modificada de Hendler *et al.*, 1995).



**Lámina 5.** Características anatómicas principales de una estrella quebradiza. **A:** superficie ventral del disco; **B:** superficie ventral de un brazo de (1) una estrella quebradiza típica con pequeñas escamas tentaculares a un lado de los pies ambulacrales, y (2) especie de *Ophiopsila* con escamas tentaculares alargadas y con cilios; **C:** estructuras de la mandíbula que se proyectan dentro de la boca, y el interrradio ventral del disco. Ilustración por R. Mooi (Modificada de Hendler *et al.*, 1995).

La clase Ophiuridea está representada por seis órdenes: Amphilepidida, Ophiolecida, Ophiacanthida, Ophioscolecida, Ophiurida y Euryalida (O'Hara *et al.*, 2017).

El orden Euryalida presenta una distribución en todo el mundo, se ha considerado tradicionalmente un grupo primitivo (Matsumoto, 1917; Fell 1962; Baker, 1980), aunque Hendler y Miller (1984) notaron que poseen los atributos morfológicos más especializados en la clase Ophiuroidea, incluida la presencia de osículos tipo *streptosponylous*: articulaciones que les permite mover sus brazos verticalmente (Hendler y Miller, 1984).

## II.4 Orden Euryalida

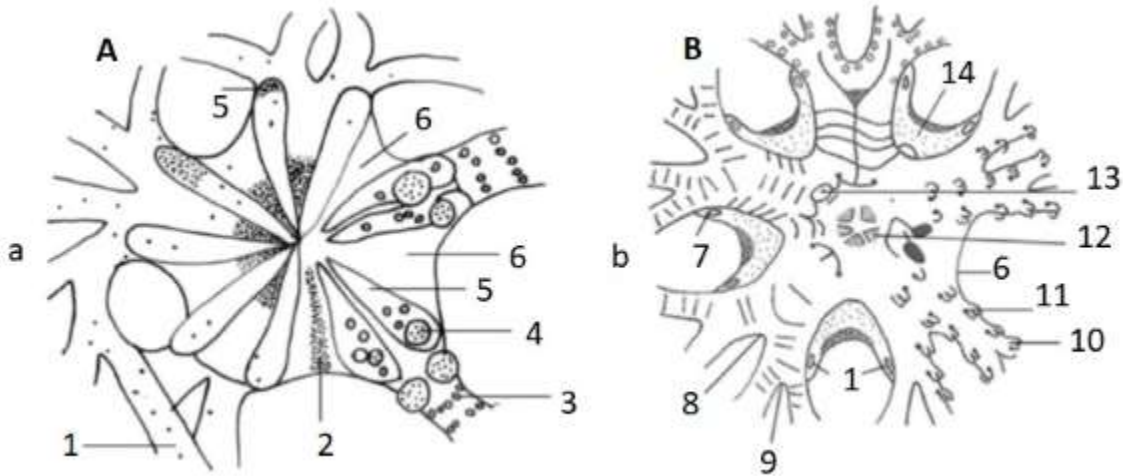
Este orden está formado por estrellas frágiles, comúnmente llamado estrellas canasta y que habitan principalmente en el océano profundo; son organismos epizoicos y viven en otros animales como gorgonias, antipatarias y esponjas, ocasionalmente se pueden encontrar unidas a sustratos duros. Sin embargo, se considera generalmente un grupo raro, organismos que habitan por debajo del rango de profundidad típica del buceo SCUBA. Debido a esta dificultad para recolectarlos y si añadimos la escasez de caracteres taxonómicos útiles, el conocimiento de este orden ha avanzado lentamente a comparación de otros grupos de equinodermos (Hyman, 1955; Matsumoto, 1917; Fell, 1962; Baker, 1980).

### *II.4.1 Forma del cuerpo*

El disco y los brazos están cubiertos de piel gruesa; alrededor del disco hay cinco pares de escudos radiales pueden estar en contacto o separados el uno del otro. Los escudos radiales asemejan a barreras largas, a veces pueden estar cubiertos de espinas o tubérculos (Lám. 6). La boca consiste en cinco porciones radiales en el centro del lado ventral y tiene dientes de forma espiniforme. Cinco escudos orales que rodean la boca están presentes en la base de cada parte interr radial. La madreporita difiere de tamaño según la especie y se encuentra en la zona oral del organismo. El triángulo formado por el escudo oral, adoral y la placa oral se le llama mandíbula. Pueden llegar a presentar espinas orales que están unidas a las placas orales y adorales. El espacio entre la mandíbula y la adyacente se le llama interr radio donde se encuentran las hendiduras genitales. Las papilas orales, dentales y los dientes forman una serie continua de pequeñas proyecciones tipo espinas. Cinco pares de bolsas genitales se encuentran ventralmente entre el brazo y se abren a través de las hendiduras genitales ubicadas en la base de los brazos (Kungnip, 2011).

Las placas lateras del brazo siempre están situadas en el lado ventral y las espinas del brazo unidas a las placas laterales del brazo también están limitadas al lado ventral y generalmente se reducen repetidamente, pueden llegar a presentar

escamas tentaculares. Hacia los extremos distales de los brazos, las espinas a menudo desarrollan ganchos y en los brazos más pequeños, estos ganchos se incorporan en anillos de gránulos (Lám. 7) (Kungnip, 2011).



**Lámina 6.** Características externas del orden Euryalida. **A.** Gorgonocephalidae, (a) lado aboral del disco. **B.** Euryalidae, (b) lado oral del disco. **1.** Brazo; **2.** Disco; **3.** Gránulos; **4.** Tubérculos; **5.** Escudo radial; **6.** Área interr radial; **7.** Hendidura genital; **8.** Primera bifurcación; **9.** Segunda bifurcación; **10.** Espina del brazo; **11.** Poro tentacular; **12.** Boca; **13.** Madreporita; **14.** Área interr radial oral (Modificado de Kungnip, 2011).



**Lámina 7.** Espinas de los brazos de los euriálidos (Modificado de Kungnip, 2011).

El orden Euryalida se compone de tres familias actualmente: Asteronychidae, Müller y Troschel 1842; Euryalidae, Gray 1840 y Gorgonocephalidae Ljungman, 1867 (O'Hara *et al.*, 2018). Las especies pertenecientes a esta familia tienen una amplia distribución batimétrica y geográfica, que ocurren desde aguas poco profundas (4 metros), hasta aguas profundas (320 metros) (Rosemberg *et al.*, 2005; Barboza *et al.*, 2010). Dicha familia comprende 34 géneros y 95 especies válidos. La familia fue



establecida por Ljungman (1867) la cual se caracteriza por tener un disco grande, con diez escudos radiales largos en forma de barra que llegan al centro del disco, brazos excesivamente ramificados y largos, la mayoría de las especies presentan cinco madreporitas, tanto el disco como los brazos están cubiertos por una piel gruesa y con gránulos (Ljungman, 1867; Verrill, 1899(a), 1899, Mortensen, 1933; Paterson, 1985; Sook, 2013).

## II.5 Familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867

Las especies de esta familia tienen una amplia distribución batimétrica y geográfica, desde aguas poco profundas hasta aguas profundas; son organismos de brazos muy ramificados y forma del disco muy variable. De acuerdo con Okanishi, Masanori y Fujita (2018), la familia fue caracterizada como monofilética con subfamilias reconocidas Astrotominae, Gorgonocephalidae, Astrothamninae y Astrocloninae. A continuación, se dará una descripción de las estructuras más importantes según Döderlein (1911).

### II.5.1 Disco

El disco es grueso, pueden ser de parte dorsal muy curva, de altura baja, aplanada o incluso hundida, esto depende de la especie; los escudos radiales sobresalen del disco, en ocasiones solo al inicio. En la periferia del disco, entre los brazos, se ve una curvatura muy marcada (no todas las especies presentan este carácter), que está apoyado en un cinturón de placas calcáreas, en ocasiones está ausente dicho cinturón (Döderlein, 1911).

El tipo de ornamentación corporal es un carácter taxonómico muy importante que ayuda a distinguir las especies de este grupo: algunas especies muestran una granulación fina muy uniforme en la parte aboral del disco, pero los escudos radiales se caracterizan por una cobertura ligeramente más gruesa, las

granulaciones de escudos radiales a menudo toman forma de jorobas. Las espinas y tubérculos que se encuentran en el disco son anchas. La parte distal de los brazos presenta una granulación similar a la del disco, a veces hay espinas y verrugas más grandes en los brazos que las presentes en los escudos radiales (Döderlein, 1911). El gránulo más fino del disco consiste en pequeñas placas planas o verrugas redondas, en ocasiones terminan con una o más espinas finas; a menudo varias de estas formas diferentes se encuentran de lado a lado: en la vista oral de los brazos se asemejan al disco, pero a menudo cambian la apariencia en la parte más distal del brazo, donde los gránulos usualmente son abultados y redondos. En la vista oral del disco y la parte ventral de los brazos, generalmente están cubiertos con plaquetas planas, a menudo poligonales. En la parte más distal de los brazos suelen presentar una “piel desnuda”, es decir, carecen de placas calcáreas y solamente se visualiza la piel (a veces la zona aboral del disco también presenta esta característica de la piel) (Döderlein, 1911).

En la vista oral del disco, poseen placas accesorias adicionales además de las placas laterales interradales, que se extienden hacia ambos lados en la base de los brazos; forman una base sólida cuyo borde exterior limita el espacio interradales blando. Las placas accesorias calcáreas se desarrollan solamente en animales más grandes, los organismos juveniles no muestran estas estructuras (Döderlein, 1911).

La boca presenta mandíbulas con dientes, papilas dentales y papilas orales que forman un grupo conglomerado e irregular de estructuras espinosas, entre las cuales los dientes son los más largos, y las papilas las más cortas; en los espacios interradales orales se encuentra la placa madreporica, está formada por placas accesorias (Döderlein, 1911).

### *II.5.2 Brazos*

En la base de los brazos, la presencia o ausencia de placas ventrales proporciona una característica fácilmente identificable por la cual diferentes géneros se pueden distinguir entre sí. En organismos jóvenes de todo tipo, la ramificación de los brazos

comienza a una distancia considerable del disco, a medida que el animal va creciendo, el borde del disco se acerca cada vez más al punto de la primera bifurcación de los brazos, de modo que, en cierto tamaño, la primera ramificación de los brazos comienza en el borde del disco; en organismos más grandes, el borde del disco llega a la segunda e incluso a la tercera ramificación del brazo; después de la segunda bifurcación del brazo, generalmente hay cuatro ramificaciones principales que son iguales en cada brazo (Döderlein, 1911).

### *II.5.3 Poros tentaculares*

Los poros tentaculares se encuentran en la parte ventral de los brazos, rara vez alcanzan la mitad de los brazos hasta la tercera parte de longitud, son cilíndricas y a veces son muy abultadas; en las primeras ramificaciones de los brazos pueden llegar a estar ausentes. Las especies con muchos brazos ramificados se encuentran los poros tentaculares organizados en una fila y se pueden ver gradualmente alejados de la parte basal de los brazos, en la parte distal de los brazos no se encuentran estos poros, en contraste con la parte proximal del brazo se aprecian fácilmente. En especímenes juveniles, los poros tentaculares generalmente aparecen más cerca del disco que los organismos adultos, así que a menudo se encuentran organismos más grandes que no muestran papilas en la segunda bifurcación, lo que los organismos juveniles lo presentan antes de la primera bifurcación (Döderlein, 1911). Encima de los poros tentaculares pueden llegar a presentar espinas (arm spine) de dos a seis, formando peines transversales, en su mayoría son del mismo tamaño (Döderlein, 1911).

### *II.5.4 Cinturón de ganchos*

En todos los gorgonocefálicos, los brazos presentan anzuelos brillantes, vítreos, usualmente un poco más pequeños, formando un cinturón de ganchos, que son una de las características más importantes de esta familia y aparentemente se limita a esta. Estos ganchos se forman en las ramificaciones más delgadas y distales al

disco, generalmente forman (junto con los ganchos de tentáculos), un anillo casi cerrado alrededor de cada miembro del brazo (Döderlein, 1911).

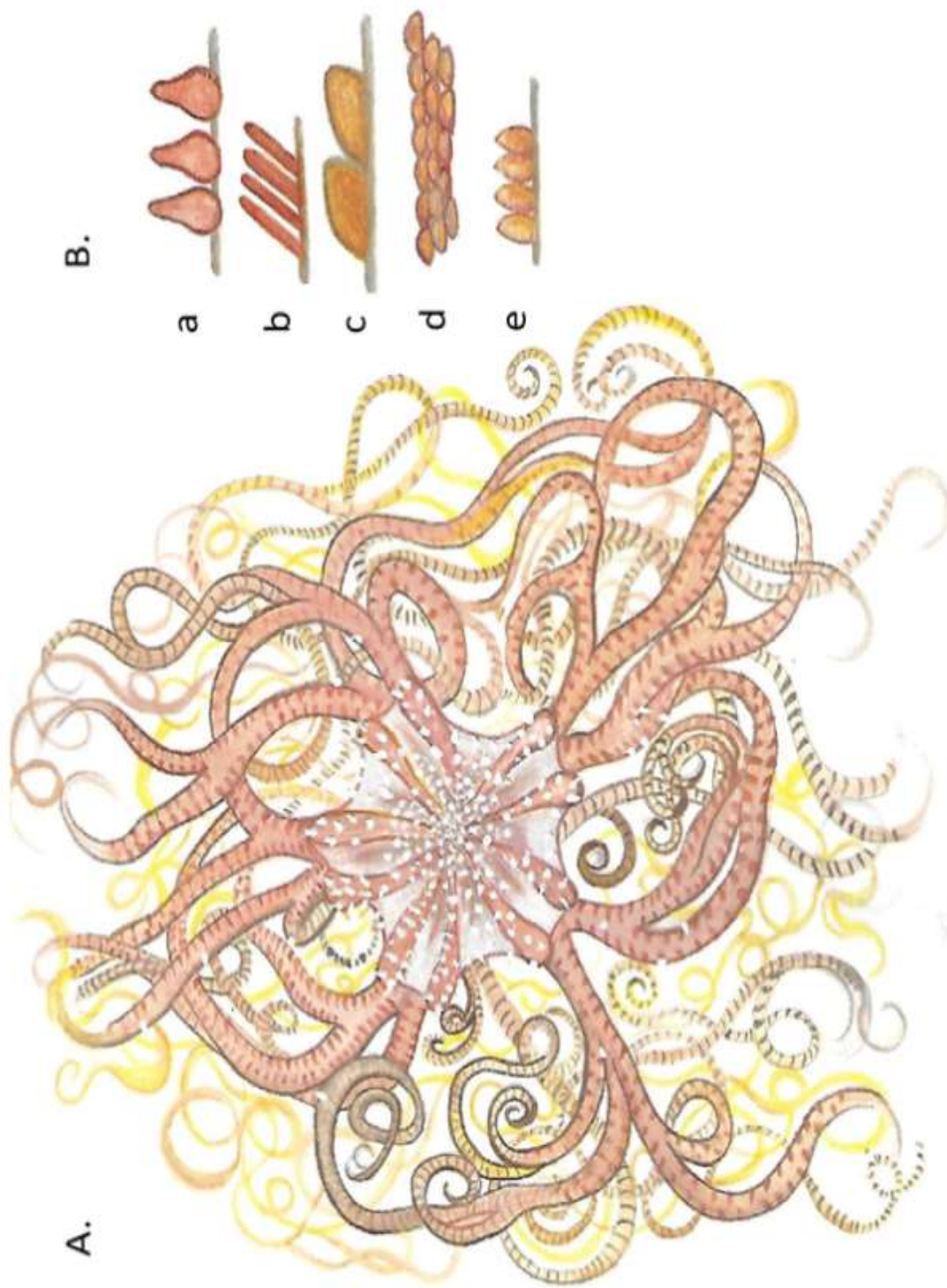
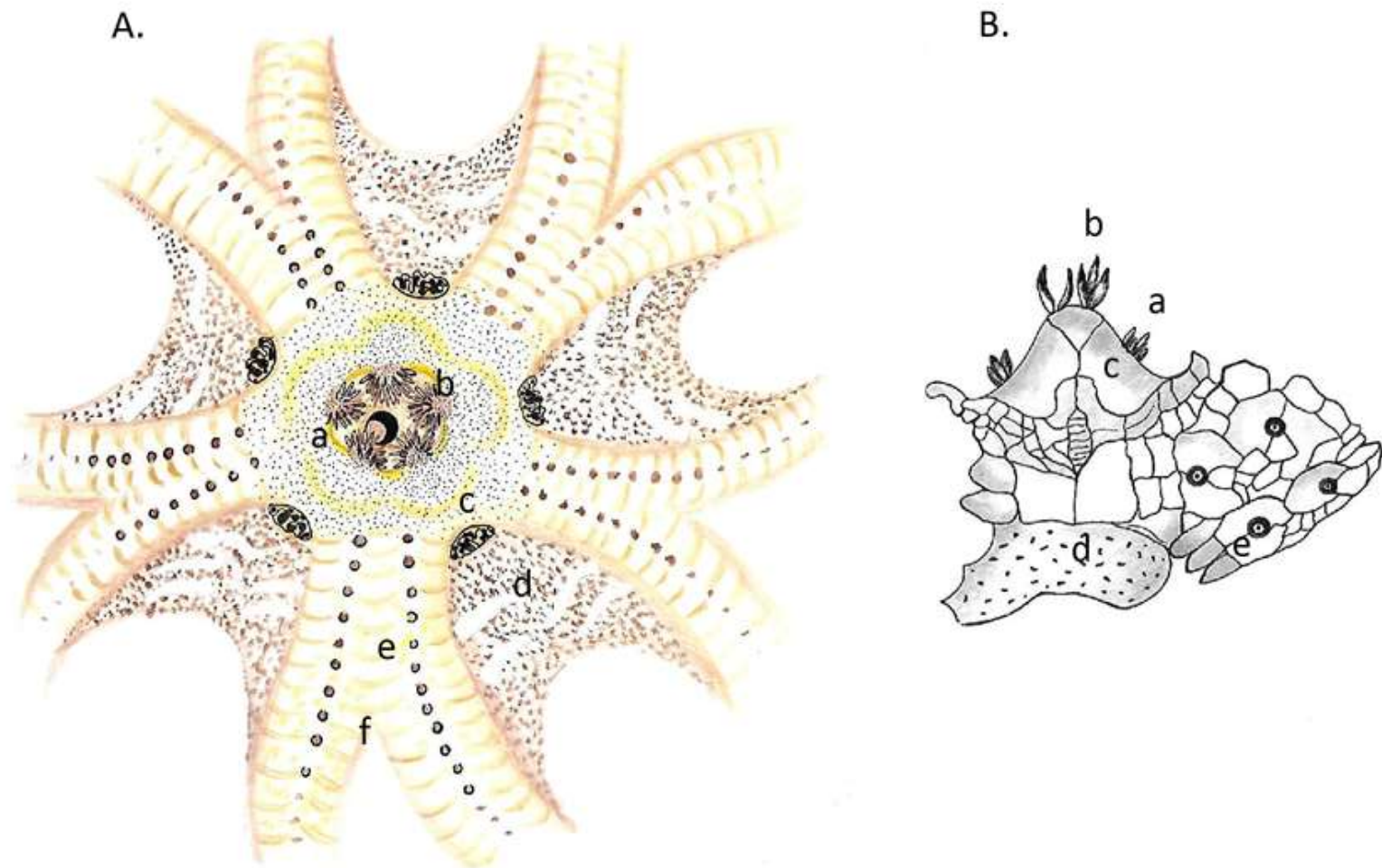


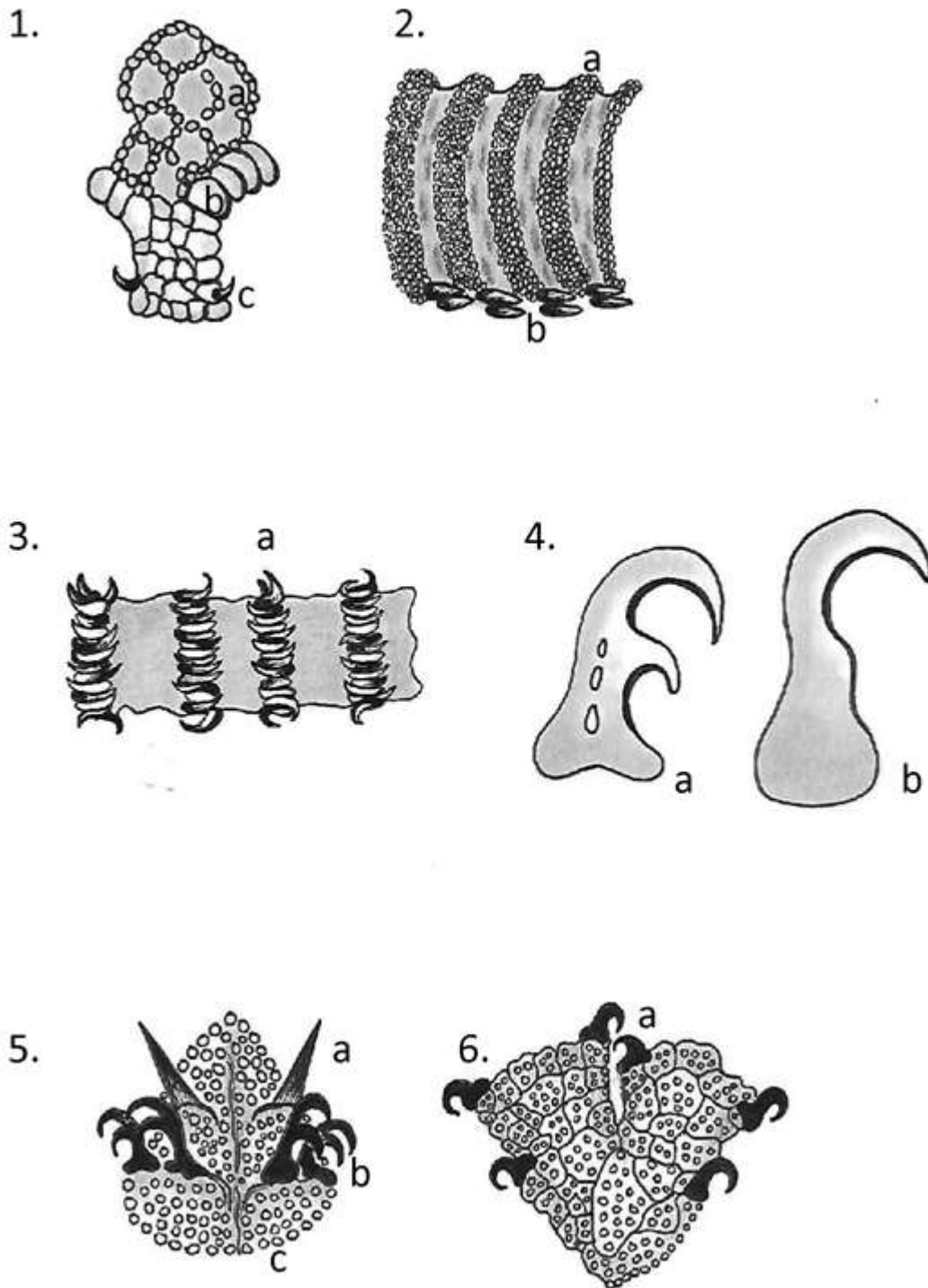
Lámina 8. Vista aboral de un organismo. A. *Astrocme mucronata*. B. Principales estructuras encontradas en los escudos radiales: a) tocones, b) espinas alargadas, c) jorobas, d) granulación, e) espinas (Dibujo elaborado por Alexandra Gualito Rodríguez).





**Lámina 9.** Vista oral de un organismo. **A.** Zona oral de un Gorgonocefalido; a) boca, b) dientes, c) madreporita, d) inter-radio oral, e) poros tentaculares, f) primera bifurcación del brazo. **B.** Partes de la mandíbula; a) papilas orales, b) dientes, c) placas orales, d) placa de la madreporita, e) poros tentaculares (Modificada de Verrill, 1870) ((Dibujo elaborado por Alexandra Gualito Rodríguez).





**Lámina 10.** Principales estructuras encontradas en los brazos; 1. Parte media de un segmento de brazo, a) placas calcáreas, b) granulación, c) ganchos. 2. Parte media de un brazo, a) bandas de aglomeración de gránulos, b) espinas. 3. Cinturón de ganchos que rodean al brazo (a). 4. Ganchos, a) gancho con un diente secundario, b) gancho simple. 5. Punta

distal del brazo, a) espina, b) gancho con un diente secundario, c) granulación. 6. Bifurcación de un brazo, a) gancho simple (Modificado de Verrill, 1870) (Dibujo elaborado por Alexandra Gualito Rodríguez).

### III. ANTECEDENTES

A nivel mundial, los equinodermos se pueden apreciar en pinturas de frescos cretenses desde hace 4,000 años; Linneo en 1758 incluyó a los equinodermos dentro del taxón Mollusca, donde también integró a otros invertebrados. Lamarck en 1801 se refirió a los equinodermos como “Radiata” y finalmente en 1854 Leuckart establece el phylum Echinodermata para incluir a los equinodermos (Pawson, 2007).

Respecto a la Clase Ophiuroidea Lyman en 1883 hizo el primer intento de catalogar y proporcionar una clave para estos organismos de todo el mundo; sin embargo la base de la clasificación de las especies existentes hasta ese momento fue establecida por Matsumoto en 1915, basándose en la anatomía del esqueleto interno. Particularmente para las estrellas canasta el primer registro que se conoce data del año 1818, por el explorador británico John Ross quien encontró estrellas canasta en la línea de sondeo a una profundidad de 1.6 km en la exploración del Paso del Noroeste (Gage y Tyler, 1991). Con la publicación de Verrill en 1870 se dió inicio al estudio de los equinodermos en el Golfo de California, donde destacó el primer registro de *Astrophyton panamense*. En el Pacífico mexicano, Verrill en 1871 publicó el trabajo denominado “Los equinodermos: Fauna del Golfo de California y Cabo San Lucas”, realizando así, el primer reporte de *Astrophyton chilense*.

Un aporte importante para el conocimiento de especies de estrellas canasta fueron las expediciones de aguas profundas del “*Challenger*” (1872-1876), particularmente Lyman en 1882 quien reporta a diferentes especies de gorgonocefálicos, *Astroporpa annulata* y *Astrogomphus vallatus*, aparte de que menciona a dos géneros de la familia Gorgonocephalidae: *Astrophyton* y *Gorgonocephalus*. Más de cien años más tarde, Linda Yvonne Maluf (1988) presentó una amplia revisión de los trabajos sobre equinodermos del continente americano, donde abarca los registros desde el Sur de California, E.U.A., y el Golfo de California hasta Perú, integrando trabajos desde el año 1873 hasta 1941, reportando *Astrodictyum panamense*. En 1973 Brusca en su libro “Invertebrados comunes del intermareal”

elaboró un apartado para el phylum Echinodermata, en el cual se reportaron especies de ofiuroides, entre ellos, una especie de estrella canasta, *Astrocanium spinosum*; para 1980 el mismo autor publicó la segunda edición en la cual incluyó a *Astrodyctium panamense*.

La expedición “Albatross” en el Océano Pacífico, a cargo de Alexander Agassiz (1891), reportó un género y 53 nuevas especies, entre ellas *Gorgonocephalus diomedeeae*, la cual fue publicada más tarde por Lütken y Mortensen (1899). Posteriormente Verrill (1899a, 1899b) elaboró reportes sobre la revisión de ejemplares que llevó a cabo en el Museo de la Universidad de Yale, de la expedición a las Bahamas, realizada por la Universidad Estatal de Iowa en 1893 y de los dragados realizados por los buques “Blake” y “Fish Hawk”, destacando las siguientes especies de gorgonocefálicos: *Astrophyton muricatum*, *Astrocyclus caecilia* y *Gorgonocephalus mucronatus*. Lyman en 1862 y 1865 describió nuevas especies de gorgonocefálicos provenientes de las Bahamas: *Astrophyton clavatum*, *A. arborescens*, *A. lamarckii*, *A. eucnensis*, *A. caryi*, *A. agassizii*, *A. clavatum*, *A. costosum*. Para el año de 1914 Koehler elaboró un listado de especies litorales y de aguas profundas del Mar Caribe; reportó un total de 129 especies de ofiuroides, 24 de las cuales fueron especies nuevas, destacando dos familias del orden Euryalida: Hemieuryalida y Astrochemida.

Austin H. Clark en 1919, realizó un trabajo donde reporta un nuevo género y especie de ofiuo ramificado de la familia Gorgonocephalida en el Mar Caribe, el organismo pertenece al género *Astrodactylus* de las Antillas, *Astrogordius* y *Astrocyclus* del Mar Caribe. Por otro lado, Döderlein revisó minuciosamente el orden Euryalida, reportó catorce géneros, *Astrindia*, *Astroboa*, *Astrochalcis*, *Astrocladus*, *Astroconus*, *Astrocyclus*, *Astrodactylus*, *Astrodendrum*, *Astrogordius*, *Astrophytum*, *Astrorhaphis*, *Astrospartus*, *Conocladus*, y *Gorgonocephalus*. Para 1952, A. H. Clark, da a conocer un nuevo género de estrellas canasta, *Schizostella*, para la familia Gorgonocephalida, reportando así una nueva especie, *Schizostella bifurcata*.



A nivel internacional existe una mayor cantidad de estudios sobre esta familia; Castro (2001) a bordo de la expedición oceanográfica “PUCK” reporta a *Gorgonocephalus chilensis* para la costa chilena. Alvarado y colaboradores (2010) realizaron un listado sistemático de los equinodermos en la costa del Pacífico de América central y la Isla Altamira, basada en organismos del Museo Nacional de Historia Natural, y del Instituto Smithsonian reportando a las especies *Astrocaneum spinosum*, *Astrodictyum panamense* y *Gorgonocephalus diomedea*. Barboza *et al.* en 2010 reportaron por primera vez el género *Gorgonocephalus* en la Costa Atlántica de Brasil. Masanori Okanishi (2011) describe dos nuevas especies para el Suroeste y Sur de Japón *Asteroporpa (Asteromoana) muricatopatella* y *A. (Asteromoana) koyoe*, además presenta una guía taxonómica para la identificación de dichas especies, así como fotografías de las estructuras internas y externas, osículos, gránulos y ganchos. Gondim *et al.* (2012) realizaron una descripción morfológica actualizada de *Asteroporpa (A.) annulata* procedentes de las costas de Brasil. Castro y colaboradores (2014) reportan un nuevo registro de *Astracme mucronata* para las costas de Brasil, realizando una descripción, reportan la distribución batimétrica y amplían la distribución geográfica de dicha especie. Fujita y colaboradores en 2014 proporcionan un listado taxonómico con notas y fotografías de ofiuros recolectados en R/V “Mizoho-maru” de la plataforma continental a lo largo del archipiélago Japonés, donde se muestran 41 especies de 22 géneros (incluidas 12 especies nuevas para el Mar de Japón), mencionando *Astrochele laevis*, *Astrodendrum sagaminum* y *Astrothrombus chrysanthi ornatus* para la familia Gorgonocephalidae. En 2016 O’Reilly realizó un estudio de biodiversidad de Asteroidea y Ophiuroidea de dos sistemas de cañones a lo largo del Margen Celta, describiendo a *Astrochele lymani*, en ese trabajo muestra fotografías del ejemplar y una diagnosis del organismo. Posteriormente Baker y colaboradores en 2018 reportaron 14 especies de euriálidos de recolectas realizadas en el Océano Índico oriental y occidental durante la Expedición Internacional del Océano Índico, describen tres nuevas especies de la familia Gorgonocephalidae *Astrocladus goodingi* de las Islas Comoro, *Astrocladus socotrana* al noreste del Océano Índico cerca de la Isla de Socotra y, *Astrocyclus*

*somaliensis* del noreste de Somalia, a su vez mencionan a *Astroboa clavata*, *A. nigrofurcata*, *Astrocladus exiguus*, *A. ludwigi* y *Astroglymma sculptum* y, muestra fotografías de las estructuras externas e internas de los organismos. Por último, el trabajo más reciente fue realizado por Ulbers y colaboradores (2019) quienes presentaron una guía de identificación, la cual incluye una clave taxonómica para las 136 especies, proporcionan referencias clave, mapas de distribución, diagnosis, fotografías a escala y una síntesis de información ecológica y batimétrica conocida para cada una, reportaron nueve especies de la familia Gorgonocephalidae: *Astroboa nuda*, *Astrocladus africanus*, *A. euryale*, *A. hirtus*, *Astrodendrum capensis*, *Astroglymma cf. sculptum*, *Astrothorax papillatus*, *Gorgonocephalus chilensis* y *G. pustulatum*.

Los estudios más recientes sobre dicha familia para México son los de Hernández-Herrejón (2007), quien reportó a *Astrocynodus herrerae*, *Astrocuclus caecilia*, *Astrogomphus vallatus*, *Astrophyton muricatum*; Hernández-Herrejón y colaboradores (2008) reportaron a *Astrocynodus herrerae*, *Astrocyclus caecilia*, *Astrogomphus vallatus*, *Astrophyton muricatum*; y Laguarda-Figueras y colaboradores (2009) también reportaron las mismas especies conocidas para el Caribe Mexicano, por lo que mencionan 98 especies para las dos regiones. En 2014 Herrero-Pérezrul y colaboradores reportaron el primer registro de *Gorgonocephalus eucnemis* en la costa pacífica de México. En 2011 Ayala Bocos *et al.* realizaron un modelo de nicho ecológico el cual indicó una alta probabilidad de que *Astrocaneum panamense* resida en los arrecifes del suroeste de Baja California y también a lo largo del oeste tropical de México, al norte de Costa Rica y Ecuador, regiones donde esta especie no se ha reportado, sin embargo, al ser un estudio de un modelo predictivo no mencionan alguna descripción de los organismos ni fotografías representativas. Finalmente, Herrero Pérezrul y colaboradores (2017) proporciona un análisis numérico detallado de las abundancias y distribuciones espaciales de gorgonocefálicos en el Océano Pacífico oriental (*Astrocaneum spinosum* y *Astrodictyum panamense*).

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

El Océano Pacífico es el mayor de la Tierra, ocupa la tercera parte de su superficie con unos 165.7 millones de km<sup>2</sup>. Se extiende unos 15,400 km desde el mar de Bering y el Ártico en el norte, hasta los márgenes del mar de Ross en la Antártida en el Sur. Su mayor anchura, casi 20,000 km, se extiende desde Indonesia hasta las costas de Colombia y Perú. El Pacífico contiene unas 25,000 islas, más que todos los demás océanos juntos, casi todas en latitud sur. El punto más bajo de la superficie de la corteza terrestre se encuentra en la fosa de las Marianas. La profundidad media se estima en 4,280 m y el máximo, abismo de Challenger, alcanza 11,034 m (Barkley, 1968).

La circulación superficial de sus masas de agua fluye en sentido horario en el hemisferio Norte, mientras que en el hemisferio Sur lo hace en sentido contrario a las agujas del reloj. La corriente ecuatorial del norte, que circula hacia el oeste impulsada por los vientos alisos en torno al paralelo 15° de latitud norte, gira hacia el norte en las islas Filipinas y se transforma en la corriente cálida de Japón o Kuroshio. A unos 45° de latitud norte, esta corriente gira hacia el este y se une a la corriente de las Aleutianas y a una segunda corriente, que vuelve a fluir hacia el sur, en dirección a la corriente ecuatorial del norte (Montero, 2006). La temperatura del agua del Pacífico oscila entre 0 °C en las zonas polares a unos 30 °C cerca del Ecuador. Más cerca del Ecuador hay vientos alisos que soplan de manera constante y estable, con temperaturas de 21-27 °C durante todo el año (Cooper, 1989).

Por otro lado, el Atlántico es el segundo océano más extenso del mundo, abarca 94 millones de km<sup>2</sup> lo que equivale a un 18% de la superficie terrestre, de norte a sur supera los 11,000 km, mientras que de este a oeste la distancia máxima llega a superar los 7,000 km y la mínima apenas alcanza los 3,000 km (Brotton, J. 2014). Se incluyen una serie de mares lindantes con el continente, estos son Mar Caribe, Mar Mediterráneo, Golfo de México, Mar de Noruega, Mar del Labrador, Mar del Norte, Paso de Drake, Mar Báltico, Mar Negro y Golfo de San Lorenzo (Higueras, 2002). La profundidad media del océano es de 3,700 m aprox., mientras que en la

dorsal mesoatlántica, una de las mayores cordilleras de la tierra submarina, alcanza profundidades de 2,500 m aprox. Sin embargo, las mayores fosas oceánicas o zonas abisales, se alcanzan en puntos como la fosa de Puerto Rico, una zona de subducción donde alcanzan los 9,000 m de profundidad y la fosa de las Islas Sándwich (Zayas y Vías, 2016).

El clima en el Océano Atlántico es muy variable dada su extensión; el esquema general de norte a sur sería una zona influida por las bajas presiones (principalmente en el invierno boreal), que ocasiona tiempo lluvioso a lo largo de todo el año (Zayas y Vías, 2016). En la línea del ecuador hay una zona de calmas ecuatoriales asociada a la zona de convergencia intertropical, caracterizada por la elevada temperatura y pluviometría, hacia el sur se encuentra un nuevo cinturón de altas presiones subtropicales que en este caso tiene como principal exponente el anticiclón de Santa Elena que igualmente genera estabilidad meteorológica (Brotton, J. 2014). Las temperaturas máximas entorno a la línea del Ecuador, superiores a 25 °C de media anual (y con casi una nula amplitud térmica) y disminuyen progresivamente hacia los polos, así, en el límite boreal del océano la temperatura media varía entre 0 °C de invierno y 5 °C en verano, mientras que, en el hemisferio sur, varía entre 5 °C en invierno y 10 °C en verano (Zayas y Vías, 2016).

Otro aspecto relevante son las corrientes marinas que presenta el Atlántico, en el norte hay dos corrientes principales la de Labrador que es agua fría y procede del ártico y alcanzando las aguas del noroeste del océano, y la corriente cálida del Golfo que procede del Golfo de México y alcanza hasta la costa del noroeste de Europa. En el Atlántico sur hay, principalmente, dos corrientes marinas que son la corriente cálida de Brasil, procedente del ecuador y se extiende hasta las costas brasileñas, y la corriente fría de Benguela que introduce aguas muy frías del océano Antártico, lo que influye en la estabilidad Antártico, influyendo en la estabilidad meteorológica. Otra serie de corrientes cálidas son las del Caribe, Antillas, Guinea, Ecuatorial, Portugal y las frías de las islas Falkland, Groenlandia y Canarias (US Army, 1943). Por último, la salinidad es de 35 ppm que es variable entre la mínima

que se alcanza en las zonas polares y en áreas cercanas a la desembocadura de los grandes ríos, mientras que la máxima se alcanza en el paralelo 25° norte y sur dada la elevada evaporación y escasa precipitación en esas zonas (US Army, 1943).

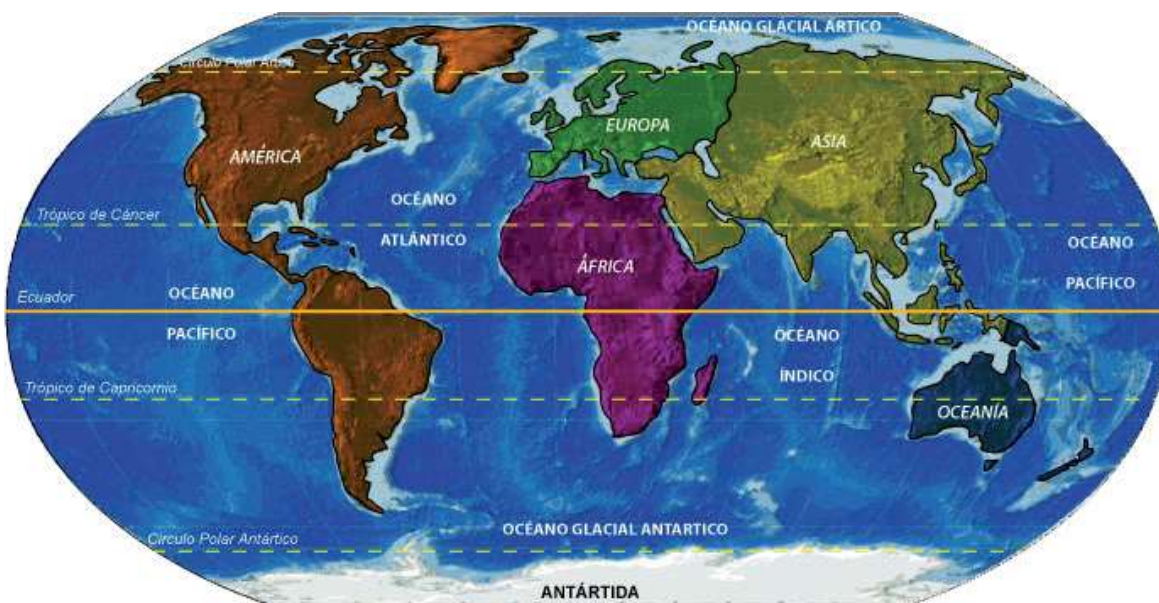


Lámina 11. Océanos y continentes del planeta Tierra (Modificado de Gallach, 1982).

## V. JUSTIFICACIÓN

La familia Gorgonocephalidae es un grupo de estrellas canasta pobremente estudiadas; para las costas mexicanas existen reportes previos los cuales presentan descripciones vagas y sin evidencia fotográfica. Esta familia presenta dificultades para la adecuada identificación de especies dado que las descripciones no han delimitado los caracteres taxonómicos diagnósticos para cada una de las estrellas, sumando a la dificultad de muestreo de estos organismos. En México esta familia se encuentra distribuida tanto en la costa del Pacífico como en el Atlántico, ambas costas cuentan con sistemas arrecifales importantes que poseen una alta diversidad de especies marinas. Por otro lado, estos organismos pueden llegar a habitar la zona mesopelágica, la cual ha sido poco explorada en México ya que los estudios de mar profundo son escasos. Este trabajo concentrará información



taxonómica de algunas especies de la familia Gorgonocephalidae distribuidas en las costas mexicanas del Pacífico y Atlántico. Las evidencias anteriores colocan a este trabajo como un punto de partida que concentrará información relevante y específica de las especies de gorgonocefálidos.

## **OBJETIVOS**

### *VI.1 General*

- ✿ Realizar la revisión taxonómica de la familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867, a partir de ejemplares que se encuentra depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz”, (ICML-UNAM).

### *VI.2 Particulares*

- ✿ Reconocer los caracteres diagnósticos de cada una de las especies para verificar su validez taxonómica.
- ✿ Generar una guía ilustrada con fotografía de Microscopía Electrónica de Barrido de las especies de la familia Gorgonocephalidae.
- ✿ Conocer la distribución geográfica y batimétrica de cada una de las especies estudiadas.

## VI. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó principalmente en tres etapas: trabajo bibliográfico, trabajo de laboratorio y trabajo de gabinete.

### *VII.1 Trabajo bibliográfico*

Se realizó una base de datos de los especímenes de la familia Gorgonocephalidae albergados en la Colección Nacional de Equinodermos (CNE), Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), UNAM. A través de esta información y con ayuda de la Biblioteca incorporada al Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos (LSEE), se recopiló toda la bibliografía especializada de las especies de la familia Gorgonocephalidae, para contar con la información referente a los nombres válidos actuales, sinonimias, diagnosis, distribución y localización de material tipo de cada especie.

La corroboración de la identidad taxonómica de los ejemplares se basó en las siguientes publicaciones: Döderlein (1911 y 1927), Fleming (1828), Lamarck (1816), Leach (1815), Ljungman (1867), Lütken (1856), Lyman (1869, 1883, 1875, 1882), Matsumoto (1915), Örstedt y Lütken (1856) y Philippi (1858).

Además, se consultaron las siguientes bases de datos de museos y colecciones científicas para ubicar el material tipo o ejemplares regulares:

- ✿ **MCZ:** Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Boston, E.U.A.
- ✿ **NMNH:** National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C., E.U.A.
- ✿ **YPM:** Yale Peabody Museum of Natural History, New Haven, Connecticut, E.U.A.
- ✿ **ZMUC:** Zoologisk Museum Statens Naturhistorisk Museum, Copenhagen, Dinamarca.



La nomenclatura asignada a las estructuras internas de los brazos (osículos y vértebras) de los gorgonocefálicos se basó con los trabajos realizados por Martinov (2010), Stöhr *et al.* (2012) y Baker *et al.* (2013), Okanishi y Fujita (2018).

## VII.2 Trabajo de laboratorio

Se revisaron 285 ejemplares preservados en seco y en alcohol etílico a 70% depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. María Elena Caso Muñoz”, ICML, UNAM.

El material se examinó utilizando un microscopio estereoscópico OLYMPUS SZX7.

## VII.3 Toma de fotografías

Se tomaron fotografías digitales de las especies de la familia Gorgonocephalide representadas en la CNE. Por otro lado, con ayuda de un estereoscopio Leica en el Instituto de Biología (IB) UNAM, se tomaron fotografías de caracteres externos de importancia taxonómica de estas especies.

### VII.3.1 Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

Con el fin de observar los osículos, vértebras y ganchos de los brazos, se disectaron algunos ejemplares de algunas especies. El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se cortó un pequeño fragmento de la parte media del brazo y en algunos casos de la parte distal.
- El fragmento se sumergió en hipoclorito de sodio al 100% (cloro comercial) para eliminar la piel con las placas calcáreas, posteriormente se preparó una solución de NaClO al 5% para eliminar el tejido muscular que une a los osículos. En general la desintegración de la piel superficial se realizó de forma rápida, de 10 a 15 minutos, por el contrario, la desintegración del



músculo que se completaba dentro de cinco a ocho horas tras haberlo sumergido en la solución, aunque esto varió según el tamaño del ejemplar y el estado de conservación.

- El hipoclorito de sodio se decantó, quedando al fondo del contenedor las placas desarticuladas las cuales fueron enjuagadas tres veces con agua destilada para eliminar los restos de NaClO y posteriormente se realizaron tres lavados con alcohol al 70%. Finalmente se realizaron tres lavados con alcohol absoluto para remover cualquier resto de hipoclorito de sodio, el alcohol se decantó y los fragmentos se dejaron secar a temperatura ambiente.
- Una vez secas todas las partes, se realizó el montaje en un porta-muestras de aluminio y etiquetas de carbón para microscopía electrónica.
- Las sesiones de toma de fotografía de las placas internas del brazo para cada especie se llevaron a cabo en el Laboratorio de “Microscopía de la Biodiversidad I” del Instituto de Biología (IB) de la UNAM y en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la UNAM, utilizando los microscopios electrónicos de barrido Hitachi SU1510 y JEOL JSM-6360 LV SEM, respectivamente.

#### *VII.4 Trabajo de gabinete*

Se elaboró una base de datos con la información de recolecta del material examinado que incluye: especie, número de catálogo, localidad, coordenadas, profundidad, número de ejemplares y condición de preservación.

Se elaboró para cada una de las especies un apartado sistemático con láminas de identificación que incluye lo siguiente: nombre científico, sinonimias selectas, diagnóstico, descripción, material examinado, distribución geográfica, distribución batimétrica, comentarios (en caso de ser necesarios). Igualmente, se adicionaron las diagnósticos de la familia, subfamilias y géneros. Las fotografías de las estructuras relevantes para apoyar la clave de identificación de especies fueron editadas con el

programa Adobe Photoshop CC. Los mapas de la distribución de los organismos fueron elaborados en el programa ArcGIS 9.2.

## VII. RESULTADOS

La clase Ophiuroidea tiene un total de 2,064 especies, de las cuales el orden Euryalida consta de 181 especies, representado por el 8.76% (Figura 1). La familia mejor representada del orden Euryalida es Gorgonocephalidae contando con 95 especies descritas (Tabla 2). En la CNE “Dra. Ma. Elena Caso Muñoz” del ICML, UNAM se tienen nueve especies depositadas, representando el 8.42%.

Se examinó un total de 285 ejemplares correspondientes a ocho géneros, nueve especies y un morfotipo del género *Astrodictyum*, con una distribución batimétrica de 73 a 201 metros. El género con mayor riqueza específica fue *Astrocaneum* (dos especies) y *Astrodictyum* (una especie y un morfotipo) y los de menor riqueza específica fueron *Asteroporpa*, *Astracme*, *Astrocyclus*, *Astrogomphus*, *Astrophyton* y *Gorgonocephalus* (una especie cada uno).

Ordenes de la clase Ophiuroidea

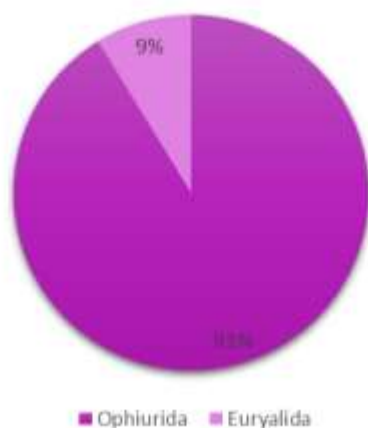


Figura 1. Proporción del orden Euryalida respecto a la clase Ophiuroidea.

### VIII.1 Sinopsis taxonómica<sup>1</sup>

#### PHYLUM ECHINODERMATA Brugière, 1791

Clase Ophiuroidea Gray, 1840

**Orden** Euryalida Lamarck, 1816

**Familia** Gorgonocephalidae Ljungman, 1867

Género *Asteroporpa* Örstedt y Lütken, 1856

*Asteroporpa annulata* (Örstedt y Lütken in Lütken, 1856)

Género *Astracme* Döderlein, 1927

*Astracme mucronata* (Lyman, 1869)

Género *Astrocaneum* Döderlein, 1911

*Astrocaneum herrerae* (A. H. Clark, 1919)

*Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875)

Género *Astrocyclus* Döderlein, 1911

*Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856)

Género *Astrodictyum* Döderlein, 1927

*Astrodictyum panamense* (Verrill, 1867)

*Astrodictyum* sp.

Género *Astrogomphus* Lyman, 1869

*Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869)

Género *Astrophyton* Fleming, 1828

*Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816)

Género *Gorgonocephalus* Leach, 1815

*Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858)

---

<sup>1</sup> El listado taxonómico de acuerdo al propuesto por O'Hara *et al.*, (2018).

## VIII.2 Catálogo de descripciones

### **Phylum Echinodermata De Brugiere, 1791**

#### **Clase Ophiuroidea Gray, 1840**

#### **Orden Euryalida Lamarck, 1816**

**Diagnosis (Modificada de O'Hara et al., 2018):** Articulaciones de las espinas de los brazos con aperturas de músculo y nervio bien separadas. Espinas del brazo solamente ventrales, placas del brazo lateral desprovistas de ornamentos. Vertebras con articulaciones de forma de reloj de arena.

#### **Familia Gorgonocephalidae Ljungman, 1867**

**Diagnosis (O'Hara et al., 2018):** Parte dorsal del disco y brazos con escamas y placas que poseen gránulos puntiagudos o espinas. En los brazos presentan cinturones de ganchos hialinos. Brazos ramificados o simples. Las vertebras no poseen un puente oral. Múltiples dientes en columnas irregulares, placa dental entera. La articulación del brazo con una apertura muscular limitada proximalmente por un borde vertical.

#### **Género *Asteroporpa* Örsted y Lütken en Lütken, 1856**

**Diagnosis (Modificada de Örstedt y Lütken, 1856):** Presenta un disco con 10 escudos radiales cortos y cinco brazos extremadamente largos, estrechamente articulados, bifurcados y en la parte oral de los brazos están apretados. Tanto los escudos radiales del disco como los anillos que están elevados en el brazo presentan una piel con verrugas y ganchos articulados. Los ángulos de los brazos son alargados y puntiagudos a comparación de la otra parte del disco y presentan una granulación fina. Presentan dos hendiduras genitales en cada espacio interr radial, teniendo 10 en total. A lo largo de los bordes de la boca, presentan papilas con forma de cono agudo. No tienen pies ambulacrales en los brazos, pero presentan espinas cortas debajo de los anillos de los brazos.

## ***Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* (Örstedt y Lütken en Lütken, 1856)**

Láminas 12-14, mapa 1.

***Asteroporpa (Asteroporpa) annulata*** Örstedt y Lütken, 1856: 17, figs. 4a-d, 5a-b; Lyman, 1883: 125; Verrill, 1899 (b): 320; Döderlein, 1911: 24, fig. 2a -f; Döderlein 1927: 89.

***Asteroporpa affinis*** Lütken, 1859: 34, fig. 10.

**Diagnosis (Modificada de Gondim et al., 2012):** Los escudos radiales y sus alrededores están ensanchados, alargados con forma de barra y se extienden más allá de la mitad del diámetro del disco y están cubiertos por cinco filas o anillos con gránulos puntiagudos. La periferia del disco dorsal esta cubierto por osciculos dermales que son aplanados. El centro dorsal del disco está ocupado por osciculos dermales que son grandes con forma de placa aplanada. La superficie interrarial lateral del disco tiene osciculos dermales aplanados de tamaños irregulares que estos se sobreponen uno con otro (de forma imbricada). La superficie dorsal del disco tiene el mismo patrón del brazo, con hileras definidas de placas que poseen ganchos, alternándose con áreas deprimidas. Presenta cinco brazos que no están ramificados y no se diferencian claramente del disco. La superficie dorsal y lateral de los brazos están anillados con filas de placas abultadas cubiertas de ganchos. Las áreas entre las filas de las placas cubiertas de ganchos están deprimidas.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 16.35 y 33.27 mm. Vista aboral: escudos radiales delgados, altos y que no se juntan al centro del disco (Lám. 12, fig. B) éstos son angostos dejando un espacio muy estrecho en lo interrarios, en cual también presenta hileras de verrugas continuas y muy agrupadas (Lám. 12, fig. E). Todo el disco en la parte aboral presenta anillos elevados de verrugas que sobresalen (Lám. 12, figs. C-D); la base de los brazos es angosta por lo que los brazos son esbeltos, a pesar de esto, los brazos más distales son muy delgados, asemejando unos hilos (Lám. 12, figs. D-F). Todos los organismos de esta especie presentan una ramificación simple, es decir, solo presentan cinco brazos sin ninguna ramificación. Los brazos también presentan los anillos de verrugas, solo en la parte aboral (Lám. 12, fig. F). Vista oral del

organismo: hendiduras genitales (2.91 mm) con márgenes bastante suaves, son aberturas alargadas y delgadas, se encuentran en la base de los brazos en la depresión de cada extremo del disco, la piel es granulosa (Lám. 13, figs. B-E); la boca se encuentra al centro, presenta dientes cortos y cónicos, las papilas infradentales sobresalen, papilas orales pequeñas y difícil de distinguir (Lám. 13, figs. A-C), la boca está rodeada por piel lisa con verrugas pequeñas y abundantes; la base de los brazos en la parte oral del disco se prolonga hacia el interior del disco y en esta sección posee paquetes de seis espinas que van disminuyendo en tamaño conforme el brazo se aleja del disco, en estas espinas están incrustados los ganchos, un dato importante es que los ganchos se encuentran en menor abundancia en la parte de los brazos proximales al disco (Lám. 13, figs. D-F).

Vértebra casi circular, vista proximal al disco (Lám. 13, fig. A), de aproximadamente 3 mm de longitud y 3 mm de altura; placas ventrales fragmentadas (Lám. 13, figs. B-C) el borde externo reticular de la porción basal, con pequeños holanes, donde se insertan las espinas abradiales, son de forma rectangular, y poseen de cuatro a seis proyecciones terminales en la punta (Lám. 14, figs. E-G-H). Los osículos dermales en la porción aboral basal del brazo son circulares y con forma de placa, de aproximadamente 400  $\mu\text{m}$  de longitud y 320  $\mu\text{m}$  de altura (Lám. 14, fig. F). Las espinas del brazo adradiales tienen forma de gancho con un diente interno corto (Lám. 14, fig. D).

**Material tipo:** Holotipo ZMUC OPH-000005, Sintipo OPH-000002, Sintipo OPH-000461.

**Localidad tipo:** Indias Occidentales (Döderlein, 1911).

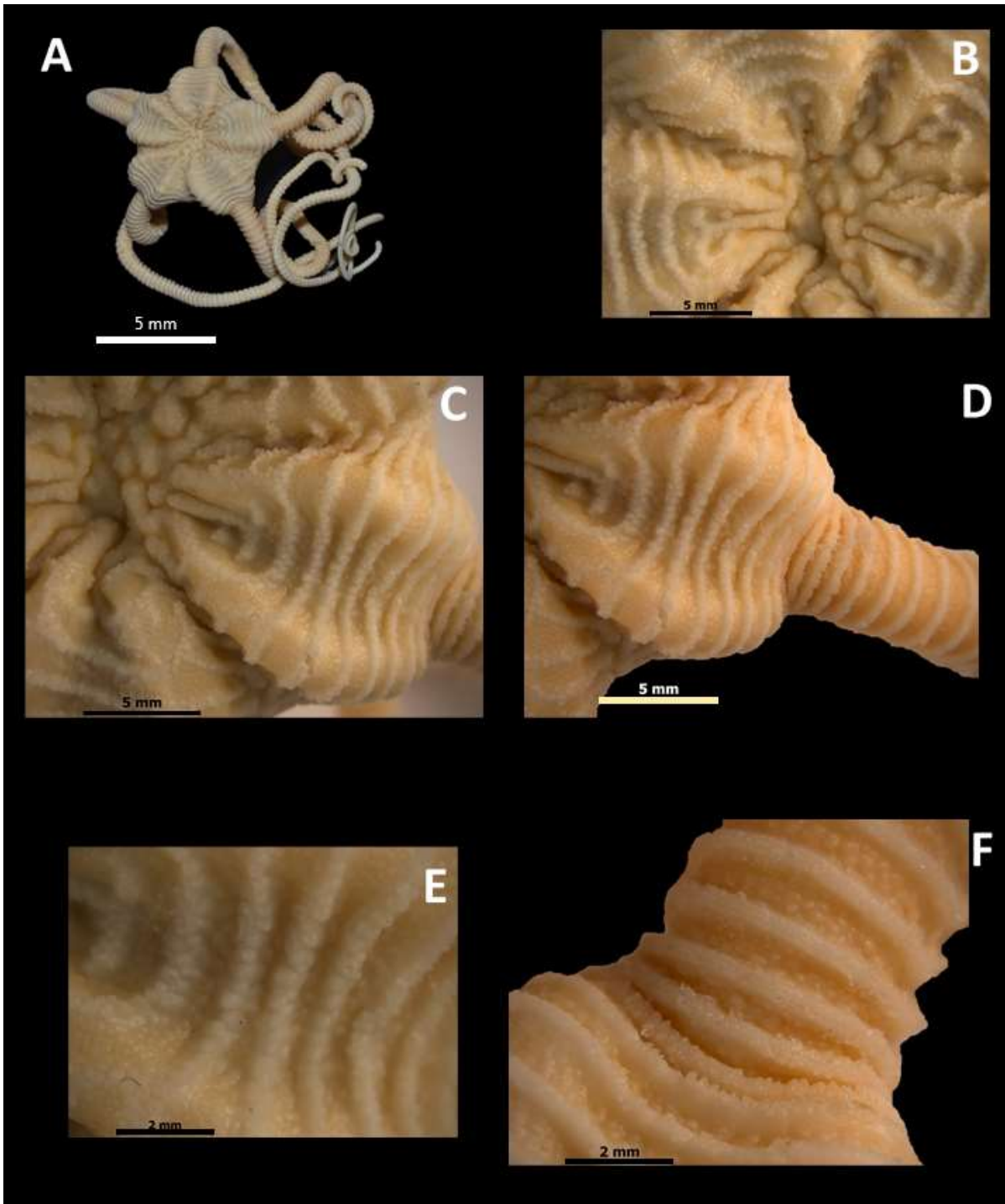
**Distribución geográfica:** Bermudas, Norte de Carolina y el Golfo de México (Hendler *et al.*, 1995).

**Distribución batimétrica:** De 37 a 305 m (Döderlein, 1911).

**Material examinado:** 24 ejemplares (Ver anexo I, tabla 1).

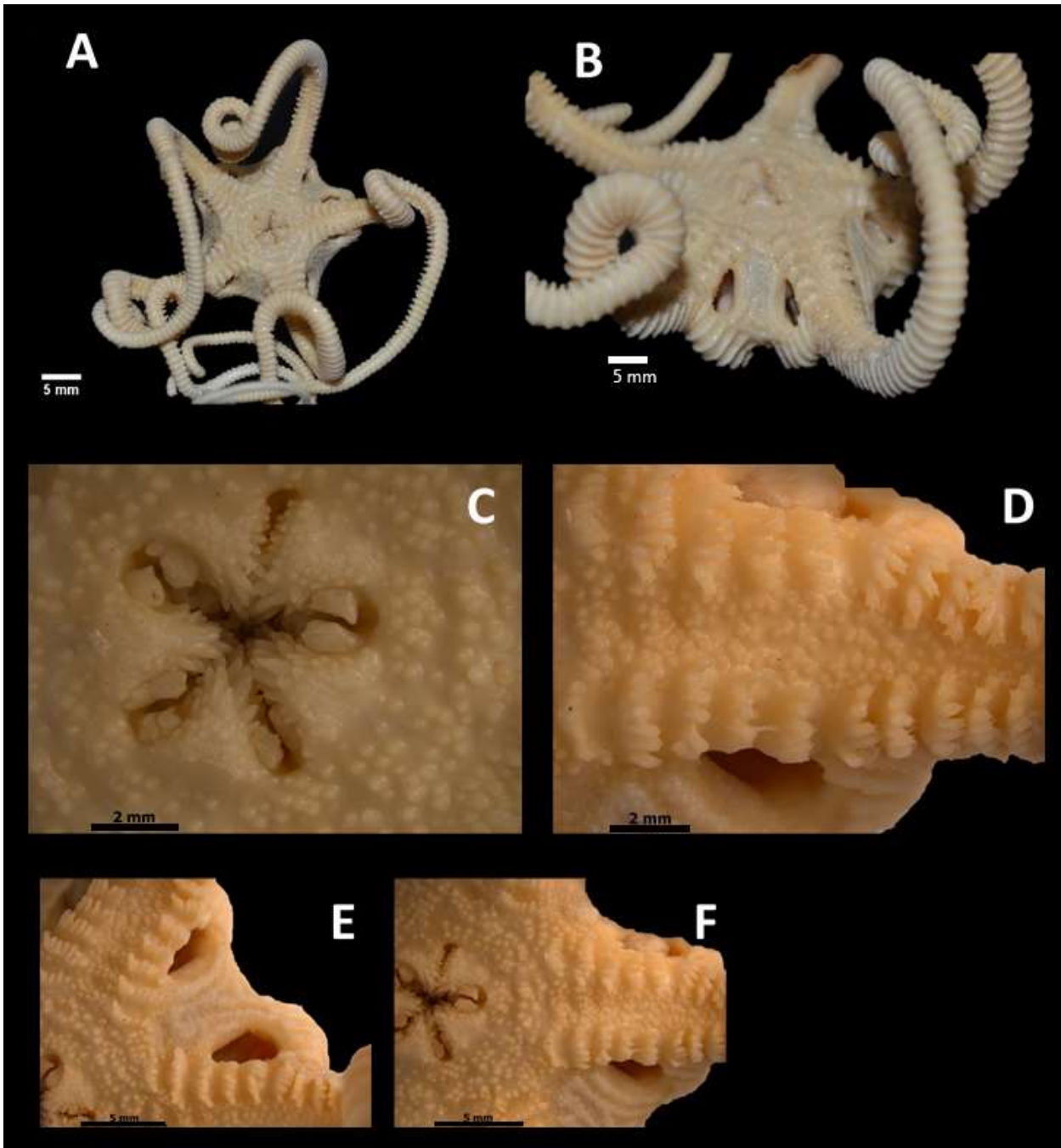
**Comentarios:** En todos los ejemplares revisados no se observó variaciones muy marcadas a pesar de que el diámetro del disco varió en medidas, todos presentaban las estructuras del disco y brazos bien desarrolladas. La descripción

original de Örsted y Lütken (1856) es muy breve, y las descripciones taxonómicas detalladas de esta especie son extremadamente raras, lo cual la convierte en una especie difícil para trabajar. Hendler y colaboradores (1995), mencionan que esta especie generalmente vive en asociación con corales vivos y gorgonias.

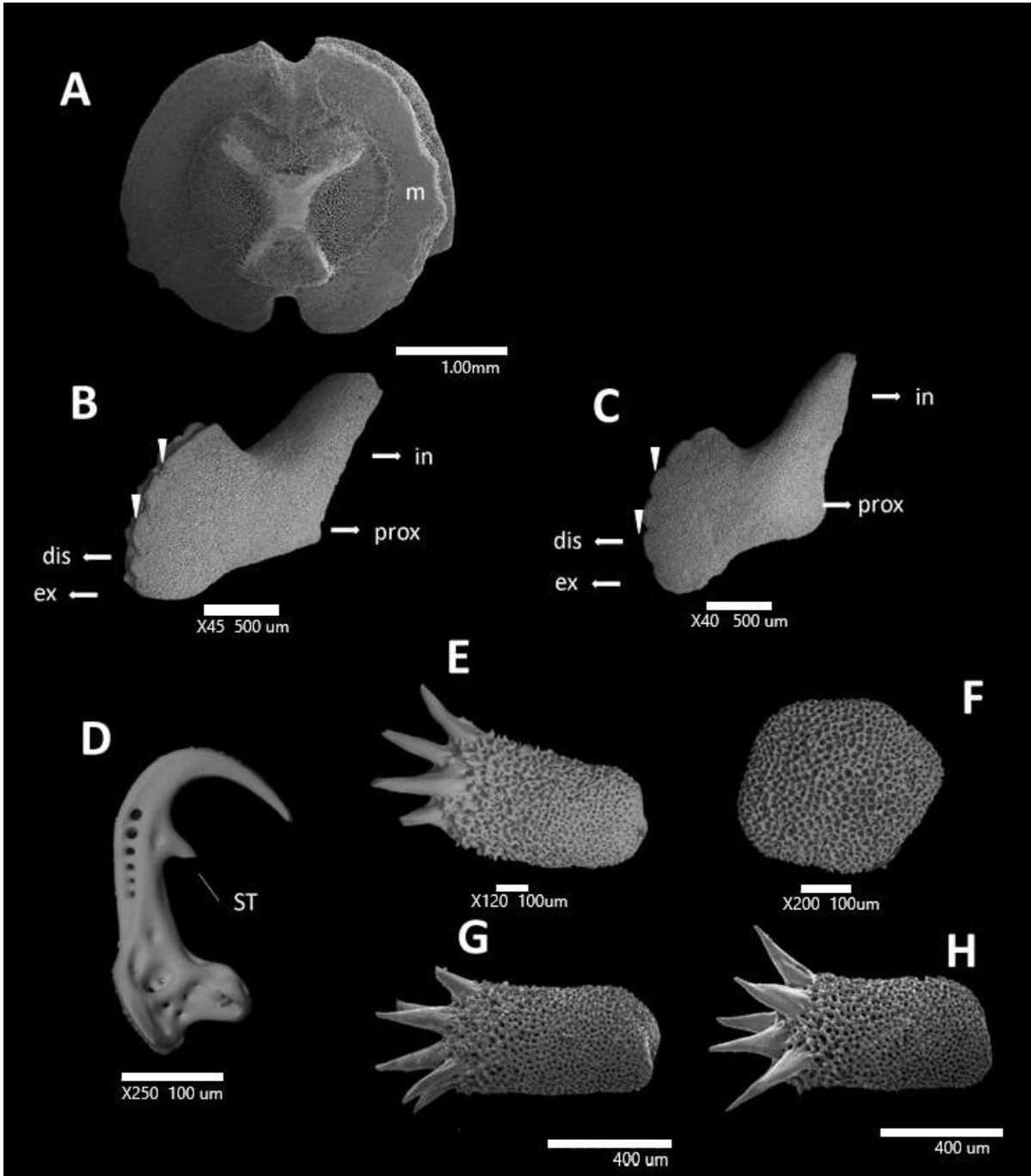


**Lámina 12.** *Asteropora (Asteropora) annulata* (Örstedt y Lütken, 1856). ICML-UNAM 3.120.1. **A.** vista aboral. **B.** Parte central del disco con anillos elevados. **C.** escudos radiales. **D.** escudo radial y base del brazo. **E.** piel verrugosa de los interradios. **F.** brazo anillado con una piel verrugosa.

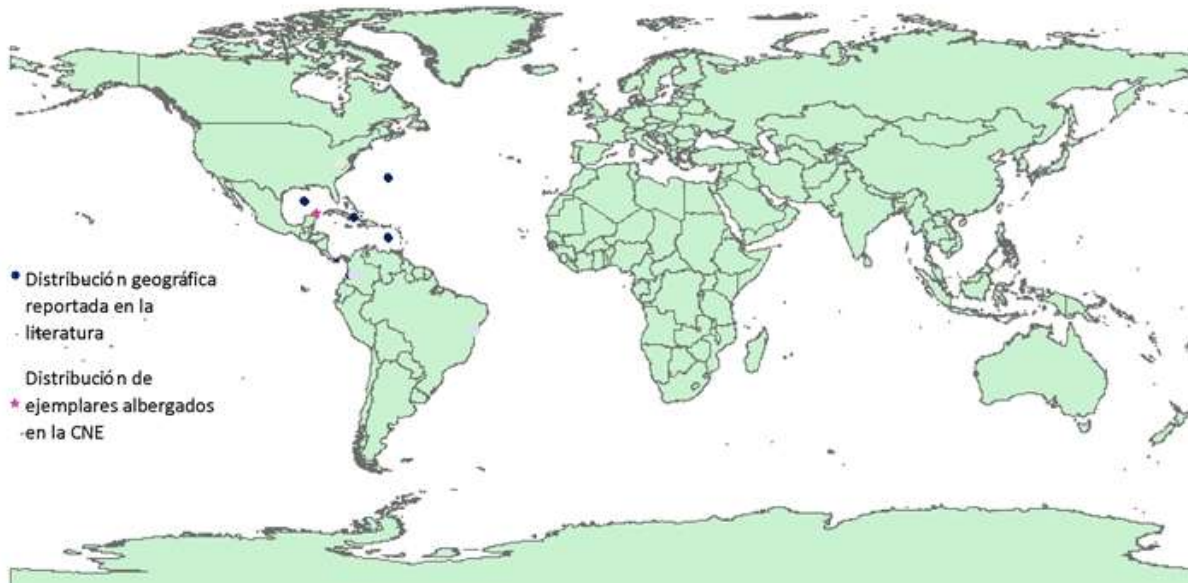




**Lámina 13.** *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* (Örstedt & Lütken 1856). ICML-UNAM 3.120.1. **A.** vista oral. **B.** hendiduras genitales. **C.** boca. **D.** base de los brazos prolongada hacia el interior del disco teniendo paquetes de seis espinas. **E.** hendiduras genitales. **F.** canal de espinas se elonga hasta el disco, cerca de la boca.



**Lámina 14.** Estructuras internas de *Asteroporpa* (*Asteroporpa*) *annulata* (Örstedt & Lütken 1856). ICML-UNAM 3.120.1. **A.** vértebra, vista distal. **B.** placa ventral, vista exterior. **C.** placa ventral, vista interior. **D.** gancho en la porción distal del brazo. **E, G y H.** espinas en la porción media del brazo. **F.** placa de carbonato de calcio. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; ST, diente secundario.



**Mapa 1.** Distribución geográfica de *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* (Örstedt & Lütken, 1856). Azul: Hendler *et al.*, 1995.

## **Género *Astracme* Döderlein, 1927**

**Diagnosis (Modificada de Döderlein, 1927):** Disco y brazos con espinas gruesas. Las primera secciones de los brazos presentan muchas ramificaciones (ocho o nueve). Sin un anillo de placas en la periferia. Una madreporita, separada por una fila de placas calcáreas accesorias situadas lejos de la zona interradianal. El contorno de la boca se hunde. Pueden quedar restos de placas de la parte inferior del brazo. Presenta poros tentaculares pequeños antes de la primera bifurcación. De una a tres papilas tentaculares de un tamaño diminuto, las cuales comienzan antes o inmediatamente después de la primera bifurcación del brazo. Las ramificaciones internas principales de los brazos están muy extendidas; todas las ramificaciones finales son delgadas, con ganchos tentaculares y cinturones de ganchos bien desarrollados. El gancho tentacular presenta de una o dos puntas secundarias, los ganchos del cinturón poseen una espina lateral.

## ***Astracme mucronata* (Lyman, 1869)**

Láminas 15-19, mapa 2.

***Astrophyton mucronatum*** Lyman, 1869: 348.

***Gorgonocephalus mucronatus*** Lyman, 1882: 265; Verrill, 1899: 85.

***Astrospartus mucronatus*** Döderlein, 1911: 73.

***Astracme mucronata*** Döderlein, 1927: 31.

**Diagnosis (Modificada de Manso, Gondim & Ventura, 2014):** Disco pentagonal cubierto por oscículos dermales aplanados y con forma de placa de una variedad de formas y tamaños, presenta algunos gránulos. En algunos oscículos dermales con forma de placa, se encuentran espinas cónicas y elongadas. Escudos radiales grandes, con forma de barra, cubiertos por oscículos dermales aplanados en forma de placa y algunos gránulos y espinas, éstas pueden ser bífidas. Se encuentran de 12 a 14 espinas distribuidas de forma irregular en el escudo radial. El centro del disco está ocupado por un número elevado de gránulos. El interradiano está cubierto de oscículos dermales aplanados y con forma de placa y algunas espinas (similar a los escudos radiales). La mandíbula y la superficie ventral están cubiertas de

gránulos más grandes que los de la superficie dorsal. Las papilas orales con forma de espina están distribuidas en dos o tres hileras irregulares. Una madreporita circular está localizada en una pequeña depresión dentro de la boca. Cinco brazos ramificados cubiertos por gránulos dorsal y ventralmente. Una espina cónica (similar al disco) está presente en la parte superior de los brazos, hasta el tercer segmento del brazo. En la superficie dorsal del brazo, hay dos pequeños puntos o manchas que corresponden a un grupo de ganchos; solamente después de la tercera o cuarta ramificación forman un anillo completo. Cada gancho microscópico tiene dos dientes laterales curvados (un diente terminal más largo y un diente interior corto).

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 26.41 - 81.43 mm. Vista aboral: diez escudos radiales que se van estrechando de afuera hacia adentro son delgados y poco prominentes (Lám. 15, figs. B-C), piel cubierta de placas calcáreas aplanadas e imbricadas, de color café claro y sobre ellos se observan una doble fila irregular de tocones cónicos (“stumps”) que van aumentando en número conforme se acercan al centro del disco (Lám. 15, figs. D-E); la piel de los espacios interradales también está formada por escamas aplanadas e imbricadas, presentan espinas semejantes a las que se ubican en los escudos radiales (Lám. 15, fig. E). Hendiduras genitales largas y estrechas (14.06 mm de longitud total) se encuentran cerca de la base de los brazos, en depresión de cada extremo del disco. Los brazos están bifurcados desde la base del disco, la piel tiene pequeñas manchas color café claro con escamas calcáreas pequeñas y aplanadas, la presencia de espinas es escasa y éstas se encuentran distribuidas aleatoriamente después de la tercera ramificación (Lám. 15, figs. C-F). Vista oral: boca ubicada en medio del disco, papilas dentales tienen una forma aguda, dientes dispuestos en una doble hilera vertical, son delgados, alargados y curvos, están cerca del ángulo exterior de la hendidura de la boca (Lám. 16, fig. B). Presenta dos poros tentaculares por placa oral (Lám. 16, fig. E). La madreporita se encuentra dentro del interradio en una depresión de este, el interradio es amplio con una granulación densa y abultada, presenta poros tentaculares en el disco (Lám. 16, figs. C-E). Los brazos presentan una piel lisa y de color beige, a lo largo de todas las ramificaciones tanto en la parte distal y proximal al disco tienen pequeñas espinas acomodadas en una doble fila

paralela (Lám. 16, fig. E), presencia de ganchos más notables en los brazos distales.

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 17, figs. A-B), de aproximadamente 5 mm de longitud y 6 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa y vista interna (Lám. 17 figs. C-E) presenta tres articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) donde están postrados pequeñas espinas (Lám. 18, figs. H-I), estas pequeñas espinas se encuentran a lo largo de todos los brazos. Se muestra la unión de dos osículos desde una vista dorsal, señalando la parte proximal al disco y la parte distal (Lám. 17, fig. D). *A. mucronata* presenta dos tipos de espinas diferentes, las del disco (Lám. 17, fig. F) y las de los brazos (Lám. 17, fig. G). Las espinas de los brazos adradiales tienen forma de gancho, teniendo de uno a dos dientes internos, los tamaños también son diferentes (Lám. 18, figs. J-N). La presencia de ganchos en los brazos es fundamental, la forma depende en la posición en la que se encuentran, un gancho simple (Lám. 19, fig. P) está dispuesto en los brazos proximales al disco, y los ganchos con un diente secundario (ST, por sus siglas en inglés) se encuentran a partir de la parte media del brazo hasta las ramificaciones más distales (Lám. 19, figs. Ñ y O).

**Material tipo:** Holotipo MCZ OPH-2977, Paratipo MCZ OPH-2566.

**Localidad tipo:** Florida (Döderlein, 1911).

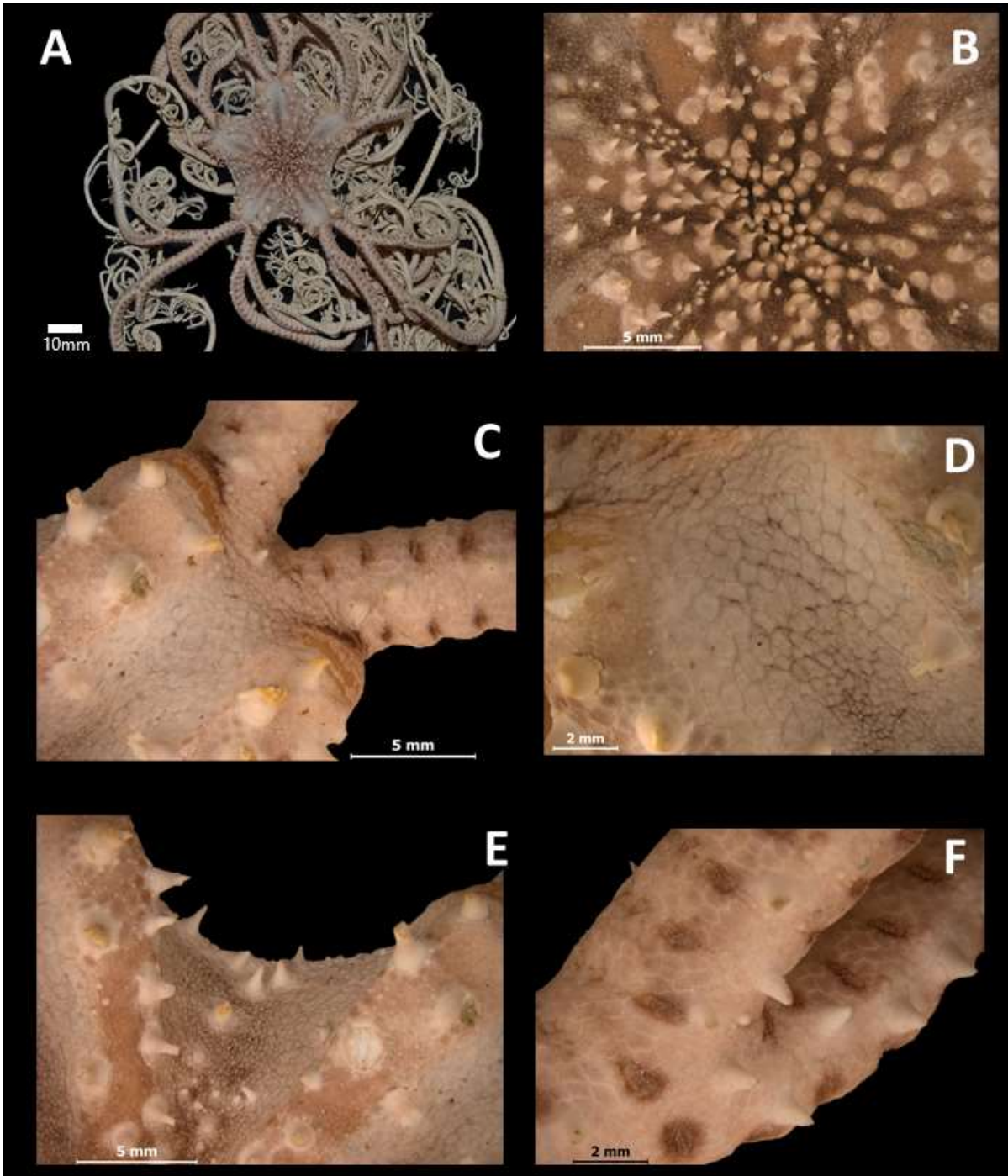
**Distribución geográfica:** Carolina del Norte, Florida, las Bahamas, Golfo de México, Cuba, Puerto Rico, Islas Vírgenes y Brasil (Laguada-Figuera *et al.*, 2009; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Castro-Manso *et al.*, 2014).

**Distribución batimétrica:** De 146 a 527 m (Lyman, 1869; Döderlein, 1911).

**Material examinado:** 8 ejemplares (Ver anexo I, tabla 2).

**Comentarios:** Los organismos con un diámetro del disco de 70.8 y 81.4 mm, presentan espinas bien desarrolladas a lo largo del brazo, hasta la quinta o sexta ramificación, y los organismos que presentan un diámetro de disco de 37.95 mm, la presencia de espinas era esporádica o nula. Los trabajos de Milne Edwards (1857)

menciona que esta especie ha sido encontrada asociada con gorgonias de la familia Primnoidae. Aparentemente, esta es una especie rara, ya que se cita con poca frecuencia en la literatura.



**Lámina 15.** *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 12308. **A.** vista aboral. **B.** espinas centrales del disco. **C.** escudos radiales, en la base de estos se puede apreciar una pequeña muesca, y primera bifurcación del brazo. **D.** escamas imbricadas entre los escudos radiales. **E.** interradio con presencia de espinas cónicas. **F.** tercera ramificación del brazo con espinas.



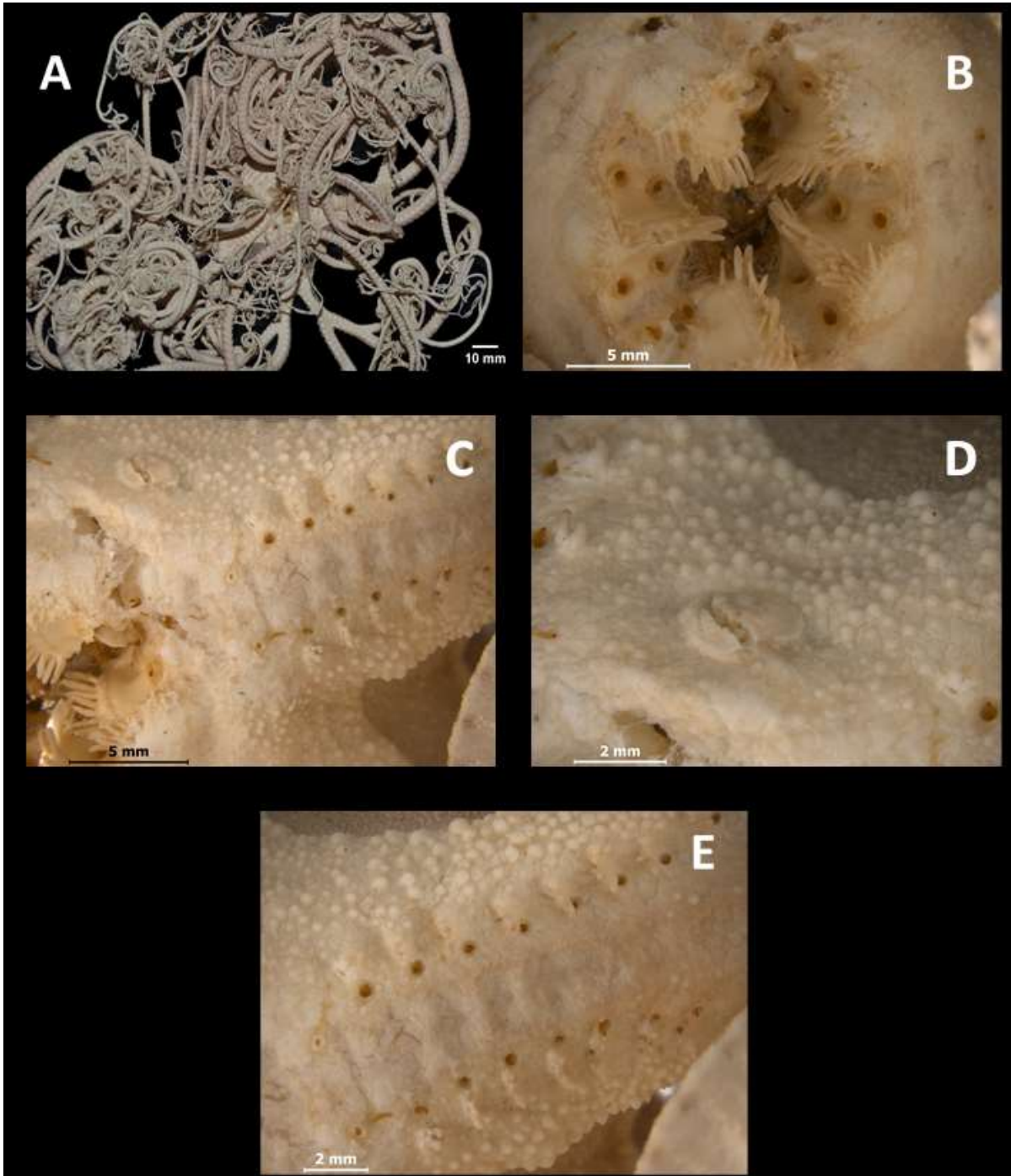
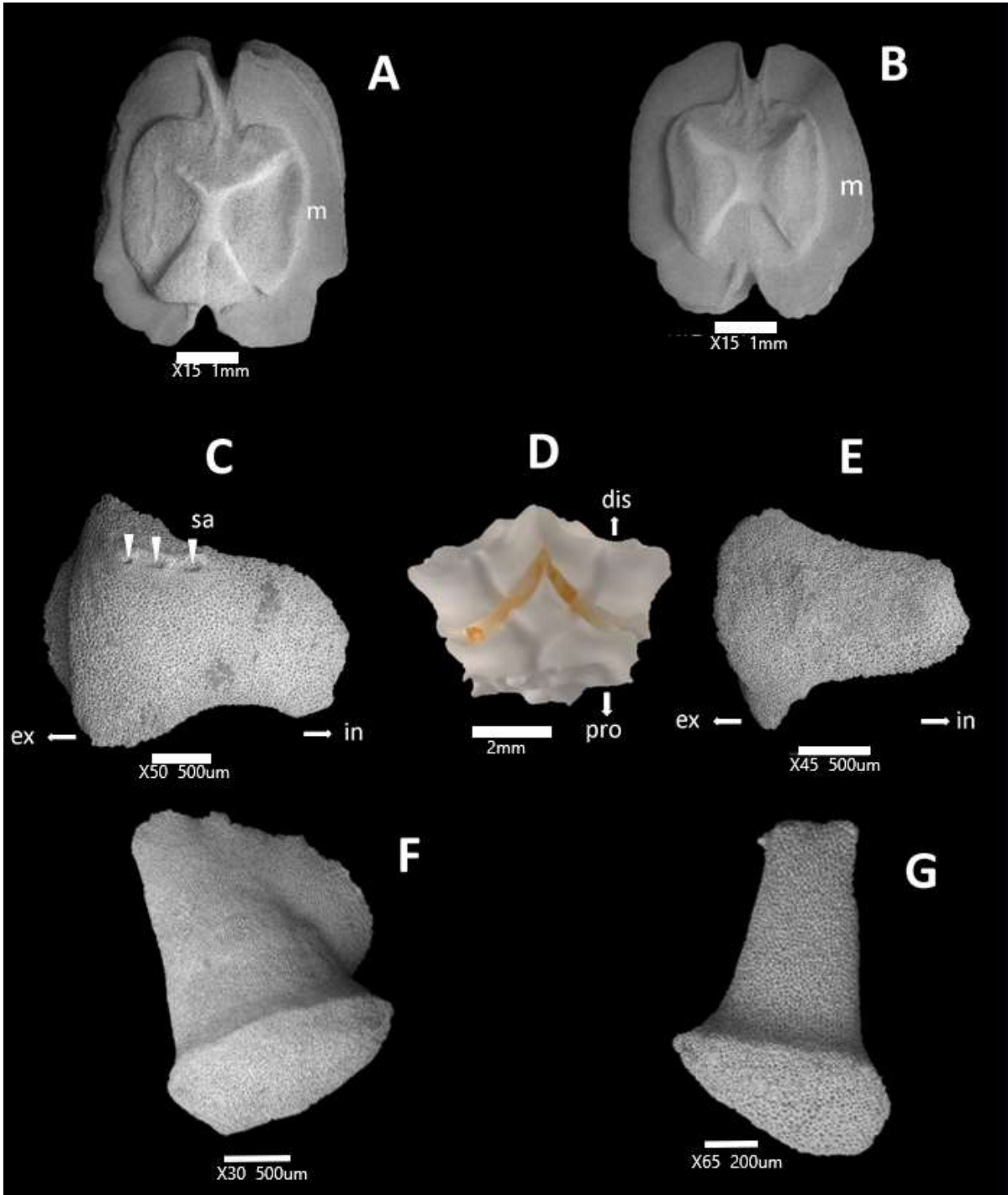
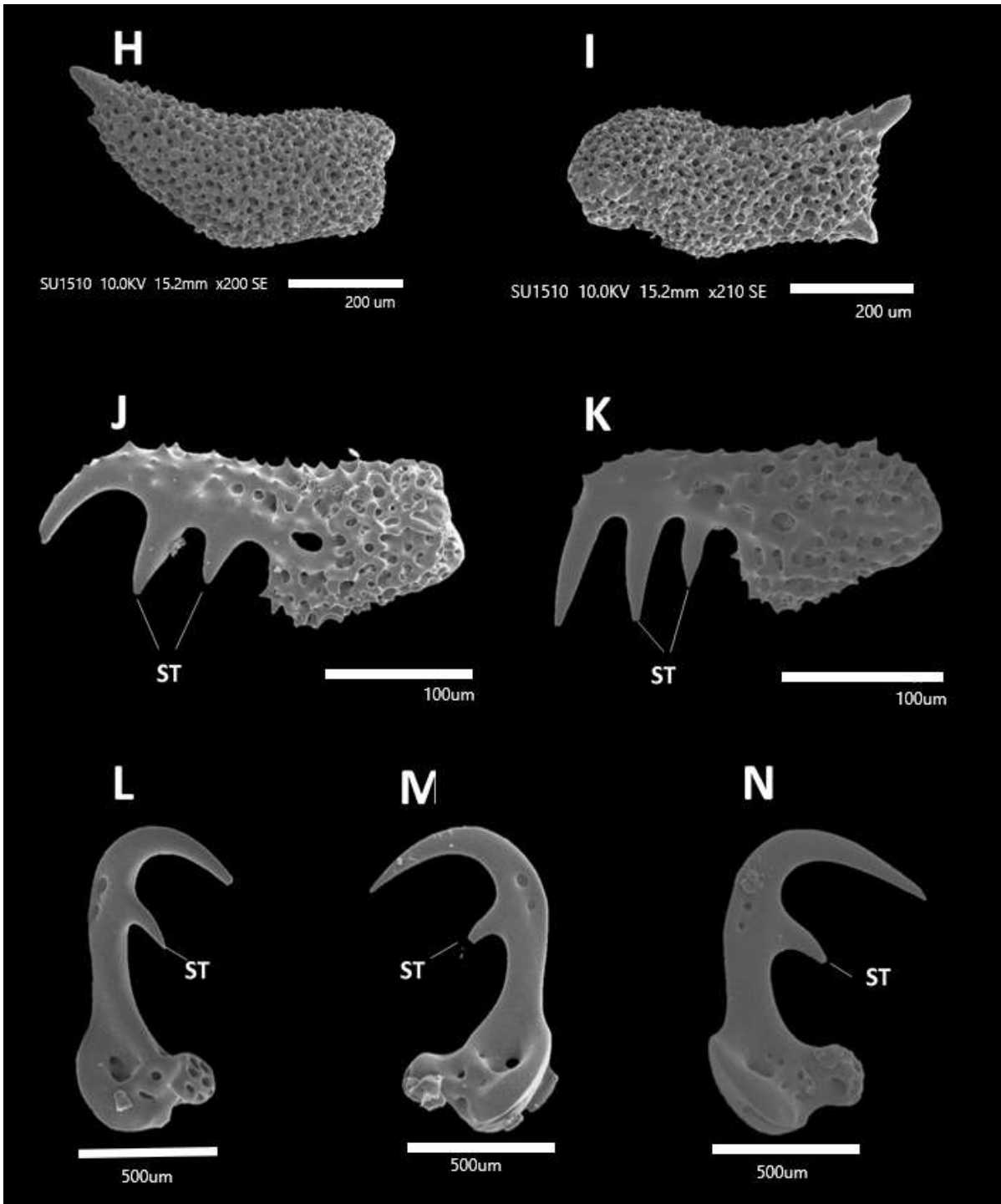


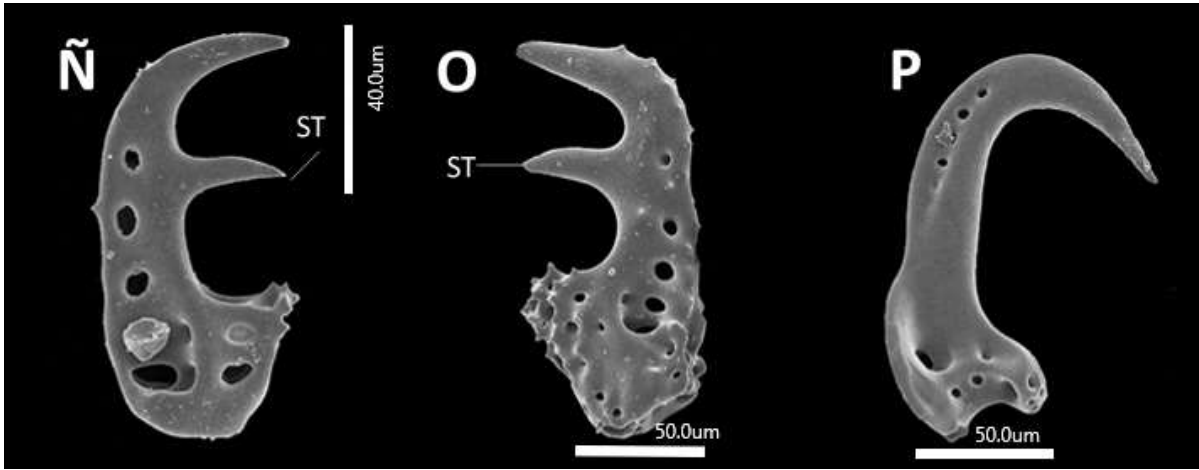
Lámina 16. *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 12308. A. vista oral. B. boca. C. poros tentaculares a un costado de la boca. D. madreporita. E. poros tentaculares extendiéndose hasta la base de los brazos.



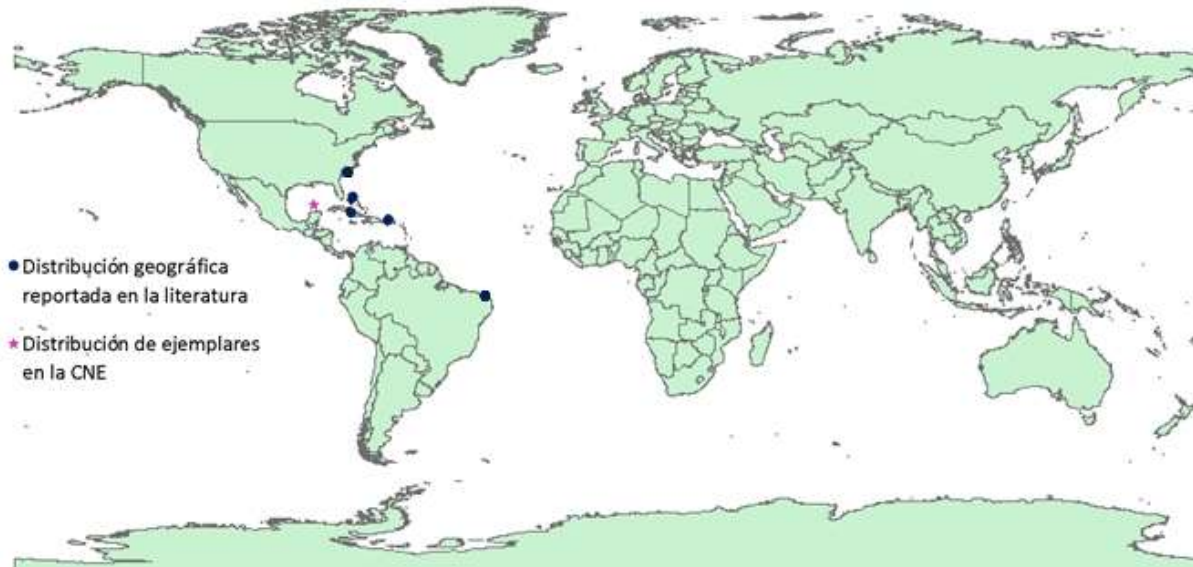
**Lámina 17.** Estructuras internas de *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 12308. **A.** vértebra vista proximal. **B.** vértebra vista distal. **C, E.** placa ventral (C) vista externa (E) vista interna. **D.** unión de dos osculos del brazo. **F.** espina del disco. **G.** espina del brazo. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina.



**Lámina 18.** Estructuras internas de *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 12308. **H-I.** espinas en la porción media del brazo. **J-N.** ganchos (J y K) en la porción media del brazo (L-N) en la porción distal del brazo. Abreviaturas: ST, diente secundario.



**Lámina 19.** Ganchos de *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 12308. **Ñ-O**, ganchos localizados en la parte distal del brazo. **P**, gancho localizado en la parte media del brazo. Abreviaturas: ST, diente secundario.



**Mapa 2.** Distribución geográfica de *Astracme mucronata* (Lyman, 1869). Azul: Laguarda-Figueras *et al.*, 2009; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Castro-Manso *et al.*, 2014.

## **Género *Astrocaneum* Döderlein, 1911**

**Diagnosis (Modificada de Döderlein, 1911):** Disco y brazos con protuberancias o espinas más gruesas. No presenta anillos en la placa periférica del disco. Cinco madreporitas. Brazos bifurcados en dos ramificaciones iguales aproximadamente en la quinta horquilla. La ramificación principal interna y externa de los brazos están ligeramente extendidas (disco de aproximadamente 40 mm de diámetro y 150 mm de largo y 20 bifurcaciones consecutivas), las ramificaciones distales son delgadas, en forma de hilo, y las ramificaciones laterales son cónicas, la primera sección del brazo, antes de la primera bifurcación, usualmente con más extremidades que la segunda. La mayoría de las secciones de los brazos tienen de diez a once extremidades, el número de bifurcaciones no es consecutivo. Las papilas tentaculares se encuentran a lo largo de los brazos de forma uniforme, son diminutas y comienzan en cierta distancia del disco, no antes de la tercera o cuarta bifurcación. El gancho de tentáculo y los ganchos no presentan una punta lateral.

### ***Astrocaneum herrerae* (A. H. Clark, 1919)**

Láminas 17-22. Mapa 3.

***Astrocynodus herrerae*** A.H. Clark, 1919: 638, fig. 96.

***Astrocanemum herrerae*** Döderlein, 1927: 56; Durán-González *et al.*, 2005: 5; Pomory, 2007: 3.

**Diagnosis (A.H. Clark, 1919):** El disco es de 52 mm, bastante profundo en la parte interr radial. Diez escudos radiales que se destacan prominentemente. La parte aboral del disco está completamente cubierta con gránulos extremadamente pequeños, muy densos, que se hacen más grandes hacia la periferia y son más grandes en la mitad exterior del escudo radial. En sus mitades internas, llevan alrededor de 10 bandas cruzadas más o menos regulares, cada uno de ellos consiste en una sola fila de tubérculos muy apretados y regulares, considerablemente más grande que los granos adyacentes, cada uno de los cuales lleva una espina cónica corta y roma o un diente unido por una articulación móvil. En la mitad externa de los escudos, estas bandas cruzadas se vuelven algo más separadas e irregulares, que se van dividiendo en secciones y corren diagonalmente a través del escudo, y los dientes cónicos articulados que llevan se

vuelven más largos y puntiagudos, aunque nunca superan el medio milímetro de longitud. Entre los escudos hay algunos parches irregulares de granos agrandados, y en la mitad exterior del disco esparciendo líneas rectas, paralelas a la periferia, de 3 a 12 (usualmente de 6 a 12) tubérculos estrechamente apretados, algunos de los cuales generalmente tienen dientes cónicos similares a los que tienen las líneas transversales en los escudos radiales. Estas líneas se vuelven cada vez más comunes en el exterior. En la parte interr radial oral el cuerpo está cubierto con granos muy finos, entre los cuales se encuentran numerosos granos más grandes y de color más claro, agrupados de tal manera que forman una reticulación de malla estrecha. Toda la superficie inferior de los brazos está cubierta de granos finos uniformes, que se vuelven más gruesas proximalmente y más grandes debajo del disco. Las cinco placas madreporicas, que son cortas y anchas y más o menos reniformes o crecientes, se encuentran en los ángulos adorales de las áreas interr radiales. Los dientes, las papilas dentales y las papilas bucales son muy largas y no difieren mucho en longitud. Los dientes se ensanchan y aplanan distalmente, con extremos en forma de cincel. Las hendiduras genitales son cortas, de 3 a 5 mm de longitud. Los brazos se dividen ocho o nueve veces, primera bifurcación debajo del disco y el segundo en su borde. Las papilas tentaculares aparecen inmediatamente, o muy poco después de la segunda bifurcación. Al principio son uno, o (generalmente) dos, en número, y pequeños y discretos, pero después de la tercera bifurcación se vuelven más largos y más prominentes y el número aumenta a tres, lo que parece ser el número final. Estas papilas tentaculares son casi idénticas en tamaño y apariencia con los dientes cónicos articulados que se extienden en bandas transversales a través de cada segmento del brazo, y simplemente forman las porciones terminales ventrales de estas bandas. La superficie dorsal y lateral de los brazos está cubierta por un pavimento de gránulos gruesos, que pasan ininterrumpidamente a los gránulos similares de la superficie ventral. Hasta la séptima bifurcación, cada segmento braquial lleva una banda transversal muy conspicua, que consiste en una sola línea regular de generalmente 25 tubérculos bajos, estrechamente comprimidos, cada uno de los cuales tiene un diente articulado cónico similar a los de las bandas transversales de los escudos,

que puede estar ligeramente comprimidos en su parte exterior, con una punta en forma de cincel. Más allá de la séptima bifurcación, en lugar de estas bandas transversales de dientes articulados, cada segmento lleva una fila doble de tubérculos prominentes y regulares que lleva ganchos bastante delgados y fuertemente curvados sin dientes suplementarios.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 62.84 y 52.56 mm. Vista aboral. Los diez escudos radiales se destacan prominentemente, en la mitad interna de los escudos radiales presenta bandas cruzadas irregulares, cada uno de ellos consiste en una sola fila de tubérculos muy apretados y regulares, cada uno de los cuales lleva una espina cónica corta y roma (Lám. 20, fig. B); en la otra mitad de los escudos radiales (mitad externa), las bandas cruzadas se encuentran más separadas e irregulares, se van dividiendo en secciones y corren diagonalmente a través de cada escudo radial (Lám. 20, fig. E). En los interradios hay algunos parches irregulares de gránulos grandes y en la parte exterior del disco estas líneas rectas están más dispersas, también presentan tubérculos densos, algunos presentan espinas cónicas, similares a las líneas transversales de los escudos radiales (Lám. 20, fig. D). Vista oral: presenta una granulación muy fina, entre ésta, unos granos son más grandes y de color más claro, de tal manera que forman un veteado (Lám. 21, fig. A); las cinco madreporitas, son cortas y anchas, teniendo una forma reniforme, se encuentran en los ángulos adorales de las áreas interradias (Lám. 21, figs. B-C). Los dientes, papilas dentales y bucales son largas; los dientes se ensanchan y aplanan distalmente, con extremos en forma de cincel (Lám. 21, fig. B). Hendiduras genitales de 1 cm. La parte oral de los brazos también presenta una granulación muy fina, la primera división se presenta debajo del disco y la segunda en el borde del disco (Lám. 21, fig. C). Las papilas tentaculares aparecen a partir de la segunda bifurcación, una o dos, después de la tercera bifurcación poseen tres papilas tentaculares, las cuales son más largas y prominentes (Lám. 21, figs. E-F). Tanto la superficie aboral y lateral de los brazos está cubierta de gránulos gruesos que se expanden a la superficie oral del disco. Alrededor del brazo presenta bandas transversales muy conspicuas con una sola línea irregular con tubérculos comprimidos, cada uno de los cuales tiene una espina con una punta en forma de

cincel (Lám. 20, fig. C). Después de la séptima bifurcación, estas bandas transversales comprimidas son sustituidas por una fila doble de tubérculos regulares que llevan ganchos bastante delgados y curvados sin dientes suplementarios (Lám. 20, fig. F).

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 22, figs. A-B), de aproximadamente 5 mm de longitud y 6 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa y vista interna (Lám. 22, figs. C-D) presenta placas dorsales ovaladas con dos articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) donde se postran pequeñas espinas (Lám. 22, figs. E-F), estas pequeñas espinas se encuentran a lo largo de todos los brazos, y pueden presentar una forma diferente (G-I). *A. herrerae* presenta ganchos simples, aunque de diferente tamaño (Lám. 22, figs. J-L) los ganchos más cortos se encuentran en la base de los brazos.

**Material tipo:** Holotipo NMNH 40892.

**Localidad tipo:** Yucatán (A.H. Clark, 1919).

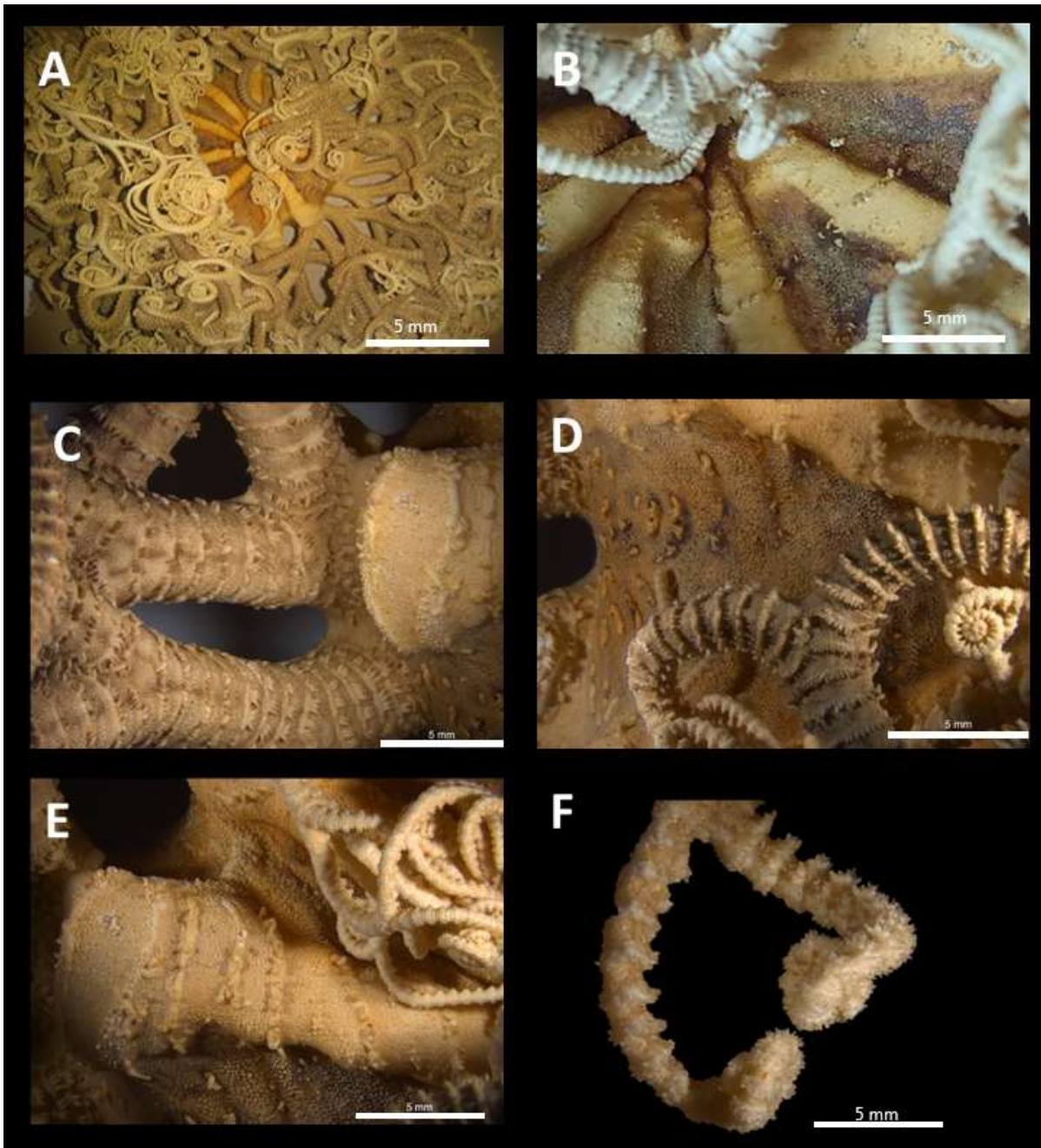
**Distribución geográfica:** Yucatán, Golfo de México.

**Distribución batimétrica:** sin registro.

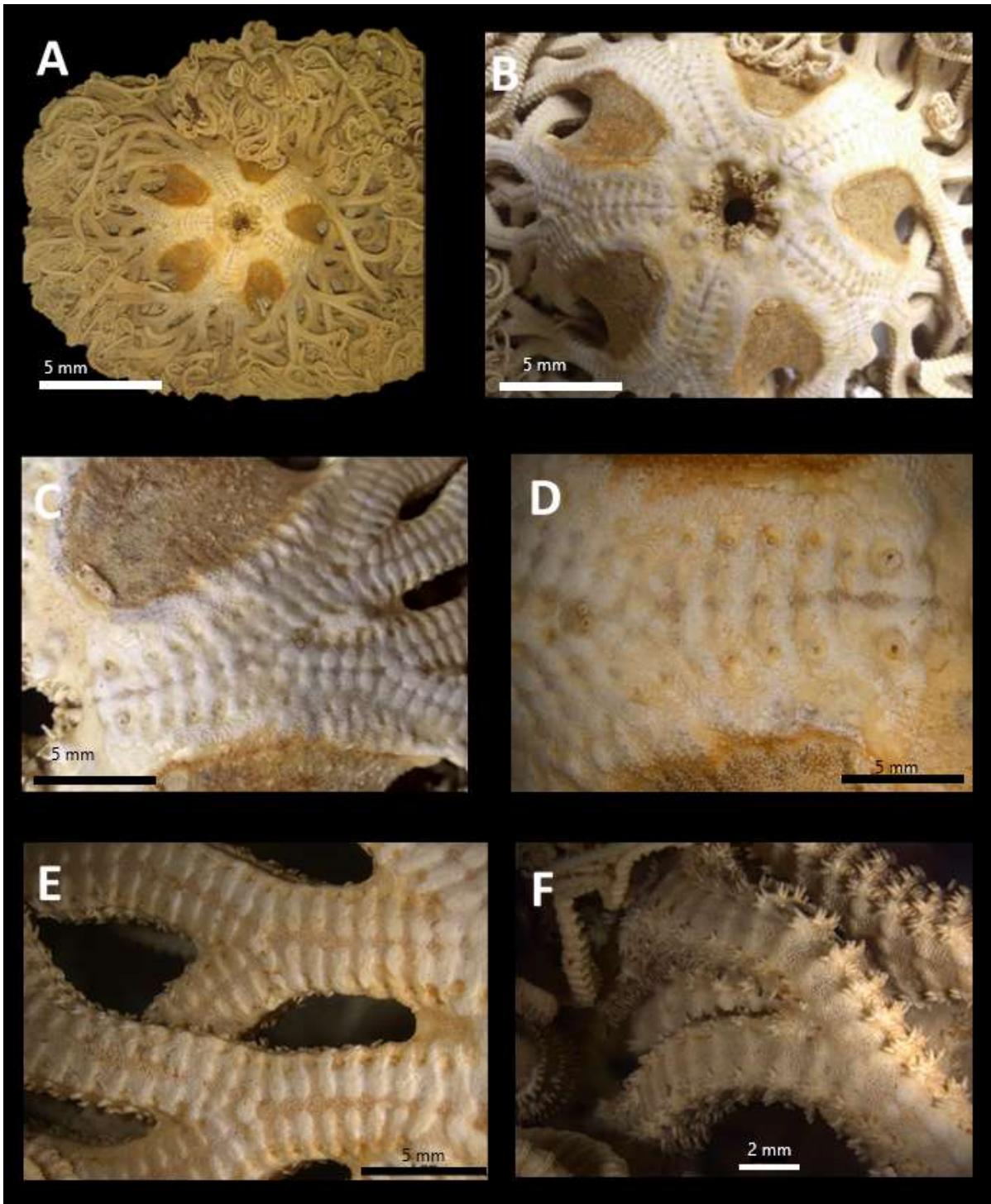
**Material examinado:** Dos ejemplares (Ver anexo I, tabla 3).

**Comentarios:** Los dos organismos presentan una coloración diferente, uno es más oscuro y el otro es más blanco.

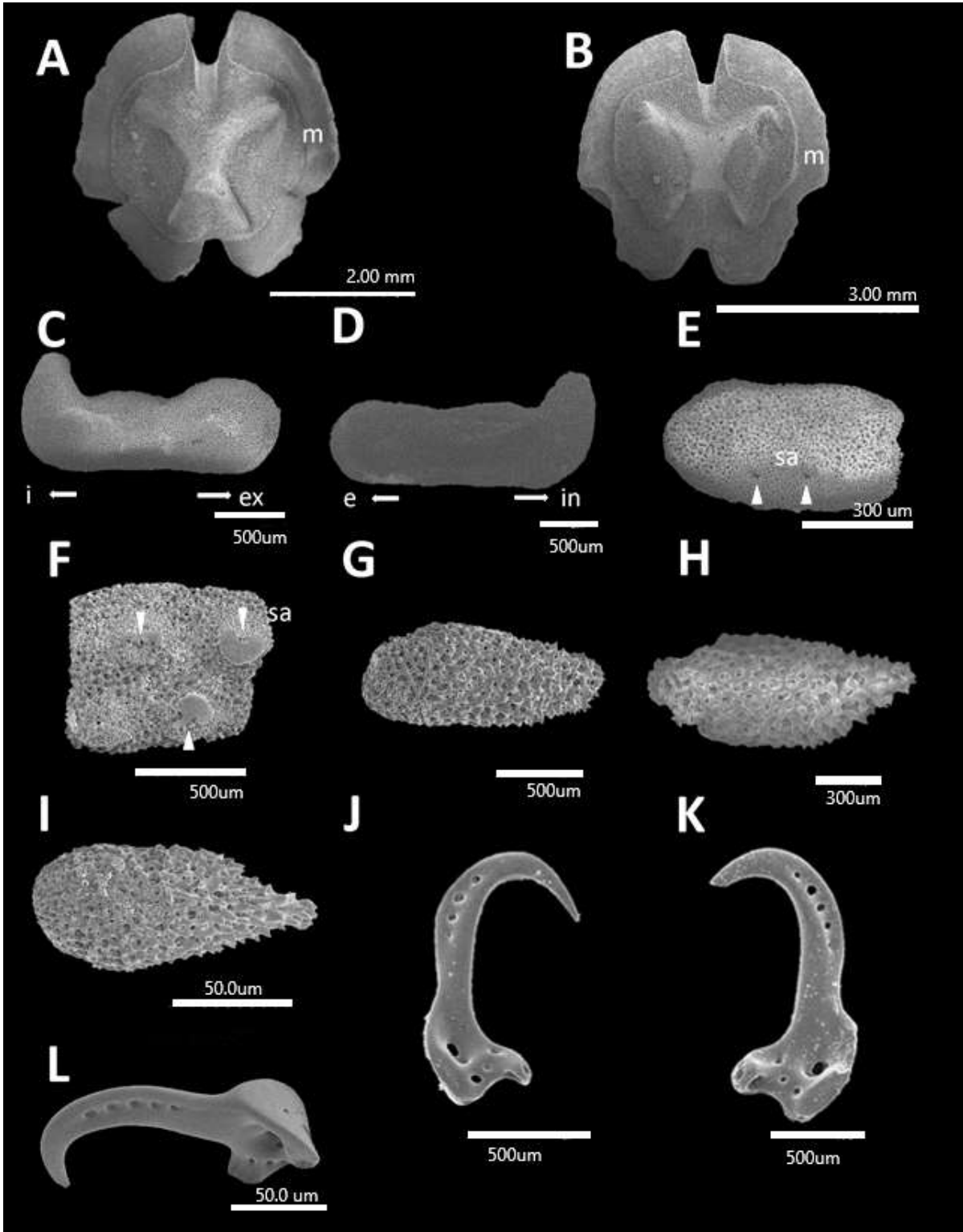




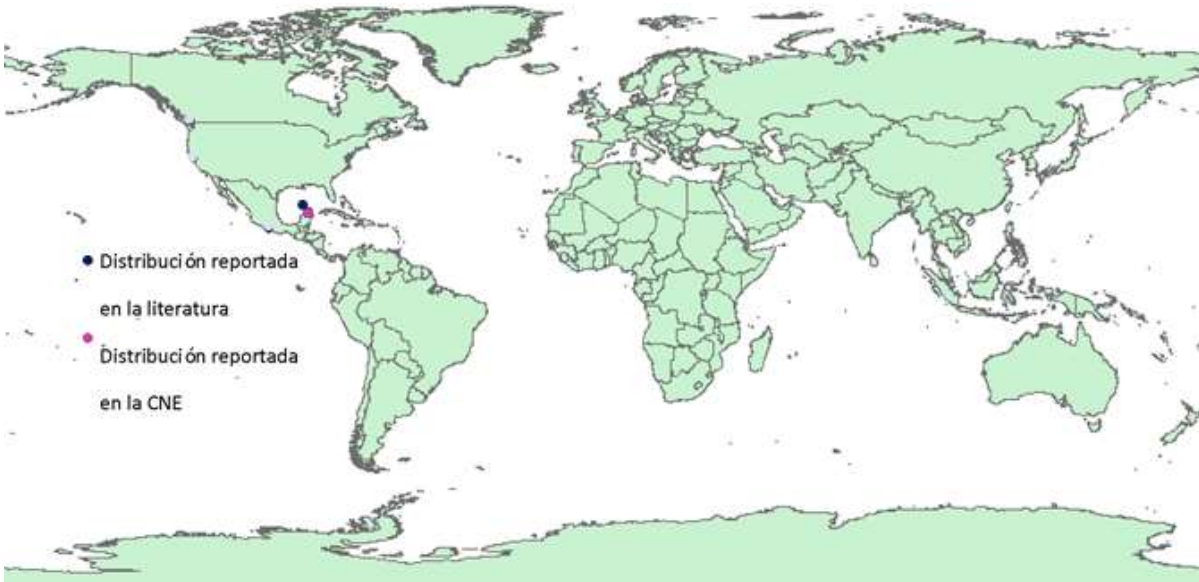
**Lámina 20.** *Astrocaneum herrerae* (A. H. Clark, 1919). ICML-UNAM 3.118.15. **A.** vista aboral. **B.** espinas dispuestas en bandas en escudos radiales. **C.** base de los brazos con bandas de espinas similares a las del disco. **D.** Interradios con pequeñas hileras de espinas similares a los escudos radiales. **E.** escudos radiales, en la base de estos se puede apreciar una pequeña muesca. **F.** última ramificación del brazo, presencia de cinturón de ganchos.



**Lámina 21.** *Astrocaelum herrerae* (A.H. Clark, 1919). ICML-UNAM 3.118.15. **A.** vista oral. **B.** boca. **C.** poros tentaculares a un costado de la boca. **D.** poros tentaculares localizados en la primera bifurcación. **E.** poros tentaculares extendiéndose en brazos. **F.** aparición de espinas después de la tercera bifurcación.



**Lámina 22.** Estructuras internas de *Astrocanium herrerai* (A.H. Clark, 1919). ICML-UNAM 3.118.15. **A.** vértebra, vista proximal. **B.** vértebra, vista distal. **C.** placa ventral, vista exterior. **D.** placa ventral, vista interior. **E y F.** placa dorsal. **G-I.** espinas encontradas a lo largo de los brazos. **J-L.** ganchos simples distribuidos a lo largo de los brazos. Orientación: ex, lado externo; in, lado interno. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de la espina.



**Mapa 3.** Distribución geográfica de *Astrocaelum herrerae* (A.H. Clark, 1919). Azúl: A. H. Clark, 1919.

## ***Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875)**

Láminas 20-23. Mapa 4.

*Astrophyton spinosum* Lyman, 1875: 29.

*Astrocaneum spinosum*, Döderlein, 1911: 92; Döderlein, 1927: 55; Béarez y Bujard, 2013: 2, fig. 2-3.

**Diagnosis (Modificada de Lyman, 1875):** Individuo de 42 mm de diámetro del disco. Los escudos radiales son altos y anchos, ocupan una gran parte de la superficie superior que se extiende hasta el centro del disco y se proyecta sobre los brazos, los brazos se dividen tres veces dentro del disco. Cuentan con cinco madreporitas localizadas en los ángulos internos de los espacios interradales orales. Los dientes, papilas bucales y papilas dentales son similares: espiniformes, agudos y delgados, se encuentran entre veinte o más, formando un grupo alto cercano al ángulo de la boca. La sección de los brazos que están cerca del disco, en la zona oral son anchos y planos, están cubiertos por una piel lisa, en la parte aboral son arqueados e invertidos con una granulación fina y uniforme tienen alrededor de seis granos en la longitud de 1 mm. En la línea media superior de los brazos hay una fila de cuatro a cinco espinas pequeñas entre 0.5 mm de longitud; y en su base generalmente hay un gran grano redondeado. Los brazos terminales tienen sus articulaciones marcadas por crestas anulares, cada una compuesta por una doble hilera de granos, que soportan pequeños ganchos. La depresión entre las articulaciones está cubierta por una doble hilera de granos redondos. Disco cóncavo a lo largo de su margen, entre los interradios se encuentran espacios hundidos. Su piel es lisa, excepto por una pequeña serie de espinas que están dispersas de dos y tres en la parte aboral. En el ángulo interno de cada uno de los espacios interradales orales hay una madreporita. No hay rastros de espinas tentaculares cerca de la base del brazo, pero se aparecen en la quinta ramificación, donde hay dos o tres espinas tentaculares por cada poro, son de forma similar a los que se encuentran en la parte superior del brazo. Los poros tentaculares están estrechamente contraídos y solo son reconocidos por los pequeños hoyos que marcan su posición. Escudos radiales altos y anchos, que ocupan una gran parte de

la superficie superior; extendiéndose al centro del disco y proyectándose sobre los brazos. Esta especie posee grupos de espinas diminutas.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 48.62 - 57.04 mm. Vista aboral: Diez escudos radiales que carecen de espinas (Lám. 23, fig. B), piel con pequeñas placas calcáreas, los interradios son de color oscuro la piel es lisa y presenta pequeñas manchas blancas en los bordes de los interradios donde se encuentra la base de los brazos (Lám. 23, figs. C-D), hay agrupaciones de espinas que forman un canal y posteriormente se bifurcan para incorporarse a las ramificaciones de los brazos (Lám. 23, figs. E-F). Los brazos se encuentran divididos desde la base, cuatro veces, a lo largo de todo el brazo presentan agrupaciones de entre cuatro a seis espinas (Lám. 24, figs. A-C), la piel de los brazos está formada por pequeñas placas calcáreas. Vista oral: la boca se encuentra al centro del disco (Lám. 24, fig. D), los dientes más profundos tienen forma de lengüeta, y las dos líneas superiores de dientes tienen una forma puntiaguda (Lám. 24, fig. E). Las papilas infradentales son prominentes, papilas orales y dentales fusionadas, no se distinguen con claridad (Lám. 24, fig. F). Dos poros tentaculares por placa oral son pequeñas protuberancias (Lám. 25, fig. B). Las cinco placas madreporicas se encuentran en el ángulo interior de los espacios interradales y se pueden encontrar fuera del borde fijo (Lám. 25, fig. C). El borde fijo que se conecta con los brazos que se bifurca antes de la periferia del disco, presenta poros tentaculares muy visibles y profundos que solo se encuentran en la parte del disco, en los brazos solo se ven pequeños pares de espinas (Lám. 25, fig. D), la piel en esta parte de los brazos está formada por pequeñas placas calcáreas. Los espacios interradales tienen piel lisa de color grisáceo (Lám. 25, fig. C).

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 26, figs. A-B), de aproximadamente 4 mm de longitud y 5 mm de altura. Las placas ventrales son fragmentadas (Lám. 26 figs. C-D) presenta placas dorsales ovaladas y cónicas con tres y cuatro articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) respectivamente (Lám. 26, figs. E-F) donde se postran pequeñas espinas, estas pequeñas espinas se encuentran a lo largo de todos los brazos (Lám. 26, fig. G). A.

*spinosum* presenta ganchos simples (Lám. 26, fig. H) distribuidos desde los brazos proximales al disco hasta las ramificaciones más distales.

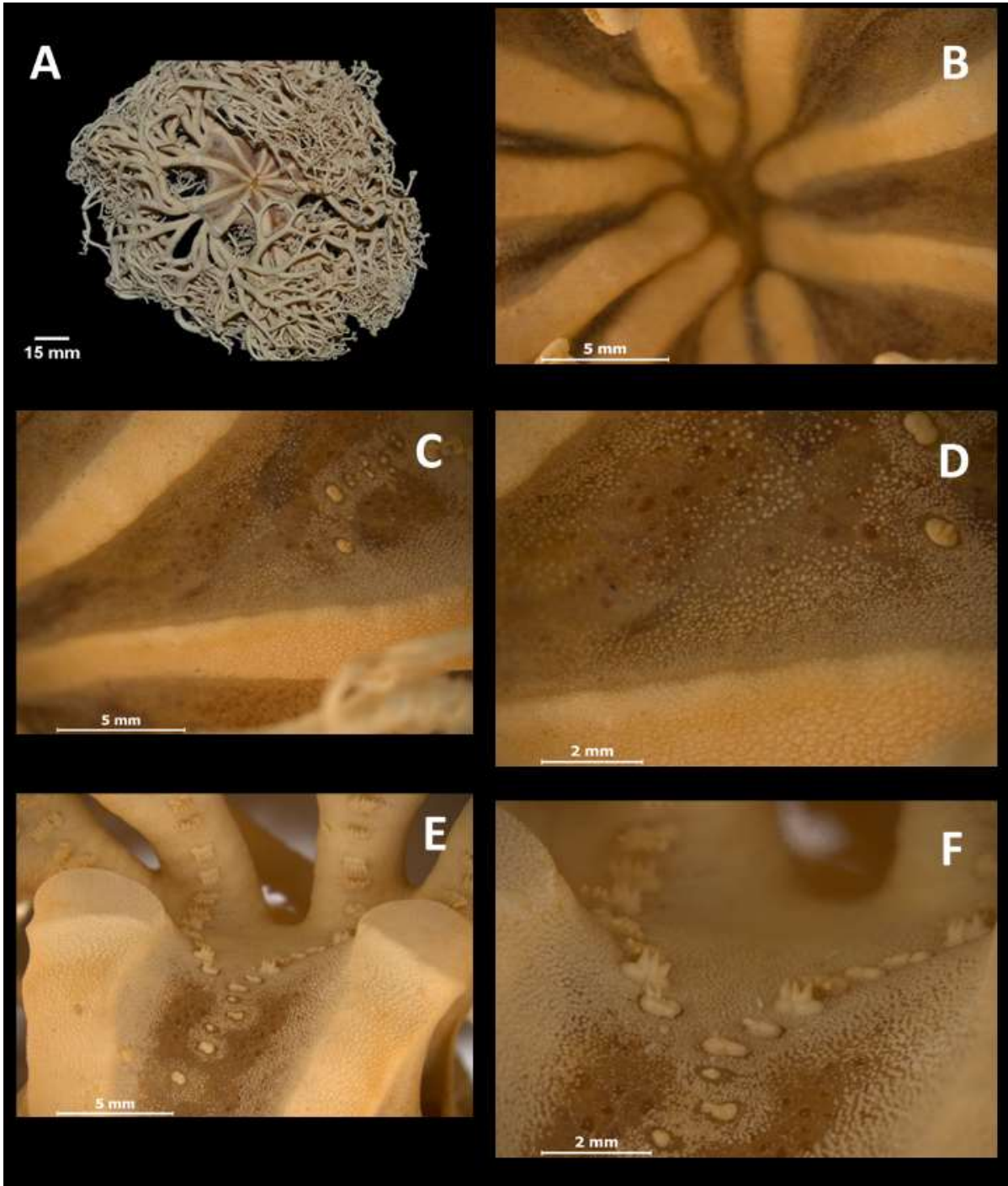
**Material tipo:** Holotipo MZC OPH-2912.

**Localidad tipo:** Panamá (Lyman, 1875).

**Distribución geográfica:** De Baja California, hasta Panamá (Maluf, 1988).

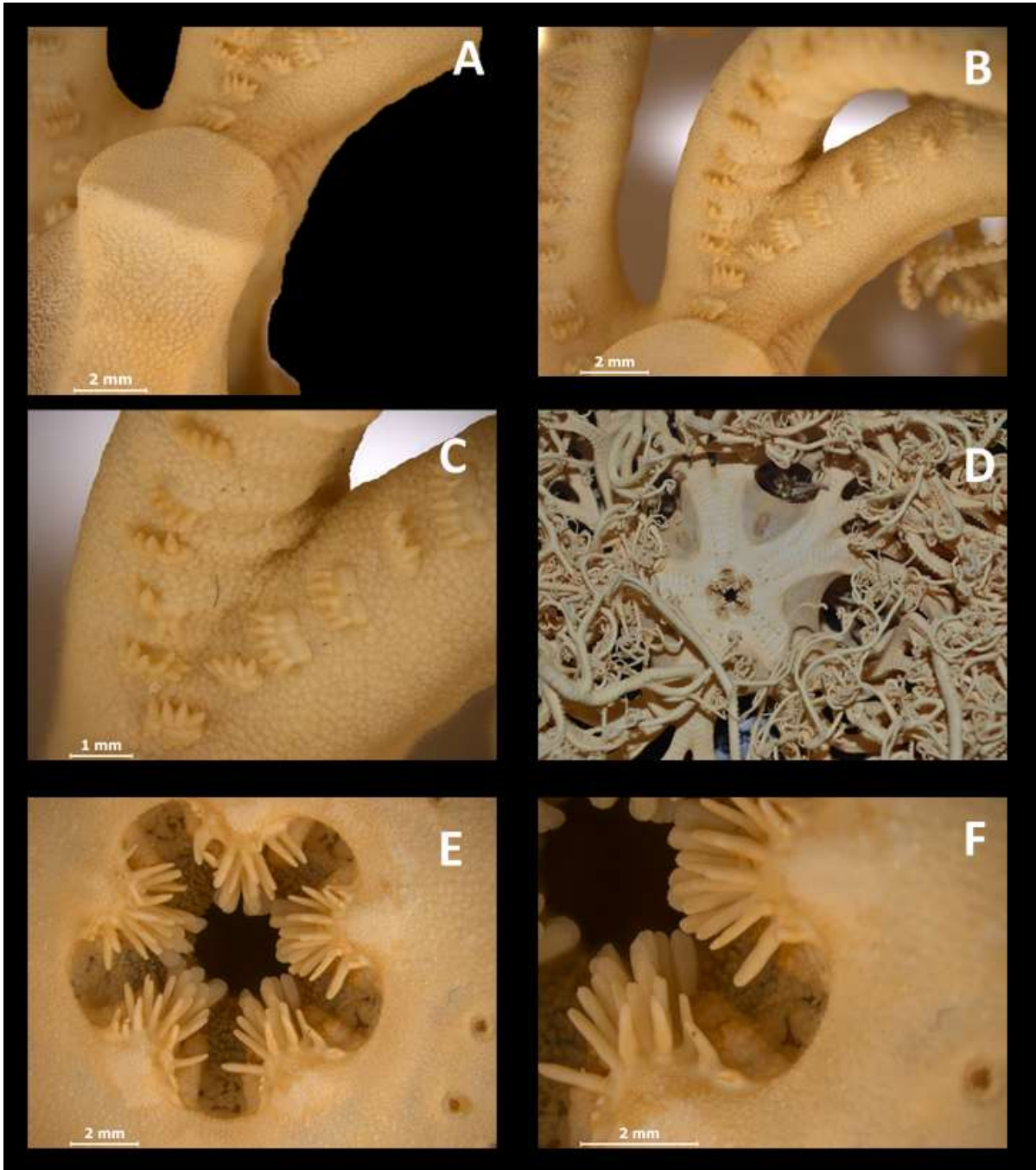
**Distribución batimétrica:** 4 a 183 m (Brusca, 1980).

**Material examinado:** dos ejemplares (Ver Anexo I, tabla 4).

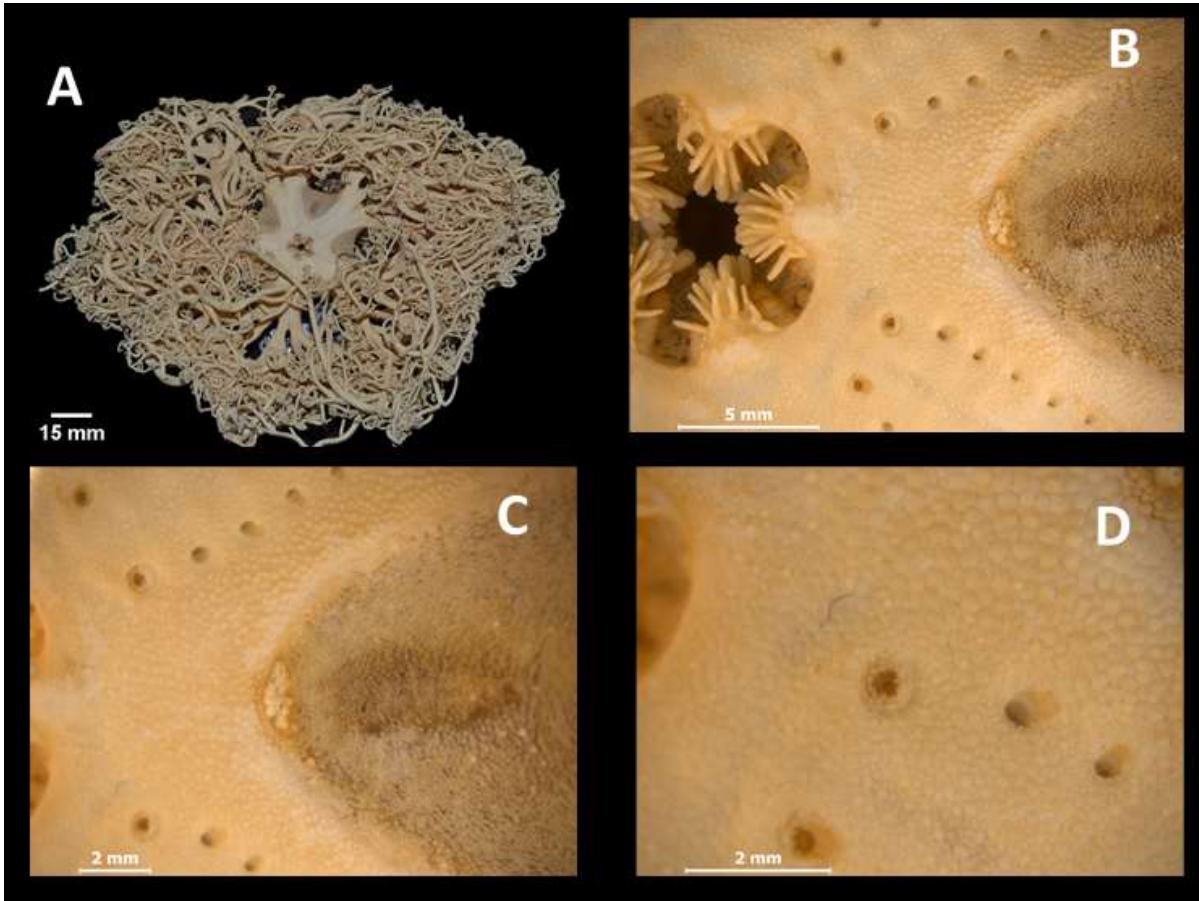


**Lámina 23.** *Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875). ICML-UNAM 9821. **A.** vista aboral. **B.** escudos radiales que no se unen en el centro del disco. **C.** escudos radiales e interrradio. **D.** piel lisa del interrradio. **E.** base del disco y base de los brazos. **F.** agrupaciones de espinas en los interrradios.

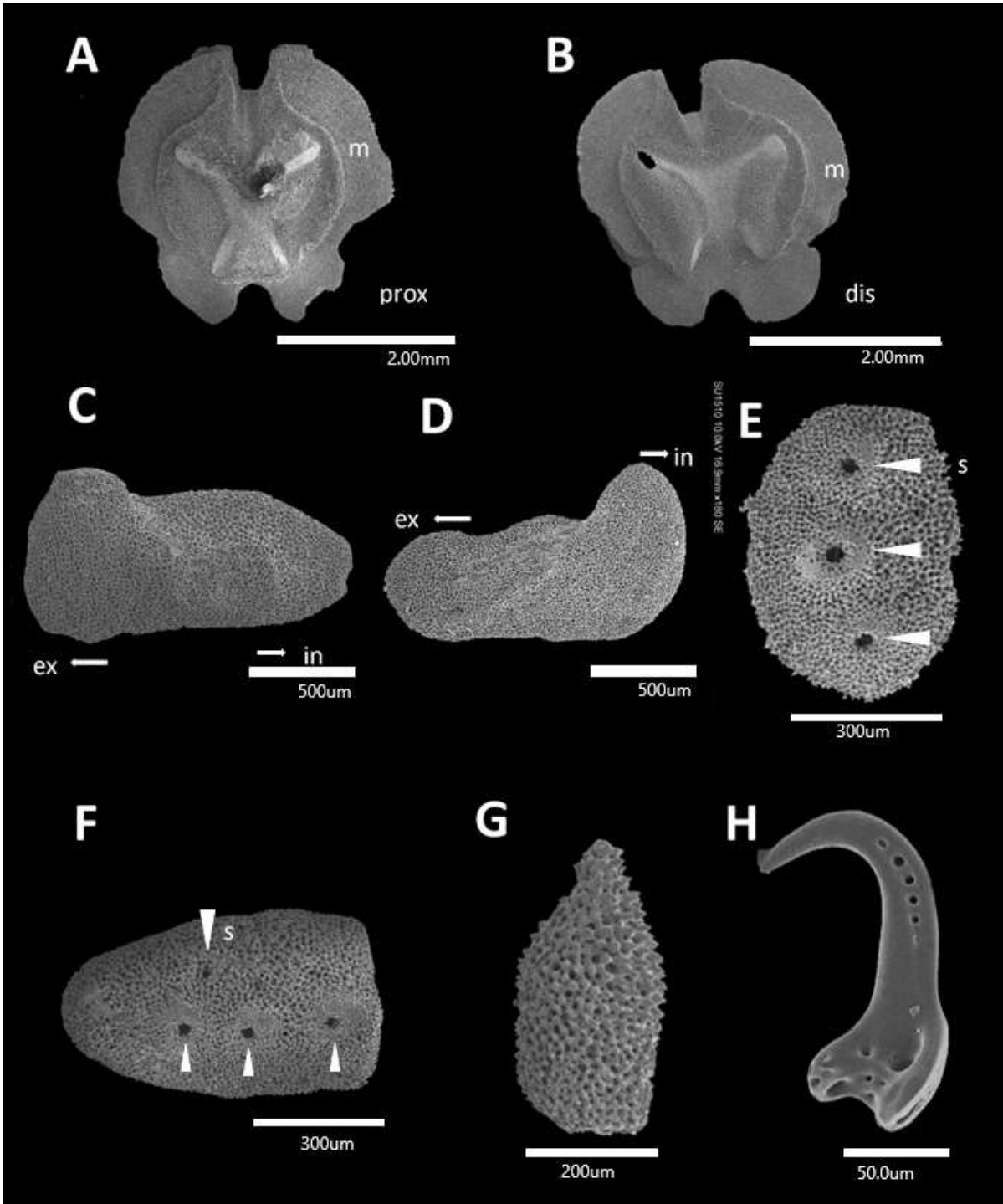




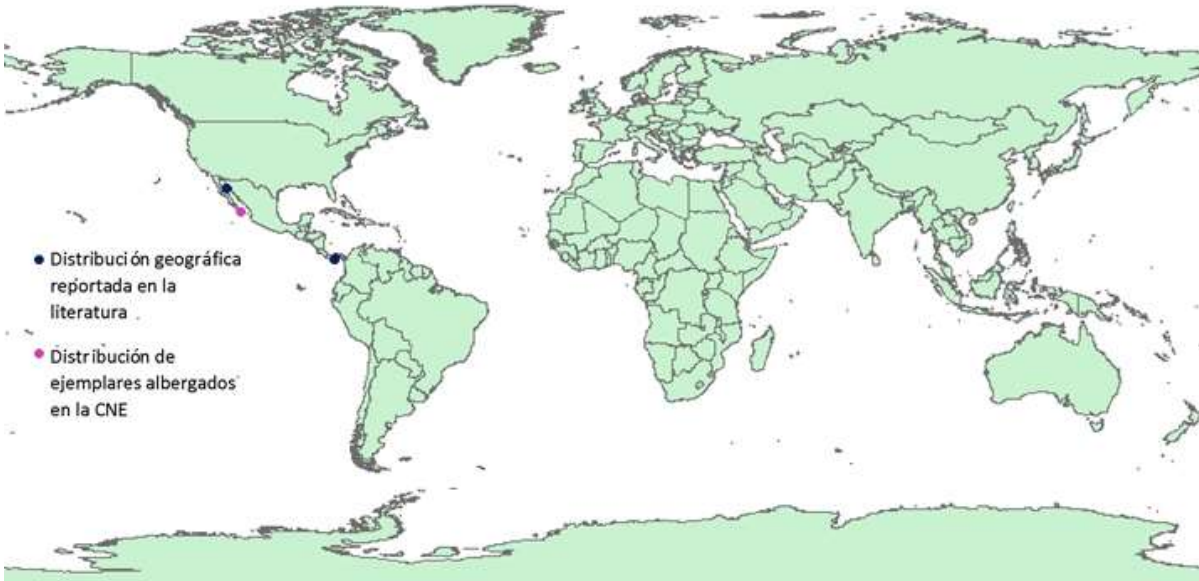
**Lámina 24.** *Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875). ICML-UNAM 9821. **A.** muesca en la base del escudo radial. **B.** brazos vista aboral. **C.** series de seis espinas en los brazos. **D.** vista oral. **E.** boca. **F.** dientes.



**Lámina 25.** *Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875). ICML-UNAM 9821. **A.** vista oral. **B.** boca, poros tentaculares y madreporita. **C.** madreporita. **D.** poros tentaculares prolongados hacia el interior del disco.



**Lámina 26.** Estructuras internas de *Astrocaaneum spinosum* (Lyman, 1875). ICML-UNAM 9821. **A.** vértebra vista proximal. **B.** vértebra vista distal. **C y D.** placas ventrales (C) vista externa (D) vista interna. **E-F.** placa dorsal. **G.** espinas. **H.** gancho encontrado a lo largo de todos los brazos. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina.



**Mapa 4.** Distribución geográfica de *Astrocaenum spinosum* (Lyman, 1875). Azul: Lyman, 1875; Maluf, 1988.

## **Género *Astrocyclus* Döderlein, 1911**

**Diagnosis (Modificada de Döderlein, 1911):** En el borde interior de cada interrradio se encuentra una madreporita. En el borde exterior del disco no está reforzado por un anillo de placas calcáreas. Los escudos radiales y los brazos muestran prominentes protuberancias transversales. Los brazos no están muy ramificados. El número de ramificaciones del brazo antes de la primera bifurcación suele ser mayor que el de la siguiente sección del brazo. Las papilas tentaculares son pequeñas y aparecen antes o inmediatamente después de la primera bifurcación. Los cinturones de ganchos no presentan punta secundaria en *A. caecilia*; las papilas tentaculares tienen forma de gancho, por lo tanto, presentan entre una o dos puntas secundarias. Las placas inferiores del brazo están visibles son pequeñas y simples.

### ***Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856)**

Láminas 27-29. Mapa 5.

*Asterophyton caecilia* Lütken, 1856: 18; Lyman, 1882: 258.

*Asterophyton krebsii*; Lütken, 1856: 388 (sinonimia actualizada por H. L. Clark, 1915).

*Astrophyton caecilia*; Verrill, 1899: 85.

*Astrocyclus caecilia*; Tommasi, 1970: 13; Gondim *et al.*, 2015: 2, fig. 1.

**Diagnosis (Modificada de Gondim *et al.*, 2015):** El disco está cubierto por una piel gruesa con manchas blancas en las áreas interradales y en los escudos radiales. En el margen distal de la región interradales dorsal del disco los osculos dermales con forma de placa forman tres grupos, uno central y rectangular o semi circular y dos laterales. Los escudos radiales son grandes (de aproximadamente la mitad del diámetro del disco) con forma de barra cubiertos de gránulos que forman hileras de anillos claros intercalados con áreas más oscuras. Estos anillos claros corresponden a granulos más grandes los cuales tienen dos hileras de ganchos. Algunas veces los anillos claros de la porción distal de los escudos radiales están extendidos haciendo contacto con el área de los escudos radiales. Presenta cinco brazos ramificados, la superficie dorsal y lateral de los brazos con placas abultadas y poseen ganchos. Las áreas entre las hileras de las placas con ganchos están

deprimidas. Cada placa con ganchos tiene dos hileras de numerosos ganchos microscópicos que tienen un diente terminal más largo.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 35.25 mm - 14.22 mm. Vista aboral: Los escudos radiales son cilíndricos y van del margen del disco hasta el centro, donde se reduce su tamaño, gránulos de distinto tamaño, en el centro del disco son más grandes y alargados; no presenta espinas ni tubérculos (Lám. 27, fig. B). Se puede apreciar que tanto los escudos radiales como los brazos están anillados (Lám. 27, figs. C-E). Los brazos más distales son delgados (Lám. 27, fig. F). Cuenta con cinco madreporitas, son alargadas, situadas en el ángulo interno de los espacios interradales orales (Lám. 28, fig. B). Papilas orales e infradentales presentan la misma forma que los dientes, espiniformes; las papilas orales se encuentran dispuestas en toda la periferia de la mandíbula y son más pequeñas (Lám. 28, fig. C). Vista oral; se pueden apreciar pequeños poros tentaculares, muy diminutos (Lám. 28, fig. B). Las hendiduras genitales son alargadas y se encuentran en los bordes del disco, cuenta con gránulos bien desarrollados. Los brazos están cubiertos por gránulos que van formando protuberancias, anillos que rodean al brazo. Papilas tentaculares pequeñas en número de tres o cuatro, parte oral de los brazos; en el extremo de los brazos se muestran numerosos ganchos (Lám. 28, fig. E-F).

Vértebras redondas y cortas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 29, figs. A-B), de aproximadamente 5 mm de longitud y 5 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas, vista externa (Lám. 29 figs. C-D) presenta placas dorsales ovaladas con laterales puntiagudas y cuadradas con seis articulaciones de espinas (SA), por sus siglas en inglés) respectivamente (Lám. 29, figs. D-E). *A. caecilia* presenta ganchos simples (Lám. 29, fig. F) distribuidos desde los brazos proximales al disco hasta las ramificaciones más distales.

**Material tipo:** Hipotipo YPM IZ 002256 EC.

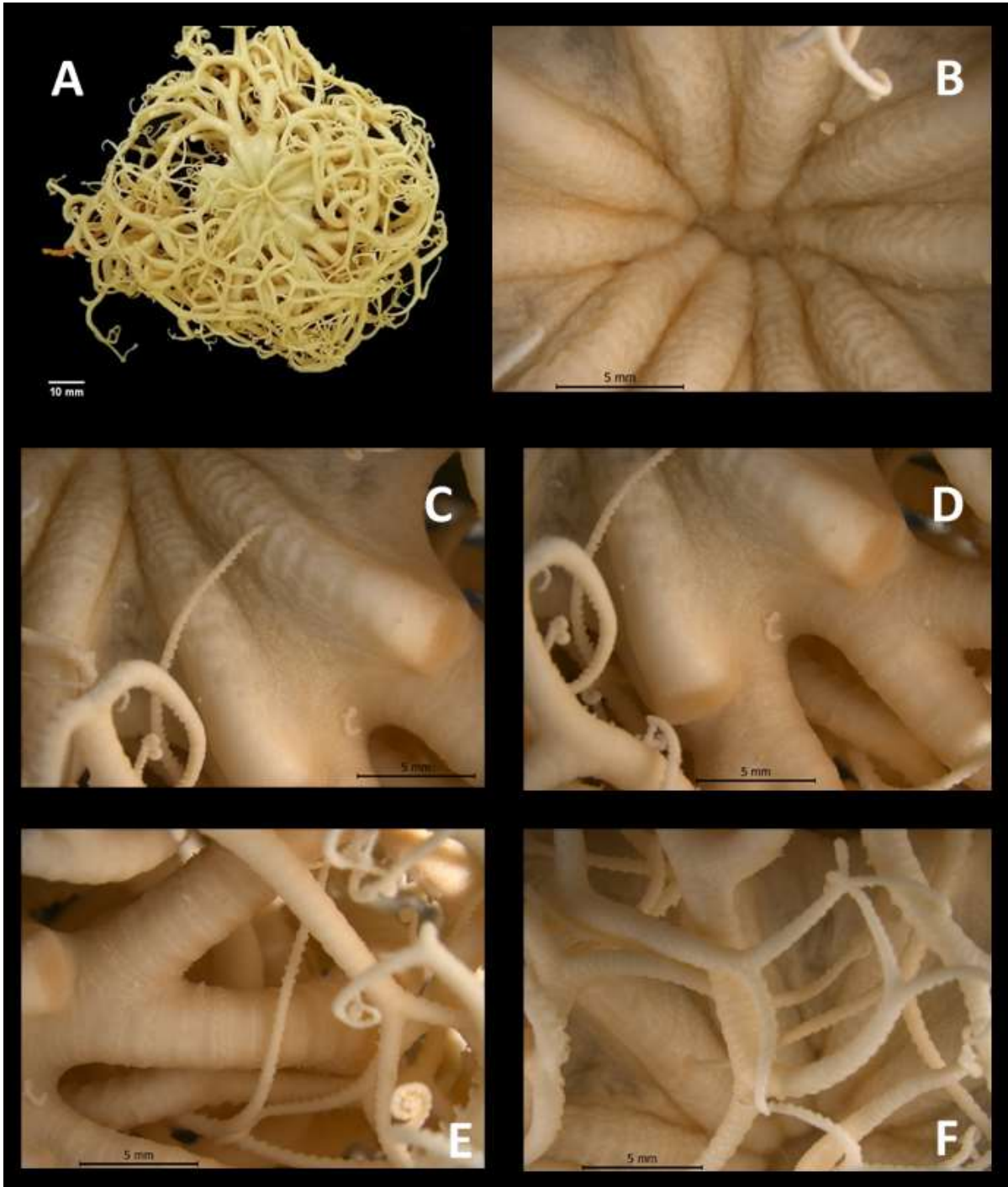
**Localidad tipo:** Antillas (Tommasi, 1970).

**Distribución geográfica:** Golfo de México, Brasil.

**Distribución batimétrica:** De 91 a 365 m (Lütken, 1856; Verrill, 1899).

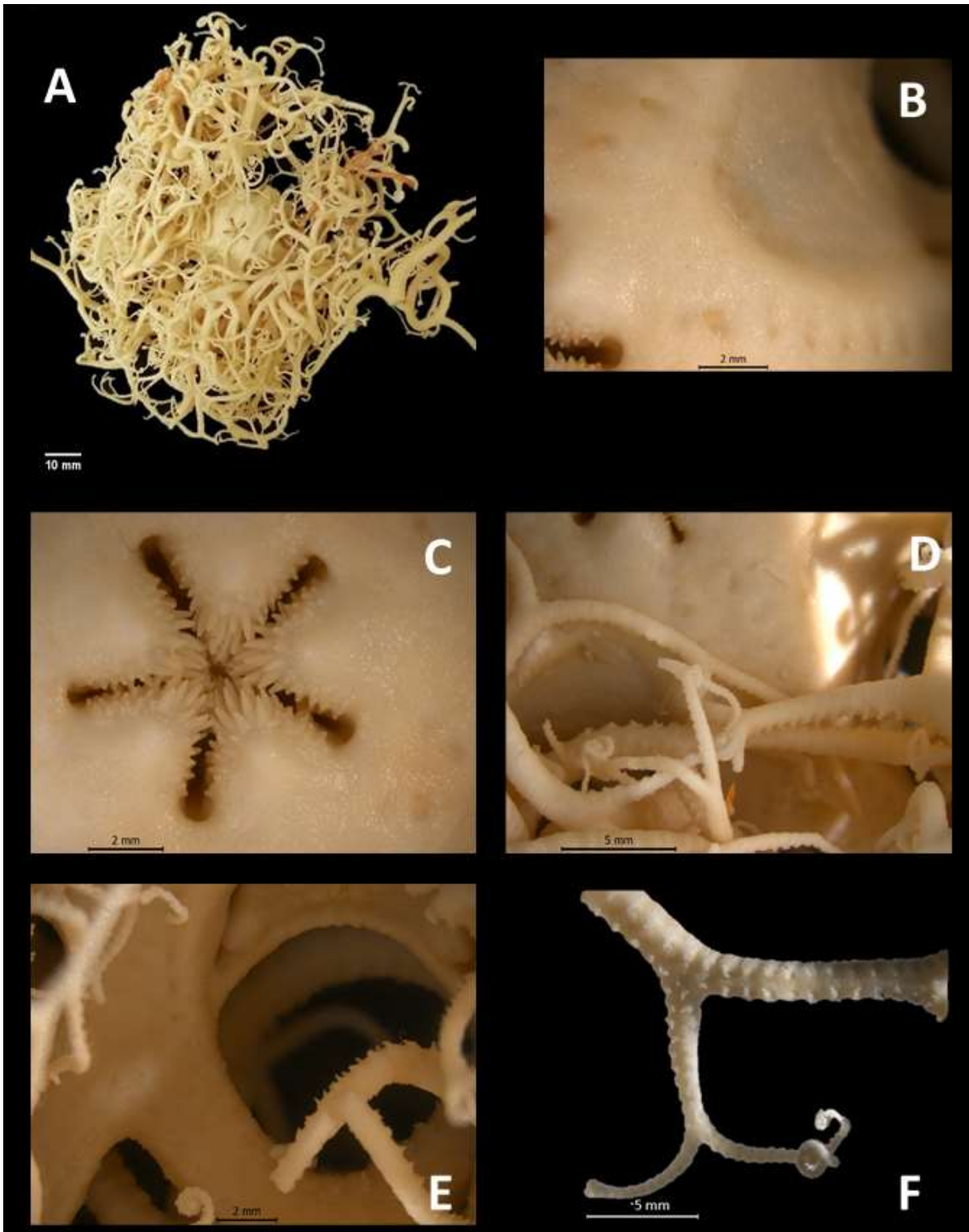
**Material examinado:** 2 ejemplares (Ver anexo I, tabla 5).

**Comentarios:** se tiene reportada *Astrophyton caecilia* como nombre original de la especie; al revisar la literatura original (Lütken, 1856) se encontró un error, ya que el nombre original y correcto es *Asterophyton caecilia*, recomiendo corregir ese error en las sinonimias. Se presentó una variación en un organismo con un diámetro de disco de 14.22 mm, presentando los anillos en los escudos radiales casi visibles al igual que en los brazos.

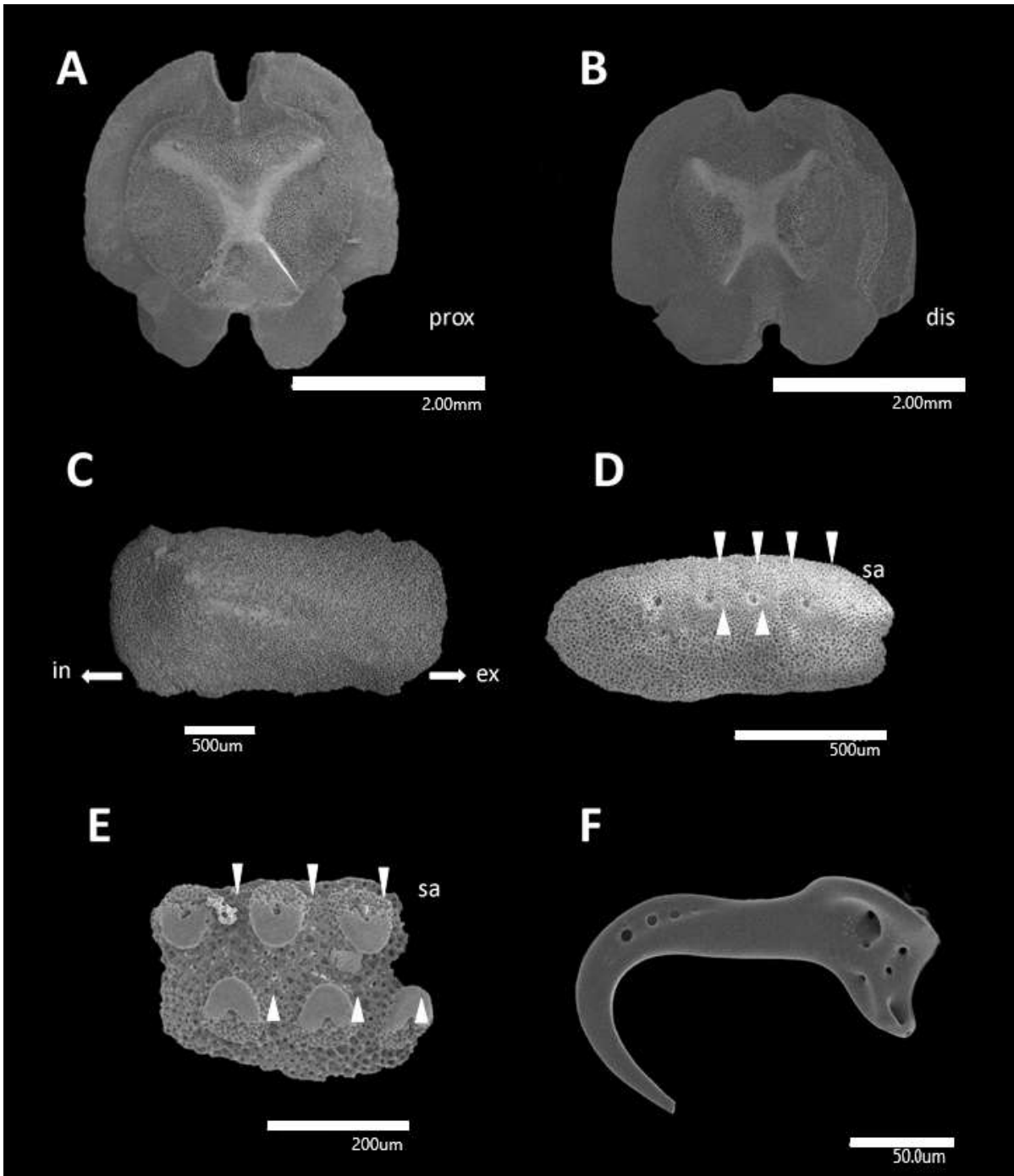


**Lámina 27.** *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856). ICML-UNAM **A.** vista aboral. **B.** escudos radiales no se unen al centro del disco. **C.** escudos radiales, con bandas que los rodean. **D.** base del escudo radial con muesca. **E.** brazo proximal al disco. **F.** brazos distales al disco, delgados aparentando hilos.

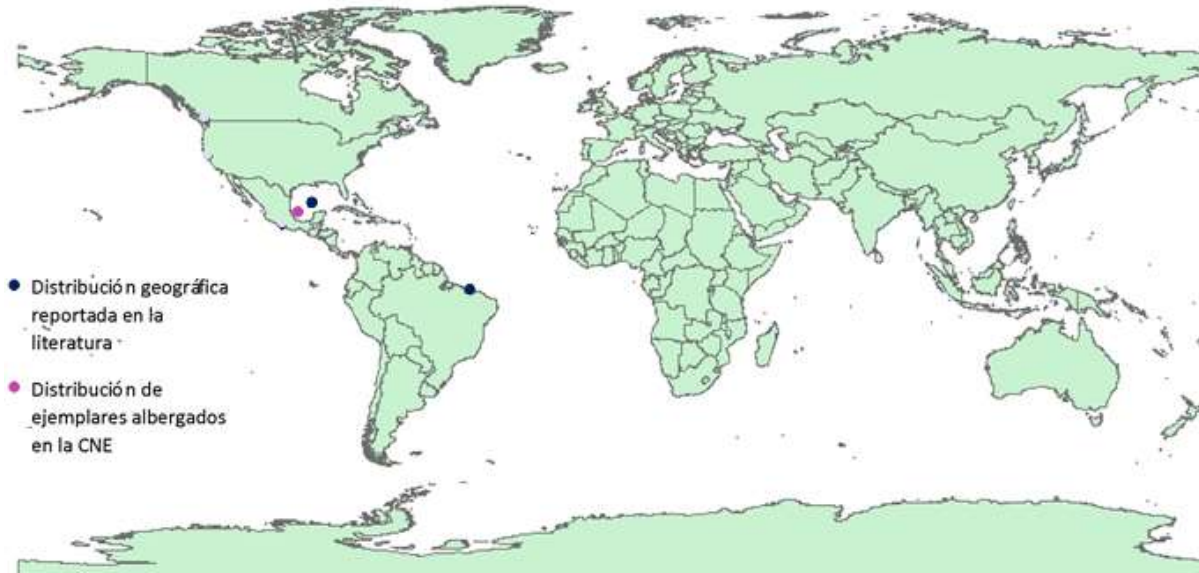




**Lámina 28.** *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856). ICML-UNAM **A.** vista oral. **B.** todo el disco oral presenta una piel lisa. **C.** boca. **D.** ramificaciones distales. **E.** brazos distales con espinas en la parte oral. **F.** espinas del brazo.



**Lámina 29.** *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856). ICML-UNAM 3.184.1. **A.** vértebra vista proximal. **B.** vértebra vista distal. **C.** placa ventral, vista interna. **D-E.** placas dorsales. **F.** gancho distribuido a lo largo de los brazos. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina.



**Mapa 5.** Distribución geográfica de *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856). Azúl: Tommasi, 1970.

## **Género *Astrodictyum* Döderlein, 1927**

**Diagnosis (Modificada de Döderlein, 1927):** Disco y brazos con protuberancias o espinas gruesas. No presenta anillos en la placa periférica del disco. Cinco madreporitas. Brazos bifurcados en dos ramificaciones iguales aproximadamente en la quinta horquilla. La ramificación principal interna y externa de los brazos están ligeramente extendidas (disco de 40 mm de diámetro aproximadamente, 150 mm de largo aproximadamente y 20 bifurcaciones consecutivas), las ramificaciones distales son delgadas, en forma de hilo, y las ramificaciones laterales son cónicas, la primera sección del brazo, antes de la primera bifurcación, usualmente con más extremidades que la segunda. La mayoría de las secciones de los brazos tienen de diez a once extremidades, el número de bifurcaciones no es consecutivo. Las papilas tentaculares se encuentran a lo largo de los brazos de forma uniforme, son diminutas y comienzan en cierta distancia del disco, no antes de la tercera o cuarta bifurcación. El gancho de tentáculo y los ganchos no presentan una punta lateral.

### ***Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867)**

Láminas 27-30. Mapa 6.

*Astrophyton panamense* Verrill, 1867: 251.

*Gorgonocephalus panamensis*, H. L. Clark, 1910: 342.

*Astrocaneum panamense*, Döderlein, 1911: 95.

**Diagnosis (Modificada de Verrill, 1867):** El organismo más grande que se analizó tiene aproximadamente 33 cm de diámetro en total. Los brazos son irregulares en sus divisiones externas, algunos de los brazos principales se dividen 19 o 20 veces, y la porción terminal es pequeña y delgada. Toda la superficie oral y aboral está cubierta por granulaciones ásperas, que son redondas y uniformes en los escudos radiales y la parte superior de los brazos, pero aplanados y más grandes en la parte inferior de los brazos, especialmente en la base; en los interradios los gránulos están más separados, redondos y de diferentes tamaños. Los diez escudos radiales son largos y estrechos (3 cm de largo) elevados y prominentes, fuertemente arqueados, que se extienden al centro, agrandándose gradualmente hacia el

exterior casi terminando el disco, que es truncado, dejando una cicatriz transversa. La superficie aboral es ligeramente convexa y no tienen presencia de espinas o tubérculos, que se granulen de manera uniforme y gruesa. Los brazos están redondeados en la parte aboral, con un ligero surco longitudinal a lo largo del centro; las articulaciones están claramente marcadas por líneas transversales que no tienen gránulos; debajo de ellos están planos y tienen, también, una ligera depresión central, y están cubiertos con gránulos muy juntos. Presentan de dos o tres poros tentaculares que se distinguen por ser cortos, comienza en la tercera o cuarta bifurcación; presentan ganchos muy pequeños, visible solo en las ramificaciones terminales. Presentan ocho dientes fuertes, de punta roma, que disminuyen en tamaño hacia fuera y se mezclan con las papilas dentales que son irregulares en número; la boca presenta tres papilas bucales pequeñas, seis u ocho en cada lado, por lo que los dientes se encuentran rodeados de éstas, dejando las esquinas de la boca completamente desprovistas de ellos; los más alejados de los dientes son mucho más pequeños; las madreporitas son prominentes, transversalmente elípticas, dos veces más largas que anchas, situadas en el borde de los espacios interradales. Los ángulos que se proyectan de la boca y un espacio en la parte inferior de los brazos dentro del disco y rodeando los espacios interradales están cubiertos de granulaciones gruesas y redondas como aquellas de la superficie aboral. El espacio alrededor de la boca y que conecta con el área media de los brazos esta granulada como la parte inferior de los brazos. Su color estando en alcohol es de un ocre oscuro y cuando está en seco es café amarillo.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 27.46 - 60.09 mm. Vista aboral: presencia de diez escudos radiales que resaltan a simple vista, son de color claro, son altos y se van estrechando de afuera hacia adentro estos se arquean y se extienden en el centro casi uniéndose. En el borde de los escudos radiales se observa una muesca transversal (Lám. 30, figs. B y E); la piel de los escudos radiales está formado por placas calcáreas redondas, presentan líneas transversales con espinas en todos los escudos radiales, en los interradales la piel es lisa de un color obscuro, aunque presenta manchones y líneas de piel con placas calcáreas redondas y series de algunas espinas (Lám. 30, figs. C-D). Los brazos

presentan cinturones de ganchos en toda su extensión, la piel de los brazos es de placas calcáreas redondas, a partir de la segunda bifurcación de los brazos hasta las ramificaciones más distales se puede observar una pequeña protuberancia que se encuentra en la piel (Lám. 30, fig. F). Las ramificaciones de los brazos comienzan desde la base del disco, en la primera ramificación el brazo se divide en dos, en la segunda ramificación cada mitad de un brazo se vuelve a dividir en dos, por lo que se puede contar que el organismo tiene 10 brazos. Vista oral: la boca se encuentra situada en medio del disco (Lám. 31, fig. A), dientes acomodados en hileras, los dientes más profundos son de una forma lengüetada y en el borde presenta pequeñas ondulaciones, los dientes que se encuentran en la periferia de la boca son largos y delgados, la punta es curva (Lám. 31, fig. B). Las dos papilas infradentales son anchas y prominentes, papilas orales difíciles de distinguir (Lám. 31, fig. B). Dos poros tentaculares por placa oral, son prominentes, semejan un tubo (Lám. 31, fig. C). Cada uno de las cinco madreporitas se encuentran en el ángulo interior de los espacios interradales (Lám. 31, fig. D), estos espacios presenta una piel lisa, oscura con pequeñas manchas blancas, y se pueden encontrar fuera del borde fijo, en este borde se puede observar que es de un color claro formado por una piel con escamas imbricadas (Lám. 31, fig. E); en la parte interna del disco del tronco principal de los brazos la primera bifurcación se da antes de la periferia del disco, la base de los brazos en esta parte oral es muy ancha (Lám. 32, fig. B). Los poros tentaculares se pueden apreciar a la altura de las madreporitas, dentro del borde fijo de los brazos, los poros tentaculares van disminuyendo en tamaño conforme se acercan a la base de los brazos (Lám. 31, fig. C). Las papilas tentaculares aparecen desde la base de los brazos, en la parte oral, y a partir de la segunda ramificación en los laterales de los brazos se observan pequeñas espinas en grupos de tres (Lám. 32, figs. B-D).

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 33, figs. A-B), de aproximadamente 4 mm de longitud y 5 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas (vista externa) (Lám. 33, fig. D) presenta placas dorsales rectangulares con los bordes curvos con dos y siete articulaciones de espinas, respectivamente (SA, por sus siglas en inglés) (Lám. 33, figs. C-E) donde se

incertan pequeñas espinas que se encuentran a lo largo de todos los brazos (Lám. 33, fig. F). Presenta ganchos simples, la proyección del gancho en los brazos proximales al disco es corta (Lám. 33, fig. H) y los ganchos que se encuentran en la parte distal presentan una proyección del gancho más alargada y curva (Lám. 33, fig. G).

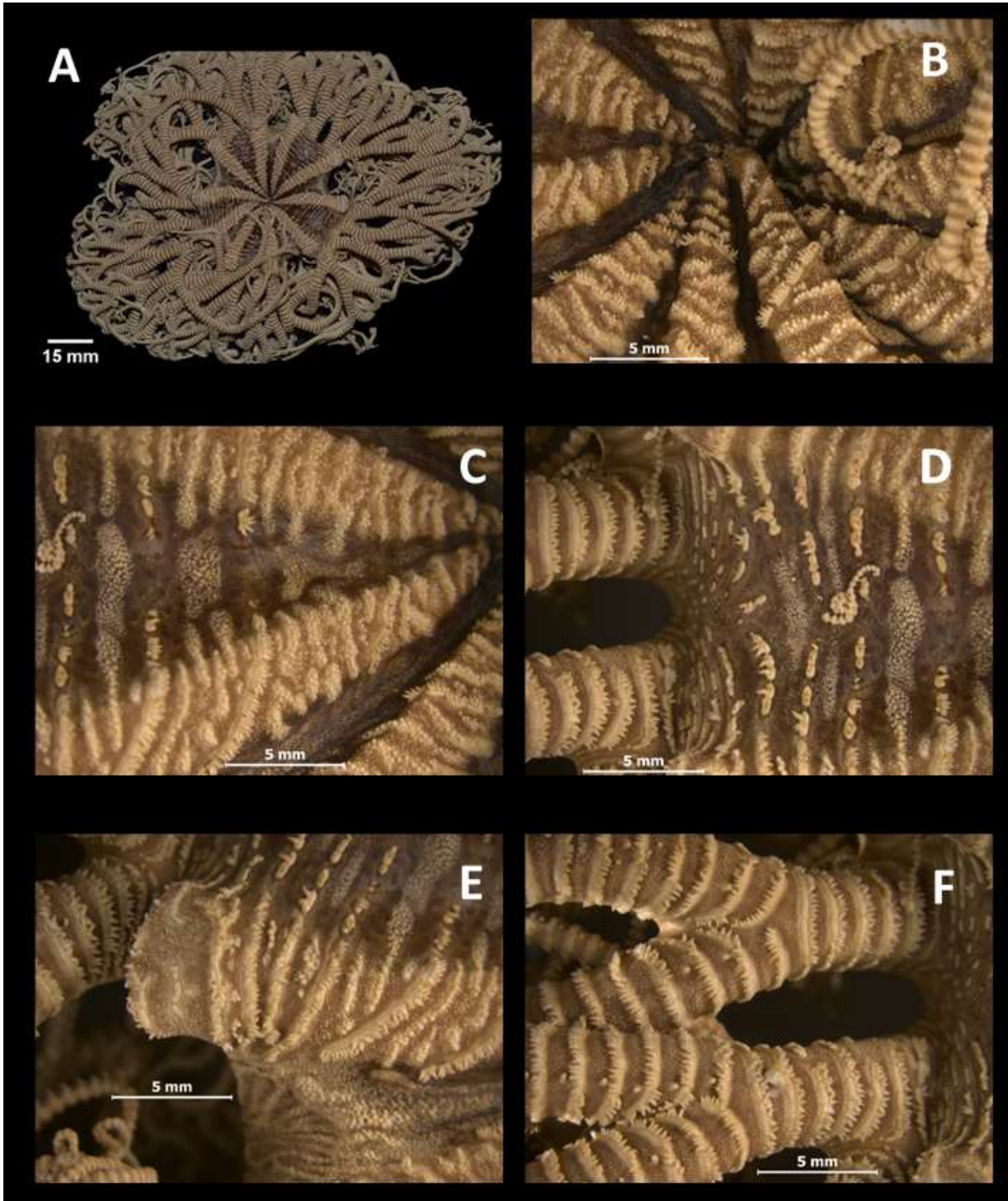
**Material tipo:** Sintipo MCZ OPH-2949.

**Localidad tipo:** Panamá (Doderlein, 1911).

**Distribución geográfica:** Desde La Paz, Baja California, México hasta Zorritos, Perú (Verrill, 1867).

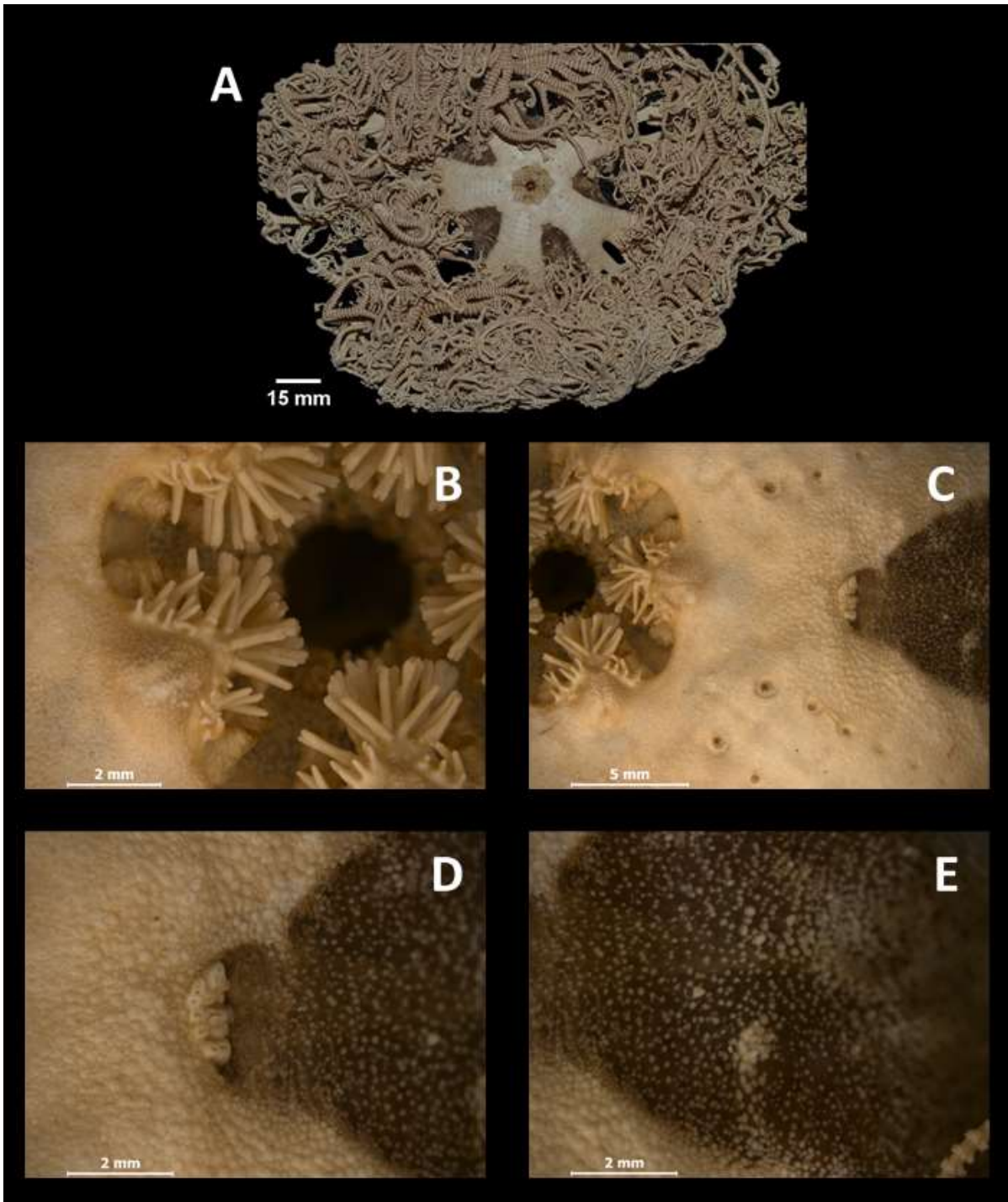
**Distribución batimétrica:** No registrada.

**Material examinado:** 17 ejemplares (Ver anexo I, tabla 6).

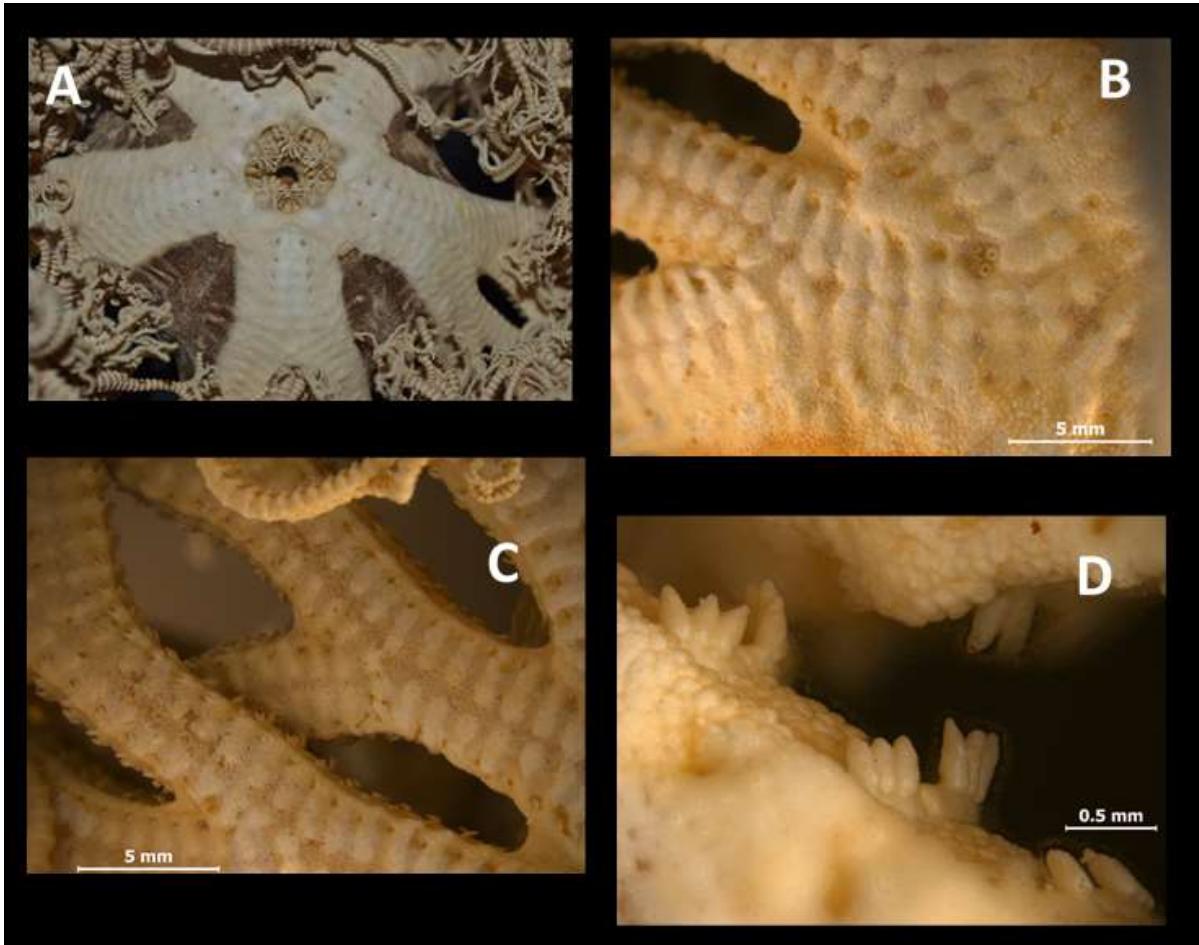


**Lámina 30.** *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867). ICML-UNAM 9822. **A.** vista aboral. **B.** centro del disco, los escudos radiales se unen. **C.** escudos radiales e interrradio. **D.** piel lisa del interrradio con placas calcáreas redondas y series de espinas. **E.** base del escudo radial con una muesca transversal. **F.** base de la ramificación.

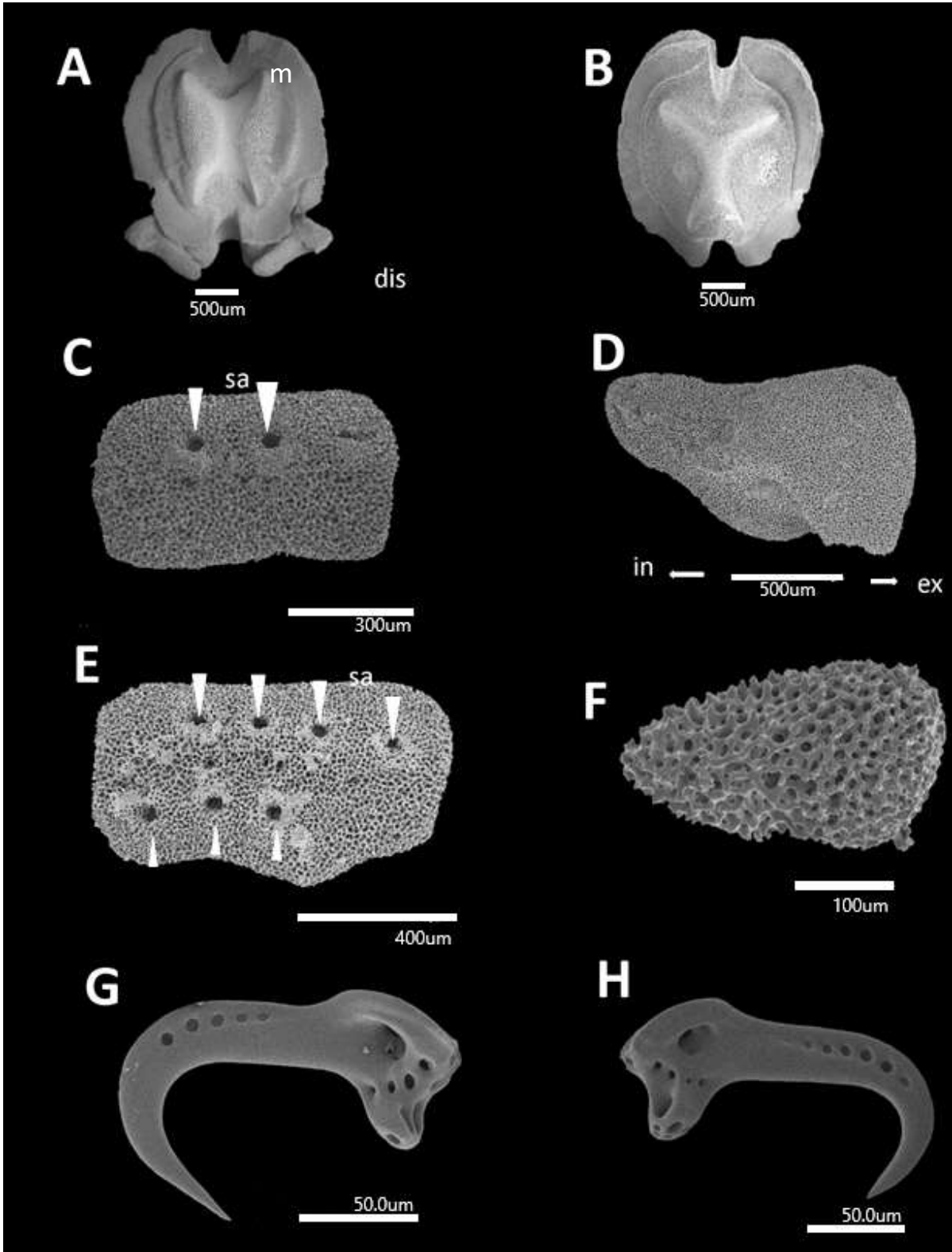




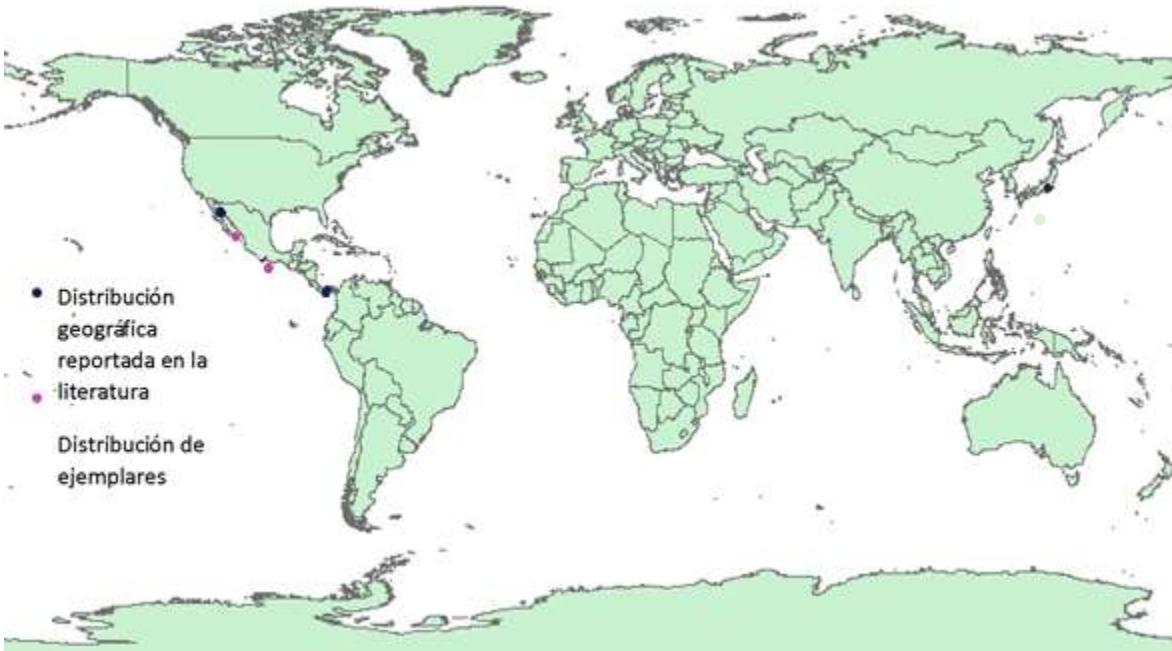
**Lámina 31.** *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867). ICML-UNAM 9822. A. vista oral. B. boca. C. poros tentaculares que se prolongan hacia el interior del disco. D. madreporita. E. piel del espacio interbraquial.



**Lámina 32.** *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867). ICML-UNAM 9822. A. vista oral. B. escases de los poros tentaculares en la parte oral de los brazos distales al disco. C. espinas en los bordes de los brazos. D. paquete de tres espinas del borde del brazo.



**Lámina 33.** Estructuras internas de *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867). ICML-UNAM 9822. **A.** vértebra con placas ventrales, vista distal. **B.** vértebra vista proximal. **C.** vértebra vista distal. **D y F.** placas dorsales encontradas en la parte (D) proximal al disco, (F) distal. **E.** placa ventral. **H.** gancho. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina.



Mapa 6. Distribución geográfica de *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867). Verrill, 1867; Döderlein, 1911.

## ***Astrodictyum n. sp.***

Láminas 34-36.

**Diagnosis:** Organismos con un diámetro de disco entre 9.0 - 61.32 mm. Vista aboral: presencia de diez escudos radiales altos, anchos en la periferia del disco y se van adelgazando hacia el centro, la piel de los escudos radiales está formada por pequeñas escamas calcáreas redondas, encima de estas hay agrupaciones de gránulos redondos y protuberantes (Lám. 34, fig. B), en la parte distal de los escudos radiales presenta una muesca y granulaciones (Lám. 34, fig. C) en los interradios se pueden apreciar piel lisa con pequeños gránulos más oscuros, sin embargo, las agrupaciones que se encuentran en los escudos radiales se pueden extender a los interradios (Lám. 34, fig. B). En la base de los brazos proximales al disco, presentan una granulación de escamas redondas, formando una hilera transversal al brazo presentando de dos a tres gránulos unidos, a su vez que están separados por líneas de escamas color café oscuro (Lám. 34, figs. D-E), conforme se va avanzando hasta llegar a los brazos más distales, las líneas de escamas oscuras que separan los grupos de dos o tres gránulos, se van volviendo de un color más claro hasta llegar a la tonalidad de las escamas de la piel (Lám. 34, fig. F). Vista oral: Boca de seis a nueve papilas bucales pequeñas y puntiagudas, dientes acomodados en hileras, los inferiores tienen forma de lengüeta, los superiores son largos y puntiagudos (Lám. 33, figs. B-C). Cinco madreporitas localizadas en los interradios orales (Lám. 33, fig. D). Poros tentaculares muy cerca de la boca que se extienden a lo largo de los brazos ventrales (Lám. 33, fig. B). Interradios con una piel oscura, encima presenta escamas circulares dispersas y poco agrupadas de un color crema (Lám. 33, fig. D); la primera ramificación del brazo se genera desde el disco, las papilas tentaculares aparecen inmediatamente después de la segunda bifurcación y presenta entre dos a tres espinas (Lám. 33, figs. E-F), en los brazos distales las papilas tentaculares disminuyen a dos y en la parte dorsal del brazo presentan cinturones de ganchos. Los organismos con un diámetro entre 20-9 mm presentan escudos radiales definidos con escamas muy pequeñas y redondas, los gránulos se concentran a los laterales de los escudos radiales, también cuenta con dos a tres grupos de gránulos encima de ellos;



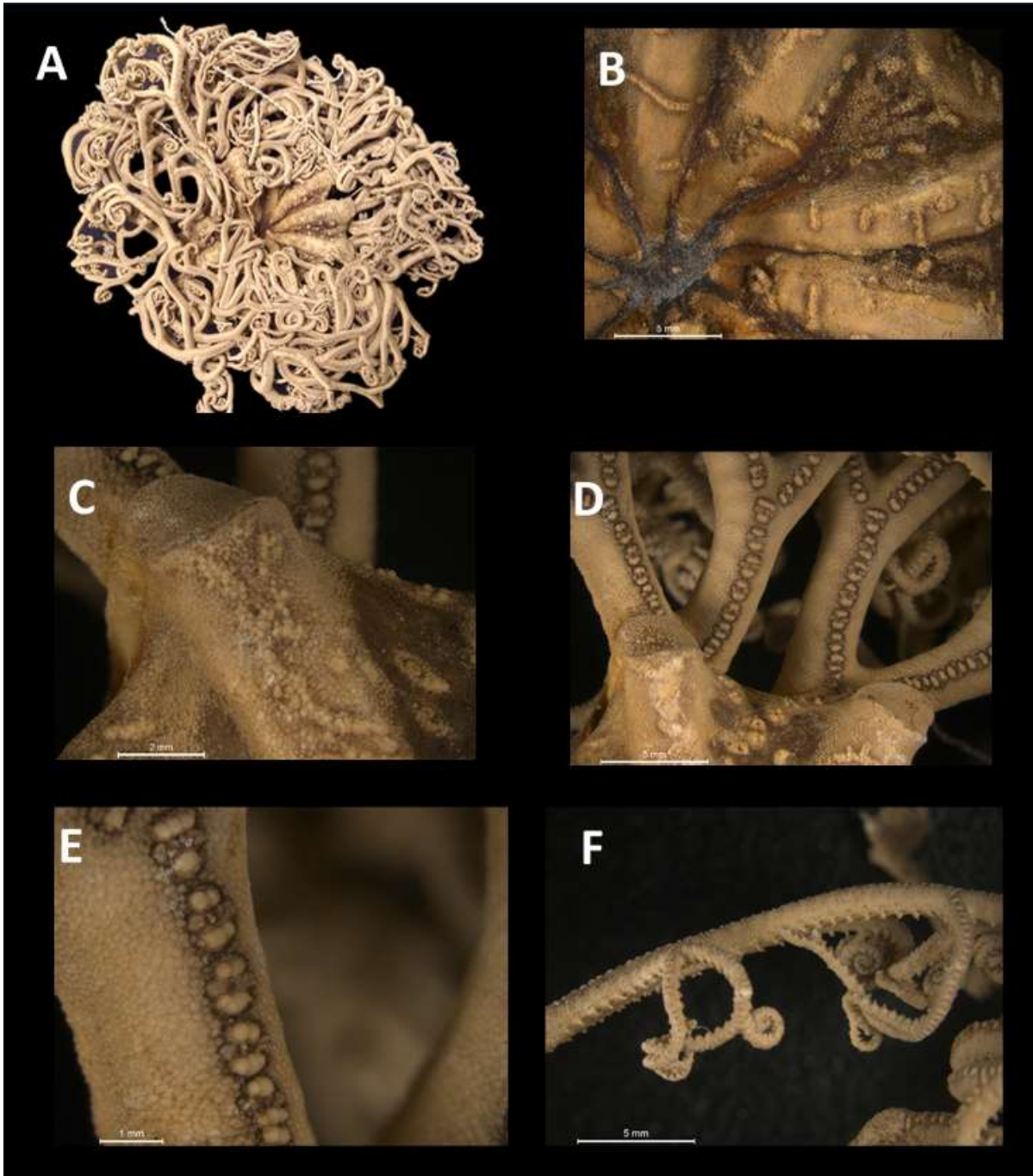
interradios de color café oscuro. Todo el brazo presenta granulaciones muy pequeñas, en la parte dorsal del brazo se observa una hilera transversal, pero contiene dos gránulos separados por las escamas de un color café opaco. Poros tentaculares muy pequeños, las papilas tentaculares empiezan desde la primera bifurcación y presentan dos espinas así hasta los brazos distales (Lám. 32, fig. B y E); presencia de ganchos en la parte dorsal del brazo a partir de la cuarta ramificación, en las ramificaciones más distales (últimas tres) presentan cinturones de ganchos.

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 36, figs. A-B), de aproximadamente 4 mm de longitud y 5 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa (Lám. 36, figs. D) placas dorsales cuadradas con los bordes redondeados con tres articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) (Lám. 36, fig. C) donde se postran pequeñas espinas que se encuentran a lo largo de todos los brazos, las formas son diferentes (Lám. 36, figs. E-G). *A. caecilia* presenta ganchos simples (Lám. 36, figs. H-I) distribuidos desde los brazos proximales al disco hasta las ramificaciones más distales.

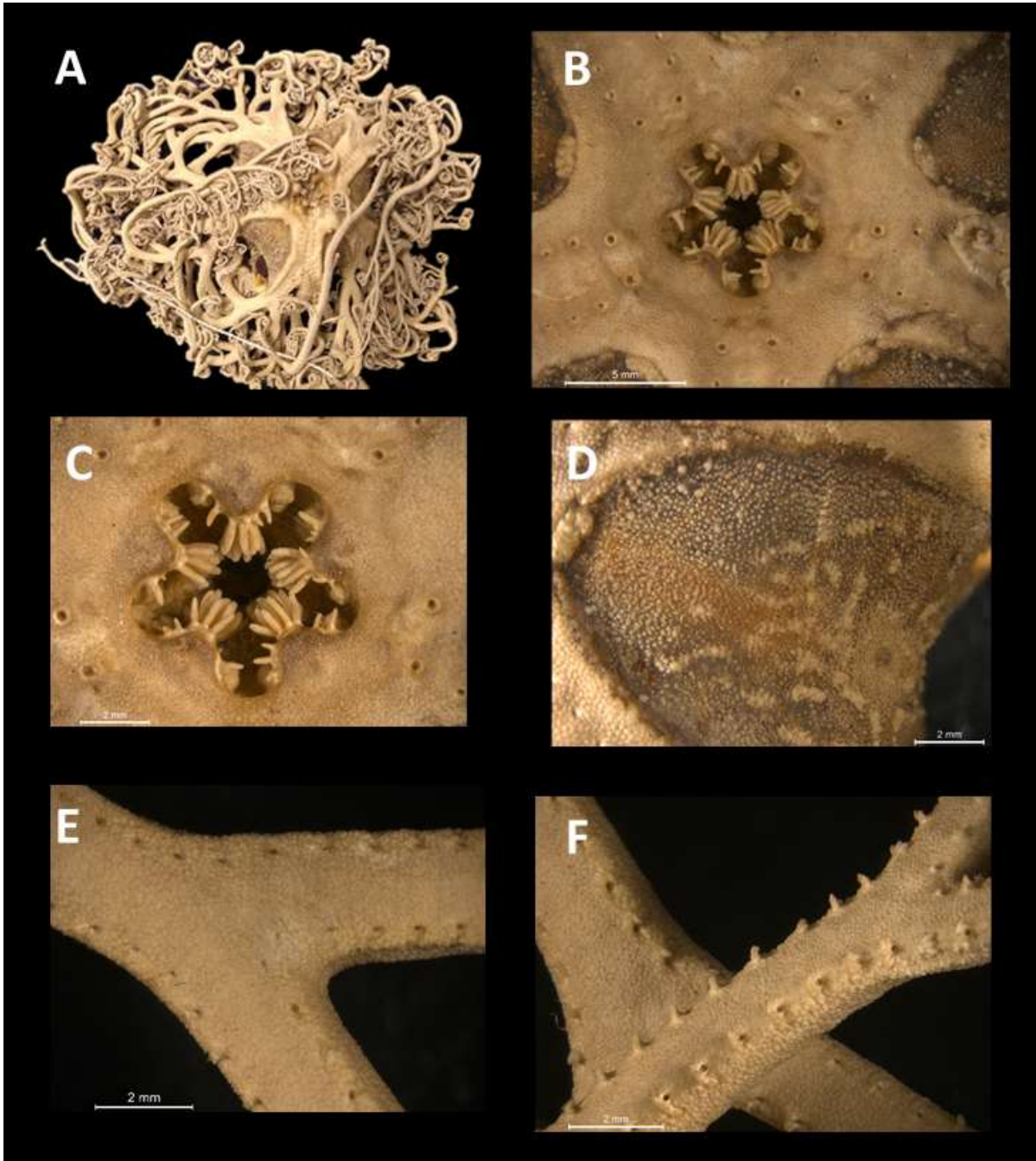
**Distribución geográfica:** Golfo de Baja California.

**Distribución batimétrica:** De 15 a 215 m.

**Material examinado:** 193 ejemplares (ver anexo I, tabla 8).

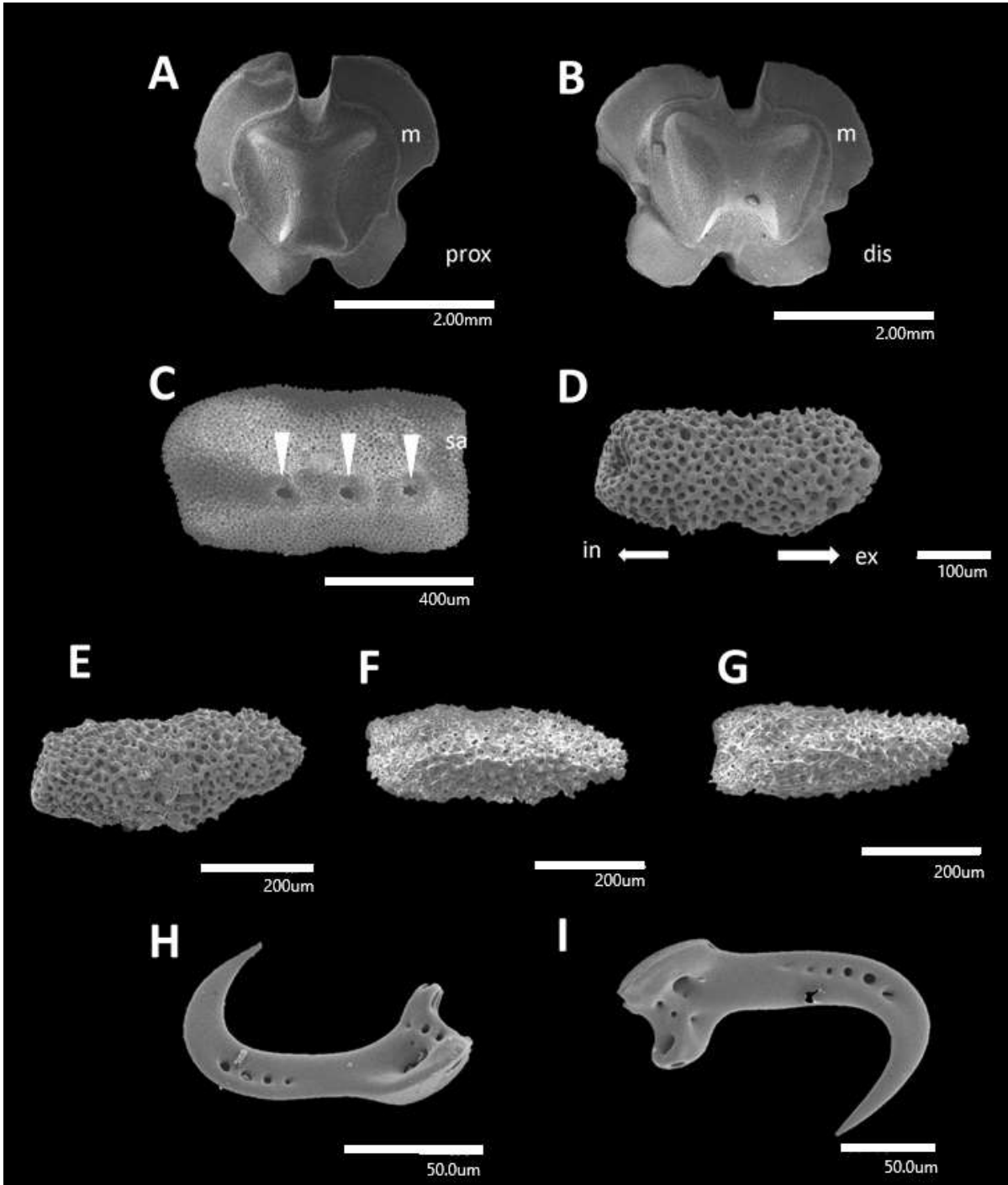


**Lámina 34.** *Astrodictyum* n. sp. ICML-UNAM 3.36.2. **A.** vista aboral. **B.** escudos radiales que no se conectan en el centro del disco. **C.** final del escudo radial con una muesca, piel lisa con tubérculos formando agrupaciones. **D.** primera bifurcación del brazo **E.** a lo largo de todos los brazos presentan una hilera de tubérculos. **F.** brazos distales, con cinturones de ganchos.

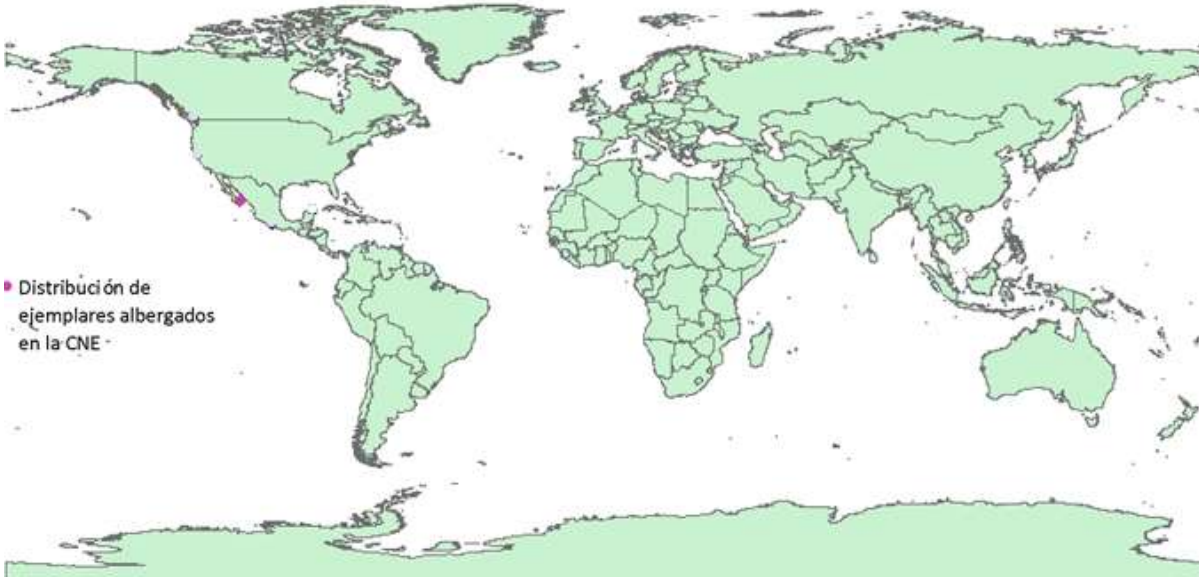


**Lámina 35.** *Astrodictyum* n. sp. ICML-UNAM 3.36.2. **A.** vista oral. **B.** boca y poros tentaculados. **C.** boca con dientes lenguetados y papilas orales espiniformes. **D.** madreporita y espacios interradales. **E.** papilas tentaculares sin espinas. **F.** espinas tentaculares.





**Lámina 36.** Estructuras internas de *Astrodictyum* n. sp. ICML-UNAM 3.36.2. **A.** vértebra. **B.** vértebra. **C.** placa dorsal. **D.** placa ventral. **E-G.** espinas encontradas a lo largo del brazo. **H-I.** ganchos encontrados a lo largo de los brazos. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina.



Mapa 7. Distribución geográfica de *Astrodictyum n. sp.*

### **Género *Astrogomphus* Lyman, 1869**

**Diagnosis (Modificada de Lyman, 1869):** Disco con diez escudos radiales estrechos y bajos, que llegan casi al centro, y la base presenta numerosas espinas. Brazos simples. La piel de los brazos y el disco está cubierta por un mosaico de gránulos pequeños; las uniones de los brazos de estos organismos se distinguen por crestas, cada una de las cuales consta de un cinturón o de gránulos, algunos de ellos con ganchos diminutos. Las espinas de los brazos tienen una forma de muñón espinoso, dispuestos en grupos justo por encima de los poros tentaculares. Dientes: papilas dentales y papilas bucales similares y espiniformes. Dos hendiduras genitales en cada espacio interr radial.

*Astrogomphus* posee el armado simple de *Astrophyton*, en la distinción de su disco, y en las características de la superficie de sus brazos, se parecen un poco a *Trichaster*, mientras que su dentición es bastante parecida a la de *Astroporpa*.

### ***Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869)**

Láminas 37-39, mapa 8.

***Astrogomphus vallatus*** Lyman, 1869: 350; Durán-González, 2005: 59.

**Diagnosis (Modificada de Lyman, 1869):** Toda la parte superior del disco está llena de espinas cortas y gruesas, dispuestas en filas concéntricas; debajo de la superficie de la piel hay granos lisos y planos. Diámetro del disco de 17 mm. Ancho del brazo en la base del disco 3.5 mm; altura del brazo 3 mm. Papila dentales similares entre sí, cortas, afiladas y gruesas; papilas bucales aproximadamente diez en cada lado de la mandíbula, dispuestas en dos filas irregulares, una encima de la otra; alrededor de 12 papilas dispuestas en pares irregulares a lo largo de la punta de la mandíbula, las más largas son de 0.8 mm; las papilas, tanto de la boca como de los dientes, son espiniformes, afiladas, redondeadas y perfectamente lisas. Brazos altos y redondeados en la zona aboral y aplanados en la zona oral; se dividen por depresiones en cada ramificación, excepto en la superficie oral, que es lisa, y está uniformemente cubierta por pequeños granos planos, que se ven como un mosaico rugoso. Cada una de las ramificaciones está cubierta por un cinturón de

cuatro hileras de granos. Cada depresión entre las ramificaciones está cubierta con dos o tres filas transversales de granos más o menos aplanados, similar a los granos lisos de las articulaciones elevadas. Zona aboral, cubierta por un mosaico de granos lisos y planos, del cual surgen una gran cantidad de puntas cortas, romas, afiladas y muy gruesas, las más largas (0.8 mm) están dispuestas en aproximadamente siete círculos concéntricos, más o menos distintos, que se confunden en el centro del disco, donde hay un espacio de unos 3 mm de diámetro, desde cuya periferia surgen los diez escudos radiales, que son muy estrechos, aunque algo más anchos sobre la base de los brazos; sobre estos escudos corren los círculos de las espinas, dándoles una apariencia áspera y espinosa. Los espacios interradales orales tienen una apariencia sorprendentemente suave, aunque realmente están cubiertos con granos diminutos, redondeados y aplanados de varios tamaños. Entre las bases de los brazos, debajo, y conectando los primeros grupos de espinas de los brazos, corre una pequeña cerca de tres filas irregulares de espinas pequeñas y abarrotadas, más romas y redondeadas que las del disco superior. Justo afuera de una de estas cercas se encuentra la madreporita, que es pequeña y alargada, y tiene alrededor de una docena de poros grandes dispuestos en una fila irregular. La zona alrededor de la boca es bastante plana y lisa, de modo que el animal, visto desde abajo, presenta patrones regulares; en el centro la boca es estrellada y áspera con espinas; fuera de esto, una región lisa de cinco lados, que se prolonga en cada brazo; se agrupan cinco espinas de cada lado, que separa la región de la boca de los espacios interradales, y se prolonga por los manojos de espinas a lo largo del costado de la superficie inferior de cada brazo; en la parte externa está el espacio interradial liso, donde las hendiduras genitales se extienden desde el borde del disco (marcado por un margen de espinas) aproximadamente dos tercios del camino hacia la agrupación de espinas en la zona interradial. Espinas del brazo iguales, redondeadas, un poco dobladas, contrayéndose repentinamente al final, donde llevan un montón de cuatro o cinco espinas; están dispuestos uno al lado del otro, en grupos cercanos, en el ángulo formado por la superficie inferior y el costado del brazo; longitud del más largo, 1.2 mm. El primer poro tentacular tiene una pequeña espina simple; el

segundo tiene cuatro espinas espinosas; el tercero, y varios más allá, cinco espinas; hacia el final del brazo disminuye a tres, dos y uno. Cerca de la punta, donde solo hay dos espinas, estas tienen ganchos en sus extremos, y al final solo hay una espina, y es como un gancho que está soportado por gránulos. Color en alcohol, gris amarillo.

**Descripción:** Organismo con un diámetro de disco de 14.87 mm. Vista aboral: escudos radiales muy delgados y poco protuberantes, tanto los escudos como los interradios están cubiertos por una granulación densa que se extiende hasta la base del brazo (Lám. 37, figs. C-D). Es un organismo pequeño por lo que el disco no está elevado o curvado, es plano. Los brazos presentan una piel con escamas calcáreas redondas, la ramificación de los brazos es simple, es decir solo presenta cinco brazos, los brazos más distales al disco no son tan delgados (Lám. 37, figs. B y D). Las hendiduras genitales son pequeñas y están cerca de la base de los brazos (Lám. 38, fig. G). Vista oral: la boca se encuentra en medio del disco, los dientes son largos y puntiagudos, la piel del disco es igual al de los brazos, presenta placas calcáreas redondas (Lám. 38, fig. F), desde la base de los brazos se ven cuatro espinas acomodadas en doble hilera en todo el brazo en la parte oral, las ramificaciones más distales presentan pares de espinas (Lám. 38, figs. G-H).

Vértebras casi redondas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 36, figs. A-B), de aproximadamente 4 mm de longitud y 4 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa e interna (Lám. 39, figs. C-D) placas dorsales cuadradas con los bordes redondeados con más de 13 articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) (Lám. 39, fig. E) donde se postran pequeñas espinas que se encuentran a lo largo de todos los brazos, las formas son diferentes (Lám. 39, figs. F-J), las espinas que se encontraban en la parte proximal al disco presentaban de uno a dos dientes secundarios (Lám. 39, figs. F y G) y las espinas que se encuentran en la parte media de los brazos presentaban de tres a seis dientes secundarios (Lám. 39, figs. H-J), sin embargo los brazos distales presentaban ganchos largos y con tres o cuatro dientes secundarios (Lám. 39, figs. K-L) (ST, por sus siglas en inglés).



**Material tipo:** Holotipo MCZ OPH 2794.

**Localidad tipo:** No registrada

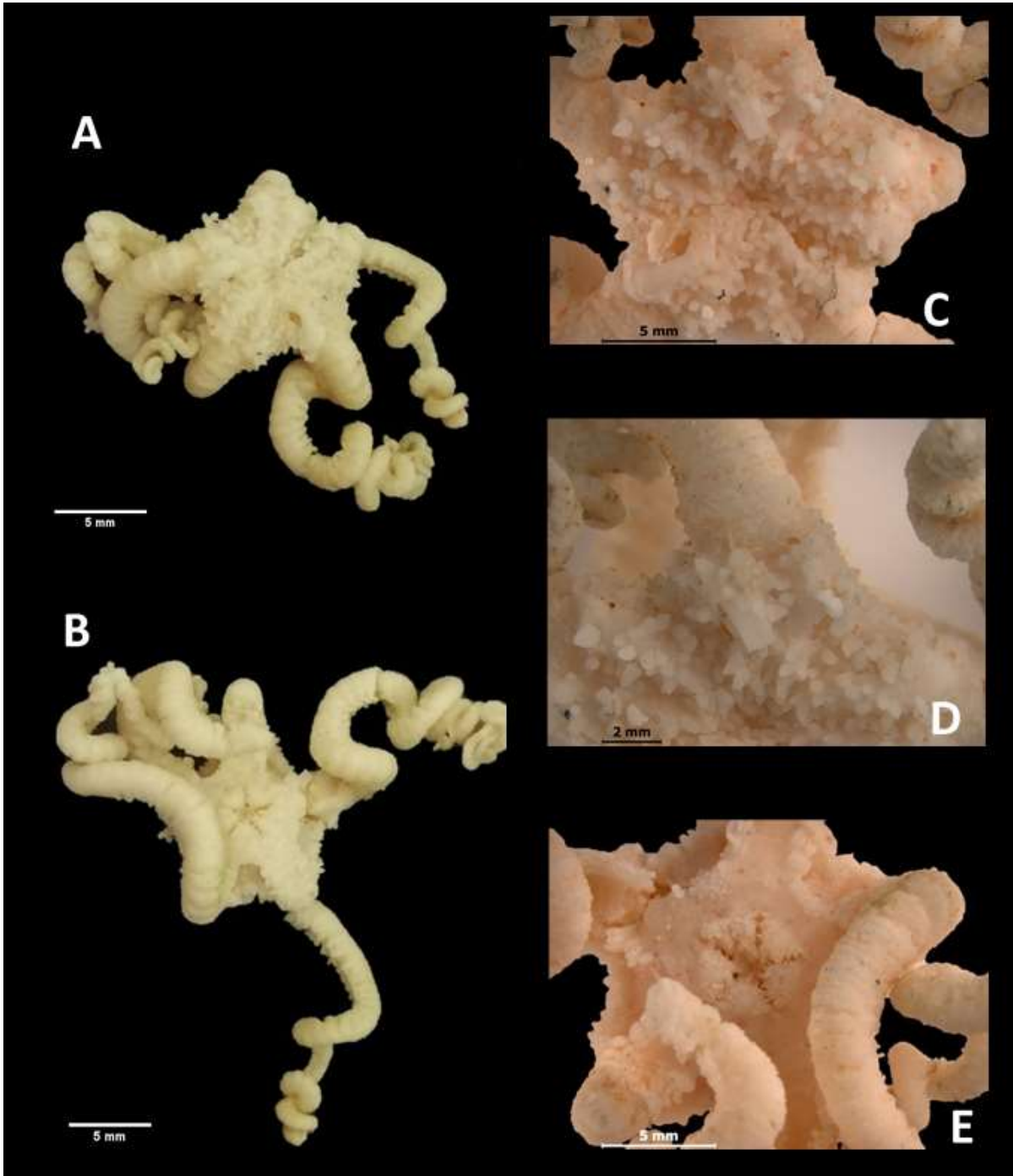
**Distribución geográfica:** Golfo de México (Lyman, 1869).

**Distribución batimétrica:** De 172 a 218m (Lyman, 1869).

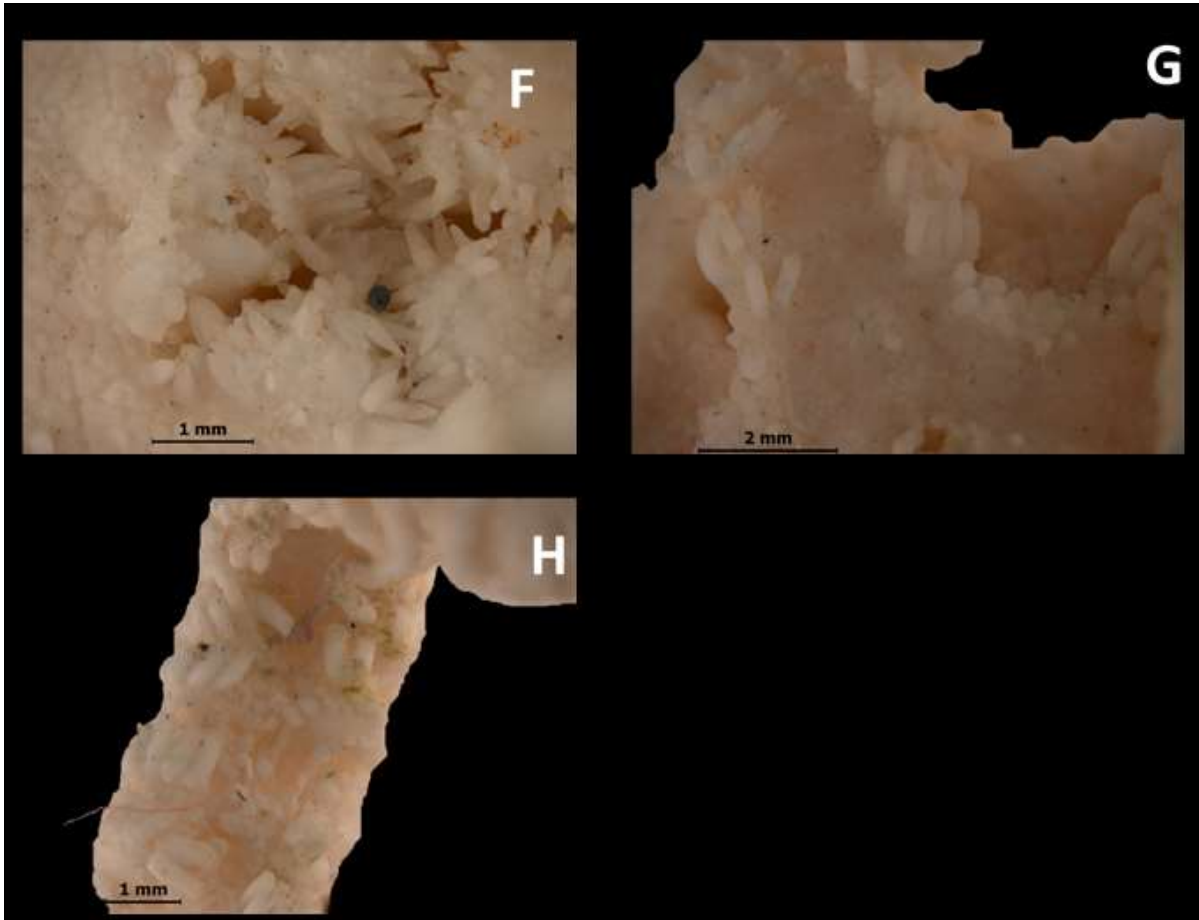
**Material examinado:** 1 organismo (Ver anexo I, tabla 8).

**Comentarios:** al no existir diferencias morfológicas entre las dos especies del género *Astrogomphus*, se propone la sinonimia de *Astrogomphus rudis* con *Astrogomphus vallatus*.



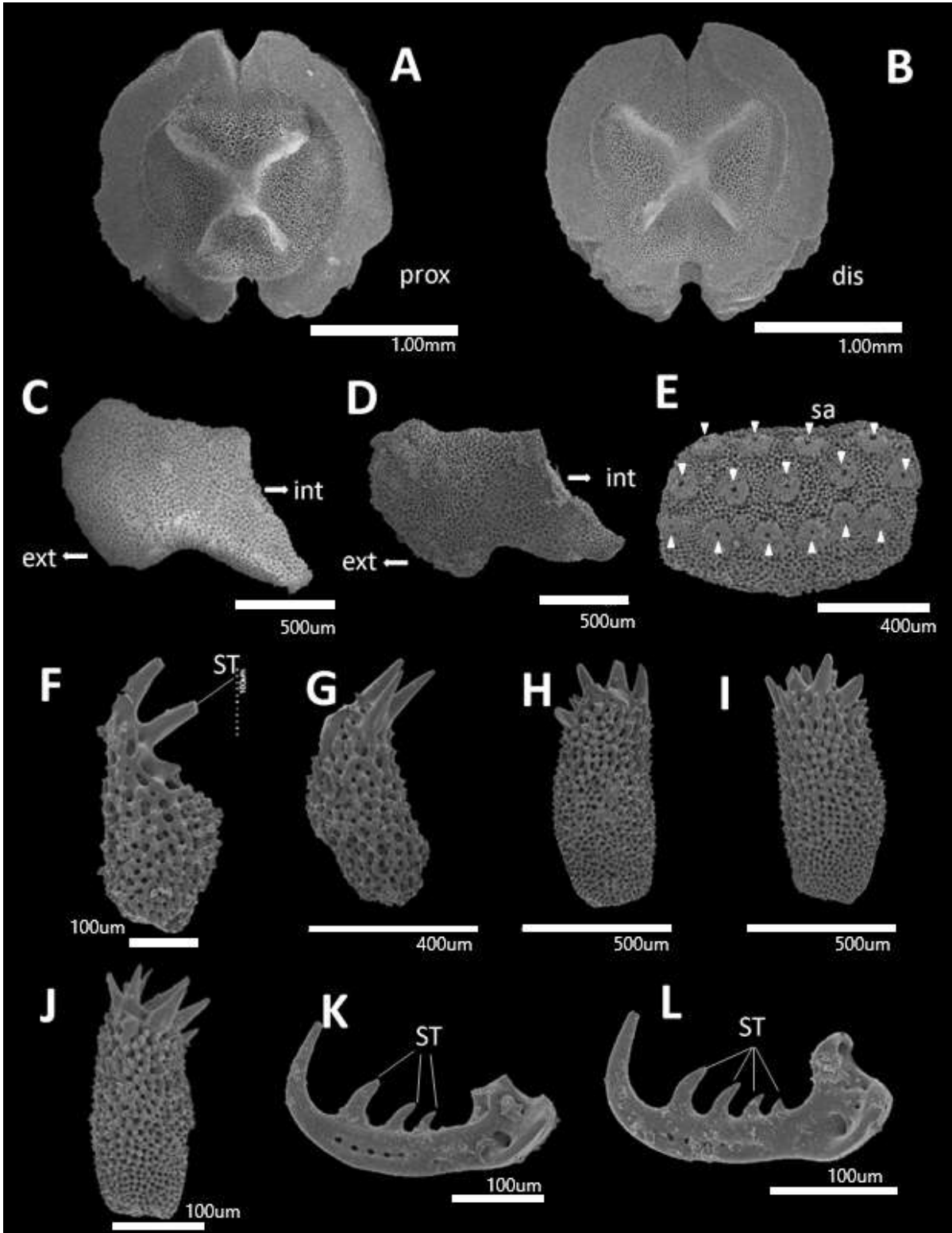


**Lámina 37.** *Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 3.165.0. **A.** vista aboral. **B.** vista oral. **C.** detalle del disco, vista aboral. **D.** base de brazo y periferia del disco. **E.** parte oral.

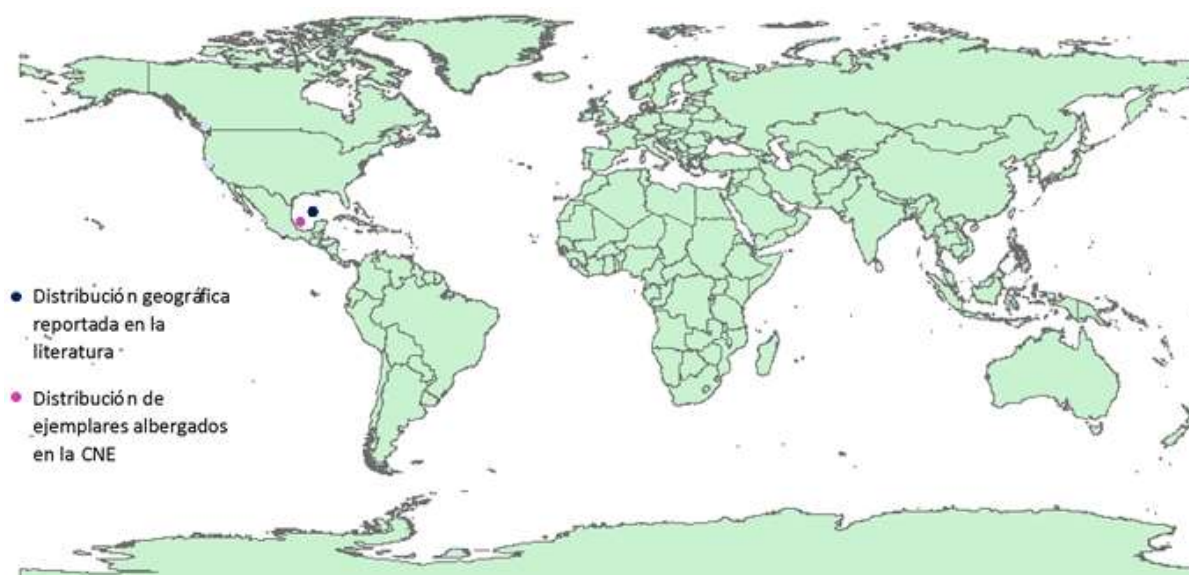


**Lámina 38.** *Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 3.165.0. **F.** detalle de la boca. **G.** espinas dispuestas desde el interior del disco. **H.** pares de espinas a lo largo de los brazos.





**Lámina 39.** Estructuras internas de *Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869). ICML-UNAM 3.165.0. **A-B.** vértebras. **C-D.** placas ventrales. **E.** placa dorsal. **F-J.** espinas de los brazos. **K-L.** ganchos encontrados en la parte media distal de los brazos. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo; sa, articulación de espina; ST, dientes secundarios.



**Mapa 8.** Distribución geográfica de *Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869). Azul: Lyman, 1869.



## **Género *Astrophyton* Fleming, 1828**

**Diagnosis (Modificada de Fleming, 1828):** Disco dorsal expuesto, no presenta filamentos articulados; cinco brazos divididos dicotómicamente, con espinas simples. En la base de cada escudo radial y en la parte oral del disco, hay una apertura semilunar.

### ***Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816)**

Láminas 40-42, mapa 9.

*Euryale muricatum* Lamarck 1816: 538.

*Astrophyton arborescens*, Müller y Troschel, 1842: 124

*Astrophyton muricatum*, Müller y Troschel, 1842: 122; Döderlein, 1911: 7, 18, 53, 108, fig. 1; Döderlein, 1927: 24, 25; Gondim, 2015: 3.

**Diagnosis (Modificada de Müller y Troschel, 1842):** Los escudos radiales presentan una granulación fina con espinas cónicas que presentan una punta cortada. La parte aboral de los brazos no presentan tubérculos ni espinas. El lado oral del disco se caracteriza por que las bases de los brazos son anchas; la suma de todos los brazos se encuentra conectada en un arco, en el lado oral del disco y esta densamente granulada. La madreporita se encuentra entre esa curva y la parte membranosa del disco. La granulación del lado oral de los brazos se caracteriza por una granulación muy fina, y poco abundante en los interradios orales. La granulación de los brazos es extremadamente fina y densa, que cubren todo el brazo. Los gránulos son planos, sin brillo y, por lo tanto, los brazos se sienten lisos. Las primeras divisiones del brazo no presentan papilas tentaculares, solo las ramificaciones más delgadas llevan dos o tres papilas cortas.

**Descripción:** Organismos con un diámetro de disco entre 36.13 - 80.43 mm. Vista aboral: disco con diez escudos radiales altos y prominentes, en la parte baja del escudo radial presenta espinas largas y puntiagudas (Lám. 40, fig. C), posteriormente se encuentran espinas cilíndricas con forma de espiral en la parte superior (Lám. 40, fig. B). Tanto los escudos radiales como los interradios presentan



escamas muy finas y redondas (Lám. 40, fig. D). En la base de los brazos presentan pequeñas espinas truncadas, no presentes en la parte posterior; algunos ejemplares no contaban con las espinas en el brazo (el diámetro del disco varía), la piel de las ramificaciones está cubierta por escamas más finas y circulares, en comparación del disco (Lám. 40, fig. E). Brazos distales delgados (últimas tres ramificaciones), presentan cinturones de ganchos (Lám. 40, fig. F). Vista oral: boca con papilas orales cortas y espiniformes, dientes largos y puntiagudos, dientes inferiores con forma de lengüeta, papilas tentaculares después de la tercera ramificación con dos espinas, la piel está formada con escamas muy aplanadas dando una apariencia de piel lisa (Lám. 41, fig. B). Una madreporita en el borde del interrradio (Lám. 41, fig. C). Interradios con escamas similares al disco y brazos; en los brazos más distales presentan de tres a cuatro papilas tentaculares, los ganchos se encuentran distribuidos aleatoriamente (Lám. 41, fig. F). En la base de los brazos no hay presencia de poros tentaculares la piel es lisa (Lám. 41, figs. D-E) En un organismo con un diámetro de disco de 80.53 mm, solo presentaban diez espinas cilíndricas con forma de espiral y estas se encontraban postradas en la parte distal de los escudos radiales y los brazos no presentaban espinas.

Vértebras alargadas y estrechas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 42, figs. A-B), de aproximadamente 5 mm de longitud y 6 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa y vista interna (Lám. 42, figs. C-D) con forma de pera. Presentan diferentes tipos de ganchos (Lám. 42, figs. E-I) ganchos proximales al disco con una punta recta (Lám. 42, figs. E-F), ganchos distales con los garfios más curvos (Figs. G-I).

**Material tipo:** No registrada.

**Localidad tipo:** No registrada.

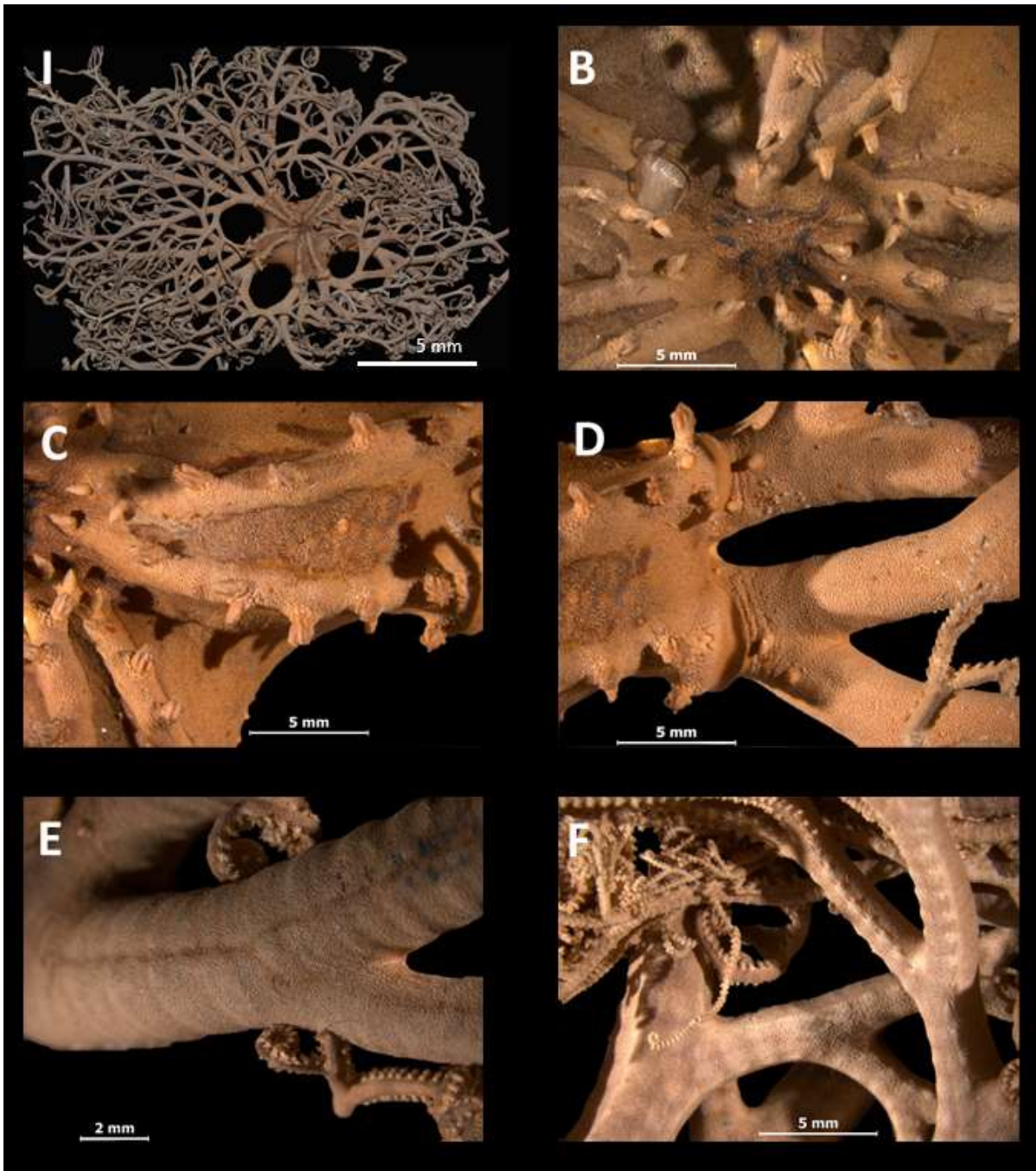
**Distribución geográfica:** Bahamas, Carolina del Norte, Cayos de Florida, Golfo de México, Mar Caribe (Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Jamaica, Barbados, Belice y Curazao), Panamá, Colombia, Venezuela y Brasil (Hernández-Herrejón *et al.*, 2008; Solís-Marín *et al.*, 2013; Gondim *et al.*, 2015).

**Distribución batimétrica:** 0 a 508 (Hernández-Herrejón *et al.*, 2008; Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

**Material examinado:** 36 ejemplares (Ver anexo I, tabla 9).

**Comentarios:** Müller y Troschel (1842) mencionan que los ejemplares revisados en su trabajo se encuentran depositados en los museos de Berlín y París y que fueron recolectados en el mar Mediterráneo, sin embargo, no son los autores que describieron a la especie por primera vez.





**Lámina 40.** *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816). ICML-UNAM 3.165.0. **A.** vista aboral. **B.** centro del disco. **C.** escudos radiales con espinas e interradios. **D.** base de brazo y periferia del disco. **E.** piel de los brazos. **F.** Brazos distales.



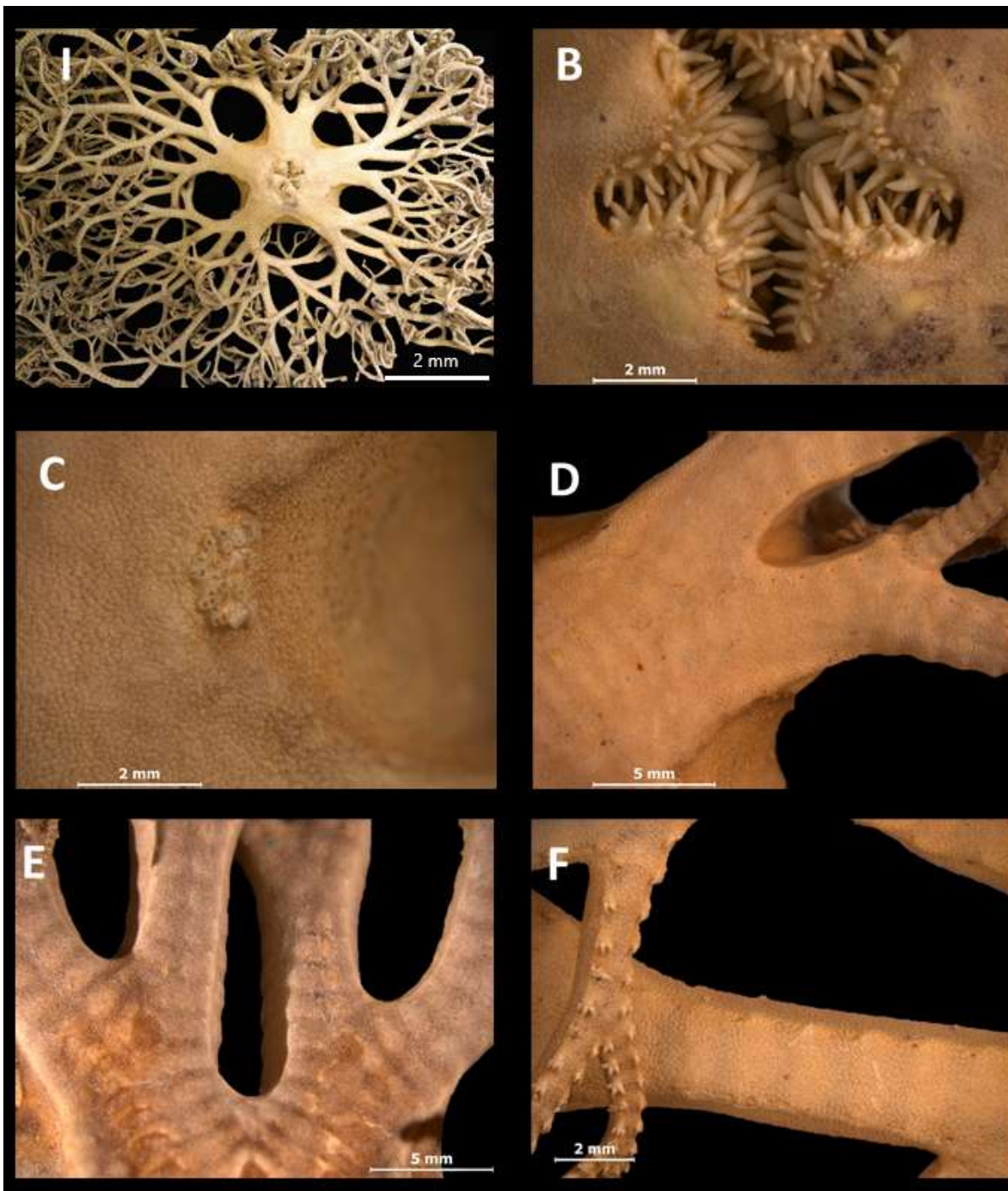
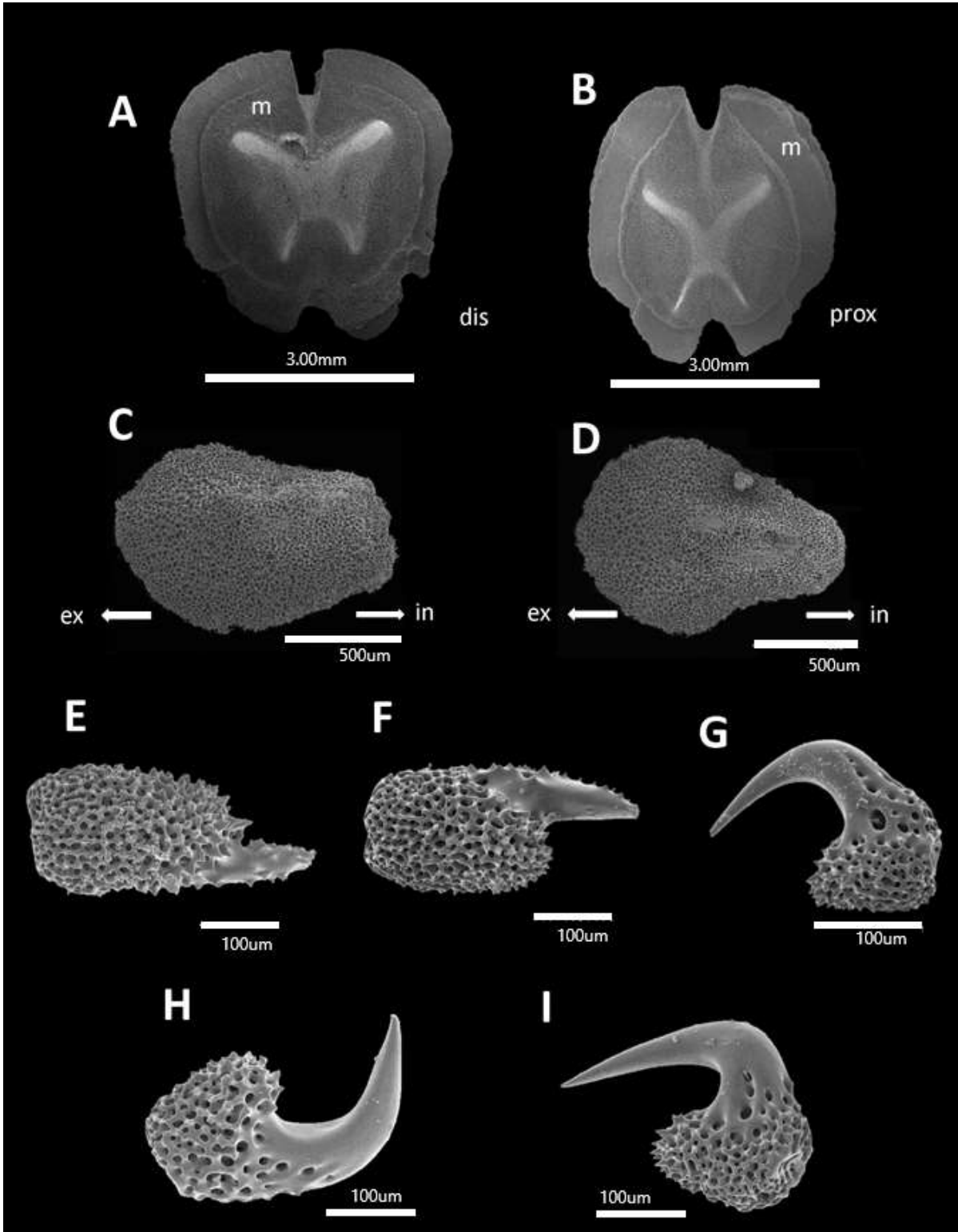


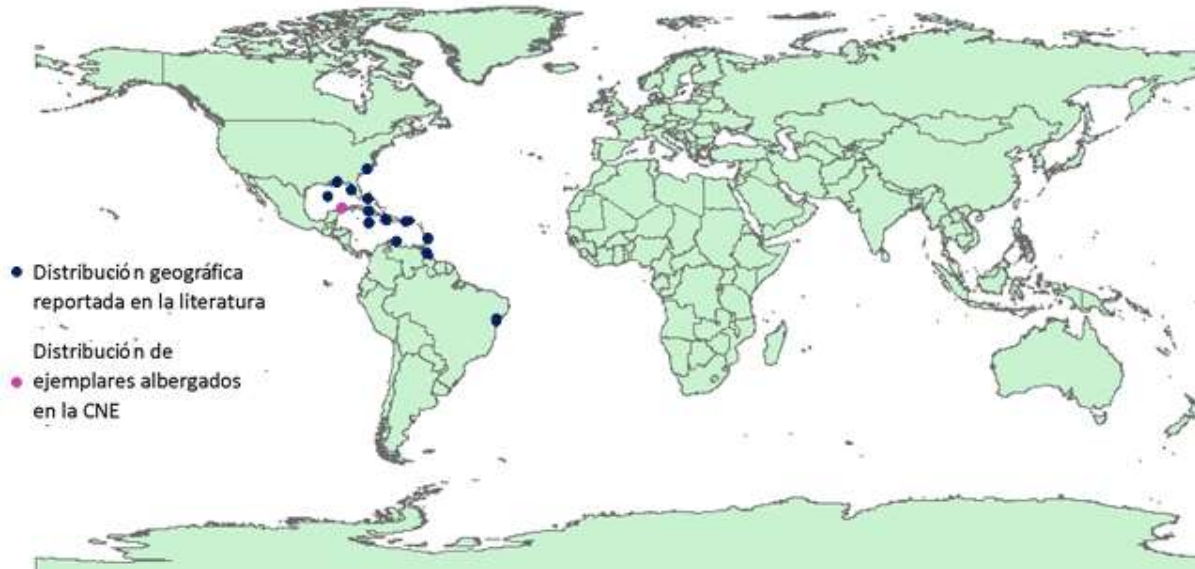
Lámina 41. *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816). ICML-UNAM 3.165.0. A. vista oral. B. boca. C. madreporita. D. base de brazo. E. segunda ramificación. F. Papilas tentaculares.





**Lámina 42.** Estructuras internas de *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816). ICML-UNAM 3.165.0. **A-B.** vértebra. **C-D.** placas ventrales. **E-F.** espinas. **G-I.** ganchos. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de músculo.





**Mapa 9.** Distribución geográfica de *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816). Azul: Hernández-Herrejón *et al.*, 2008; Solís-Marín *et al.*, 2013; Gondim *et al.*, 2015.



## Género *Gorgonocephalus* Leach, 1815

**Diagnosis (Modificada de Leach, 1815)** Presenta un cuerpo algo convexo con cinco brazos dicotómicos y gruesos, las ramificaciones más distales son delgadas y con más bifurcaciones. La boca está por debajo. Todas las especies de este género tienen hendiduras genitales en cada lado de la base de la parte inferior de cada brazo.

### *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858)

Láminas 43-46, mapa 10.

*Astrophyton chilense* Philippi, 1858: 268.

*Astrophyton pourtalesi* Lyman 1875: 28.

*Gorgonocephalus chilensis* var. *Novaezelandiae*, Mortensen 1924: 91

*Gorgonocephalus chilensis*, Döderlein 1911: 30, 105, fig. 5, Döderlein, 1927: 30; Monteiro, 1983: 56, figs. 1-6.

**Diagnosis (Modificada de Philippi, 1858):** En la parte aboral del disco posee diez escudos radiales sobresalientes; los brazos se extienden cinco veces y las ramificaciones finales tienen forma de rosario, los brazos tienen alrededor de 32 líneas de largo cuatro líneas desde el origen de la primera bifurcación. Por lo general cada bifurcación es dividida nuevamente en otra división, pero las ramificaciones no son iguales. Presenta doce ramificaciones principales fuera del disco y once ramificaciones internas, mientras que los brazos de la base se dividen tres veces más. Su color es marrón y sus brazos son amarillentos.

**Descripción:** Organismo con un diámetro de disco de 69.96 mm. Forma del disco casi circular. Presenta diez escudos radiales sin unirse al centro del disco, dichos escudos no son protuberantes, al contrario, son cortos y angostos (Lám. 43, fig. B). La piel del disco es lisa, pero presenta muchas verrugas dispuestas tanto en los espacios interradales como en los escudos radiales (Lám. 43, figs. C-D). Los brazos en vista aboral se encuentran divididos desde la base del disco, son anchos y gruesos, la piel es lisa y no presenta tantas ramificaciones (Lám. 43, fig. E). La boca se encuentra situada al centro del disco la cual se visualizan canales que rodean a la boca se proyectan sobre el disco hasta unirse a lo largo de los brazos



(Lám. 44, fig. A). La boca presenta dientes espiniformes acomodados sobre la periferia de la hendidura de la boca, papilas infradentales prominentes, dos papilas orales (Lám. 44, fig. B). La piel que rodea a la boca y se conecta con los canales, es lisa y suave, en los laterales de estos canales presentan pequeñas espinas acomodadas en paquetes de dos o tres (Lám. 44, fig. C). Los espacios interradales tienen una piel lisa y poco granulosa, en cada espacio interradales se encuentran las hendiduras genitales que son angostas y alargadas, 8.10mm. Los brazos presentan los canales con los paquetes de espinas a los laterales; el brazo inicia a bifurcarse un centímetro antes de llegar a la base del disco, por lo que en el borde del disco el brazo ya está ramificado, estos brazos son anchos y se van adelgazando mientras más se alejan del disco.

Vértebras casi redondas, vista proximal al disco y vista distal al disco (Lám. 45, figs. A-B), de aproximadamente 5 mm de longitud y 5 mm de altura. Placas ventrales fragmentadas vista externa e interna, en la parte externa de la placa presenta tres articulaciones de espinas (Lám. 45 figs. C-D), placas dorsales cuadradas con ocho articulaciones de espinas (SA, por sus siglas en inglés) (Lám. 45, fig. E) donde se postran pequeñas espinas que se encuentran a lo largo de todos los brazos, cuentan con placas calcáreas redondas (Lám. 45, fig. F). Presenta variedad de espinas: (Lám. 45, figs. G-K; Lám. 46, figs. L-M), las que se encuentran ancladas a las placas ventrales son puntiagudas con un pequeño lóbulo en la base (Lám. 45, figs. H y J) también llegaban a presentar espinas poco desarrolladas (Lám. 45, figs. G e I) por ejemplo, las que se encontraban en la parte aboral del brazo, incrustadas en la piel son de forma simple, es decir con un solo diente (Lám. 46, figs. L-M). Ganchos con una variación muy marcada y dependiendo la posición es la forma, ganchos proximales al disco solo presentan un diente secundario (Lám. 46, figs. N-Ñ), los que apenas se están formando tienen dos dientes secundarios y se encuentran en la parte media de los brazos (Lám. 46, figs. O-P), posteriormente se ubican los ganchos con un diente secundario, se puede observar como este diente va creciendo y las puntas pueden ser curvas o rectas (Lám. 46, figs. Q-U).



**Material tipo:** Holotipo ZMUC OPH-000095, Sintipo MCF OPH-2954 (Lyman, 1875), Sintipo MCF OPH-2931 (Philippi, 1858).

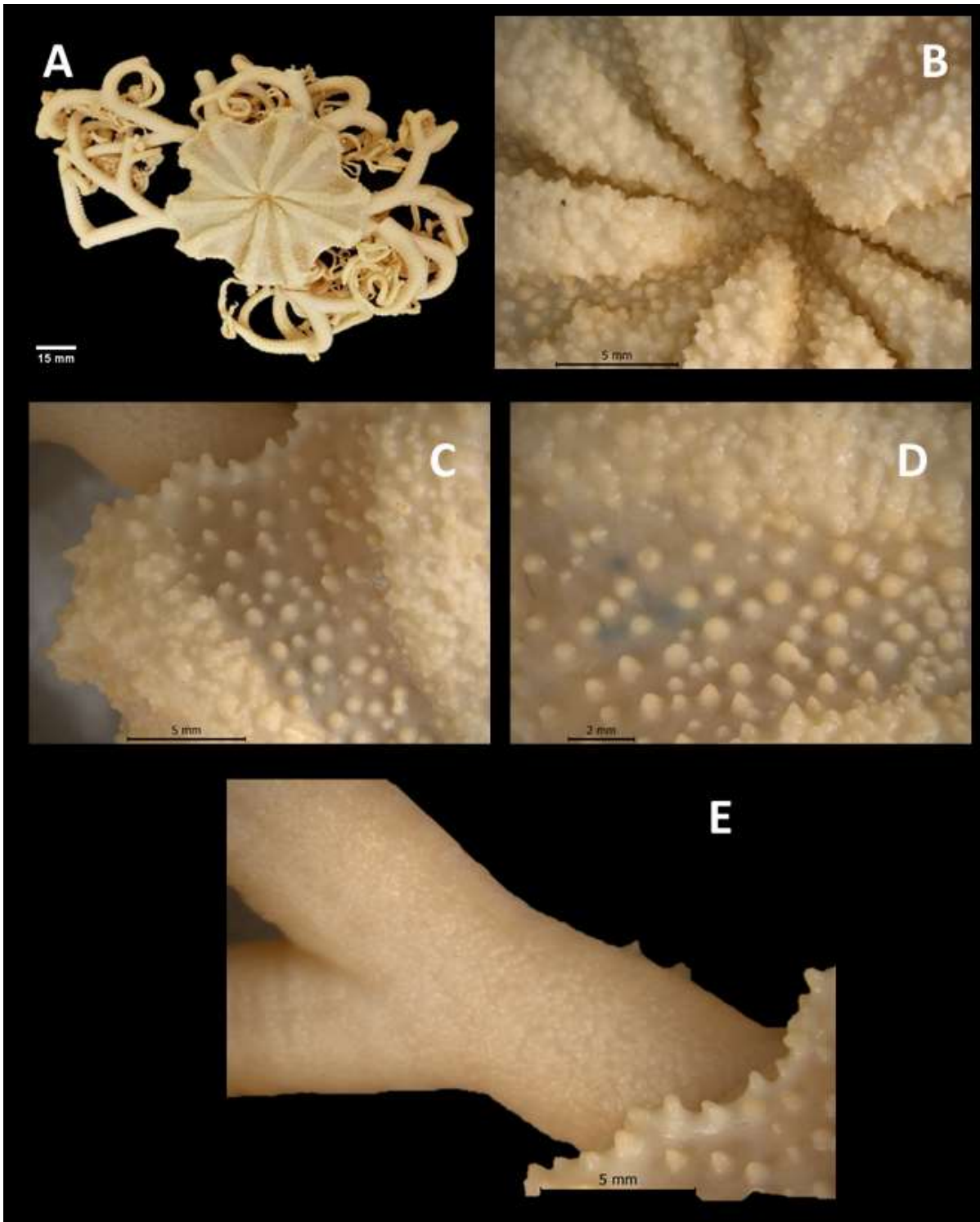
**Localidad tipo:** Chile (Lyman, 1875).

**Distribución geográfica:** La península del Antártico, Mar Ross, Islas de Kerguelen, Isla de Heard, Chile, Argentina, Uruguay y Nueva Zelanda (Barboza *et al.*, 2010).

**Distribución batimétrica:** 22-320 m (Döderlein 1911) 22-549 m (Döderlein 1927), 183 m (Mortensen 1924).

**Material examinado:** 1 organismo (Ver anexo I, tabla 10).





**Lámina 43.** *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858) ICML-UNAM 3.239.0. **A.** vista aboral. **B.** escudos radiales que no se unen al centro del disco. **C.** escudos radiales e interrradio con una piel lisa y verrugas. **D.** detalle de la piel de los escudos radiales e interrradio. **E.** base de los brazos.

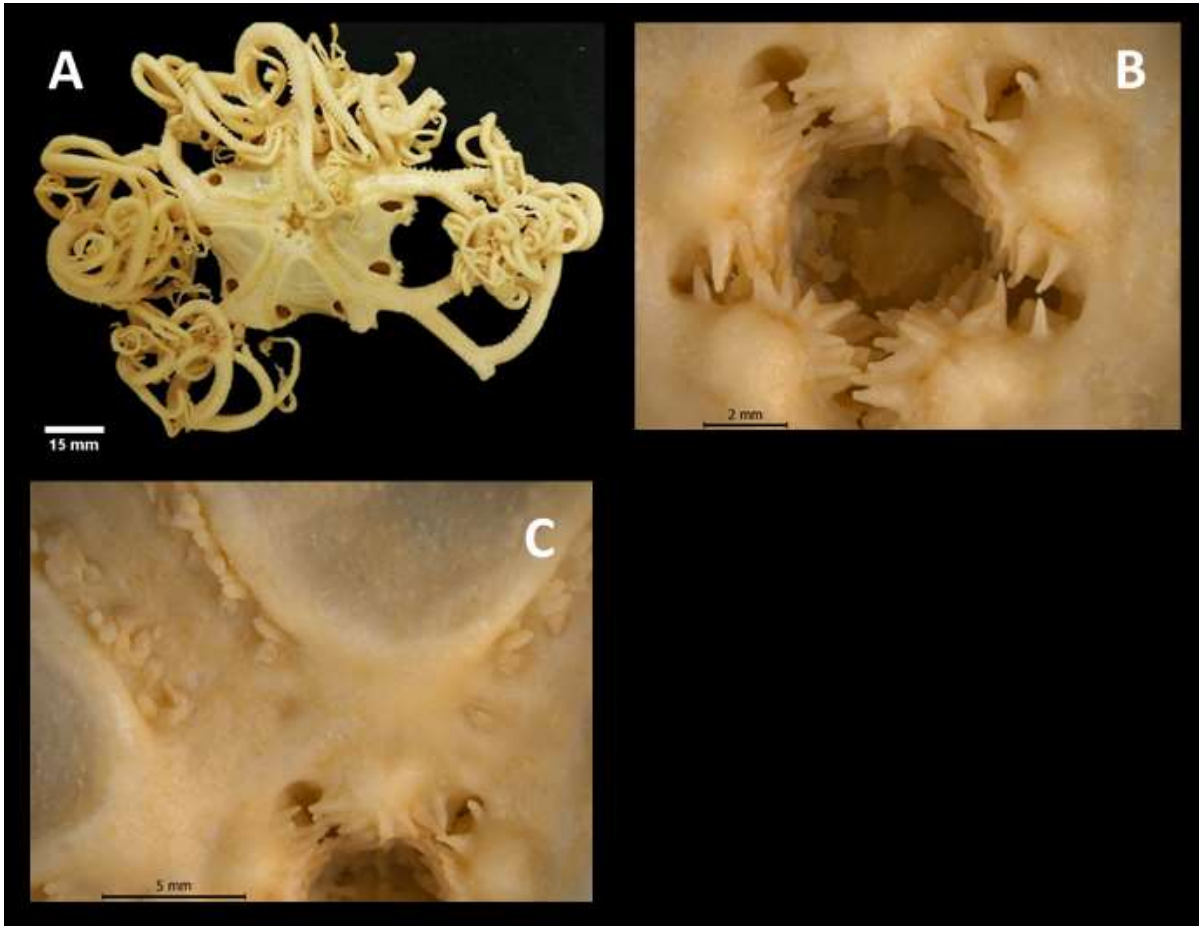
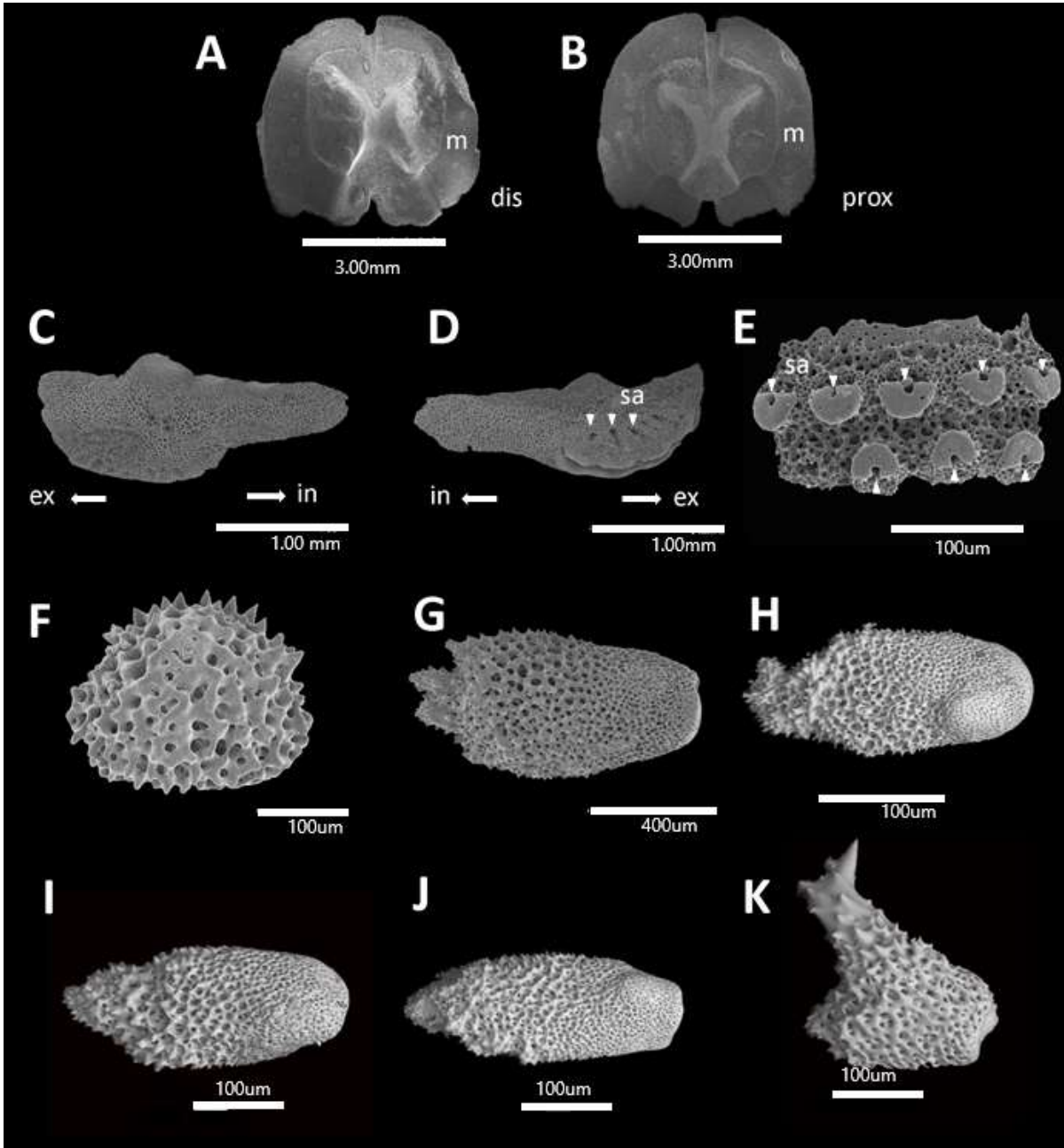
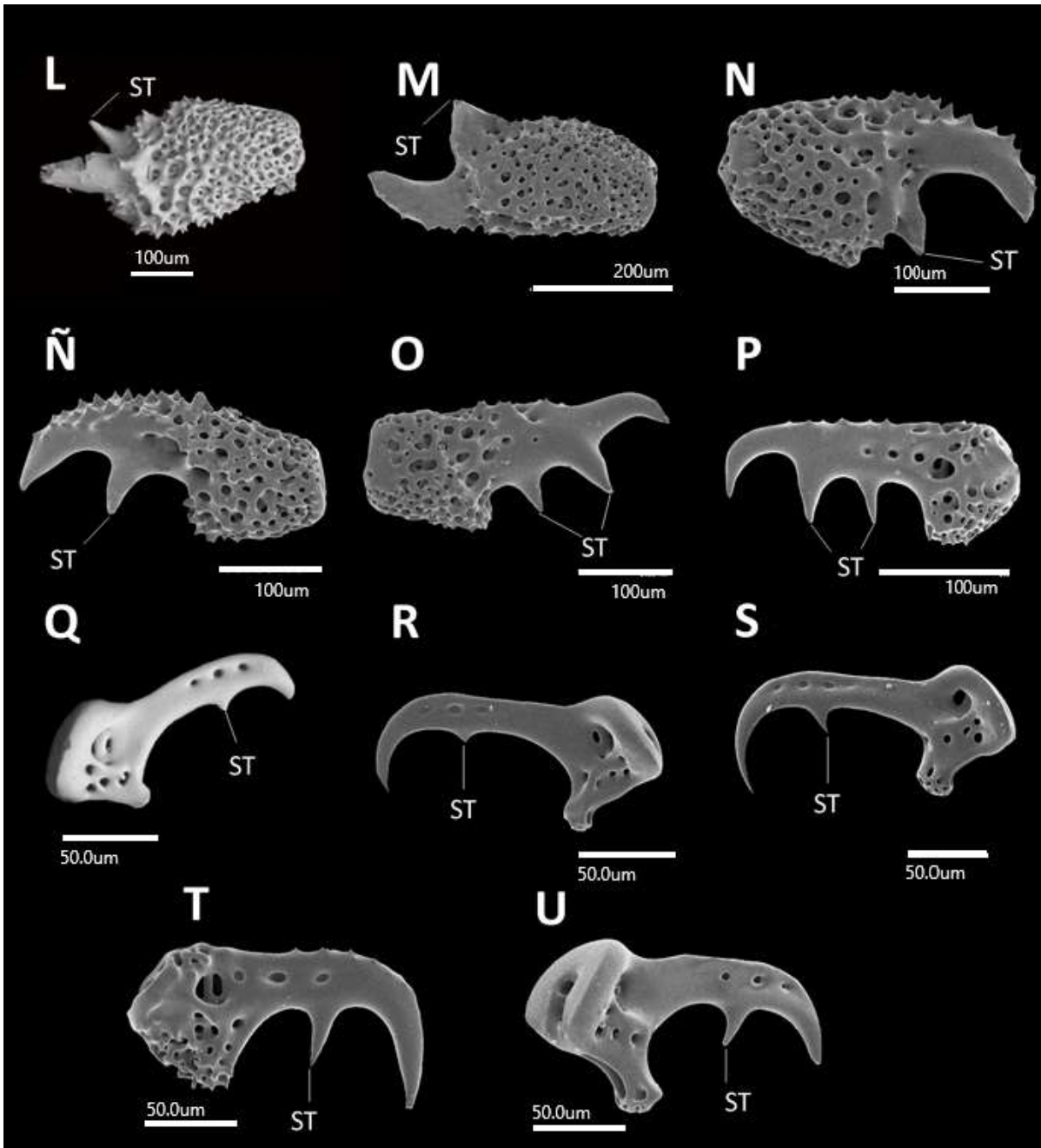


Lámina 44. *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858) ICML-UNAM 3.239.0. A. vista oral. B. boca. C. canal con espinas que se prolonga hacia el interior del disco oral.

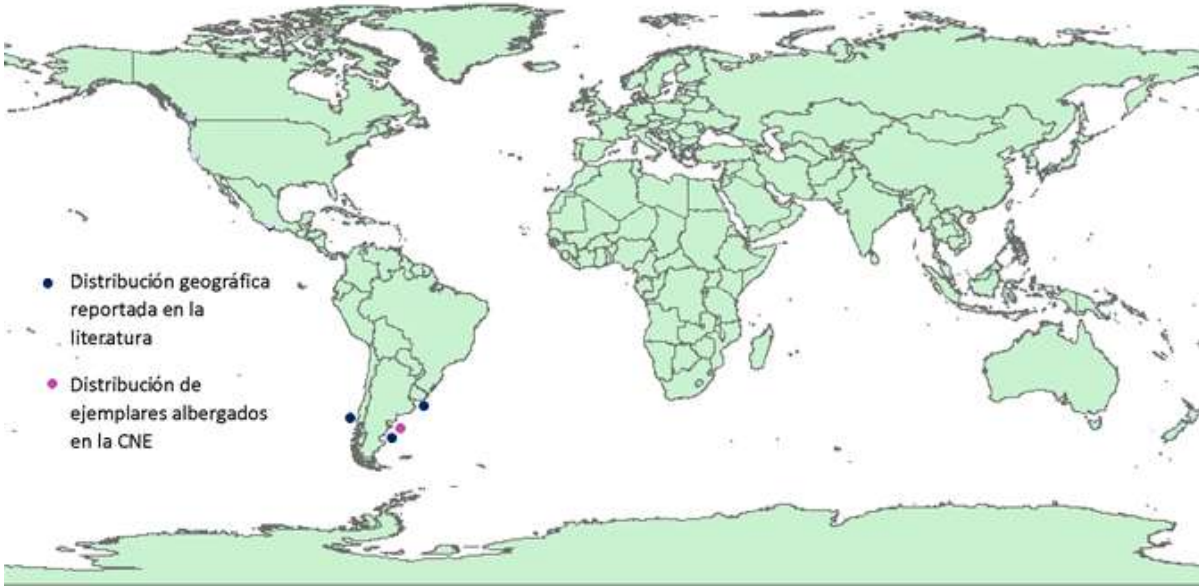


**Lámina 45.** Estructuras internas de *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858) ICML-UNAM 3.239.0. **A-B.** osiculos. **C-D.** placas ventrales. **E.** placa dorsal. **F.** placa calcárea. **G-K.** espinas localizadas a lo largo del brazo. Orientación: dis, lado distal; ex, lado externo; in, lado interno; prox, lado proximal. Abreviaturas: m, inserción de musculo; sa, articulación de espina.



**Lámina 46.** Estructuras internas de *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858) ICML-UNAM 3.239.0. L. espina localizada a lo largo del brazo. M-N. espinas localizadas en la base de los brazos. Ñ-P. espinas localizadas en la parte media de los brazos. Q-S. ganchos localizados en la parte media de los brazos. T-U. ganchos localizados en la parte distal de los brazos. Abreviatura: ST, dientes secundarios.





**Mapa 10.** Distribución geográfica de *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858). Azúl: Lyman, 1875, Barboza *et al.*, 2010.



## VIII. DISCUSIÓN

Se han realizado trabajos de listados sistemáticos en donde se han incluido registros de gorgonocefálidos para el Golfo de México y Golfo de California, respectivamente por Hernández-Herrejón *et al.* (2007) y Laguarda-Figueras *et al.* (2009); para el Golfo de México se reportaron cuatro especies, mientras que para el Golfo de California se reportaron solo dos. Los gorgonocefálidos reportados en el presente trabajo para el Golfo de California son dos especies agrupadas dentro de dos géneros, y una nueva especie del género *Astrogomphus*, para el Golfo de México se reportan siete especies agrupadas dentro de siete géneros. En este trabajo se reportan detalladamente un mayor número de especies que en los trabajos antes mencionados, lo que convierte a este estudio, hasta el momento, en el trabajo más completo sobre este grupo para las aguas mexicanas.

El género *Asteroporpa* Örsted y Lütken en Lütken, 1856 es reconocido por presentar cinco brazos estrechamente articulados, piel áspera, escudos radiales cortos y anillados (Örsted y Lütken en Lütken, 1856); particularmente *Asteroporpa* (*Asteroporpa*) *annulata* es reconocida por poseer brazos simples, es decir, por no presentar ramificaciones (Lám. 12, fig. A), el disco es convexo, los escudos radiales con protuberantes que ensancha a los bordes del disco, los brazos son delgados destacando la presencia de bandas protuberantes que rodean a los brazos (Lám. 12, figs. B-F) (Örsted y Lütken en Lütken, 1856). A su vez, posee brazos anillados tanto en la superficie aboral y lateral con filas transversales de color blanco que sobresalen, estas filas llevan muchos ganchos diminutos; las áreas entre las filas de placas con gancho están deprimidos y son de color marrón a crema hacia la porción distal de los brazos. En este trabajo, se constató lo anterior, y se está de acuerdo con lo descrito por Örsted y Lütken (1856) y Gondim *et al.* (2012).

Por otra parte, en las costas del océano Pacífico noroccidental los investigadores Okanishi y Fujita (2011) descubrieron dos especies pertenecientes al mismo género, pero de diferente subgénero (*Asteromoana*), describieron las estructuras



internas de cada una de ellas por lo que este trabajo resultó de gran valor taxonómico para poder delimitar a las especies del género *Asteroporpa*. El subgénero *Asteromoana* es reconocido fácilmente por no poseer crestas sobresalientes de placas con ganchos elevadas en la superficie aboral del disco (Okanishi y Fujita, 2011), en este trabajo, al igual que en el estudio de Okanishi y Fujita (2011) se observó que el subgénero cuenta con placas con ganchos en la periferia aboral del disco.

Las dos nuevas especies expuestas en el trabajo mencionado anteriormente, *Asteroporpa* (*Asterom.*) *muricatopatella* y *Asteroporpa* (*Asterom.*) *koyoeae*, tienen oscículos dérmicos de forma de cono que poseen proyecciones terminales en el disco (Okanishi y Fujita, 2011), en contraste, en el desarrollo de este trabajo se constató que *Asteroporpa* (*Asteroporpa*) *annulata* presenta un solo tipo de ganchos a lo largo de los brazos, cuenta con un diente secundario muy reducido, a su vez, las espinas que se encuentran localizadas en los brazos son largas y rectangulares, tienen de cuatro a seis espinas y solo se localizan en la parte basal de los brazos. Lo anterior, es importante, para acentar las bases de diferenciación entre las especies del género *Asteroporpa*, también es importante homogeneizar la terminología taxonómica empleada para describir a dicho género.

Con lo que respecta a *Astracme mucronata* Lyman, 1869, el autor tuvo problemas para colocarla en el género correcto, primero la colocó en el género *Astropartus* (donde se encuentra *Astropartus mediterraneus*); sin embargo, los caracteres taxonómicos no concuerdan en ambas especies. Döderlein (1927) llegó a la conclusión de que *Astracme mucronata* mostraba una serie de “características primitivas” que *Astropartus mucronata* no posee, una de estas características es la presencia de papilas tentaculares que no se encuentran en el disco de *A. mediterraneus*, mientras que en *A. mucronata* las papilas tentaculares están presentes desde el segundo poro tentacular, en pequeñas formaciones (Lám. 16, figs. C y D). Por lo anterior, de acuerdo a lo propuesto por Lyman (1869) y Castro Manso *et al.* (2014), y las observaciones realizadas en este trabajo podemos



delimitar a *Astracme mucronata* por las siguientes características morfológicas: disco grueso y conspicuo, que presenta numerosas espinas, escudos radiales altos y delgados que se van estrechando de afuera hacia dentro, tanto los escudos radiales como los interradios presentan espinas cónicas, brazos ramificados desde el borde del disco y presentan espinas cónicas (similares a las del disco) a partir del tercer segmento (Lám. 15, figs. A-F); presenta solo una madreporita en el ángulo interno de los espacios interradales orales, que está cubierta por placas accesorias que la encierran desde el exterior (Lám. 16, fig. D). Los caracteres que diferencian a *Astracme mucronata* de *Astropartus mediterraneus* son que en *A. mediterraneus* se ha perdido por completo las espinas cónicas del disco, los escudos radiales son menos gruesos y los brazos están desnudos.

Para poder distinguir entre organismos juveniles y adultos de *Astracme mucronata*, Castro *et al.* (2004) mencionan que los organismos adultos (con un diámetro de disco entre 10.08 – 39.94 mm) presentan una espina similar al disco en el lado superior de los brazos y solo una por segmento, apoyados en dicho criterio, concluimos que los organismos revisados en el presente estudio son ejemplares adultos (con un diámetro de disco entre 26.41 – 81.43).

*Astracme mucronata* presenta dos formas diferentes de espinas basales en los brazos (SA) una larga y curva, con una espina cónica corta y otra de forma ondulada con dos espinas en cada extremo (Lám. 15, figs. H-I), dependiendo de la posición en que se extraiga los ganchos, también se puede encontrar formas diferentes, en la porción basal del brazo son largos con una ligera inclinación semejante a una curva con un diente secundario (Lám. 15, figs. L-N); en la parte media del brazo los ganchos presentan dos dientes secundarios pequeños anclados a una estructura calcárea (Lám. 15 y 16, figs. J, K, Ñ, O); en la porción distal del brazo los ganchos están representados por ser simples, curvos y pequeños (Lám. 16, fig. P). La diferencia en la forma de los ganchos se puede atribuir a la forma de vida de la especie, Hendler (1984) menciona que dependiendo de la posición de los brazos, los ganchos cumplen diferentes funciones: los que se



encuentran en la parte media y distal del brazo ayudan al organismo a sujetarse de corales y gorgonias, mientras que el resto de los brazos ayudan a captar el alimento para llevarlo a la boca. En este trabajo, se pudo inferir que los ganchos simples y con un diente secundario, le ayudan a la captura de alimento y los ganchos con dos dientes secundarios, anclados en una estructura calcárea le ayudará al organismo a sujetarse.

Con lo que respecta al género *Astrocaneum*, se distingue por presentar, tanto en el disco como en los brazos, protuberancias o espinas más gruesas y papilas tentaculares que se encuentran a lo largo de los brazos de forma uniforme (Döderlein, 1927). Este género está compuesto por dos especies: *Astrocaneum herrerae* y *Astrocaneum spinosum* (WoRMS, 2020). *A. herrerae* se diferencia de *A. spinosum* por presentar un disco cubierto de granos pequeños muy saturados, con bandas cruzadas en los escudos radiales de una sola fila de tubérculos apretados y estos llevan espinas cónicas cortas; mientras que *A. spinosum* presenta una piel lisa en el disco, excepto por grupos de espinas (formados por dos o tres espinas, sin ningún patrón aparente) que se encuentran en los interradios de los escudos radiales y pueden estar dispuestos en una o dos filas (A.H. Clark, 1919; Lyman, 1875). En este trabajo, se pudo observar que existe una diferenciación entre las dos especies: *A. spinosum* presenta una piel lisa y en la línea media superior (de todos los brazos) cuenta con grupos de espinas (de cuatro a seis espinas) organizados en una fila, *A. herrerae* presenta una piel cubierta de gránulos gruesos con brazos anillados, cada anillo tiene una base de placas y encima de estas presentan una espina cónica corta.

El género *Astrocyclus* se distingue por presentar escudos radiales que convergen en el centro, brazos prominentes con protuberancias transversales, papilas tentaculares pequeñas que aparecen antes o inmediatamente después de la primera bifurcación con forma de gancho que presentan entre una o dos puntas secundarias (Döderlein, 1911). Este género cuenta con dos especies válidas *Astrocyclus caecilia* y *Astrocyclus somaliensis* (WoRMS, 2020). De acuerdo a lo

propuesto por Lütken (1856), y las observaciones realizadas en este trabajo, podemos acerverar que las características morfológicas que delimitan a *Astrocyclus caecilia* son: en los escudos radiales se forman anillos que los rodean, los brazos presentan una granulación fina y se puede apreciar las separaciones entre cada vértebra; en comparación, *Astrocyclus somaliensis* se diferencia de la otra especie por presentar escudos radiales parcialmente cubiertos con líneas blancas transversales más o menos continuas formadas por gránulos microscópicos muy juntos que se enrollan sobre los escudos radiales y algunos se extienden parcialmente hacia los interradios (Baker *et al.*, 2018).

Los estudios previamente realizados de morfología interna sobre el género están enfocados a *A. somaliensis*. Baker *et al.* (2018) evidenciaron tres tipos de espinas y dos ganchos simples de diferente tamaño que representa a dicha especie. En el presente estudio se encontró que *A. caecilia* sólo posee ganchos simples distribuidos a lo largo del brazo, por lo anterior se puede decir que los ganchos son caracteres de importancia taxonómica; puede existir confusión al comparar los ganchos de las especies, ya que existen dos tipos de formas de éstos, los ganchos de *Astrocyclus caecilia* presenta una base curva pero definida, cuenta con tres poros pequeños y definidos, estos ganchos son más pequeños que *Astrocyclus somaliensis*.

El género *Astrodictyum* fue descrito por Döderlein (1927), anteriormente este autor se referió a este género como *Astrocaneum* (Döderlein, 1911). *Astrodictyum panamense* (Verrill, 1867) anteriormente fue referida al género *Astrocaneum* Döderlein (1927); los caracteres taxonómicos que definen al género *Astrocaneum* son la presencia de crestas espinosas en el disco y brazos (Verrill, 1867; Döderlein, 1927), estas características estaban ausentes por completo en *Astrocaneum panamense*, por lo que Döderlein (1927) la separa de *Astrocaneum*, describiendo así, un nuevo género para esta especie: *Astrodictyum panamense*.



En el presente trabajo se reporta a *Astrodictyum panamense* con las siglas “cf.” ya que no se dispuso del material tipo para poder hacer una comparación directa. Al momento de revisar la descripción original de Verrill (1867) hay términos que causan cierta confusión en las estructuras, probablemente se debe a que no existe homogeneidad en los términos usados. Todos los ejemplares examinados de *Astrocanium cf. panamense* en este trabajo, presentan bandas cruzadas en los escudos radiales que llevan líneas de placas calcáreas redondas y series de espinas, los interradios cuentan con paquetes dispersos de dos a tres espinas, los brazos son anillados y en la base hay placas calcáreas fragmentadas con espinas, todo lo anterior no es mencionado en la descripción original de Verrill (1867).

Para este género, en el presente trabajo, se sugiere una nueva especie: *Astrodictyum* n. sp. que fue comparada con el material tipo de *Astrocanium spinosum* (Lyman, 1875). El género *Astrocanium* Döderlein, 1911 se distingue por presentar pequeñas espinas transversales en el disco y los brazos; los ejemplares examinados bajo el nombre de *Astrodictyum* n. sp. no cuentan con estas espinas transversales dispuestas en el disco y los brazos. Los caracteres que colocan a estos organismos dentro del género *Astrodictyum*, de acuerdo a lo propuesto por Döderlein (1927), son la presencia de un disco sin espinas, escudos radiales largos, brazos proximales al disco con granulación compuesta de escamas redondas (formando una hilera transversal al brazo) y de dos a tres gránulos unidos a éstas. Por todo lo anterior, se propone una nueva especie para este género.

Una de las aportaciones más relevantes de este trabajo es proponer la sinonimización de *Astrogomphus rudis* Verrill, 1899 con *Astrogomphus vallatus* Lyman, 1869. El género *Astrogomphus* Lyman, 1869 está representado por dos especies (WoRMS, 2020), *A. vallatus* Lyman, 1869, posee un disco cubierto completamente por escamas y gránulos, con la presencia de una a dos escamas tentaculares en forma de espina en el primer segmento; Verrill (1899) describió una nueva especie bajo el nombre de *Astrogomphus rudis*, y la única variación que presenta esta especie con la descrita por Lyman (1869) es la presencia de espinas



del disco cortas y más puntiagudas, Lyman (1869) a su vez añade que presenta muchos ganchos en las bandas de los brazos. Al revisar la literatura y buscar el paradero del material tipo de ambas especies, se determinó que ambas especies fueron recolectados en el mismo punto geográfico, de acuerdo a lo propuesto por ambos autores (Lyman, 1869; Verrill, 1899), y las observaciones realizadas en este trabajo podemos delimitar a *Astrogomphus vallatus* Lyman, 1869 por presentar un disco cubierto completamente de gránulos y encima de estos, espinas cortas y chatas que pueden asemejar una escama que sobresale del disco (Lám. 34, figs. C y D), de una a dos escamas tentaculares en el primer segmento, encima de estas de dos a cuatro espinas (Lám. 35, fig. G), los brazos son simples, delgados y cortos, presentan bandas que recorren todo el largo del brazo y estas cuentan con muchos ganchos cristalinos, en la parte oral del brazo tienen grupos de tres espinas (Lám. 35, fig. H).

El género *Astrophyton* Fleming, 1828 fue referido por Lamarck (1816) quien se refería a este género con el nombre de *Euryale*. La especie *Astrophyton muricatum* anteriormente fue referida al género *Euryale* Lamarck, 1816, desde el principio se tuvo problemas taxonómicos con la delimitación de las especies que podrían caer en este género, Lamarck (1816) la colocó en ese género (*Euryale*) porque las formas de los organismos eran muy ramificadas; posteriormente, Fleming (1828) estableció los límites morfológicos para el género *Astrophyton*. El material revisado en este trabajo complementa lo anterior al proporcionar los límites morfológicos para las especies de este género: el disco se encuentra expuesto, los escudos radiales son largos y prominentes, presenta espinas en el disco y/o escudos radiales (las espinas son grandes, gruesas y romas), cinco brazos divididos dicotómicamente con espinas simples, en organismos adultos de este género las espinas del brazo no se encuentran en los segmentos de las primeras ramificaciones (Fleming, 1828; Müller y Troschel, 1842; Döderlein, 1911). Turner y Boucher (2010) presentaron por primera vez un trabajo referente a *Atrophyton muricatum* con fotografías de los ganchos y de las placas calcáreas que son base de éstos ganchos, de acuerdo a lo dicho en Turner y Boucher (2010) y con los





resultados de este trabajo, podemos delimitar a la especie por presentar una gran variedad de espinas de los brazos, se concuerda con lo dicho por Turner y Boucher (2010) referente a la ausencia de los ganchos a lo largo de los brazos, además de estas estructuras, también se considera importante la forma de las espinas localizadas en el disco y brazos (grandes, gruesas y romas) se considera un caracter taxonómico que no se ha observado en otros organismos de esta familia.

El género *Gorgonocephalus* Leach, 1815, es el taxón tipo de la familia Gorgonocephalidae. La diagnosis original del género (Ljungman, 1867) presenta poca información relevante, de acuerdo a lo propuesto por Leach (1815), Döderlein (1911) y las observaciones realizadas en el presente trabajo, podemos delimitar al género por presentar un disco suave con diez escudos radiales sobresalientes, los brazos siempre presentan espinas muy notables, las papilas tentaculares están bien desarrolladas y presentan una superficie rugosa, estas tienen forma de gancho y pueden tener hasta tres puntas secundarias. De acuerdo a lo propuesto por Philippi (1858), Lyman (1875), Mortensen (1924) y las observaciones realizadas en este trabajo podemos delimitar a *Gorgonocephalus chilensis* por presentar tubérculos en la parte aboral del disco, tanto los escudos radiales y los interradios presentan esta característica, por debajo de estos gránulos se observa una piel gruesa; los escudos radiales están bien definidos, en la parte oral del disco presentan poca granulación y en los dos pares de poros más cercanos a la boca no hay espinas o solo hay una.

La morfología interna de los gorgonocefálicos ha sido muy poco estudiada, es por ello que las guías de identificación y las ilustraciones son muy escasas y antiguas (citas?), al ser un grupo poco estudiado es difícil contar con una homogenización de los términos de las estructuras que componen a los organismos de esta familia.

Las fotografías presentadas en este trabajo de Microscopía Electrónica de Barrido de las especies *Asteroporpa* (*Asteroporpa*) *annulata*, *Astracme mucronata*, *Astrocaneum herrerae*, *Astrocaneum spinosum*, *Astrocyclus caecilia*, *Astrogomphus*



*vallatus* y *Gorgonocephalus chilensis* son las primeras ilustraciones que muestran las estructuras internas (vértebras, ganchos, placas ventrales, espinas) de estos organismos, a diferencia de los trabajos pioneros sobre el grupo (Örstedt y Lütken, 1856; Lyman, 1869; A. H. Clark, 1919; Lyman, 1875; Lütken, 1856; Lyman, 1869; Philippi, 1858).

Döderlein (1911) estableció un rango de distribución batimétrica para *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* de los 37 y hasta los 305 m de profundidad, sin embargo en este trabajo se constató que el límite de distribución batimétrica más profunda alcanza los 730 m.

Clark (1919) no menciona a qué profundidad se encontraron los ejemplares de *Astrocanium herrerae*, en este trabajo, se establece la distribución batimétrica a 38 m.

*Gorgonocephalus chilensis* es una especie con una distribución geográfica bastante amplia, la cual abarca desde Chile, hasta Nueva Zelanda pasando por la península del Antártico (citas?), sin embargo, el ejemplar depositado en la CNE fue colectado en Argentina, esta distribución tan amplia se le atribuye a que es una especie circumpolar (Jaramillo, 1981) quien estudió la distribución circumpolar de algunas especies de equinodermos basándose en una posible conexión topográfica submarina. Por otro lado, Fell (1962) sugirió que una de las conexiones topográficas para la fauna de equinodermos del hemisferio Sur (regiones antárticas y subantárticas) podría haber sido gracias a la existencia de una cadena de islas separadas por canales estrechos uniendo el Antártico, Chile, Argentina, Islas Malvinas, el Arco de Escocia y los archipiélagos antárticos occidentales (Jaramillo, 1981).



## IX. CONCLUSIONES

Se realizó una revisión taxonómica de 290 ejemplares de la familia Gorgonocephalidae (Ljungman, 1867) depositados en la Colección Nacional de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. La familia está conformada por ocho géneros, nueve especies y un morfotipo del género *Astrodictyum* propuesto aquí como una nueva especie; estos organismos presentan una distribución batimétrica desde los 15 y hasta los 730 m de profundidad.

Los caracteres taxonómicos que delimitan a la especie *Astracme mucronata* (Lyman, 1869) son la presencia de un disco grueso y conspicuo con numerosas espinas y los escudos radiales están bien definidos. Los caracteres taxonómicos que delimitan a la especie *Astrocaneum herrerae* (Clark, 1919) son la presencia de un disco cubierto de granos pequeños, muy saturados, con bandas cruzadas en los escudos radiales de una sola fila de tubérculos apretados y con espinas cónicas cortas. Los caracteres taxonómicos que definen a *Astrocaneum spinosum* (Lyman, 1875) es la presencia de una piel lisa sobre disco; solo posee algunos grupos de espinas que se encuentran en los interradios de los escudos radiales. Los caracteres taxonómicos que distinguen a *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856) del resto de las especies del género *Astrocyclus* Doderlein, 1911 son la existencia de ganchos simples que se encuentran distribuidos a lo largo del brazo.

Se presenta a nivel mundial el tercer registro y el tercer ejemplar de *Astrocaneum herrerae* (Clark, 1919) el cual fue recolectado en Yucatán.

Se propone una nueva especie del género *Astrodictyum*. Esta nueva especie se caracteriza por presentar un disco sin espinas, escudos radiales largos, brazos proximales al disco que poseen una granulación compuesta de escamas redondas (formando una hilera transversal al brazo) y de dos a tres gránulos unidos a éstas.



Se propone la sinonimización de *Astrogomphus rudis* Verrill, 1899 bajo el nombre de *Astrogomphus vallatus* Lyman, 1869.

El carácter “presencia de tocones (espinas grandes, gruesas y romas) en los escudos radiales y brazos” en *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816) se considera un carácter taxonómico importante y que no se ha observado en otros organismos de esta familia.

Se amplía la distribución batimétrica de *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* (Örsted y Lütken en Lutken, 1856), hasta los 730 m.

Las fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido presentadas en este trabajo de las especies *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata*, *Astracme mucronata*, *Astrocaneum herrerae*, *Astrocaneum spinosum*, *Astrocyclus caecilia*, *Astrogomphus vallatus* y *Gorgonocephalus chilensis* son las primeras ilustraciones que muestran las estructuras internas de estos organismos.



## X. REFERENCIAS

- Andrade, M.G., E.R. Henao y P. Triviño. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperoidea – Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. 37(144): 311-325.
- Alvarado J. J., Solís-Marín F. A., y Ahearn C. G. 2010. Echinoderm (Echinodermata) diversity in the Pacific coast of Central America. *Marine Biodiversity*. 40:45–56.
- Ayala-Bocos A, Reyes-Bonilla H, Herrero-Pérezrul MD, Walther-Mendoza M. y Castañeda-Fernández de Lara V. 2011. New records and range extensions of *Astrodictyum panamense* (Ophiuroidea: Gorgonocephalidae) in the eastern Pacific Ocean. *Marine Biodiversity Records*. 4: 46.
- Bajarano-Chavarro, S., Zea S., y Díaz J.M. 2004. Esponjas y otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 33: 29-47.
- Baker, A. N. 1980. Euryalinid Ophiuroidea (Echinodermata) from Australia, New Zealand, and the south-west Pacific Ocean. *New Zealand Journal of Zoology*. 7: 11-83.
- Baker A. N., Okanishi M., y Pawson D. L. 2018. Euryalid brittle stars from the International Indian Ocean Expedition 1963-64 (Echinodermata: Ophiuroidea: Euryalida). *Zootaxa*. 4392 (1): 1-27.
- Bamford, D. 1982. Epithelial absorption. En: M. Jangoux, y J.M. Lawrence (Eds.), *Echinoderm nutrition*. Rotterdam, Netherlands. A.A. Balkema. 317-330.
- Barboza, C. A. M.; Mendes, F. M.; Dalben, A.; y Tommasi, L. R. 2010. Echinodermata, Ophiuroidea, *Gorgonocephalus* Leach, 1815: First report of genus for the Brazilian continental margin. *Checklist*. 6: 289-291.
- Barkley, R. 1968. *Oceanographic Atlas of the Pacific Ocean*. Honolulu: U.H. Press.
- Barreto, M., M.E. Burbano y P. Barreto. 2010. *Lutzomya* (Diptera: Psychodidae) en la colección de la Universidad del Valle, Facultad de Salud, Cali. *Revista Colombiana de Entomología*. 36(2): 264-268.
- Beauregard, G. 1996. El valor de las colecciones biológicas. *Revista de Divulgación Kuxulcab*. 2(3): 5-13.
- Benavides-Serrato, M., Borrero-Pérez G.H. y Díaz-Sánchez C.M. 2011. Equinodermos del Caribe Colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea. Serie de Publicaciones Especiales del Invermar 22. Santa Marta, Colombia. Pp 384.



Béarez, P., & Bujard, J. T. 2013. First record of *Astrocaneum spinosum* (Echinodermata: Ophiuroidea: Gorgonocephalidae) from the Gulf of Guayaquil, tropical eastern Pacific. *Marine Biodiversity Records*, 6.

Bisby, F. A., Coddington, J., Thorpe, J. P., Smartt, J., Hengeveld, R., Edwards, P. J., y Duffield, S. J. 1995. Characterization of Biodiversity. Pp.21-106. En: Heywood, V.H. (Ed.) *Global Biodiversity Assessment*. UNEP, Cambridge University Press, Cambridge.

Boletín del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. 2009. Julio-septiembre. No. 1.

Booolootian, R. A. 1966. *Physiology of Echinoderms*. Wiley-Interscience, New York. 359-378.

Brotton, J. 2014. *Historia del mundo en 12 mapas*. Barcelona: Debate.

Brusca, R. C. 1973. *A Handbook to the Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. Univ. Arizona Press, Tucson. 304-343.

Brusca, R. C. 1980. *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. Chapter 26.- Echinodermata: 398-422. 2nd. Ed. Univ. Arizona Press, Tucson. Pp 513.

Brusca, R. C. y Brusca G. J. 2003. *Invertebrates*. Sinauer, Sunderland. 801-834.

Brusca, R. C., Moore, W. y Shuster, S.M. 2016. *Invertebrates*. Sinauer, Sunderland. Pp. 967-1005.

Castro M. C., Gondim I. A., y Ventura R. 2014. New records of Ophiuroidea (Echinodermata) of the Brazilian coast, with notes on its taxonomy and distribution. *Marine Biodiversity Records*. 7(1): 1-7.

Clark, A. H. 1919. A new genus and species of multibrachiate ophiuran of the family Gorgonocephalidae from the Caribbean Sea. *Proceedings of the United States National Museum*. 54(2257): 637-640.

Clark, A. H. 1952. *Schizostella* a new genus of brittle-star (Gorgonocephalidae). *Proceedings of the United States National Museum*. 102(3307): 451-453.

Clark, H. L. 1915. *Catalogue of Recent ophiurans*. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*. 25(4): 163-376, 20 pls.

Cooper, A.D. 1989. *Development and social change in the Pacific Isles*. London: Routledge.

Davison, P. 1994. Museum collections as cultural resources. *South African Journal of Science*, 90: 435- 436. Drinkrow, D.R., M.I. Cherry y W.R. Siegfried, 1994. The

role of natural history museums in preserving biodiversity in South Africa. *South African Journal of Science*. 90: 471-479.

Döderlein, L. 1911. Über japanische und andere Euryalae. *Abhandlungen der math. phys. Klasse der K. Bayer Akademie der Wissenschaften, Suppl.* 5(2): 1-123.

Döderlein, L. 1927. Indopacifische Euryalae. *Abhandlungen der Bayerische Akademie der Wissenschaften*. 31(6): 1-105.

Donnay, G., y Pawson, D. L. 1969. X-ray diffraction studies of echinoderm plates. *Science*. 166(3909): 1147-1150.

Durán-González, A., Laguarda-Figueras, A., Solís-Marín, F. A., Sánchez, B. E. B., Ahearn, C. G., & Torres-Vega, J. 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 53-68.

Fell, H. B. 1962. Evidence for the validity of Matsumoto classification of the Ophiuroidea. *Publications Seto Marine Biological Laboratory*. 10: 145-152.

Fujita T., Yoshiakia I., Kogure Y. 2014. Ophiuroids (Echinodermata) Collected by the R/V Mizoho-maru from the Continental Shelf in the sea of Japan. *44*: 205-223.

Fleming, J. 1828. A history of British animals, exhibiting the descriptive characters and systematical arrangement of the genera and species of quadrupeds, birds, reptiles, fishes, Mollusca, and Radiata of the United Kingdom; including the indigenous, extirpated, and extinct kinds, together with periodical and occasional visitants. Edinburgh, Bell & Bradfute / London, James Duncan. 1-565.

Gage, John D. y Tayler Paul A. 1991. *Deep-Sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press. Pp 504.

Gallach, J. M. 1982. ALBATROS. *Enciclopedia del mar. Compañía del mar. Compañía internacional editora S.A., Barcelona, 4 Volúmenes*.

Gondim Anne I., Días Thelma L.P. y Manso Cynthia L.C. 2012. Updated morphological description of *Asteroporpa (Asteroporpa) annulata* (Eurylida: Gorgonocephalidae) from the Brazilian coast, whit notes on the geographic distribution of the subgenus. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 47(1): 141-146.

Gondim, A. I., Dias, T. L. P., & Christoffersen, M. L. 2015. First record of basket stars *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856) and *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Ophiuroidea, Euryalida) for the state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. *Check List*. 11(1), 1541.

Gyllenhaal, C., D. D. Soejarto y N. R. Farnsworth, 1990. The value of herbaria. *Nature*. 347: 704.

Hawkworth, D. L. 1995. The resource base for biodiversity assessments. En: V. H. Heywood y R. T. Watson (eds.). Global Biodiversity Assessment. Cambridge University Press, United Kingdom. Pp 548-605.

Hendler, G. 1984. The association of *Ophiothrix lineata* and *Callyspongia vaginalis*: A brittlestar- sponge cleaning symbiosis? *Marine Ecology*. 5: 9-27

Hendler, G.; y Miller, J. E. 1984. Feeding behavior of *Asteropora annulata*, a gorgonocephalid brittlestar with unbranched arms. *Bulletin of Marine Science*. 34: 449-460.

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L., y Kier, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution, Washington and London. Pp. 300.

Hernández Herrejón, L. A. 2007. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp 248.

Hernández-Herrejón, L. A., F. A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2008. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las aguas mexicanas del golfo de México. *Revista de Biología Tropical*. 56(3): 83-167.

Hickman, C. P., Roberts, L.S., Keen, S.L., Larson, A., L'Anson, H., y Eisenhour, D.J. 2008. Integrated Principles of Zoology. McGraw Hill, New York. Pp 472-490.

Higueras, M. D. 2002. La representación del mundo: evolución histórica de la cartografía náutica española. En *Marinos Cartógrafos Españoles*. Madrid: Ed. Sociedad Geográfica Española y Prosegur.

Hyman L H. 1955. The invertebrates: Echinodermata – The coelomate bilateria. McGraw-Hill Book Company, New York. 4: 1-763.

Iriondo, J. M. 2000. Taxonomía y conservación: dos aproximaciones a un mismo dilema. *Portugaliae Acta Biol*. 19: 1-7.

Koehler, R. 1914. A contribution to the study of the ophiurans of the United States National Museum. Smithsonian Institution United States National Museum. Washington. Bulletin. 84: 1-173

Kokorin, A. I., Mirantsev, G. V., y Rozhnov, S. V. 2014. General features of echinoderm skeleton formation. *Paleontological Journal*. 48(14): 1532-1539.

Kungnip Saengmul Chawŏn'gwan (Korea). 2011. Invertebrate fauna of Korea. Incheon: National Institute of Biological Resources.



Laguarda-Figueras, A., Abreu-Pérez M., Torres-Vega J., Solís-Marín F. A. y Durán-González A. L. 2004. Ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) del Caribe Mexicano: Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Avicennia*. 17:13-34.

Laguarda-Figueras, A., L. A. Hernández-Herrejón, F. A. Solís-Marín y A. Durán González. 2009. Ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F. Jiménez Editores e Impresores, S. A. de C. V. Pp 249.

Leach, W. E. 1815. *The Zoological Miscellany; Being Descriptions of New, or Interesting Animals*. R.P. Nodder, London. 2: 1-154, pls: 61-120.

Ljungman, A.V. 1867. *Ophiuroidea viventia huc usque cognita enumerata*. *Öfversigt af Kongelige Vetenskapsakademiens Forhandlingar Stockholm*. 1866: 303-336.

Llorente, J.B. 1990. *La búsqueda del Método Natural*. 75. Editorial Fondo de Cultura Económica, México. Pp 157.

Lamarck, J.-B. de. 1816. *Ordre Second. Radiaires Échinodermes*. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. 2: 522-568.

Lütken, C. F. 1856. *Bidrag til kundskab om Slangestjernerne. II. Oversigt over de vestindiske Ophiurer*. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn 1856*. 7: 1-19.

Lütken, C. F. y Th. Mortensen. 1899. XXV. *The Ophiuridae*. Reports on an exploration off the west coasts of Mexico, central and south America, and off the Galapagos Islands, in Charge of Alexandre Agassiz, by the U. S. Fish Commission Steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U. S. N., Commanding. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College*. 23(2): 96-208.

Lyman, T. 1862. *Description of new Ophiuridae*. *Proceedings Boston Society of Natural History*. 8: 75-86.

Lyman, T. 1865. I. *Ophiuridae and Astrophytidae*. *Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology, at Harvard College*. Cambridge. Pp 1-200.

Lyman, T. 1869. *Preliminary report on the Ophiuridae and Astrophytidae dredged in deep water between Cuba and Florida Reef*. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. 1: 309-354.

Lyman, T. 1875. *Zoological Results of the Hassler Expedition*. 2. *Ophiuridae and Astrophytidae*. *Illustrated catalogue of the Museum of Comparative Zoology of Harvard College*. 8(2): 1-34.

Lyman, T. 1882. Report on the Ophiuroidea dredged by H. M. S. "Challenger" during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873-76. Zoology. 5(14): 1-386. Plates XLVIII.

Lyman, T. 1883. XX. Report on the Ophiuroidea. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Caribbean Sea (1878-79), and on the east coast of the United States, during the summer of 1880, by the U. S. Coast survey Steamer "Blake", commander J. R. Bartlett, U. S. N. Commanding. Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College. 10(6): 227-287.

Maluf, L. Y. 1988. Composition and distribution of the Central Eastern Pacific Echinoderms. Natural History Museum of Los Angeles County. Technical Reports. (2): 1-242.

Matsumoto, H. 1915. A new classification of Ophiuroidea with descriptions of new genera and species. Natural Sciences of Philadelphia. 67: 43-93.

Matsumoto, H. 1917. A monograph of Japanese Ophiuroidea, arranged according to a new classification. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo. 38: 1-408.

Mayden, R. L. y Wood, R. M. 1995. Systematics, species concepts, and the evolutionary significant unit in biodiversity and conservation biology. En: J.L. Nielsen (Ed.) Evolution and the aquatic ecosystem: defining unique units in population conservation. Symposium 17. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. Pp 58-113.

Mehrhoff, L. J. 1997. Museums, Research Collections and the Biodiversity Challenge. En: Wilson, E. O. (ed.) Biodiversity II: 447– 463. National Academic Press, Washington. USA.

Mesa, D. P. y A. A. Bernal. 2005. Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. Boletín Científico del Museo de Historia Natural. 10: 117-148.

Montaño, M., A. M. Mesa. y L. G. Días. 2012. La colección entomológica Cebuc y su potencial como colección de referencia de insectos acuáticos. 16: (2) 173-184.

Monteiro, A. M. G., & Tommasi, L. R. 1983. Ophiuroidea das regiões Antártica e Subantártica: 2. Variação em *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi) (Echinodermata, Ophiuroidea, Gorgonocephalidae). *Bol. Inst. Oceanogr.* Pp 55-61.

Montero F.J. 2006. Port Privatization in Panama. *Marine Policy* (30); 483-495.

Mortensen, T. 1924. Echinoderms of New Zealand and the Auckland-Campbell Islands. II. Ophiuroidea. Papers from Dr Th. Mortensen's Pacific Expedition (Vid. Medd. Dansk Naturh. Foren. 77). 20: 91-177.

Müller, J. and Troschel, F. H. (1842). System der Asteriden.1. Asteriae. 2. Ophiuridae. Vieweg: Braunschweig. Pp 134.

Navarro, A. S. y J. B. Llorente. 1994. Museos y la conservación de la biodiversidad. En: Fondo de Cultura Económica (ed.). Taxonomía Biológica. Ediciones Científicas Universitarias, UNAM. México. Pp 229-257.

Nichols, D. 1971. The water-vascular system in living and fossil echinoderms. *Palaentology*. 15: 519-538.

Nicholson, N. B. 1981. Local herbaria: functions and uses. *South African Journal of Science*. 117: 333.

Nicholson, T. D. 1986. Systematics and museums. *Science*. 231: 442.

O'Hara, T. D., Hugall, A. F., Thuy, B., Stöhr, S., & Martynov, A. V. 2018. Restructuring higher taxonomy using broad-scale phylogenomics: the living Ophiuroidea. *Molecular phylogenetics and evolution*. 107, 415-430.

Okanishi M. & Fujita T. 2011. Two new species of the subgenus *Asteropora* (*Asteromoana*) (Ophiuroidea: Euryalida: Gorgonocephalidae) from Japan. *Zootaxa*. 2751 (25): 16.

Okanishi, M. & Fujita, T. 2013. Molecular phylogeny based on increased number of species and genes revealed more robust family-level systematics of the order Euryalida (Echinodermata: Ophiuroidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69, 566-580.

Okanishi, M., & Fujita, T. 2018. Description of a New Subfamily, Astrocloninae (Ophiuroidea: Euryalida: Gorgonocephalidae), Based on Molecular Phylogeny and Morphological Observations. *Zoological science*. 35(2), 179-187.

O'Reilly S. C. 2016. Identification of deep-Sea Asteroidea and Ophiuroidea (Phylum Echinodermata) from two of Ireland's Submarine Canyon Systems, by use of Morphological and Molecular Techniques. Pp. 64

Paterson, G. L. J. 1985. The deep-sea Ophiuroidea of the North Atlantic Ocean. *Bulletin of the British Museum of Natural History, Zoology*. 49: 98-145.

Pawson, D. L. 2007. Phylum Echinodermata. En Zhang, Z.-Q. y Shear, W.A. (Eds.) *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. *Zootaxa*, Pp 749.

Philippi, A. 1858. Beschreibungen einiger neuer Seesterne aus dem Meere von Chiloe. *Archiv für Naturgeschichte*. 24(1), 264-268.

Piepenburg D, 2000. Arctic brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 38:189-256.

Pomory, C. M. 2007. Key to the common shallow-water brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Caribbean Journal of Science*. 10: 1-42.

Ramírez, J. M. C. 2007. Biblioteca "Dra. María Elena Caso Muñoz". Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, UNAM.

Rogelio, A. J. 1987. Enciclopedia de México. Secretaría de Educación Pública, México. Pp. 5

Rosemberg, R.; Dupont, S.; Lundälv T.; Sköld, H. N.; Norkko, A.; Roth, J.; Stach, T.; y Thorndyke, M. 2005. Biology of the basket star *Gorgonocephalus captmedusae* (L). *Marine Biology*. 148: 43-50.

Solís-Marín, F. A. y Laguarda-Figueras A. 1998. Los equinodermos de México. *Biodiversitas*. 4(18): 2-7.

Solís-Marín, F. A., Honey-Escandón M.B.I., y Herrero-Pérezrul Ma.D. 2013. Echinoderms from México: biodiversity, distribution and current state of knowledge. En: *Echinoderm research and diversity in Latin America* J.J. Alvarado-Barrientos y F.A. Solís-Marín. Pp 11-65.

Solís-Marín F. A., Laguarda-Figueras A. y Honey-Escandón M. 2014. Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 85: 441-449.

Sook Shin. 2013. Invertebrate Fauna of Korea, Echinodermata: Crinozoa: Crinoidea: Comatulida: Asterozoa: Ophiuroidea: Euryalida. Feather Stars, Basket Stars. *Sahmyook University*. 116: 4-66.

Stöhr S, 2015. *Gorgonocephalidae* Ljungman, 1867. In: Stöhr, S., O'Hara, T. y Thuy, B. (Eds.). *World Ophiuroidea database. World Register of Marine Species*, Accessed ,15 Feb 2019 <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123203>>.

Stöhr, S., O'Hara, T. y Thuy, B. (Eds) 2018. *World Ophiuroidea database*. Accessed at <http://www.marinespecies.org/ophiuroidea> on 2018-06-06.

Stuckenberg, B. R. 1994. National collections in the national life: services in a pluralistic society. *South African Journal of Science*. 90: 429-431.

Suarez-Mayorga, A.M. y A.J. Vivas. 2003. Guía para la evaluación de software para la administración de colecciones biológicas, versión preliminar. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Pp 28.

Tommasi, L. R. 1970. Os Ofiuróides Recentes de Brasil e de Regioes Vizinhas. Contribuico es Avulsas do Institutu Oceanográfico. Univ. S. Paulo. Sér. Ocean. 20: 46.

Ulbers M. J., Griffiths Ch. L., O'Hara T. D. y Samyn Y. 2019. Field guide to the brittle and basket stars (Echinodermata: Ophiuroidea) of South Africa. 19: 001-354.

US Army. 1943. Ocean Currents and Sea Ice from Atlas of World Maps. US Army Service Forces. Army Specialized Training Divison Army Service Forces. Manual M-101.

Verrill, A.E. 1867. Notes on Radiata in the museum of Yale College with descriptions of new genera and species. No. 2. Notes on the echinoderms of Panama and the west coast of America, with descriptions of a new genus. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science. 1(2): 251-322.

Verrill, A. E. 1870. Descriptions of echinoderms and corals from the Gulf of California. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science, Art. XIII. Contributions to zoology from the Museum of Yale College. 5(61): 93-98.

Verrill, A. E. 1871. V. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. No. 9. On the Echinoderm fauna of the Gulf of California and Cape St. Lucas. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science. 1(2): 593-610.

Verrill, A. E. (a) 1899. VII. North American Ophiuroidea. I. Revision of certain Families and Genera of west Indian Ophiurans. II. A faunal catalogue of the known species of west Indian ophiurans. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science. 10(7): 301-386.

Verrill, A. E. (b) 1899. Report on the Ophiuroidea collected by the Bahama Expedition from the University of Iowa in 1893. Bulletin from the Laboratory of Natural History of State University of Iowa. 5: 1-86.

Vivas, A.J. 2003. Evaluación de la información de colecciones biológicas sobre los géneros *Eleaegia* y *Faramea* (fam. Rubiaceae) en la región Andina Colombiana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von.

Williams, N. 1996. A plea to protect threatened collections. Science. 273: 1792-1793

Woolley, S. N. C., Tittensor, D. P., Dunstan, P. K., Guillera-Arroita, G., Lahoz-Monfort, J. J., Wintle, B. A., Worm, B., y O'Hara, T. D. O. 2016. Deep sea diversity patterns are shaped by energy availability. Nature. 533: 393-399.

Zayas, F. Ma. B., Vías, M. J. 2016. El Atlántico a través de su representación cartográfica. *Trasatlantic Studies Network*. Pp. 06-20. Accessed at <http://transatlanticstudiesnetwork.uma.es> | [www.uma.es/amzet](http://www.uma.es/amzet)

WoRMS Editorial Board. 2020. *World Register of Marine Species*. Recuperado de <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2020-04-26. doi:10.14284/170

## ANEXOS

### 1. Material Revisado

**Tabla 1. *Asteropora (Asteropora) annulata* (Örstedt y Lütken in Lütken, 1856)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.120.0	Norte de Cabo Catoche, Quintana Roo.	22°39'00'' N 47°12'09'' W	57.5 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.120.1	Norte de Olbox, Quintana Roo.	23°17.4' N 87°37.2' W	99 m	5	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.2	Norte de Olbox, Quintana Roo.	23°22.8' N 87°43.3' W	-----	8	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.3	Norte de Cabo Catoche, Quintana Roo.	23°20'6'' N 87°37'3'' W	103.3 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.5	Frente a Chachalacas, Golfo de México.	19°30'0'' N 96°06'7'' W	98 m	2	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.6	Frente a río Lagartos, Quintana Roo.	23°17'4'' N 87°57'1'' W	69.2 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.7	Cayo arenas, banco de Campeche, Golfo de México.	22°16.57 N 91°30.33 W	114 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.120.8	Frente a Barra Tecolutla, Golfo de México.	20°20.844' N 96°37.383' W	96 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 9865	Frente a Laguna de Términos, Golfo de México.	22°10.745' N 91°33.74'' W	96 m	2	Alcohol
ICML-UNAM 9875	Frente a Laguna de Términos, Golfo de México.	22°25.292' N 91°36.387'' W	730 m	2	Alcohol

**Tabla 2. *Astracme mucronata* (Lyman, 1869)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.183.0	Norte del Océano Atlántico, Bahamas	23°31' N a 27°33' N 79°15' W a 79°17' W	350-400 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.183.1	Banco de Campeche, Yucatán, México	23°25.364' N 89°48.834' W	305 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 9634	Norte de Arrecife Alacrán, Yucatán, México	23°34.703' N 89°34.074' W	351 m	3	Alcohol
ICML-UNAM 12308	Norte de Progreso, Yucatán, México	23°34.687'' N 89°33.682'' W	336 m	3	Seco



**Tabla 3. *Astrocaeneum herrerai* (A. H. Clark, 1919)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.118.15	Al Este de Franco de Contoy, Quintana Roo	_____	38 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.8	Al Noroeste de Contoy, a cinco millas de la costa de Quintana Roo	_____	_____	1	Seco

**Tabla 4. *Astrocaeneum spinosum* (Lyman, 1875)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 9821	Bajo Marisal, Golfo de California	24°42'N 110°17'W	40 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.36.16	Isla las Ánimas, Golfo de California	25°06.716'N 110°30.651'W	60 m	1	Seco

**Tabla 5. *Astrocyclus caecilia* (Lütken, 1856)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.184.0	Océano Atlántico Norte; Golfo de México, Estados Unidos, Mississippi.	29°13'54'' N 88°19'02'' W	87.0 a 97.0 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.184.1	Banco de Campeche, Golfo de México.	22°16.21'N 91°29.64'W	116 m	1	Alcohol

**Tabla 6. *Astrodictyum cf. panamense* (Verrill, 1867)**

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.63.0	En las rocas de Golfo de California.	31°09'0'' N 114°15'3'' W	37 m	2	Alcohol
ICML-UNAM 3.63.2	Punta San Miguel Gabriel, Golfo de California.	28°08'7'' N 112°48'2'' W	30 m	5	Seco
ICML-UNAM 3.63.3	Frente a Salina de la Cruz, Oaxaca.	16°10'N 95°45'W	-----	2	Seco
ICML-UNAM 3.63.4	Punta San Miguel Gabriel, Golfo de California.	28°08'7'' N 112°48'2'' W	30 m	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.63.5	Isla las animas, Golfo de California.	25°06.716'' N 110°30.651'W	60 m	2	Alcohol





ICML-UNAM 3.63.6	El bajo de la Paz, Baja California.	24°35'00'' N 110°27'00'' W	-----	4	Seco
ICML-UNAM 9822	Bajo de Marisla, Baja California Sur.	24°42'N 110°17'W	40 m	1	Seco

**Tabla 7.** *Astrodictyum* n. sp. (Lyman, 1875)

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.36.0	La Paz Baja California.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.1	Vizcaino, Costa Oeste de Baja California.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.2	La Paz Baja California Sur.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.3	Consa y Rock, Golfo de California.	30°53'00 N 114°28'48 W	73.2 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.4	La Paz Baja California Sur.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.7	Piedra Abriegada, Frente a la Boca de Pto. Mazatlán, Sinaloa.	-----	15 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.8	Punta San Miguel, Golfo de Californiaa.	-----	20m	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.9	Rocas Consag, Golfo de California.	-----	-----	20	Seco
ICML-UNAM 3.36.10	Al Norte de las Rocas Consag, Golfo de California.	-----	-----	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.36.11	Al Este de las Rocas Consag, Golfo de California.	-----	-----	4	Alcohol
ICML-UNAM 3.36.12	Bahía Tepoca, Golfo de California.	-----	-----	8	Alcohol
ICML-UNAM 3.36.13	Al Norte de las Rocas Consag, Golfo de California.	-----	-----	99	Seco
ICML-UNAM 3.36.14	Punta San Miguel, Golfo de Californiaa.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.15	Rocas Consag, Golfo de California.	31°09'N 114°15'3'' W	70 m	23 26	Secos Alcohol
ICML-UNAM 3.36.16	Islas las Animas, Golfo de Baja California Sur.	25°06.716'N 110°30.651'W	60 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.36.17	En Bajo La Paz, Baja California Sur.	24°35'00'' N 110°27'00'' W		1	Seco
ICML-UNAM 9821	Bajo de Marisla, Golfo de California	24°42'N 110°17'W	40 m	1	Seco



Sur.

**Tabla 8.** *Astrogomphus vallatus* (Lyman, 1869)

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.165.0	Frente a Río Lagartos, Banco de Campeche	23°49.442'N 88°13.303'W	215 m	1	Alcohol

**Tabla 9.** *Astrophyton muricatum* (Lamarck, 1816)

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.118.0	Noreste de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.1	Noreste de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	2	Seco
ICML-UNAM 3.118.2	Norte de Cabo Catoche, Quintana Roo.	22°32'08'' N 87°06'09'' W	57 m	3	Seco
ICML-UNAM 3.118.3	Noroeste de la Isla Cantoy, Quintana Roo.	----	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.4	Quintana Roo.	21°58'0'' N 86°38'2'' W	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.5	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.6	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	2	Seco
ICML-UNAM 3.118.7	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	21°34.4'N 86°34.4'W	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.8	Noroeste de la Isla Cantoy, Quintana Roo.	----	----	1 3	Seco Alcohol
ICML-UNAM 3.118.9	Frente a la Isla Contoy.	----	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.10	Frente al hotel Playa Sur entre Rodmany y Caracol Pto. Morelos, Quintana Roo.	----	----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.11	Al Noroeste de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	3	Alcohol
ICML-UNAM 3.118.12	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	21°44'6'' N 86°38'7'' W	----	3	Alcohol
ICML-UNAM 3.118.13	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	----	----	1	Alcohol



ICML-UNAM 3.118.14	Isla de Sacrificios, Veracruz.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.15	Este de Franco de la Isla Contoy, Quintana Roo.	-----	38.4 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.16	Quintana Roo.	21°58'4''N 86°38'0''W	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.17	Norte Cabo Catoche, Quintana Roo.	-----	-----	1	Alcohol
ICML-UNAM 3.118.18	Norte de la Isla Contoy, Quintana Roo.	-----	-----	4	Alcohol
ICML-UNAM 3.118.19	Golfo de México.	-----	-----	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.20	Frente a la estación por fuera del arrecife, Pto. Morelos, Quintana Roo.	20°51'31.7'' N 86°51'08.1'' W	15 m	1	Seco
ICML-UNAM 3.118.21	Triángulos, Banco de Campeche, Campeche, Golfo de México.	20°39'66''N 91°57'09'' W	33 m	1	Alcohol

**Tabla 10.** *Gorgonocephalus chilensis* (Philippi, 1858)

No. catálogo	Localidad	Coordenadas	Profundidad	No. ejemplares	Condición de preservación
ICML-UNAM 3.239.0	Puerto Santa Cruz, Bahía Grande, Océano Atlántico Sur.	54°19.0'N 66°45.8'W	50 m	1	Alcohol



## 2. Glosario

Definiciones modificadas de Stöhr, 2012

- **Aboral:** superficie del animal opuesta a la boca, conocida comúnmente como “dorsal”.
- **Abradial (adj.):** lejos de la línea central del brazo.
- **Adradial (adj.):** cerca del brazo.
- **Área interr radial:** área entre los brazos en el disco, que se encuentra tanto dorsalmente como ventralmente.
- **Brazo:** proyección ambulacral móvil unida al disco, dividida en segmentos (articulaciones); los segmentos más cercanos al disco son los más antiguos y los que están en la punta del brazo son los más jóvenes.
- **Diámetro del disco:** unidad de tamaño para los ofiuroideas, mide desde el borde distal de los escudos radiales hasta el borde del interr radial opuesto.
- **Dientes:** elementos esqueléticos pequeños en la placa dental, en forma de bloque o de espina.
- **Disco:** cuerpo central, contiene los principales órganos internos.
- **Distal (adj.):** lejos del centro del disco.
- **Dorsal:** superficie lejos de la boca, comúnmente más utilizada que aboral.
- **Elementos esqueléticos (placas, osículos):** estructuras duras que consisten en una malla de magnesio y calcita, crecen al interior de las células dérmicas; incluye placas, escamas, espinas, gránulos y papilas.
- **Escamas:** elementos esqueléticos pequeños, delgados, a menudo más o menos redondeadas, usualmente se encuentran en el disco, algunas veces en los brazos.
- **Escama tentacular:** elemento esquelético articulado al poro tentacular, puede estar en la placa lateral del brazo y/o en la placa ventral, puede ser una o varias, en forma de espina o de escama, entre otras.
- **Escudos radiales:** par de placas dorsales del disco en la base del brazo, tienen articulación interna con las placas genitales.
- **Espinas:** elementos esqueléticos articulados y móviles de forma alargada, lisa o aserrada, con o sin espinas terminales, se encuentran en los brazos y en el disco; a menudo se diferencian como espineletes (espinas pequeñas en el disco), tocones (cortos, romos, espinas cortas de discos generalmente espinosos), espinas (muy largas, en forma de varilla,



que se estrechan, con o sin espinas, se encuentran en los brazos y en el disco) y los ganchos, aunque estos términos aún no están bien definidos. En especies epizoicas, las espinas del brazo están modificadas en ganchos, algunas veces sólo en los juveniles o sólo en los segmentos distales del brazo. Los Gorgonocephalidae poseen “bandas de ganchos” en la superficie dorso-lateral de los brazos.

- **Espinas de los brazos:** espinas unidas en la placa lateral de los brazos.
- **Ganchos:** osículos diminutos, móviles, de media luna que se articulan con las escamas dorsales del brazo (otros ofiuros pueden tener un brazo con forma de gancho, espinas unidas a las placas laterales del brazo).
- **Gránulos:** elementos esqueléticos articulados o ligeramente unidos, con forma granosa, pueden borrarse, pueden presentarse en el disco y en los brazos.
- **Hendidura genital o bursátil:** abertura externa de la bursa.
- **Imbricado:** estructuras superpuestas.
- **Interradio:** las áreas del disco entre los brazos.
- **Madreporita:** placa perforada por la cual se controla la entrada de agua de mar al sistema vascular.
- **Oral:** lado de la boca, a menudo se denomina “ventral”; también es usado como adjetivo para estructuras en estrecha asociación con la boca.
- **Osículos:** elementos esqueléticos.
- **Papila dental:** papilas son dientes modificados, colocados en la placa dental de la mandíbula, las placas dentales solo se pueden ver durante las disecciones.
- **Papila infradental:** papilas orales que se originan en el borde lateral de la placa dental y pueden moverse debajo de los dientes en mayor o menor grado. Papilas no apicales.
- **Placa dorsal del brazo:** placa posicionada en la superficie aboral de una articulación del brazo
- **Placa oral:** la mitad de la mandíbula, compuesta de una parte proximal y una parte distal, algunas veces con una línea de sutura visible, la parte distal presenta un poro tentacular y un tentáculo, algunas veces con escama tentacular.
- **Placas:** elementos esqueléticos grandes, planos y con posición fija (el término placa es usado también como un término más general para elementos esqueléticos).
- **Placas peristomiales:** placas delgadas que cubren la superficie dorsal (interior) del marco oral.



- **Poro tentacular:** abertura en la parte ventral del brazo, entre las placas ventral y lateral o como una perforación dentro de la placa lateral del brazo, de la cual sale el pie ambulacral, poseen un par de poros por segmento del brazo.
- **Proximal (adj.):** hacia el centro del disco.
- **Radio:** los brazos y áreas del disco donde los brazos se unen.
- **Tentáculos orales:** pies de tubo dentro de la boca, que surgen de las mandíbulas.
- **Ventral:** lado de la boca, más comúnmente utilizado que “oral”.
- **Vértebras:** osículos de la parte interna del brazo, uno en cada segmento, compuesto a partir de dos placas ambulacrales, a menudo con una línea de sutura visible, por la que se pueden separar durante la maceración; con articulaciones distales y proximales, tradicionalmente clasificados como streptospondylous (en forma de reloj de arena) y zygospondylous, pero existen tipos intermedios.

Euryalida solo posee vértebras streptospondylous, en Ophiurida se evidencia una gran variedad de ambos tipos (streptospondylous y zygospondylous). En Ophionereididae, Ophitrichidae y entre Ophiacidae sólo en el género *Ophiopholis* las vértebras tienen una quilla dorsal, extendiéndose distalmente en una ranura grande en la cara proximal de la siguiente vértebra. Algunas vértebras en Euryalidae tienen un puente ventral entre los procesos próximo-laterales que protegen el canal radial y el nervio.