

**TAXONOMÍA Y BIOGEOGRAFIA DE LOS CRINOIDEOS  
(ECHINODERMATA: CRINOIDEA) DE MÉXICO**

**T E S I S**

que para obtener el grado académico de

**Maestría**

**en Biología Marina**

p r e s e n t a

Biol. Mauricio Valdés de Anda

Director de Tesis:

Dr. Alfredo Laguarda Figueras

Comité Tutorial:

Dra Blanca Estela Buitrón Sánchez

Dr. Juan José Morrone Lupi

Ciudad Universitaria, 19 de septiembre de 2011.

---



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.

A mi familia; a los que se fueron durante este año y a los que seguimos en este camino largo y bello llamado vida.

A mis amigos y colegas biólogos, quienes compartimos la misma vocación y pasión por descifrar los muchos secretos de la naturaleza.

A mis amigos y colegas músicos, por enriquecer cada paso en mí camino y me han llenado de partituras increíbles.

A cada persona que ha creído en mí y en mi trabajo; y a los que no, ésta tesis también va dedicada a ustedes.

“Del laberinto siempre se sale, pero primero hay que perderse”

M. Bosè.

## **Agradecimientos.**

A mis padres; Linda y Carlos, quienes han sido una fuente inagotable de apoyo y amor; gracias por cada palabra con la cual reafirman mi deseo por ser el mejor. Gracias por los jalones de orejas cuando han sido necesarios, por los oídos cuando he necesitado ser escuchado y por los abrazos cada vez que el “mostro” se acerca. Mamá; eres la persona a quien más agradezco por ser tu quien me trajo a vivir a este mundo, por jugar conmigo y dibujarme peces cuando era pequeño, por regalarme tu tiempo para crecer y formarme como la persona que soy el día de hoy. Papá, eres el ejemplo más grande que tengo de tenacidad y esfuerzo, y eres la prueba viviente de que no importa cuántas velitas haya en tu pastel cada cumpleaños; siempre eres joven y útil. Gracias por tus consejos, por tu paciencia y por ese molesto silbido con el cual me despertabas cada mañana. A los dos, infinitas gracias.

A mi hermana Sandra, gracias por tu valor, por ser un ejemplo de fortaleza interna y por no permitir que nada ni nadie te detenga. Eres la mujer más bella y fuerte que conozco, gracias a tu ejemplo he podido sortear varios obstáculos. Te agradezco por estar siempre cuando te he necesitado y por decir juntos tantas tonterías con las cuales terminamos riendo hasta que nos duele la barriga. Querida Sandra, mi tesis tiene mucho de ti y en gran parte es tuya también.

A mi abue, quien este año emprendió el camino que todos debemos seguir algún día. Para doña Eva quien ahora ya está bailando con su hermoso vestido azul, rodeada de orquídeas y cantos de millones de pajaritos. Gracias por cuidarnos cada día desde el cielo y guiarnos para ser mejores. Sigues presente y hermosa como a tus 15. Hasta siempre abue, desde donde estás ahora, sé que estas muy orgullosa de nosotros. Te amo.

A mis tutores que han estado muy al pendiente de mi desarrollo académico; gracias por cada corrección que me acerca a mi meta. Gracias por la dedicación que a pesar de la falta de tiempo han estado trabajando junto conmigo para que este trabajo sea útil y no solamente bonito.

A mi querido Dr. Alfredo Laguarda Figueras, gracias por aceptar desde un principio ser mi tutor en este trabajo, que más que una tesis me ha abierto los ojos a muchas cosas interesantes no sólo acerca de los lirios de mar, sino a poder compartir tiempo y experiencias con usted. Cada palabra que hemos intercambiado y cada una de las charlas que hemos tenido las guardo y atesoro. Gracias por toda su experiencia y consejos, con ellos logramos construir estos cimientos.

Al Dr. Francisco Alonso Solís Marín. Mi muy admirado Francisco Marino Equinodermo, aún recuerdo la primera plática que tuvimos cuando llegué de Europa a solicitar una oportunidad para trabajar con invertebrados, de no ser por tu tiempo ese día, no estarías leyendo ésta dedicatoria. Gracias por toda la confianza, por los jalones de orejas y sobre todo por ser un guía extraordinario y amigo inigualable. Tú eres una parte importantísima de este trabajo y agradezco haber caído en tan buenas manos.

A la Dra. Vivianne Solís W. quien pasó de ser una persona inalcanzable a una amiga muy querida. Gracias por aquella campaña oceanográfica tan intensa en la que pudimos platicar y conocernos mejor. Gracias por el tiempo y el interés en mi trabajo, esos momentos en los que hemos podido coincidir y tener alguna conversación –por breve que sea- han enriquecido mucho mi trabajo. Gracias Vivianne por toda esa fuerza contagiosa que emanas, esas ganas de que el trabajo valga y trascienda.

A la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez. Mi querida Dra. Buitrón, desde el principio ha sido un placer inmenso conocerla y compartir este gusto por los invertebrados marinos, extintos o recientes. Siempre agradezco verla por esa hermosa sonrisa que tiene para regalarnos cada vez que la visitamos. Con mucho cariño le dedico esta tesis que sé que la ha disfrutado tanto como yo.

Al Dr. Juan José Morrone Lupi. Juanjo; mil gracias por el tiempo y la disposición para ayudarme con esta tesis, me has dado muchos consejos muy útiles que han enriquecido mi trabajo. Gracias por las pláticas y el apoyo incondicional.

A mis amigos-colegas del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos. De todos ustedes he recibido palabras de aliento, y, sobre todo, de interés hacia mi trabajo. Les agradezco las intervenciones masivas y las largas pláticas al calor de los tequilas, las risas y los viajes.

Andrea Caballero, Julio Adrián Arriaga, Tania Pineda, Estefanía Prado, Quetzalli Hernández, Carolina Cao, Guadalupe Briviesca, Viridiana Tapia, Alejandra Martínez, Magali Honey, Idania Álvarez, Nancy Escandón, Pablo Juárez, Karina Evangelista y Patricio. Gracias por las risas incontrolables y espasmódicas que acompañan cada una de nuestras pláticas, por las campañas oceanográficas, por las expediciones submarinas al encuentro con *Terlenkothuria nakerrima* en cada una de las costas de este país. Esta aventura equinodermológica ha sido tan rica y gratificante gracias a que he contado con su apoyo y cariño. Bien dicen que uno viene solo a este mundo y se va solo... sin embargo, el camino que recorreremos está plantado con flores y paisajes hermosos, me siento muy afortunado de poder compartir con ustedes todas las cosas bellas que se presentan en cada rincón de este largo y emocionante sendero. Con mucha gratitud, mi tesis es suya.

A Alejandra Hernández y Trinidad Dominguez, gracias por la valiosa lección de vida. Nunca olvidaré las palabras y momentos. Con cariño, mi tesis va dedicada a ustedes.

A mis amigos musicales, que siempre han estado conmigo sin importar la distancia o el tiempo; Hazel Niño, Alberto Valenzuela, Daniela Fernanda Valenzuela, Christian Herrera, Agustín Escalante, Lena Maurer, Monica Sandoval, Ensamble Vocal Ars Cor. Saben de sobra el cariño que les tengo y lo mucho que disfruto hacer música con ustedes. Ese momento de escape y de sanación para el alma lo encuentro cada vez que cantamos juntos. Gracias por devorarnos tantas notas, solfear grandes obras, entonar melodías intensas y cantar con el corazón

acompañados de una maravillosa orquesta, un elegante piano o aventarnos a *capella* tantas piezas que nos han unido tanto que seguimos haciendo música desde hace más de 10 años. Sigamos cantando mientras que el cuerpo aguante, a veces en *allegretto*, a veces *piu meno allegro*, a veces haciendo *staccato* pero siempre *andante ma non troppo* en *crescendo* hasta un *fortissimo* y que nada nos detenga (sin portamentos, que son HORRRRRIBLES! Pero con *tutta forza*).

A los organizadores del 1er Congreso Latinoamericano de Equinodermos realizado en Puerto Madryn, Argentina: Martin Brogger, Tamara Rubilar, Enriqueta Diaz DeVivar gracias por la maravillosa oportunidad de conocer y convivir entre colegas de diferentes partes de Latinoamérica y Europa. Esta experiencia nos deja con un muy buen sabor de boca y con la buena estrella de haber conocido a personas tan valiosas. Mil gracias.

Special thanks to the team on the Smithsonian Institution National Museum of Natural History, specially to Drs. David Pawson and Charles Messing. Your support during my visit to the collections was unvaluable. Thank you for every word and help! This work is special because of you!.

Gracias también a Ricardo Mejía Bahena, Daniel Rodríguez Peña, Claudia Villegas, Paulina Torices, Naara Poblano, Ana Ruiz, Beatriz Marín, Iris Valencia, Daniela Alhenius, Amelie Mossberg, Joanna Hägg, Victor Anaya, Sonia Crossan, Angel Perez, Jorge Brieva, Sofía Baruch, mi adorada Kikis Corcuera, Aidee Rivera, Yessica Alarcón, Susana Flores, a todos mis compañeros de maestría.

Agradezco especialmente al Posgrado en Ciencias del Mar y al Instituto de Ciencias del Mar de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por todo el apoyo que he recibido por parte de cada una de las personas que han permitido que esta tesis sea llevada a cabo.

A la UNAM, porque ha sido, es y seguirá siendo la máxima casa de estudios en México y el resto del mundo.

# TABLA DE CONTENIDO

Dedicatorias.	
Agradecimientos.	
Introducción.....	9
Antecedentes.....	12
Justificación.....	15
Objetivos.....	16
Material y método.....	16
Morfología de crinoideos.....	18
Sistema nervioso.....	18
Organos sensoriales.....	19
Sistema circulatorio o hemal.....	20
Sistema reproductivo.....	20
Desarrollo embrionario.....	22
Sistema vascular acuífero.....	25
Regeneración.....	26
Esqueleto calcáreo.....	28
Historia evolutiva de la Clase Crinoidea.....	34
Orden Inadunata.....	34
Orden Flexibilia.....	34
Orden Camerata.....	34
Orden Articulata.....	35
Suborden Isocrinina.....	35
Suborden Bourgettocrinida.....	36
Suborden Comatulidinia.....	36
Suborden Uintacrinida.....	36

Suborden Cyrtocrinida.....	36
Suborden Hyocrinida.....	37
Resultados.....	38
Síntesis taxonómica de los crinoideos de México.....	39
Clave para la identificación de los crinoideos de México.....	40

#### DESCRIPCIÓN DE ESPECIES

<i>Neocrinus decorus</i> Thomson, 1864.....	46
<i>Neocrinus blakei</i> (Carpenter, 1884).....	50
<i>Endoxocrinus parrae</i> (Gervais in Guérin, 1835).....	53
<i>Cenocrinus asterius</i> (Linnaeus, 1767).....	57
<i>Democrinus rawsonii</i> (Portualès, 1874).....	60
<i>Monachocrinus caribbeus</i> (A. H. Clark, 1908).....	63
<i>Hyocrinus foelli</i> Pawson & Roux, 1999.....	66
<i>Holopus rangii</i> d'Orbigny, 1873.....	69
<i>Neocomatella alata</i> (Portualès, 1878).....	72
<i>Neocomatella pulchella</i> (Portualès, 1878).....	76
<i>Davidaster discoideus</i> (Carpenter, 1888).....	79
<i>Davidaster rubiginosus</i> (Portualès, 1869).....	82
<i>Comatonia cristata</i> (Hartlaub, 1912).....	85
<i>Comactinia echinoptera</i> (Müller, 1840).....	88
<i>Comactinia meridionalis</i> (L. Agassiz, 1865).....	92
<i>Analcidometra armata</i> (Portualès, 1869).....	96
<i>Stylometra spinifera</i> (Carpenter, 1881).....	99
<i>Horaeometra duplex</i> (Carpenter, 1888).....	102
<i>Crinometra brevipinna</i> (Portualès, 1817).....	105
<i>Coccometra guttata</i> A. H. Clark, 1918.....	109

<i>Coccometra hagenii</i> (Portualès, 1868).....	112
<i>Coccometra nigrolineata</i> A. H. Clark, 1918.....	115
<i>Trichometra cubensis</i> (Portualès, 1869).....	117
<i>Hypalometra defecta</i> (Carpenter, 1888).....	120
<i>Florometra serratissima</i> (A. H. Clark, 1907).....	123
<i>Florometra tanneri</i> (Hartlaub, 1895).....	126
<i>Zenometra columnaris</i> (Carpenter, 1881).....	129
<i>Fariometra parvula</i> (Hartlaub, 1895).....	132
<i>Atelecrinus balanoides</i> Carpenter, 1881.....	135
Discusión de resultados.....	138
Aspectos taxonómicos.....	138
Aspectos biogeográficos.....	139
Conclusiones.....	141
Bibliografía.	
ANEXO 1. Glosario.	
ANEXO 2. Mapas de distribución.	
ANEXO 3. Referencias de identificación.	

# TAXONOMÍA Y BIOGEOGRAFÍA DE LOS CRINOIDEOS (ECHINODERMATA: CRINOIDEA) DE MÉXICO

Biol. Mauricio Valdés DeAnda

## Introducción

Los equinodermos son invertebrados marinos que han sido extensamente estudiados y forman parte importante de las comunidades bentónicas. Constituyen, además, un grupo altamente diversificado de invertebrados marinos (Solís-Marín y Laguarda Figueras, 1998). Son organismos que presentan desarrollo embrionario por deuterostomia; se desarrollan a partir de larvas bilateralmente simétricas y generalmente de vida libre. Conforme maduran, desarrollan simetría pentarradial y un endoesqueleto formado mayormente por osículos o placas compuestas por carbonato de calcio. Tienen la particularidad de poseer un tejido conjuntivo variable, es decir; que a diferencia del resto de los invertebrados, los equinodermos pueden cambiar, cuando lo requieren, la rigidez de este tejido de manera rápida. También presentan un sistema vascular acuífero, compuesto por canales celomáticos con proyecciones llamadas pies ambulacrales los cuales son usados para locomoción y alimentación (Pawson, 2007).

Actualmente, existen cinco clases que integran al phylum Echinodermata: Crinoidea (lirios de mar y estrellas plumosas), Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (estrellas serpiente o estrellas quebradizas), Echinoidea (erizos, galletas y bizcochos de mar) y Holothuroidea (pepinos o cohombres de mar) (Solís-Marín y Laguarda Figueras. 2007). Las diferentes especies que integran a cada una de las clases habitan en ecosistemas marinos diversos; desde arenas y lagunas costeras, hasta planicies abisales y cavernas marinas y anquihalinas.

Los crinoideos fueron reconocidos como un grupo distinto de equinodermos por Miller en 1821 (Simms *in* Hess *et al*, 2002). Antes habían sido catalogados como parte de la clase Asteroidea, sin embargo el estudio detallado de las formas fósiles y recientes permitieron que finalmente fueran remitidos a una clase distinta. Para Miller, la estructura de la copa aboral (cáliz) tenía gran relevancia para la clasificación de los crinoideos, filosofía que ha persistido a lo largo de los años y que actualmente representa una parte fundamental para la clasificación de las diferentes especies de lirios de mar.

La morfología debe ser entendida en la historia evolutiva del grupo, es decir, la morfología de los crinoideos ha sido heredada de sus ancestros. Esto resulta particularmente evidente en la simetría pentaradiada y en la presencia del endoesqueleto de calcita presente en la morfología de todas las clases de equinodermos. El esqueleto y las partes blandas de los crinoideos tienen ciertas propiedades físicas y límites que regulan la manera en la que estos organismos funcionan (Ausich *in* Hess *et al*, 2002). Algunos aspectos de la morfología de los crinoideos

constituyen estrategias para reducir dichas limitantes, más que un método adaptativo al medio ambiente en el que viven. La clase Crinoidea contiene a los organismos más primitivos dentro de las clases existentes de equinodermos y retienen, por lo menos un vestigio del tallo característico de los extintos Pelmatozoos. Como todos los Pelmatozoos, los crinoideos son principalmente sésiles y se alimentan de materia en suspensión (Ausich *in* Hess *et al*, 2002). El crinoideo más primitivo conocido es *Aethocrinus*, el cual existió hace aproximadamente 510ma durante el Ordovícico temprano.

El cuerpo de los lirios de mar está orientado en forma considerablemente distinta del resto de las clases de equinodermos; debido a que la superficie oral se encuentra expuesta hacia la columna de agua, mientras que en el resto de las clases la superficie oral se encuentra en contacto directo con el sustrato. Debido a esta particularidad, los crinoideos se han especializado a un modo de alimentación filtradora y cada una de las partes que los conforman reflejan dicha adaptación.

El cuerpo de un crinoideo (Figuras 6 y 7) consiste en un cáliz formado por dos series de osículos; la serie inferior formada por cinco piezas calcáreas llamadas osículos basales, se encuentran en contacto con los columnares del tallo. Los osículos radiales forman un anillo por encima de los osículos basales y es de estos que se desarrollan los cinco radios a partir de los cuales surgen cinco series braquiales que pueden o no dividirse, dando origen a un número variable de brazos libres. Los brazos se ramifican en estructuras más finas llamadas pínulas, las cuales son empleadas para capturar plancton y partículas de materia orgánica suspendidas en la columna de agua. Las pínulas pueden desempeñar diversas tareas y consecuentemente la forma y función de estas es variable; las pínulas orales (o proximales) generalmente son más largas y delicadas que el resto de las pínulas que se encuentran en posición distal en el brazo. La función de las pínulas orales aún no es clara; sin embargo, son estructuras que se mantienen cubriendo la masa visceral en ejemplares vivos y en algunos casos (comastéridos y algunos antedónidos) desarrollan estructuras similares a peines (peines pinulares) cuya función no es aún completamente comprendida. Sin embargo, se cree que al estar en contacto estrecho con el tegmen, la acción de los peines pinulares ayuda a mantener la superficie oral libre de desperdicios. También se ha observado que cuando los cirros son recubiertos por epibiontes, son levantados y llevados hacia la parte oral del crinoideo, permitiendo que sean aseados por las pínulas orales (D. L. Meyer *in* Hess. H. *et al*, 2002). Posiblemente el resultado de esta sesión de limpieza se traduzca en un aporte extra de alimento. Posteriores a las pínulas orales se encuentran las pínulas genitales, en las cuales el canal ambulacral se ha modificado para albergar el tejido que dará origen a los gametos. En algunas especies, los osículos basales de dichas pínulas están modificados formando una estructura cóncava recubierta por piel dentro de la cual se encuentran las gónadas. La piel que las recubre cumple con la función de resguardar a los gametos y en algunos casos a los individuos juveniles. Esta estructura lleva el nombre de marsupio y protege a los jóvenes crinoideos hasta que son

capaces de vivir como individuos libres. Generalmente, las pínulas más alejadas del disco oral cumplen con la función de capturar el alimento con ayuda de tercias de apéndices llamados podios, que son parte del sistema vascular acuífero. El tallo de los crinoideos puede tener varias funciones, las dos más importantes son la sujeción al sustrato y el permitir que las estructuras encargadas de recolectar alimento se encuentren en una posición elevada. En contraste, los pelmatozoos no crinoideos (cistoideos y eocrinoideos) presentaban un tallo débil y pobremente desarrollado. En crinoideos pedunculados, el tallo está formado por un número variable de osículos columnares de formas diversas. Evolutivamente se ha postulado que el tallo no es en realidad un órgano de sujeción al sustrato, sino un medio por el cual la corona puede mantenerse en una posición elevada evitando ser cubierta por sedimentos y pudiendo capturar una mayor cantidad de alimento. Además, una posición elevada permite que los procesos reproductivos sean más eficientes. Se ha sugerido que el desarrollo de columnares verdaderos durante el Ordovícico temprano, contribuyó al enorme éxito que tuvieron los crinoideos durante el Paleozoico (Ausich *in Hess et al*, 2002). Sostenida en el ápice del tallo se encuentra la corona, la cual está conformada por numerosos radios, brazos libres y el conjunto de órganos blandos contenidos en la masa visceral. Los crinoideos que carecen de tallo (comatúlidos) tienen una placa calcárea llamada osículo centrodorsal en la cual están insertos los cirros. Los tejidos blandos del crinoideo son evidentes en la región oral del centro de la corona y se le conoce como masa visceral. Se encuentra generalmente protegida por las placas que forman al cáliz, por la base de los radios y/o por las bases de los brazos libres; esta estructura contiene la mayor parte de los órganos vitales del crinoideo. Los cinco canales ambulacrales que pueden o no ramificarse de acuerdo con la disposición de los radios, convergen en la boca situada en la superficie de la masa visceral. Los canales ambulacrales forman un canal ciliado bordeado por tercias de podios, los cuales recolectan la comida. Además, los canales ambulacrales están protegidos por “flecós” de epidermis que evitan que el alimento recolectado sea suspendido nuevamente en la columna de agua (Messing, 1997). Los canales ambulacrales están recubiertos por cilios que dirigen la comida desde las pínulas hacia los brazos y posteriormente hacia la boca (Figura 1).

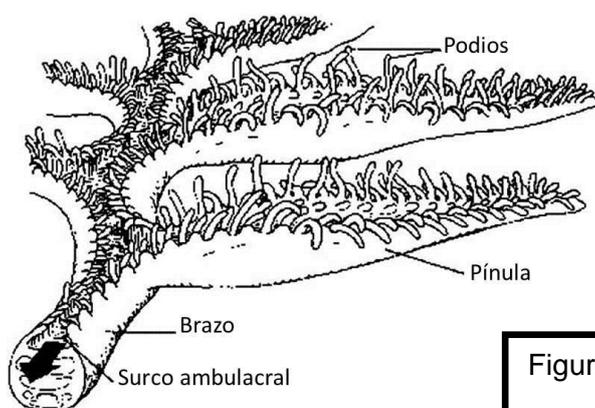


Figura 1. Estructuras braquiales.

El cuerpo de los crinoideos, o al menos un 80%, es esqueleto mesodérmico que consiste en una serie de placas articuladas u osículos unidos por ligamentos y, en algunos casos, también por músculos. Todos los osículos poseen un canal axial que contiene extensiones celómicas y sistema nervioso. Como en otras clases de equinodermos, cada placa calcárea es en realidad una fina malla formada por la deposición de carbonato de calcio embebida en el tejido vivo, este tipo de estructura es conocida como *estroma*. En el esqueleto se basa la taxonomía de los crinoideos, ya que las partes blandas del organismo no son particularmente útiles para identificar a los organismos a nivel de especie; sin embargo, en algunos casos la posición de la boca en el disco oral, así como el lugar que ocupa la papila anal y la manera en la que está ornamentada, son necesarios para diferenciar entre familias de crinoideos tanto pedunculados como comatúlidos.

### **Antecedentes**

El término *Crinoideo* fue empleado por Miller en 1821, en un trabajo titulado “A natural history of the crinoidea” para designar un grupo de organismos que semejaban flores de lirio (Κρινον= lirios). En ese trabajo, describe una especie conocida entonces como *Luna marina* (= *Nemaster grandis*), un organismo encontrado en el mar de las Indias Orientales y que en ese tiempo se consideraba bastante raro en las recolectas oceanográficas. Miller no consideró a *Crinoidea* como una clase, sino como parte del “subreino” Echinodermata. Este grupo era, en ese entonces, la subdivisión más grande y diversa del reino animal e incluía estrellas, ofiuros, erizos de mar y holoturias, junto con muchos organismos pedunculados, conocidos sólo como fósiles similares a los crinoideos actuales.

En 1848, el naturalista alemán Leuckart (a quien se le atribuye la división del grupo *Radiata* erigido por Cuvier en dos phyla: Coelenterata y Echinodermata) propone el término *Pelmatozoa* (Πελαμα= tallo) para nombrar a los equinodermos que estuvieran unidos al fondo marino por un tallo. Este término no solo incluye a los crinoideos, sino también a los extintos blastoideos y cistoideos, que fueron originalmente catalogados como familias, posteriormente como órdenes (Leuckart, 1848) y que actualmente se les reconoce como clases en la sistemática zoológica.

En 1864, Michael Sars y su hijo George Ossian Sars obtuvieron por medio de dragados, un crinoideo a una profundidad cercana a los 550m en un fiordo noruego. Este fue un descubrimiento sin precedentes, ya que los lirios de mar se creían extintos, y eran conocidos sólo como abundantes formas fósiles. Desde 1864, más de 100 especies de lirios de mar recientes han sido descubiertas y descritas en muchas regiones de mar profundo, desde 30 hasta varios miles de metros (Pawson, com. pers., 2011).

Desde entonces, los crinoideos forman un componente frecuente de las recolectas efectuadas por expediciones y campañas oceanográficas. Entre las primeras expediciones –y de las más importantes en la historia de las ciencias marinas - fueron las efectuadas a bordo del H.M.S

*Challenger*. Como producto de dichas expediciones, se obtuvieron numerosos especímenes de crinoideos (entre muchos otros grupos de organismos) de los cuales deriva el conocimiento que actualmente tenemos acerca de ellos en varios océanos del mundo.

Durante las recolectas efectuadas gracias a los dragados del H. M. S. *Challenger*, se obtuvo una invaluable colección de formas de crinoideos pedunculados y no pedunculados descritos por Philip Herbert Carpenter (1884), en la obra titulada "Report upon the Crinoidea collected by H.M.S. Challenger during the Years 1873-76" partes I y II. Ahí son descritos detalladamente usando caracteres morfológicos propios de cada especie obtenida durante la expedición. La obra cuenta también con numerosas ilustraciones en las cuales se ejemplifican dichos caracteres morfológicos que se emplearon para determinar taxonómicamente a cada especie.

Entre los años 1915 y 1950 es publicada por Austin Hobart Clark y Ailsa McGown Clark, la mayor obra taxonómica acerca de la clase Crinoidea: "*The monograph of the existing Crinoids*", en la que son descritas las especies de crinoideos recientes hasta entonces descubiertas en 5 volúmenes extensamente ilustrados. Desde esos tiempos, diversos autores se han dedicado a la labor de recolectar, estudiar y describir especies de crinoideos alrededor del mundo, dejando como legado una nutrida colección de trabajos dedicados a incrementar el conocimiento que se tiene acerca de esta clase de equinodermos en diversos campos del conocimiento. A finales del siglo XX, trabajos taxonómicos innovadores han resuelto diversos problemas relacionados con la correcta identificación de los crinoideos pedunculados. Gracias a los trabajos del Dr. Michel Roux (1980, 1999, 2002, 2004) del "Laboratoire des Sciences de la Terre, Université de Reims", Francia, se toma en cuenta y se le da un gran peso taxonómico a la ornamentación de los osículos columnares en los crinoideos isocrínidos como un caracter morfológico importante para la identificación de las diferentes especies.

Los trabajos realizados por Nadia Amèziane y colaboradores (1991, 1997, 1999) nos permiten comprender mejor la ecología y comportamiento de los crinoideos pedunculados, así como la gran variedad de especies que pueblan los fondos oceánicos; sus trabajos han sido realizados en el Indopacífico, Gran Caribe (Bahamas), y la Antártica. En los trabajos de Charles Messing (1978, 1988, 1990, 1997) se describen los crinoideos actuales. Sus aportaciones en el campo de la taxonomía y ecología de la clase Crinoidea incluyen el establecimiento de nuevas especies, subespecies y morfotipos de crinoideos ya conocidos, así como la propuesta de nuevas líneas de investigación en disciplinas como la ecología y la genética. Recientemente, los trabajos relacionados con la biogeografía de la clase han sido más elaborados, debido a la dificultad que muchas veces involucra la inaccesibilidad de los diferentes ambientes en los que los crinoideos suelen habitar (escarpados cañones submarinos, talud continental, planicies abisales a profundidades superiores a los 5, 000m, etcétera).

En México, históricamente, los equinodermos fueron extensamente estudiados por la Dra. María Elena Caso Muñoz (aproximadamente durante 40 años), sin embargo, en su obra no se menciona a los crinoideos de México; posiblemente el limitado acceso a información taxonómica especializada, así como técnicas de recolecta inadecuadas durante sus años de trabajo fueron un obstáculo importante para obtener el material biológico necesario y fomentar el trabajo taxonómico con los lirios de mar y estrellas plumosas mexicanas, además, la mayoría de las especies provienen de ambientes profundos y de difícil acceso, o bien, es necesario el uso de equipo de buceo autónomo. Actualmente el conocimiento de la Clase Crinoidea en México es muy escaso y la información con la que se cuenta hace referencia principalmente a comunidades marinas fósiles (Buitrón-Sánchez *et al*, 1987, 1993, 2007, 2008) gracias a las cuales es posible reconstruir paleoecosistemas. Sin embargo, las especies recientes han sido poco estudiadas. La mayor aportación en cuanto al conocimiento de la variedad de especies que habitan aguas mexicanas se ha obtenido gracias a investigaciones extranjeras; sin embargo, durante las campañas oceanográficas realizadas en el Golfo de México y Caribe mexicano a bordo del B/O “Justo Sierra” realizadas por el Laboratorio de Pesquería y Ecología de Crustáceos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Gracias al trabajo de los Dres. Adolfo Gracia y Ana Rosa Vásquez han sido obtenidas y reportadas numerosas muestras de diferentes especies de crinoideos de aguas profundas frente a los estados de Veracruz y Campeche (Vásquez, B. A. R., 1988: 29). Sin embargo la mayoría de los estudios de mar profundo en México en los cuales han sido obtenidas la mayor parte de las diferentes especies de crinoideos han sido realizados por instituciones europeas y norteamericanas, por lo que la mayoría de los especímenes que se han recolectado para México se encuentran en colecciones en los Estados Unidos de Norteamérica, Francia y Holanda. Cabe mencionar la importancia del trabajo realizado por el Dr. brasileño Luiz Roberto Tomassi (1966), el cual es el único dedicado a la Clase Crinoidea en aguas mexicanas, antes del presente trabajo; en su artículo es propuesta a *Nemaster mexicanensis* Tomassi, 1966, como una nueva especie dentro del género *Nemaster* (= *Davidaster*) gracias a la revisión de ejemplares recolectados en el Golfo de México.

Gracias al esfuerzo de los académicos del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, la Colección Nacional de Equinodermos “María Elena Caso Muñoz” cuenta con 929 ejemplares pertenecientes a 12 especies de crinoideos recientes, la mayoría obtenidos gracias a los dragados realizados por el B/O “Justo Sierra” de la UNAM, así como por recolectas efectuadas con equipo de buceo autónomo por el personal de dicho laboratorio. También se cuenta con ejemplares donados por el Museo de Historia Natural de la “Smithsonian Institution, Washington D.C.”, de los Estados Unidos de América.

La información referente a la biogeografía de las especies de crinoideos mexicanos es igualmente escasa y muchos de los organismos han sido recolectados en muy pocas

localidades, principalmente debido a que la mayoría de las especies habita en sitios de difícil acceso, condición que restringe la cantidad de información que se puede obtener de ellas. Debido a esta limitante, el estudio biogeográfico en este trabajo fue restringido a la elaboración de mapas de distribución y a la delimitación de rangos de distribución batimétrica. Gracias a la información encontrada en diversas fuentes bibliográficas y a los archivos digitales proporcionados por el departamento de Zoología de Invertebrados del Smithsonian Institution Museum of Natural History, fueron obtenidas las coordenadas geográficas con las cuales fue posible crear los mapas de distribución para cada especie.

### **Justificación**

Los estudios sobre biodiversidad marina en nuestro país se han enfocado mayormente a las taxa que pueden ser aprovechados desde el punto de vista económico (crustáceos, moluscos, peces, etc.) y aunque el mar profundo en México ha despertado interés para numerosos investigadores, los trabajos existentes generalmente son realizados en ambientes litorales someros de fácil acceso. Algunos grupos taxonómicos que no cuentan con valor económico per sé, deben ser, sin embargo, igualmente tomados en cuenta y estudiados desde diversas perspectivas; de este modo podremos comprender mejor el papel que estas comunidades juegan en los diferentes ambientes marinos. Éste trabajo de tesis, pretende ser una herramienta taxonómica útil para el estudio de las especies de crinoideos que habitan en aguas mexicanas proporcionando herramientas necesarias para desarrollar trabajos relacionados con la sistemática y biogeografía de equinodermos mexicanos. Este trabajo es el primero en su tipo realizado tanto para México, como para América Latina.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

- Conocer los aspectos taxonómicos y biogeográficos de las diferentes especies de crinoideos que habitan en aguas territoriales mexicanas.

### ***Objetivos particulares***

- Confirmar la identidad taxonómica de los crinoideos depositados en la Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz" del Instituto de Ciencias del mar y Limnología (ICML), UNAM.

- Generar el listado taxonómico de las especies de crinoideos mexicanos depositados en la Colección Nacional antes mencionada".

- Crear una clave taxonómica para identificar las diferentes especies de crinoideos mexicanos.

- Establecer los límites de distribución geográfica y batimétrica para cada una de las especies estudiadas.

## **Materiales y método**

Para llevar a cabo este trabajo fueron realizadas recolectas de material biológico en distintas localidades en las costas mexicanas, mediante buceo autónomo en el norte del estado de Veracruz, así como a bordo del B/O *Justo Sierra* durante las campañas BIOREPES III y COBERPES IIb en el Banco de Campeche y el Canal de Yucatán.

Los crinoideos recolectados fueron identificados mediante el uso de claves taxonómicas y diagnosis ya publicadas. La revisión de sus características anatómicas fue llevada a cabo usando microscopio de disección y microscopio electrónico de barrido (MEB). Los organismos recolectados vivos, fueron anestesiados con cristales de Cloruro de Magnesio y después conservados en alcohol etílico al 70% (preparado con agua corriente) con la finalidad de preservar sus estructuras blandas. Posteriormente, los ejemplares fueron llevados al Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM para su identificación e ingreso a la Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz". De igual modo, el material ya depositado en la Colección Nacional de Equinodermos, fue revisado minuciosamente para confirmar (o en su caso, modificar) la identidad taxonómica de cada ejemplar y describir las especies de crinoideos mexicanos consultando literatura especializada.

Para obtener el material fotografiado con MEB, los osículos fueron disociados empleando una solución comercial a base de cloro. Secciones de tallos, braquiales y pínulas fueron sumergidas en una solución 50/50 de cloro y agua destilada durante 30 minutos para eliminar el tejido blando entre las piezas de calcio; posteriormente los osículos disociados fueron lavados con agua corriente para eliminar los restos de cloro y materia orgánica. Las diferentes

estructuras fueron acomodadas en etiquetas de carbono adheridas a soportes de aluminio. Debido al tamaño de las muestras, no fue necesario cubrirlas con oro. Las fotografías fueron obtenidas a bajo vacío mediante el uso del microscopio JEOLJSM-6360LV del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Se realizó una estancia de trabajo en el National Museum of Natural History de Washington DC., USA. del 2 al 31 de mayo de 2011 con el fin de revisar los especímenes de las especies de crinoideos recolectadas con anterioridad en aguas mexicanas. Gracias a la revisión referida, fue posible completar el listado de especies de crinoideos mexicanos presentados en este trabajo. En tal estancia se obtuvo la donación de ejemplares de 10 especies de crinoideos encontrados en México por expediciones extranjeras, lo cual enriqueció el número de especies de lirios de mar de la colección nacional, coadyuvando así al conocimiento de la clase Crinoidea en aguas nacionales.

La clave de identificación fue elaborada siguiendo los criterios propuestos por Carpenter (1884) y A. H. Clark (1931, 1947, 1950). Más concretamente, para la clave de Crinoideos pentacrínidos e isocrínidos se utilizaron los trabajos elaborados por Carpenter (1884), Roux *et al* (1976) y David *et al* (2006); para crinoideos bourgeticrinidos se utilizaron los trabajos de Carpenter (1884) y A. H. Clark (1917). Para baticrínidos se emplearon las descripciones elaboradas por A. H. Clark (1908, 1907), para hyocrinidos fueron empleados los trabajos de Sir Wyville Thompson (1876) y, de David Pawson y Michel Roux (1999). Para la familia Holopodidae se emplearon los trabajos elaborados por d'Orbigny (1837) y Améziane *et al* (1999). El trabajo taxonómico para crinoideos comatúlidos está sustentado en la propuesta de arreglo sistemático de A. H. Clark y A. M. Clark; los comastéridos fueron tratados de acuerdo con los criterios de Hartlaub (1912), A. H. Clark (1931) y Messing (1978); para los colobométridos y antedónidos se tomó como base el trabajo realizado por A. H. Clark y A. M. Clark (1917, 1947), mientras que para thalassometrinos y charitométridos además se empleó el trabajo realizado por A. H. Clark (1909). En el caso de la familia Atelecrinidae la literatura de apoyo fue la realizada por A. H. Clark y A. M. Clark (1947) y Messing (2003). Mediante las características diagnósticas de cada especie seleccionada de la literatura mencionada, y las observaciones directas de los ejemplares, fue posible construir una clave taxonómica, gracias a la cual se identificaron las especies de crinoideos que habitan en aguas mexicanas.

Las fotografías que acompañan a cada una de las descripciones fueron tomadas con una cámara digital Nikon Coolpix S4000. Posteriormente las imágenes fueron editadas usando una tableta electrónica de dibujo BAMBOO CTL-460 con los paquetes de diseño Adobe Photoshop CS4 y Corel Painter Essentials 4. Los mapas de distribución fueron obtenidos gracias a la Ocean Biogeographic System (OBIS), en los cuales fueron señaladas las localidades precisas en las que fueron recolectadas cada una de las especies. Las coordenadas empleadas en la elaboración de los mapas fueron obtenidas gracias a las bases de datos de las diferentes colecciones y museos halladas en internet; sin embargo la mayor parte de la información fue

obtenida directamente de la bibliografía consultada. Debido a que la mayoría de las especies de mar profundo se conocen por unos pocos ejemplares obtenidos en un número reducido de localidades, no ha sido posible llevar a cabo estudios biogeográficos detallados. Por lo anterior, el análisis biogeográfico en este trabajo ha sido restringido a elaborar mapas de distribución; sin embargo, ofrecer por primera vez los mapas de distribución de las especies de crinoideos mexicanos representa un avance importante en el estudio de esta clase de equinodermos en México y América Latina.

### **MORFOLOGIA DE CRINOIDEOS**

Los crinoideos pertenecen al subphylum Crinozoa (antes Pelmatozoa), es decir; que durante toda su vida o parte de ella, permanecen sujetos al sustrato mediante un tallo articulado de longitud variable. El tallo soporta un cuerpo central reducido, llamado teca, a partir del cual surgen cinco rayos que a su vez dan origen a un número variable brazos ramificados. La teca y los brazos constituyen la corona. La teca está formada por el cáliz o copa aboral que encierra y protege a la masa visceral. A la piel que recubre a las vísceras se le conoce como tegmen y muchas veces contiene pequeñas placas calcificadas. La boca y el ano se encuentran en la superficie expuesta de la masa visceral, donde también se encuentran unas pequeñas estructuras conocidas como hidroporos, que equivalen a las madreporitas de las demás clases de equinodermos; es decir, por estos poros ingresa el agua hacia el sistema vascular acuífero. Todas estas estructuras forman la superficie oral de la masa visceral. En grupos que tienen el cáliz reducido, la masa visceral es protegida por las bases de los rayos. De acuerdo con su orientación, el término distal describe una posición alejada de la parte central del cuerpo, hacia los extremos, brazos, pínulas, tallo y cirros. El término proximal indica que las estructuras se encuentran cerca del disco central, es decir, las bases de los brazos y pínulas orales, así como la parte superior del tallo. Las estructuras asociadas a la superficie opuesta a la boca son consideradas aborales, en el caso contrario son estructuras situadas en la parte oral o ambulacral de acuerdo con su cercanía a la boca o a los surcos ambulacrales (Messing, 1997).

De la boca, radian cinco surcos ambulacrales que a su vez, están presentes en los radios, en los brazos libres y en las pínulas. Consisten en surcos ciliados que se encargan de transportar el alimento recolectado hacia la boca y cada uno está bordeado por finas estructuras llamadas podios y flecos de epidermis. El cuerpo de los crinoideos está constituido principalmente por un endoesqueleto mesodérmico, el cual consiste en numerosas piezas de calcio que reciben el nombre de osículos. Los osículos se mantienen unidos unos a otros por medio de fuertes ligamentos y en algunos casos, por músculo (Messing, 1997).

#### **Sistema nervioso**

El sistema nervioso de los Crinoideos está subdividido en tres sistemas que ocupan diferentes niveles corporales pero siempre manteniendo contacto entre sí:

### *Sistema nervioso oral*

También llamado sistema nervioso superficial o ectoneural (Figura 2), se localiza en una banda asociada a los surcos ambulacrales de brazos y pínulas inmediatamente por debajo de la epidermis de la cual no se encuentra completamente aislado. Consiste en células y fibras nerviosas que complementan la superficie interna de los surcos ambulacrales. También forman parte de la superficie interna de los podios y flecos de piel que protegen al surco alimenticio. Las bandas de los brazos convergen en la parte superficial de la cavidad corporal y llegan hasta la boca. El sistema ectoneural recubre y controla al sistema digestivo (Hyman, 1955; Carpenter, W. B 1876).

### *Sistema oral profundo*

También conocido como sistema hiponeural, consiste en una estructura pentagonal asociada al tejido conectivo del tegmen rodeando al anillo vascular (Figura 2), y de un número variable de fibras nerviosas que derivan de esta estructura. Algunos de estos nervios están asociados con los podios del tegmen, a la papila anal y a los órganos más importantes, así como a los rayos de donde corre un par de nervios laterales para cada brazo supliendo la musculatura en las paredes del sistema vascular, por lo que tiene una estrecha relación con el sistema nervioso oral.

### *Sistema aboral*

Este sistema, también llamado ectoneural (Figura 2), forma la parte principal del sistema nervioso de los crinoideos. Se centra en una estructura en forma de copa localizada en el ápice del cáliz. Sus extensiones nerviosas se ramifican directamente hacia los cirros en los comatúlidos, mientras que en los crinoideos pedunculados el tejido desciende por el orificio axial (lumen) de los osículos columnares y envuelve las estructuras que atraviesan por dicho canal. En los nodos se ramifica hacia los cirros. La masa principal se divide en cinco lóbulos que inmediatamente se bifurcan para dar origen a 10 ramas nerviosas que nuevamente convergen en una estructura pentagonal limitada por los osículos radiales del cáliz. De los ángulos surgen cinco nervios que se dirigen hacia los radios, y continúan por el canal axial de los osículos braquiales, dividiéndose en cada axila. En cada uno de los braquiales, el nervio presenta un ensanchamiento del cual se derivan dos inervaciones para cada uno de los músculos flexores; lo mismo ocurre con las pínulas, las cuales cuentan con un nervio a cada lado (Hyman, 1955)

## **Órganos sensoriales**

Los órganos sensoriales son poco evidentes, generalmente se aprecian como papilas que recubren a los podios. Son evidentes como delgadas proyecciones epidérmicas con unas cuantas cerdas sensitivas y una glándula basal. Cada glándula posee un "cuello" alargado que

atraviesa la papila y se abre en la punta. Probablemente estas estructuras combinan funciones secretoras (adhesivas) y táctiles (Hyman, 1955).

### Sistema circulatorio o hemal

Este sistema se encuentra bien desarrollado (Figura 2), aunque no claramente definido. Está conformado por espacios intercomunicados entre las fibras del tejido conjuntivo que llenan la cavidad corporal. Estos espacios no están completamente definidos y forman "lagunas"; se encuentran delimitados por tejido conectivo cubierto externamente por endotelio celómico (Hyman, 1955). Se distinguen de otras cavidades celómicas debido a que en su interior existen coágulos de tejido sanguíneo. La apariencia general de este sistema es de un espacio amplio alrededor del esófago cerca al anillo principal del sistema vascular acuífero llamado *plexo periesofágico* (Cuénot, 1948), conectado con una laguna general localizada justo por debajo del tegmen llamado *plexo subtegmental* relacionado con los tubos genitales en los brazos y gónadas. Del plexo periesofágico se derivan algunas ramificaciones con paredes más gruesas que atraviesan un retículo celular denominado *cuerpo esponjoso* conformado principalmente por células redondeadas, formando una malla con lagunas de tamaño muy reducido. Aparentemente, los túbulos genitales son los únicos espacios braquiales que contienen sangre. La sangre de los Crinoideos es un fluido translúcido, principalmente compuesto por proteínas, que rara vez presenta células y que coagula muy fácilmente cuando el animal es preservado (Hyman, 1955).

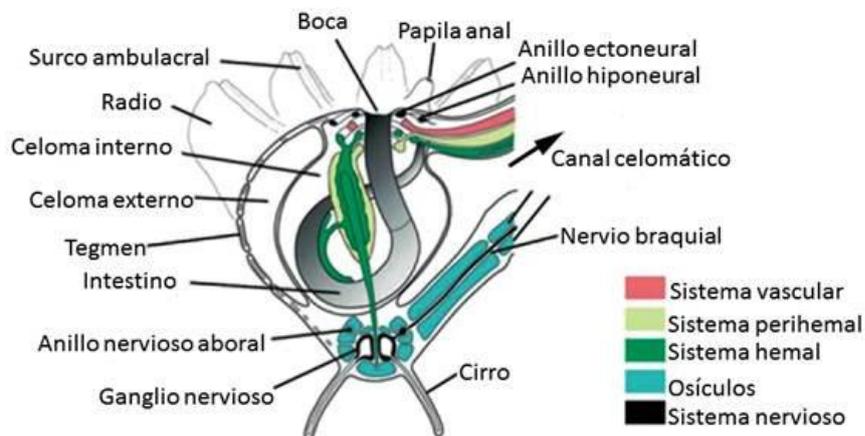


Figura 2. Estructura y órganos internos de un crinoideo

### Sistema reproductivo

Las gónadas pueden estar presentes en los brazos o, en la mayoría de los casos, en las pínulas genitales (Figura 3), siendo evidentes como engrosamientos en el tejido blando de estas estructuras en animales maduros. Los Crinoideos son organismos dioicos, sin embargo es prácticamente imposible distinguir los sexos externamente a excepción de los casos en los cuales se ven con claridad los sacos llenos de huevos o larvas en las hembras de algunas especies. Los gametos son transportados hacia su posición definitiva dentro de la gónada

gracias a cuerdas genitales, que son hebras de células localizadas en los canales genitales que atraviesan los brazos. Las gónadas no son estructuras definidas, sino masas de células reproductivas llenando la cavidad genital en pínulas especializadas.

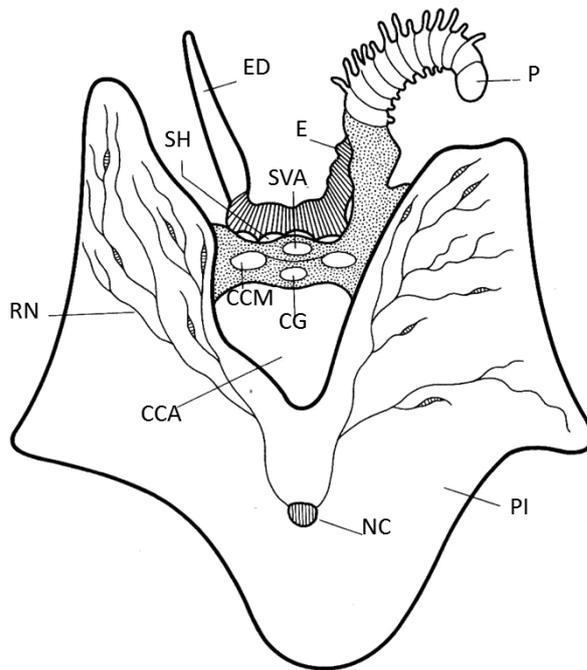


Figura 3. Sección transversal de una pínula reproductiva. **ED** Extensión dérmica que recubre al canal ambulacral; **E** Epidermis; **P** Podio; **SVA** Sistema vascular acuífero; **CCM** Conducto celómico medio; **SH** Sistema hemal; **CG** Cordón genital; **RN** Ramificaciones nerviosas; **CCA** Conducto celómico aboral; **NC** Nervio central; **PI** Pinular.

Los canales genitales contienen una estructura conocida como tubo genital, el cual se mantiene suspendido gracias a hebras de tejido conectivo. Dentro de este tubo se encuentra el raquis o cuerda genital, una fuerte hebra de células adherida a una de las paredes del tubo genital. Este canal da origen a diversas ramificaciones, una para cada pínula genital y se expande para formar una cavidad que será ocupada por los gametos (Figura 4). El tubo genital se modifica en una laguna para irrigar con sangre a los gametos conectados con el plexo subtegmenal. Las cuerdas genitales junto con las células reproductivas alcanzan el interior de la gónada (Hyman, 1955).

Los Crinoideos se reproducen estacionalmente durante un período de 1 a 2 meses, generalmente dicho periodo comienza en la primera mitad de octubre cuando la luna se encuentra en cuarto creciente o en cuarto menguante (Clark, 1921). Prácticamente todos los individuos desovan durante una sola tarde entre las 15 y 17 horas. Mediante experimentos realizados con especímenes en laboratorio a pesar del aislamiento y de estar fuera del efecto de las mareas, numerosos organismos liberaron gametos en el periodo mencionado; lo mismo sucede con brazos y pínulas separadas (Hyman, 1955).

Las células sexuales son liberadas por la ruptura de la piel que cubre cada pínula; gracias a una sustancia adhesiva los huevos se establecen en el sustrato o en los brazos y pínulas, mientras que los espermatozoides son liberados antes que los huevos y se mueven libremente en la columna de agua por lo que pueden fertilizar los huevos inmediatamente después de su liberación (Dan y Dan, 1941).

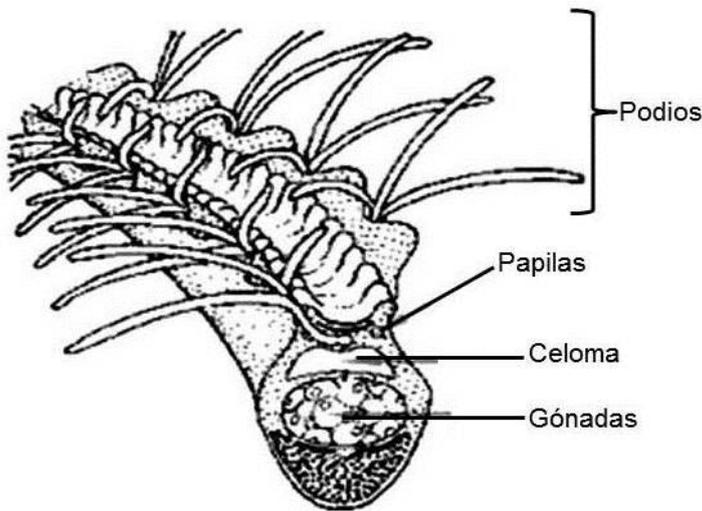


Figura 4. Estructura interna de una pínula reproductiva.

### Desarrollo embrionario

Los huevos fertilizados son recubiertos por una membrana y se desarrollan dentro de ella transformándose en una larva ciliada de simetría bilateral llamada Doliolaria (Dawydoff, 1928) (Figura 5). Las larvas en algunos géneros son resguardadas en marsupios localizados en las pínulas de la madre. Posteriormente, cada larva desarrolla un pequeño pedúnculo con el cual se asienta en alguna superficie sólida, desaparecen sus bandas ciliadas y la porción libre (en donde se encuentra el blastoporo) se convierte en el extremo oral (Figura 5). En ese momento, comienzan a desarrollarse las piezas del esqueleto calcáreo. En ese estado de diferenciación, los órganos internos rotan 90° cambiando de posición ventral hacia la región oral, por lo que las estructuras que anteriormente se encontraban sobre la superficie ventral, ahora se encuentran orientadas hacia la superficie oral. El celoma se diferencia en tres partes; Hidrocele, Axocele y dos sacos llamados Estomatocele.

La parte sujeta al sustrato se diferencia formando un tallo que rápidamente se torna largo y delgado conteniendo ya una serie de piezas esqueléticas que darán origen a numerosos osículos columnares. En la superficie oral, también conocida como vestíbulo, se desarrollan cinco proyecciones celómicas digitiformes recubiertas por tejido epitelial de la pared del hidrocele (Hyman, 1955). La parte central de la pared vestibular empuja y crece hacia el espacio interno ocupado por el hidrocele estableciendo de esta manera al esófago y la boca. Los dos estomatocele ahora se encuentran ocupando gran parte de la cavidad corporal. El

estomatocele derecho se encuentra en posición aboral y desarrolla cinco proyecciones tubulares hacia el tallo de la larva, formando las cinco divisiones del órgano en cámaras (Chambered organ).

Debido a la expansión del tallo y a la forma redondeada de la región oral, la larva adquiere un notable parecido con un cistoideo. Es por eso que en este estado, la larva se conoce como *larva cistoidea* (Perrier, 1886) (Figura 5). Posteriormente, el esqueleto se desarrolla gracias a la secreción y precipitación de carbonato de calcio por las células del mesénquima. Estas células se diferenciarán en células formadoras de osículos, mientras que otras se desarrollarán como células musculares, tejido conectivo y fibras elásticas. La secreción del esqueleto comienza con una espícula de calcio dentro de una célula mesenquimatoso. La espícula se ramifica por lo que otras células comienzan a agruparse en torno a las ramificaciones, las cuales eventualmente se unirán para formar una placa fenestrada (con orificios amplios), el conjunto de placas perforadas constituye el esqueleto juvenil. Las placas crecen periféricamente, y por el mismo proceso eventualmente aumentan en volumen. En el tallo larvario una hilera de columnares aparece desde la fase cistoidea de su desarrollo, que se cierra alrededor de las cinco proyecciones del órgano en cámaras formando pequeños cilindros huecos. En el extremo de la larva que está sujeto al sustrato aparece un pequeño disco de fijación que puede o no estar lobulado (Hyman, 1955). En la región de la corona, aparecen una serie de placas que circundan a las vísceras. Primero se forman dos círculos principales en posición interradianal, un círculo aboral y un círculo de cinco placas deltoides en la superficie oral. El osículo centrodorsal de los Comatúlidos se desarrolla a partir de la fusión de los osículos infrabasales que se forman entre los osículos basales primordiales y el primer columnar. Durante este tiempo, la superficie oral de la larva cistoidea permanece “cerrada”, por lo que no le es posible nutrirse, sin embargo el alimento es obtenido por células de origen endodérmico que están presentes en la cavidad mesentérica fagocitando el tejido que se degenera durante el desarrollo de la larva (Mortensen, 1921).

Algunos días después, la superficie oral de la larva queda expuesta. Durante esos días se ha desarrollado un “techo” sobre la cavidad vestibular que contiene a las cinco placas deltoides y se desarrollan cinco surcos entre dichas placas; la superficie oral se abre a lo largo de estos surcos a modo de valvas, cada una portando una de las placas deltoides. Estos lóbulos permanecen erectos y la superficie oral definitiva aparece en el piso de la cavidad vestibular expuesta con cinco triadas de podios que se extienden libremente en el agua (Hyman, 1955) y que ya están equipados con papilas sensitivas. El saco entérico, ahora está complementado con la boca y el esófago, que se alarga hasta formar el estómago que, a su vez, se alarga formando el intestino en espiral que durante un tiempo permanece cerrado, hasta que perfora la superficie oral en la misma región que contiene el hidroporo.

El hidrocele en forma de herradura finalmente se une con el axocele mediante una extensión tubular y forma el canal pétreo unido al hidroporo, situado en el interrradio anal. Los extremos cerrados del hidrocele finalmente se fusionan formando un anillo llamado *anillo acuífero* alrededor del esófago.

Después de aproximadamente 6 semanas, el joven crinoideo desarrolla brazos y esta fase es conocida como *larva pentacrinoidea* (Figura 5). Los brazos crecen desde la periferia de la superficie oral dispuestos radialmente; conforme crecen, se añaden piezas de calcio en sucesión lineal (Hyman, 1955). Los primeros podios son reabsorbidos a excepción de aquellos cinco que originaron las primeras triadas y son incorporados a los brazos juveniles alargándose y dando origen a los canales ambulacrales de la superficie oral, mientras que los podios definitivos crecen como evaginaciones del canal acuífero radial. Extensiones de los celomas oral y aboral se extienden hacia los brazos y forman los canales subtentaculares y el canal aboral de los brazos, respectivamente (Hyman, 1955). Eventualmente, los mesenterios en el interior del cáliz se atrofian, los dos celomas se fusionan y a su vez, se unen con el axocele, por lo que el canal pétreo se abre directamente a la cavidad celómica; las cavidades pierden su individualidad, fragmentándose en numerosos espacios a través de los cuales hay crecimiento de tejido conectivo. El canal pétreo original incorpora cuatro nuevos canales, cada uno ocupando uno de los interradios, estos canales están compuestos por un canal invaginado desde la superficie oral y una extensión desde el anillo del hidrocele. Este canal permanece conectado durante un tiempo y eventualmente se rompe; sin embargo; se formarán muchos más canales para formar los hidroporos a través del tegmen. El hidroporo original y el ano se mueven hacia la superficie oral de la larva; el ano adquiere su posición definitiva en la papila anal soportada por una de las cinco placas esqueléticas (Hyman, 1955).

Una vez formados de los brazos, los lóbulos orales desaparecen y las placas deltoides se atrofian (en la mayoría de los Crinoideos) para formar pequeñas espículas o láminas calcáreas que se integran al tegmen. Los osículos basales de muchas especies se fusionan para formar la roseta que quedará oculta en el interior del cáliz. Después de varios meses como larva pentacrinoidea, la joven estrella plumosa se libera de su tallo justo en donde se une el osículo centrodorsal con el primer columnar (Figura 5); los cirros ya se han desarrollado en esta etapa (Clark, A. H, 1921).

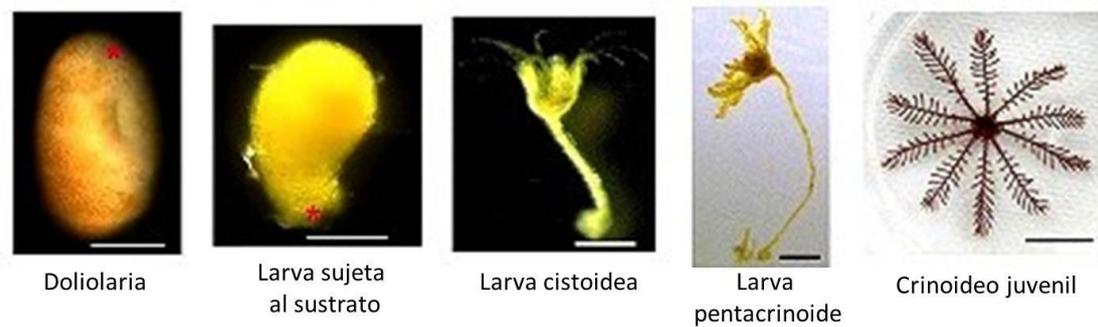


Figura 5. Estadios larvarios presentes en la Clase Crinoidea.

### Sistema vascular acuífero

Este sistema sigue el mismo patrón básico en crinoideos que en las otras clases de equinodermos. Sin embargo, difiere en que no tiene contacto directo con el sustrato. Dispuestos de manera radial en la parte oral de la masa visceral, se encuentran los surcos ambulacrales o surcos alimentarios del crinoideo. Cada uno corresponde a uno de las cinco áreas ambulacrales de la testa de un erizo o al surco ambulacral en la parte inferior de cada brazo de una estrella de mar. Se encuentran bordeados por bandas de cilios que generan una corriente dirigida hacia la boca, por lo que los organismos diminutos o partículas nutritivas que se encuentren suspendidas en el agua son conducidos hacia la boca. De hecho, el estómago de un crinoideo puede ser considerado como “una nutrida colección de microorganismos marinos” (Carpenter, 1888).

La boca de los crinoideos puede o no ser central; en el caso de los crinoideos pertenecientes a la familia Comasteridae, la boca es periférica, generalmente entre dos radios. De acuerdo con el registro fósil, los Crinoideos más antiguos son aquellos que conservan la boca en la parte central de la superficie oral (Paleozoico), mientras que la boca en posición excéntrica o periférica es una condición que la clase desarrolló posteriormente en el Jurásico Inferior, hace alrededor de 200 Ma (Ausich *in* Hess *et al* 2002). Los cinco surcos orales de un crinoideo se ramifican dependiendo del número de brazos que tenga y posteriormente se dividen hacia las pínulas. Cuando la boca del crinoideo se encuentra en el margen de la superficie oral, los surcos ambulacrales de los brazos cercanos pueden estar modificados y no tener podios, aunque esto no constituye una regla y no tiene peso taxonómico. Generalmente, los surcos ambulacrales están acompañados por podios y sáculos. Los podios están siempre agrupados de tres en tres, cada triada contiene un podio largo, uno medio y uno pequeño, los cuales reciben agua de un solo canal que se ramifica para formar la vesícula de cada uno de los

podios. Los canales vasculares de los brazos convergen en cinco canales radiales principales, y estos a su vez en un “anillo común”, de forma pentagonal, aplanada que rodea la estructura interna de la boca. Este anillo se ramifica en forma de dedos para cada uno de los podios labiales que obstruyen la abertura oral, mientras que en la parte lateral, puede dar lugar a numerosas ramificaciones conocidas como canales pétreos (hasta 30 en cada sección interradianal para la mayoría de los Comatúlidos) que se abren al celoma en sus extremos libres. Algunos de los túbulos más grandes cuentan con fibras musculares, presumiblemente para reducir su diámetro y por lo tanto regular el ingreso de agua hacia el sistema vascular (Hyman, 1955).

Los podios están recubiertos por tejido epidérmico y por papilas sensitivas, que a su vez están conectadas con el estrato nervioso que se ramifica de los surcos ambulacrales; así, los podios están muy bien inervados y en contacto con los tres tipos de sistema nervioso, aunque no existe relación con músculos (Hyman, 1955).

### **Regeneración**

Los Crinoideos utilizan la automutilación como método de protección en contra de los depredadores, así como un medio de adaptación a condiciones ambientales desfavorables (temperatura elevada o ausencia de oxígeno) muchas veces desprendiéndose de algunos brazos, sin embargo, estas extremidades son rápidamente regeneradas. El proceso de regeneración ha sido estudiado (Przibram, 1901, *in* Hyman, 1955) en ejemplares de una especie mediterránea del género *Antedon*, a los cuales se les extirpó una quinta parte del cuerpo, incluyendo un par de brazos, parte del disco oral, cáliz y cirros. Los Crinoideos regeneraron rápidamente las partes perdidas y la parte removida es también capaz de regenerar brazos. Si los animales son seccionados a la mitad, la mayor parte de las mitades morirá, sin embargo los sobrevivientes regenerarán los brazos faltantes incluso antes de regenerar las otras partes del cuerpo que también fueron removidas. Recientemente, se ha descubierto que el sistema nervioso tiene una participación importante durante los procesos regenerativos (Kondo y Akasaka, 2010) permitiendo que las células que ayudarán a cicatrizar alcancen el tejido expuesto formando una estructura llamada blastema. El blastema está conformado por células no diferenciadas a partir de las cuales serán reconstituídos los diferentes tejidos, propiciando el crecimiento de la parte amputada.

El tegmen se regenera rápidamente si es dañado o totalmente removido (lo que sucede cuando las bases de los brazos han sido removidas). Los experimentos incluyen la implantación de tegmen de otro crinoideo que es fácilmente aceptado e incorporado por el animal. El único modo en que se ha visto que el crinoideo no se puede regenerar es al remover todos los brazos desde sus bases, quedando sólo cirros y cáliz; al parecer, la regeneración sólo puede llevarse a cabo si el sistema nervioso aboral no ha sido dañado.

La autotomía de los brazos parece estar estrechamente relacionada con la posición de las sizigas, ya que entre el 75 y 90 % de los organismos preservados que se encontraban regenerando sus brazos, los perdieron en lugares en los que existían estas articulaciones (Oji y Okamoto, 1994; Carnevalli, 2006). Los reportes de ejemplares preservados de *Neocrinus decorus* que se encontraban en proceso de regeneración, mencionan que de 30 ejemplares, 17 estaban fragmentados en las sizigas, 10 entre el primer y segundo primibraquiales, 7 entre los radiales y el primer primibraquial, y sólo 2 en articulaciones musculares (Reichensperger, 1912, *in* Canevalli, C. 2006).

Después de que ha ocurrido la amputación, el Crinoideo exuda fluido desde los canales celómicos y ambulacrales dañados, pero no forma coágulos debido a la ausencia de células. En lugar de cubrir la herida con cúmulos de células, las piezas esqueléticas y músculo quedan expuestos, por lo que la regeneración comienza tan pronto como dos tipos de células celómicas son reclutadas. Un grupo de células similares a amebocitos con pseudópodos cortos se acumulan en el sitio dañado digiriendo el tejido expuesto, transportando nutrientes a la zona afectada. Otro tipo de amebocitos, que contienen pequeñas piezas de calcio y que están asociadas a los cordones nerviosos, rápidamente cambian a una forma alargada y se trasladan usando los canales nerviosos hasta la herida, donde ayudan a la cicatrización aunque no se incorporan al tejido nuevo. La regeneración de un brazo comienza con el canal vascular radial y el mesénquima que evaginan parte del tejido formando una protuberancia. Esta protuberancia pronto se convierte en un canal celómico que se divide internamente para formar las diferentes capas celómicas y el canal vascular del brazo en regeneración. Las células de extremo distal del canal se diferencian para formar la nueva epidermis. El crecimiento del brazo se lleva a cabo de la misma manera como sucede durante el desarrollo embrionario. Conforme crece el brazo, los canales internos se dividen para formar el sistema celómico y vascular de las nuevas pínulas del mismo modo en que ocurrió con los brazos. Los podios surgen de manera similar, evaginando a través de las paredes del canal celómico-vascular de la pínula; primero como una sola estructura, posteriormente por divisiones longitudinales sucesivas se regenera cada una de las triadas de podios que bordean al canal ambulacral (Perrier, 1873). El resultado de este proceso es una extremidad completamente nueva y funcional; es relativamente fácil distinguir un brazo que ha sido reemplazado, ya que por lo general su coloración es más pálida que la del resto de los brazos, cirros o pínulas.

La regeneración de la masa visceral es posible, siempre y cuando el anillo nervioso aboral se encuentre intacto y haya presentes células de tejido conectivo. Comienza con la proliferación del tejido conectivo en la parte profunda de la copa aboral; después de algunos días, la boca y el sistema digestivo completo comienzan a diferenciarse, aparentemente como una invaginación del nuevo tegmen. Los surcos ambulacrales aparecen como ligeras depresiones durante la regeneración de las estructuras internas del cuerpo. La papila anal comienza como

una pequeña elevación que se alarga lentamente. La restauración completa de las partes mencionadas dura alrededor de 3 semanas (Hyman, 1955).

### **Esqueleto calcáreo**

Como en las demás clases de equinodermos, la fina estructura de los osículos se debe a una delicada malla de calcio llamada estroma (Roux *et al*, 2002). El esqueleto determina la forma del cuerpo y, por ende, en él se basa la taxonomía de la clase; este esqueleto es también la razón por la cual es posible encontrar crinoideos fósiles tan bien preservados. El esqueleto está recubierto por piel muy delgada y prácticamente imperceptible, lo cual ayuda en la labor taxonómica ya que son muy pocas las partes del cuerpo que necesitan ser disectadas. Las partes blandas no son de importancia taxonómica salvo algunas estructuras de ornamentación de la superficie del disco oral o la posición de la boca con respecto a la papila anal sobre el disco oral. Los crinoideos pedunculados conservan el tallo durante toda la vida, sin embargo, no constituyen un grupo taxonómico formal, ya que el pedúnculo se representa en todas las demás especies de crinoideos que no están incluidas en el grupo monofilético de los comatúlidos o crinoideos no pedunculados (Hyman, 1955; Roux *et al*, 2002).

En los crinoideos pedunculados, el tallo crece desde la superficie aboral de la teca y soporta al cuerpo por encima del sustrato al cual está sujeto. El tallo está compuesto por osículos columnares de forma pentagonal, circular, estrellada o elíptica; pueden ser discoidales o cilíndricos, en forma de barril o de reloj de arena. Los tallos pueden medir desde algunos centímetros hasta más de un metro y estar constituidos por más de 350 osículos (Roux *et al*, 2002). El tallo puede desarrollar, de manera alternada, estructuras accesorias de anclaje llamadas cirros. En los crinoideos Isocrínidos (también conocidos como Pentacrínidos), existen columnares modificados llamados nodales que se presentan a intervalos regulares a lo largo de la columna. Cada par articulado de nodales da origen a un verticilo de cinco cirros, que a modo de ganchos prensiles ayudan al crinoideo a sujetarse al sustrato. Las series de osículos entre un nodo y otro (internodales) en conjunto con el siguiente nodo se denominan *noditaxis*. La mayoría de las especies puede desprender sus cirros del sustrato para moverse por el fondo con ayuda de los brazos y encontrar mejores sitios de alimentación (Messing *et al*, 1988, Baumiller & Messing, 2005) o alcanzar una posición más elevada y obtener más alimento de las corrientes. En otros géneros, como *Democrinus* (Perrier, 1883), uno o más columnares distales llevan numerosos cirros delgados, rígidos e inmóviles; que pueden o no estar ramificados formando radículas que en conjunto se denominan rádix, con las cuales se sujetan a sustratos no consolidados (fangosos o lodosos). Estas radículas no surgen a intervalos regulares en el tallo, ya que éste es desnudo y no hay diferenciación entre nodos e internodos.

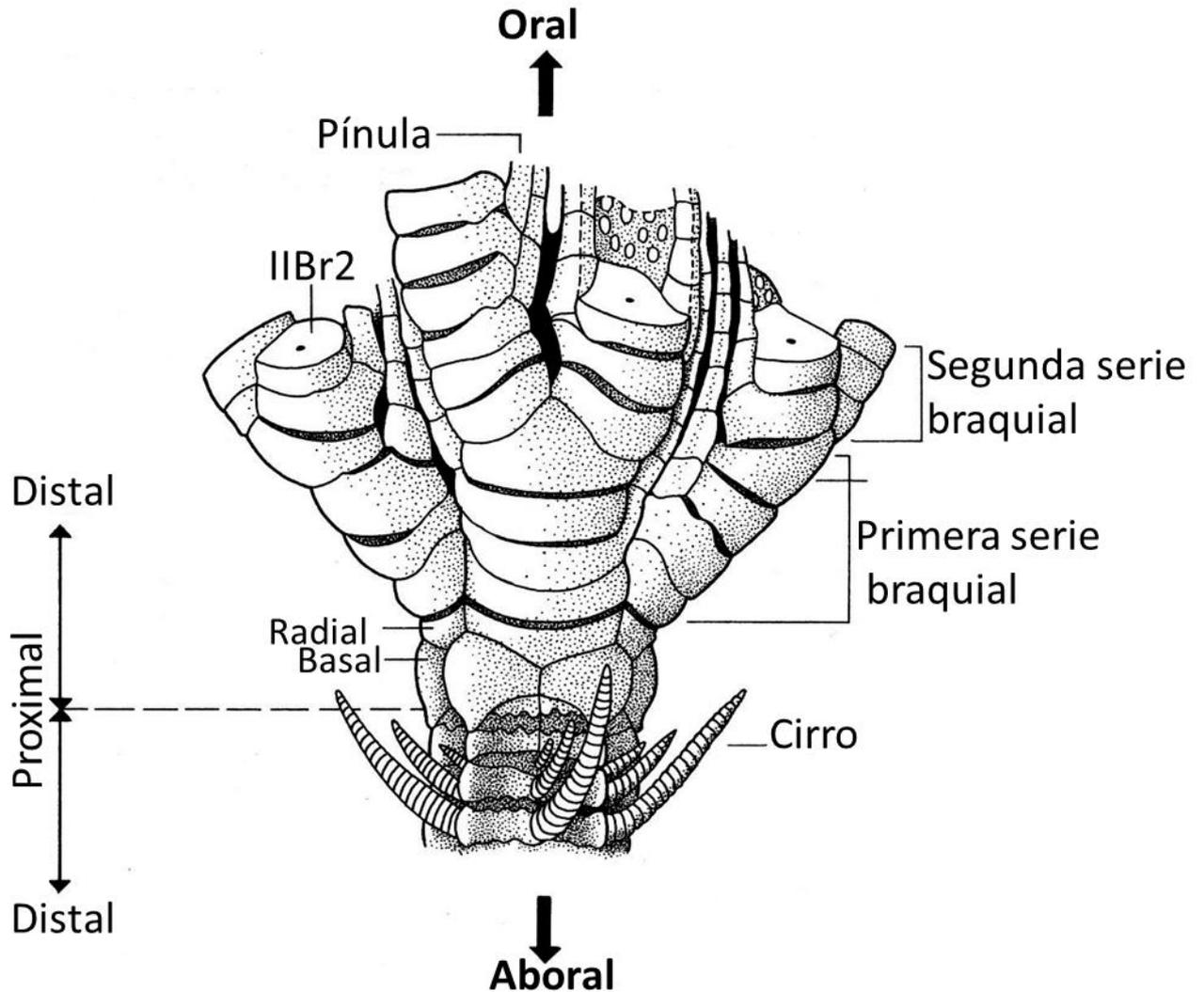


Figura 6. Estructuras principales del esqueleto de un crinoideo pedunculado.

Existen géneros con una columna reducida, y no está claro si los columnares remanentes derivan de múltiples osículos fusionados y, de ser cierto, cuantos (Amèziane *et al*, 1999). Los columnares proximales se fusionan parcialmente unos con otros y en algunos casos están completamente fusionados con el cáliz. Los géneros *Cyathidium* y *Holopus* parecen haber desechado completamente el tallo y se fijan al sustrato directamente desde el cáliz cuya base está expandida (Amèziane *et al*, 1999). Este grupo de crinoideos se denominan Cyrtocrínidos.

Los crinoideos comatúlidos (Figura 7) presentan un tallo en fases tempranas de desarrollo; sin embargo al madurar se desprenden de esta estructura y se desarrollan como formas de vida libre, sólo retienen el segmento unido al cáliz, un osículo de gran tamaño llamado centrodorsal localizado a la mitad de la superficie aboral. Los centrodorsales pueden ser discoidales,

estrellados, domos, conos o cilindros que tienen un número variable de cirros. Todos los Comatúlidos desarrollan primero cinco cirros orientados de manera radial y conforme crecen van aumentando en número. Algunas especies tienen los cirros alineados en columnas o en espiras (Messing, 1997).

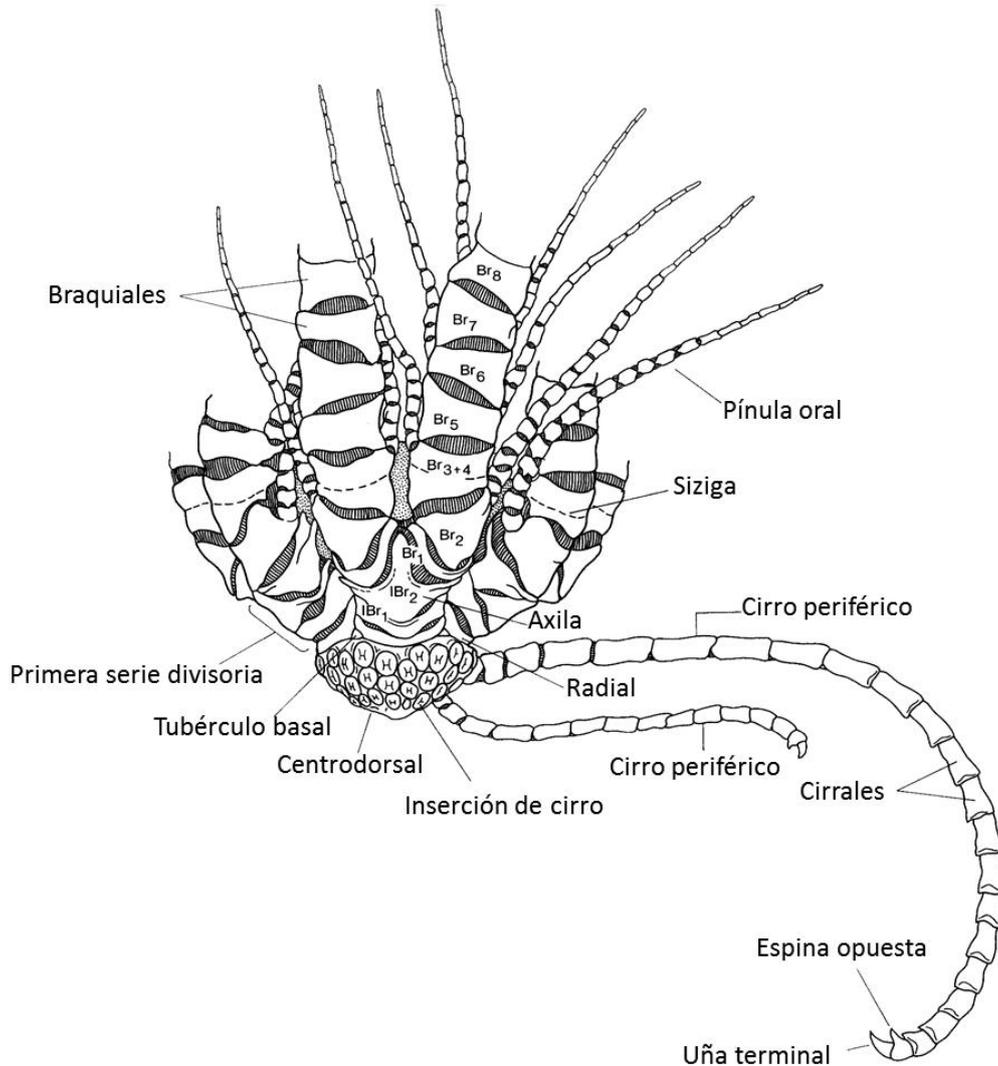


Figura 7. Principales partes que componen el esqueleto de un crinoideo comatúlido.

La corona de los crinoideos es la parte encargada de recolectar alimento de la columna de agua y mantiene protegidas a las partes blandas. Consiste en un cáliz formado por una, dos o en algunos casos, tres series de osículos estrechamente unidos formando anillos inmediatamente por encima del tallo o del centrodorsal. Los osículos basales forman la base del cáliz, seguidos por los osículos radiales de los cuales surgen los rayos o brazos. Están asociados a cinco canales internos del sistema vascular acuífero que forman un anillo que rodea al esófago (Ausich, 1997). Una tercera serie de osículos, llamados infrabasales se

encuentran en pocos géneros entre los basales y el tallo, pero sólo como estructuras internas reducidas. En comatúlidos (excepto en Atelecrinidae), los osículos basales sufren una metamorfosis durante el desarrollo temprano y forman una delicada roseta adherida al osículo centrodorsal. Algunas veces los extremos de esta roseta se aprecian externamente como pequeños tubérculos entre las bases de los osículos radiales.

El cáliz se considera como la parte funcional que protege y soporta a la masa visceral. Sin embargo, algunas veces esta estructura es tan pequeña que la función de sostén y protección la llevan a cabo las bases de los brazos. En este caso, pueden estar incorporadas otras estructuras protectoras en el tegmen, como placas de calcio (Ausich, 1996). El disco oral lleva orientados hacia la misma dirección al ano y a la boca. El ano está situado en la punta de una estructura llamada cono anal o papila anal, mientras que la boca se encuentra en una posición no elevada donde convergen los surcos ambulacrales. La boca puede ser central, en cuyo caso, la papila anal está desplazada hacia la periferia, también puede ocurrir de manera inversa. Cada radial es el osículo más proximal de cada brazo o rayo. Los radios son series, ramificadas o no, de osículos asociados a tejido blando que crecen a partir del cuerpo central. Cada radio comienza donde un osículo radial es seguido por un osículo braquial. Las series divisorias pueden contener 2 a 20 braquiales entre cada sitio de ramificación o axila. Cada axila tiene dos facetas articulares que pueden llevar una nueva serie divisoria y un brazo libre, dos series divisorias o dos brazos libres.

Aunque algunos crinoideos tienen solo cinco brazos, lo más común es que presenten diez brazos como número base, es decir, cada radio dividido en dos, sin embargo el número de brazos puede ser hasta de doscientos cincuenta en algunas especies que habitan en arrecifes coralinos. La manera en la que se presentan las series divisorias muchas veces es útil para el diagnóstico a nivel genérico y algunas veces a nivel de familia (Hyman, 1955; Roux *et al* 2002).

Los brazos presentan, a su vez, estructuras delgadas y segmentadas llamadas pínulas (Figura 8), que crecen de manera alternada a ambos lados de los brazos, lo que le confiere a los crinoideos la apariencia plumosa característica de la clase. En los comatúlidos, uno o más pares de pínulas proximales, llamadas pínulas orales están modificadas y carecen de canal ambulacral, son más largas, delgadas y flexibles que el resto de las pínulas y pueden no presentar osículos modificados formando un peine terminal. Con este, el crinoideo mantiene libre de desechos tanto a la superficie oral y los cirros como al resto de las pínulas. En la parte media proximal de los brazos es posible encontrar un tipo distinto de pínulas, especialmente diseñadas para proteger y sostener a las gónadas; se las conoce como pínulas genitales. Las pínulas distales generalmente son las más pequeñas y delicadas, y están encargadas de recolectar el alimento (Roux *et al*, 2002).

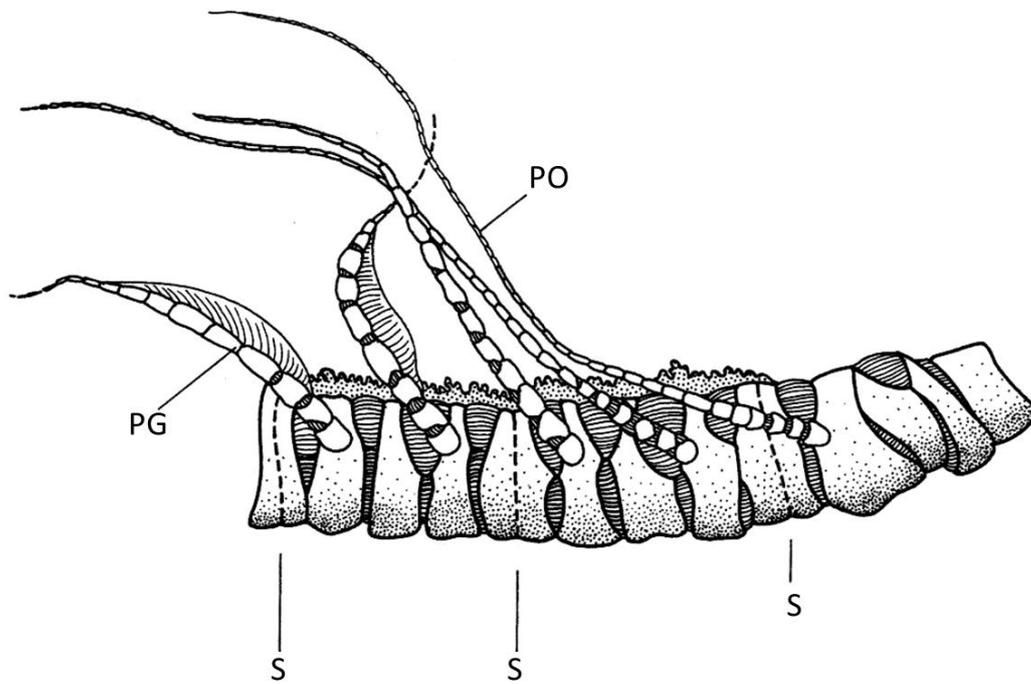


Figura 8. Brazo. **PO** Pínulas orales; **PG** Pínulas genitales y **S** Sizigas.

Para la correcta diagnosis de los crinoideos, es importante conocer la manera en la que se articulan los osículos, principalmente los de los brazos y en el tallo. Taxonómicamente, son cuatro las articulaciones que tienen más peso para el diagnóstico:

**Sinostosis.**- Son articulaciones rígidas entre los osículos del cáliz, externamente se aprecian como una línea recta tenue.

**Simplexías.**- Son articulaciones semirrígidas entre columnares (no están presentes en comatúlidos).

**Sizigas.**- Son articulaciones rígidas que se encuentran en los brazos. La sutura externa se aprecia como una fina línea punteada. Es común en Comatúlidos, aunque existen dos géneros de crinoideos pedunculados que la presentan.

**Sinartrías.**- Se caracterizan por presentar marcadas fosas en las cuales se insertan músculos y ligamentos. Es una articulación típicamente braquial, aunque algunos géneros de crinoideos pedunculados (*Bathicrinidae*, *Bourgetocrinidae*) las presentan entre los columnares.

Debido a que el esqueleto de los crinoideos presenta patrones repetitivos, las descripciones taxonómicas utilizan fórmulas y símbolos con los cuales es posible conocer las diferentes partes del cuerpo, así como el tipo de articulación que está involucrada.

Los osículos basales se abrevian con una B (plural BB) y los radiales con R (plural RR). Para isocrínidos, los braquiales se abrevian Br, seguidos de un número arábigo que indica la posición de cada uno en una secuencia de proximal a distal. El número de osículos en las series divisorias de los brazos está representado por un número romano, se debe escribir de proximal a distal, por ejemplo: IIIBr3 indica el tercer osículo braquial en la tercera serie braquial, mientras que Br5 indicaría el quinto osículo en un brazo no ramificado. Las axilas se representan con "ax" e indican un braquitaxis completo, por ejemplo; IIIBr9ax indica la tercera serie braquial, compuesta por nueve osículos de los cuales el noveno es una axila.

En comatúlidos, cada braquial sucesivo se representa como "br" seguido de un número arábigo en subíndice, por ejemplo; br<sub>3</sub>, indica al tercer braquial en un brazo no dividido. Los braquitaxis se representan con un número romano de igual modo que en isocrínidos, es decir, IIIbr<sub>3</sub>, el tercer osículo en la tercera serie divisoria. Los braquitaxis completos se designan con un número romano seguido de las siglas Br y posteriormente un número arábigo no subindizado sin la terminación "ax", por ejemplo; IIIBr3. Un signo positivo (+) indica que entre dos osículos braquiales existe una siziga, es decir, una articulación rígida, como ejemplo: IIIBr6 (4+5), indica que en el tercer braquitaxis hay seis osículos braquiales, y que el cuarto está unido al quinto por una siziga. En la literatura del siglo XIX la nomenclatura se refería a los osículos del cáliz y de los rayos como *costales*, *disticales*, *palmares* y *postpalmares* y las fórmulas que se usan hoy en día son una adaptación de las fórmulas usadas en aquellos días (Messing, 1995).

Los cirros de los comatúlidos frecuentemente requieren de una descripción detallada, el número total de cirros en un individuo es representado por un número romano seguido del número de osículos por cirro con un número arábigo. En las descripciones detalladas se representan intervalos mayores y menores. Los cirrales individuales se representan como una "c" seguida de un número arábigo indicando su posición (c2, c15).

Las pínulas de los isocrínidos, a diferencia de los comatúlidos, no presentan diferencias significativas entre orales, genitales y alimentarias, por lo que la descripción detallada de las pínulas rara vez es requerida. Sin embargo, cuando es necesario mencionarlas, se usa la misma nomenclatura que en los Comatúlidos: P indica una pínula, un número subindizado o letras minúsculas subindicadas indican pínulas sucesivas (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>a</sub>, P<sub>b</sub>). Para indicar el lugar preciso en braquitaxis que no tienen pínulas pareadas, se representan con un número romano y para indicar el lugar preciso en el que se encuentra una pínula, se usa la simbología para brazos, por ejemplo: P<sub>1</sub> en IIbr<sub>2</sub>, indica que la primer pínula se encuentra en el segundo osículo braquial del segundo braquitaxis (Roux et al, 2002)

## HISTORIA EVOLUTIVA DE LA CLASE CRINOIDEA

La clasificación de la clase Crinoidea se ha basado históricamente en lo que se puede encontrar en el registro fósil y por lo tanto resulta una tarea complicada, sin embargo, gracias al trabajo taxonómico que se ha llevado a cabo tanto con fósiles, como con organismos actuales, es posible clasificar a la clase Crinoidea en cuatro órdenes (Ubaghs, 1978):

**Orden Inadunata.** Crinoideos fósiles con cáliz monocíclico o dicíclico en donde los osículos radiales están firmemente unidos con los osículos basales muy evidentes. Los brazos se encuentran libres después de los osículos radiales y pueden ser tres, cinco o más; ramificados o no y pueden o no presentar pínulas. Eran crinoideos en los que es evidente cierto grado de asimetría debido a la fusión, división o desplazamiento de placas asociadas al tubo anal. La boca es usualmente subtegmental, es decir: recubierta por pequeñas placas al igual que los surcos ambulacrales (Hess *et al*, 2002). El tegmen es sostenido por cinco placas deltoides (una condición primitiva) y puede o no contener placas más pequeñas. El tubo anal es extremadamente largo y siempre sostenido por numerosas placas. Los inadunata fueron abundantes desde el Ordovícico hasta el Pérmico durante la era Paleozoica (Moore y Laudon, 1943, *in* Hyman, 1955). Se reconocen 53 familias y más de 300 géneros.

**Orden Flexibilia.** Grupo extinto de crinoideos que existió desde el Ordovícico hasta el Pérmico (Springer, 1926). Crinoideos dicíclicos en los cuales, los braquiales basales (usualmente 3) están incorporados al cáliz. El tallo, está conformado por pequeños osículos discoidales de contorno circular y generalmente no incluye cirros a pesar de que en algunos ejemplares se conservan unos pocos cirros radiculares, tres infrabasales, uno pequeño y dos grandes, típicamente expuestos lateralmente, sin embargo, al evolucionar se reduce el tamaño de estos osículos y generalmente quedan ocultos por la parte superior del tallo. Basales y radiales siempre cinco, son gruesos y toscos, débilmente articulados. Brazos uniseriales siempre ramificados pero sin pínulas y típicamente curvados hacia adentro formando una corona globular típica de este orden. Tegmen flexible cubierto por numerosas placas; la boca abierta presenta placas más grandes y conspicuas, posiblemente deltoides. La más grande se encuentra en el interrradio anal, es perforada y se cree que servía como madreporita. Surcos ambulacrales abiertos con numerosas placas laterales pequeñas. Tubo anal corto sostenido por numerosas placas pequeñas. Se reconocen 176 especies, en 4 familias y 31 géneros (Springer, 1920).

**Orden Camerata.** Grupo extinto del Paleozoico, presentes desde el Ordovícico hasta el Pérmico. Se caracterizan por tener un cáliz rígido de placas estrechamente articuladas en el cual están incorporados los osículos braquiales basales, así como un número variable de placas interr radiales e interbraquiales pequeñas. Como consecuencia, el cáliz aparece como una cámara compuesta por numerosas placas poligonales (Hess *et al*, 2002). Brazos ramificados y pinulados, pueden ser uniseriales o biseriales (una o dos hileras de braquiales en

cada brazo libre). El tegmen se encuentra armado con múltiples placas calcáreas que cubren la boca y los surcos ambulacrales. Tubo anal usualmente presente. Las zonas interradales están cubiertas por placas calcáreas pequeñas acomodadas en las depresiones que se encuentran entre las elevaciones formadas por las bases de los brazos libres; una hilera con placas más grandes siempre aparece en el interradio en el que está localizado el ano. La tendencia evolutiva de este grupo de crinoideos se orienta a homogeneizar la forma de la teca, ya que en ejemplares más recientes el cáliz y los braquiales basales forman una cámara compuesta por piezas poligonales indistinguibles una de la otra; por lo tanto, parece que los brazos surgen directamente de la copa que forma el cáliz (Springer, 1920). El proceso evolutivo posteriormente indujo un desplazamiento de las placas hacia la parte oral, dejando libres nuevamente los braquiales basales y permitiendo que los osículos basales y radiales formen nuevamente dos anillos (Wachsmuth y Springer, 1887).

**Orden Articulata.** Los miembros de este orden son comparativamente recientes en relación con los otros órdenes de crinoideos. Se conocen registros de estos crinoideos desde el Triásico hasta el presente. Todos los crinoideos actuales pertenecen al orden Articulata que también incluye numerosas especies conocidas sólo gracias a sus restos fósiles. Son crinoideos con cáliz pentámero sin asimetrías debido a la inclusión de piezas originalmente perisomáticas. Columnares –cuando están presentes- redondeados, elípticos o pentagonales; el columnar más proximal fusionado con el polo aboral del cáliz. El cáliz es fundamentalmente dicíclico pero regularmente se aprecia monocíclico debido a que los infrabasales se encuentran ocultos o bien han desaparecido; los osículos basales pueden también estar ocultos. Braquiales basales incorporados al cáliz pero el primer primibraquial está unido por articulaciones musculares a los radiales, por lo tanto, las bases de los brazos son móviles. Los radiales y braquiales son perforados para permitir el acceso al sistema nervioso desde el centro nervioso aboral (Hyman, 1955). Los brazos son uniseriales, pinulados y generalmente ramificados. El tegmen es coriáceo, revestido con placas calcáreas u osículos de tamaño muy reducido. Placas deltoideas generalmente ausentes en ejemplares adultos a pesar de formar parte importante del esqueleto de las larvas (Hyman, 1955). Surcos ambulacrales y boca expuestos y abiertos, aunque pueden estar parcialmente cerradas por la presencia de placas calcáreas en las extensiones de piel que los bordean.

La clasificación de los crinoideos incluidos en el orden Articulata aparentemente es muy compleja debido al pequeño grado de diferencias morfológicas que existe entre las especies. Se tiene propuesta una división en tres subórdenes (A. H. Clark, 1946) aunque actualmente se consideran seis (Ubaghs, 1953 *in* Hyman, 1955):

**Suborden Isocrinina.** Crinoideos con tallo heteromorfo, cirros dispuestos en intervalos regulares (nodos) en toda su longitud. Perfil del tallo más o menos pentagonal, largo. Corona de brazos pinulados, uniseriales y altamente ramificados. Osículos columnares

con cinco áreas petaloides bien definidas. Cáliz monocíclico o aparentemente monocíclico. Tegmen elástico con numerosas placas calcáreas pequeñas que rodean las bases de los brazos; cono anal reducido. Incluye 4 familias recientes: Cainocrinidae, Isocrinidae, Isselocrinidae y Proisocrinidae.

**Suborden Bourgettocrinida.** Son crinoideos pedunculados con tallos carentes de cirros en toda su longitud, pero con cirros radicales en el extremo distal, o bien, una extensión en forma de disco gracias al cual se sujetan a algún sustrato sólido. Las familias que pertenecen a este orden son: Apiocrinidae, Phrynocrinidae, Bourgettocrinidae y Bathyrcrinidae.

**Suborden Comatulidina.** Grupo de crinoideos en los cuales el tallo se pierde en estados tempranos de desarrollo y por lo tanto llevan una vida libre. Los comatúlidos recientes fueron separados en dos grupos distintos (Clark, A. H *in* Hyman, 1955):

**Oligophreata.** Crinoideos en los cuales la cavidad en el centrodorsal es pequeña y poco profunda. Tegmen más o menos revestido con numerosas placas y osículos, generalmente tienen más de 10 brazos. Las familias pertenecientes a este grupo son: Comasteridae, Zigometridae, Eudiocrinidae, Himerometridae, Colobometridae, Tropiometridae, Thalassometridae, Mariametridae, Asterometridae, Calometridae, Ptilometridae y Charitometridae.

**Macrophreata.** Comatúlidos en los que la cavidad centrodorsal es grande y profunda, tegmen desnudo o con algunas pequeñas piezas calcáreas. Comprende cinco familias: Antedonidae, Notocrinidae, Apocrinidae, Atelecrinidae y Pentametrocrinidae.

**Suborden Uintacrinida.** Crinoideos fósiles adaptados para flotar en la columna de agua. Cálices globulares sin cirros en los que los osículos basales y radiales son una continuación de los osículos basales de los brazos. La forma de la teca es redonda y flexible, compuesta por numerosas placas poligonales de donde surgen los brazos.

**Suborden Cyrtocrinida.** Crinoideos de los cuales sólo se conocían restos fósiles. Presentan basales y radiales fusionados en un cáliz tubular adherido al sustrato mediante una expansión irregular. Diez brazos pinulados de tamaño irregular; sin cirros, con sáculos en los canales ambulacrales. Tegmen con cinco placas deltoides bien desarrolladas. Familias; Eudesicrinidae, Hemicrinidae y Holopodidae.

**Suborden Hyocrinida.** Crinoideos pedunculados sin cirros, sujetos al sustrato por un disco de fijación. Cinco brazos no ramificados con pínulas alargadas; tegmen protegido por cinco placas deltoides que rodean a la boca y algunas placas interambulacrales periféricas. Piezas del cáliz fusionadas sin distinción aparente entre basales y radiales formando una copa pentagonal o cilíndrica, o bien, acomodados en dos anillos bien diferenciados. Actualmente, debido a las características morfológicas que lo distinguen, se considera a Hyocrinida como un orden separado (Hyman, 1955).

## RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis taxonómico de las especies de crinoideos que han sido recolectadas para las aguas territoriales mexicanas, de las cuales, algunas se encuentran depositadas en la Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz". Como parte de los resultados de este trabajo se presenta la sinopsis taxonómica en la que se incluyen 29 especies correspondientes a cinco órdenes, un suborden, cinco superfamilias, 12 familias, seis subfamilias y 22 géneros. Además, se incluye información referente a la distribución geográfica general, distribución en aguas territoriales mexicanas, intervalos batimétricos, material biológico examinado e información sobre el material tipo para cada especie. Los intervalos de distribución batimétrica variaron de 0 a 4, 030m.

Por primera vez para el país se muestran las fotografías de especímenes completos con cada una de las características que definen a cada especie; en algunos casos se presentan fotografías de microscopía electrónica que ilustran cada una de las descripciones.

En este trabajo se confirma la identidad taxonómica de los ejemplares depositados en la Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz" del instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Las iniciales de las colecciones a las cuales se hace referencia son las siguientes: ICML-UNAM (Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz, ICML, UNAM, México DF.), MCZ (Museum of Comparative Zoology, Harvard, Massachusetts, USA), USNM (United States Natural History Museum, Smithsonian Institution, Washington DC, USA), MB (Museo de Historia Natural de Berlín, Alemania) y MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle, París)

## Síntesis taxonómica de los Crinoideos de México.

El siguiente listado, fue realizado con base en el arreglo taxonómico propuesto por Carpenter (1884) y A. H. Clark (1931, 1947, 1950).

**Orden Isocrinida** Sieverts-Doreck, 1953

**Familia Isselicrinidae** Kikushkin, 1977

**Subfamilia Isocrinida** Gislén, 1924

**Género** *Neocrinus* Thompson, 1864

*Neocrinus decorus* Thomson, 1864

*Neocrinus blakei* (Carpenter, 1882)

**Subfamilia Diplocrininae** Roux, 1981

**Género** *Endoxocrinus* A.H. Clark, 1908

*Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae* (Gervais in Guérin, 1835)

**Género** *Cenocrinus* Thompson, 1864

*Cenocrinus asterius* (Linnaeus, 1767)

**Orden Bourgeticrinida** Sieverts-Doreck, in Ubaghs, 1953

**Familia Bourgeticrinidae** Loriol, 1882

**Género** *Democrinus* Perrier, 1883

*Democrinus rawsoni* (Portualès, 1874)

**Familia Bathycrinidae** Bather, 1899

**Género** *Monachocrinus* A.H. Clark, 1919

*Monachocrinus caribbeus* (A.H. Clark, 1908)

**Orden Hyocrinida** Carpenter, 1884

**Familia Hyocrinidae** Carpenter, 1884.

**Género** *Hyocrinus* Mironov & Sorokina, 1998

*Hyocrinus foelli* Pawson & Roux, 1999

**Orden Cyrtocrinida** Sieverts-Doreck, 1952

**Familia Holopodidae** Zittel, 1879

**Género** *Holopus* d'Orbigny, 1973

*Holopus rangii* d'Orbigny, 1837

**Orden Comatulida** A.H. Clark, 1908

**Suborden Comatulidina** A.H. Clark, 1908

**Superfamilia Comasteracea** A.H. Clark, 1908

**Familia Comasteridae** A.H. Clark, 1908

**Subfamilia Phanogeniinae** White *et al.*, 2001

**Género** *Neocomatella* A.H. Clark, 1909

*Neocomatella alata* (Portualès, 1878)

*Neocomatella pulchella* (Portualès, 1878)

**Subfamilia Capillasterinae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Davidaster* Hogget & Rowe, 1986

*Davidaster discoideus* (Carpenter, 1888)

*Davidaster rubiginosus* (Portualès, 1869)

**Género** *Comatonia* A.H. Clark, 1916

*Comatonia cristata* (Hartlaub, 1912)

**Comasteridae incertae sedis**

**Género** *Comactinia* A.H. Clark año?

*Comactinia echinoptera* (Müller, 1840)

*Comactinia meridionalis* (L. Agassiz, 1865)

**Superfamilia Mariametracea** A.H. Clark, 1909

**Familia Colobometridae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Analcidometra* A.H. Clark, 1909

*Analcidometra armata* (Portualès, 1869)

**Superfamilia Tropiometracea** A. H. Clark, 1908

**Familia Thalassometridae** A.H. Clark, 1908

**Género** *Stylometra* (Carpenter, 1881)

*Stylometra spinifera* (Carpenter, 1881)

**Género** *Horaeometra* A.H. Clark, 1918

*Horaeometra duplex* (Carpenter, 1888)

**Familia Charitometridae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Crinometra* A.H. Clark, 1909

*Crinometra brevipinna* (Portualès, 1817)

**Superfamilia Antedonacea** Norman, 1865

**Familia Antedonidae** Norman, 1865

**Género** *Coccometra* A.H. Clark, 1908

*Coccometra guttata* A.H. Clark, 1918

*Coccometra hageni* (Portualès, 1868)

*Coccometra nigrolineata* A.H. Clark, 1918

**Género** *Trichometra* A.H. Clark, 1908

*Trichometra cubensis* (Portualès, 1867)

**Género** *Hypalometra* A.H. Clark, 1908

*Hypalometra defecta* (Carpenter, 1888)

**Subfamilia Heliometridae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Florometra* A.H. Clark, 1915

*Florometra serratissima* A.H. Clark, 1907)

*Florometra tanneri* (Hartlaub, 1895)

**Familia Zenometridae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Zenometra* (A.H. Clark, 1907)

*Zenometra columnaris* (Carpenter, 1881)

**Subfamilia Bathymetrinae** A.H. Clark, 1909

**Género** *Fariometra* A.H. Clark, 1917

*Fariometra párvula* (Hartlaub, 1895)

**Superfamilia Atelecrinacea** Bather, 1899

**Familia Atelecrinidae** Bather, 1899

**Género** *Atelecrinus* Carpenter, 1881

*Atelecrinus balanoides* Carpenter, 1881

## Clave para la identificación de los crinoideos de México

- 1 Tallo segmentado presente.....3
- 1' Tallo segmentado ausente.....2
- 2 Corona adherida directamente sobre el sustrato gracias a una base hueca, expandida, algunas veces elevada en forma de columna. Rayos asimétricos de los cuales tres son más robustos y largos que los dos restantes. Con 10 brazos libres que al enrollarse adquieren la forma de un puño cerrado.....*Holopus rangii* d'Orbigny, 1837
- 2' Corona sujeta al sustrato por medio de cirros que surgen de un osículo centrodorsal que puede ser hemisférico, cónico, piramidal o cilíndrico. Diez o más brazos que surgen de cinco radiales.....**Orden COMATULIDA**... 9
- 3 Columna diferenciada en nodos con cirros, e internodos. ....4
- 3' Columna sin nodos y con osículos no diferenciados entre sí.....7
- 4 Primeros dos osículos de IBr unidos por sinartrías o bien, por una profunda sinmorfia en forma de "V". Columnares cilíndricos en mesistele y dististele, pentagonales en proxistele. Cirros de aspecto débil.....5
- 4' Dos osículos de IBr unidos por sinostosis. Columnares pentagonales o estrellados (raramente cilíndricos). Cirros robustos.....6
- 5 Base de la corona con perfil cónico o ligeramente cóncavo. Los osículos basales del cáliz prominentes, de aspecto redondeado.....*Neocrinus (Neocrinus) decorus* Thomson, 1864
- 5' Base de la corona con perfil cónico. Osículos basales triangulares cubriendo ligeramente los osículos proximales del proxistele.....*Neocrinus (Isocrinus) blakei* (Carpenter, 1882)
- 6 Serie IIBr con dos osículos, rara vez tres. Serie IIIBr y series siguientes de tres osículos ramificando el brazo externamente.....  
.....*Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae* (Gervais in Guérin, 1835)
- 6' Serie IIBr con seis osículos (el rango es de dos a ocho). Divisiones siguientes siempre con seis osículos.....*Cenocrinus asterius* (Linnaeus, 1767)

7	Cáliz formando una copa estrecha, sin placas calcáreas recubriendo la masa visceral, columnares cilíndricos con los extremos oblicuos (reloj de arena). Cirros radiculares en el extremo distal del dististile.....	8
7'	Cáliz formando una copa amplia, con numerosas placas calcareas recubriendo la masa visceral, columnares proximales complejamente ornamentados externamente; columnares distales cilíndricos con cinco o más uniones crenulares.....	
	..... <i>Hyocrinus foelli</i> Pawson & Roux, 1999	
8	Anillo basal más ancho que alto, con osículos pentagonales estrechamente fusionados a los radiales. Sinostosis entre el primero y segundo, tercero y cuarto, y quinto y sexto braquiales en los brazos libres.....	<i>Monachocrinus caribbeus</i> (A.H. Clark, 1908)
8'	Anillo basal más alto que ancho, estrechamente unido al anillo de osículos radiales. Las suturas entre los osículos del cáliz son apenas perceptibles.....	
	..... <i>Democrinus rawsoni</i> (Portualès, 1874)	
9	Segmentos distales de las pínulas orales con una o dos proyecciones (dientes) que juntos forman una estructura similar a un peine. Boca central a marginal.....	
	..... <b>Familia Comasteridae</b> ...10	
9'	Segmentos distales de las pínulas orales sin peine. Boca siempre central.....	16
10	Más de 10 brazos.....	11
10'	Sólo 10 brazos.....	14
11	Los osículos de las series divisorias por lo general igualmente largos que anchos, algunas veces más largos que anchos. Los segmentos del peine pinular presentan dos dientes rectos que son más cortos hacia la parte distal de la pínula. Osículos pinulares distales sin dientes, formando una punta delgada y estrecha.....	Género <i>Davidaster</i> ...12
11'	Los osículos de las series divisorias igualmente largas que anchas. Segmentos del peine pinular con un solo diente curvado. Pinulares distales presentan un diente discreto.....	Género <i>Neocomatella</i> ...13

- 12** Peine pinular con 13 dientes de forma semicircular a excepción de los dos osículos pinulares distales que son delgados y sin ornamentación.....  
.....*Davidaster discoideus* (Carpenter, 1888)
- 12'** Peine pinular con 15 dientes de forma trapezoidal a excepción de los pinulares distales que forman una punta delgada.....*Davidaster rubiginosus* (Portualès, 1869)
- 13** Braquiales ornamentados con finas y abundantes espinas en el borde distal de las articulaciones.....*Neocomatella alata* (Portualès 1878)
- 13'** Braquiales sin ornamentación en el borde distal de las articulaciones.....  
.....*Neocomatella pulchella* (Portualès, 1878)
- 14** Boca central. Pinulares basales de pínulas orales sin ornamentación. Cuarto a séptimo braquiales con una prominente espina en la superficie dorsal.....  
.....*Comatonia cristata* (Hartlaub, 1912)
- 14'** Boca excéntrica. Pinulares basales de las pínulas orales ornamentadas con toscas carinas o bien, con abundantes espinas toscas. Braquiales sin espinas aborales.....  
.....*Comasteridae*...15
- 15** Peine con dientes trapezoidales o cuadrados. Pinulares proximales de las pínulas orales con una prominente carina tosca en la superficie ventral. Sin espinas en la región dorsal de los pinulares proximales de pínulas orales.....*Comactinia echinoptera* (Müller, 1840)
- 15'** Peine con dientes redondeados o triangulares. Sin carina en pinulares proximales, en cambio hay un borde con abundantes espinas. Pinulares proximales romboidales por lo que el perfil de la pínula es fuertemente serrado.....*Comactinia meridionalis* (L. Agassiz, 1865)
- 16** Pínulas medias y distales más o menos redondeadas en sección transversal.....17

16' Pínulas medias y distales rectas, triangulares en sección transversal.....18

17 Basales visibles como pequeños pentágonos o formando un anillo entre el centrodorsal y los radiales. Inserciones de los cirros bordeados por una cresta en forma de herradura y dispuestos en columnas cubriendo un centrodorsal cónico. Primer pínula en br<sub>10</sub> a br<sub>12</sub>.....

.....**Familia Atelecrinidae**...*Atelecrinus balanoides* Carpenter, 1881

17' Basales no visibles, ausentes o formando una roseta interna. Inserciones de cirros nunca bordeados por una cresta en forma de herradura, acomodados en forma radial en un centrodorsal discoidal. Primer pínula en br<sub>2</sub> o br<sub>4</sub>.....

.....**Familia Colobometridae**...*Analcidometra armata* (Portualès, 1869)

18 Sólo 10 brazos; segunda siziga alrededor de br<sub>9+10</sub>. Braquiales medios y distales igualmente largos que anchos y de forma de cuña.....19

18' Con 10 brazos o más. La segunda siziga de cada brazo se encuentra posterior a br<sub>10</sub>; los braquiales en la mitad proximal son igualmente largos que anchos y de forma discoidal.....20

19 Las inserciones de cirros pueden o no ser funcionales debido a que no en todos hay orificios axiales; basales visibles como una continuación de las crestas interradales del centrodorsal; basales formando un círculo delgado, visible externamente como una extensión del centrodorsal. Centrodorsal en forma de cono truncado.....

.....**Familia Zenometridae**...21

19' Inserciones de los cirros poco profundas, basales reducidos a una roseta interna; centrodorsal muy variable desde discoidal hasta cónico.....**Familia Antedonidae**...22

20 Cirros cortos y robustos, usualmente con más de 25 cirrales, sin espina aboral pero en algunos casos con un tubérculo.....

.....**Familia Charitometridae**...*Crinometra brevipinna* (Portualès, 1817)

20' Cirros largos y delgados, fuertemente prensiles con al menos 30 cirrales. Primera pínula generalmente más robusta que la segunda.....**Familia Thalassometridae**...28

- 21** Centrodorsal columnar o cónico con áreas radiales en las que se encuentran las inserciones de los cirros en columnas pareadas; las columnas están delimitadas por crestas anchas. Los braquiales proximales están en estrecho contacto lateral; ornamentados con numerosas espinas en la parte distal de la articulación (Costa Atlántica de México).....  
.....*Zenometra columnaris* (Carpenter, 1881)
- 21'** Centrodorsal en forma de domo con un poro aboral más o menos profundo. Los lados de los braquiales proximales son convergentes mientras que los extremos de las axilas son prominentes por lo que forman un poro romboidal característico en cada interrradio. Los cirrales más largos son hasta 6 veces más largos que anchos (Costa del Pacífico Mexicano).....  
.....*Fariometra parvula* (Hartlaub, 1895)
- 22** Pínulas distales más cortas que las proximales. Segunda pínula con el tercer pinular más ancho que largo. Radiales con caras articulares con forma de cuña alargada.....*Género Cocometra*...23
- 22'** Pinulares largos y delgados en la porción distal de la pínula. Cirros fuertes y curvados, algunas veces con protuberancias en los cirrales distales.....25
- 23** Segmentos cirrales de 24 a 28. Uña terminal recta y afilada. Un punto obscuro a cada lado de cada siziga.....*Cocometra guttata* Clark, 1918
- 23'** No más de 25 cirrales robustos, la uña terminal es recurvada.....24
- 24** Pinulares distales de P<sub>1</sub> doblemente largos que anchos y con el extremo distal ornamentado con espinas pequeñas. Series divisorias y porción proximal de los brazos con una marcada línea negra, posteriormente en cada siziga hay un distintivo punto negro. Cirros con 17 a 23 cirrales.....*Cocometra nigrolineata* H. L. Clark, 1918
- 24'** Pinulares distales de P<sub>1</sub> aproximadamente de igual tamaño que los pinulares proximales. Sin líneas negras. Bordes distales de los osículos braquiales pobremente ornamentados. Cirros con 17 a 25 cirrales.....*Cocometra hageni* (Portualès, 1868)

- 25** Pínulas orales P<sub>1</sub> compuestas por numerosos pinulares cortos y robustos (usualmente más de 50 y nunca menos de 30); los pinulares distales son, rara vez más de dos veces más largos que anchos. Cirros robustos, los cirros periféricos con más de 25 cirrales.....  
.....*Florometra*...26
- 25'** La primera pínula rara vez tiene más de 30 pinulares (algunas veces menos de 20). A excepción de los pinulares basales, todos son largos y delgados. Las pínulas son de forma cónica.....27
- 26** Osículos proximales de las pínulas orales marcadamente carinados y más anchos que el resto de los pinulares, particularmente en vista lateral. Braquiales cortos, en la parte proximal del brazo marcadamente más anchos que largos.....  
.....*Florometra serratissima* (A.H. Clark, 1907)
- 26'** Osículos proximales de las pínulas orales sin ornamentación.....  
.....*Florometra tanneri* (Hartlaub, 1895)
- 27** Pínulas orales siempre distintas de las pínulas genitales. Ausencia de las dos primeras pínulas orales en cada brazo. Cirros con 22 a 25 cirrales.....  
.....*Hypalometra defecta* (Carpenter, 1888)
- 27'** Pínulas similares entre sí, algunas veces con gónadas bien desarrolladas. Todas las pínulas proximales están presentes. Cirros con 25 a 30 cirrales.....  
.....*Trichometra cubensis* (Portualès, 1869)
- 28** Pínulas genitales sin expansiones laterales de los pinulares. Cirros largos y delgados, usualmente con más de 35 cirrales. Braquiales proximales ornamentados con finas espinas. Braquiales en las series divisorias con una espina cónica prominente en la parte media dorsal de cada osículo.....  
.....*Stylometra spinifera* (Carpenter, 1881)
- 28'** Pinulares tercero a quinto de las pínulas genitales notablemente expandidos protegiendo a las gónadas. Cirros con 30 a 40 cirrales.....  
.....*Horaeometra duplex* (Carpenter, 1888)

### **Clase Crinoidea** J.S Miller, 1821

Subclase Articulata Zitel, 1879.

Orden Isocrinida Sieverts-Doreck, 1952.

Suborden Isocrinina Sieverts-Doreck, 1952.

Familia Isselicrinidae Klikushkin, 1977.

Subfamilia Isocrinida Gislen, 1924.

### **Género *Neocrinus*** Wyville-Thompson, 1864

*Palmier marin* Guettard, 1761 in David *et al* 2006: 2.

*Enocrinus* Ellis, 1762 in Carpenter, P. H., 1884: 300; Lamarck, 1816: 435.

*Isis* Linnaeus, 1766: 1288.

*Pentacrinites* von Schiotheim, 1820 in Carpenter, P. H, 1884: 301; Buckland, 1836: 317.

*Pentacrinus* Miller, 1821: 45; A. Agassiz, 1835: 116; Carpenter, 1884: 2-22, 32-35, 40, 43-44, 48-53, 56-63, 72-82, 83-110, 117-120, 123-155, 165-175, 178-185, 192, 210-211, 226-231, 235, 239, 249-250, 254-261, 269-346, 354, 364, 368, 376-398, 403, 412-442.

*Chladocrinus* Agassiz, 1835: 116.

*Neocrinus* Wyville-Thompson, 1864: 7.

**Diagnosis.** Crinoideos pedunculados con tallo heteromorfo, osículos columnares pentagonales con bordes fuertemente redondeados. Columnares con lumen pequeño, central y de perímetro circular. Perilumen plano y estrecho. Areola pentapetaloides, cerrada. Crenulario que rodea a la areola compuesto por unas cuantas crénulas moderadamente toscas y pequeñas que continúan la circunferencia en la zona interpetaloide. Latus plano, no ornamentado. La base de la corona es de forma cónica aunque el perfil puede presentar una curvatura ligeramente cóncava. Usualmente son crinoideos que tienen más de diez brazos.

### ***Neocrinus decorus*** Thomson, 1864

(Lámina 1)

*Pentacrinus (Neocrinus) decorus* Thomson, 1864: 7-8.

*Neocrinus decorus* S. Lovén, 1866: 224.

*Pentacrinus mülleri* Agassiz, 1878; Thomson, 1872: 435, 442; Portualès, 1869: 357; Carpenter, 1884: 306; Austin, 1843-1845: 120, 122, 126.

**Diagnosis.** Especie con tallo heteromorfo; de seis a siete osículos internodales de forma pentagonal, osículos nodales con criptosimplexías en forma de estrella de cinco puntas; poros internodales hasta el nodo 11. Cirros con hasta 32 cirrales cilíndricos, uña terminal pequeña.

Perfil del cáliz cónico o ligeramente convexo; basales triangulares, radiales pentagonales. La especie puede presentar hasta 25 brazos.

**Descripción.** Tallo heteromorfo de apariencia lisa con un marcado cambio en la forma de los osículos del proxistele, mesistele y dististele. El proxistele está compuesto por osículos aplanados, cuyo contorno está ornamentado con pequeñas elevaciones del *latus* en cada una de las esquinas del pentágono (Lámina 1, A). Hay aproximadamente de seis a siete osículos internodales con estroma muy poco diferenciado y de tipo sizigal (inmaduro). Los osículos del mesistele y dististele sin diferencias entre sí, presenta un promedio de 12 osículos internodales que a su vez están formados por estroma  $\alpha$  en cada uno de los petaloides y estroma  $\beta$  en la zona crenular interpetaloide y alrededor del orificio axial o perilumen. Los petaloides tienen forma de lágrima (Lámina 1, D); orificio axial de luz amplia, puede presentar algunas espículas aciculares gruesas hacia el interior. La cara distal del osículo nodal proximal tiene forma de estrella de cinco puntas (Lámina 1, C). La periferia está ornamentada con crénulas muy poco evidentes con estroma  $\beta$  de luz muy pequeña. La región de los petaloides tiene estroma  $\alpha$  también muy estrecho. Surco del espacio interpetaloide cerrado; orificio axial muy estrecho o cerrado en el cual se puede apreciar una malla fina de espículas aciculares. Hay un ligero abultamiento en el perilumen formado por estroma  $\beta$ . Los sitios donde se insertan los cirros son profundos y en forma de pera, esta forma se alarga hasta alcanzar la unión con el osículo infranodal. Los cirros son pequeños y delgados tienen hasta 32 osículos cirrales cilíndricos, los primeros seis son bastante pequeños y de forma cuadrada o ligeramente rectangular, lisos en la superficie aboral. El cirral terminal está modificado y forma una garra pequeña, sin espina opuesta en el penúltimo cirral. El límite de los poros internodales se encuentra entre los nueve y 11 nodos. Los osículos basales son de forma variable, algunas veces muy pequeños, poco evidentes y aislados, pero también pueden ser grandes y de forma triangular que sobresalen prominentemente del plano general del cáliz (Lámina 1, B). Los osículos radiales se unen por articulaciones bifaciales planas (sinmorfías). Los osículos braquiales están unidos por sinartrías. La primera pínula se encuentra en el primer o segundo braquial, las pínulas orales están constituidas por doce pinulares aplanados más largos que anchos (excepto el primero, que es más cuadrado). Los osículos pinulares tienen la parte dorsal angular. Hacia la parte apical del brazo, las pínulas conservan una forma más consistente, ya que todas están formadas por segmentos cada vez más delgados y cilíndricos. La superficie oral de la masa visceral tiene numerosas placas calcáreas de tamaño variable, acomodadas estrechamente entre sí, pero no son tan abundantes como para cubrir completamente al disco oral, también hay algunas espículas aciculares presentes.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.6.0, 1 ejemplar, Mar Caribe, Frente a la ciudad de la Habana, (23°11'00"N, 82°19'30"W), Cuba; USNM 2355, 1 ejemplar, Mar Caribe, Frente a la ciudad de la Habana, (23°10'25"N, 082°20'36"W), Cuba; USNM 18012, 1 ejemplar, Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán, Quintana Roo ((21°4'0.0114"N, 86°28'0.0114"W), México.

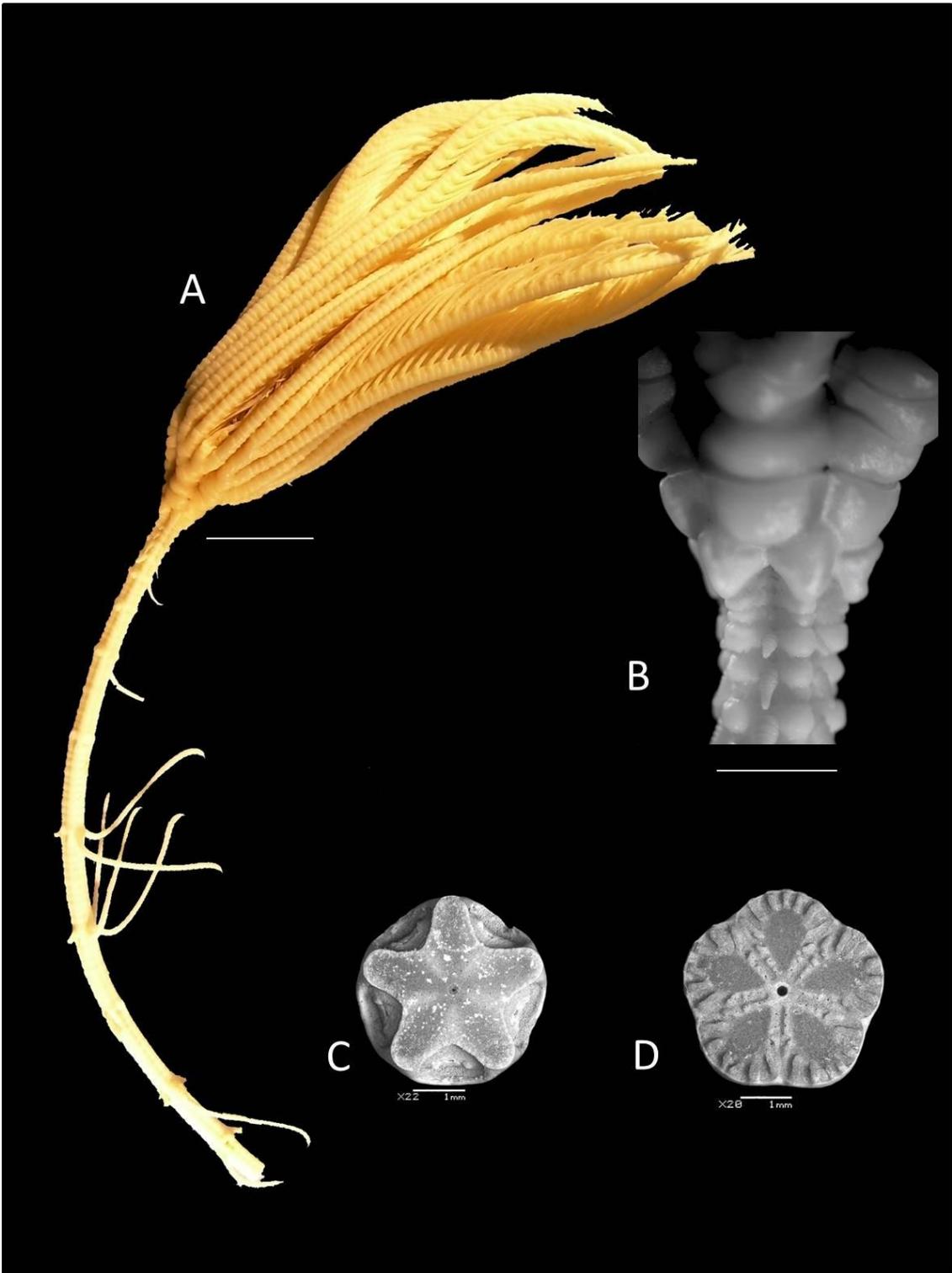
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 1) Golfo de México y mar Caribe (Carpenter, 1884: 332); Banco de Campeche, Golfo de México, Canal de Yucatán, México; Frente a la ciudad de la Habana, Cuba; costa oriental de Florida, Estados Unidos de Norteamérica; Mar caribe hasta Venezuela.

**Distribución en México.** Banco Arrowsmith, en la región NE del Canal de Yucatán (21°4'0.0114"N, 86°28'0.0114"W).

**Intevalo batimétrico.**143-747m.

**Localidad tipo.** Mar de las Antillas (sin coordenadas).

**Material tipo.** Probablemente no exista.



**Lámina 1.** *Neocrinus decorus* Thomson, 1864. **A.** Ejemplar completo, escala 5cm; **B.** Detalle del cáliz mostrando los osículos basales y radiales, escala 1cm; **C.** Cara articular de una criptosimplexía (nodo), escala 1mm; **D.** Cara articular de una simplexía (internodo), escala 1mm.

***Neocrinus blakei*** (Carpenter, 1884)

(Lámina 2)

*Pentacrinus blakei* Carpenter, 1884: 50, 78, 80, 280, 287, 293, 319, 328-335.

**Diagnosis.** Crinoideo con tallo heteromorfo, de seis a siete columnares en cada intermodal maduro, poros internodales hasta el tercer nodo funcional. Caras articulares de las simplexías con petaloides fusiformes; las caras articulares de criptosimplexías en forma de estrella de cinco puntas; lumen pequeño, ocluido por numerosas espículas. Cirros con hasta 21 cirrales con un pequeño abultamiento en la superficie aboral; uña terminal pequeña sin espina opuesta. Basales muy reducidos, triangulares; Radiales pentagonales con laterales rectos. Hasta 20 brazos.

**Descripción.** Tallo heteromorfo (Lámina 2, A), la apariencia externa de los osículos es lisa, pentagonal de bordes redondeados. Los osículos del proxistele presentan un *latus* más ornamentado y tosco que el de los osículos más maduros de mesistele y dististele. En cada internodo hay de seis a siete osículos, los poros internodales alcanzan el tercer nodo funcional (Lámina 2, E). El osículo supranodal tiene cinco muescas pronunciadas (Lámina 2, B), en cada una se inserta cada uno de los cirros del nodo. Junto con el osículo infranodal, esta muesca adquiere forma de pera invertida cuyo extremo inferior se atenúa y no alcanza el borde distal del osículo infranodal. Las simplexías entre los osículos internodales se ven como una línea en zigzag. El crenulario y las zonas interpetaloidales de los osículos internodales tienen estroma  $\beta$ , mientras que los petaloides fusiformes (Lámina 2, C), tienen estroma  $\alpha$ . El lumen es amplio con algunas espículas secundarias. El crenulario en las criptosimplexías tiene forma de estrella de cinco puntas, con estroma  $\alpha$  de luz muy pequeña y estroma  $\beta$  hacia la periferia difícil de distinguir con microscopio de disección. Lumen cerrado por numerosas espículas aciculares. Los sitios de inserción de los cirros están dirigidos hacia abajo con dos tubérculos conspicuos, uno a cada lado del orificio axial, que presenta numerosas espículas. Los cirros constan de hasta 21 cirrales de forma casi cúbica que de acuerdo a su posición van alargándose hasta ser casi cilíndricos (Lámina 2, E). Al aproximarse a la parte distal, los cirrales desarrollan un par de abultamientos en la parte aboral, el último osículo está modificado formando una garra sin uña opuesta. En el cáliz, los osículos basales son reducidos y sólo es evidente una pequeña porción de forma triangular al ser cubiertos por las bases de los osículos radiales (Lámina 2, D). La base de cada triángulo está prolongada hacia abajo cubriendo los osículos más jóvenes del proxistele. Los osículos radiales son cinco piezas de bordes rectos, la articulación proximal cubre la mayor parte de los osículos basales (Lámina 2, D). Posee hasta 20 brazos débilmente isotómicos, cada brazo está dividido 4 veces. La serie primibraquial está formada por dos osículos (I<sub>Br</sub>2<sub>ax</sub>), la secundibraquial I<sub>Br</sub>4 (3+4)<sub>ax</sub>, serie terciabraquial no es ramificada, la serie de sizigas braquiales comprende el siguiente orden; (10+11), (17+18), (28+29), (36+37), etcétera. La primera pínula en cada brazo se encuentra en I<sub>Br</sub>2, las pínulas proximales están

formadas por ocho osículos pinulares, de los cuales, los proximales son aplanados y de forma cuadrangular. Las pínulas terminales están formadas por 12 pinulares oblongos y cilíndricos. Pinular basal cuadrado, más ancho que largo.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.5.0, 2 ejemplares. Canal de Yucatán, Mar Caribe; Yucatán (21°17'00"N, 86°19'30"W), México.

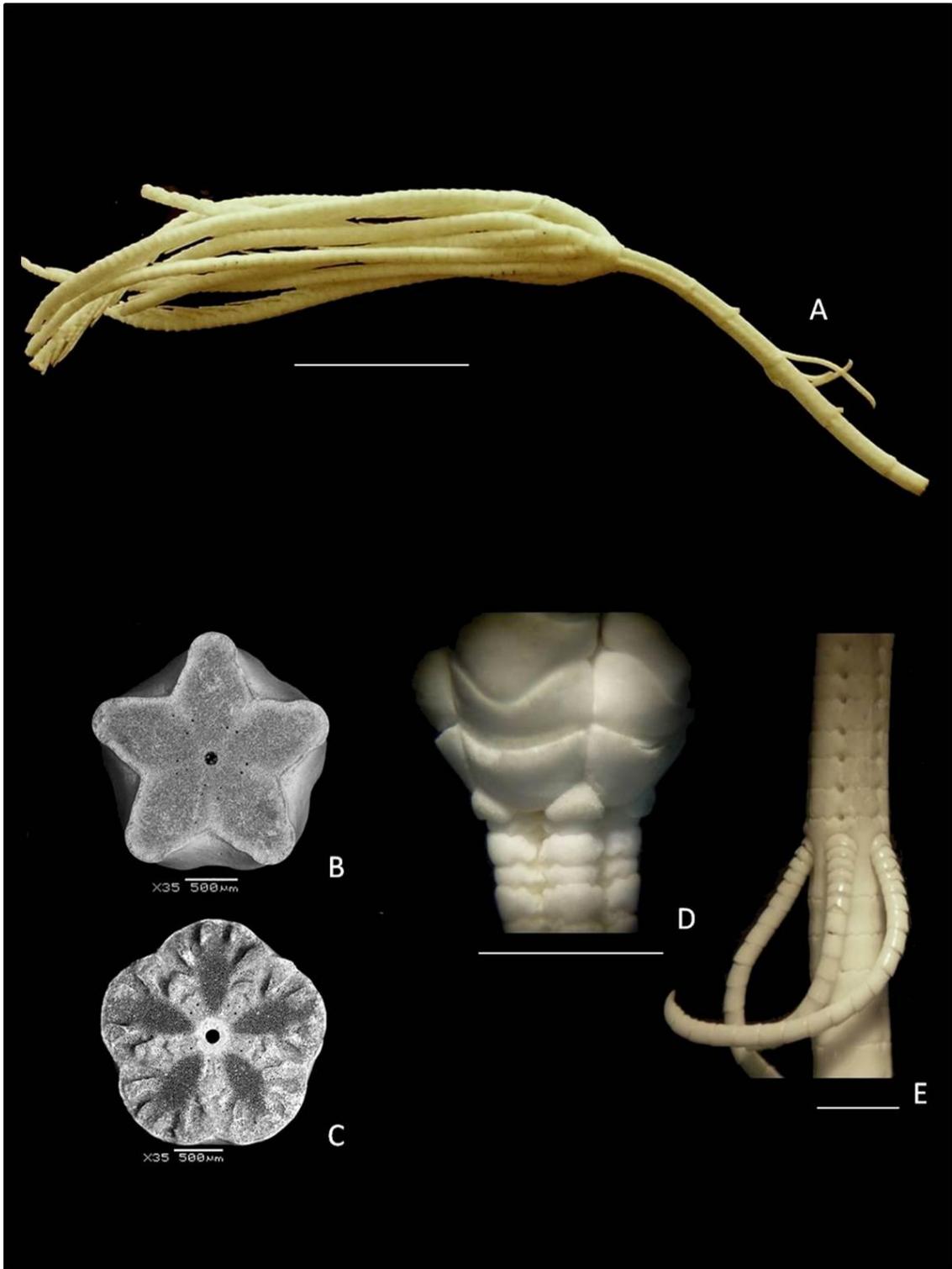
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 2) Mar Caribe (Carpenter, 1884: 329); Banco de Campeche, Golfo de México; Canal de Yucatán, Caribe mexicano, México; Antillas Holandesas, Bahamas, Barbados, Cuba, Florida, Guadeloupe, Santa Lucía, San Vicente y Granadinas.

**Distribución en México.** Canal de Yucatán, Quintana Roo, (21°16'59.9874"N, 86°13'0.0114"W); Banco de Campeche, Yucatán (24°18'N, 84°49'58.7994"W).

**Intervalo batimétrico.** 221-658m.

**Localidad tipo.** Frente a Monserrat, Mar de las Antillas.

**Material tipo.** Sintipo conservado en alcohol. MCZ 175.



**Lámina 2.** *Neocrinus blakei* (Carpenter, 1884). **A.** Porción anterior de un ejemplar, escala 2cm; **B.** Cara articular de una criptosimplexía (nodo), escala 500µm; **C.** Cara articular de una simplexía (internodo), escala 500µm; **D.** detalle del cáliz mostrando los osículos basales y radiales, escala 0.5cm; **E.** detalle del proxistele, cirros y poros internodales, escala 0.30cm.

Subfamilia Diplocrininae Roux, 1981

**Género *Endoxocrinus*** A. H. Clark, 1908

*Endoxocrinus* A. H. Clark, 1908: 151.

*Diplocrinus* Döderlein, 1912: 29.

**Diagnosis** (Modificada de David *et al*, 2006). Género con Br 1+2 de cada serie braquial unido por sinostosis tendiendo a formar una siziga; series de IBr a VBr con uno a cinco osículos braquiales, usualmente dos en la serie IIBr, dos o tres osículos después del IIIBr(ax), algunas veces más de 7 en IIIBr a la serie VBr. Extremo de los brazos con pínulas rudimentarias de <1 cm de largo. Ramificaciones de los brazos endotomas, tallo relativamente corto, algunas veces con un callosidades en las facetas distales de los osículos infranodales. Simplexías maduras y criptosimplexías sin surco interpetaloidal, crenulario de la simplexía frecuentemente con seis u ocho culmina grandes por cada zona interpetaloide.

**Subgénero *Endoxocrinus*** A. H. Clark, 1908

*Endoxocrinus* A.H. Clark, 1908: 151.

*Endoxocrinus (Endoxocrinus)* A. H. Clark, 1908 in David *et al*, 2006: 33.

**Diagnosis** (Modificada de David *et al*, 2006). Subgénero de *Endoxocrinus* con la serie del segundo braquiritaxis IIBr con una a cuatro braquiales, usualmente dos; series IIIBr a VBr con uno a cinco osículos, pocas veces hasta siete, sin embargo (frecuente tres), tres en IVBR y V Br. El número de osículos internodales por cada internodo maduro va de tres a 16, rara vez se encuentra un callo en la parte distal del tallo. El número de cirrales por cirro es de 25 a 43 (regularmente 30); los cirros proximales son rudimentarios y se orientan perpendiculares al tallo o dirigidos hacia abajo.

***Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae*** (Gervais in Guérin, 1835)

(Lámina 3)

*Encrinus parrae* Gervais in (Guérin, 1835).

*Endoxocrinus parrae* A. H. Clark, 1931: 16.

*Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae* David *et al*, 2006: 33.

**Descripción.** Crinoideo con tallo heteromorfo, los primeros tres o cinco nodos tienen cirros rudimentarios que están dirigidos hacia abajo (Lámina 3, A y D), los poros internodales se localizan entre los primeros cinco y tres nodos. Existen diferencias entre los osículos del proxistele y el resto de los osículos del tallo. Los osículos del proxistele tienen perfil estrellado a diferencia de los osículos maduros, que son de forma pentagonal. Las sinartrías se aprecian como una línea recta. Zona interpetaloide en columnares internodales con hasta seis crénulas bien definidas, de las cuales, las primeras tres son libres, la cuarta está unida con la de la zona

interpetaloide adyacente (Lámina 3, C). Petaloide fusiforme, estroma  $\alpha$  de luz amplia y poros poligonales. Estroma  $\beta$  presente crénulas y perilumen. Surco tenue entre el crenulario y el borde del osículo. Lumen amplio y sin espículas. Criptosimplexías con estroma  $\beta$  (Lámina 3, B). Lumen casi completamente ocluido por la presencia de abundantes espículas aciculares. Cirros largos y fuertes (Lámina 3, A), con alrededor de 34 cirrales de tamaño más o menos uniforme. Cirrales basales más anchos que largos, con bordes redondeados. En la parte media de los cirros, los osículos presentan un perfil cuadrado a rectangular; en cirrales apicales, existen un par de tubérculos en la superficie aboral; presentan uña terminal, roma y fuerte. Los osículos basales casi completamente ocultos, de forma reniforme o ligeramente triangular; radiales grandes, de forma subpentagonal invertida (Lámina 3, D). Brazos son fuertemente endotomos. Primera serie braquial con dos osículos (IBr2ax), la segunda serie con las mismas características (IBr2ax). En la tercera serie hay tres osículos, los dos primeros unidos por una siziga. Los brazos se pueden dividir hasta 10 veces. Braquiales de apariencia cuadrangular; pueden estar ornamentados con pequeñas proyecciones en forma de dientes en el borde distal de la articulación. Normalmente en la parte proximal del brazo son de apariencia lisa, mientras que a la mitad presentan de tres a cinco dientes toscos. La primera pínula se encuentra en IIIBr2. Pínulas proximales con perfil afilado, formadas por ocho pinulares. Los osículos basales son de forma irregular y muy pequeños en comparación con el resto de los pinulares. El segundo pinular es el mayor, de forma cuadrada con una abertura amplia en la cara proximal. El resto de los pinulares va disminuyendo en tamaño, los últimos dos osículos distales tienen forma de pequeños cilindros delgados. En la parte terminal de los brazos, solo se pueden encontrar pínulas rudimentarias.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.8.0, 3 ejemplares. Frente a Isla Gran Inagua, (20°52'00"N, 73°14'00"W), Bahamas; USNM 34604, 1 ejemplar. Isla Cozumel, Canal de Yucatán, Quintana Roo (20°59'30"N, 86°23'44"W); USNM E18033, 1 ejemplar, (20°55'0.0114"N, 86°28'0.0114"W), USNM E18058, 1 ejemplar (20°58'59.9874"N, 86°24'0"W), México.

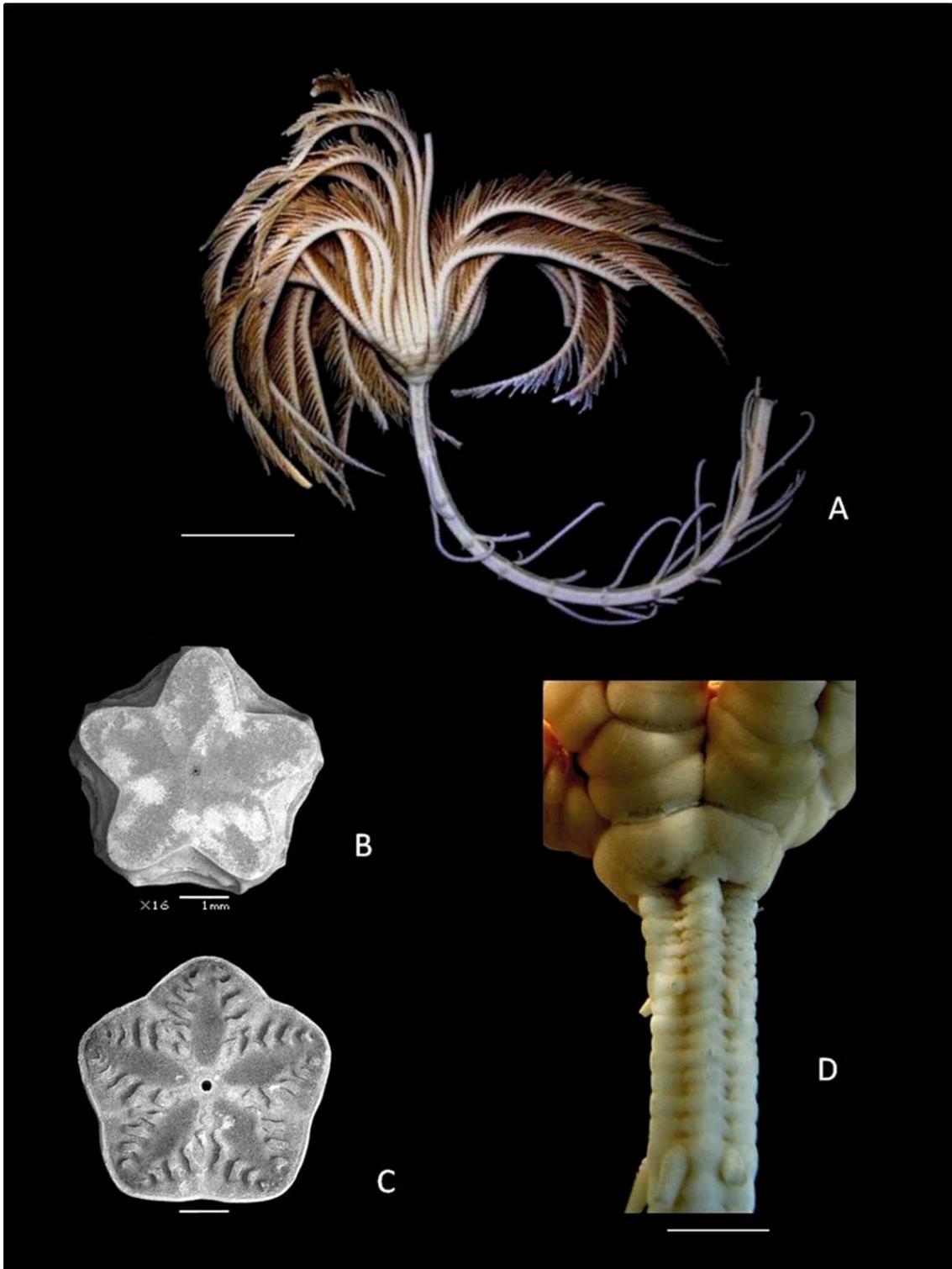
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 3) Banco de Campeche, Golfo de México; estrecho de Yucatán, Quintana Roo, México; Cuba; Florida, USA; Bahamas; del caribe colombiano hasta Brasil.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Golfo de México (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W); (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W); Noreste de Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán; Quintana Roo (20°59'30.0114"N, 86°23'44.988"W); (20°58'59.9874"N, 86°24'0"W); (20°55'0.0114"N, 86°28'0.0114"W).

**Intervalo batimétrico.** 157-1, 033m.

**Localidad tipo.** Frente a Ciudad de la Habana, Cuba.

**Material tipo.** Desaparecido (Messing, C. com. Pers, 2010).



**Lámina 3.** *Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae* (Gervais in Guérin, 1835). **A.** Parte anterior de un ejemplar, escala 5 cm; **B.** Cara articular de una criptosimplexía (nodo), escala 1mm; **C.** Cara articular de una simplexía (internodo), escala 1 mm; **D.** Detalle del proxistele mostrando el cáliz (osículos basales y radiales), poros internodales y cirros rudimentarios, escala 0.5 cm. Fotografía **D** por Sandra Valdés DeAnda.

**Género *Cenocrinus* Thompson, 1864**  
***Cenocrinus asterius* (Linnaeus, 1767)**  
(Lámina 4)

*Palmier marin*, Guettard, 1761 in David et al, 2006: 2.

*Isis asteria* Linnaeus, 1766: 1288.

*Encrinus caput-medusae*.- Lamarck, 1816: 435; Schlotheim, 1832: 26.

*Pentacrinites vulgaris* Schlotheim, 1832: 26.

*Pentacrinus Caput-Medusae*.- Austin, 1843-1845: 96, 111, 121.

*Cenocrinus Caput-Medusae*.- Wyville-Thompson, 1864: 3.

*Pentacrinus asteria*.- Carpenter, 1884: 300.

*Isocrinus (Cenocrinus) asterius*.- A. H. Clark, 1931: 16.

**Diagnosis.** Crinoideo con tallo heteromorfo, sin diferencias importantes entre sí, salvo que los columnares internodales proximales presentan abultamientos en el *latus*. Cirros largos y fuertes con hasta 50 cirrales cilíndricos, de tamaño uniforme; uña terminal pequeña, sin espina opuesta. Poros internodales hasta el decimosegundo nodo. Basales pequeños, triangulares. Pínulas proximales ornamentadas con una fuerte carina aboral en cada pinular.

**Descripción.** Tallo largo y robusto, generalmente sin ornamentación (Lámina 4. A). Columnares pentagonales con ángulos ligeramente redondeados en el proxistele, su contorno se vuelve casi circular hacia la parte distal del tallo. Internodales con los márgenes ligeramente crenulados. Inserciones de cirros marcadamente ovalados llegando hasta el límite distal del columnar infranodal. Cirrales 35 a 50, robustos, lisos, que varían en tamaño. Uña terminal pequeña sin espina opuesta, aunque los últimos osículos pueden presentar dos pequeños bultos en la superficie dorsal. El límite hasta donde se encuentran los poros internodales llega hasta el noveno a decimosegundo nodo. Basales triangulares o romboidales sin contacto lateral (Lámina 4. B). Radiales unidos a la primera serie braquial por sinartrías. Series braquiales con un número variable de osículos: IBr 2 a 6 (normalmente tres o cuatro braquiales), IIBr 2 a 18 (normalmente de siete a ocho braquiales), IIIBr 6 a 14, y ocasionalmente, cuando existe IVBr 8 a 10. Los primeros dos osículos después de cada axila están unidos por sizigas, la primera pínula en cada división se encuentra siempre en el epizigal (osículo distal de la siziga); posteriormente no aparecen más sizigas en los brazos o en las series divisorias. Pínulas grandes y largas en las que los pinulares basales son más anchos que los pinulares distales; las pínulas en los brazos libres son más pequeñas y delgadas que las que se encuentra en las series divisorias. Las pínulas proximales presentan una quilla dorsal bien marcada que se proyecta hacia el borde del pinular siguiente, esta característica es menos evidente en las pínulas distales. Tegmen recubierto por numerosas placas calcáreas, de igual manera, los canales ambulacrales de los brazos y pínulas están bordeadas por placas calcáreas más pequeñas.

**Material examinado.** USNM E42634, 1 ejemplar, Isla San Salvador, French Bay, (23° 56'30"N, 074° 30' 45"W), Bahamas.

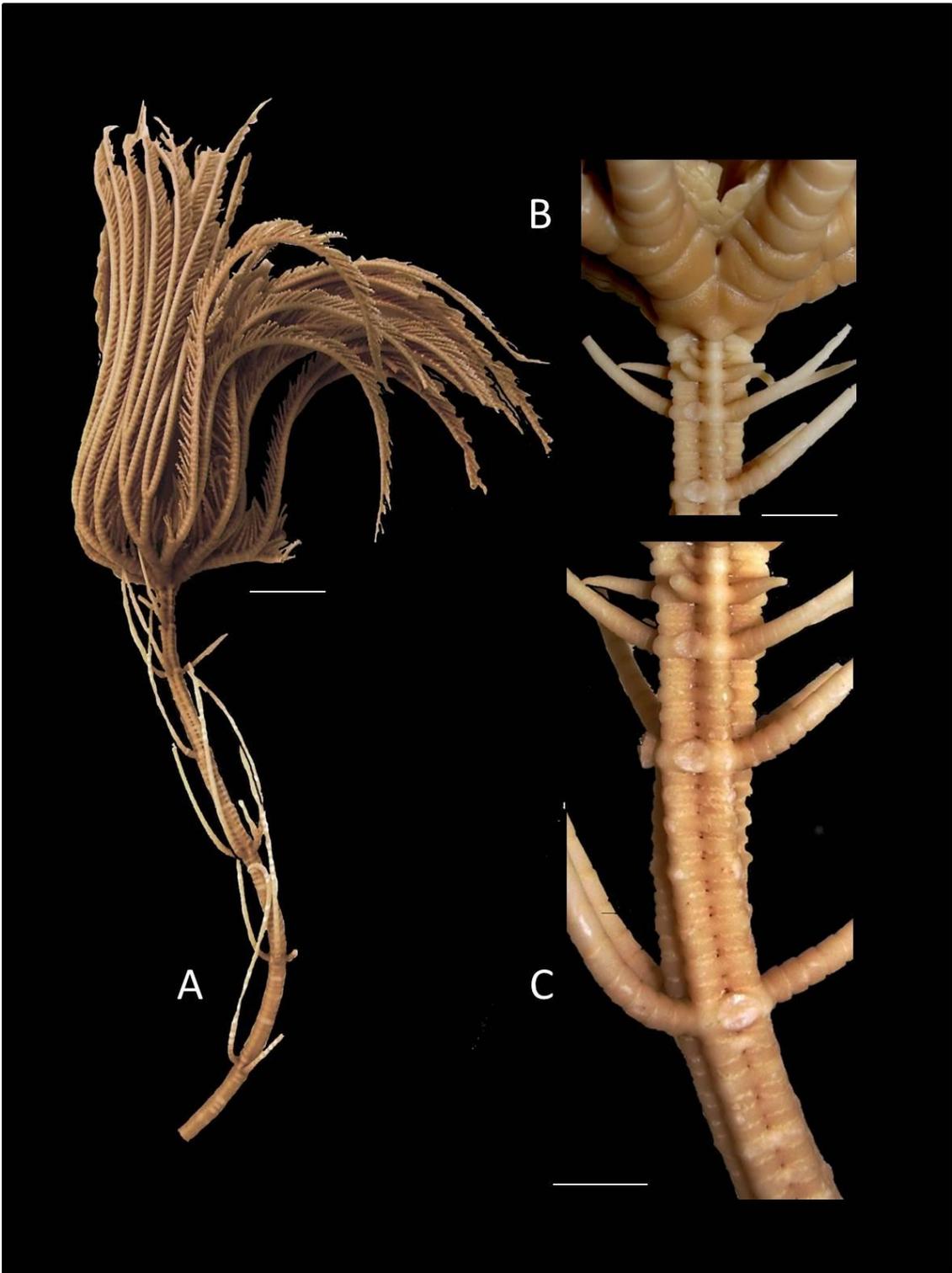
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 4) Golfo de México, Cuba, Bahamas.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23° 15' 17"N, 88° 56' 18"W), (23° 38' 31"N, 89°10'49"W).

**Intervalo batimétrico** 183-412m.

**Localidad tipo.** Barbados, Indias orientales Británicas.

**Material tipo.** Posiblemente no exista.



**Lámina 4.** *Cenocrinus asterius* (Linnaeus, 1767). **A** Extremo distal de un ejemplar, escala 5cm; **B** Detalle del cáliz mostrando los oscúlos basales y radiales, escala 1cm; **C** Detalle del proxistele mostrando los poros internodales y cirros rudimentarios, escala 1cm.

Orden Bourgetocrinida Sieverts-Doreck, *in* Ubaghs, 1953

Familia Bourgetocrinidae Loriol, 1882

**Diagnosis.** (Modificada de Carpenter, 1884). Tallo isomorfo con columnares en forma de cubilete, sujetos al sustrato por cirros radiculares que solo se encuentran en la parte distal del tallo. Proxistele formado por numerosos columnares discoidales. Cáliz expandido longitudinalmente desde los osículos basales, sin suturas evidentes. Primeros braquiales de forma trapezoidal y articulados formando una copa. Canales ambulacrales recubiertos por placas calcáreas.

**Género *Democrinus*** Perrier, 1883

***Democrinus rawsoni*** (Portualès, 1874)

(Lámina 5)

*Rhizocrinus lofotensis*.- Wyville-Thompson, 1872a: 377.

*Rhizocrinus rawsonii* Portualès, 1874: 27-28.

*Rhizocrinus rawsoni*.- Carpenter, 1884: 28, 45-49, 67, 76, 92, 264, 274, 277, 282-285, 287-289, 394-396, 399-406.

*Democrinus parfaiti* Perrier, 1883: 450

*Democrinus rawsonii*.- A. H. Clark, 1917: 392.

**Diagnosis.** (Modificada de Portualès, 1874) Tallo compuesto por columnares cortos y cilíndricos, cirros radiculares, largos y delgados. Cáliz elongado. Basales más largos que los radiales, las piezas están sólidamente unidas y las suturas entre los osículos son muy poco evidentes. Los primeros cuatro braquiales son de forma cuadrada y de tamaño similar a los radiales unidos, lo cual ayuda a sostener la masa visceral. De 14 a 22 pínulas, las dos primeras considerablemente las largas que el resto; la primera pínula se encuentra en el cuarto braquial.

**Descripción.** Crinoideo con tallo isomorfo, los osículos tienen una clara diferenciación entre las diferentes regiones (Lámina 5. A). En el proxistele los osículos tienen forma discoidal y no están bien diferenciados, son muy pequeños y mientras más cerca se encuentran del cáliz parecen estar fusionados unos con otros (Lámina 5, D). El lumen de los osículos jóvenes es amplio y de forma pentagonal, sin espículas que lo ocluyan. Presentan estroma  $\alpha$  en el perilumen y estroma  $\beta$  en la parte externa. Los osículos del mesistele son de forma cilíndrica, cuyos extremos desarrollan una forma ahusada conforme van madurando (Lámina 5, B y C). Las piezas del tallo están unidas por sinartrías, es decir, cada una de las articulaciones tiene una cresta central que divide dos fosas profundas en las que se insertan ligamentos (Lámina 5, B). Cuando se unen los osículos, coinciden las crestas de uno con las del sucesor. Los extremos de cada osículo están orientados en diferentes direcciones (Lámina, 5. C), por lo que, cuando se encuentran juntas, la manera de articularse y la orientación en las que se encuentra

cada una permiten al tallo flexionarse en múltiples direcciones. El estroma en los osículos es predominantemente  $\alpha$  en el perilumen y en las fosas donde se insertan los ligamentos, mientras que en la periferia predomina el estroma  $\beta$ . Las fosas son profundas y se juntan con el orificio axial (Lámina 5. B). Los cirros se encuentran en el extremo distal del dististele, son pequeños y los cirrales son alargados, cilíndricos y forman una estructura semejante a una raíz, con la que el organismo se mantiene fijo a su sustrato (Lámina 5. E). Los osículos basales y radiales del cáliz se encuentran fusionados, y solo cuando el ejemplar está seco se pueden apreciar las suturas entre ellos. El perfil del cáliz es cónico o ligeramente convexo, en algunos casos los lados de los osículos radiales tienen perfil recto (Lámina 5. D). Hay 10 brazos, cuyos osículos proximales tienen perfil romboidal con dos fuertes proyecciones en la cara orientada hacia la masa visceral y forman un canal profundo (Lámina 5. D). Los braquiales adquieren forma cilíndrica con dos fuertes proyecciones que protegen al surco ambulacral y a los podios. Los braquiales están unidos de dos en dos, formando uniones similares a sizigas, e intercaladas existen articulaciones musculares. Los braquiales medios y distales tienen forma cilíndrica, y están unidos por uniones musculares (Lámina 5. D). También tiene proyecciones prominentes que protegen al canal ambulacral. Las pínulas aparecen en el Br8, están formadas por pinulares cilíndricos que poseen proyecciones semicirculares que bordean al canal ambulacral y son más anchos en la parte media de la pínula, con las proyecciones al lado del canal ambulacral más abiertas.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.12.0, 52 ejemplares. Frente a Ría Lagartos, Banco de Campeche, Golfo de México, Yucatán (20°02.492'N, 88°11.975'W), México.

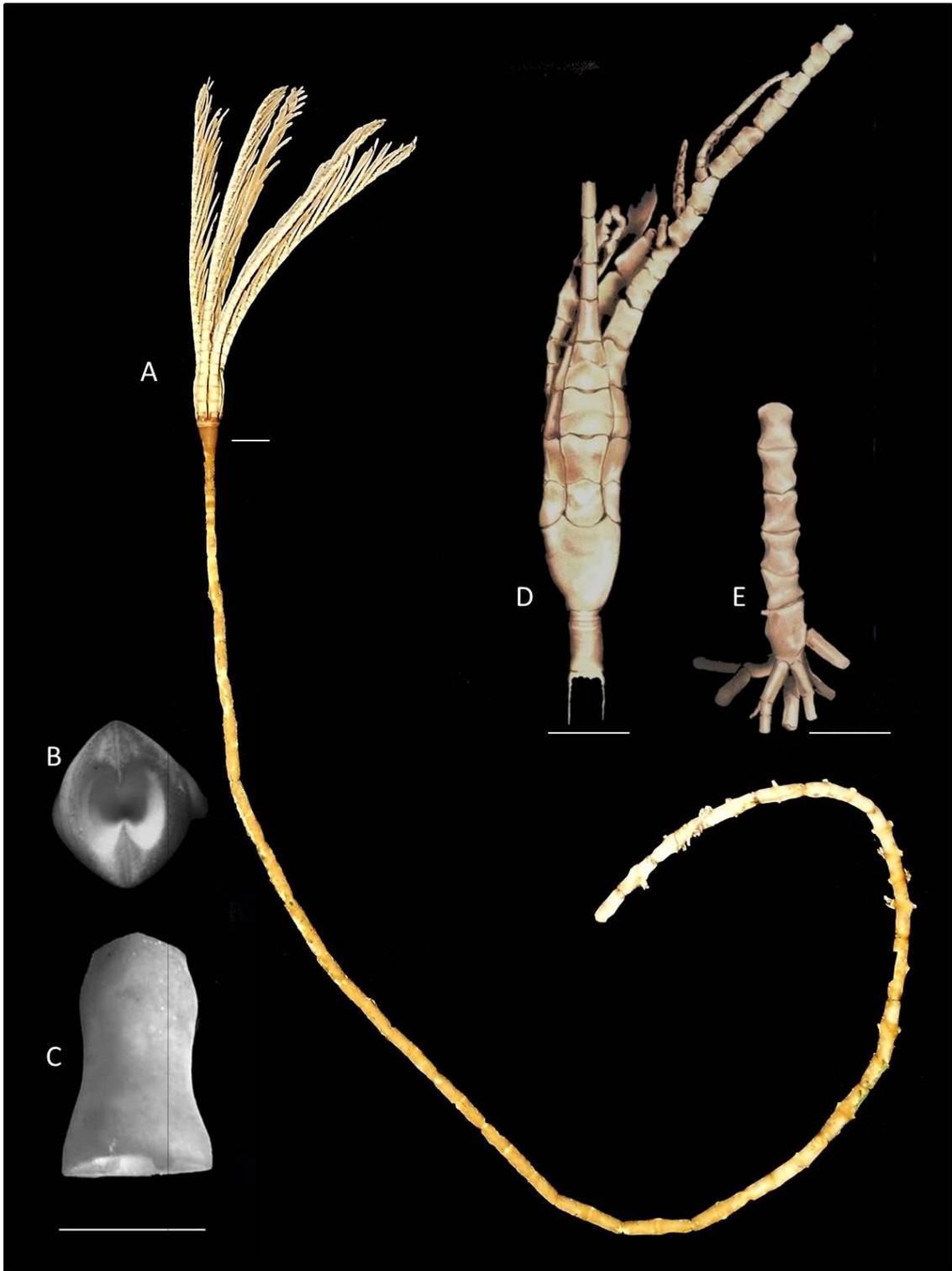
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 5) Golfo de México, Cuba, Bahamas, Republica Dominicana.

**Distribución en México.** Golfo de México, Banco de Campeche, (23°15'17.25"N, 88°56'18.49"W), (23°38'31.54"N, 89°10'49.09"W), Yucatán.

**Intervalo batimétrico.** 130-263m.

**Localidad tipo.** Frente a Sandy Bay, Barbados.

**Material tipo.** Sintipo conservado en alcohol. MCZ 147.



**Lámina 5.** *Democrinus rawsonii* (Portualès, 1874). **A.** Ejemplar completo, escala 2cm; **B, C.** Cara articular (sinartría) y vista lateral de un osículo columnar, escala 0.3cm; **D.** Detalle del cáliz (osículos basales y radiales fusionados) y de la corona, escala 0.3cm; **E.** Detalle del dististele con cirros radiculares, escala 0.3cm.

Familia Bathyrcrinidae Bather, 1899  
**Género *Monachocrinus*** A. H. Clark, 1917

**Diagnosis** (Modificada de A. H. Clark, 1917). Género en el cual los brazos se dividen sólo una vez en el segundo osículo postradial. Los braquiales postradiales se unen por articulaciones no musculares. Basales fusionados formando un anillo con forma de cono truncado, siempre más largo que ancho.

***Monachocrinus caribbeus*** (A. H. Clark, 1908)  
(Lámina 6)

*Bathyrcrinus caribbeus* A. H. Clark, 1908: 235.

*Monachocrinus caribbeus*.- A. H. Clark, 1917: 390.

**Diagnosis** (Modificada de A. H. Clark, 1908). Basales estrechamente unidos formando un anillo, ligeramente más ancho en la parte superior que en la inferior y con los lados perfectamente rectos. Tallo largo y delgado con los primeros 7 columnares discoidales, tornándose cada vez más largos a medida que alcanzan la parte distal del tallo. En la parte media-proximal del tallo, los columnares son cilíndricos, mientras que en la parte distal del tallo las articulaciones columnares se expanden.

**Descripción.** Los brazos y pínulas, así como los cirros, faltan en los especímenes revisados, por lo que dichas estructuras no serán incluidas en la descripción. El tallo es isomorfo, aunque los osículos varían en forma de acuerdo a su posición en el tallo. Los osículos del proxistele son pequeños y discoidales (Lámina 6. C), en el mesistele y dististele son más largos, al alcanzar la parte distal del tallo, las caras articulares entre los columnares se encuentran expandidas por lo que adquieren una forma que recuerda a un reloj de arena (Lámina 6. B). Basales estrechamente unidos formando una estructura similar a un cono truncado invertido con los bordes rectos (Lámina 6. C). Las suturas entre los osículos son muy poco reconocibles por lo que el cáliz se percibe como una estructura sólida y uniforme. Los osículos braquiales tienen aspecto redondeado. Las primeras series divisorias están formadas por dos osículos (IBR2ax), éstos están dispuestos de tal manera que forman una estructura que protege a la masa visceral (Lámina 6. A).

**Material examinado.** NMNH 332776, 2 ejemplares, Frente a Venezuela (11°36.9'N, 68°42.0'W); NMNH E41943, 1 ejemplar, Golfo de México (27°28'24"N, 089°46'54"W).

**Distribución geográfica.** Golfo de México, Bahamas, Barbados, Venezuela.

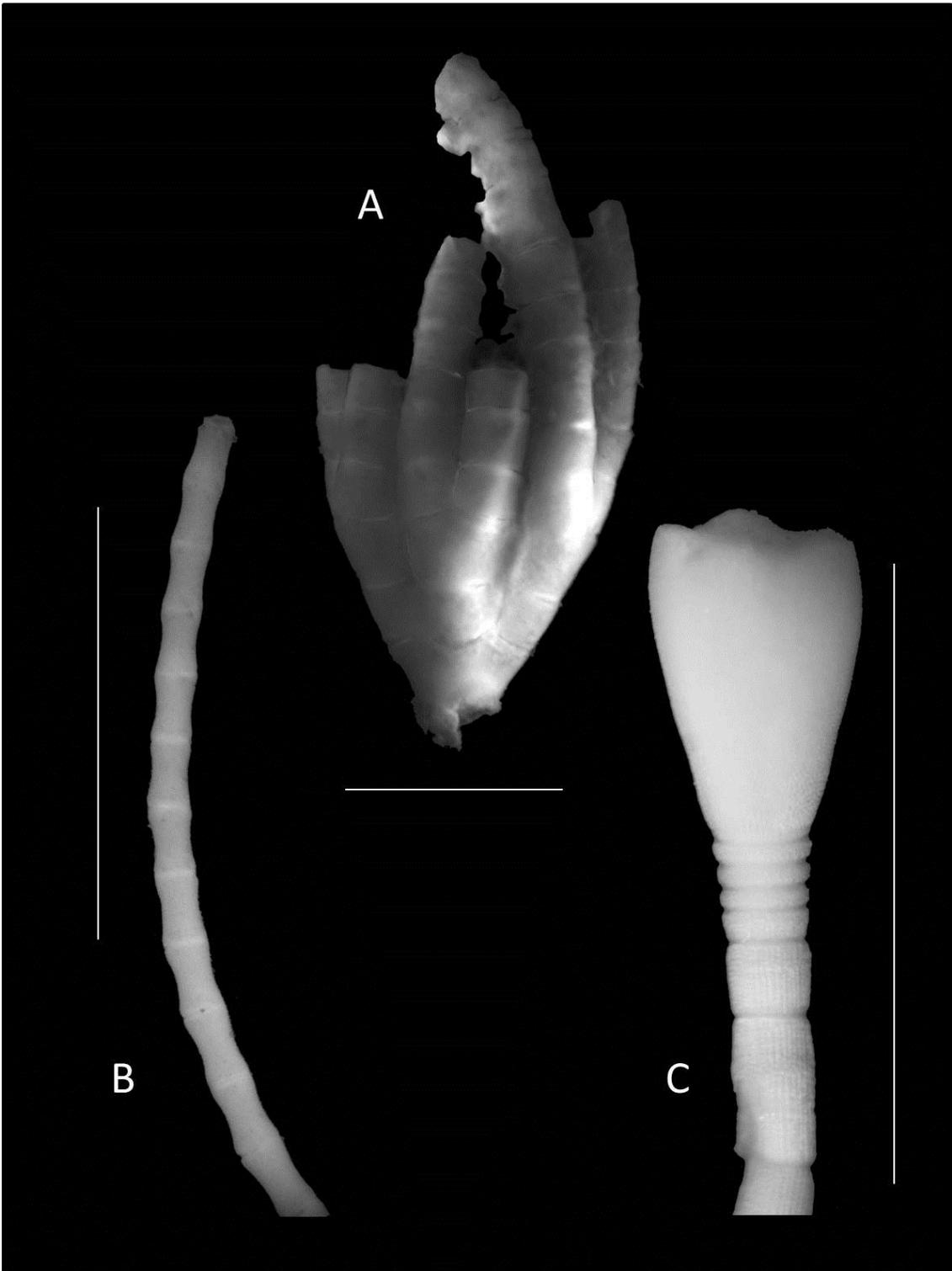
**Distribución en México.** (Anexo 2; mapa 6) Golfo de México, Banco de Campeche frente a Yucatán (23°46'52"N, 89°16'0.42"W), (23°38'31.5"N, 89°10'49.09"W), México.

**Intervalo batimétrico.** 746-1, 390m.

**Localidad tipo.** Frente a Isla Nevis, Mar de las Antillas.

**Material tipo.** USNM 22665. Isla Montserrat (106°54'00"N, 063°12'00"W), *Albatross*, estación 2751.

**Nota.** En la European Echinodermata Check-List se menciona que, de acuerdo con el Nomenclator Zoologicus, el año en el cual el género *Monachocrinus* fue descrito es 1919. Sin embargo Ailsa M. Clark menciona 1917 como el año correcto de la descripción del género. El año proporcionado por el listado europeo indica que el artículo escrito por Ailsa M. Clark es 1970, no obstante el documento fue escrito en 1980.



**Lámina 6.** *Monachocrinus caribbeus* (A. H. Clark, 1908) **A.** Detalle de la corona mostrando parte del cáliz (osículos radiales), escala 1cm; **B.** Detalle del mesistele, escala 2cm; **C.** Cáliz y proxistele de un ejemplar inmaduro mostrando los columnares proximales discoidales y los osículos basales y radiales fusionados, escala 0.5cm.

Orden Hyocrinida Carpenter, 1884  
Familia Hyocrinidae Carpenter, 1884  
**Género *Hyocrinus*** Thompson, 1876

***Hyocrinus foelli*** Pawson & Roux, 1999

*Hyocrinus foelli* Pawson & Roux, 1999: 289.

(Lámina 7)

**Diagnosis.** (Modificada de Pawson y Roux, 1999) Crinoideo de tamaño pequeño con tallo de hasta 12cm. Copa aboral (cáliz) ornamentada con costillas abultadas. Brazos con series de dos o tres braquiales unidos por sinostosis. Primera pínula en Br5, aunque puede aparecer también en Br4 o Br7. Tegmen con anillo oral cónico. Columnares de proxistele y mesistele con siete crénulas irregulares, pequeñas y angulosas alrededor del lumen.

**Descripción.** Tallo isomorfo, liso sin ornamentación; columnares proximales discoidales (Lámina 7. A, B). Columnares circulares, incrementando su altura conforme se acercan a la parte distal del tallo. Osículos del cáliz fusionados formando una copa cónica y sólida en la que las suturas entre basales y radiales son apenas perceptibles (Lámina 7. B). Radiales con abultamientos a modo de costillas que tienen el mismo grosor que las bases de los brazos con los cuales se encuentran alineadas, algunas veces las costillas se dividen en dos más pequeñas. Los sitios de sutura entre radiales están llamativamente elevados en los interradios, donde desarrollan abultamientos transversales, cerca del tegmen, la sutura desarrolla una muesca que se inclina hacia la superficie (Lámina 7. B). Ocupando la superficie del tegmen y de la pirámide oral hay cinco placas calcáreas, las cuales quedan ocultas al centro de cada una de las partes que conforman los surcos ambulacrales que cubren la cavidad oral (Lámina 7. C). Dispuesta de manera interr radial se encuentra la papila anal, más pequeña que la pirámide oral y recubierta por numerosas placas calcáreas, sin ornamentación en la abertura anal (Lámina 7. D). La primera pínula aparece en 4 de los cinco brazos en Br5 y con el siguiente patrón de articulaciones (1+2) (4+5). En el quinto brazo la primera pínula se articula con Br6. Las articulaciones no musculares en los brazos son sinostosis. Las tres primeras pínulas son pínulas genitales, rígidas y con pinulares notoriamente expandidos.

**Material examinado.** USNM E47374, holotipo, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W); USNM E 47375, paratipo, 1 ejemplar, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W); USNM E47376, paratipo, 1 ejemplar, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W); USNM E47377, paratipos, 2 ejemplares, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W); USNM E47378, paratipo, 1 ejemplar, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W); USNM E47379, paratipo, 1 ejemplar, Indopacífico (14°40'N, 125°25'W).

**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 7) Indopacífico; zona de fractura Clarión-Clipperton, Océano Pacífico.

**Distribución en México.** Planicie abisal alrededor del archipiélago Revillagigedo, Colima (14°36'10.56"N, 104°23'41"W), talud continental, frente a Colima (18°22'30.57"N, 104°23'41.24"W), México.

**Intervalo batimétrico.** 3,030-4, 850m.

**Localidad tipo.** Zona de fractura Clarion- Clypperton.

**Material tipo.** Holotipo, USNM E47374; paratipo, USNM E47375, 1 ejemplar; paratipo USNM E 47376, 1 ejemplar; paratipos, E47377, 2 ejemplares; paratipo, E47378, 1 ejemplar; paratipo E47379, 1 ejemplar.



**Lámina 7.** *Hyocrinus foelli* Roux & Pawson, 1999. **A.** Ejemplar completo, escala 2cm; **B.** Detalle del cáliz mostrando la ornamentación y los osículos basales y radiales fusionados, escala 0.5cm; **C.** Detalle de la superficie oral mostrando cinco placas deltoides formando la pirámide oral, escala 0.5cm; **D.** Detalle de la superficie oral mostrando la papila anal en posición interradianal marginal, escala 0.5cm.

Orden Cyrtocrinida Sieverts-Doreck, 1952  
Suborden Cyrtocrinina Sieverts-Doreck, 1952  
Infraorden Holopodinidia Arendt, 1974  
Familia Holopodidae Zittel, 1879

**Género *Holopus*** d'Orbigny, 1837

***Holopus rangii*** d'Orbigny, 1837

(Lámina 8)

*Holopus rangii* d'Orbigny, 1837: 331; Carpenter, P. H. 1884: 199.

**Diagnosis.** (Modificada de d'Orbigny, 1837). Cáliz sin divisiones formando un “pie” que sostiene a la corona y protege a la masa visceral. En la parte apical de esta “copa” se encuentra la boca, ocupando una cavidad de forma irregular debido a la conjunción de las bases de los brazos. Brazos espaciados, divididos dicotómicamente, toscamente ornamentados, convexos y bordeados en toda su longitud por rámulas cónicas fuertemente comprimidas (pínulas).

**Descripción.** Cáliz tubular adherido al sustrato por una expansión calcárea que puede ser de tamaño variable, grueso, cónico y ligeramente inclinado hacia un lado (Lámina 8, A). Una ligera constricción separa al disco del cáliz. La cavidad radial se estrecha rápidamente desde la superficie oral hacia la parte inferior del crinoide, por lo que las paredes del “tallo” se ensanchan considerablemente. La superficie está ornamentada con cinco hileras de tubérculos de tamaño irregular que corresponden en la línea media de los osículos radiales, los cuales disminuyen en tamaño hasta desaparecer cuando alcanzan el límite superior del disco de fijación. La ornamentación es más evidente en el trivium. Las partes que componen al cáliz son difíciles de distinguir (radiales y basales) aunque la textura del estroma es distinta entre los osículos. Facetas articulares atravesadas por una cresta transversal, dos grandes sitios de inserción muscular, una profunda depresión, de menor diámetro en la que se inserta el ligamento que une a los radiales con los braquiales. La superficie dorsal de los osículos braquiales es convexa (Lámina 8, A). Existe una marcada diferencia entre bivium y trivium debido a que los brazos son de distintas longitudes (tres brazos largos y dos cortos) y como consecuencia presenta simetría bilateral. Las axilas en especímenes grandes muestran una tenue línea de sutura con los primeros braquiales similar a una siziga, especialmente en los brazos más largos. Braquiales con textura granulosa, superficie dorsal convexa, casi hemisférica ornamentada con tubérculos pequeños. Braquiales basales con laterales rectos, esculpidos con numerosas crestas y depresiones que embonan con las de otros braquiales y con las axilas de los brazos adyacentes cuando el animal se encuentra retraído (Lámina 8, B). Brazos fuertemente curvados y cuando se encuentran completamente flexionados ocultan al

disco oral en su totalidad (Lámina 8, A). Braquiales en los brazos del trivium: de ocho a 10, fuertes y robustos; en bivium, hasta seis más pequeños y menos robustos. Pínulas anchas, aplanadas y tienden a enrollarse del mismo modo que los brazos. Boca central, protegida por cinco placas triangulares con bordes gruesos y pequeños orificios en la parte central de cada placa (Lámina 8, D). Los especímenes inmaduros son muy distintos de los ejemplares adultos. El cáliz se encuentra completamente adherido al sustrato formando un disco del cual surgen directamente los cinco brazos, presentan simetría pentarradial debido a que no existen diferencias entre ellos (Lámina 8, C). Brazos cortos, con dos osículos, sin divisiones. En todos los ejemplares inmaduros que fueron revisados, los brazos se encontraban “cerrados” cubriendo la superficie oral (Lámina 8, C).

**Material examinado.** USNM E41508, 2 ejemplares, Islas Bahamas (25°12'12"N, 077°59'56"W); USNM E33984, 15 ejemplares, sin coordenadas.

**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 8) Golfo de México, Bahamas, Jamaica, San Vicente, República Dominicana.

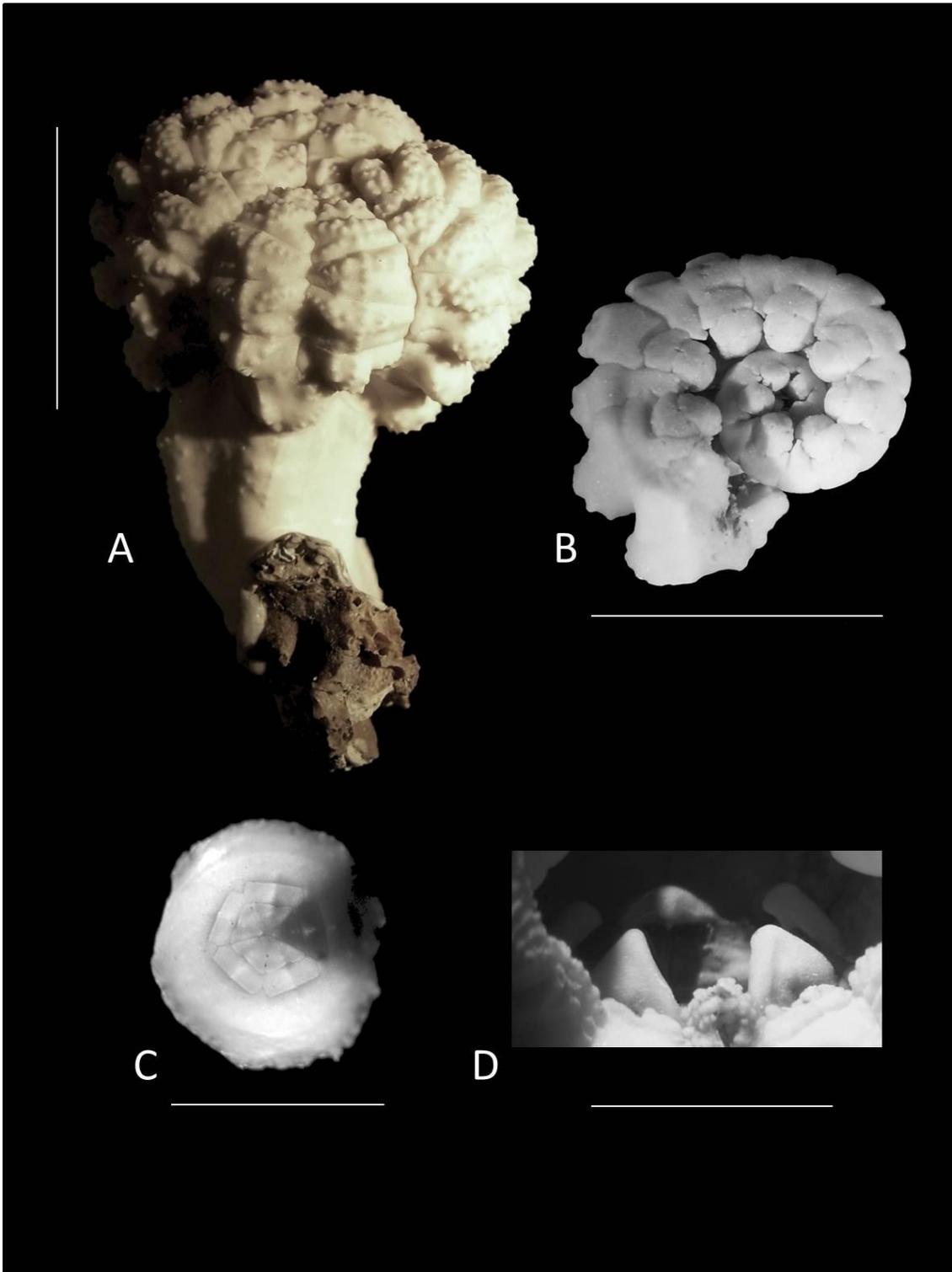
**Distribución en México.** Golfo de México, Banco de Campeche (23°38'31.54"N, 89°10'49.09"W). (Felder y Camp, 2009).

**Intervalo batimétrico.** 300-700m.

**Localidad tipo.** Frente a Martinica, Mar Caribe.

**Material tipo.** Posiblemente en las colecciones del MNMH de París.

**Nota.** En la descripción original, d'Orbigny menciona: “Il passe ensuite à la description de l'espèce qu'il dédie à Monsieur Rang”; en dicho renglón, es dedicada la especie a Monsieur Sander. Rang, quien recolectó el primer espécimen (gracias al cual fue descrito el género) en las Antillas.



**Lámina 8.** *Holopus rangii* D'Orbigny, 1837. **A.** Ejemplar completo mostrando la columna adherida al sustrato por un disco de fijación, escala 1.5cm; **B.** Detalle de un brazo enrollado en el que se aprecian las pínulas igualmente enrolladas, escala 1cm; **C.** ejemplar inmaduro con los brazos formando un escudo sobre la superficie oral, escala 0.5cm; **D.** superficie oral mostrando cinco placas deltoides que protegen a la boca central, escala 0.5cm.

**Orden Comatulida** A. H. Clark, 1908

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931). Crinoideos en los cuales los osículos basales usualmente se metamorfosean en una roseta oculta en un osículo centrodorsal. Columna completamente ausente durante su fase adulta, sin embargo, algunas de las especies pueden presentar un tallo rudimentario en fases tempranas de desarrollo que pierden conforme maduran, conservando un osículo centrodorsal, resultado de la “cicatrización” producida por la pérdida del tallo y unido al primer nodal columnar larvario. A esta placa calcárea están insertos los cirros (en algunas especies los cirros se pierden también durante el desarrollo). Son organismos con un modo de vida sésil o semi- sésil, empleando los brazos como principal medio de locomoción.

Suborden Comatulidina (Oligophreata) A.H. Clark, 1909

Familia Comasteridae A.H. Clark, 1909

Subfamilia Phanogeniinae White *et al.*, 2001

**Género *Neocomatella*** A. H. Clark, 1909

*Antedon*.- Portualès, 1878: 216.

*Actinometra*.- Carpenter, 1881: 152-154, 163.

*Neocomatella*.-, A. H. Clark, 1909: 177.

**Diagnosis.** (Modificada de Clark, 1888). Género en el que el número de brazos siempre es superior a 10, la primera pínula se encuentra en el segundo braquial de la segunda serie divisoria. La primera siziga se encuentra en los braquiales (1+2) de la segunda serie braquial, mientras que la segunda se encuentra entre los braquiales (3+4). Los osículos braquiales son triangulares, tan largos como anchos. Centrodorsal pequeño o de tamaño moderado con cirros dispuestos de manera irregular.

***Neocomatella alata*** (Portualès, 1878)

(Lámina 9)

*Antedon alata* Portualès, 1878: 208; Bell, 1882: 532.

*Actinometra pulchella* Carpenter, 1881: 160; 1888: 301, 303, 305-306.

*Actinometra alata* Carpenter, 1888: 305; Hartlaub, 1912: 438.

*Phanogenia alata*.- A. H. Clark, 1908: 124.

*Actinometra echinoptera* var. *pulchella* Hartlaub, 1912: 438.

*Actinometra echinoptera* var. *pulchella* subvar. *Alata*.- Hartlaub, 1912: 439.

*Neocomatella alata*.- A. H. Clark, 1921: 10-11; 1931: 143.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931). Crinoideo con 10 brazos. Los bordes distales de los osículos braquiales robustos y en algunos casos dispuestos de manera perpendicular al eje

del brazo y ornamentados con abundantes espinas gruesas que, en el extremo distal de los brazos son muy evidentes.

**Descripción.** Centrodorsal discoidal, deprimido. Sitios de inserción de cirros bien definidos, de forma circular. Cáliz reducido. Cirros XIX gruesos, presentan 15 - 21 cirrales, presencia de uña terminal con espina opuesta moderadamente curva y angosta. Los extremos distales de los osículos basales se pueden apreciar entre las bases de los radiales en el cáliz. Brazos, de 10 a 20. Los osículos de IBr<sub>1</sub> muy angostos y formando una banda, el resto de los osículos braquiales tiene forma piramidal con el borde distal evertido, ornamentado con numerosas espinas pequeñas (Lámina 9, C), lo cual es más evidente hacia el extremo distal de los brazos donde estos extremos pueden volverse perpendiculares al eje del brazo. El canal ambulacral es amplio y bordeado por numerosas papilas. La fórmula braquial es: IBr<sub>2</sub>ax; IIBr<sub>2</sub>ax; IIIBr (1+2), (3+4), (14+15), (20+21), (26+27), posteriormente, las sizigas (Lámina 9, F) aparecen después de cada cinco articulaciones musculares. Primera pínula en IBr<sub>1</sub> con hasta 20 pinulares altamente ornamentados (Lámina 9, B); seis pínulas orales, de las cuales la primera es significativamente más ancha en la porción basal que en el resto de las pínulas, con cuatro pinulares basales en forma de abanico. Presencia de peine pinular en el que están involucrados hasta 25 pinulares con proyecciones aborales triangulares, curvadas en los pinulares distales (Lámina 9, D). Pínulas genitales robustas con 16 pinulares de forma más o menos romboidal que se van adelgazando hacia el extremo distal. Pínulas alimenticias con un número variable de pinulares rugosos, cuyos extremos distales están ornamentados con pequeñas espinas. Boca periférica. Papila anal más o menos central con numerosas granulaciones que se extienden por toda la superficie oral de la masa visceral (Lámina 9, A). De acuerdo con el Dr. Charles Messing (com. pers., 2010), *N. alata* se considera un sinónimo de *N. pulchella* de la cual difiere solamente en la ornamentación de los osículos braquiales. Sin embargo, de acuerdo a su recomendación, en este trabajo, fueron tratadas como especies distintas.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.4.0, 1 ejemplar, Mar Caribe, Point D'Enfer; Martinique. (14° 26' 48" N, 60° 58' 18" W); ICML-UNAM 1.4.1, 2 ejemplares, Canal de Yucatán, Banco Arrowsmith, Quintana Roo, México. (20°59'00"N, 86°24'00"W).

**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 9) Golfo de México, Caribe Mexicano, costa Atlántica de los Estados Unidos de Norteamérica, Cuba, Puerto Rico, Bahamas, Barbados, Grenada, Dominica, República Dominicana, San Vicente, Turks y Caicos, Venezuela y Brasil.

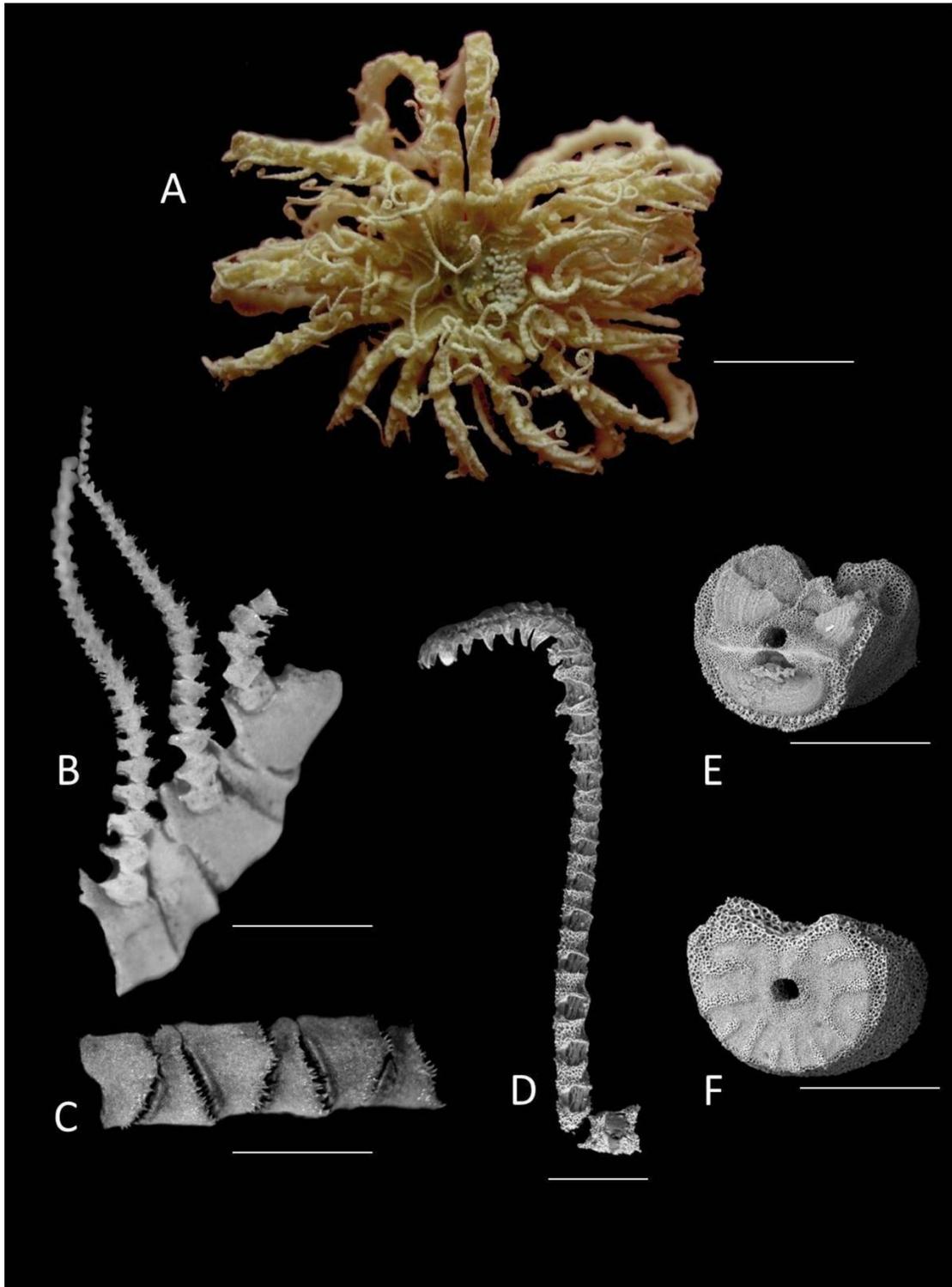
**Distribución en México.** Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán, Quintana Roo, (21°4'0.0114"N, 86°22'0.0114"W), (20°56'59.9"N, 86°34'0.012"W), (21°0'0"N, 86°25'0.0114"W), (21°10'0.01194"N, 86°20'59.9"W), (21°1'59.88"N, 86°28'59.9874"W), (21°10'30"N, 86°19'0.012"W), (20°59'30.0114"W, 86°23'53.88"W). (20°58'59.9874"N,

86°22'59.988"W), (20°22'59.988"N, 86°24'0"W), (21°0'29.988"N, 86°22'59.988"W),  
(21°4'0.0114"N, 86°22'0.0114"W) México.

**Intervalo batimétrico.** 35-567m.

**Localidad tipo.** Barbados, Mar Caribe.

**Material tipo.** Probablemente no exista.



**Lámina 9.** *Neocomatella alata* A. H. Clark, 1909. **A.** Ejemplar completo, escala 1cm; **B.** Sección proximal de un brazo con pínulas orales insertas, escala 0.2cm; **C.** Ornamentación espinosa en borde distal en los osículos braquiales, escala 0.2cm; **D.** Primera pínula oral y peine pinular, escala 0.1cm; **E.** Cara articular de una articulación muscular, escala 0.05cm; **F.** Cara articular de una siza, escala 0.05cm.

***Neocomatella pulchella*** (Portualès, 1878)

*Antedon pulchella* Portualès, 1878: 216; P.H. Carpenter, 1881: 159; A. H. Clark, 1908: 490.

*Actinometra pulchella*.- Carpenter, 1881, p. 160; 1888: 304; Bell, 1882: 533, 535; A. Agassiz, 1888: 125; Hartlaub 1912: 280. 281.

*Antedon alata* A. H. Clark, 1908: 456.

*Actinometra echinoptera* var. *meridionalis*.- *pulchella* Hartlaub, 1912: 417.

*Actinometra echinoptera* var. *pulchella*.- Hartlaub, 1912: 419.

*Actinometra echinoptera* var. *carinata pulchella*.- Hartlaub, 1912: 416.

*Actinometra echinoptera* var. *pulchella* subvar. *planata*.- Hartlaub, 1912: 419.

*Neocomatella pulchella*.- A. H. Clark, 1921: 9- 10; 1931, 124.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931) Especie con cirros robustos, normalmente XX aunque pueden ser hasta XXX. 10 a 12 brazos. Braquiales no ornamentados en el extremo distal.

**Descripción.** Centrodorsal de tamaño moderado, grueso, discoidal con el área polar plana o ligeramente convexa. Los cirros se acomodan en dos líneas más o menos definidas y alternadas (Lámina 10, A). Los cirros son entre XV y XXX, aunque rara vez son más de XX, con entre 15 y 19 cirrales; los dos cirrales basales son muy pequeños y paulatinamente se van haciendo más largos y delgados. A partir del quinto cirral, el borde dorsal se proyecta hacia adelante formando una cresta ligeramente elevada que conforme se acerca a la parte distal del cirro esta cresta se eleva y se estrecha, de tal modo que los últimos 6 segmentos presentan en la parte central de la región dorsal una espina roma bien definida. La espina opuesta a la uña terminal es gruesa y poco evidente. La uña terminal es moderadamente larga y ligeramente curva. Los extremos de los osículos basales son visibles como pequeños tubérculos en los ángulos interradales, los osículos radiales son sólo visibles como pequeños triángulos sobre los extremos de los basales. Primer serie braquial con osículos muy cortos, notablemente más anchos que largos, los osículos axilares son casi triangulares (Lámina 10, B). Los osículos braquiales no están ornamentados, a diferencia de los de *N. alata* (Portualès, 1878); sin embargo, los osículos parecen estar esculpidos longitudinalmente (Lámina 10, C). La fórmula braquial es: IBr<sub>2</sub>ax; IIBr<sub>2</sub>ax; IIIBr (1+2) (3+4) (14+15) (20+21) (26+27), posteriormente, las sizigas aparecen después de cada cinco articulaciones musculares. Primera pínula en IBr<sub>1</sub> con hasta 20 pinulares altamente ornamentados; seis pínulas orales, de las cuales la primera presenta la porción proximal más ancha que el resto de las pínulas. Las pínulas orales proximales presentan los cuatro pinulares basales en forma de abanico. Peine pinular con hasta 25 dientes triangulares, curvados en los pinulares distales. Pínulas genitales robustas con 16 pinulares de forma más o menos romboidal. Pínulas alimenticias con un número variable de pinulares rugosos, cuyos extremos distales están ornamentados con pequeñas espinas (Lámina 10, C). Boca periférica. Papila anal más o menos central con numerosas

granulaciones que se extienden por toda la superficie oral de la masa visceral. Tiene de 11 a 22 brazos.

**Material examinado.** USNM E35055, 1 ejemplar, Mar Caribe, islas San Blas (sin coordenadas) Panamá; USNM E19221, 8 ejemplares, Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán (21°01'59"N, 86°28'59"W); USNM E19228, 9 ejemplares (20°56'60"N, 86°39'56"W); USNM E25922, 3 ejemplares (21°04'00.1"N, 86°22'00.1"W), México.

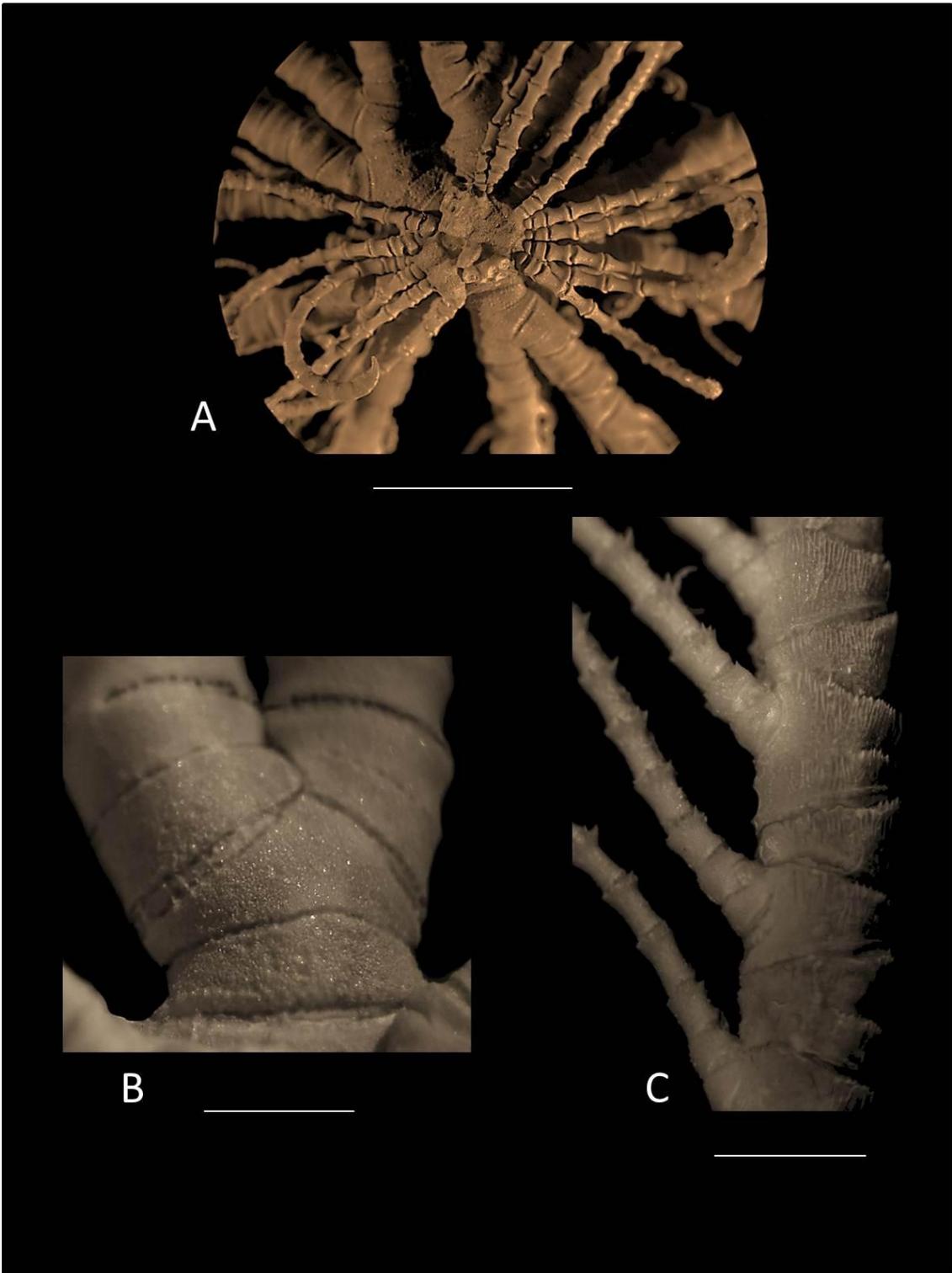
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 10) Canal de Yucatán hasta Rocas San Pablo (A. H. Clark, 1931); Golfo de México, Estados Unidos de Norteamérica, Cuba, Bahamas, Nicaragua, Panamá, Colombia, Brasil.

**Distribución en México.** Golfo de México, frente a Tuxpan, Veracruz (22°20'98.873"N, 97°37'57.756"W); (22°20'13.5936"N, 97°26'39.80004"W); (22°27'1.281"N, 97°18'45.036"W); Frente a Frontera, Tabasco (19°14'31.365"N, 93°30'37.728"W); (18°41'19.2114"N, 93°50'38.022"W); Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W); (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W); (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (21°01'59"N, 86°28'59"W); (20°56'60"N, 86°39'56"W); (21°04'00.1"N, 86°22'00.1"W).

**Intervalo batimétrico.** 125- 2, 416m.

**Localidad tipo.** Barbados, Mar Caribe.

**Material tipo.** Holotipo, USNM 34482, *Albatross*, estación 2321, frente a la Habana, Cuba (23°10'54"N, 82°18'00"W)..



**Lámina 10.** *Neocomatella pulchella* (Portuallès, 1878). **A.** Detalle del osículo centrodorsal e inserciones de los cirros. Barra de referencia 1cm; **B.** Primer serie braquial IB2(ax), escala 0.2cm; **C.** Sección proximal braquial, se aprecia la ornamentación estriada de los osículos braquiales, escala 0.2cm.

Subfamilia Capillasterinae A. H. Clark, 1909

**Género *Davidaster*** Hogget & Rowe, 1986

*Antedon* Portualès, 1869: 356.

*Actinometra* Carpenter, 1880: 198.

*Phanogenia* A. H. Clark, 1908: 124.

*Nemaster* A. H. Clark, 1909: 503.

*Davidaster* Hogget & Rowe, 1986: 116.

**Diagnosis.** (Modificada de Hogget y Rowe, 1986: 116) Género que siempre posee más de 10 brazos, la serie de IBr es siempre  $I\text{Br}_4 (3+4)$  y la serie secundibraquial es igual a  $III\text{Br}_3 (2+3)$ . La primera pínula de las series no ramificadas está en IBr en el primer braquial. Es el único género en el que las especies tienen colores distintivos; esta característica tiene cierto valor para la diagnosis.

***Davidaster discoideus*** (Carpenter, 1888)

(Lámina 11)

*Actinometra discoidea* Graff, 1884: 16 (*nomem nudum*), 37.

*Actinometra echinoptera* var. *discoidea* Hartlaub, 1912: 463.

*Nemaster discoidea* A. H. Clark, 1921: 8; 1931: 232.

*Davidaster discoideus* Hogget & Rowe, 1986: 116.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931). Centrodorsal discoidal, expandido. Cirros XV-XXI largos y delgados, con hasta 12 cirrales cilíndricos. La especie puede tener entre 11 y 20 brazos libres. La coloración de los ejemplares vivos es café-anaranjado, pínulas amarillas, blancas o rojas con un punto oscuro en cada uno de los pinulares.

**Descripción.** Centrodorsal discoidal, ancho, delgado, parte polar aplanada. Algunas veces con la parte central ligeramente hundida. Los cirros están insertos de manera desordenada y apretada en una hilera marginal aunque a veces pueden ser dos hileras (Lámina 11, A). Cirros; XV-XXI, con 10-12 cirrales. Primer cirral muy corto, van incrementando en longitud hasta el quinto segmento que es el más largo de todos, posteriormente el tamaño decrece hasta llegar a la parte terminal del cirro. Todos los cirrales son de apariencia lisa, sin embargo, cerca del extremo terminal desarrollan un tubérculo pequeño, que a veces no es muy evidente aunque siempre está presente. Penúltimo cirral más largo ventralmente que dorsalmente, con espina opuesta pequeña, erecta que se eleva desde la totalidad de la región dorsal del osículo. Uña terminal larga y delgada, moderadamente curvada. Los extremos de los osículos basales se aprecian como pequeños tubérculos en los ángulos interradales del cáliz. Radiales más o menos evidentes. Fórmula braquial  $I\text{Br}_{2ax}$ ,  $I\text{Br}_4 (3+4)ax$  (Lámina 11, B). En los brazos libres que surgen de IBr, las sizigas se encuentran en (3+4), en IBr, las sizigas están en (2+3), posteriormente, en los brazos libres las articulaciones se acomodan a intervalos de cuatro

articulaciones musculares por cada siziga. Los segmentos braquiales desarrollan una fina ornamentación espinosa en la porción distal del osículo. Las pínulas orales presentan peines hasta P<sub>4</sub>. El peine consiste en 13 dientes, de los cuales los dos distales son rudimentarios, mientras que los demás tienen dos proyecciones dorsales bien desarrolladas, a excepción de los tres primeros segmentos del peine que son simples (Lámina 11, C). Los osículos pinulares en el resto de las pínulas están ornamentados en el extremo distal con numerosas espinas que se superponen al extremo proximal del osículo siguiente; el extremo distal de las pínulas alimenticias presenta una serie de triadas de espinas curvas en los tres pinulares distales (Lámina 11, D). La boca y la papila anal son excéntricas y se encuentran a la misma distancia del centro del disco, la boca es radial. El disco presenta pequeñas placas calcáreas, que en la parte interradianal son más grandes y sobresalen de la superficie.

**Material examinado.** USNM E35085, 1 ejemplar, Mar Caribe, Jamaica (Sin coordenadas); USNM E35059, 1 ejemplar, frente a Isla San Andrés (12° 32'N, 81° 42' W) Colombia; USNM E25926, 1 ejemplar, Mar Caribe, Frente al Canal de Panamá (9° 31'N, 79° 51'W), Panamá; USNM E21066, 15 ejemplares, Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán, Quintana Roo ((21°4'59.988"N, 86°28'0.0114"W), México.

**Distribución geográfica.** Islas del Caribe (Carpenter, 1884); del norte de Cuba, Barbados y San Vicente (A. H. Clark, 1931); Caribe Mexicano, Cuba, Puerto Rico, Estados Unidos de Norteamérica, Belice, Bahamas, Islas Caimán, República Dominicana, Grenada, Jamaica, Martinique, Turks y Caicos, Santa Lucía, Antillas Holandesas, Costa Rica, Honduras, Panamá, Surinam.

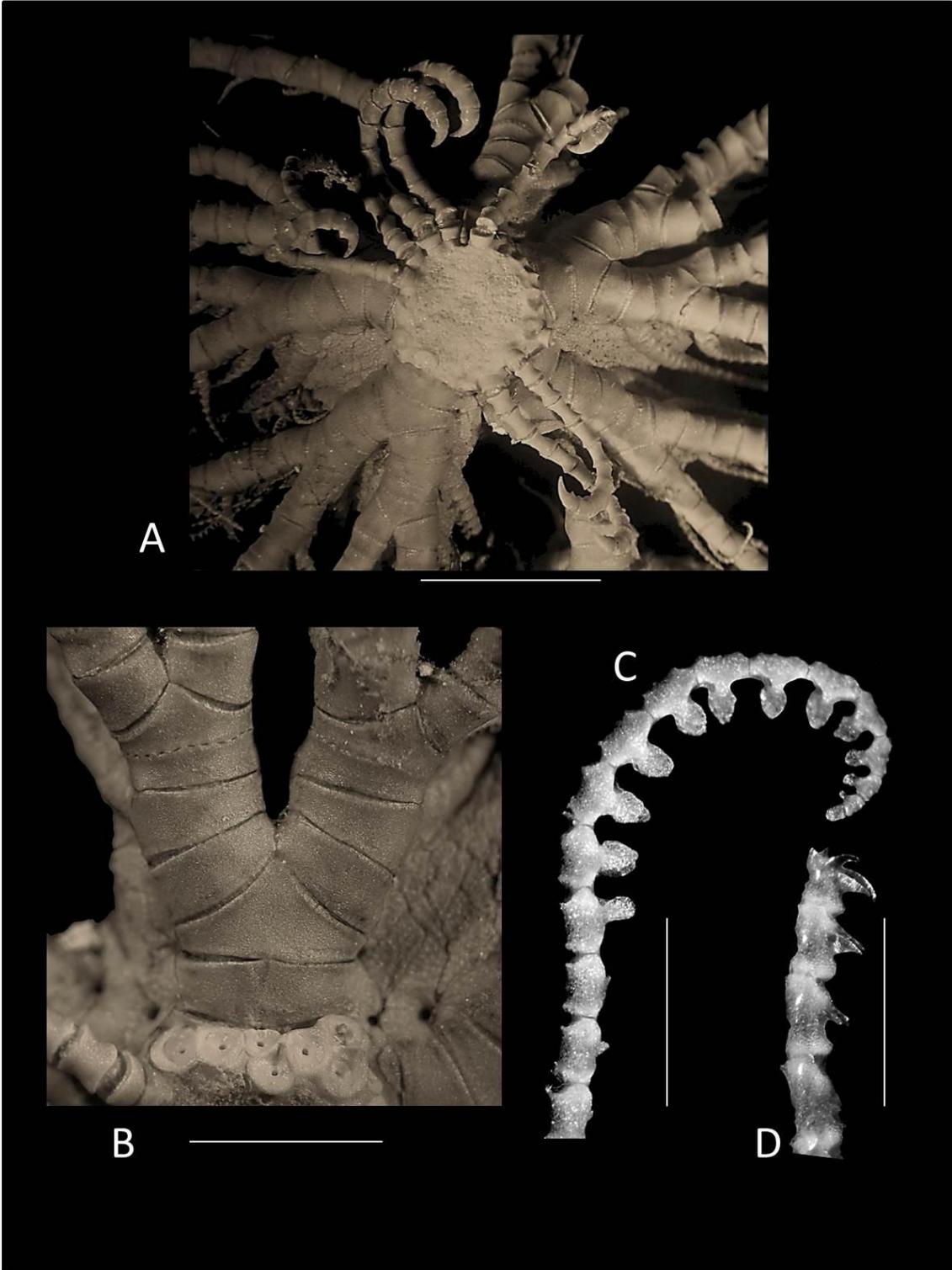
**Distribución en México.** (Anexo 2; mapa 11) Quintana Roo (21°4'59.988"N, 86°28'0.0114"W).

**Intervalo batimétrico.** 11-640m.

**Localidad tipo.** Islas del Caribe.

**Material tipo.** Holotipo, USNM 25458 (bajo el nombre de *Nemaster insolitus*) Albatross, estación 2146.

**Nota.** (Tomada de A. H. Clark, 1931). La primera referencia sobre la especie fue hecha por el Profesor Ludwig Graff, quien menciona a la especie *Actinometra discoidea* en su monografía sobre mizostómidos de 1884. Este nombre fue sugerido por Carpenter, sin embargo al no haber una descripción del crinoideo mencionado, este se mantuvo durante mucho tiempo bajo el estatus de *nomem nudum* hasta 1912, cuando el Dr. Hartlaub la describe detalladamente con el nombre *Actinometra echinoptera* var. *discoidea*.



**Lámina 11.** *Davidaster discoideus* (Carpenter, 1888). **A.** Centrodorsal, cirros y primeras series braquiales, escala 0.5cm; **B.** Series braquiales  $I\text{Br}_2\text{ax}$ ,  $I\text{IBr}_4(3+4)\text{ax}$  Barra de referencia 0.3cm; **C.** Peine de la primera pínula oral, escala 0.05cm; **D.** Ornamentación del extremo distal de una pínula alimentaria, escala 0.02cm.

***Davidaster rubiginosus*** (Portualès, 1869)

(Lámina 12)

*Antedon rubiginosa* Portualès, 1869: 356.

*Actinometra lineata*.- Carpenter, 1882 (1883): 747; Graaf, 1884: 19, 36; Carpenter, 1888: 327; Hartlaub, 1912: 280-281, 413, 419, 421-422.

*Actinometra rubiginosa*.- Carpenter, 1888: 58.

*Phanogenia rubiginosa*.- A. H. Clark, 1908: 194.

*Actinometra echinoptera* var. *rubiginosa*.- Hartlaub, 1912: 416.

*Actinometra echinoptera* var. *meridionalis-rubiginosa*.- Hartlaub, 1912: 416, 438.

*Actinometra meridionalis* var. *carinata-rubiginosa*.- Hartlaub, 1912: 416, 418.

*Nemaster rubiginosa*.- A. H. Clark, 1921: 9-11; 1923: 38; A. H. Clark, 1931: 225.

*Nemaster mexicanensis* Tomassi, 1966: 155-157.

*Davidaster rubiginosus* Hogget & Rowe, 1986: 116.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931: 226). Centrodorsal discoidal; cirros entre XX y XXX con 11-17 cirrales (generalmente, no más de 14). La especie tiene entre 18 y 34 brazos libres.

**Descripción.** Centrodorsal discoidal, algunas veces con margen pentagonal. Los sitios de inserción de cirros globosos y con orificio axial bien diferenciado (Lámina 12, A-B). La unión con el cáliz es poco visible, osículos radiales muy pequeños. Cirros XXX a XL con 11-17 cirrales de forma casi cúbica, presencia de uña terminal, los tres cirrales distales con una protuberancia en la cara aboral que puede considerarse una espina opuesta a la uña terminal. Brazos divididos en sus bases, dando como resultado de 20 a 40 brazos libres, delgados y frágiles; los osículos braquiales tienen forma de cuña hendida. La fórmula braquial es IBr<sub>2</sub>ax; II Br<sub>4</sub> (3+4)ax (Lámina 12, B); III Br (2+3)ax; IV Br (2+3), (13+14), (18+19), (23+24), (28+29); posteriormente en los brazos libres, después de cada cuatro articulaciones musculares, hay una siziga. Pínulas acomodadas de manera perpendicular al eje principal del brazo, Pínulas orales flexibles, delgadas y largas, con aproximadamente 40 pinulares. Primeras dos pínulas orales con los dos osículos basales en forma de abanico; presencia de peine pinular, formado por los últimos 15 pinulares distales, los cuales están ornamentados con un par de proyecciones dorsales de forma semicircular, triangular o trapezoidal (Lámina 12, C). Pínulas genitales similares a las alimenticias, formadas por alrededor de 22 osículos. Pínulas alimenticias pequeñas, los tres pinulares distales ornamentados con tres proyecciones similares a ganchos (Lámina 12, D). El surco ambulacral en brazos y pínulas está bien desarrollado. Boca excéntrica, cerca de la periferia del disco oral, papila anal céntrica, rugosa y bien desarrollada. Esta especie presenta una distintiva coloración anaranjada con una franja oscura a lo largo de cada brazo; aunque el patrón de coloración puede variar no es una característica útil para la correcta identificación de la especie.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.1.0, 1 ejemplar. Mar Caribe, Frente a Embarcadero Rodman, Puerto Morelos; Quintana Roo (20°53'28"N, 86°51'02"W); ICML-UNAM 1.1.1, 5 ejemplares Mar Caribe, Majahual; Quintana Roo (18°43'N, 87°41'W); ICML-UNAM 1.1.2, 1 ejemplar Parte externa del arrecife, frente a la estación ICML de Puerto Morelos; Quintana Roo (20°51'31"N, 86°51'08"W); ICML-UNAM 1.1.3, 1 ejemplar. Isla de Sacrificios, Sistema Arrecifal Veracruzano, Golfo de México; Veracruz (19°18.024'N, 96°09.145'W).

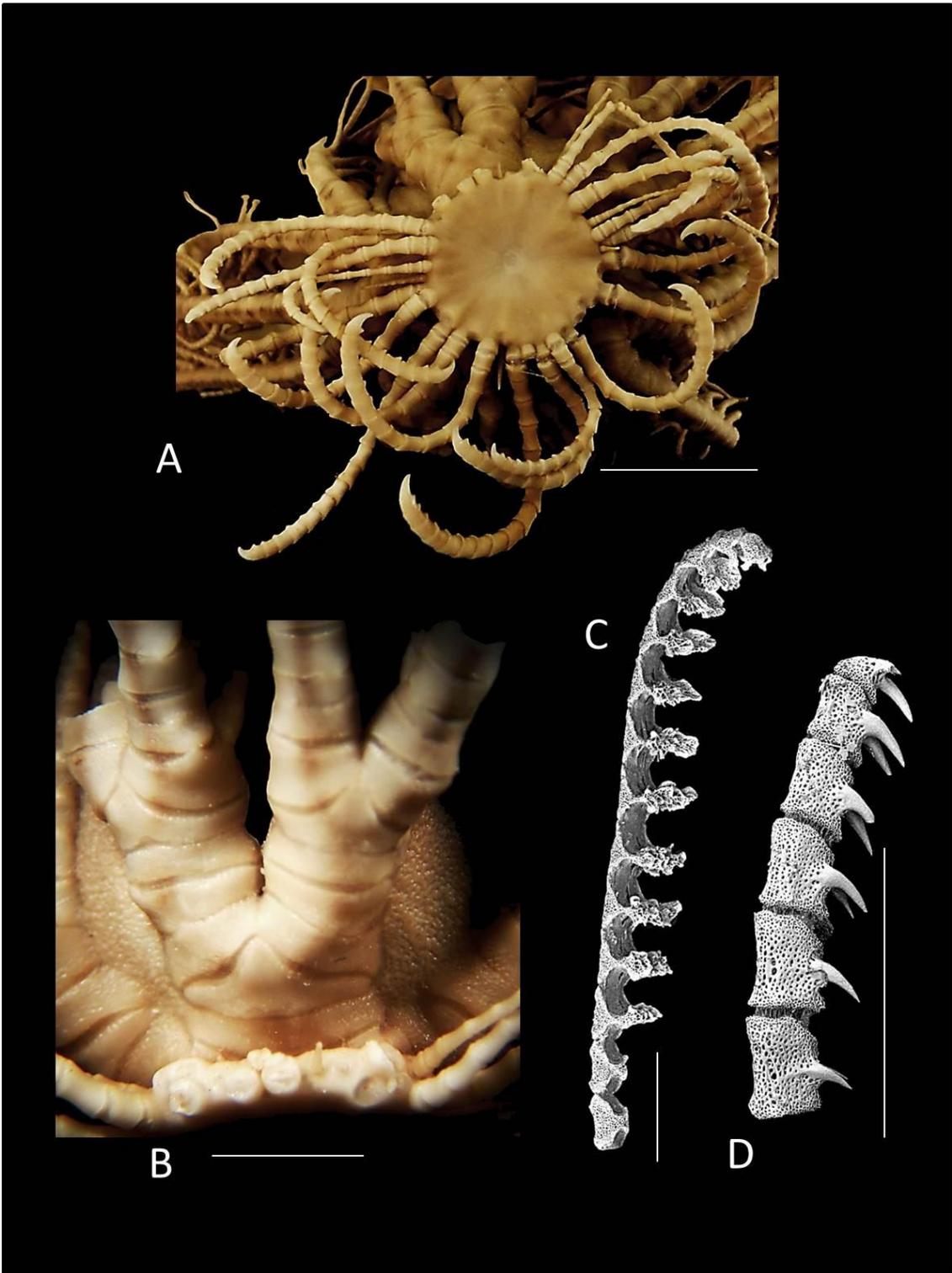
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 12) Desde las Bahamas, hasta Bahía, Brasil (A. H. Clark, 1931); Golfo de México, Caribe Mexicano, costa Atlántica de Estados Unidos de Norteamérica, Cuba, Belice, Bahamas, Barbados, Islas Caimán, Bermudas, Dominica, República Dominicana, Grenada, Jamaica, Martinica, Turks y Caicos, Islas Vírgenes,, Antillas Holandesas, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil.

**Distribución en México.** Golfo de México, Tamaulipas (22°20'9.87"N, 97°37'57.756"W), (22°16'47.8524"N, 97°47'37.4274"W); Golfo de México, frente a Laguna de Términos, Campeche (18°23'42.9426"N, 94°1'16.1754"W); Banco de Campeche, Yucatán (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W), (21°34'13.634"N, 87°53'1.3554"W) Mar Caribe, Puerto Morelos; (20°53'28"N, 86°51'02"W), (20°51'31"N, 86°51'08"W); Majahual (18°43'N, 87°41'W), Quintana Roo; Isla de Sacrificios, Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz (19°18.024'N, 96°09.145'W).

**Intervalo Batimétrico.** 7-60m.

**Localidad tipo.** Frente a Orange Key, Florida.

**Material tipo.** Holotipo, MCZ 496.



**Lámina 12.** *Davidaster rubiginosus* (Portualès, 1869) **A.** Centrodorsal discoidal y cirros, escala 2.5cm; **B.** Primera y segunda series braquiales  $IBr_{2ax}$ ,  $IIBr_4(3+4)$ , escala 2cm; **C.** Peine pinular de la primer pínula oral, escala 500 $\mu$ m; **D.** Ornamentación de una pínula distal, escala 500 $\mu$ m.

**Género *Comatonía*** A. H. Clark, 1916

*Antedon* Carpenter, 1881: 155.

*Actinometra* Hartlaub, 1912: 280.

*Comatonía* A. H. Clark, 1916: 115.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1916). Es un género que contiene especies de pequeño tamaño. Se caracteriza por la presencia de 10 brazos, boca central y sáculos grandes a cada lado de los surcos ambulacrales, cirros más o menos delgados, sin ornamentación en los pinulares basales. Peine pinular en las dos primeras pínulas, compuesto por dientes excepcionalmente grandes y redondeados.

***Comatonía cristata*** (Hartlaub, 1912)

(Lámina 13)

*Actinometra cristata* Hartlaub, 1912: 475.

*Comatonía cristata* A. H. Clark, 1916: 115; 1931: 289.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931). Especie pequeña y delicada (Lámina 13, A); cerca de LX cirros con 14 a 17 cirrales. Peine pinular característico en el cual los dientes son grandes y redondeados.

**Descripción.** Centrodorsal hemisférico, casi completamente cubierto por inserciones de cirros que no dejan espacio entre ellos (Lámina 13, B). Cirros XL, con 17 cirrales. Son delicados y deciduos, los cirros apicales son más cortos que los periféricos. En el extremo apical, los cirrales desarrollan un pronunciado tubérculo en la cara dorsal, la uña terminal está bien desarrollada. Los osículos radiales se pueden apreciar como una banda bien definida que sobresale del centrodorsal. Las bases de los rayos son anchas, cortas con una incisión distal bien marcada por tubérculo que desarrolla la sinartría. Las axilas son romboidales. Fórmula braquial: IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (14+15), (18+19), (22+23), (26+27), (20+31) (Lámina 13, C). Las pínulas orales de la cara externa de los brazos están compuestas por 35 pinulares, de los cuales, los 4 basales son de forma romboidal, los siguientes segmentos son cilíndricos, más anchos en el extremo distal, por lo que éste cubre el extremo proximal del siguiente. El peine pinular de la primera pínula externa es bastante largo (cerca de un tercio de la longitud total de la pínula), la primera pínula oral en la cara interna de los brazos puede o no presentar peine; en cualquier caso, los segmentos distales se van adelgazando y forman una punta larga y delgada que se enrolla sobre sí misma. El resto de las pínulas tiene los dos pinulares basales muy coros y anchos con los pinulares distales cada vez más delgados y largos. La boca está en posición central más o menos definida. La papila anal es larga y delgada.

**Material examinado.** USNM E19178, 1 ejemplar, estrechos de Florida, Cayos de Florida, Cayo Sombrero (24° 40'N, 80° 48'W), Estados Unidos de Norteamérica; USNM E20001, 3

ejemplares, Golfo de México, Cayos de Florida (sin coordenadas) Estados Unidos de Norteamérica; USNM E19179, 1 ejemplar, Banco Arrowsmith, Quintana Roo (21°10'0.0144"N, 86°28'0.0114"W), México.

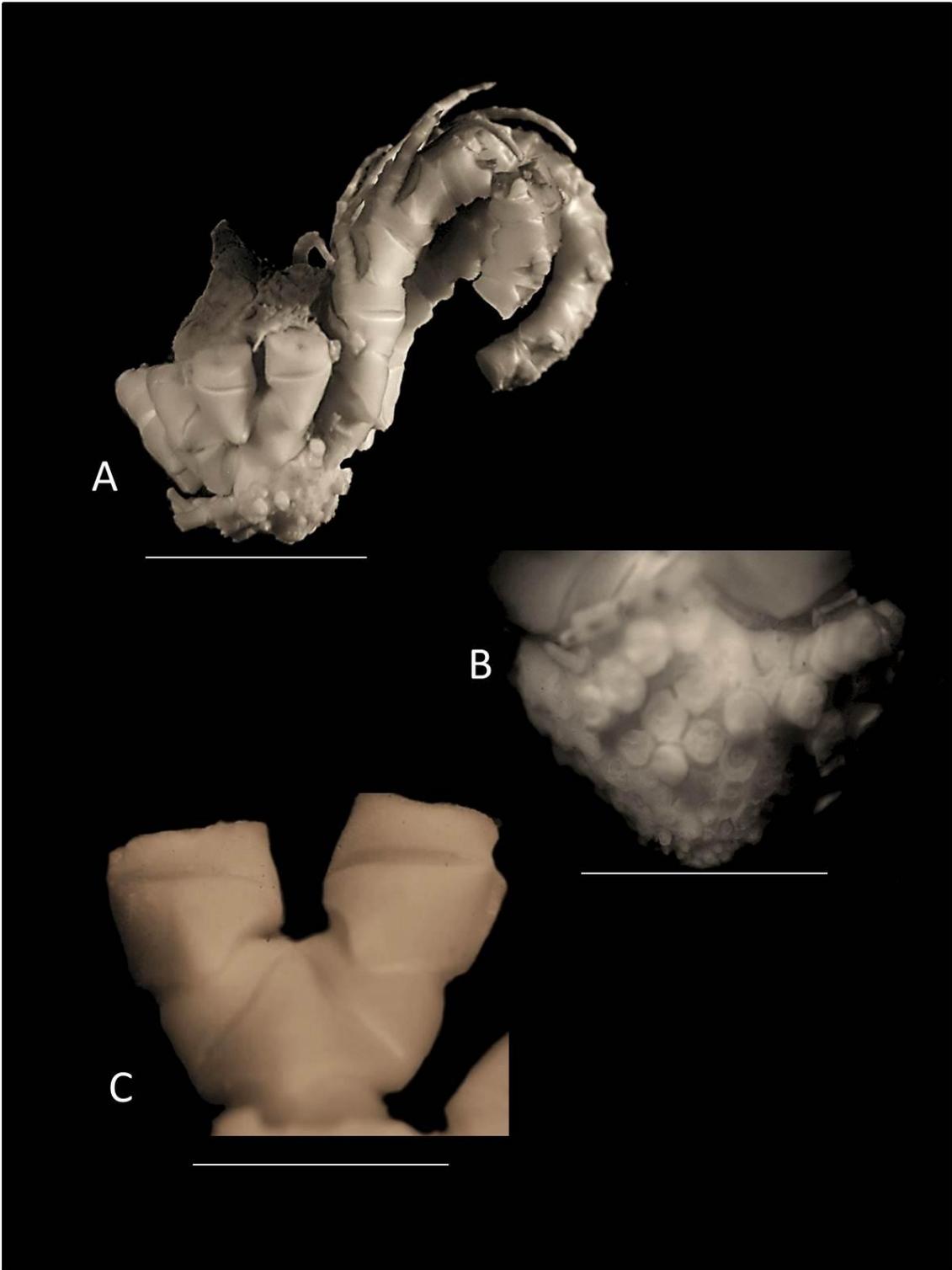
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 13). Desde Cabo Lookout hasta el sur de Florida (A. H. Clark, 1931); Golfo de México, Caribe Mexicano, Cuba, Estados Unidos de Norteamérica, Barbados.

**Distribucion en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W), (23°15'17.2542"N, 88°56'4.92"W), (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (21°10'0.0144"N, 86°28'0.0114"W).

**Intervalo batimétrico.** 50-369m.

**Localidad tipo.** Desconocida.

**Material tipo.** Desconocido.



**Lámina 13.** *Comatonia cristata* (Hartlaub, 1912). **A.** Vista lateral de un ejemplar parcialmente conservado. Escala 0.5cm; **B.** Osículo centrodorsal en el que se aprecian las inserciones de los cirros y polo aboral ornamentado, escala 0.3cm; **C.** Series braquiales IBr2ax y IIBr (3+4) en donde el braquial epizigal falta en Br(3+4), escala 0.15cm.

Familia Comasteridae *incertae sedis*

**Género *Comactinia*** A. H. Clark, 1909

*Comatula* Müller, 1840: 311.

*Antedon* Portualès, 1878: 214.

*Actinometra* Carpenter, 1881: 154.

*Comaster* A. H. Clark, 1908: 685.

*Phanogenia* A. H. Clark, 1908: 124.

*Comactinia*. A. H. Clark, 1909: 498; 1931: 374.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1909) Crinoideos con centrodorsal discoidal, en algunos casos grande y grueso o pequeño y delgado. Los osículos radiales pueden estar o no expuestos; diez brazos cuyas series divisorias pueden o no estar claramente separadas. Serie divisoria y primer braquial unidos por sinartría. Cirros usualmente XV- XXV, fuertes e igualmente gruesos tanto proximalmente, como distalmente, espina opuesta presente. Procesos cirrales en la parte dorsal muy poco desarrollados o ausentes, aunque se pueden presentar algunos abultamientos en la parte dorsal de los cirrales penúltimo y antepenúltimo. Pinulares proximales de las pínulas orales cuadrados, triangulares o romboides, por lo que en algunos casos, el perfil de la pínula es fuertemente serrado. Peine pinular siempre presente en P<sub>1</sub>, regularmente presente en P<sub>2</sub> y ocasionalmente en P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub>.

***Comactinia echinoptera*** (Müller, 1840)

(Lámina 14)

*Comatula echinoptera* Müller, 1840: 93; Dujardin & Hupé, 1862: 201.

*Alecto echinoptera*.- A. H. Clark, 1909: 498.

*Actinometra echinoptera*.- Carpenter, 1881: 155-156; Hartlaub, 1912: 416, 430-431.

*Actinometra echinoptera* var. *Echinoptera*.- Hartlaub, 1912: 424.

*Comactinia echinoptera*.- A. H. Clark, 1912: 383, 1931: 375; Messing, 1978: 52-59.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1931) Centrodorsal discoidal, plano, con una depresión ligera en el área dorsal. Cirros cortos y robustos, notoriamente curvados compuestos por hasta 12 cirrales comprimidos lateralmente. Boca marginal, cono anal central. La especie tiene 10 brazos.

**Descripción** Crinoideo con 10 brazos (Lámina 14, A). Centrodorsal discoidal, circular o subpentagonal (Lámina 14, D); cirros dispuestos de manera periférica. Puede haber una pequeña depresión en la parte central o marcas en los interradios. Osículos radiales visibles. Los braquiales están unidos por simplexías transversas, por lo que desde la parte aboral su apariencia es triangular, sin ornamentación. Los peines pinulares se encuentran en P<sub>1</sub> a P<sub>4</sub>. La primera pínula oral presenta en los primeros tres a cinco pinulares basales una proyección

dorsal tosca, redondeada llamada carina, muy pocas veces está ausente (Lámina 14, B). El peine de la primera pínula oral tiene de 4 a 9 dientes (Lámina 14, B). En el primer peine pinular, los dientes proximal y distal son pequeños y redondeados, mientras que los dientes mediales tienen una fuerte proyección trapezoidal o cuadrada. El peine de la segunda pínula oral tiene de 3 a 8 dientes y algunas veces se encuentra ornamentada con carina en los pinulares basales. La tercera pínula oral es usualmente la más corta o es del mismo tamaño que la segunda, casi nunca presenta carina, el peine es más prominente que en las pínulas uno y dos, tiene hasta ocho dientes, de los cuales, el medio tiene una proyección dorsal mucho más pronunciada. Pínulas medias con pinulares cuadrangulares, rara vez con carina en los pinulares basales. Pínulas distales delgadas, sin o muy rara vez con carina. Las gónadas se encuentran entre  $P_3$  a  $P_{11}$ , o  $P_3$  a  $P_{20}$  en algunos casos. Fórmula braquial  $IBr_{2ax}$ , las sizigas aparecen entre  $IBr (3+4) (11+12)$  y posteriormente después de cada dos a siete articulaciones musculares (usualmente cuatro) (Lámina 14, E). La masa visceral es abultada con pequeños nódulos calcificados que algunas veces están solo cerca del cono anal, otras, bordeando los canales ambulacrales sobre el disco oral. Boca marginal, usualmente entre dos radios, el cono anal es subcentral o central. Ejemplares vivos con centrodorsal y cirros de color blanco; radiales y brazos rojizos con bordes amarillos; pínulas amarillas. Los ejemplares conservados no pierden el tinte rojo o violeta.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.10, 4 ejemplares, Mar Caribe, Arrecife de Punta Nizuc, Puerto Morelos, Quintana Roo ( $21^{\circ}02'25''N$ ,  $86^{\circ}46'45''W$ ); ICML-UNAM 1.10.1, 1 ejemplar, Mar Caribe, Noreste de Isla Contoy, Quintana Roo, ( $21^{\circ}42'02''N$ ,  $86^{\circ}43'08''W$ ); ICML-UNAM 1.10.2, 1 ejemplar, Caribe Mexicano, frente a la estación ICML Puerto Morelos, Quintana Roo ( $20^{\circ}51'50''N$ ,  $86^{\circ}51'30''W$ ); ICML-UNAM 1.10.3, 5 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán ( $22^{\circ}13'43''N$ ,  $91^{\circ}47'12''W$ ); ICML-UNAM 1.10.4, 8 ejemplares, Mar Caribe, Cayo Arenas, Banco de Campeche, Yucatán ( $22^{\circ}52.6'N$ ,  $89^{\circ}34.1'W$ ); ICML-UNAM 1.10.5, 1 ejemplar, Mar Caribe, Noroeste de Cabo Catoche, Quintana Roo ( $32^{\circ}16.0'N$ ,  $87^{\circ}18.2'W$ ); ICML-UNAM 1.10.6, 1 ejemplar, Mar Caribe Banco de Campeche, Yucatán ( $22^{\circ}14'89''N$ ,  $91^{\circ}34'271''W$ ); ICML-UNAM 1.10.7, 6 ejemplares, Mar Caribe, Triángulos, Banco de Campeche, Yucatán ( $20^{\circ}51.16'N$ ,  $92^{\circ}26.48'W$ ); ICML-UNAM 1.10.8, 3 ejemplares, Mar Caribe, Cayo Arenas, Banco de Campeche, Yucatán ( $22^{\circ}16.57'N$ ,  $91^{\circ}30.33'W$ ); ICML-UNAM 1.10.9, 1 ejemplar, Golfo de México, Banco de Campeche, Campeche ( $20^{\circ}16.21'N$ ,  $91^{\circ}29.64'W$ ); USNM E25887, 2 ejemplares, Mar Caribe, Discovery Bay (sin coordenadas), Jamaica; USNM E9468, 7 ejemplares, Mar Caribe, Estrecho de Florida (Sin coordenadas) Cuba.

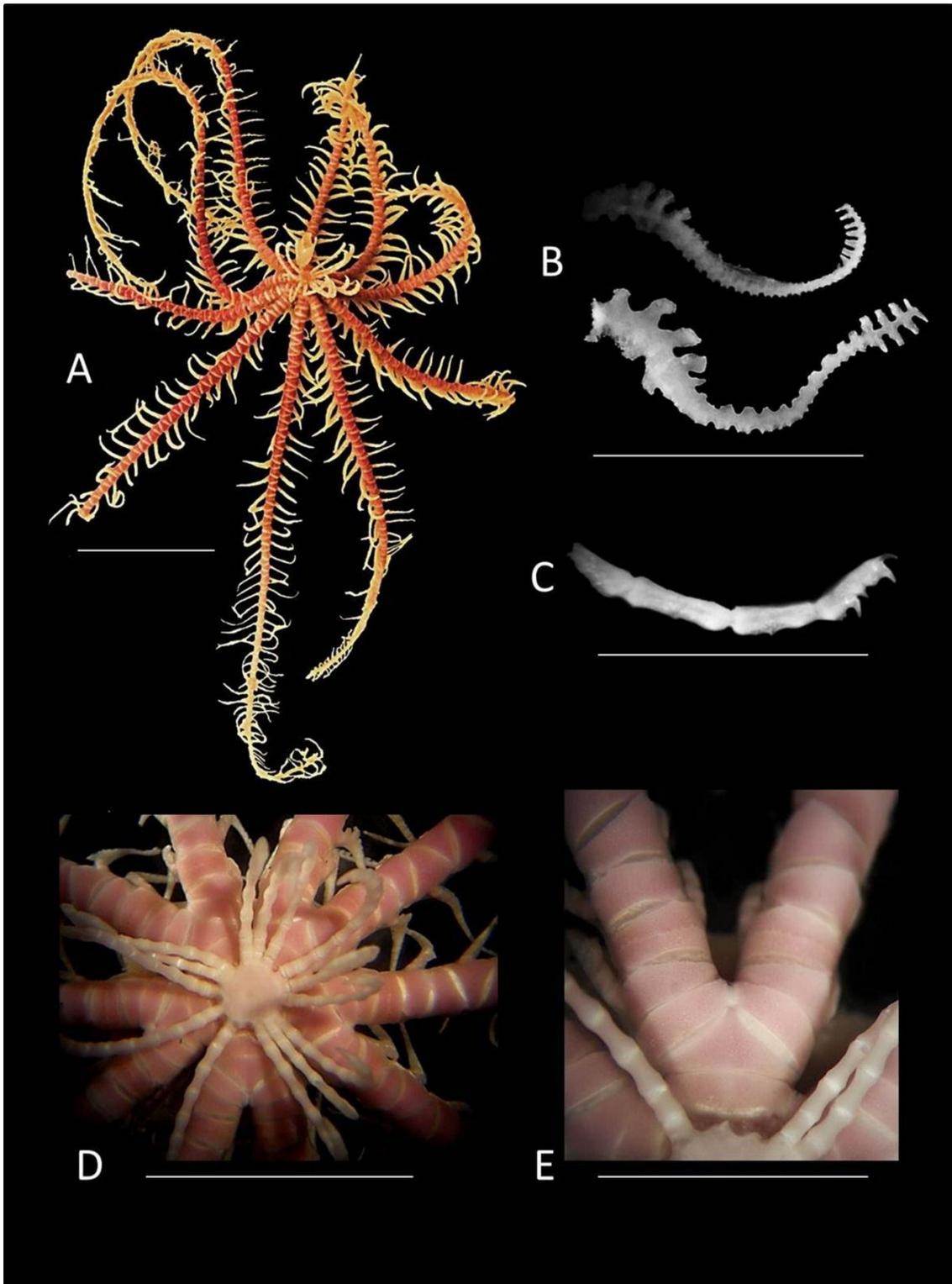
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 14) Desde Cabo Lookout, North Carolina, USA; hasta Rio de Janeiro, Brasil (A. H. Clark, 1931) Sureste de Florida; Bahamas e islas Turks y Caicos; Banco Arrowsmith frente a Yucatán; Mar Caribe hasta el sur de Cabo Frío, Brasil; Isla de los Alcatraces, frente a São Paulo, Brasil.

**Distribución en México.** Golfo de México, Tamaulipas (22°16'47.8524"N, 97°47'37.4274"W), (22°20'9.87"N, 97°37'57.756"W), (22°24'13.5936"N, 97°26'38.0034"W), (22°27'1.281"N, 97°18'45.036"W), (18°41'19.2114"N, 93°50'38.022"W), (19°14'31.365"N, 93°30'37.728"W); Caribe mexicano, Quintana Roo (20°49'59"N, 86°30'0"W).

**Intervalo batimétrico.** 0-510m.

**Localidad tipo.** Desconocida.

**Material tipo.** Holotipo BM 1047.



**Lámina 14.** *Comactinia echinoptera* (Müller, 1840). **A.** Ejemplar completo, escala 3.5cm; **B.** Pínulas orales y peine, la pínula inferior presenta un peine pinular atípico, escala 0.5cm; **C.** Ornamentación espinosa de una pínula distal, escala 0.1cm. **D.** Centrodorsal y cirros, escala 1.3cm; **E.** Series braquiales IBr<sub>2ax</sub>, y II Br (3+4), escala 0.5cm.

***Comactinia meridionalis*** (L. Agassiz, 1865)

(Lámina 15)

*Alecto meridionalis* L. Agassiz in A. Agassiz, 1865: 121-122.

*Antedon meridionalis*.- Portualès, 1869: 355.

*Comatula meridionalis*.- Carpenter, 1879: 20, 27, 28.

*Actinometra meridionalis*.- Carpenter, 1881: 155,-157, 161-162, 164; 1888: 301-302.

*Actinometra echinoptera*.- Hartlaub, 1912: 280-281, 413, 415-471.

*Actinometra echinoptera* var. *meridionalis*.- Hartlaub, 1912: 416-418, 426-430.

*Comactinia meridionalis*.- A. H. Clark, 1921: 16, 220, 222, 225, 233, 280, 291, 312, 341, 370, 374, 509-510, 513- 518, 520, 549, 555, 577-586, 588-590, 596, 662-663, 665-666, 668, 672, 681, 706, 725; Messing 1978: 62- 71.

**Diagnosis.** (Modificada de Messing, 1978) Centrodorsal amplio, discoidal. Cirros XX-XXX con 11 a 14 cirrales. Pínulas proximales con peines pinulares cortos. Pinulares proximales triangulares y cortos lo que da a las pínulas una apariencia fuertemente aserrada.

**Descripción.** Centrodorsal discoidal (Lámina 15, B), los cirros se acomodan en una, a veces dos y muy rara vez, en tres hileras en la periferia del osículo. Inserciones de cirros de forma circular en los que el orificio axial es amplio y no obstruido por espículas. Los cirros (X a XXX) son cortos, fuertes, con hasta 15 cirrales. Cirrales distales de mayor tamaño que los proximales, con uña terminal y un pequeño bulto en el penúltimo cirral que no llega a ser nunca una espina opuesta. La especie posee 10 brazos robustos (Lámina 15, A). Fórmula braquial; IBr<sub>2</sub>ax; II Br(3+4)(12+13)(16+17) (Lámina 15, B), posteriormente, las sizigas se encuentran después de cada tres articulaciones musculares de manera regular en todos los ejemplares revisados. El tegmen está protegido por las primeras series braquiales hasta el segmento II Br<sub>4</sub>. Pínulas largas, delgadas y flexibles. Pínulas orales con peine pinular en P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> a veces hasta en P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub>. Los 11 pinulares distales forman un peine con dientes de forma triangular o trapezoidal (Lámina 15, C). Pinulares basales sin carina. Pínulas genitales robustas, con 22 pinulares, las cuatro primeras presentan pinulares basales más anchos que largos, triangulares con espinas en el extremo distal. Pínulas alimentarias alargadas, formadas por 22 pinulares de los cuales, los tres pinulares distales están armados con tres fuertes espinas curvas a modo de ganchos (Lámina 15, D). Los osículos proximales tienen un débil anillo de espinas que producen lateralmente una franja espinosa.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.2.0, 8 ejemplares, Golfo de México, frente a Coatzacoalcos, Veracruz, (18°35'21"N, 94°00'25"W); ICML-UNAM 1.2.1, 8 ejemplares, Golfo de México, Frente a Frontera, Tabasco (19°05'27"N, 92°43'08"W); ICML-UNAM 1.2.2, 13 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán, (23°39.5' N, 88°52.9'W); ICML-

UNAM 1.2.3, 1 ejemplar, Mar Caribe, Noroeste de Cabo Catoche, Quintana Roo, (22°22.7'N, 87°05.3'W); ICML-UNAM 1.2.4, 6 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán, (23°52.9'N, 88°48.5'W); ICML-UNAM 1.2.5, 11 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán (23°15.6'N, 89°06.5'W); ICML-UNAM 1.2.7, 5 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán (23°43.4'N, 88°39.3'W); ICML-UNAM 1.2.8, 8 ejemplares, Golfo de México, frente a B. Carmen, Laguna de Términos, Campeche (19°35.9'N, 91°59.9'W); ICML-UNAM 1.2.9, 22 ejemplares, Mar Caribe, Noroeste de Cabo Catoche, Quintana Roo (32°23.9'N, 87°40.4'W); ICML-UNAM 1.2.10, 11 ejemplares, Mar Caribe, Noroeste de Cabo Catoche, Quintana Roo (23°30.5'N, 87°47.9'W); ICML-UNAM 1.2.11, 1 ejemplar, Mar Caribe, Noroeste de Cabo Catoche, Quintana Roo, México (Sin coordenadas); ICML-UNAM 1.2.12, 113 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°41.0'N, 92°11.8'W); ICML-UNAM 1.2.13, 16 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°22.3'N, 92°31.3'W); ICML-UNAM 1.2.14, 4 ejemplares, Golfo de México, frente a Bahía de San Pedro, Tabasco, (19°50.6'N, 92°17.0'W); ICML-UNAM 1.2.15, 7 ejemplares, Golfo de México, frente a Tuxpam, Veracruz (20°33'N, 96°58.3'W); ICML-UNAM 1.2.16, 12 ejemplares, Golfo de México, frente a laguna Tupilco, Tabasco (19°39'04"N, 91°55'23"W); ICML-UNAM 1.2.17, 38 ejemplares, Golfo de México, Cayo Arenas, Campeche, (20°03'N, 92°05.4'W); ICML-UNAM 1.2.18, 25 ejemplares, Golfo de México, frente a laguna Tupilco, Tabasco, (19°47'01"N, 92°19'96"W); ICML-UNAM 1.2.19, 1 ejemplar, Caribe Mexicano, Norte de Holbox, Quintana Roo (23°17.4' N, 87°37.02'W); ICML-UNAM 1.2.20, 31 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°47'N, 92°07'W); ICML-UNAM 1.2.21, 5 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°47'N, 92°07'W); ICML-UNAM 1.2.22, 14 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°41'N, 92°11.8'W); ICML-UNAM 1.2.23, 10 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°22.1'N, 92°32.5'W); ICML-UNAM 1.2.24, 4 ejemplares, Golfo de México, frente a Boca del Carmen, Laguna de Términos, Campeche (19°35.9' N, 91°59.9'W); ICML-UNAM 1.2.25 e ICML-UNAM 1.2.26, 77 ejemplares, Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán (21°48'06"N, 92°24'00"W); ICML-UNAM 1.2.27, 1 ejemplar, Golfo de México, frente a Alvarado, Veracruz, (19°59'N, 92°04.3'W); ICML-UNAM 1.2.28, 250 ejemplares, Caribe Mexicano, Holbox, Quintana Roo, (23°22.8'N, 87°46.03'W); ICML-UNAM 1.2.29, 1 ejemplar, Caribe Mexicano, Majahual, Quintana Roo (18°43'N, 87°41'W); ICML-UNAM 1.2.30, 3 ejemplares, Golfo de México, Cayo Arenas, Yucatán (20°10.9'N, 91°33.9'W); ICML-UNAM 1.2.31, 2 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°31'N, 92°35'W); ICML-UNAM 1.2.32, 4 ejemplares, Golfo de México, Frente a Campeche (19°45'16.92"N, 92°00'20.76"W); ICML-UNAM 1.2.33, 5 ejemplares, Golfo de México, frente a Campeche (18°30'42.66"N, 94°00'12.06"W); USNM E 26113, 2 ejemplares, Mar Caribe, Cabo San Juan de Guía (11°20'N, 73°48'W), Colombia; USNM E, 33064, 5 ejemplares, Norte del Golfo de México, (25°16'30"N, 84°14'46"W), USA.

**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 15) Golfo de México, Bahamas, Antillas, Cuba, Barbados, Colombia, Surinam (Messing, 1978); Golfo de México; Sureste de los Estados

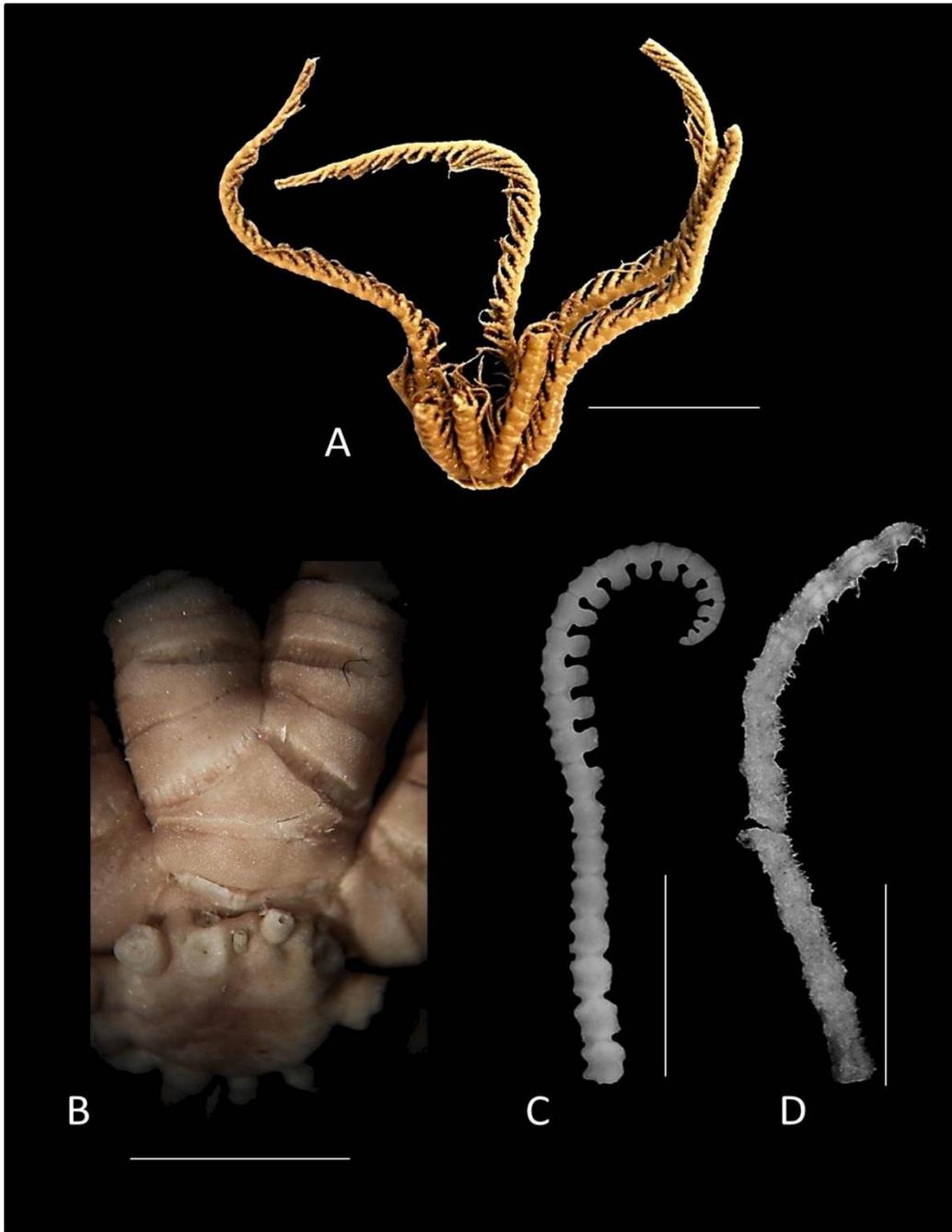
Unidos de América desde Cabo Lookout, Carolina del Norte hasta los cayos de Florida; Bahamas; Mar Caribe desde Yucatán y Cuba hasta Surinam. Probablemente hasta el sur frente a São Paulo, Brasil.

**Distribución en México.** Golfo de México, Tamaulipas (22°16'47.8524"N, 97°47'37.4274"W), (22°20'9.87"N, 97°37'57.756"W), (22°24'13.5936"N, 97°26'38.0034"W), (22°27'1.281"N, 97°18'45.036"W), (18°41'19.2114"N, 93°50'38.022"W), (19°14'31.365"N, 93°30'37.728"W); Caribe mexicano, Quintana Roo (20°49'59"N, 86°30'0"W).

**Intervalo batimétrico.** 8-640m.

**Localidad tipo.** Frente a Carolina del Sur.

**Material tipo.** Lectotipo MCZ 33; Paralectotipos MCZ 32, MCZ 44, MCZ 232, MCZ 446.



**Lámina 15.** *Comactinia meridionalis* (L. Agassiz, 1865). **A.** Ejemplar completo, escala 5cm; **B.** Centrodorsal y series braquiales IBr<sub>2ax</sub>, IIBr (3+4), escala 0.6cm; **C** Primera pínula oral y peine pinular, escala 0.3cm; **D.** Parte distal de una pínula alimenticia y ornamentación, escala 0.1cm.

Superfamilia Mariametracea A. H. Clark, 1909

Familia Colobometridae A. H. Clark, 1909

**Género *Analcidometra*** A. H. Clark, 1909

*Antedon* Portualès, 1869: 356.

*Analcidometra* A. H. Clark, 1911: 10 (*nomem nudum*), 1947: 77.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Género que contiene especies de pequeño tamaño. Presentan 10 brazos. Los osículos tercero a quinto de las pínulas reproductivas están notoriamente ensanchados para proteger las gónadas. Cirros pequeños y robustos compuestos por 15 a 23 cirrales. El tercio terminal de los cirros está armado con una prominente espina media que puede estar flanqueada por una espina más pequeña.

***Analcidometra armata*** (Portualès, 1869)

(Lámina 16)

*Antedon armata* Portualès, 1869: 356; Carpenter, 1879: 29, 1882: 746; Hartlaub, 1912: 394-399.

*Analcidometra armata* H. L. Clark, 1918: 9; 1921: 8; A. H. Clark, 1921, 1947: 79.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Centrodorsal discoidal, pequeño, cirros hasta XV, acomodados en una sola hilera marginal. Primera pínula considerablemente mas larga y robusta que el resto; ensanchada en la porción basal, provocando que la articulación entre los dos primeros braquiales parezca una siziga.

**Descripción.** Centrodorsal discoidal, delgado ligeramente convexo. Cirros dispuestos en una sola hilera marginal (Lámina 16, C). Cirros XIII a XV con alrededor de 20 cirrales, cortos, robustos, cilíndricos, ligeramente más largos que anchos. Del segundo al quinto cirral, tienen en el extremo distal de la cara dorsal un anillo de espinas pequeñas; los siguientes cirrales sólo ostentan una espina (Lámina 16, E). La uña terminal es especialmente fuerte. Osículos radiales visibles y unidos lateralmente. La especie presenta 10 brazos (Lámina 16, A), en los cuales primera serie braquial está formada por dos osículos, la axila es de forma romboidal exagerada debido al espacio ocupado por la inserción de la primera pínula (Lámina 16, B). Después de la primera siziga (3+4) los cuatro braquiales sucesivos tienen una fuerte proyección en el borde proximal; los braquiales siguientes tienen forma triangular y no trapezoidal como los osículos proximales. Fórmula braquial: IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10) aunque dependiendo de la madurez de los individuos la posición puede variar. La primera pínula oral es notoriamente grande y fuerte, debido a esto, la forma del segundo braquial se modifica. Las pínulas orales no presentan peine pinular. Pínulas reproductivas con un notorio ensanchamiento en todos los pinulares a

excepción del osículo distal. Todas las pínulas tienen una apariencia rígida, con sáculos abundantes bordeando el canal ambulacral. Boca y papila anal subcentrales; papila anal recubierta con numerosas placas calcáreas (Lámina 16, D).

**Material examinado.** USNM E53229, 4 ejemplares, Mar caribe, Bonaire (sin coordenadas), Antillas Holandesas; USNM E18737, 3 ejemplares, Mar Caribe, Carrie Bow (16°48'N, 88°04'48"W), Belice; USNM E18729, 2 ejemplares, Mar Caribe, frente a Limón (9°58'59.9"N, 82°55'01"W), Costa Rica; USNM E17819, 1 ejemplar, este de Cabo Camarón (16°04'00"N, 84°43'59.9"W), Honduras.

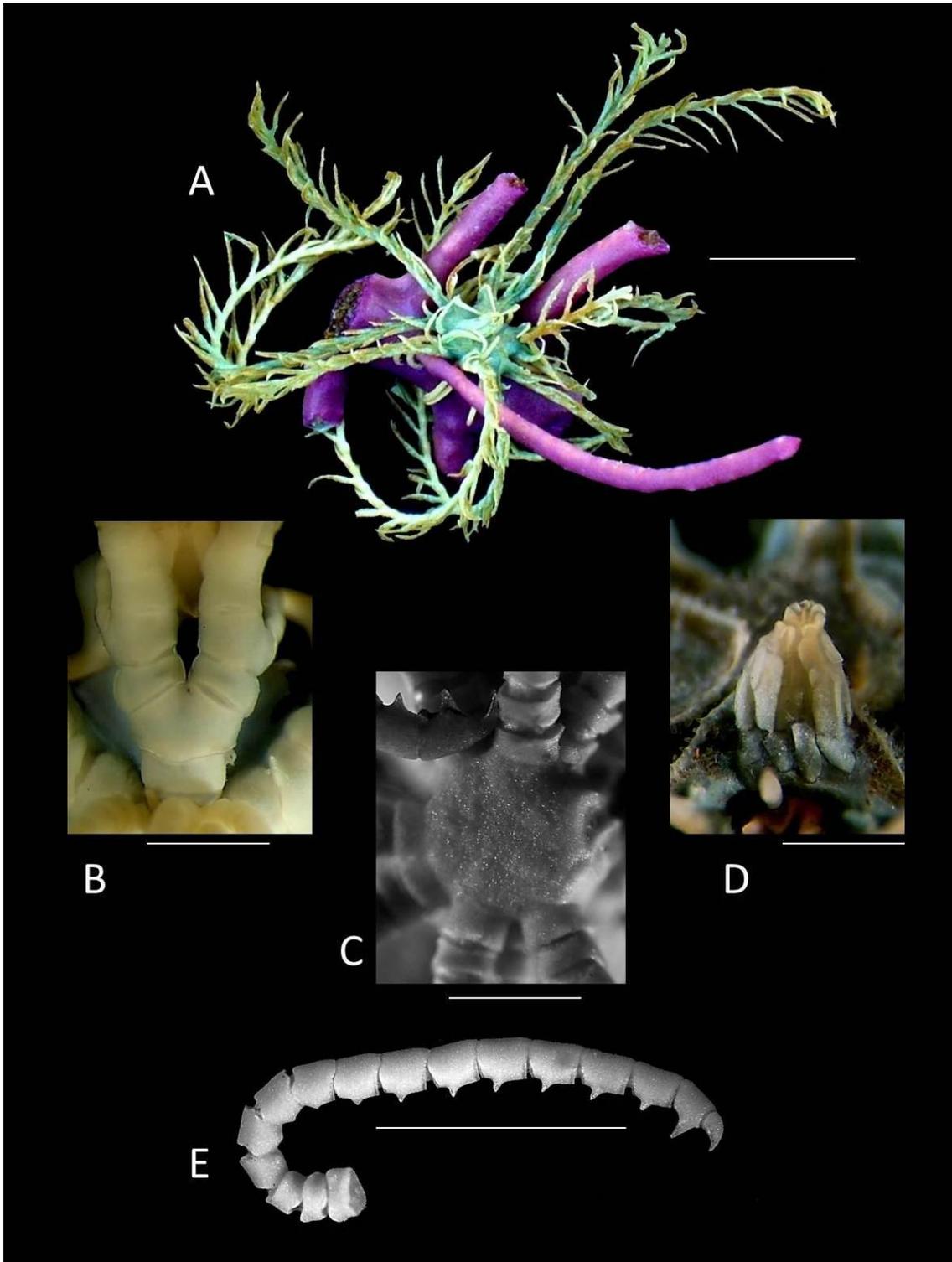
**Distribución geográfica.** Desde el estrecho de Florida y Bahamas, hasta Barbados (A. H. Clark, 1947); Golfo de México, Belice, Cuba, costa Atlántica de Estados Unidos de Norteamérica, Bahamas, Jamaica, Turks y Caicos, República Dominicana, Martinique, Barbados, Grenada, Trinidad y Tobago, Honduras Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela.

**Distribución en México.** (Anexo 2; mapa 16) Golfo de México, Banco de Campeche, Yucatán (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W), (22°12'8.1828"N, 88°20'39.156"W), (21°34'13.6344"N, 87°53'1.3554"W).

**Intervalo batimétrico.** 3-148m.

**Localidad tipo.** Oeste de Isla Tortugas, Florida.

**Material tipo.** Desconocido.



**Lámina 16.** *Analcidometra armata* (Portualès, 1867). **A.** Ejemplar completo sobre un octocoral, escala 1cm; **B.** Serie braquial IBr<sub>2</sub>ax IIBr (3+4), escala 0.3cm; **C.** Centrodorsal discoidal e inserciones de cirros, escala 0.15cm; **D.** Papila anal y placas calcáreas que la cubren, escala 0.15 cm; **E.** Cirro, escala 0.4cm.

Superfamilia Tropiometracea A. H. Clark, 1908

Familia Thalassometridae A. H. Clark, 1908

**Género *Stylometra*** (Carpenter, 1881)

*Antedon* Carpenter, 1881: 158.

*Thalassometra*.- A. H. Clark, 1907: 359.

*Stylometra*.- A. H. Clark, 1908: 245, 1950: 29.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1950). Las series divisorias son siempre dos, las bases de los brazos son bastante fuertes y redondeadas dorsalmente, con los bordes de los osículos armados con numerosas espinas fuertes. Los braquiales son de forma más o menos cuadrada y los basales están fuertemente carinados. En la parte distal de los brazos, esta carina se convierte en una espina fuerte, curva y larga. Presenta de 20 a 30 brazos y cirros delgados con hasta 80 cirrales.

***Stylometra spinifera*** (Carpenter, 1881)

(Lámina 17)

*Antedon spinifera* Carpenter, 1881: 158.

*Thalassometra spinifera*.- A. H. Clark, 1907: 360.

*Antedon spinifera* var. *spinifera*.- Hartlaub, 1912: 362.

*Stylometra spinifera*.- A. H. Clark, 1909: 14; 1950: 30.

**Diagnosis.** Centrodorsal hemisférico a cilíndrico, toscamente ornamentado; sitios de inserción de cirros acomodados en un número variable de columnas claramente separadas por elevaciones toscamente ornamentadas. Series divisorias conformadas por osículos fuertes, redondeados en la superficie aboral, braquiales distales con una prominente espina curva en la región aboral.

**Descripción.** Centrodorsal pequeño, hemisférico a cilíndrico con perfil irregular, ligeramente cónico con el polo aboral ornamentado con pequeñas espinas (Lámina 17, C). Inserciones de los cirros de forma circular con orificio axial reducido, dispuestos en hasta 10 columnas con dos orificios cada una. Radiales pequeños, con una prominente espina media. Cirros XX, largos y delgados, con 52 a 57 cirrales pequeños. Cirrales distales pequeños, más cortos que los medios, con uña terminal. Uña opuesta en los cirrales penúltimo y antepenúltimo. Cirrales del tercio distal con una fuerte espina en la parte dorsal. Presenta 20 brazos delgados (Lámina 17, A), divididos de manera fuertemente endótoma. Primeros ocho braquiales con una delicada ornamentación espinosa en la región aboral (Lámina 17, B), distalmente presentan una sola espina robusta en la parte media aboral del osículo braquial (Lámina 17, D). Fórmula braquial; IBr<sub>2</sub>ax; IIBr<sub>2</sub>ax; IIIBr<sub>2</sub>ax; IVBr(3+4), los brazos libres no presentan sizigas. Primeras pínulas en IIIBr<sub>1</sub>. Pínulas orales sin peine pinular y sin ornamentación en la parte aboral de los pinulares

proximales, sin embargo, los pinulares distales presentan espinas finas; el resto de las pínulas son cortas y con perfil serrado en la región aboral. No hay diferencias entre pínulas genitales y alimenticias. Boca central, pequeña. Papila anal próxima a la abertura oral, ornamentada con proyecciones digitiformes alrededor del ano. Tegmen con pequeñas granulaciones y surcos ambulacrales bien definidos.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.13.0, 2 ejemplares, Mar Caribe, Gran Bahama Bank (26°41'48"N, 79°01'18"W), Bahamas; USNM E17813, 1 ejemplar, Mar Caribe, Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán (20°59'00"N, 86°24'00"W); USNM E 34603, 1 ejemplar, Isla Cozumel, Canal de Yucatán (20°59'30"N, 86°23'45"W), México; USNM 34601, 1 ejemplar, Estrecho de Florida (23°10'48"N, 82°18'52"W), Cuba.

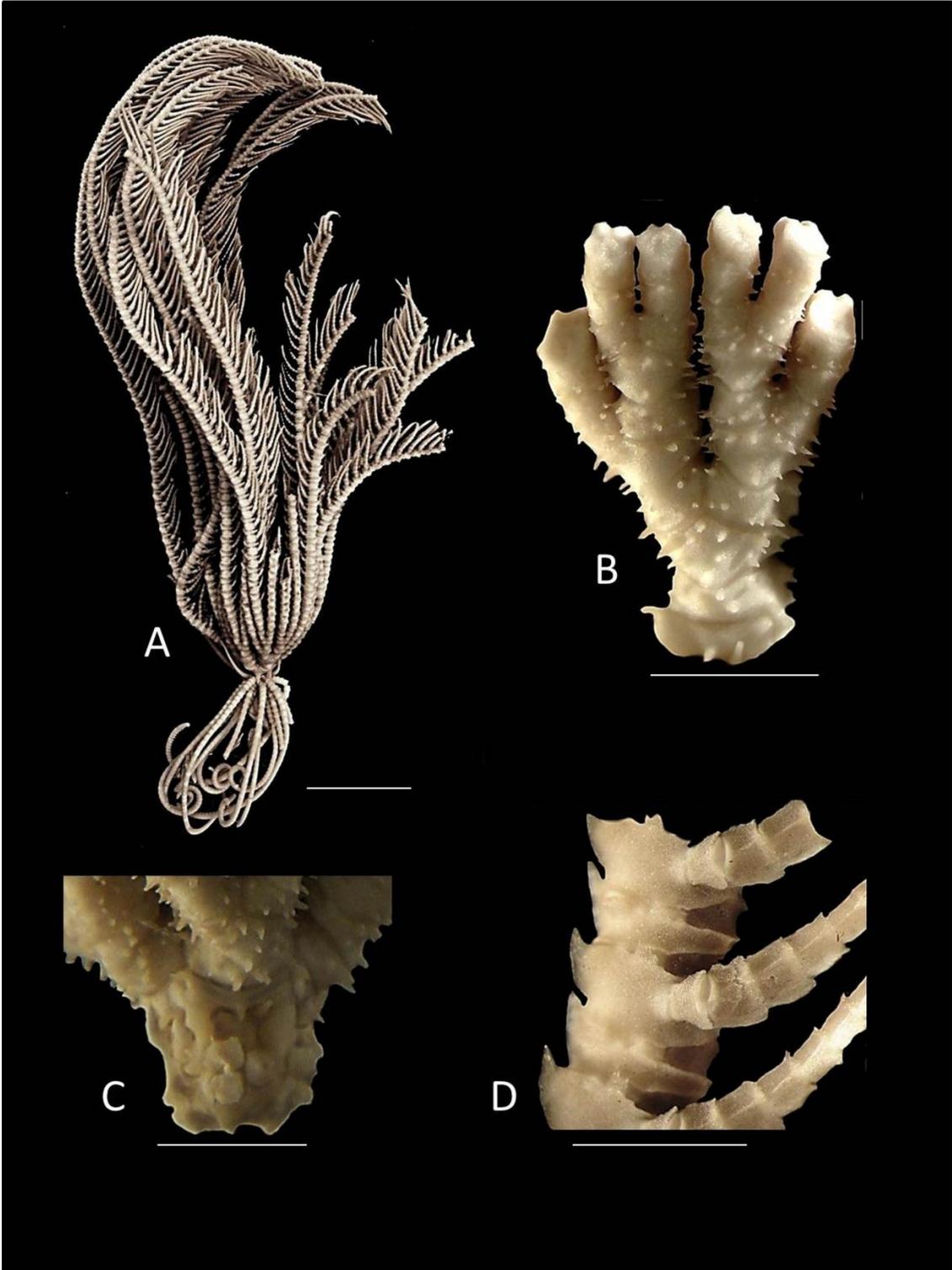
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 17). Bahamas; Antillas mayores y menores; Yucatán, Isla Cozumel, México; hasta Grenada (A. H. Clark, 1950); Golfo de México, Belice, Cuba, Bahamas, costa Atlántica de Estados Unidos de Norteamérica, República Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes británicas, Antigua y Barbuda, Martinique, San Vicente y las Granadinas, Venezuela, Surinam.

**Distribución en México.** Golfo de México, Tamaulipas (2°24'13.5936"N, 97°26'38.0394"W), (22°27'1.281"N, 97°19'30.3"W); frente a Coatzacoalcos, Veracruz (18°41'19.2114"N, 93°50'38.022"W); Banco de Campeche, Yucatán (3°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W), 23°38'31.54"N, 89°10'49.098"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (20°58'9.9874"N, 86°24'0"W), (20°59'30.0114"N, 86°23'44.988"W).

**Intervalo batimétrico.** 103-640m.

**Localidad tipo.** Guadeloupe, Mar de las Antillas.

**Material tipo.** Desconocido.



**Lámina 17.** *Stylometra spinifera* (Carpenter, 1881) **A.** Ejemplar completo, escala 2cm; **B.** Osículo radial y series braquiales IBr<sub>2ax</sub>, IIBr<sub>2ax</sub> y IIIBr<sub>2ax</sub>, escala 0.5cm; **C** Osículo centrodorsal y primer serie braquial, escala 0.5cm; **D** Sección de un brazo en el que se aprecia la ornamentación espinosa de los osículos braquiales, escala 0.3cm.

**Género *Horaeometra*** A. H. Clark, 1918

*Antedon* Graff, 1883: 133.

*Thalassomentra* A. H. Clark, 1907: 360.

*Horaeometra* A. H. Clark, 1918: 160; 1950: 185.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H, Clark 1950) Género en el cual los pinulares tercero a quinto de las pínulas genitales se encuentran notoriamente expandidos. De 10 a 22 brazos libres con dos osículos por cada serie divisoria. Cirros insertos en hasta 10 columnas en el centrodorsal.

***Horaeometra duplex*** (Carpenter, 1888)

(Lámina 18)

*Antedon duplex* Graff, 1883: 133 (*nomem nudum*); Carpenter, 1888: 54, 207, 208, 211, 212, 217, 367, 368, 375, 378; Hartlaub, 1912: 366- 370.

*Thalassomentra duplex* A. H. Clark, 1907: 360.

*Horaeometra duplex* A. H. Clark, 1918: 160, 1950: 186.

**Diagnosis.** Centrodorsal hemisférico o cónico, truncado. Tercer a quinto pinulares en pínulas, genitales expandidos formando un domo que cubre a las gónadas. Esta especie generalmente presenta 20 brazos.

**Descripción.** Centrodorsal ancho, en forma de cono truncado; las inserciones de los cirros acomodadas en 10 columnas de tres o cuatro inserciones cada una, las zonas entre cada columna están bien definidas; en cada una de esas zonas sin cirros, se aprecia un espacio con forma de "V" en donde se acomodan los procesos anteriores de las axilas de IBr (Lámina 18, C). El polo aboral del osículo centrodorsal es plano y ancho, puede ser rugoso o presentar papilas pequeñas. Cirros XII, con 32 a 35 cirrales; desde el séptimo u octavo osículo, con espinas estrechas y prominentes. Los extremos de los osículos basales se aprecian como pequeños tubérculos redondeados en los ángulos interraciales, radiales ocultos. Los primeros osículos braquiales forman una banda que separa a las primeras axilas del centrodorsal; las axilas presentan un prominente abultamiento en la región dorsal en el extremo proximal que se prolonga hasta el sitio de inserción del segundo cirro de cada columna interraccial del centrodorsal (Lámina 18, B). Tiene por lo general de 10 a 20 brazos (Lámina 18, A), ornamentados con una banda ancha de espinas finas. Fórmula braquial: IBr<sub>2</sub>ax, IIBr<sub>2</sub>ax (Lámina 18, B), ocasionalmente hay IIIBr<sub>2</sub>ax, los osículos de las series braquiales están en estrecho contacto con los de las series adyacentes. Sizigas en (3+4), (22+23) y posteriormente después de cada 6 sinartrías. Algunas veces, también en (5+6), (17+18). Pínulas orales sin peine pinular, con pinulares basales anchos y cortos que gradualmente se adelgazan y alargan hacia el extremo distal. A partir de P<sub>4</sub> los osículos pinulares de la parte media son anchos y con apariencia de hoja.

**Material examinado.** USNM E17519, 18 ejemplares, Estrecho de Florida, Banco de Gran Bahama (25°26'42"N, 79°18'00"W), Bahamas.

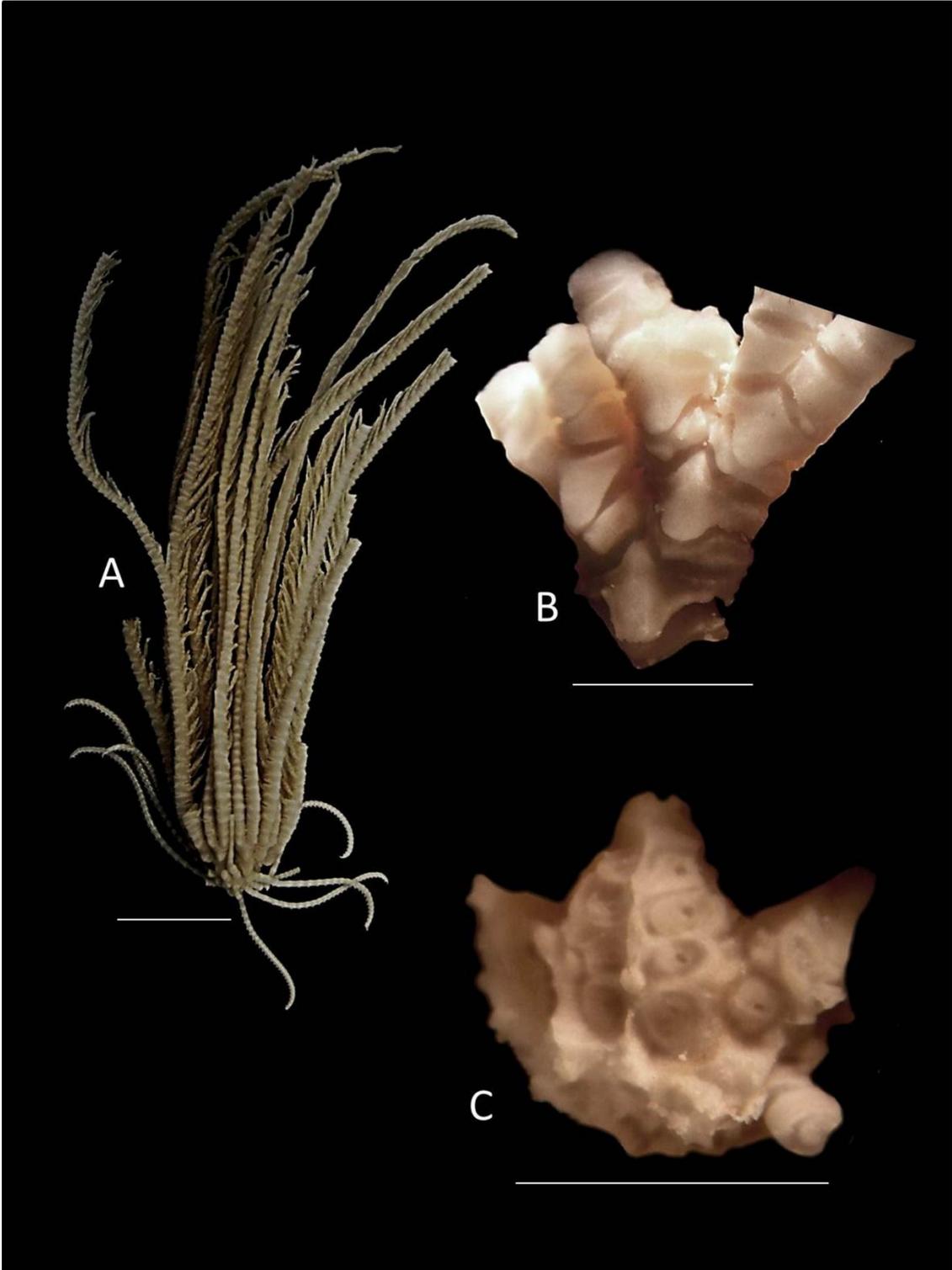
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 18) Desde el norte de Cuba, a través de las Antillas hasta Grenada (A. H. Clark, 1950); Golfo de México, Cuba, Bahamas, Puerto Rico.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W), (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W).

**Intervalo batimétrico.** 368-567m.

**Localidad tipo.** Indias Orientales.

**Material tipo.** Holotipo MCZ 306, *Blake* estación 232.



**Lámina 18.** *Horaeometra duplex* (Carpenter, 1888). **A.** Ejemplar completo, escala 1cm; **B.** Series braquiales IBr<sub>2ax</sub>, IIBr<sub>2ax</sub> y IIIBr<sub>2ax</sub>, escala 0.3cm; **C.** Osículo centrodorsal en el cual se aprecian las hendiduras en las que embonan los osículos IBr<sub>1</sub>, escala 0.4cm.

Familia Charitometridae A. H. Clark, 1909

**Género *Crinometra*** A. H. Clark, 1909

*Comatula* Portualès, 1868: 111.

*Antedon* Portualès, 1869: 357.

*Actinometra* Carpenter, 1881: 162.

- Grupo *Spinifera* Carpenter, 1888: 212.
- Grupo *Granulifera* Carpenter, 1888: 241.
- Grupo *Brevipinna* Minckert, 1905: 224.

*Charitometra* A. H. Clark, 1907: 360- 361.

*Crinometra* A. H. Clark, 1909: 22; Hartlaub, 1912: 286.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1909). Género en el que las pínulas genitales se caracterizan por ser amplias en la base, y delicadas, largas y delgadas en la punta. La porción posterior a las gónadas es mucho más larga que la gónada en sí. Las bases de las series divisorias son redondeadas, pueden o no presentar abultamientos o tubérculos en la línea media del osículo. Pínulas orales marcadamente más largas que las pínulas genitales y alimenticias.

***Crinometra brevipinna*** (Portualès, 1817)

(Lámina 19)

*Comatula brevipinna* Portualès, 1868: 111; Carpenter, 1879: 29; Hartlaub, 1912: 313.

*Antedon brevipinna* Portualès, 1869: 357; Carpenter, 1882: 746, 1888: 212; Hartlaub, 1912: 311; Minckert, 1905: 169.

*Antedon granulifera* Portualès, 1878: 215; Carpenter, 1888: 239; Hartlaub, 1912: 298

*Actinometra granulifera*.- Hartlaub, 1912: 299.

*Antedon portualèsi* Hartlaub, 1912: 280; A. H. Clark, 1918: 187.

- Grupo *Brevipinna* Minckert, 1905: 224.

*Charitometra brevipina* A. H. Clark, 1907: 361, 1908: 227.

*Charitometra granulifera* Hartlaub, 1912: 298.

*Pachylometra brevipinna* A. H. Clark, 1909a: 22.

*Crinometra brevipinna* A. H. Clark, 1909a: 22; Hartlaub, 1912: 311, 1950; 280.

*Crinometra pulchra* A. H. Clark, 1909b: 644; Hartlaub, 1912: 322.

*Crinometra margaritacea* A. H. Clark, 1909b: 645.

*Crinometra concinna* A. H. Clark, 1909b: 646; Hartlaub, 1912: 331.

*Crinometra insculpta* A. H. Clark, 1909b: 646.

*Crinometra gemmata* A. H. Clark, 1909b: 647; Hartlaub, 1912: 298.

*Antedon angusticalix* Hartlaub, 1912: 287; A. H. Clark, 1918: 187.

*Antedon brevipinna* var. *gracilis* Hartlaub, 1912: 328; A. H. Clark, 1918: 187.

*Antedon brevipinna* var. *pulchra* Hartlaub, 1912: 329; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *elegans* Hartlaub, 1912: 322; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *tuberosa* Hartlaub, 1912: 322, 333; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *diadema* Hartlaub, 1912: 337; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *portualesi* Hartlaub, 1912: 339.  
*Antedon brevipinna* var. *laevis* Hartlaub, 1912: 323, 343; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *spinosa* Hartlaub, 1912: 343; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *coronata* Hartlaub, 1912: 345; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *ornata* Hartlaub, 1912: 348; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Antedon brevipinna* var. *granulosa* Hartlaub, 1912: 351; A. H. Clark, 1918: 187.  
*Crinometra brevipinna* var. *insculpta* A. H. Clark, 1950: 291.  
*Crinometra brevipinna* var. *gracilis* A. H. Clark, 1950: 296.  
*Crinometra brevipinna* var. *pulchella* A. H. Clark, 1950: 297.  
*Crinometra brevipinna* var. *concinna* A. H. Clark, 1950: 298.  
*Crinometra brevipinna* var. *tuberosa* A. H. Clark, 1950: 303.  
*Crinometra brevipinna* var. *diadema* A. H. Clark, 1950: 308.  
*Crinometra brevipinna* var. *transversa* A. H. Clark, 1950: 301.  
*Crinometra brevipinna* var. *brevipinna* A. H. Clark, 1950: 312.  
*Crinometra brevipinna* var. *portualesi* A. H. Clark, 1950: 309.  
*Crinometra brevipinna* var. *granulosa* A. H. Clark, 1950: 325.  
*Crinometra brevipinna* var. *granulifera* A. H. Clark, 1950: 326.  
*Crinometra brevipinna* var. *margaritacea* A. H. Clark, 1950: 307.  
*Crinometra brevipinna* var. *laevis* A. H. Clark, 1950: 311.  
*Crinometra brevipinna* var. *gemma* A. H. Clark, 1950: 318.  
*Crinometra brevipinna* var. *spinosa* A. H. Clark, 1950: 316.  
*Crinometra brevipinna* var. *coronata* A. H. Clark, 1950: 320.  
*Crinometra brevipinna* var. *ornata* A. H. Clark, 1950: 323.  
*Crinometra brevipinna* var. *pulchra* A. H. Clark, 1950: 334.  
*Crinometra brevipinna* var. *angusta* A. H. Clark, 1950: 335.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1909a). Normalmente, la especie cuenta con 10 a 30 brazos, primer serie braquial 4(3+4), en algunos casos 2(1+2). Centrodorsal toscamente hemisférico. Pínulas proximales marcadamente más largas que las distales; pínulas genitales expandidas.

**Descripción.** Centrodorsal ancho, hemisférico; generalmente cubierto por tubérculos de distintos tamaños, presenta cinco marcadas elevaciones por lo que el perfil insinúa ligeramente una forma estrellada o pentagonal. Inserciones de cirros circulares y de formas muy distintas entre individuos, generalmente acomodados en 10 a 15 columnas irregulares con dos a tres cirros en cada una (Lámina 19, B). Cirros XX-XXX con 15 a 19 cirrales que en la porción distal

del cirro tienen forma de cubilete; el perfil dorsal de los cirros es serrado por la presencia de una robusta espina en la cara aboral de los cirrales medios y distales; presencia de uña terminal y una fuerte espina opuesta. Osículos basales evidentes como pequeños tubérculos irregulares. Brazos entre 10 y 30, robustos, con una gran variación en la ornamentación que presentan los osículos braquiales; en algunas formas, la apariencia es lisa, mientras que en otras están cubiertos por numerosos tubérculos y papilas toscas (Lámina 19, A, C). Fórmula braquial irregular, generalmente las articulaciones se presentan de la siguiente manera:  $IBr_4(3+4)ax$   $IIBr_4(3+4)ax$   $IIIBr_2ax$ ; en algunos individuos las series braquiales son  $IBr_2(1+2)ax$   $IIBr(1+2)ax$   $IIIBr_2ax$ , aunque pueden existir combinaciones de estas fórmulas incluso en un mismo individuo; distalmente las sizigas aparecen en intervalos de seis a 14 uniones musculares. Las articulaciones entre los osículos de las series braquiales son difíciles de apreciar debido a que la porción proximal de cada braquial se encuentra expandida y cubriendo las caras articulares, particularmente en ejemplares muy ornamentados (Lámina 19, C). Pínulas orales hasta dos veces más largas que las pínulas distales; pínulas reproductivas con pinulares medios notoriamente ensanchados. Superficie oral de la masa visceral cubierta por numerosas placas calcáreas.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.9.0, 16 ejemplares, Mar Caribe, Banco de Campeche (23°52.9'N, 88°48.5'W) Yucatán; ICML-UNAM 1.9.1, 18 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco (19°32.4'N, 92°39.1 W); ICML-UNAM 1.9.2, 7 ejemplares, Golfo de México, frente a Frontera, Tabasco, (19°24.9'N, 92°44.3'W); USNM E422584, 1 ejemplar, Isla San Salvador, Rocky Point (24°06'25N, 74°32'40"W), Bahamas; USNM 34887, 4 ejemplares, Estrecho de Florida (23°10'37"N, 82°20'06"W), Cuba.

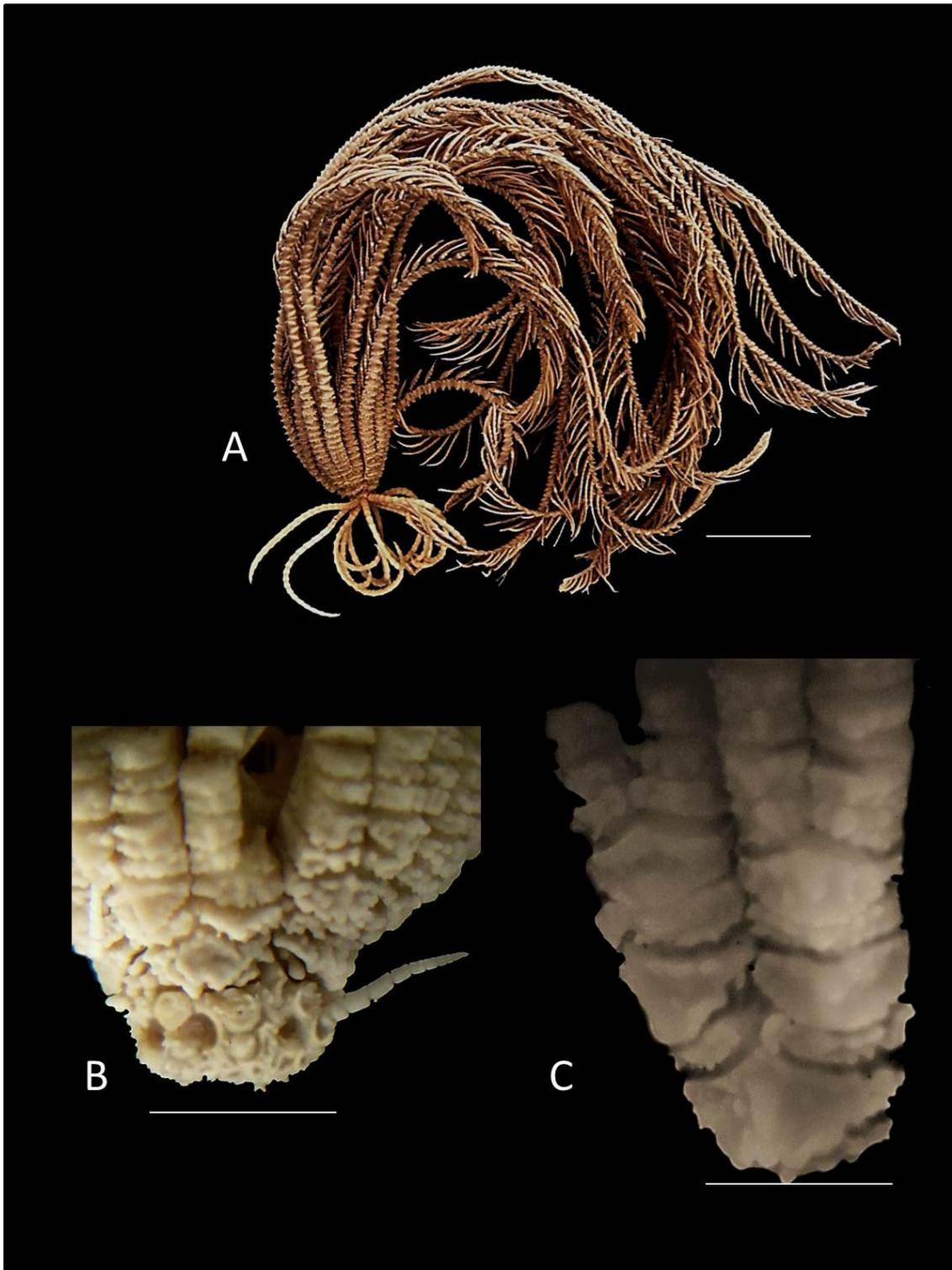
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 19) Desde el Banco de Yucatán, Cayos de Florida y norte de Cuba, hasta Barbados y Grenada (A. H. Clark, 1950); Golfo de México, Cuba, Bahamas, Jamaica, Estados Unidos de Norteamérica, República Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes Británicas, Antigua y Barbuda, Santa Lucía, Guadeloupe, Martinica, Nicaragua, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Venezuela, Brasil.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W), 23°15'17.2442"N, 88°56'18.4914"W), (23°46'52.3776"N, 89°16'0.4254"W), (23°55'58.7994"N, 87°1'58.8"W), (24°3'45.9066"N, 86°33'39.6714"W), (23°6'0"N, 87°10'58.8"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (20°58'59.9874"N, 86°24'0"W).

**Intervalo batimétrico.** 70-795m.

**Localidad tipo.** Frente a la ciudad de la Habana, Cuba.

**Material tipo.** Holotipo, MCZ, 267, *Blake*, estación 45.



**Lámina 19.** *Crinometra brevipinna* (Portuallès, 1817). **A.** Ejemplar completo, escala 2cm; **B.** Osículo centrodorsal ornamentado con gránulos, escala 0.5cm; **C.** Series braquiales IBr<sub>2</sub>ax, II Br(3+4)ax y porción proximal de los brazos libres con (1+2), escala 0.25cm.

Superfamilia Antedonacea Norman, 1865

Familia Antedonidae Norman, 1865

**Género *Coccometra*** A. H. Clark, 1908

*Comatula* Portualès, 1868: 105.

*Comatula (Alecto)* Portualès, 1868: 111.

*Antedon* Portualès, 1869: 355.

*Coccometra* A. H. Clark, 1908: 128; 1967: 275.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1908). Centrodorsal hemisférico o subcónico con el polo aboral desprovisto de cirros y ornamentado con pequeñas papilas. Cirros XXX a L, con 15 a 20 cirrales. Axilas triangulares, más largas que anchas. Brazos libres son siempre 10. Pínulas distales más cortas que las proximales.

***Coccometra guttata*** A. H. Clark, 1918

(Lámina 20)

*Coccometra guttata* A. H. Clark, 1918: 218; A. H. Clark, 1947: 278.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Presencia de un punto negro a cada lado de las sizigas; cirros con entre 24 y 28 cirrales. Uña terminal recta.

**Descripción.** Centrodorsal pequeño, hemisférico, subcónico, área polar pequeña y papilosa (Lámina 20, B). Cirros XXX a XL, con 24 a 28 cirrales delgados. Los primeros dos osículos son pequeños y van incrementando su tamaño hacia la parte terminal del cirro. El penúltimo cirral se sobrepone a la base de la garra terminal, la cual es recta con punta afilada. Los cirros son lisos, sin abultamientos o espinas en la parte dorsal y sin espina opuesta a la uña terminal. Los radiales son visibles más allá del límite del osículo centrodorsal. Se extienden hacia los ángulos interradales para formar un triángulo. Los osículos braquiales son completamente lisos, sin ornamentación (Lámina 20, C). Fórmula braquial: IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (14+15) y distalmente en intervalos de una siziga por cada dos articulaciones musculares. Las pínulas son largas y delgadas, con pinulares de perfil redondeado con las articulaciones alargadas, por lo que la apariencia general de las pínulas (especialmente las orales) es de un collar de cuentas. Una característica de esta especie es la presencia de una mancha oscura a uno o ambos lados de cada siziga (Lámina 20, A), la parte interna de estas articulaciones es también oscura. La especie tiene 10 brazos.

**Material examinado.** USNM 22675, Holotipo, Mar Caribe (19°56'06"N, 75°47'32"W), Cuba; USNM E42713, 1 ejemplar, Mar Caribe, Bahía York (13°07'15N, 61°16'45"W), San Vicente y Granadinas.

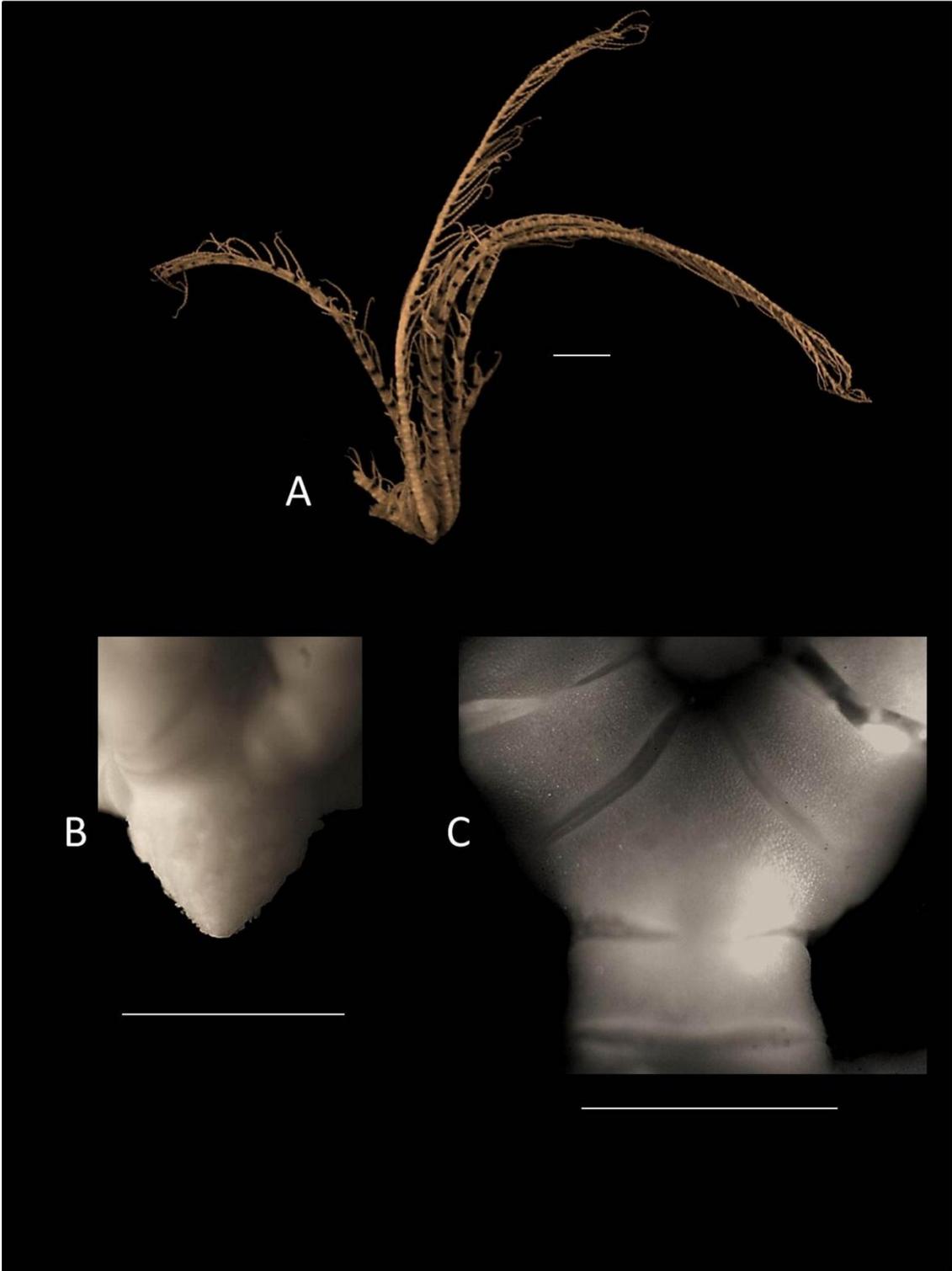
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 20). Frente a Santiago de Cuba (A. H. Clark, 1947); Golfo de México, Cuba, Islas Vírgenes Británicas, San Vicente y las Granadinas.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W) (Felder y Camp, 2009).

**Intervalo batimétrico.** 329-465m

**Localidad tipo.** Frente a Santiago de Cuba, Cuba.

**Material tipo.** Holotipo, USNM 22675.



**Lámina 20.** *Cocometra guttata* A.H. Clark, 1918. **A.** Ejemplar completo, escala 0.5cm; **B.** Centrodorsal cónico y anillo formado por los osículos radiales, escala 0.2cm; **C.** Serie braquial IB<sub>2ax</sub>, escala 0.2cm.

***Coccometra hageni*** (Portualès, 1868)

(Lámina 21)

*Comatula hagenii* Portualès, 1868: 105 (*nomem nudum*), 1869: 125.

*Comatula (Alecto) hagenii* Portualès, 1869: 111.

*Antedon hagenii* Carpenter, 1888: 22, 54, 207, 367, 368, 373, 377; Hartlaub, 1912: 389- 384.

*Coccometra hagenii* H. L. Clark, 1918: 221; A. H. Clark, 1947: 279.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947) Centrodorsal hemisférico; cirros con entre 17 y 25 cirrales de los cuales el antepenúltimo es marcadamente más largo que el resto. Primeras dos pínulas orales del mismo tamaño.

**Descripción.** Centrodorsal pequeño, hemisférico con el área polar amplia y libre de cirros usualmente cubierta con papilas pequeñas. Las inserciones de los cirros están estrecha e irregularmente acomodadas (Lámina 21, C). Cirros XXX a L, con 17 a 20 cirrales largos y delicados, lateralmente comprimidos; los cirrales terminales tienden a ser más comprimidos que el resto. Cirrales terminales cada vez más cortos, por lo que en el extremo terminal del cirro, los osículos son menos de la mitad de largos que anchos, sin embargo, el antepenúltimo cirral es marcadamente más largo que el resto que los cirrales. La espina opuesta es muy reducida. Uña terminal larga y muy curvada. Osículos radiales ocultos por el centrodorsal, o visibles como triángulos pequeños en los ángulos interradales. La especie presenta 10 brazos delicados (Lámina 21, A). Fórmula braquial (Lámina 21, B): IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (14+15), posteriormente las sizigas aparecen después de cada dos o tres uniones musculares. La posición de las sizigas en (9+10) y (14+15) es variable en algunos especímenes. Las dos pínulas orales son similares en forma y tamaño, con pinulares largos y delicados, cilíndricos con una ligera proyección en el borde distal del osículo, por lo que cubre el extremo proximal del osículo siguiente. Gónadas a partir de la segunda pínula; las gónadas son grandes, localizadas entre el quinto u octavo pinular, hasta el décimo o décimo tercero, y decrecen hacia el extremo distal del brazo.

**Material examinado.** USNM E20982, 109 ejemplares, Golfo de México, Estrecho de Florida, American Sohals, Estrecho de Florida (sin coordenadas); USNM 35711, 5 ejemplares, Sur de Key West (24°21'45"N, 81°47'44"W); USNM E4496, 10 ejemplares, Sur este de American Sohals, Estrecho de Florida (24°14'12", 84°19'12"W); USNM E17956, 9 ejemplares, Sur de Cayo Sombrero, Cayos de Florida (24°31'59"N, 81°07'00"W), Estados Unidos de Norteamérica. USNM E12316, 1 ejemplar, Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.546"N, 89°10'49.098"W), México.

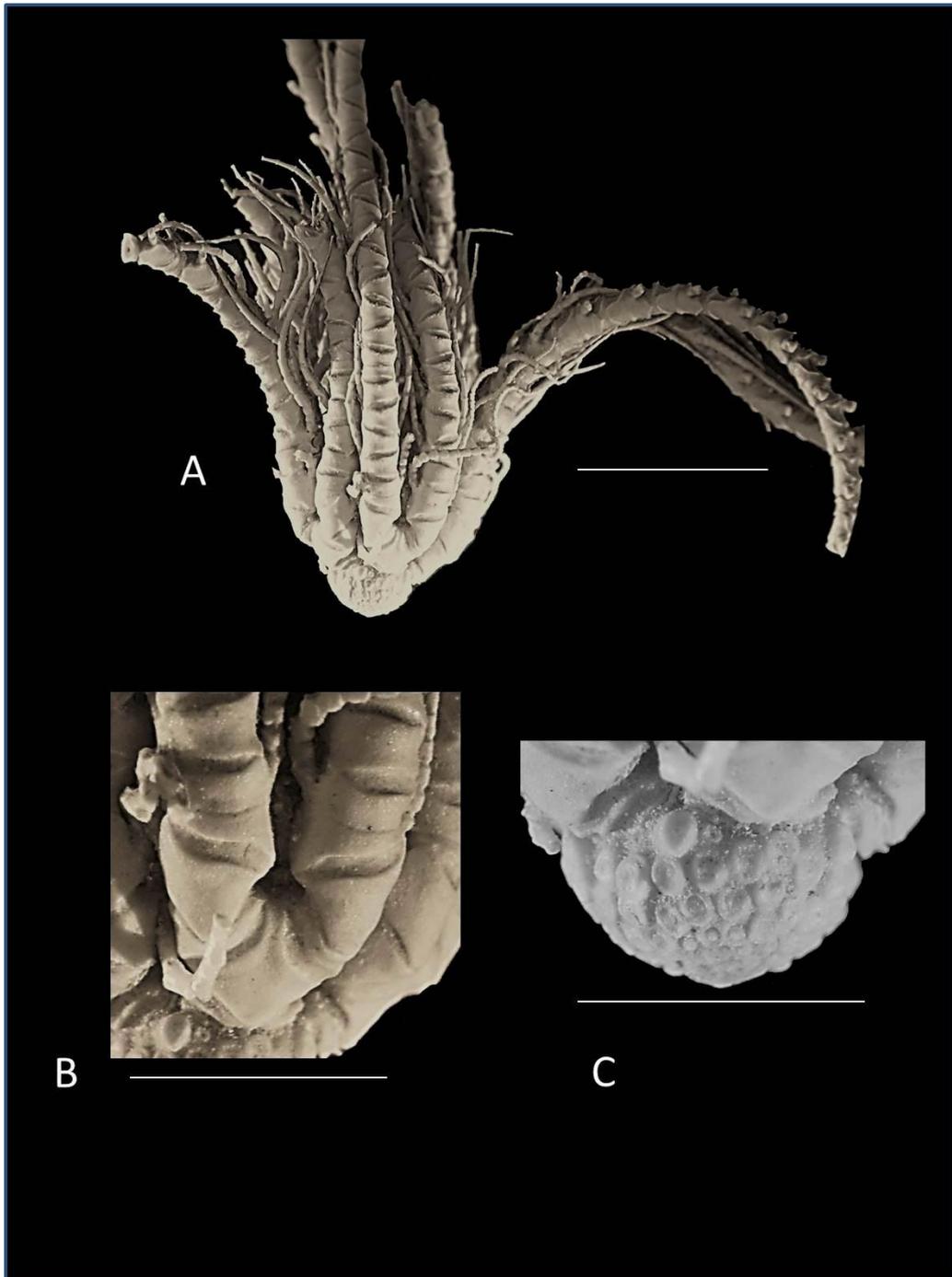
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 21). Desde Cabo Lookout, Carolina del Norte; Cayos de Florida, Cuba y Canal de Yucatán (A. H. Clark, 1947); Golfo de México, Cuba, Bahamas, Estados Unidos de Norteamérica, Anguilla.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°46'523776"N, 89°16'0.4254"W), (23°38'31.546"N, 89°10'49.098"W), (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W), (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W).

**Localidad tipo.** Frente a Sand Key, Florida.

**Intervalo batimétrico.** 139-1, 046m.

**Material tipo.** Se desconoce.



**Lámina 21.** *Cocometra hageni* (Portualès, 1868). **A.** Ejemplar completo, escala 0.5cm; **B.** Serie braquial IBr<sub>2ax</sub>, IIBr (3+4), 1IBr es apenas visible, escala 0.2cm; **C.** Centrodorsal hemisférico e inserciones de cirros, escala 0.3cm.

***Coccometra nigrolineata*** A. H. Clark, 1918

(Lámina 22)

*Antedon hagenii* H. L. Clark, 1900: 235.

*Coccometra nigrolineata* A. H. Clark, 1908: 129 (*nomem nudum*), 1918: 220; 1947: 276.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Primer serie braquial y bases de los brazos con una marcada línea oscura en la parte aboral de cada osículo; en la parte distal de los brazos hay un punto oscuro por cada siziga.

**Descripción.** Centrodorsal hemisférico-cónico (Lámina 22, D), el área polar está desprovista de cirros, finamente papilosa con un tubérculo redondeado en el ápice (Lámina 22, C, D). Cirros XXX a XL con 17 a 23 cirrales. Cirrales basales más anchos que largos, gradualmente se hacen tan anchos como largos. En la parte distal de la región dorsal del penúltimo osículo hay una pequeña espina opuesta; uña terminal tan larga como el penúltimo segmento y ligeramente curvada. Radiales visibles sólo en los ángulos interradales. El primer braquial es muy pequeño, con el borde distal más angosto que la parte proximal; las axilas son de forma romboidal más anchas que el primer braquial (Lámina, B, D). Fórmula braquial:  $IBr_2ax$ , las sizigas en brazos libres se encuentran (3+4), (9+10), (14+15) y posteriormente después de cada dos articulaciones musculares. La primera pínula es larga y delgada, gradualmente las pínulas son más cortas y desde la parte media de los brazos mantienen un tamaño uniforme. Sin peine en pínulas orales, no hay diferencias importantes entre las pínulas reproductivas y alimenticias. Diez brazos (Lámina 22, A).

**Material examinado.** USNM 22674, Holotipo, Estrecho de Florida, Frente a Ciudad de la Habana (23°11'44"N, 82°17'53"W), Cuba; USNM 36290, 1 ejemplar, Mar Caribe, Isla Cozumel, Quintana Roo (20°59'30"N, 86°23'45"W); USNM E48163, 1 ejemplar, Isla New Providence, Cayo Norte (25°06'37"N, 77°24'47"W), Bahamas.

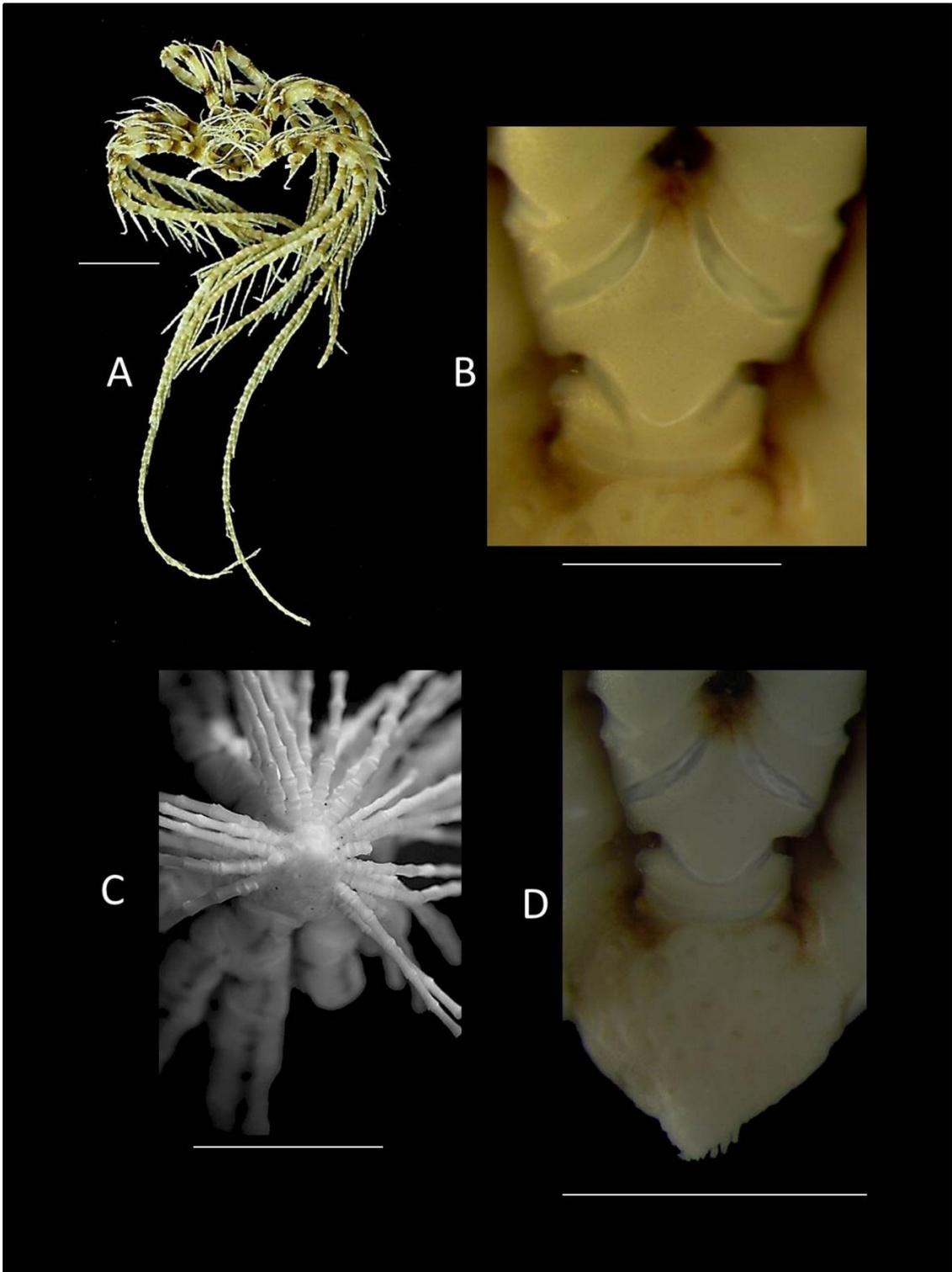
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 22). Desde Yucatán hasta Puerto Rico y Jamaica (A. H. Clark, 1947), Golfo de México, Caribe mexicano, Cuba, Bahamas, Jamaica y Puerto Rico.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W), (23°15'17.2542"N, 88°56'18.4914"W), (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (20°59'30.0114"N, 86°23'44.988"W) (Felder y Camp, 2009).

**Localidad tipo.** Desconocida.

**Intervalo batimétrico.** 42-476m

**Material tipo.** Holotipo, USNM 22674.



**Lámina 22.** *Cocometra nigrolineata* A. H. Clark, 1918. **A.** Ejemplar completo, escala 1cm; **B.** Serie braquial IBr<sub>2ax</sub>, escala 0.2cm; **C.** Visa aboral del osículo centrodorsal con cirros, se alcanza a denotar la línea obscura en la parte aboral, escala 0.5cm; **D.** Centrodorsal y anillo formado por los osículos radiales, escala 0.2cm.

**Género *Trichometra*** A. H. Clark, 1908

*Antedon*.- Portualès, 1869: 356.

*Trichometra* A. H. Clark, 1908: 131; 1947: 668.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Género con centrodorsal hemisférico, redondeado a cónico. Los cirros poseen cirrales largos, hasta tres veces más largos que anchos. Braquiales proximales con el borde distal abruptamente evertido y ornamentado con abundantes espinas pequeñas. Sin marsupio en las pínulas genitales.

***Trichometra cubensis*** (Portualès, 1869)

(Lámina 23)

*Antedon cubensis*. Portualès, 1869: 356, 1878: 214; Hartlaub, 1912: 385- 389.

*Trichometra cubensis* A. H. Clark, 1918: 247, 1947: 671.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947.) Cirros con entre 25- 35 cirrales. Osículos de IBr con caras laterales planas; braquiales proximales con el borde distal evertido y frecuentemente ornamentado con numerosas espinas.

**Descripción.** Osículo centrodorsal cónico o en forma de domo; puede presentar ornamentaciones muy finas o ser completamente liso (Lámina 23, C). Las inserciones de los cirros son de forma hexagonal con orificio axial ocluido o muy reducido. Se encuentran agrupados en cuatro filas con entre seis y ocho cirros cada una. Cirros largos y delicados con un número variable de cirrales, frecuentemente entre 24 y 40 osículos; los cirros proximales son más largos que los cirros distales. Presencia de uña terminal y espina opuesta en todos los cirros. Cáliz poco evidente, los osículos basales nunca están expuestos, mientras que el anillo formado por los osículos radiales es grueso y bien visible (Lámina 23, C). Posee 10 brazos (Lámina 23, A), braquiales ornamentados en el extremo distal con un borde formado por numerosas espinas pequeñas. Fórmula braquial; IBr<sub>2</sub>ax (Lámina 23 B); IIBr (3+4), (9+10), (14+15), (17+18) siguiendo un patrón de dos articulaciones musculares por cada siziga en los brazos libres. Primeras pínulas en IIBr<sub>2</sub>. Los pinulares son delgados y alargados, con un promedio de 21 osículos por cada pínula. Sin presencia de peine pinular en las pínulas orales. Pínulas genitales a partir de P<sub>4</sub> y alimentarias desde P<sub>7</sub> con una clara diferencia entre la forma de éstas debido a la presencia de sacos genitales. El tegmen se encuentra unido a los brazos hasta IBr<sub>1</sub>. Boca central con papila anal cercana a la boca. Surcos ambulacrales bien definidos con papilas carnosas bordeando cada uno de ellos.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.3.1, 1 ejemplar, Mar Caribe, Banco Chinchoro (18°30.00'N, 87°37.00'W); ICML-UNAM 1.3.2, 1 ejemplar, (18°30.00' N, 87° 37.00'W); Quintana Roo; ICML-UNAM 1.3.3, 4 ejemplares, Golfo de México, frente a Laguna Madre (23°53.129'N, 97°08.593'W), Tamaulipas; USNM E17751, 2 ejemplares Akumal, (20°22'30"N,

87°11'30.012"W); USNM E17561, 12 ejemplares, Banco Arrowsmith (21°16'59.9874"N, 86°13'0.0114"W); USNM E17556, 1 ejemplar, Banco Arrowsmith, Canal de Yucatán (21°1'59.9874"N, 86°28'59.9874"W); México

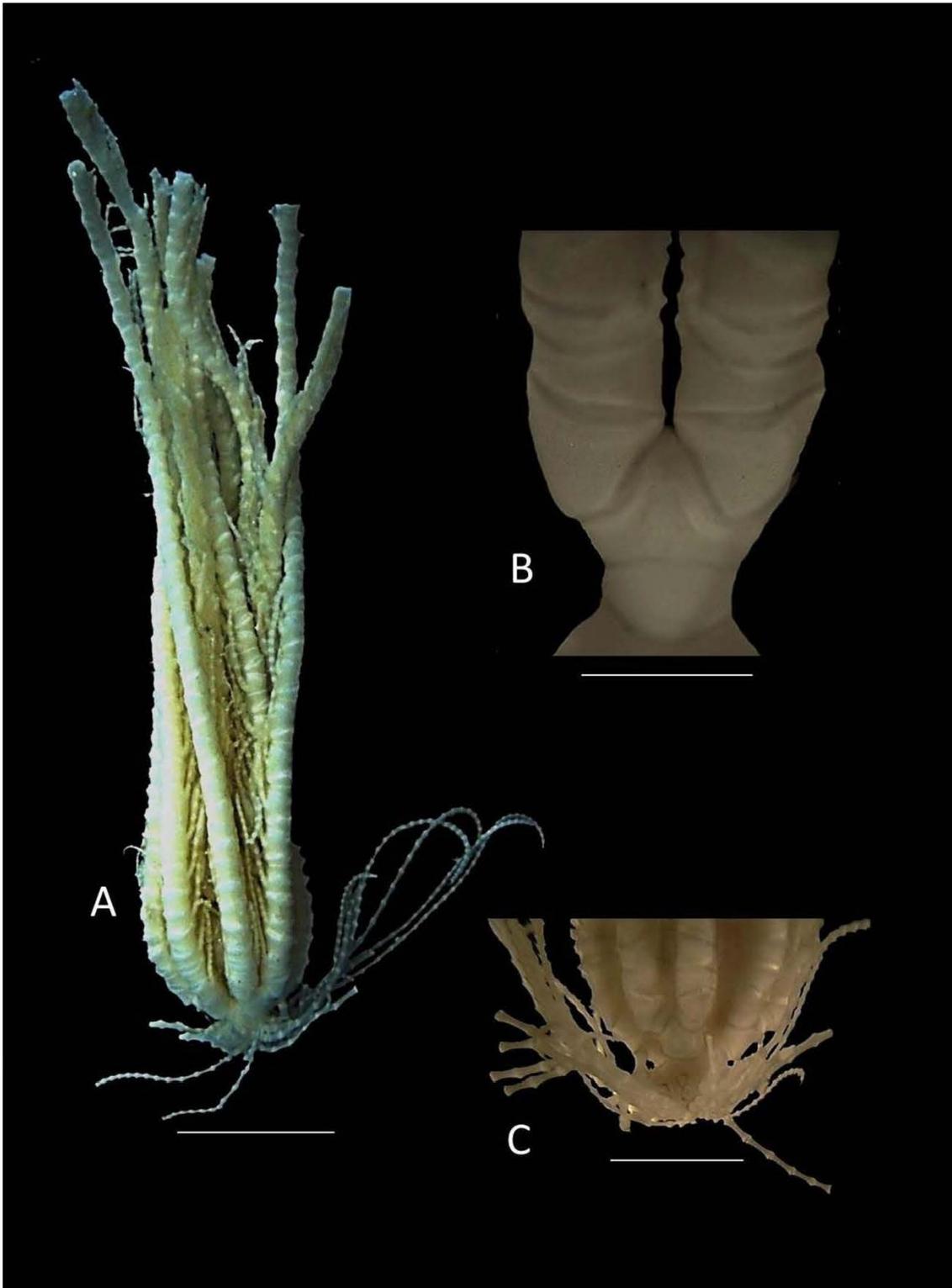
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 23) De la parte oriental del Golfo de México Golfo de México y norte de Cuba, hasta el sur de Islandia e Islas Feröe (A. H. Clark, 1947); Groenlandia, Canadá, Estados Unidos de Norteamérica, Cuba, Jamaica, Guadeloupe, San Vicente y Granadinas, Nicaragua, Colombia.

**Distribución en México.** Banco de Campeche, Yucatán (23°46'52.37"N, 89°16'0.4254"W), (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W), (24°3'45.9066"N, 86°33'39.6714"W); Banco Arrowsmith, Quintana Roo (21°16'59.9874"N, 86°13'0.0114"W), (21°1'59.9874"N, 86°28'59.9874"W), 20°55'.0114"N, 86°28'0.0114"W); Akumal, Quintana Roo (20°22'30"N, 87°11'30.012"W).

**Intervalo batimétrico.** 293-4, 829m.

**Localidad tipo.** Frente a Cojima, Ciudad de la Habana, Cuba.

**Material tipo.** Se desconoce.



**Lámina 23.** *Trichometra cubensis* (Portualès, 1869). **A.** Ejemplar completo, escala 0.7cm; **B.** Serie braquial  $IB_{2ax}$  donde se aprecia la siza entre los braquiales (3+4) de los brazos libres, escala 0.3cm; **C.** Osículo centrodorsal y cirros, escala 0.5cm.

**Género *Hypalometra*** A. H. Clark, 1908

*Antedon* Carpenter, 1881: 155.

*Hypalometra* A. H. Clark, 1908: 133.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1908). Centrodorsal hemisférico a subcónico, completamente cubierto por cirros; área polar pequeña y desnuda. Cirros de XX a XXX con hasta 25 cirrales que decrecen en longitud hacia la parte distal del cirro; uña terminal y espina opuesta bien desarrollada. Radiales visibles sin exceder el perímetro del centrodorsal. Diez brazos. Primeras dos pínulas ausentes; primera pínula en el quinto braquial y porta glándulas genitales.

***Hypalometra defecta*** (Carpenter, 1888)

(Lámina 29)

*Antedon defecta* Carpenter, 1888: 206, 207; Minckert, 1905: 171; Hartlaub, 1912: 381- 384.

*Hypalometra defecta* A. H. Clark, 1908: 133; 1947: 488.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947) Centrodorsal cónico o hemisférico. Primera pínula en el quinto braquial posterior a la primera siziga en lugar de estar articulada en el epizigal de la primera siziga como ocurre en otros crinoides.

**Descripción.** Centrodorsal pequeño, subcónico o hemisférico. Inserciones de cirros numerosas acomodadas en hileras más o menos irregulares cubriendo casi completamente el centrodorsal, pero dejando el área polar libre (Lámina 24, B). Cerca del borde del centrodorsal, debajo de cada uno de los radiales hay regularmente tres inserciones de cirros. Cirros XX a XXX con 22 a 25 o incluso 30 cirrales (Hartlaub, 1912), los osículos distales tienen una proyección dorsal moderada que en el penúltimo cirral forma una fuerte espina opuesta que prácticamente involucra totalmente al osículo (Lámina 24, A). Uña opuesta más larga que el penúltimo segmento y fuertemente curvada. Los osículos radiales son visibles, aunque cortos (Lámina 24, B). El primer osículo braquial es muy corto; axilas prácticamente cuadradas con los lados ligeramente cóncavos. Las primeras series braquiales son estrechas y bien separadas lateralmente. Especie con 10 brazos (Lámina 24, A). Fórmula braquial; IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (14+15), distalmente las sizigas se encuentran después de cada dos articulaciones musculares. Ausencia de P<sub>1</sub> y P<sub>a</sub>. P<sub>2</sub> es la primera pínula en cada brazo (Lámina 24, C), sin peine pero con tendencia a enrollarse sobre sí misma, presenta una gónada alargada; las pínulas P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> son más cortas, posteriormente las pínulas distales se hacen progresivamente más largas y delgadas.

**Material examinado.** USNM E17841, 50 ejemplares, Mar Caribe, Golfo de Venezuela (12°14'18"N, 70°40'00"W), Venezuela; USNM 356558, 1 ejemplar, estrecho de Florida

(23°11'45"N, 82°18'54"W); USNM 34583, 1 ejemplar, estrecho de Florida (23°10'39"N, 82°20'21"W), Cuba.

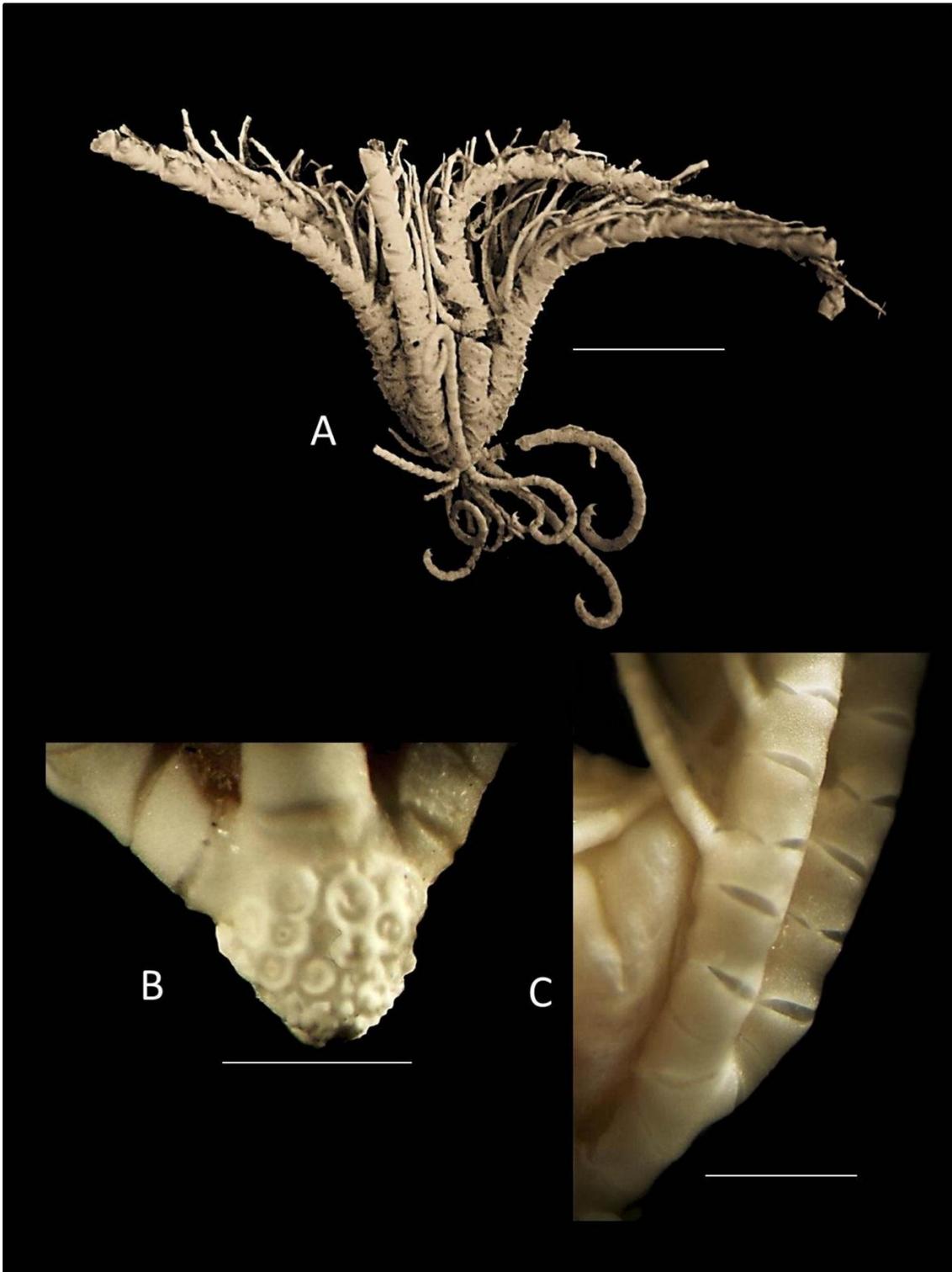
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 24) Frente a la ciudad de La Habana y parte norte de Cuba (A. H. Clark, 1947); Golfo de México, Cuba, Estados Unidos de Norteamérica, República Dominicana, Panamá, Venezuela.

**Distribución en México.** Banco de Campeche (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W), (23°15'17.2542"N, 88°59'4.92"W), (22°18'8.1822"N, 88°20'39.156"W). (Felder y Camp, 2009).

**Inervalo batimétrico.** 40-386m.

**Localidad tipo.** Mar Caribe.

**Material tipo.** Desconocido.



**Lámina 24.** *Hypalometra defecta* (Carpenter, 1888). **A.** Ejemplar completo, escala 0.5cm; **B.** Osículo central y anillo formado por los osículos radiales del cáliz, escala 0.1cm; **C.** Serie divisoria IBr<sub>2</sub>ax y primera siziga del brazo en (3+4), se aprecia la posición de la primera pínula en la primera sinartría posterior a la siziga y no en el epizigal, característico de la especie, escala 0.07cm.

Subfamilia Heliometridae A. H. Clark, 1909

**Género *Florometra*** A. H. Clark, 1915

*Antedon* Bell, 1882: 651.

*Heliometra* A. H. Clark, 1907: 350-351.

*Florometra* A. H. Clark, 1913: 62, 1947: 292.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Centrodorsal cónico redondeado o hemisférico aplanado, algunas veces con un marcado hundimiento en el polo aboral. Brazos con apariencia redondeada en vista dorsal; braquiales igualmente largos que anchos, con bordes más o menos espinosos siendo esta característica más evidente en especímenes pequeños, Pínulas proximales con peine rudimentario; pínulas distales con pinulares elongados. Las especies pertenecientes a éste género presentan 10 brazos.

***Florometra serratissima*** (A. H. Clark, 1907)

(Lámina 25)

*Antedon perplexa* A. H. Clark, 1907: 74.

*Antedon serratissima* A. H. Clark, 1907: 77.

*Heliometra perplexa* A. H. Clark, 1907: 351.

*Heliometra serratissima*.- A. H. Clark, 1907: 351.

*Heliometra tanneri* A. H. Clark, 1908 : 267.

*Florometra tanneri* A. H. Clark, 1915 : 123.

*Florometra perplexa* A. H. Clark, 1915: 140.

*Florometra serratissima* A. H. Clark, 1915: 140, 1947: 299; Mortensen, 1920: 54- 55.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Tercera siziga en (16+17); generalmente el extremo distal de los braquiales proximales está ornamentado con espinas pequeñas. Centrodorsal hemisférico con el polo aboral hundido, formando una notoria concavidad desprovista de cirros.

**Descripción.** Centrodorsal hemisférico aplanado, con un profundo hueco en el polo aboral. Centrodorsal totalmente cubierto por inserciones de cirros que decrecen conforme se acercan al extremo distal del osículo (Lámina 25, C-D). Cirros L a LXXX, con 42 a 53 cirrales moderadamente robustos. Cirral basal cerca de dos veces más ancho que largo, hacia la parte media del cirro los osículos son igualmente largos que anchos; en el extremo apical, vuelven a ser más anchos que largos. Espina opuesta pequeña, algunas veces no es más que un tubérculo en la parte dorsal del penúltimo cirral. Uña terminal larga, robusta y moderadamente curva (Lámina 25, E). Los extremos de los osículos radiales se aprecian en la misma línea que el borde del centrodorsal. Primer osículo braquial muy corto (Lámina 25, B), nunca en contacto con los braquiales adyacentes. Distalmente los lados tienden a converger. Las axilas son

igualmente largas que anchas, tanto como la base de los primeros braquiales, por lo que la base de la axila sobresale del borde distal del primer braquial, forma un ángulo distal truncado y con proceso anterior redondeado que emerge como un prominente tubérculo en la articulación en la línea entre los dos osículos de IBr (Lámina 25, B). El borde distal de IBr<sub>1</sub> y los bordes distal y proximal de IBr<sub>2</sub> rara vez son lisos; presentan una fina ornamentación de espínulas. La especie presenta 10 brazos (Lámina 25, A), los primeros braquiales de los brazos libres son de forma casi triangular. Fórmula braquial IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (16+17), ocasionalmente, la tercera siziga aparece en (15+16); distalmente las sizigas aparecen después de cada 3 articulaciones musculares. P<sub>1</sub> largas y delicadas, se enrollan dorsalmente sobre sí mismas. Los osículos pinulares proximales presentan una fuerte carina en la parte ventral; osículos pinulares distales con un abultamiento ligero con numerosas espinas en la parte dorsal, por lo que la pínula aparenta tener un peine rudimentario similar al que presentan los crinoideos comastéridos. Los extremos terminal y proximal de los pinulares están ornamentados con espinas pequeñas. Las pínulas distales son menos largas que P<sub>1</sub>, los extremos distales de los osículos se proyectan cubriendo parcialmente las bases de los pinulares subsecuentes.

**Material examinado.** USNM 35795, 10 ejemplares, Rocas Sea Lion, Washington (47°29'30"N, 125°43'0"W), Estados Unidos de Norteamérica; USNM E0001104, 1 ejemplar, Isla Cedros, Baja California (27°38'45"N, 115°17'40"W).

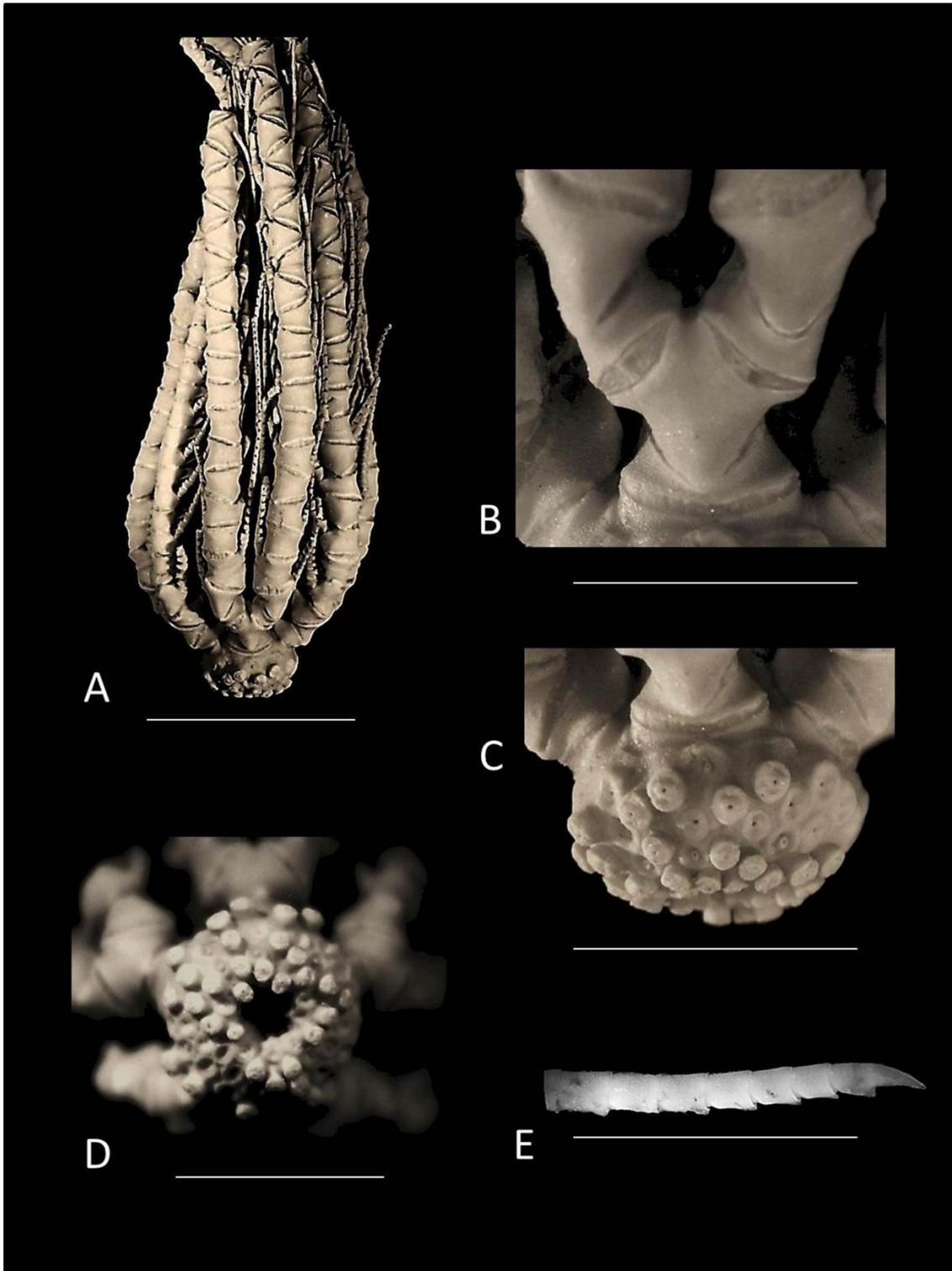
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 25). Desde Isla Natividad, Baja California; hasta la Sonda Sitka, Alaska (A. H. Clark, 1947); Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y México.

**Distribución en México.** Costa occidental de la península de Baja California (32°0'0"N, 117°0'0"W), (27°38'44.988"N, 115°17'39.9834"W).

**Intervalo batimétrico.** 12-3234m.

**Localidad tipo.** Desconocida.

**Material tipo.** Holotipo, USNM 22612.



**Lámina 25.** *Florometra serratissima* (A. H. Clark, 1907). **A.** Ejemplar completo, escala 2cm; **B.** Serie braquial  $lBr_{2ax}$ , escala 0.25cm; **C.** Vista lateral del osículo centrodorsal, escala 0.5cm; **D.** Vista aboral del osículo centrodorsal en el que se aprecia el profundo hueco en el ápice, escala 0.5cm; **E.** Extremo distal de un cirro mostrando la uña terminal y débil espina opuesta, escala 0.4cm.

***Florometra tanneri*** (Hartlaub, 1895)

(Lámina 26)

*Antedon tanneri* Hartlaub, 1895: 197.

*Antedon rhomboidea* Hartlaub, 1895: 138.

*Heliometra tanneri* A. H. Clark, 1907: 267.

*Florometra magellanica* A. H. Clark, 1915: 138.

*Florometra tanneri* A. H. Clark, 1915: 123, 138; 1947: 313.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Especie en la que no existe ornamentación en los pinulares basales de las pínulas proximales. La tercera siziga se encuentra entre (16+17).

**Descripción.** Centrodorsal aplanado, hemisférico con el polo aboral más o menos deprimido; las inserciones de los cirros cubren completamente los lados del osículo acomodados en cuatro o cinco hileras alternadas (Lámina 26, B). Cirros frecuentemente LX, con 40 a 54 cirrales; del cuarto al décimo cirrales notoriamente alargados y hasta el vigésimo son más largos que anchos. Desde el octavo los osículos son comprimidos lateralmente. La porción distal de cada cirral se levanta formando una espina pequeña. Los radiales son evidentes justo al borde del osículo centrodorsal. Primer braquial muy corto, sin contacto lateral con los demás, lados convergentes; con un prominente tubérculo sinartrial que no es tan notorio en ejemplares jóvenes (Lámina 26, C). Las axilas (IBr<sub>2</sub>) son triangulares, el borde proximal es marcadamente más ancho que el borde distal del primer braquial. La especie tiene 10 brazos (Lámina 26, A), los primeros braquiales de los brazos libres son cortos, sin estar en contacto unos con otros, con un prominente tubérculo asociado a la articulación con el segundo braquial (Lámina 26, C). La primera siziga (3+4) es oblonga y posterior a ésta articulación, los 3 o 4 osículos conservan una forma más o menos cuadrada para posteriormente ser triangulares. En la parte media y hasta el extremo distal de los brazos, los osículos tienen el borde distal ensanchado y ornamentado con numerosas espínulas. Fórmula braquial: IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (16+17), distalmente las sizigas aparecen después de cada 4 articulaciones musculares (excepcionalmente tres o cinco). Primera pínula oral larga y delgada, P<sub>2</sub> ligeramente más larga y con pinulares ligeramente más robustos; P<sub>3</sub> es corta; las pínulas medias son del mismo tamaño que P<sub>3</sub> y gradualmente se alargan hacia la parte distal del brazo.

**Material examinado.** USNM 35846, 1 ejemplar, norte de Islas Coronado, Golfo de California (32°10'N, 117°20'W); USNM 35800, 1 ejemplar, Isla Guadalupe, (28°3'15.0114"N, 118°15'45"W), México.

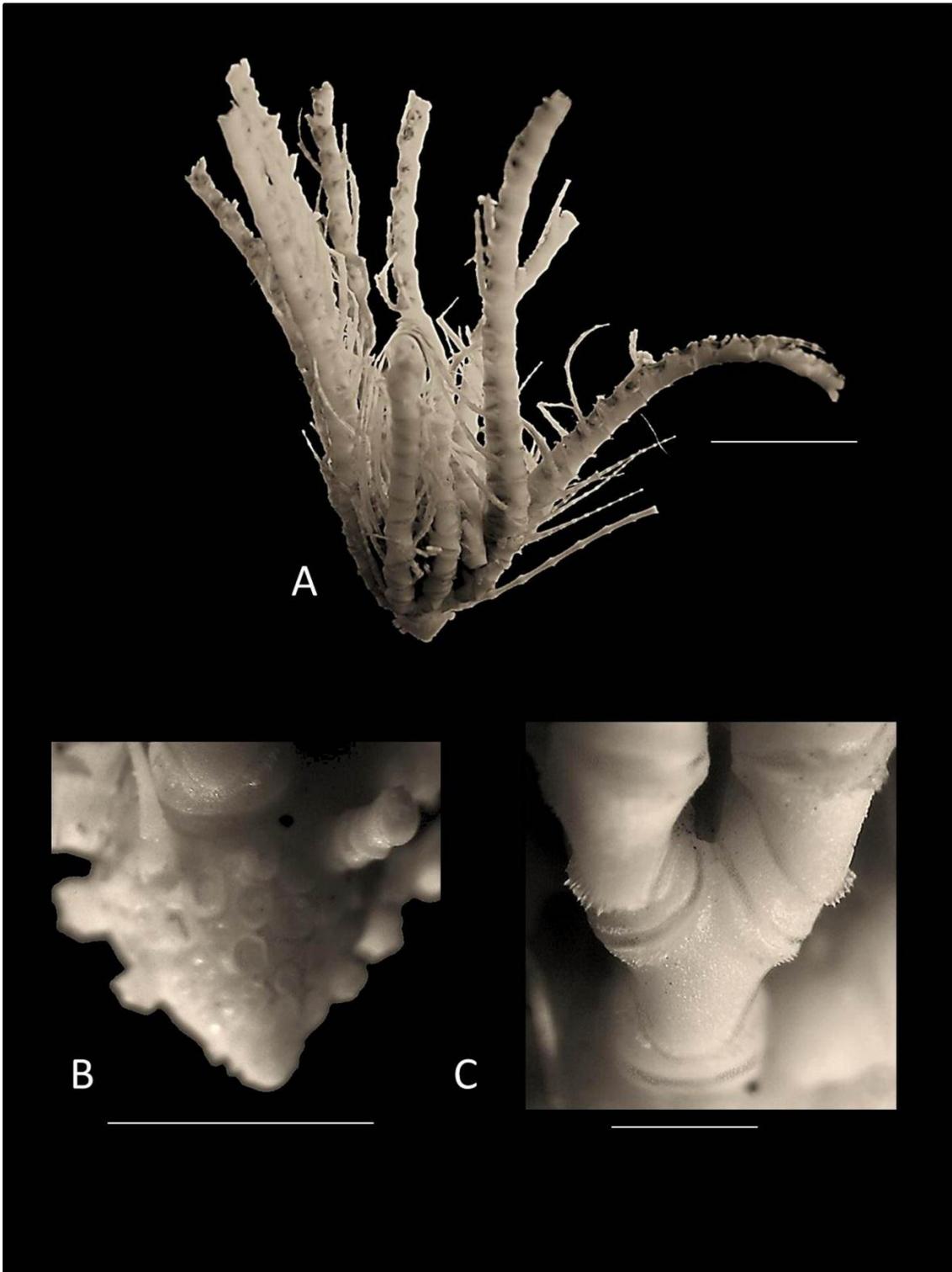
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 26) Desde Islas Marías, Nayarit México; hasta la Bahía de Panamá (A. H. Clark, 1947); Océano Pacífico de Estados Unidos de Norteamérica, México, y Panamá.

**Distribución en México.** Costa occidental de la Península de Baja California ( $32^{\circ}10'1.2''\text{N}$ ,  $117^{\circ}19'58.7994''\text{W}$ ), ( $28^{\circ}3'15.0114''\text{N}$ ,  $118^{\circ}15'45''\text{W}$ ). (Felder y Camp, 2009).

**Intervalo batimétrico.** 104-207m.

**Localidad tipo.** Bahía de Panamá.

**Material tipo.** Desconocido.



**Lámina 26.** *Florometra tanneri* (Hartlaub, 1895). **A.** Ejemplar completo, escala 0.5cm; **B.** Centrodorsal y anillo formado por los osículos radiales, escala 0.3cm; **C.** Serie braquial IBr<sub>2</sub>ax, escala 0.2cm.

Familia Zenometridae A. H. Clark, 1909

**Género *Zenometra*** A. H. Clark, 1907

*Antedon* Carpenter, 1881: 152.

*Zenometra* A. H. Clark, 1907: 354; 1947: 495.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1907). Centrodorsal alargado, cónico o columnar, dividido por cinco elevaciones interradales. Cada sección porta dos hileras de cirros. Cirros con hasta 50 cirrales, los cuales tienen una fuerte espina en la superficie aboral. Braquiales proximales estrechamente articulados, cubiertos con numerosas espinas pequeñas.

***Zenometra columnaris*** (Carpenter, 1881)

(Lámina 27)

*Antedon columnaris* Carpenter, 1881: 152, 1888: 207, 377; Hartlaub, 1912: 406- 409.

*Zenometra columnaris* A. H. Clark, 1907: 354, 1918: 231; 1947: 496.

**Diagnosis.** Centrodorsal columnar o con forma de cono truncado, claramente dividido por cinco crestas interradales entre las cuales hay siempre dos hileras de cirros; polo aboral toscamente esculpido y libre de cirros. Series braquiales ornamentadas con numerosas espinas pequeñas.

**Descripción.** Centrodorsal largo y columnar, en forma de cono truncado con cinco crestas interradales prominentes y redondeadas que decrecen considerablemente en el extremo distal. Sólo la mitad de las inserciones de los cirros en cada columna parece ser funcional, ya que algunos no tienen orificio axial, mientras que en otros está perfectamente formado. Polo aboral irregular, plano o ligeramente cóncavo (Lámina 27, A, C). Cirros XX a XL, hasta 50, fuertemente comprimidos lateralmente; los cirrales terminales tienen una proyección dorsal fuertemente curvada. La espina opuesta es triangular, la base de la cual ocupa toda la parte dorsal del osículo. La uña terminal es cónica, no más larga que el penúltimo cirral. Extremos de los osículos basales visibles como una continuación de los bordes de las crestas interradales del centrodorsal (Lámina 27, C). Radiales muy cortos, con forma de "U", con tres grupos de espínulas, dos laterales y uno central; o el margen ribeteado con numerosas espinas de apariencia cristalina. Los IBr<sub>1</sub> son muy pequeños, en forma de "V", modificados debido al proceso proximal de las axilas y con una amplia banda de espinas en el borde proximal del osículo. Las axilas son grandes, romboidales con todos los lados cóncavos; más anchas que largas, con todos los bordes festoneados con espinas, las cuales son más largas en la parte proximal. También presentan un mechón de espinas en el ángulo distal (Lámina 27, A-B). Diez brazos; primeros braquiales muy cortos, con el lado externo más largo que el que está en contacto con la parte interna de la axila. Los segundos braquiales son largos y de forma

irregular; hacia la parte distal de los brazos, los osículos toman forma triangular, los extremos distales se enciman en el extremo proximal de los braquiales; la parte distal de los osículos está adornada con numerosas espinas pequeñas. Fórmula braquial:  $I\text{Br}_2ax$ ,  $II\text{Br}$  (3+4), (9+10), con frecuencia hay especímenes en que la segunda siziga aparece de (6+7) hasta (13+14), distalmente las sizigas aparecen a intervalos de cada tres o cuatro articulaciones musculares.  $P_1$  larga, muy comprimida con pinulares más largos que anchos, especialmente en el extremo distal donde son excesivamente largos. Las pínulas siguientes tienden a ser más robustas que  $P_1$ , con pinulares igualmente alargados y ornamentados con espínulas en el borde distal.

**Material examinado.** USNM 34569, 3 ejemplares, Florida (30°44'00"N, 79°26'00"W), USA; USNM 34630, 1 ejemplar, frente a Daytona Beach, Florida (29°39'00"N, 79°49'00"W), USA; USNM E17831, 2 ejemplares, Mar Caribe, Isla Navassa (18°17'N, 75°07'W), Haití.

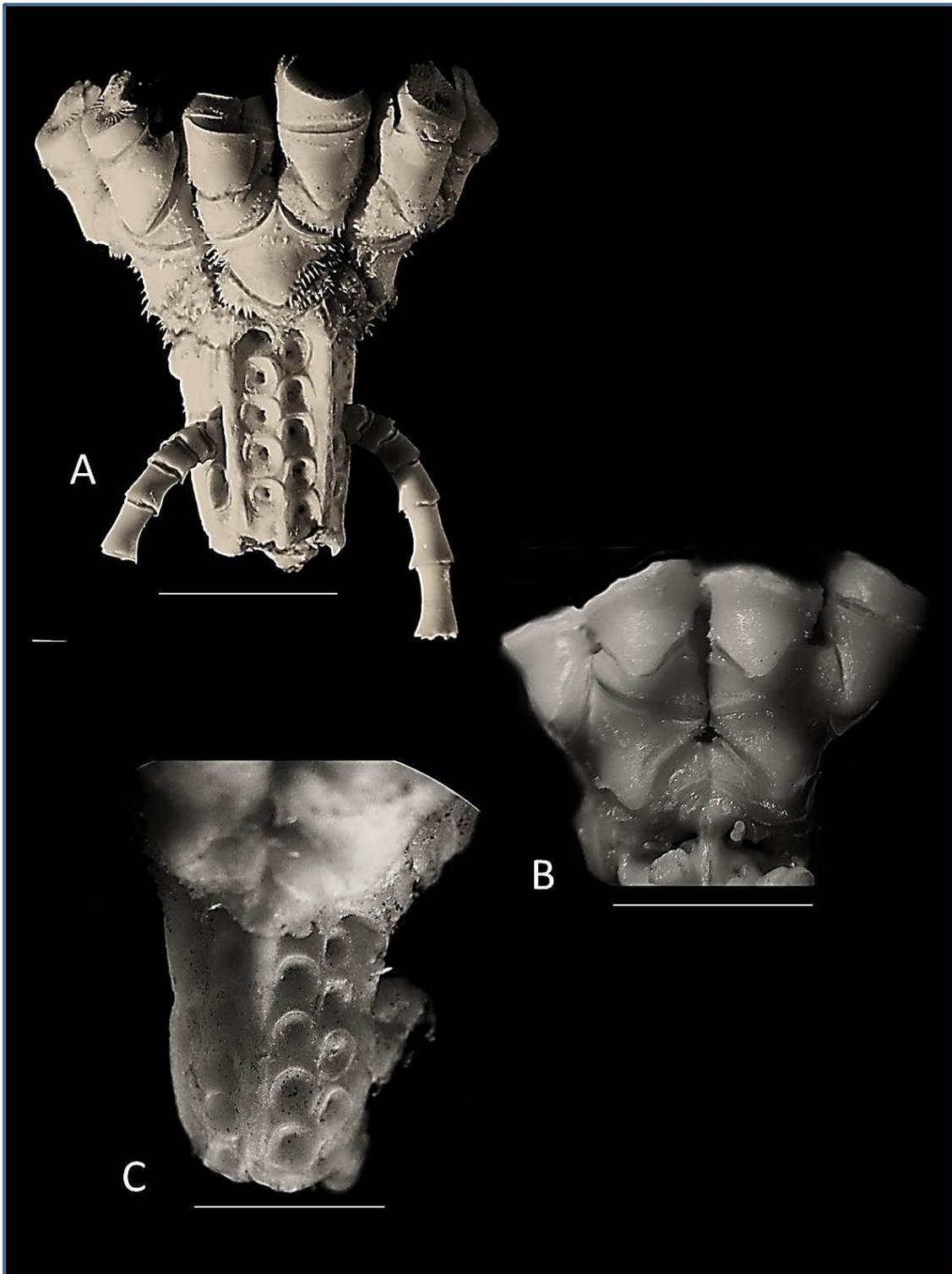
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 27) De Pensacola, Florida hasta Santa Lucía (Clark, A. H 1947); Golfo de México, Cuba, Estados Unidos de Norteamérica, Bahamas.

**Distribución en México.** Banco de Campeche (23°38'31.5486"N, 89°10'49.098"W) (Felder y Camp, 2009).

**Intervalo batimétrico.** 309-1, 033m.

**Localidad tipo.** Santa Lucía.

**Material tipo.** Ejemplar tipo desaparecido. Recolectado frente a Santa Lucía, mar Caribe. Expedición *Blake*, estación 222. Neotipos, USNM 34630, 1 ejemplar; USNM 34633, 1 ejemplar, ambos recolectados durante el crucero *Albatross*, estación 2663 al norte de Florida, USA..



**Lámina 27.** *Zenometra columnaris* (Carpenter, 1881). **A.** Detalle lateral del centrodorsal, escala 0.4cm. **B.** Series braquiales IBr<sub>2ax</sub> y porción proximal de los brazos libres, escala 0.25cm; **C.** Osículo centrodorsal y extremos distales de los osículos radiales del cáliz, escala 0.25cm.

Subfamilia Bathymetrinae A. H. Clark, 1909

**Género *Fariometra***

*Antedon* Hartlaub, 1895: 144.

*Thaumatometra* A. H. Clark, 1908: 128.

*Nepiometra* A. H. Clark, 1917: 130.

*Fariometra* A. H. Clark, 1917: 128, 130; 1918: 248; 1947: 723.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Crinoideos con centrodorsal cónico; XXX o más cirros con hasta 36 cirrales. Braquiales con bordes distales ornamentados con finas espínulas, tan largos como anchos; pínulas genitales sin marsupio.

***Fariometra parvula*** (Hartlaub, 1895)

(Lámina 28)

*Antedon parvula* Hartlaub, 1895: 144.

*Trichometra europacifica* H. L. Clark, 1923: 148.

*Fariometra parvula* A. H. Clark, 1947: 738.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Centrodorsal cónico completamente cubierto por cirros. Presenta 10 brazos libres en los cuales las sizigas aparecen después de cada dos articulaciones musculares.

**Descripción.** Centrodorsal cónico, en vista lateral es casi un triángulo equilátero perfecto; polo aboral puede estar ornamentado con numerosas papilas (Lámina 28, C). Las inserciones de los cirros uniformemente distribuidas sobre la superficie; cirros agrupados en columnas o en hileras definidas. Cirros, alrededor de LX, con 28 a 29 cirrales largos y bastante angostos (Lámina 28, C). Desde la parte media del cirro, los osículos desarrollan una proyección prominente, por lo que el perfil del cirro es fuertemente serrado. Espina opuesta larga, prominente y erecta. Uña terminal ancha en la base, pero delgada y fuertemente curvada hacia la punta. Radiales con el borde distal extendido ligeramente después del borde del centrodorsal. Braquiales de la serie IBr<sub>1</sub> cortos, considerablemente más anchos que largos; los bordes laterales convergen hacia el extremo distal y son ligeramente convexos (Lámina 28, B), borde distal recto, evertido y armado con denticulos burdos o espinas. Las axilas son romboides, con el ángulo distal alargado y los dos lados distales ligeramente expuestos y espinosos. Presenta 10 brazos delicados (Lámina 18, A). Los primeros braquiales son igualmente largos que anchos, extremo distal prominente y festonado con espinas pequeñas. Osículos en la serie IIBr<sub>2</sub> de forma irregularmente cuadrada, con bordes distales igualmente evertidos y pueden presentar numerosas espinas. Fórmula braquial IBr<sub>2</sub>ax, IIBr (3+4), (9+10), (14+15), (18+19) y distalmente después de cada dos articulaciones musculares. Primera pínula oral muy delgada y rígida, con los primeros tres pinulares cortos. Extremo distal de las pínulas

expandido y espinoso. Pínulas genitales (generalmente P<sub>4</sub> a P<sub>6</sub>) con gónadas fusiformes entre los osículos quinto a séptimo. Pínulas distales delgadas con pinulares notoriamente elongados.

**Material examinado.** USNM 35845, 1 ejemplar, Sur de Isla Coronado, Baja California (32°10'N, 117°20'W), México.

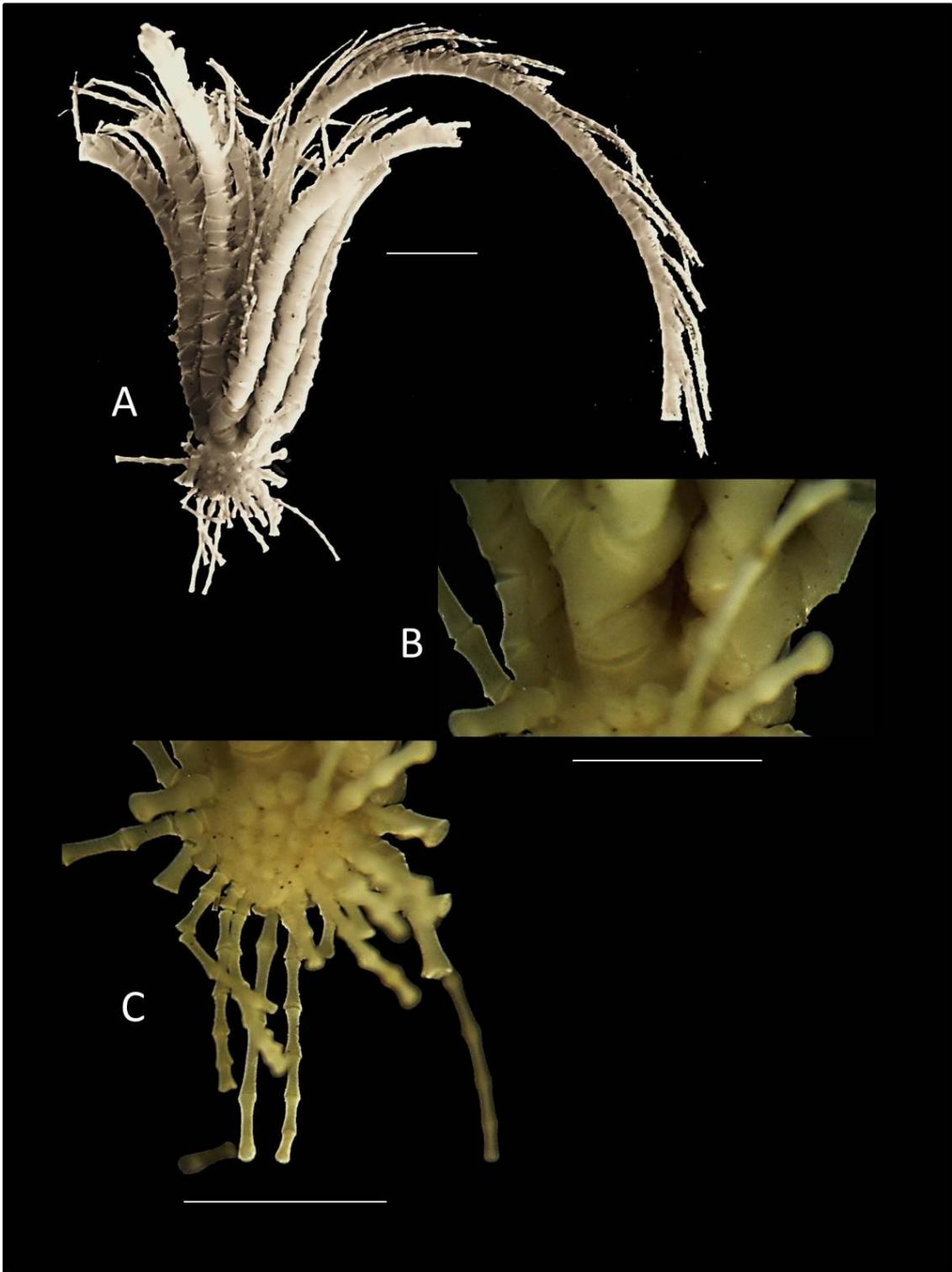
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 28) Desde San Diego, California hasta Panamá (A. H. Clark, 1947); Pacífico de los Estados Unidos de Norteamérica, México.

**Distribución en México.** Península de Baja California (32°10'1.2"N, 117°19'58.7994"W), Isla Coronado, Baja California (32°0'0"N, 117°0'0"W).

**Intervalo batimétrico.** 344-636m.

**Localidad tipo.** Frente a Isla Cocos, Panamá.

**Material tipo.** Desaparecido.



**Lámina 28.** *Fariometra parvula* (Hartlaub, 1895). **A.** Ejemplar completo, escala 0.5cm; **B.** Serie braquial IBr<sub>2ax</sub> y extremo distal de los osículos radiales del cáliz, escala 0.3cm; **C.** Osículo centrodorsal y cirros, escala 0.3cm.

Superfamilia Atelecrinacea Bather, 1899

Familia Atelecrinidae Bather, 1899

**Género *Atelecrinus*** Carpenter, 1881

*Antedon* Portualès, 1869: 356.

*Atelecrinus* Carpenter, 1881: 152, 166; 1888: 68; A. H. Clark, 1947: 817.

**Diagnosis.** (Modificada de Carpenter, 1881). Género con 10 brazos, Primera siziga entre los braquiales 3+4. Sin pínulas hasta el braquial 17. Osículos basales presentes, visibles como pequeños triángulos entre los ángulos radiales en el cáliz. Sitios de inserción de cirros con dos proyecciones con perfil triangular. Cirros largos y delgados, con uña terminal pequeña y cónica.

***Atelecrinus balanoides*** Carpenter, 1881

(Lámina 29)

*Antedon cubensis* Portualès, 1869: 356.

*Atelecrinus cubensis*.- Carpenter, 1882: 491; Hartlaub, 1912: 386, 484.

*Atelecrinus balanoides*.- Carpenter, 1881: 166; 1882: 489; Hartlaub, 1912: 386; A. H. Clark, 1947: 823.

**Diagnosis.** (Modificada de A. H. Clark, 1947). Centrodorsal cónico, perfil proximal casi cilíndrico mientras que el extremo distal es cónico terminando en una punta pronunciada; 10 columnas de cirros acomodados de manera alternada.

**Descripción.** Osículo centrodorsal más largo que ancho, cónico, algunas veces en la parte proximal tiene bordes rectos. Inserciones de cirros acomodados en 10 hileras verticales paralelas, con cuatro orificios cada una (Lámina 29, C). Sitios de inserción de cirros, ovalados. A cada lado del orificio axial hay un par de proyecciones triangulares que en conjunto con la proyección proximal del orificio de inserción del cirro, forman una estructura similar a una herradura. Los osículos basales del cáliz están fusionados formando un anillo poco evidente que se aprecia como una ligera angostura entre el osículo centrodorsal y el resto del cáliz (Lámina 29, C). Internamente, el osículo axilar puede presentar una estructura llamada "*Probolus adidas*" (Messing, 2006). Se trata de una proyección hacia el interior de la masa visceral derivada de la extensión de uno de los lados en la cara interna del osículo axilar. Son estructuras que no respetan la simetría del organismo, y generalmente se encuentran en osículos adyacentes, por lo que el *probolus* de una axila empata con el de la axila siguiente formando una especie de aparato triturador. La forma es similar a una suela de zapato deportivo (de ahí adquiere su nombre). La superficie está cubierta de abundantes estructuras aciculares agudas. La función de estas estructuras únicas entre los crinoideos es aún

desconocida. La especie tiene 10 brazos libres, cilíndricos; pocas veces retenidos más allá de la primera siziga (Lámina 29, A). Fórmula braquial (Lámina 29, B)  $I_{Br_2ax} II_{Br} (3+4)$ , posteriormente las sizigas aparecen después de entre dos y cuatro articulaciones musculares. Las pínulas proximales aparecen en  $Br_{17}$  de cada brazo, éstas son delgadas, con pinulares rectangulares y aplanados. Pinular basal más ancho que largo, el segundo es de forma cuadrada, hacia el ápice, los osículos van adquiriendo la característica forma rectangular con el extremo distal prolongado hacia adelante a modo de una delgada proyección que cubre la base del siguiente pinular.

**Material examinado.** ICML-UNAM 1.11.1, 1 ejemplar, Mar Caribe, Banco Arenas, Cabo Catoche, Quintana Roo (23°48.38'N, 87°06.64'W); ICML-UNAM 1.11.2, 3 ejemplares, Golfo de México (23°38.48'N, 87°08.16'W); ICML-UNAM 1.11.3, ejemplares, Golfo de México (23°55.478'N, 87°08.16'W); ICML-UNAM 1.11.4, 3 ejemplares, Golfo de México (23°55.504'N, 87°11.300'W); USNM E42667, 1 ejemplar, Mar Caribe, Bahía York (13°09'23"N, 61°17'30"W), San Vicente y Granadinas.

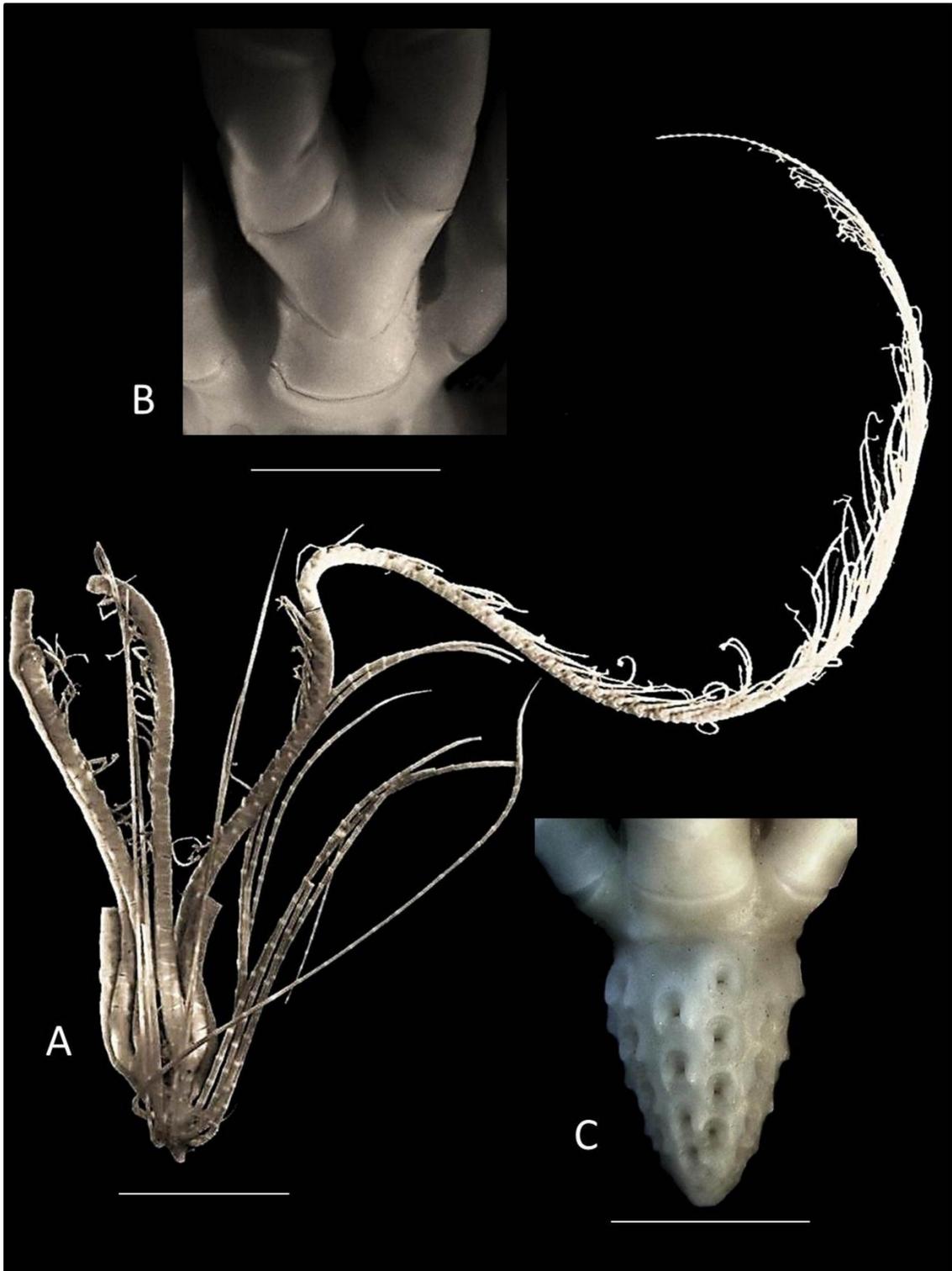
**Distribución geográfica.** (Anexo 2; mapa 29) Desde Florida, USA; hasta Pernambuco, Brasil (A. H. Clark, 1947); Golfo de México, costa Atlántica de los Estados Unidos de Norteamérica, Cuba, Bahamas, hasta Venezuela.

**Distribución en México.** Frente a Progreso, Banco de Campeche, (123°23'N, 89°46'W); Frente a Cabo Catoche, Yucatán (23°55.50'N, 87°11.30'W); (23°48.30'N, 89°,08.16'W); (23°46.20'N, 87°06.64'W); (23°55.478'N, 87°11.272'W (Felder y Camp, 2009).

**Intervalo batimétrico.** 520-2, 809m.

**Localidad tipo.** Frente a Isla Nevis, Antillas Británicas Orientales.

**Material tipo.** MCZ 43, Sintipo.



**Lámina 29.** *Atelecrinus balanoides* Carpenter, 1881. **A.** Ejemplar completo, escala 1cm; **B.** Serie braquial IBr<sub>2ax</sub>, escala 0.3cm; **C.** Osículo centrodorsal y anillo formado por los osículos radiales del cáliz, escala 0.4cm.

## Discusión de resultados

### Aspectos taxonómicos

La taxonomía de crinoideos durante mucho tiempo ha sido un tema tabú entre la comunidad de científicos que se dedican al estudio de los equinodermos, principalmente debido quizá a la falsa creencia de que la identificación de estos organismos es una labor extenuante y complicada debido a la compleja anatomía de los organismos. En la actualidad existe un gran vacío en el conocimiento taxonómico del grupo. En nuestro país, este es el primer esfuerzo que se hace para presentar un clave taxonómica que aglutine a todas las especies que hasta ahora han sido reportadas para las aguas del territorio nacional. Una de las mayores dificultades que surgen al estudiar a los crinoideos es que existen especies que se conocen (y han sido descritas) solo por fragmentos de organismos y hasta ahora, no se han obtenido especímenes completos, por lo que la descripción de los organismos se basa en las características de unos cuantos fragmentos columnares o de coronas, especialmente en especies que habitan aguas profundas. Recientemente es posible acceder a las publicaciones sobre las nuevas tecnologías de recolecta que antiguamente solo eran de uso restringido. La invención y uso de sumergibles ha permitido acceder a las grandes profundidades marinas en busca de nuevos ejemplares (no solo de equinodermos) y ofrece una nueva opción al estudio renovado de la clase Crinoidea al conseguir ejemplares completos, observarlos y fotografiarlos en su ambiente natural. De este modo es también posible comenzar con nuevas líneas de investigación biológica (ecología, etología) y conocer cada vez más acerca de esta interesante clase de equinodermos.

Las técnicas de conservación de ejemplares han sido un problema durante mucho tiempo, ya que es fácil dañar los ejemplares y perder información taxonómica. Un ejemplo lamentable es el del ejemplar tipo de *Endoxocrinus parrae* el cual se perdió debido a un mal procedimiento de conservación (Messing, com. pers., 2010). Debido a esto, los organismos deben ser manipulados lo menos posible durante las recolectas para reducir la pérdida de material útil para la identificación. En el caso de los organismos recolectados en aguas someras con ayuda de equipo de buceo SCUBA, se deben narcotizar los organismos con cristales de cloruro de magnesio y posteriormente introducirlos en frascos amplios con alcohol etílico al 70%. La mayoría de los ejemplares revisados, tanto en México, como en el USNM se encuentran en muy buen estado de conservación. Sin embargo, numerosos ejemplares pertenecientes a las series tipo (holotipos, sintipos) de algunas especies fueron sometidos a técnicas de conservación inadecuadas y actualmente la revisión de estos ejemplares es virtualmente imposible, debido a que las principales características que definen a cada especie son irreconocibles.

El análisis taxonómico fue especial para cada uno de los grupos de crinoideos estudiado. Se emplearon claves taxonómicas para identificar los géneros de crinoideos pedunculados (Roux *et al*, 2002), así como una clave con la cual se pueden determinar las especies de crinoideos isocrínidos basada en la ornamentación de los osículos columnares (Roux, 1977). En el caso

de los crinoideos baticrínidos y bourgueticrínidos se emplearon las descripciones originales de las especies (Carpenter, 1885) debido a que actualmente no existen claves destinadas a identificar estos grupos de crinoideos. Los crinoideos comatúlidos fueron identificados a nivel de género empleando las claves taxonómicas correspondientes (Messing, 2007); para los comastéridos (Clark, A. H, 1931; Hoget y Rowe, 1986; Messing, 1978); atelecínidos (Clark, A. H y A. M. Clark, 1947; Messing, 2003) y antedónidos (Clark, A. H y A. M. Clark, 1947). Los datos geográficos, así como los mapas empleados en este trabajo fueron obtenidos mediante la consulta de la página de internet de la colección de zoología de invertebrados del National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Estados Unidos de Norteamérica; el Ocean Biogeographic Information System (OBIS) y la Sea of Cortez Database del Center for Sonora Desert Studies. Gracias al apoyo de instituciones como la Smithsonian Institution, Harbor Branch Oceanographic Center y la Ocean Biogeographic Information System fue posible obtener la información geográfica actualizada, así como los mapas que complementan a cada una de las descripciones. Gracias a la revisión bibliográfica y al trabajo de revisión de los especímenes de las diferentes colecciones, se completó el listado de crinoideos recolectados para México basado en el arreglo taxonómico propuesto por Carpenter (1888) para los crinoideos pedunculados y de A. H. Clark (1931, 1947, 1950) para los crinoideos comatúlidos. El listado actualizado de los crinoideos de México está compuesto por 29 especies que habitan en prácticamente todos los niveles batimétricos, desde la línea de costa hasta profundidades que superan los 4, 000m.

### **Aspectos biogeográficos**

La distribución geográfica de las diferentes especies de lirios de mar y estrellas plumosas de México aún se encuentra en una fase de descubrimiento y exploración, ya que la mayoría de las especies han sido recolectadas como parte de la fauna acompañante cuando se realizan dragados o arrastres en mar profundo. Resulta particularmente interesante el hecho de que aún hoy se desconoce en gran medida la distribución de la mayoría de las especies de crinoideos, no solamente de México, sino de gran parte de las costas en América Latina. Una limitante importante es indudablemente la falta de recursos para emprender expediciones dedicadas a estudiar la fauna de la parte profunda del mar y muchas veces la captura de datos no es adecuada, por lo que las características medioambientales son pasadas por alto o no son debidamente anotadas en las etiquetas que corresponden a cada muestra recolectada. Esta condición impide realizar aún estudios biogeográficos importantes; sin embargo, el avance de nuevas tecnologías y el trabajo interdisciplinario e internacional sin duda permitirán que exista cada vez una mayor cantidad de información con la cual sea posible realizar estudios más completos. Para este trabajo, los datos de posición geográfica fueron suficientes para realizar los mapas de distribución de las diferentes especies de crinoideos, ayudando a que el conocimiento de la clase Crinoidea sea más completo. Los crinoideos de México se distribuyen en tres grandes regiones marinas :

**Provincia Caribeña (Tropical).** En las aguas del Golfo de México está representado el 86.2% de crinoideos registrados para nuestro país (25 de las 29 especies), siendo el Banco de Campeche la zona que presenta mayor diversidad, ya que en ella se encuentran 23 especies presentes en la plataforma carbonatada de las costas del estado de Yucatán. En esta región, se han registrado 17 especies para ambientes someros, es decir, el 68% del total de especies recolectadas en la zona; mientras que 23 especies se han registrado para ambientes cuya profundidad supera los 200m. Las especies que más frecuentemente han sido registradas son: *Comactinia meridionalis* (Agassiz, 1865), *C. echinoptera* (Müller, 1840), *Democrinus rawsonii* (Portualès, 1874) y *Atelecrinus balanoides* Carpenter, 1881. La mayoría de las muestras de crinoideos de aguas profundas provienen del Banco Arrowsmith, en el Caribe mexicano, donde han sido capturadas diferentes especies de crinoideos pedunculados, así como comatúlidos asociados a ambientes carbonatados a profundidades que exceden los 200m. Las especies más frecuentemente recolectadas en esta zona son *Neocrinus decorus* y *Endoxocrinus parrae*. De esta región provienen también diversas especies de aguas someras que frecuentemente son recolectadas entre las ramas de coral de los arrecifes que crecen en las costas de Quintana Roo.

**Región Californiana, Región Cortés y Región Mexicana.** En la costa del Pacífico mexicano, la clase Crinoidea está pobremente representada ya que solo han sido registradas cuatro especies para esta parte del país. Han sido recolectadas tres especies de crinoideos comatúlidos pertenecientes a la familia Antedonidae y un hyocrínido. El intervalo de profundidad en el que es posible encontrar estos crinoideos va desde los 12m en arrecifes rocosos y campos de algas, hasta los 4, 033m en las planicies abisales entre nódulos polimetálicos cerca de la zona de fractura Clarión-Clipperton. De acuerdo con los reportes bibliográficos la especie más abundante es *Florometra serratissima*.

Los órdenes que se encuentran pobremente representados en aguas territoriales mexicanas son Cyrtocrinida, Bathycrinida e Hyocrinida, ya que en México solo se ha recolectado una especie de cada uno de estos grupos en aguas profundas del Banco de Campeche y en las planicies abisales del Pacífico mexicano.

Los principales obstáculos encontrados durante la revisión bibliográfica para cada una de las especies radican en la ausencia de material correctamente referenciado, es decir, gran parte de la información presentada en este trabajo ha sido modificada de la fuente original debido a errores cometidos por los autores de los trabajos consultados. Gracias a la intensa búsqueda de publicaciones, ahora se cuenta con un acervo bibliográfico confiable y completo con el cual podemos comprender mejor cual ha sido la historia de cada una de las especies presentadas en esta tesis.

En este trabajo fueron omitidas dos especies de crinoideos. *Democrinus conifer* (A. H. Clark, 1909) se omitió debido a que aún no ha sido reconocida como especie válida, y continúa siendo un sinónimo de *Democrinus rawsonii* (Portuàlès, 1874). El Antedónido *Trichometra europacifica* (Clark, A. H., 1923) debido a que la especie está descrita a partir de un solo ejemplar depositado en las colecciones de la USNM. Sin embargo, la especie no puede ser sustentada taxonómicamente debido a que dicho ejemplar se encuentra en muy mal estado y muy probablemente sea un ejemplar juvenil de *Fariometra parvula* (Hartlaub, 1895).

### CONCLUSIONES

1. El trabajo taxonómico con ejemplares de las diferentes especies permitió confirmar la identidad taxonómica de los organismos examinados, gracias a lo cual se estructuró el listado completo de especies de crinoideos que han sido recolectadas en los diferentes ambientes marinos de nuestro país.
2. Fue creada la síntesis taxonómica completa de los crinoideos que han sido recolectados y registrados para aguas territoriales mexicanas, gracias a la cual, el conocimiento de esta clase de equinodermos se ve robustecido favoreciendo el estudio de las diferentes especies reportadas.
3. Se realizó una minuciosa búsqueda de material bibliográfico, con la cual la calidad de información acerca de la clase Crinoidea para México es más completa.
4. En este trabajo, se presenta la primera clave taxonómica para la identificación de los crinoideos de México, lo cual enriquece el conocimiento acerca de la clase Crinoidea para aguas territoriales mexicanas y facilita su estudio posterior.
5. Existen 29 especies de crinoideos registradas en aguas mexicanas. La provincia en la cual existe mayor diversidad de especies es la Provincia Caribeña (Tropical) (22 especies) siendo el Banco de Campeche la zona en la que se reporta el mayor número de especies (23 especies), mientras que la en las regiones Californiana y Mexicana solo cuenta con 4 especies. No existen especies de crinoideos registradas para la provincia Cortés.
6. El orden Comatulida se encuentra mejor representado con 21 especies identificadas, mientras que solo han sido reportadas 7 especies de crinoideos pedunculados y una especie del orden Cyrtocrinida. En el futuro es posible que el listado de especies se vea incrementado gracias a la realización de muestreos más específicos en aguas someras, así como con la implementación de técnicas de recolecta adecuadas para obtener ejemplares de mar profundo.
7. De las especies presentes en México, 19 especies se encuentran en aguas profundas (>200m) siendo *Hyocrinus foelli* Roux y Pawson, 1999, la especie con la mayor profundidad registrada (> 4000m); mientras que 16 especies habitan en aguas someras (<200m); son también registradas 13 especies que habitan en aguas tanto someras

como profundas. La especie con el intervalo batimétrico más amplio es *Florometra serratissima* A. H Clark, 1907 (12- >3000m). .

8. Fue realizada una estancia académica en las colecciones de la Smithsonian Institution National Museum of Natural History, donde fueron estudiados ejemplares de cada una de las especies, así como ejemplares de las series tipo (Tipo, Sintipo, Holotipo, etcétera) que estuvieron a disposición durante el tiempo de trabajo. Como parte de los logros de la estancia en el USNM está la donación de ejemplares de 10 especies de crinoideos que no se encontraban en la Colección Nacional de Equinodermos "María Elena Caso Muñoz", ICML, UNAM, así como la obtención de gran parte del material fotográfico utilizado en este trabajo.

## **Bibliografía.**

Agassiz, E. C., and A. Agassiz. 1865. Seaside studies in natural history. Marine animals of Massachusetts Bay. Radiates. Ticknor and Fields, Boston. Vol 8. 155 pp.

Agassiz, A. 1878-1879. Reports of the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, by the United States Coast Survey Steamer "Blake". II. Report on the Echini. Bull. Mus. of Comp. Zool. 5(9): 181-195.

Agassiz, A. 1888 A contribution to American Thalassography: Three cruises of the United States Coast and geodetic survey steamer "Blake", in the gulf of Mexico, in the Caribbean sea, and along the Atlantic coast of the United States, from 1877 to 1880., U.S. Coast and Geodetic Survey. : Boston; Houghton, Mifflin and Co., 1888. P. 116, fig. 405- 408, 410, 412- 418, 421ab.

Agassiz, A. 1888. Three Cruises of the US Coast Survey steamer "BLAKE". Riverside Press, Cambridge Vol 2. 334.

Améziane-Cominardi, N. 1991. Distribution bathymétrique des Pentacrines du Pacifique Occidental. Essai de modélisation et d'application aux faunes du lias (Problèmes de tectono-eustatisme au cours du rifting téthysien) Doc. Lab. Géol. Lyon (116) : 253p. anexo : 210-214.

Améziane, N. and M. Roux. 1997. Biodiversity and historical biogeography of stalked crinoids (Echinodermata) in the deep sea. Biodiversity and Conservation 6: 1557-1570.

Améziane, N., J. P. Bourseau, T. Heinzaller et M. Roux. 1999. Les genres *Cyathidium* et *Holopus* au sein des Cyrtocrinida (Crinoidea : Echinodermata). Journal of Natural History 33 : 439-470.

Arendt, Yu. A, 1974. Morskie lili. Tsirtokrinidy. Akademia Natura SSSR, Paleontologicheskii Instituta, Trudy. 144, 1-251. [no disponible]

Ausich, W. I. 1997. Calyx plate homologies and early evolutionary history of the Crinoidea. Pp. 289-304, IN: Waters, J. A. & Maples, C. G. (eds.) *Geobiology of Echinoderms*. Paleontological Society Papers 3.

Austin, T., Sr & Austin, T., Jr. 1843- 1849. A Monograph on Recent and Fossil Crinoidea. Bristol. 122 pp.

Bather, F. A. 1899. A phylogenetic classification of the Pelmatozoa. Brit. Assoc. Adv Sci. Rep (1898): 916-923.

- Baumiller, T.K. & C.G. Messing. 2005. Crawling in stalked crinoids: observations, functional morphology, and implications for Paleozoic taxa (Paper No. 25-11). *Geol. Soc. Amer. Abstracts with Programs* 37(7):62-63.
- Bell, F. J. 1882. An attempt to apply a method formulation to the species of the Comatulidae, with a description of a new species. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 530- 536. Pl 35.
- Blainville, H. M. 1834. *Manuel d'Actinologie ou de zoophytologie*. Paris. Lamina 28.
- Bourseau, N., J. P., Heinzaller T. et Roux M.. 1999. Les genres *Cyathidium* et *Holopus* au sein des Cyrtocrinida (Crinoidea : Echinodermata). *Journal of Natural History* 33 : 439-470.
- Buckland, W 1836. *Geology and Mineralogy, Considered With Respect to Natural Theology*. Vol 1. *Bridgewater Treatises* 6. W. Pickering. (317-325) Pp. 468.
- Buitrón, B. E., J. Patiño y A. Moreno. 1987. Crinoideos del Paleozoico Tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1(1): 125-136.
- Buitrón-Sánchez, B. E. y Solís-Marín, F. A. 1993. La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. Vol. Esp. 44. *Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural*: 209-231.
- Buitrón-Sánchez, B. E., E. Almazán-Vázquez and D. Vachard. 2007. Middle Permian crinoids (Echinodermata, Crinoidea) from Cerros Los Monos, Caborca, Sonora, México and paleographic considerations. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 24(3): 344-353.
- Buitrón Sánchez, B. E., C. Gómez Espinosa, E. Almazán Vázquez, D. Vachard, A. Laguarda-Figueroa y F. Solís-Marín. 2008. A review of the crinoid columnals (Echinodermata-Crinoidea) from the Carboniferous of Mexico. *Revista Biología Tropical* 56(Suppl. 3): 1-12.
- Carnevali, C. 2006. *Regeneration in Echinoderms: repair, regrowth, cloning*. Department of Biology, University of Milan, Milan, Italy. ISSN 1824-307X.
- Carpenter, W. B. 1876. On the structure, Physiology, and Development of *Antedon rosaceus*. *Proceedings of the royal Society* No. 166, Jan, 20, 1876. 211- 231, pl. 8, 9.
- Carpenter, P. H 1876. Remarks on the anatomy of the arms of the Crinoids, pt I and II. *Journal of Anatomy and Physiology*. Vol. X, Apr. 1876.

Carpenter, H. P. 1879. On the genus *Actinometra* Müller, with a Morphological Account of new Species. Transactions of the Linnean Society. Pt 1. 122 pp.

Carpenter, P. H 1881. Reports on the Results of Dredging under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, and in the Caribbean Sea, 1877-79, and along the Atlantic Coast of the United States during the summer of 1880, by the United States Coast Steamer "Blake", Preliminary report on the Comatulæ. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology., Vol. 9 No. 4 (151-170).

Carpenter, P. H. 1882. The Stalked Crinoids of the Caribbean. Bull. Of the Mus. Comp. Zoöl, Harvard 10: 165- 179 (172-173).

Carpenter, P. H. 1882 On the classification of the Comatulæ. Proceedings of the Zoological Society of London. (731).

Carpenter, P. H. 1884 Report on the Crinoidea collected by H.M.S. Challenger during the Years 1873-76. H.M.S. Challenger Reports, Volume 11.

Carpenter, P.H. 1888. Report on the Crinoidea collected by HMS "CHALLENGER", during the years 1873. 76. Part II- The Comatulæ. Zoology, pt. 60. 339 pp.

Clark, A. H 1907. New genera of free crinoids. Smithsonian Miscellany Collections. Vol. 50, pt. 3.

Clark, A. H. 1908. New genera of unstalked crinoids. Proceedings of the Biological society of Washington. Vol. 21: 125- 136.

Clark, A. H. 1908. Notice of some crinoids in the collection of the Museum of Comparative Zoology. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, 51(8): 231-248.

Clark.A.H 1908. The nomenclature of the recent Crinoids. Proceedings of the United States National Museum 34: 433-542.

Clark, A. H. 1908. The homologies of the arm joints and arm divisions in the Recent Crinoids of the families of the Comatulida and the Pentadrinidae. Proc. U.S. Nat. Mus, vol. 35., 113-131

Clark, A. H. 1909. Revision of the Crinoid Family Comasteridae with Descriptions of New Genera and Species. Proceedings of the United States National Museum. Vol. 34. No. 1685 (493- 507).

Clark, A. H. 1909. A revision of the crinoid families Thalassometridae and Himerometridae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. Vol. 22, no. 1: 1-22.

Clark, A. H. 1909. New genera and higher groups of unstalked crinoids. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. Vol. 22, pp. 173- 178.

Clark, A. H. 1909b. Descriptions of seventeen new species of Recent Crinoids. *Proceedings of the US National Museum*. Vol 36: 633- 651.

Clark, A. H. 1911. The recent crinoids of the coast of Africa. *Proceedings of the United States National Museum*. Vol. 40: 1-51.

Clark, A. H. 1912. The crinoids of the Museum Für Naturkunde. *Proceedings of the US National Museum* 43: 381-410.

Clark, A. H. 1913. Notes on the recent crinoids in the British Museum. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. Vol. 61, pt. 15.

Clark, A. H. 1915. Die Crinoiden der Antarktis. *Deutsche- Südpolar Expedition*. 134 pp.

Clark, A. H. 1916. Seven new genera of Echinoderms. *Journal of the Washington Academy of Sciences*. Vol 6 (115- 122).

Clark, A. H. 1917. A revision of the recent genera of the crinoid family Bourgetocrinidae with a description of a new genus. *J. Walsh. Acad. Sci.* 7: 388-392.

Clark, A. H. 1917. A revision of the Crinoid Family Antedonidae, with the diagnoses of nine new genera. *Journal of the Washington Academy of Sciences*. Vol. 7, no. 5: (127- 131)

Clark, A. H. 1918. The unstalked crinoids of the Siboga expedition. E. J, Bell Publishers, Washington DC. Vol. 42b: 438 pp.

Clark, A. H., Rathbun, M., Boone, J., Shoemaker, L., Clark, H. L. 1918. Reports on the crinoids, ophiurans, brachyuran, tanaidacea and isopoda, amphipods and echinnoidea of the Barbados-Antigua expedition. *Studies in Natural History of the University of Iowa*. Vol. 9 No 1 (5).

Clark, A. H. 1921. Sea-lilies and feathers-stars. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 72(7): 43 pp.

A. H. Clark, Rathbun, M, Boone P. L, Shoemaker C. R, Clark H. L., 1921 Reports on the crinoids of the Barbados- Antigua expedition of 1918. University of Iowa Studies in Natural History. Vol IX (5) pp 1- 28.

Clark, A. H. 1923. A revision of the recent representatives of the Crinoid Family Pentacrinidae, with the diagnoses of two New Genera. Journal of the Washington Academy of Sciences 13(1): 8-12.

Clark, A. H. 1931. A Monograph of the Existing Crinids. Vol 1 The Comatulids pt. 3 Comasterida. Bull. US National Museum No. 82.

Clark, A. H. 1946. Echinoderms from the Pearl Islands, bay of Panamá, with a revision of the Pacific species of the genus *Encope*. Smithsonian Miscellaneous Collections 106(5): 1-11.

Clark, A. H 1947. A monograph of the recent crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol 82, parte 4b: 534 pp.

Clark A. H, 1950. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the US National Museum. 82., Vol. 1, pt. 4c: 430 pp.

Clark, A. M. 1980. Crinoidea collected by the Meteor and Discovery in the NE Atlantic. Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology. 38 (4): 187-210, p 206.

Clark, H. L. 1900. The echinoderms of Porto Rico, Investigatons of the Aquatic Resources and Fisheries of Porto Rico. Bulletin of the United States Fish Commission. Vol 20, parte 2: 231-263.

Cuénot, L. 1948. Anatomie, éthologieet systématiques des echinoderms. *In* Grasse, P. P (Ed.) *Traité de Zoologie*, Vol. XI. Maisson, Paris, pp. 3- 275.

Dan, K. and J. C. Dan. 1941 Spawning habit of the crinoid, *Comanthus japonicus*. Japanese Journal of Zoology 9(4): 555-564.

Dawydoff C. 1928 , (préface du Pr Caullery) - *Traité d'embryologie comparée des invertébrés* Masson & Cie, éditeurs, Paris - 1928, 17x25 cm, broché, 930 pages, 509

David, J., Roux, M., Messing, C., Ameziane, N., 2006. Revision of the pentacrinid stalked crinoids of the genus *Endoxocrinus* (Echinodermata; Crinoidea), with a study of environmental control of characters and its consequences for taxonomy. *Zootaxa* 1156: 1-5. 45 pp (2).

Dujardin, M. F., Hupé, M. H 1862. Histoire Naturelle des Zoophytes, Echinodermes. Librerie Encyclopedique de Roret. Paris. 644 pp.

Döderlein, L. 1912. Die gestielte Crinoiden der deutschen Tiefsee- Expedition. Wissenschaftl. Ergebnisse deutsche Tiefsee- Expedition auf dem dampfer "Valvidia" 1898-1899, Gustav Fischer Ed. Jena 17, 1, 1-34.

Gervais F. L. P. 1835. Encrines. *In* Guérin. Dictionnaire pittoresque d'Histoire naturelle et des phénomènes de la nature. Ed. Lenormand, Paris. 3, 48-49.

Guettard. J. E. 1761. Mémoire sur les Encrinite et les pierres Etoilées, dans lequel on traitera aussi des entronques. Mémoires de Mathématique en de Physique tirés des Registres de l'Académie Royale des Sciences, Paris, 224- 263.

Graff, L, Von 1883 1884. Reports on the Results of Dredging, under the supervision of Alexander Agassiz in the Gulf of Mexico and the Caribbean sea; report on the Myzostomes. Bulletin of the museum of Comparative Zoology. Vol. 11, pt. 7: 126-134.

Hansson, H. G. 1999. European Echinodermata Check-List, a draft for the European Register of Marine Species. Tjärnö Marine Biological Laboratory. 83 pp, p 3.

Hartlaub, C. 1895. Reports on the dredging off the west coast of Central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico and in the Gulf of California. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. 27, no. 4.

Hartlaub, C. 1912. Die Comatuliden (of the steamer "Blake"). Memoirs of the museum of Comparative Zoology, 27 (4): 277- 491.

Hendler, G., Miller, J. E., Pawson, D. L. and P. M. Kier. 1995. Sea Stars, sea urchins & Allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean. Smith. Inst. Press. 390 pp. LC5-Nº37.Bib.

Hess, H., Ausich, W. I., Brett, C. E., Simms, M. J. 2002 Fossil Crinoids. Cambridge university Press. 275 pp.

Hogget, A. K. and Rowe, F W 1986. A reappraisal of the family Comasteridae A. H. Clark, 1908 (Echinodermata: Crinoidea), with the description of a new subfamily and genus. Zoological Journal of the London Society, 88: 103-142.

Hyman, L. H. 1955. The Invertebrates, vol. 4: Echinodermata, the Coelomate Bilateria. New York, Mc. Graw. Hill, (4): 763 pp.

- Lamarck, J. B. 1816, Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres. T 2, Paris, 1816. P. 435.
- Leuckart, R. 1848. Über die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen thiere. Ein Beitrag zur Charakteristik und Classification der thierischen Formen. Braunschweig, F. Vieweg und Sohn. 200 pp.
- Linnaeus, C. 1766. Systema Naturæ. Ed. 12., p. 1288.
- Loriol, P. (de). 1882. Monographie des Crinoïdes fossiles de la Suisse. Mém. Soc. Paléont. Suisse.
- Lovén, S. 1866. Phanogenia, ett hittills okänt sågaste av fria Crinoideer. Översigt af Kongl. Vetenskaps- Akademiens förhändligar. No. 9, 561pp (224).
- Lütken, C. 1865. On Vestindiens Pentacriner, med nogle Bemaerkninger om Pentacriner og Söllier I Almindelighed. Videnskabelige Meddelelser fra den Danske naturhistorisk Forening i Kjöbenhavn, 13-16, 195-245.
- Miller, J. S. 1821. A Natural History of the Crinoidea or Lily Shaped Animals, with observations on the genera *Asteria*, *Euryale*, *Comatula* and *Marsupites*. Bryan & Co. 150pp.
- Messing, C. G. 1978. A revision of the comatulid genus *Comactinia* Clark, A. H (Crinoidea: Echinodermata). Biological Results of the University of Miami deep-sea Expeditions. 128. Bulletin of Marine Science 28(1): 49-80.
- Messing, C. G., M. C. RoseSmyth., S. R. Mailer and J. E. Miller. 1988. Relocation movement in a Stalked crinoid (Echinodermata). Bulletin of Marine Sciences, 42(3): 480-487.
- Messing, C. G. and J. H. Dearborn. 1990. Marine Flora and Fauna of the Northeastern United States Echinodermata: Crinoidea. NOAA Technical Report NMF.
- Messing, C. G. 1995. Redescription of a unique feather star (Echinodermata: Crinoidea: Comatulidae: Comasteridae) with the diagnosis of a new genus. Proceedings of the Biological Society of Washington 108(4): 656-661.
- Messing, C.G. 1997. Living Comatulids. Pp. 3-30 IN: Waters, J.A. and Maples, C.G. (eds.) *Geobiology of Echinoderms*. Paleontological Society Papers 3.
- Meyer, D. L., Messing C. G., Macurda, D. B. 1978. Zoogeography of the western atlantic crinoidea. Bulletin of Marine Science 28(3): 412-441.

- Minckert, W 1905 Über regeneration bei Comatuliden nebst Ausführungen über die Auffassung und Bedeutung der syzygieen. Archiv für Naturgeschichte. Vol 71, no. 2, pt 1-3: 163- 245.
- Mortensen, T. 1920. Studies in the development of crinoids. Papers from the department of Marine Biology of the Carnegie Institution of Washington. Vol. 51, 164 pp.
- Mortensen, Th. 1921. Studies of the Development and Larval Forms of Echinoderms. G. E. C. Gad, Copenhagen, Denmark., 261 pp.
- Miller, J. S. 1821. A Natural History of the Crinoidea or Lily Shaped Animals, with observations on the genera Asteria, Euryale, Comatula and Marsupites. Bryan & Co. 150pp.
- Müller, J. 1840. Ueber den Ban des Pentacrinus Caput Medusae. Archiv für Naturgeschichte. Berlin (307- 318).
- Orbigny, A. d', 1837. Sur une troisième espèce vivante de la famille des Crinoïdes ou Encrines, servant de type au nouveau genre Holope (*Holopus*). Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. 329-331.
- Pawson, D. L. 2007. Phylum Echinodermata. Zootaxa, 1668: 749-764
- Perrier, E. 1883. Sur une nouveau Crinoïde fixé, le *Democrinus parfaiti*, provenant des dragages du TRAVAILLEUR. C. r. hebd. Acad. Sci., Paris 96: 450-452.
- Portualès, L. F 1868. Contributions to the fauna of the Gulf Stream at great depths. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. 1, no. 6: 103- 121.
- Portualès, L. F 1869. Contributions to the fauna of the Gulf Stream at great depths. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. 1, no. 11: 355- 358.
- Portualès, L. F 1869. Report upon the Deep-Sea Dredgings in the Gulf Stream. Bulletin of the Museum of the Museum of Comparative Zoology. Vol. 1, no. 11: 363.
- Portualès, L. F. de. 1874. On a new species of Rhizocrinus from Barbados. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard 4(8): 27-31 Pl V.
- Portualès, 1878. Crinoids. Bulletin of the Mueum of Comparative Zoölogy at Harvard College. Vol 5 (1878-1879). 214-216.
- Roux, M. 1980. Zoologie des Invertébrés. Les Crinoïdes pédonculés (Echinodermes)

photographiés sur les dorsales océaniques de l'Atlantique et du Pacifique. Implications biogéographiques. C. R. Acad. Sc. Paris, Série D, 291: 901-902.

Roux, M. 1981. Echinodermes; Crinoïdes Isocrinidae. *In* Ed. Forest, J., Résultats des Capagnes MUSORTOM I – Philippines (18-28 mars 1976). Memoires O.R.S.T.O.M., Paris, 91, 477-543.

Roux, M. and D. L. Pawson. 1999. Two new Pacific Ocean species of Hyocrinid Crinoids (Echinodermata) with comments on presumed giant-dwsrf gradients related to seamounts and abyssal plains. *Pacific Science* 53(3): 289-298

Roux, M., Messing, C. G. and Améziane, N. 2002. Artificial keys to the genera of living stalked crinoids (Echinodermata). *Bulletin of Marine Science*, 70(03) : 799- 830.

Roux, M. 2004. New Hyocrinoids (Echinodermata) from Submersible Investigations in the Pacific Ocean. *Pacific Science* 58(4): 597-613.

Schloteim, F. 1832. Merkwürdige Vrsteinerungen aus der Petrefactensammlung. Beckersche Buchhandlung. Gotha. 1832: 40 pp.

Sieverts-Doreck, H.1952 in Moore, R. C., Lalicker, C. G & Fischer, A. G. *Invertebrate fossils*. McGraw-Hill, New York, 766 pp. [no disponible]

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

Solís-Marín, F. A. y A. Laguarda-Figueras. 2007. Cap. 11. Equinodermos. : 187-214. *In* : L. M. Mejía-Ortíz (Ed.). *Biodiversidad Acuática de la Isla Cozumel*. Universidad de Quintana Roo, Plaza y Valdés México D. F. 422 p.

Springer, F. 1926. American Silurian Crinoids. *Smithsonian Institution* (2871): 1-236.

Tomassi, L. R 1966. Sobre alguns equinodermas da região do Golfo de México e do mar das Antilhas. *Anales del instituto de Biología*. Tomo 37 (175-165).

Ubaghs, G. 1953. Classes des Crinoïdes, in: Ed. J. Piveteau, *Traité de Paléontologie* 3, 658-773.

Vasquez, B. Ana Rosa, 1988. Comunidades de Macroinvertebrados Bénticos de la plataforma Continental de Suroeste del Golfo de México: Abundancia, Distribución y Asociaciones faunísticas. Tesis de Maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Especialización, Maestría y Doctorado en

Ciencias del Mar, del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. 150 p.

Wachsmuth, C. y Springer, F. 1887. The summit plates in Blastoids, Crinoids, and Cystids, and their morphological relations. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*: 82-114.

White, C. M., Messing, C.G., Shivji, M. & Forstner, M.RJ. 2001. Initial phylogeny of the Comasteridae (Crinoidea) from mtDNA sequences. Pp. 135-138 In: Barker, M. (ed.) *Echinoderms 2000; Proceedings of the 10th International Echinoderm Conference, Dunedin, New Zealand, 2000*. Balkema, Rotterdam.

Wyville Thomson, C 1864. *Sea Lillies. The intellectual observer. Review of Natural History, Microscopic Research and Recreative Science*. Ed. Groombridge and Sons, Londres. 6, 1-11 (7).

Wyville Thompson, C. 1872a. *The depths of the sea, an account of the general results of the dredging cruises of HMS "Porcupine" and "Lightning" during the summers of 1868, 1869 and 1870, under the scientific direction of Dr. Carpenter, F. R. S.* McMillan and co. London.

Wyville- Thompson, C. 1876. Notice of a new living stalked crinoid belonging to the Apiocrinidae. *J. Linn. Soc. London. Zool.* 13(47-55) p 47. Fig 2.

Zittel, K. A. von.1876-1880. *Handbuch der Paläontologie, Band 1*. Oldenbourg, Munich y Leipzig, 765 pp.

## Anexo 1 GLOSARIO

### **Articulaciones.**

Las articulaciones son la unión de dos o más piezas de carbonato de calcio llamadas osículos. Los crinoideos pueden tener diversos tipos de articulaciones, la mayor parte involucran solamente ligamentos, sin embargo, también hay articulaciones musculares (Figura 2)

- ❖ Articulación muscular. Son articulaciones sucesivas que se presentan entre los osículos de los brazos e involucran tanto ligamentos como músculos.
- ❖ Criptosimplexía. Es el resultado de modificaciones que sufren las articulaciones jóvenes durante el desarrollo, de una joven articulación braquial móvil, a una articulación madura inmóvil.
- ❖ Criptosinartría. Similar a la criptosimplexia en cuanto a su origen, sin embargo la criptosinartría se desarrolla entre los osículos de los brazos.
- ❖ Simplexía. Es un tipo de articulación que solo se encuentra entre columnares, donde las culmina en la faceta de un osículo coinciden y se articulan con las crénulas del siguiente.
- ❖ Sinartría. Es una articulación en la que la faceta del osículo es dividida transversalmente en dos secciones por una cresta. En cada sección hay una fosa en la que se anclan fuertes ligamentos. Esta articulación es común en tallos jóvenes o en tallos xenomórficos maduros, también es la articulación predominante entre braquiales.
- ❖ Sinmorfía. Es cualquier depresión en cualquier osículo que corresponde a una elevación o cresta en el otro osículo que complementa a una articulación.
- ❖ Sinostosis. Es una articulación rígida, formada por dos osículos estrechamente unidos. Es frecuente en los osículos del cáliz, algunas veces aparecen entre braquiales. La sutura se ve externamente como una tenue línea recta o curvada.
- ❖ Siziga. Articulación braquial rígida con culmina y crénulas dispuestas de manera alternada como los radios de una rueda. Las culmina de un osículo coinciden con las del siguiente en vez de embonar entre las crénulas, por lo que externamente, la sutura se ve como una línea finamente punteada. Es común en los brazos de comatúlidos, y solo se presenta en dos especies de crinoideos pedunculados.

## **Cirros**

Son estructuras móviles, alargadas y delgadas que sirven para anclar al crinoideo al sustrato (Figura 3).

- ❖ Espina opuesta. Es una estructura que algunas veces se encuentra en los cirrales en posición dorsal. Es una extensión del margen distal que forma una espina que se opone al cirral terminal en forma de garra.
- ❖ Uña terminal. Es el osículo cirral terminal modificado en forma de garra.

## **Corona**

Se conoce como corona al conjunto de osículos que forman la teca y a los brazos (Figura 4)

- ❖ Brazos. También se conocen como radios, son una serie de osículos braquiales, que siguen a los radiales del cáliz. Son estructuras flexibles que están involucradas en las funciones alimentarias, reproductivas y locomotoras.
- ❖ Cáliz. Consiste en uno o dos anillos de osículos estrechamente unidos inmediatamente por encima del tallo. Se le conoce también como copa aboral (o dorsal). En comatúlidos se encuentra muy reducido, mientras que en hyocrínidos es una estructura muy bien desarrollada.
- ❖ Series braquiales. Son un número variable de osículos braquiales que pertenecen a las diferentes series divisorias de los brazos. Reciben un nombre especial de acuerdo a su posición y orden, es decir, la primera serie braquial (la más cercana al cáliz) recibe el nombre de serie primibraquial, y sucesivamente se llaman secundibraquial, terciabraquial, cuatribraquial, etcétera. Posteriormente darán origen a brazos libres.
- ❖ Canal ambulacral. Es un surco que corre a lo largo de las pínulas y los brazos hasta la superficie oral de la masa visceral. Es el surco por el cual el alimento capturado por los podios es transportado hacia la boca (Figura 5).
- ❖ Masa visceral. Es el conjunto de tejido blando contenido y protegido, en parte o completamente, por el cáliz y/o las bases de los brazos. En la superficie expuesta se encuentran la boca y el ano, ambas estructuras pueden ser centrales o periféricas. El ano se encuentra en la punta de una estructura llamada cono anal (Figura 5).
- ❖ Teca. Parte de la corona de la cual forman parte el cáliz y la masa visceral (Figura 5).

- ❖ Pínulas. Son estructuras pequeñas, segmentadas, no ramificadas que surgen de manera alternada de braquiales sucesivos, por lo que los brazos tienen una apariencia plumosa. Son las estructuras que permiten al crinoideo capturar alimento (Figura 6). Las pínulas pueden ser: 1) Alimentarias Son las pínulas que se encuentran en la parte distal de los brazos, son las encargadas de la captura de alimento. 2) Genitales. Se encuentran en una posición media-proximal en los brazos. Los osículos están modificados para sostener las gónadas en sacos especiales. 3) Orales. Son pínulas en las que el canal ambulacral está ausente o reducido. Son pínulas que presentan peine pinular y mantiene limpia de desperdicios la superficie oral y otras estructuras.

### **Osículos**

Son pequeñas piezas formadas por carbonato de calcio en forma de aragonita que conforman al endoesqueleto de los equinodermos. En el caso de la clase Crinoidea, los osículos adoptan diversas formas de acuerdo a la parte del cuerpo en la que se encuentren.

- ❖ Basal. Son tres a cinco osículos que forman un anillo que se une estrechamente al tallo, forman la base del cáliz.
- ❖ Braquial. Son los osículos que forman los brazos, unidos por uniones musculares. También pueden estar unidos por sizigas.
- ❖ Cirral. Son los osículos que al articularse forman a los cirros.
- ❖ Centrodorsal. Es el osículo que permanece como remanente del tallo que los crinoideos comatúlidos conservan cuando el tallo que presentan como formas juveniles, se pierde cuando el crinoideo madura. Se considera como la fusión de algunos osículos columnares fusionados. Pueden tener diversas formas; discoidales, cónicos, domos o cilindros.
- ❖ Columnar. Son los osículos que articulados forman los tallos de los crinoideos pedunculados. Pueden ser discoidales, cilíndricos, en forma de reloj de arena, pentalobados o estrellados.
- ❖ Pinular. Son los osículos que forman a las pínulas.
- ❖ Radial. Osículos del cáliz que se encuentran por encima de los osículos basales e inmediatamente inferiores a los primeros osículos de los brazos.

## Tallo

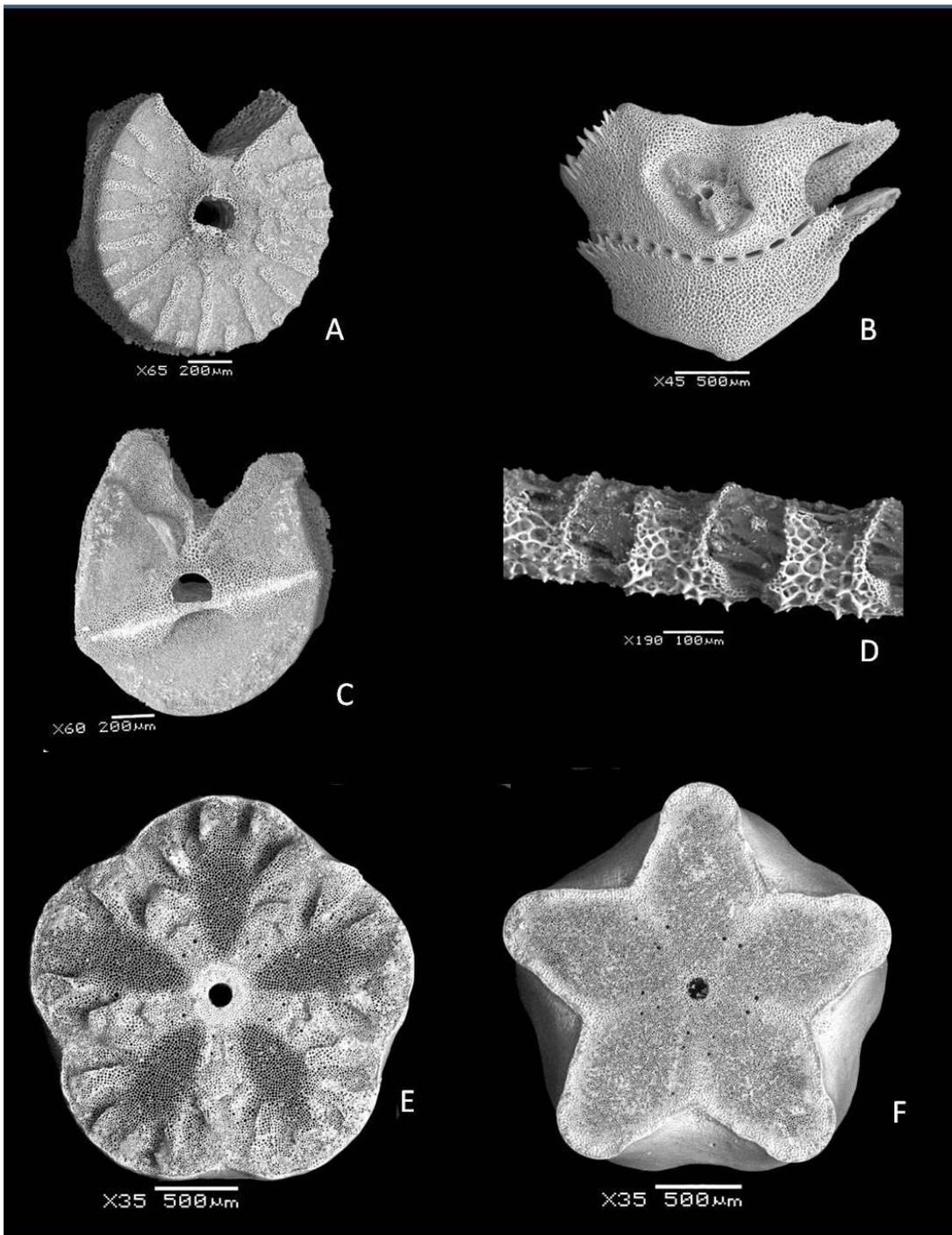
Estructura delgada y alargada, formada por una serie variable de osículos columnares. El tallo ayuda a los crinoideos pedunculados a posicionarse para recibir un mayor aporte de alimento al elevar la corona por encima el sustrato. En comatúlidos, el tallo se pierde dejando como reminiscente al osículo centrodorsal. También se conoce como columna.

- ❖ Dististele. Porción distal del tallo.
- ❖ Heteromórfico. Tallo que consta de diferentes tipos de osículos a lo largo de la columna, por ejemplo, cuando existen nodos e internodos.
- ❖ Homeomórfico. Tallos en los que la forma de los columnares cambia gradualmente de forma, casi imperceptible a lo largo de la columna.
- ❖ Internodo. Sección del tallo que se encuentra entre un nodo y otro. La forma de los columnares es prácticamente idéntica.
- ❖ Isomórfico. Tallo en el cual los osículos son prácticamente iguales a lo largo de la columna.
- ❖ Mesistele. Parte media del tallo.
- ❖ Nodo. En tallos heteromórficos son los intervalos en los que hay presencia de cirros. Generalmente la forma de los columnares en ésta parte es distinta a los del resto de la columna.
- ❖ Proxistele. Porción proximal del tallo.
- ❖ Xenomórfico. Tallo en el que las diferentes secciones; proxistele, mesistele y dististele, constan de osículos de forma diferente. Pueden ser heteromórficos o isomórficos.

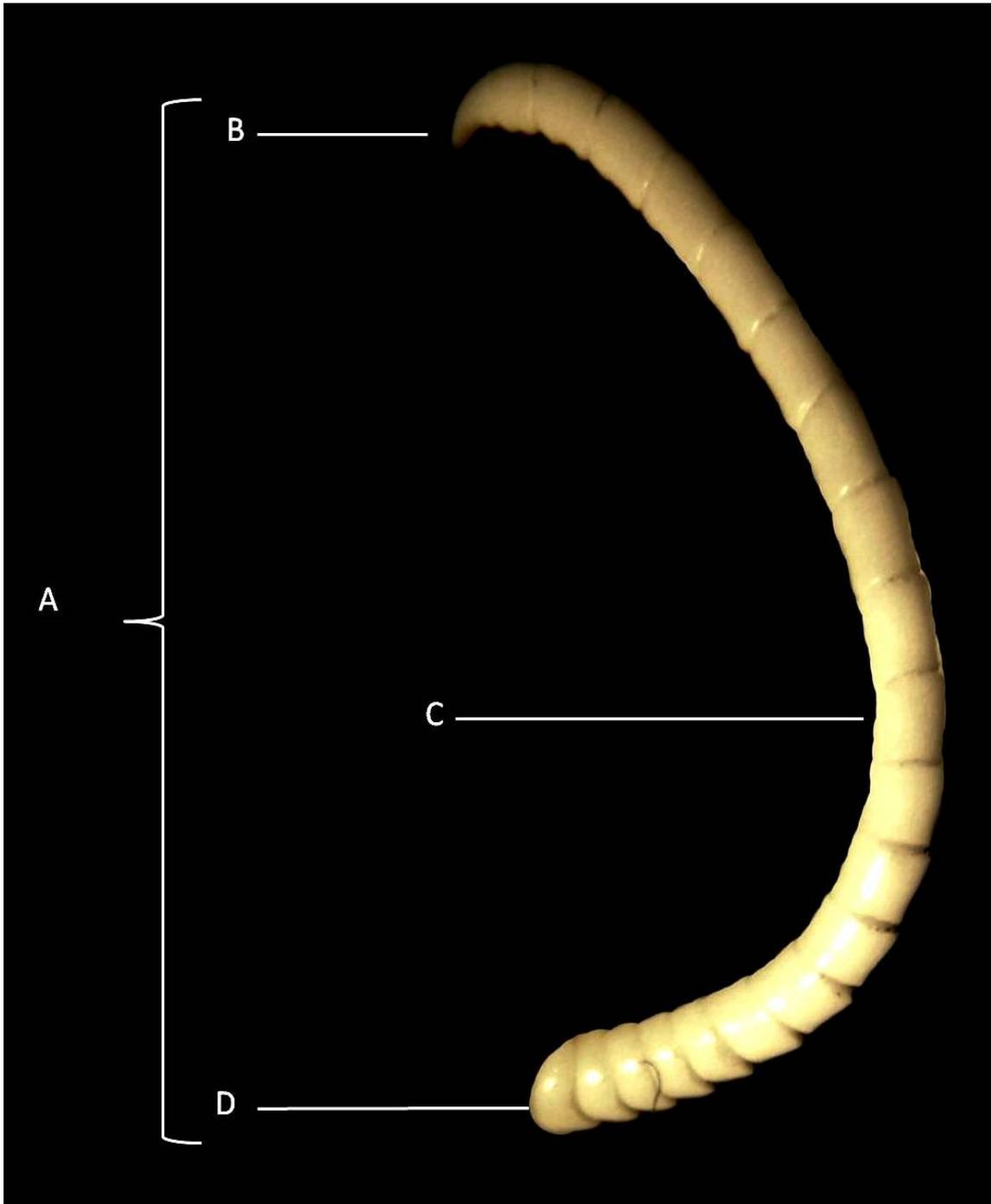
La ornamentación de los osículos columnares es importante para identificar especies de crinoideos isocrínidos, a continuación se describen las características más útiles en el trabajo taxonómico (Figura 7).

- ❖ Areola. Parte no ornamentada de las facetas de un osículo columnar, puede ser de forma lanceolada o triangular.

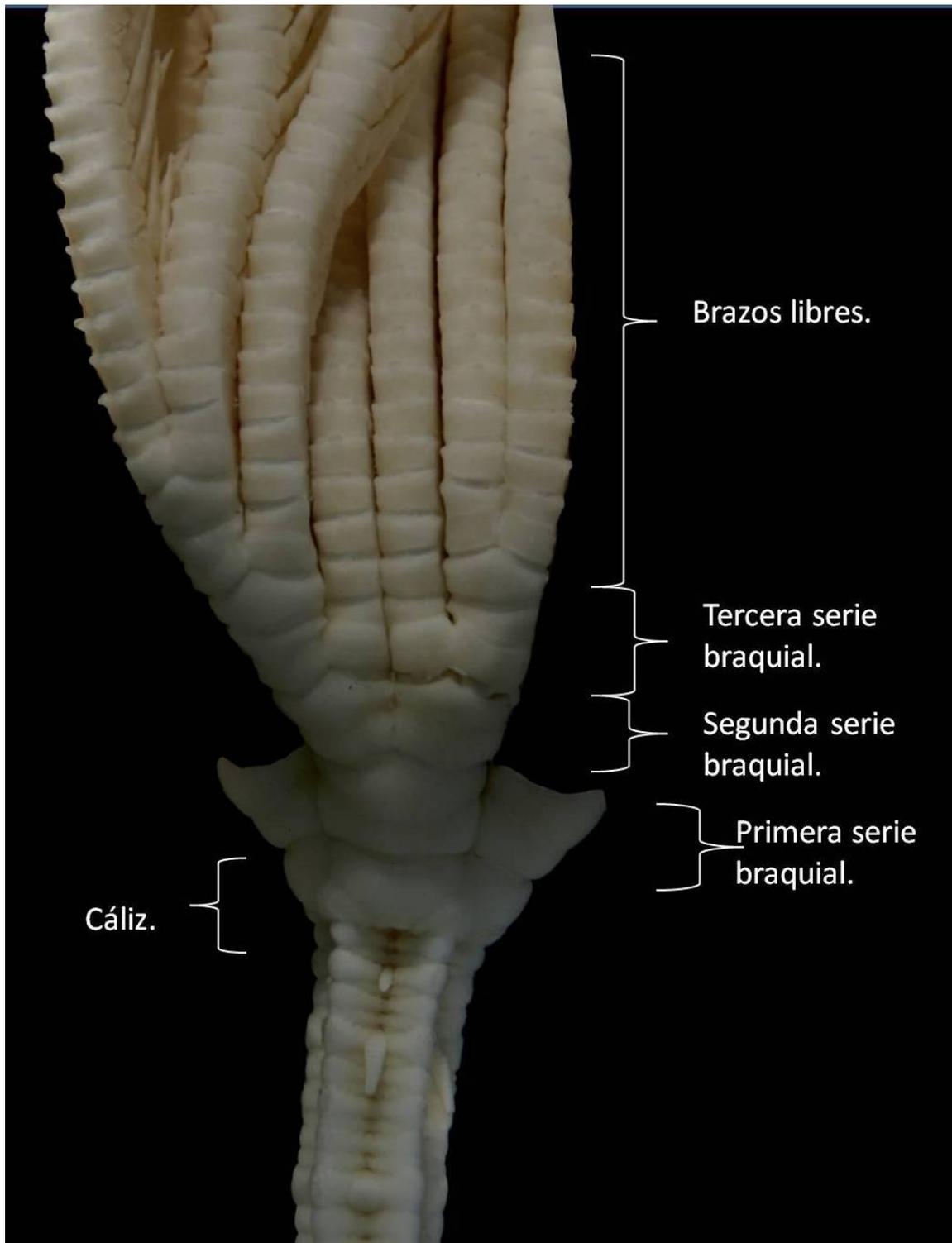
- ❖ Crenela. Elevaciones toscas del estroma en las facetas de los osículos columnares que corresponden a depresiones o culmina en el osículo siguiente permitiendo una articulación relativamente flexible.
- ❖ Crenulario. Conjunto de crenelas y culmina que se distribuyen alrededor de las areolas en los osículos columnares.
- ❖ Culmina. Depresiones que corresponden a las crenelas y permiten la articulación de los osículos columnares.
- ❖ Estroma. Malla fina de espículas de calcita cristalina que forma el esqueleto de los equinodermos. En la clase Crinoidea el estroma forma piezas similares a las cuentas de un collar que adopta diversas formas de acuerdo a la parte del cuerpo a la que pertenecen. Esta fina malla de calcita está embebido en tejido vivo, por lo que se considera un endoesqueleto mesodérmico.
- ❖ Estroma  $\alpha$ . Matriz de calcio en el cual las espículas forman galerías paralelas con poros de luz amplia, poligonales o circulares que se encuentra principalmente en los petaloides de las caras articulares de osículos columnares internodales.
- ❖ Estroma  $\beta$ . Estroma en el cual la matriz de calcita forma galerías irregulares, con poros de luz estrecha e irregular. Se distribuye en las zonas interpetaloidales, crenelas y en el perilumen.
- ❖ Interpetaloide. Parte del osículo columnar que se encuentra entre un petaloide y otro, generalmente no presentan ornamentación.
- ❖ Lumen. Orificio amplio o estrecho, libre u ocluido por espículas que se localiza en el centro de cada osículo por el que atraviesa un fuerte ligamento que los mantiene unidos.
- ❖ Perilumen. Región de las facetas en los osículos que rodea al lumen y puede o no estar elevado, deprimido o hundido.
- ❖ Petaloide. Parte de las facetas en osículos columnares que incluye al crenulario y una areola. Generalmente son cinco.
- ❖ Surco axial. El lugar en el que se juntan dos zonas petaloides. Generalmente presenta una hendidura más o menos profunda. Esta zona recibe el nombre de surco axial, puede o no estar presente dependiendo del tipo de articulaciones que tenga el tallo.



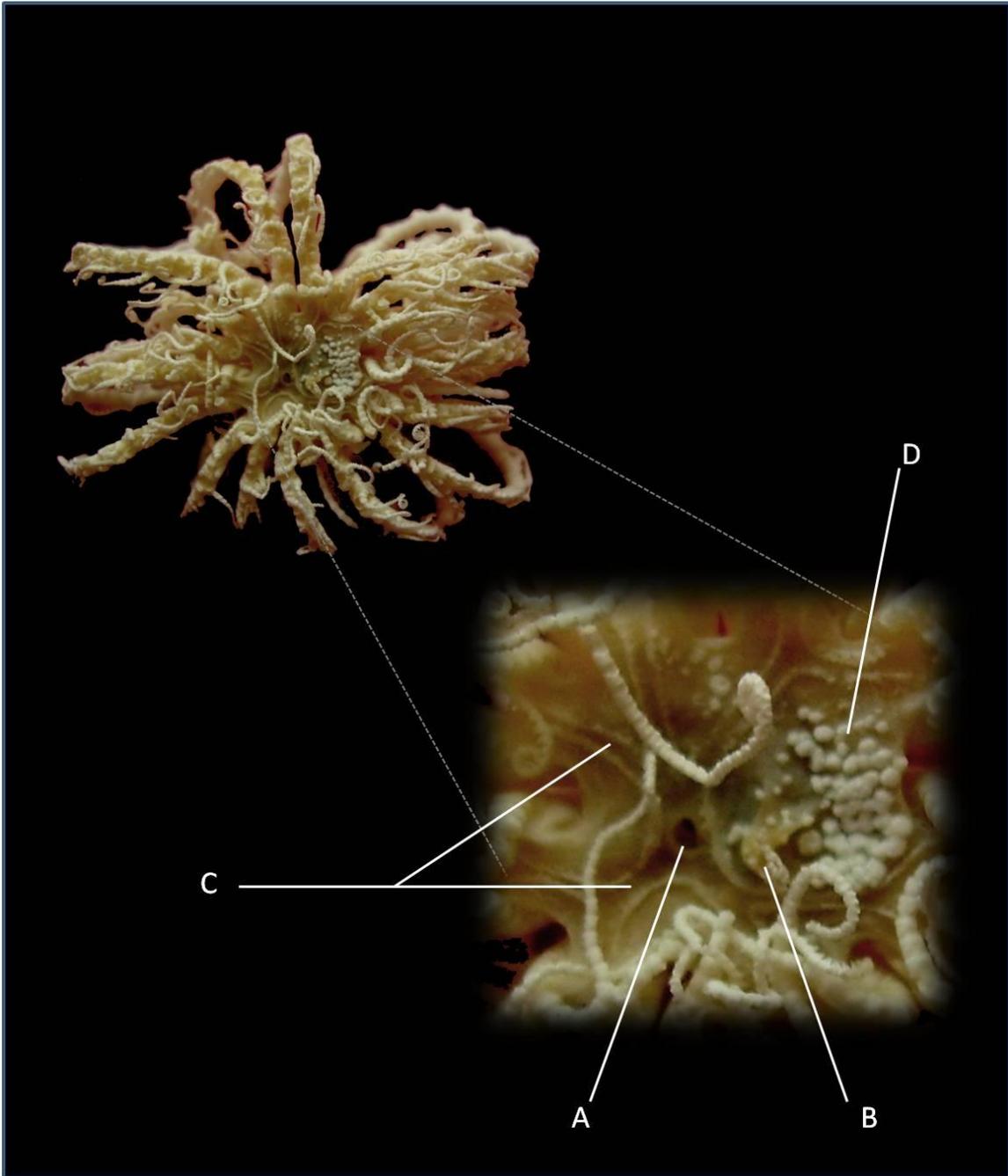
**Figura 2.** Articulaciones. **A.** Siziga. **B.** Aspecto de una siziga entre dos braquiales. **C.** Articulación muscular de un osículo braquial. **D.** Aspecto de articulaciones musculares entre braquiales. **E.** Sinartría en un osículo columnar (intermodal). **F.** Criptosinartría en un osículo columnar (nodal)..



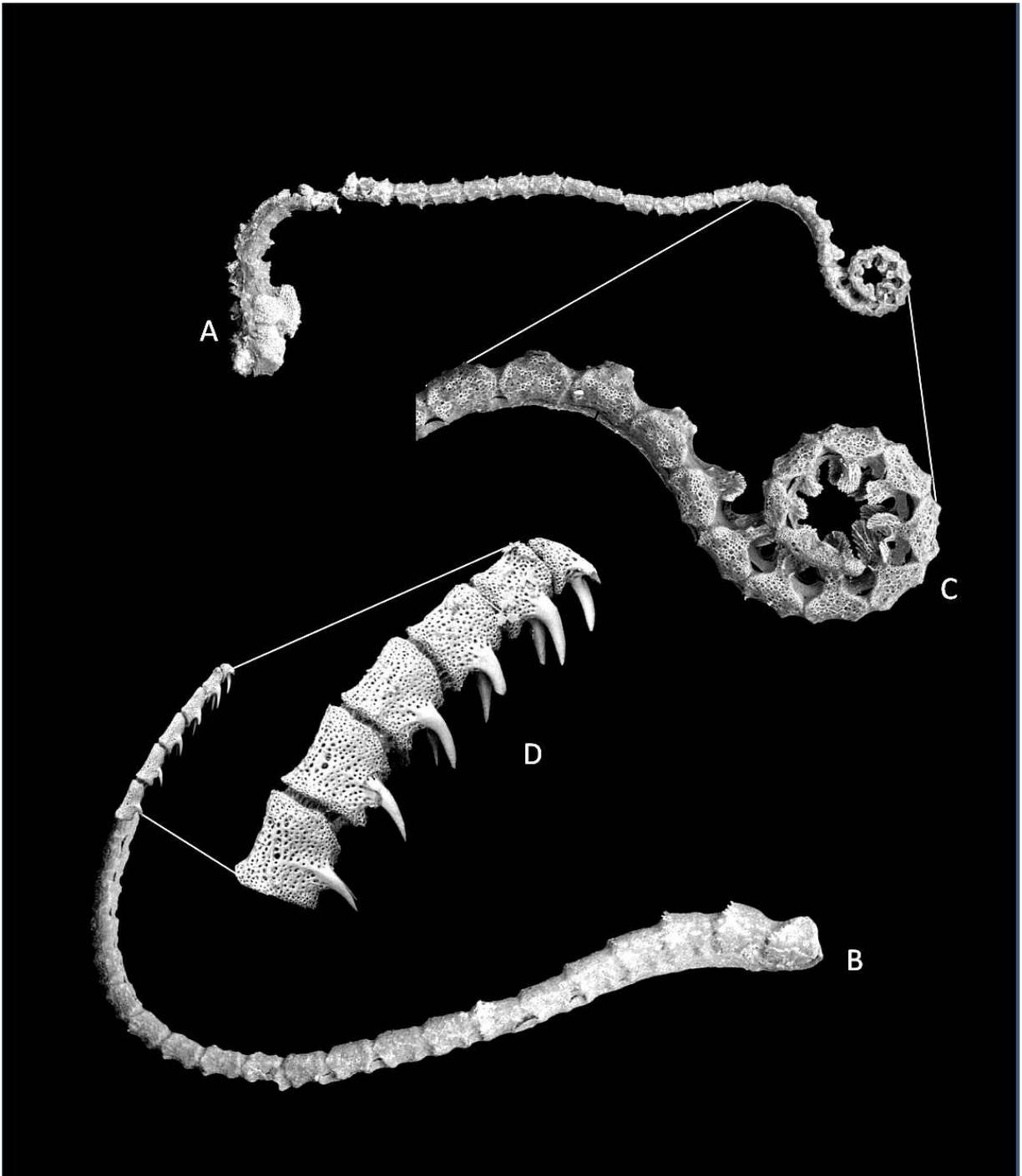
**Figura 3.** A. Cirro. B. Uña terminal, en este caso no existe espina opuesta en el penúltimo osículo. C. Cirral medio. D. Cirral basal de forma oblicua.



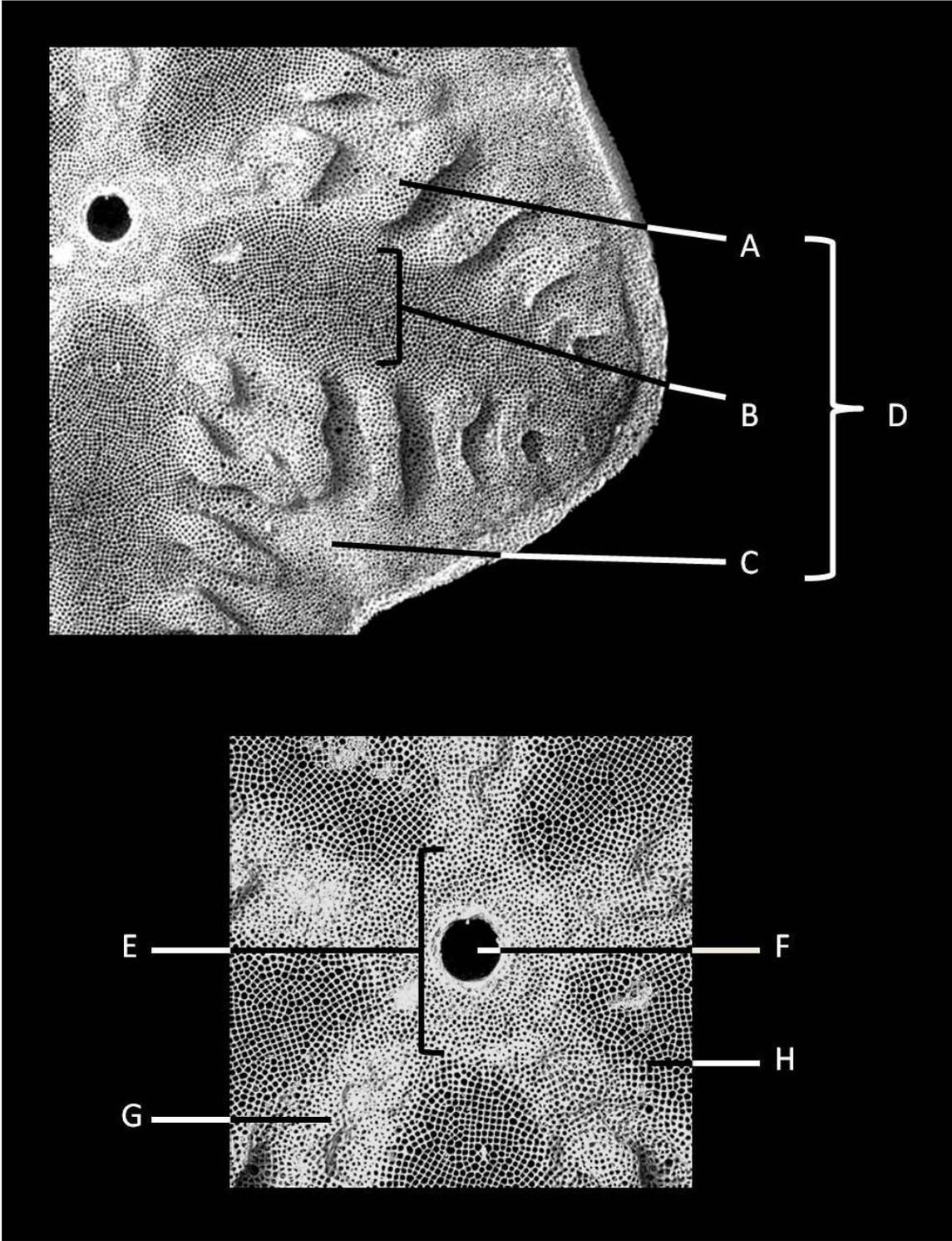
**Figura 4.** Principales estructuras de la corona de *Endoxocrinus* (*Endoxocrinus*) *parrae* (Gervais in Guérin, 1835). Fotografía: Sandra Valdés DeAnda.



**Figura 5.** Estructuras blandas asociadas a la superficie oral del tegmen. **A.** Boca, **B.** Cono anal. **C.** Canales ambulacrales. **E.** Depósitos de calcio que cubren y protegen al tegmen.

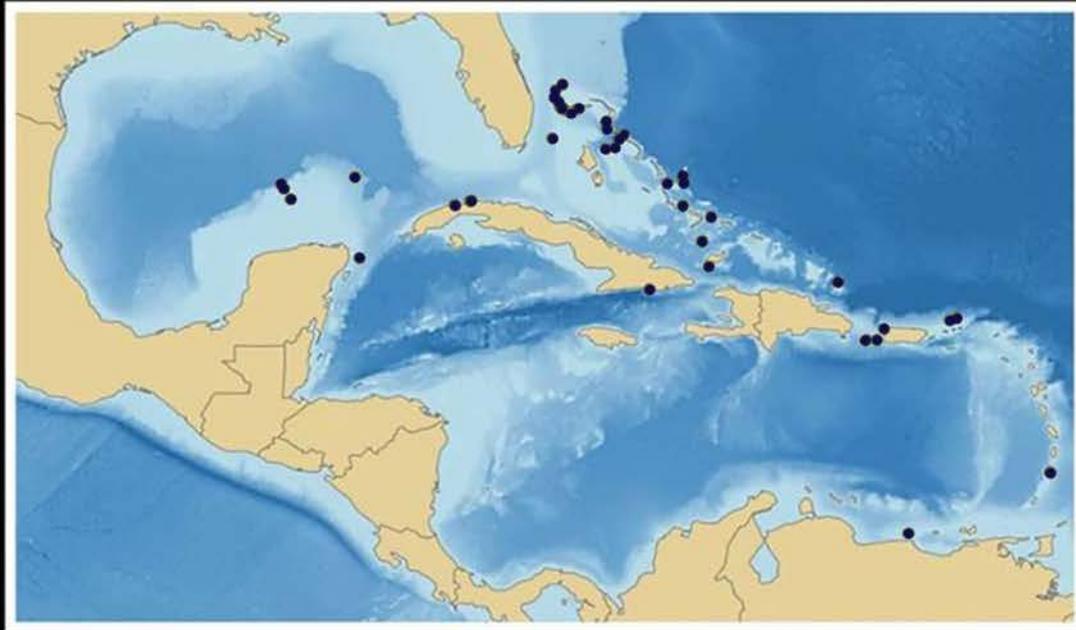


**Figura 6.** A. Pínula oral mostrando el peine apical enrollado. B. Pínula distal alimenticia. C. Detalle del peine pinular mostrando las expansiones dorsales de los osículos pinulares. D. Detalle de la parte distal de una pínula alimentaria mostrando la ornamentación espinosa típica de la familia Comasteridae.



**Figura 7.** Faceta articular de un osículo columnar mostrando las características usadas para la identificación taxonómica. **A.** Crenelas en el espacio interpetaloide. **B.** Areola en la que se aprecia el estroma  $\alpha$  bien definido. Región no ornamentada en la que se aprecia el estroma  $\beta$ . **D.** Petaloide. **E.** Perilumen con estroma  $\beta$ . **F.** Orificio axial. **G.** Detalle de estroma  $\beta$ . **H.** Detalle del estroma  $\alpha$  de la areola.

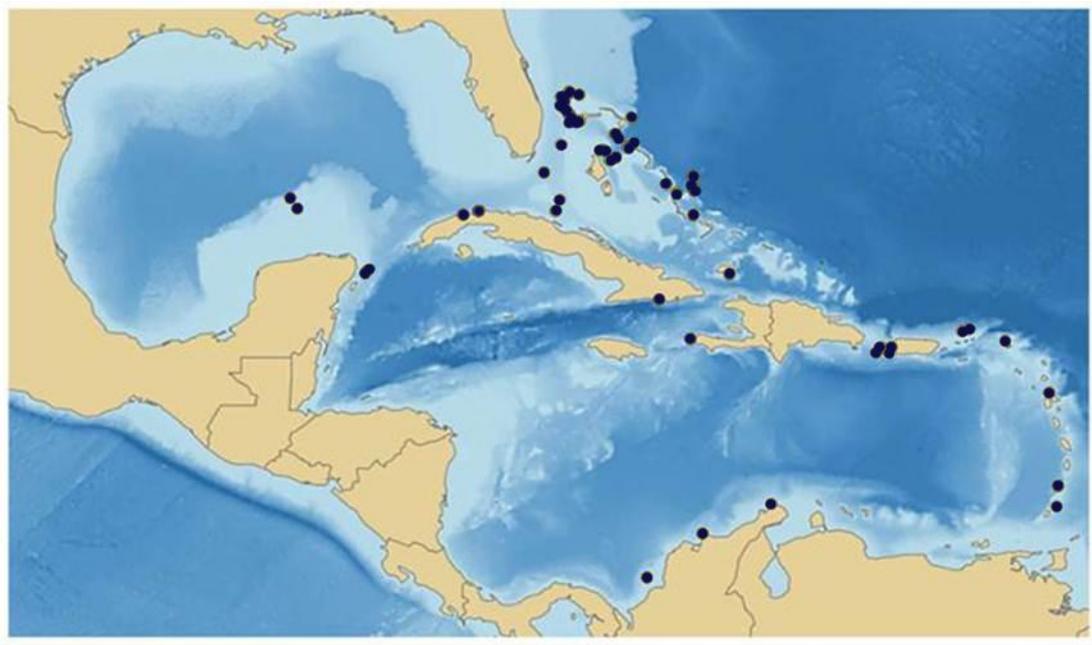
Anexo 2  
MAPAS DE DISTRIBUCIÓN



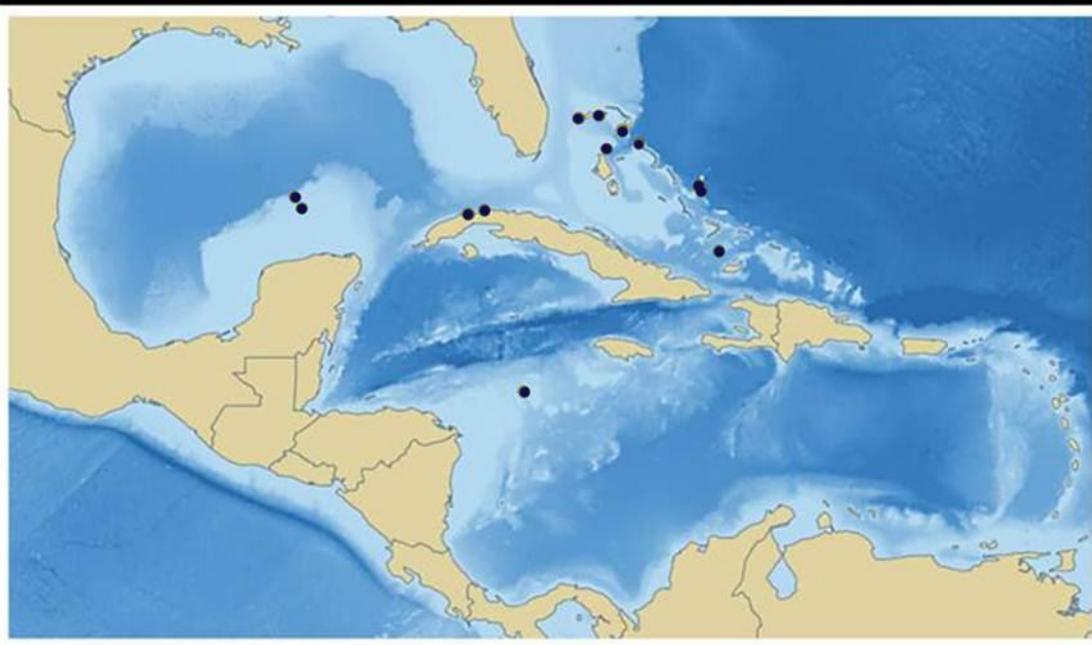
Mapa 1. Distribución geográfica de *Neocrinus decorus* Thomson, 1864



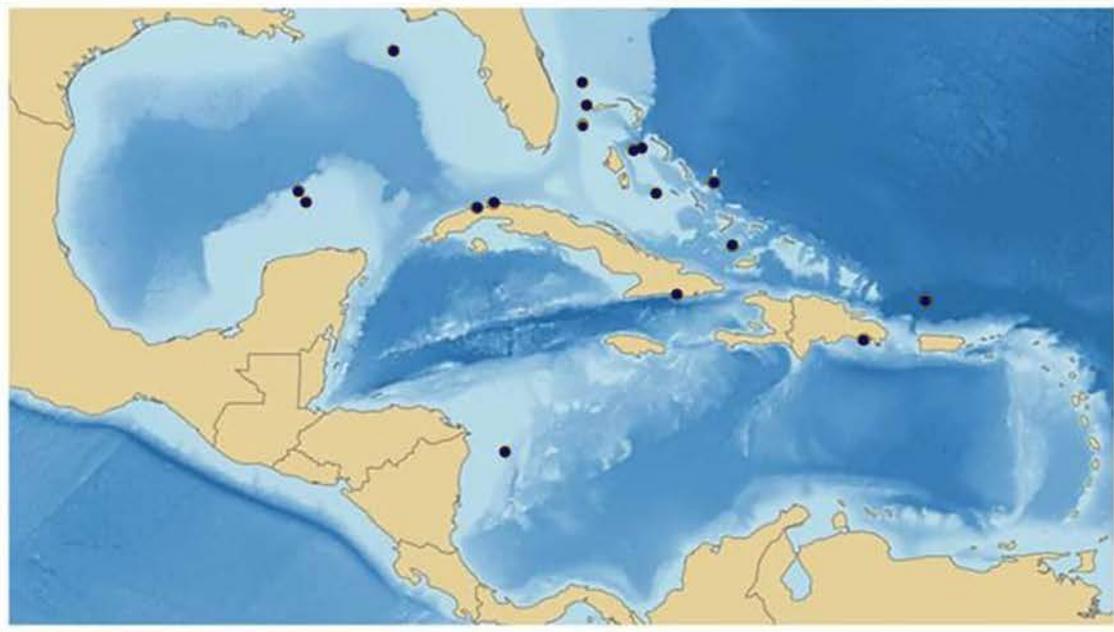
Mapa 2. Distribución geográfica de *Neocrinus blakei* (Carpenter, 1882)



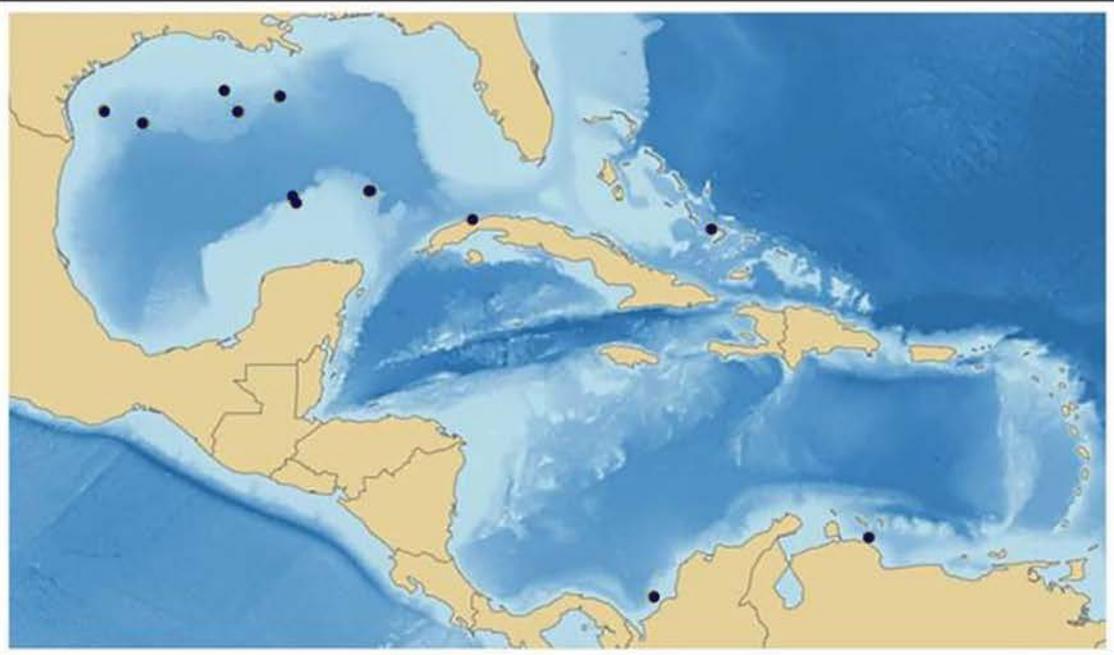
Mapa 3. Distribución geográfica de *Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae* Gervais in Guérin, 1835.



Mapa 4. Distribución geográfica de *Cenocrinus asterius* (Linnaeus, 1767).



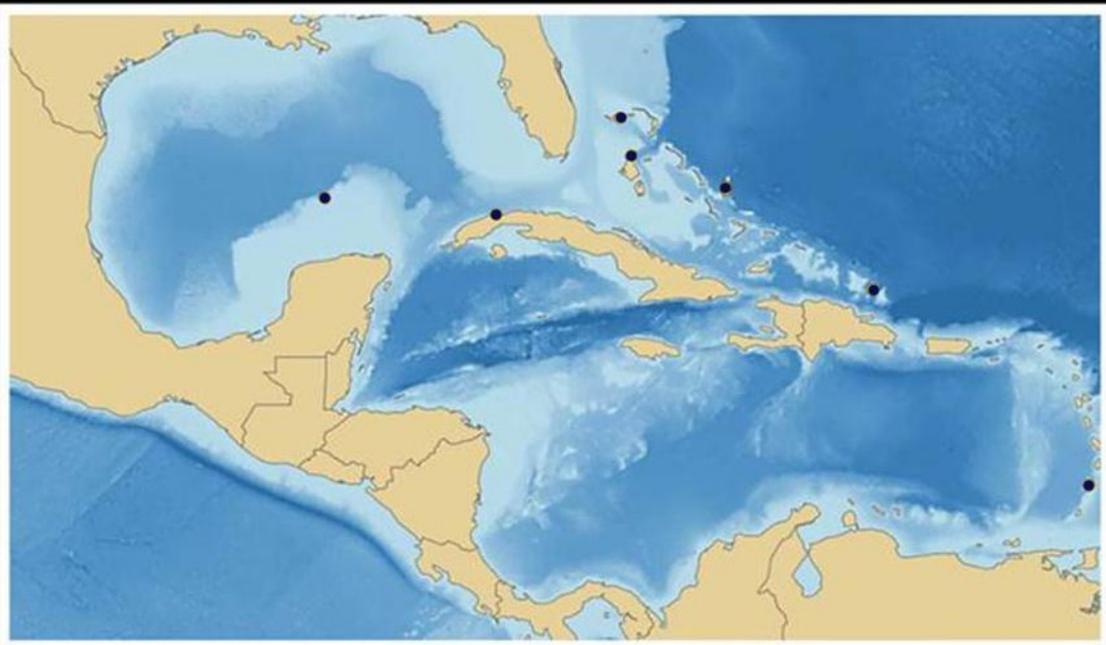
Mapa 5. Distribución geográfica de *Democrinus rawsonii* (Portualès, 1874).



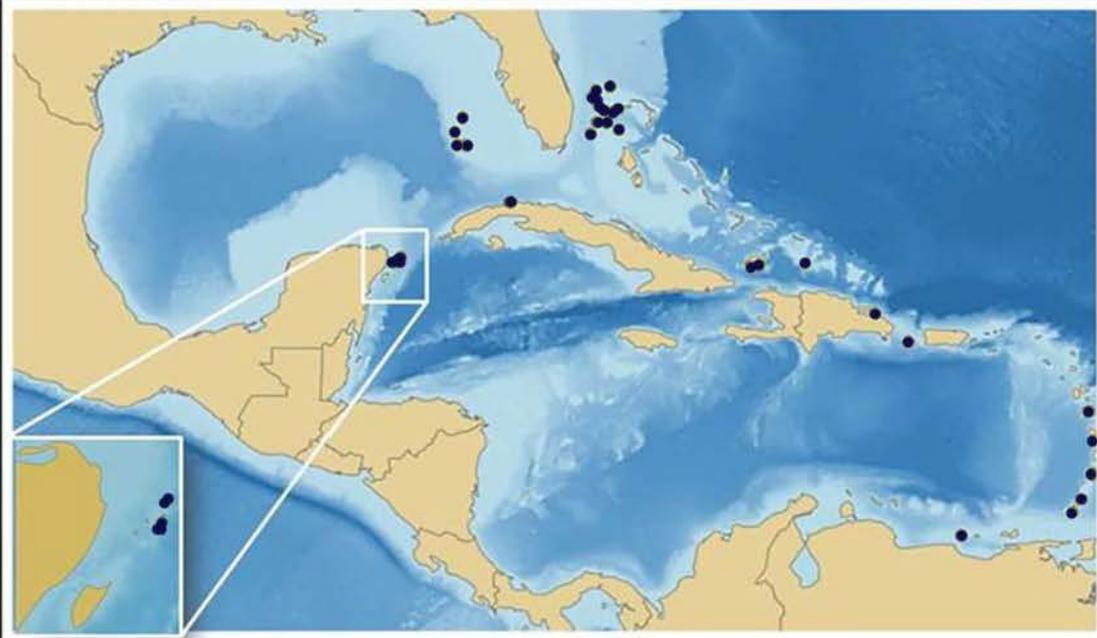
Mapa 6. Distribución geográfica de *Monachocrinus caribbeus* A. H. Clark, 1908.



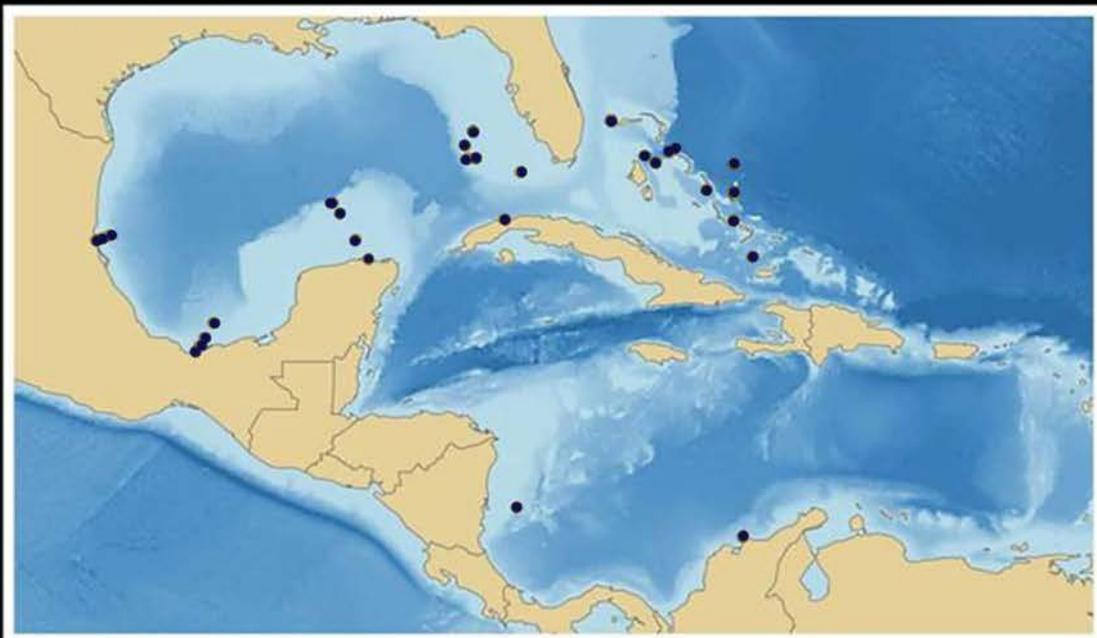
Mapa 7. Distribución geográfica de *Hyocrinus foelli* Pawson y Roux, 1999.



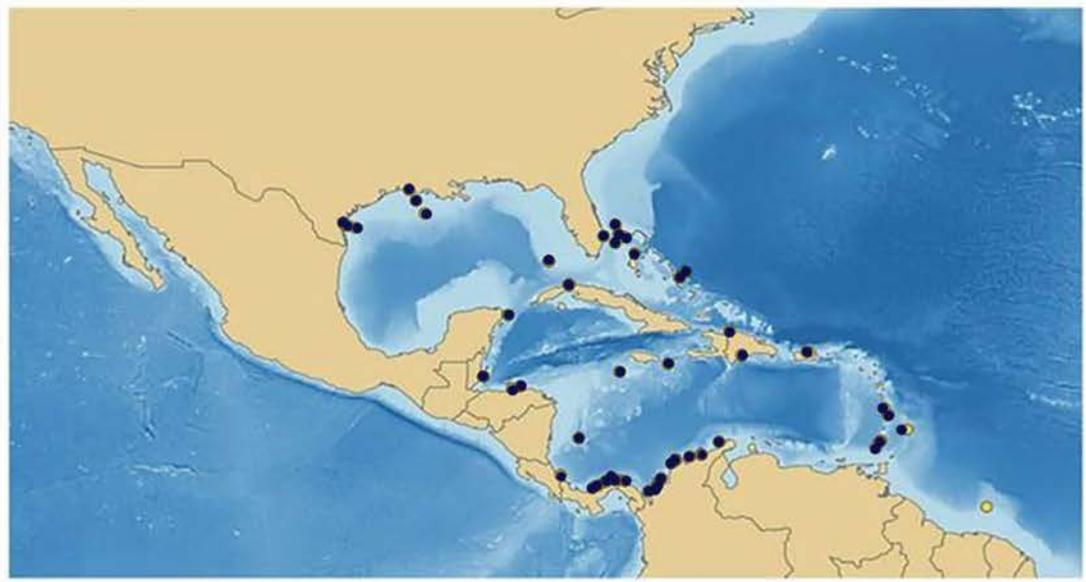
Mapa 8. Distribución geográfica de *Holopus rangii* d'Orbigny, 1837.



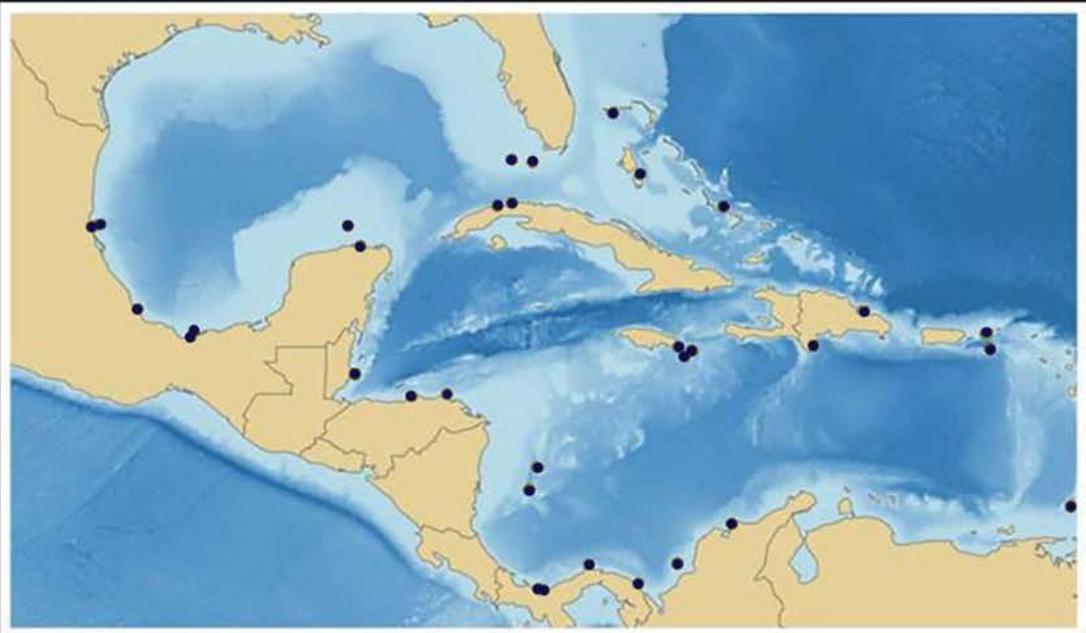
Mapa 9. Distribución geográfica de *Neocomatella alata* (Portualès, 1878).



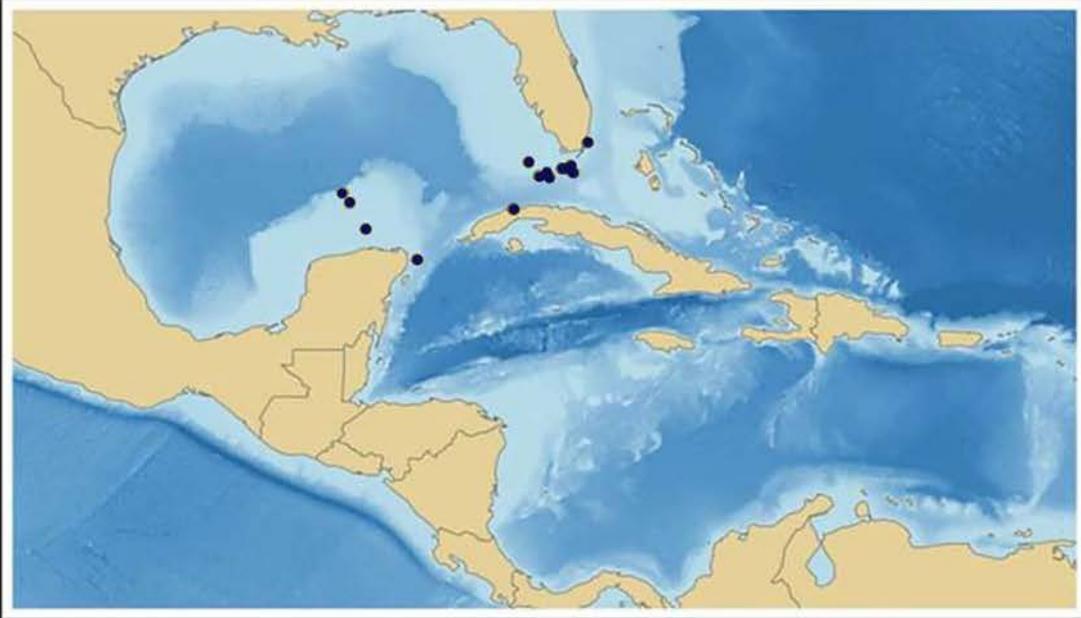
Mapa 10. Distribución geográfica de *Neocomatella pulchella* (Portualès, 1878).



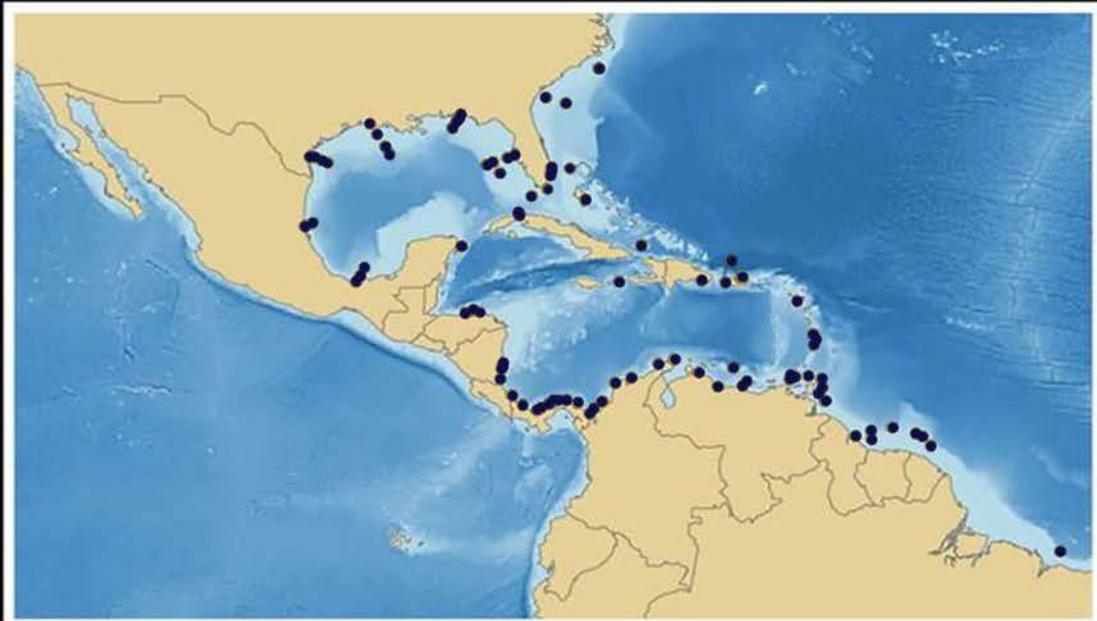
Mapa 11. Distribución geográfica de *Davidaster discoideus* (Carpenter, 1888).



Mapa 12. Distribución geográfica de *Davidaster rubiginosus* (Portualès, 1869).



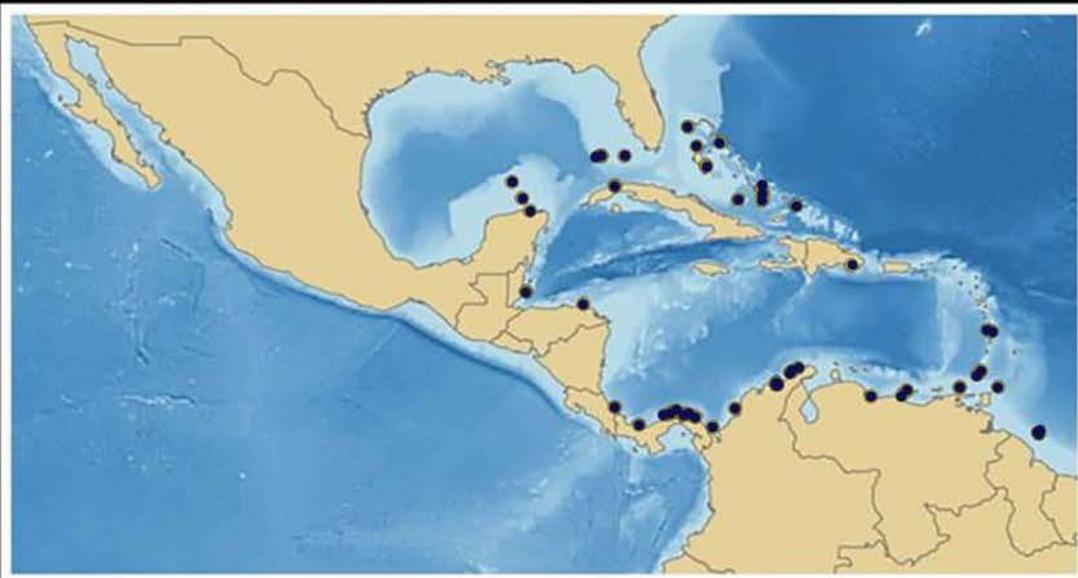
Mapa 13. Distribución geográfica de *Comatonia cristata* (Hartlaub, 1912).



Mapa 14. Distribución geográfica de *Comactinia echinoptera* (Müller, 1840).



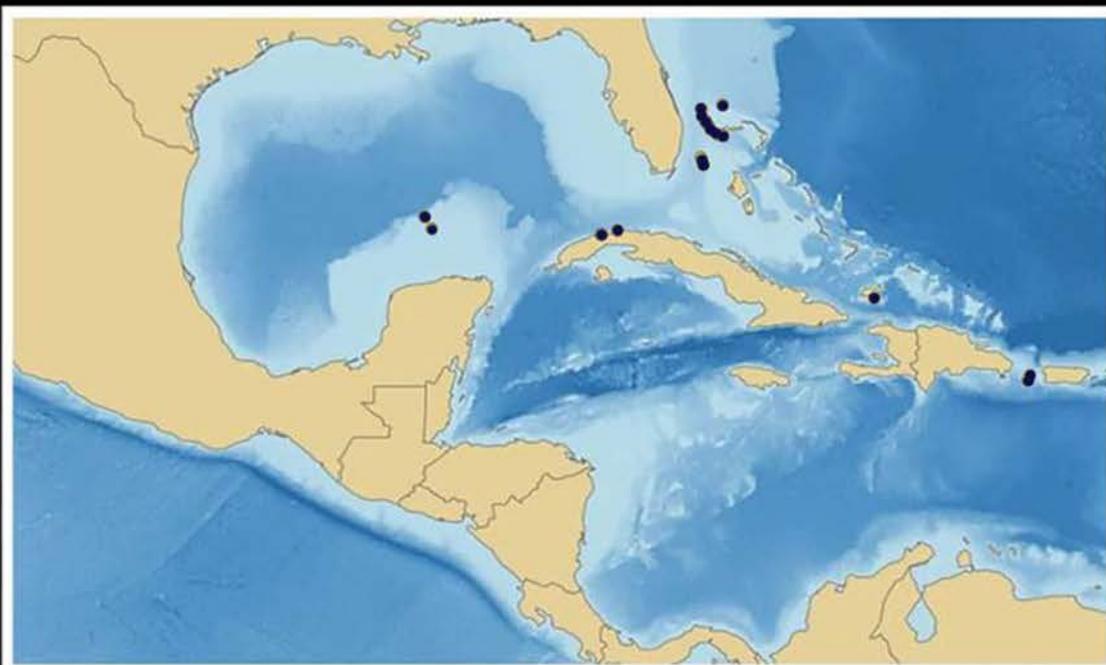
Mapa 15. Distribución geográfica de *Comactinia meridionalis* (Agassiz, 1865).



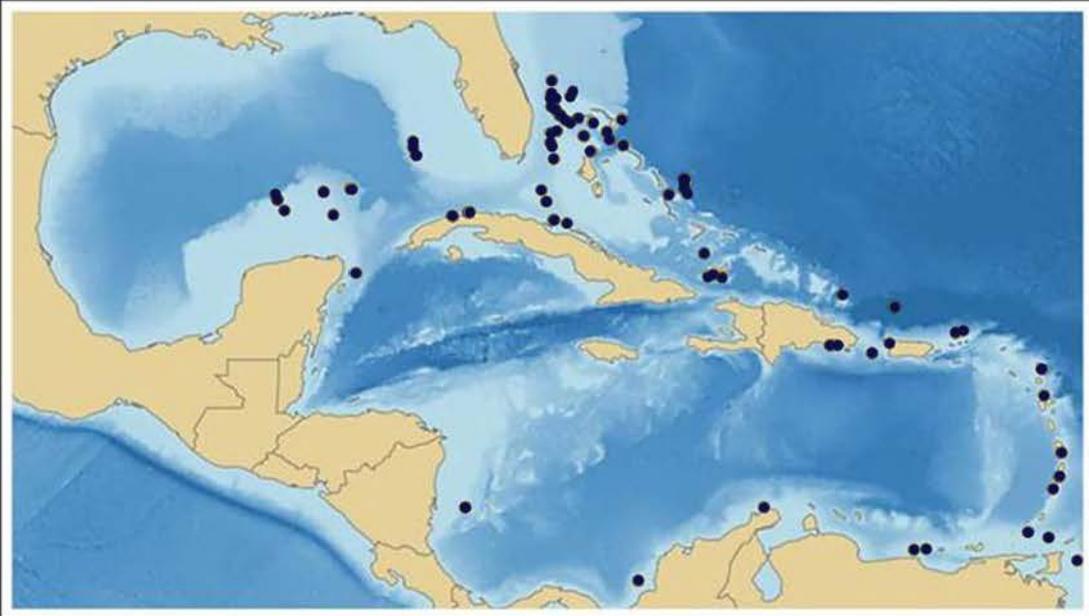
Mapa 16. Distribución geográfica de *Analcidometra armata* (Portualès, 1867).



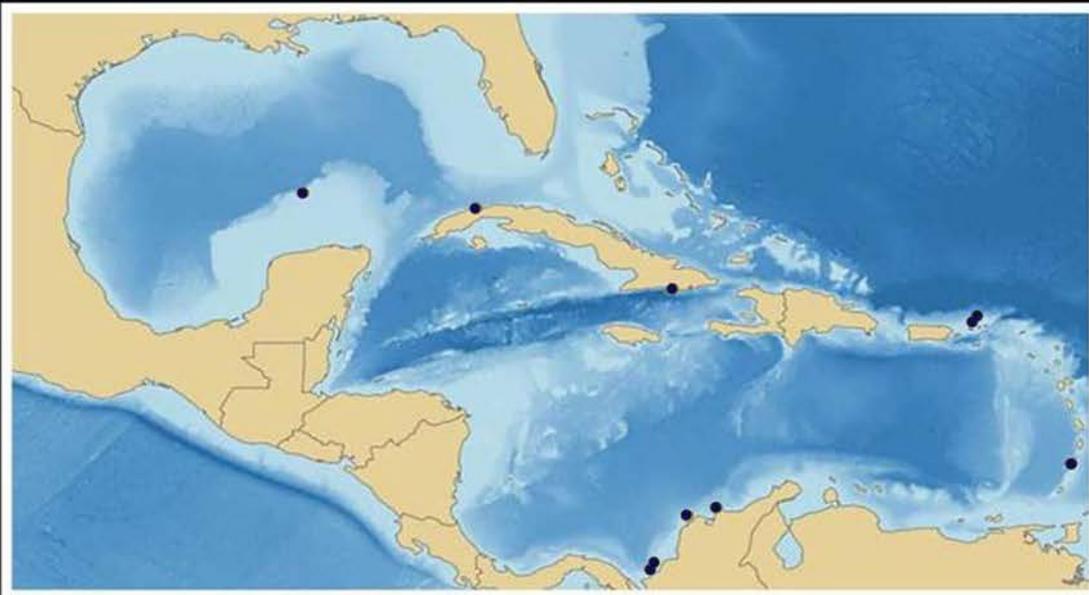
Mapa 17. Distribución geográfica de *Stylometra spinifera* (Carpenter, 1881).



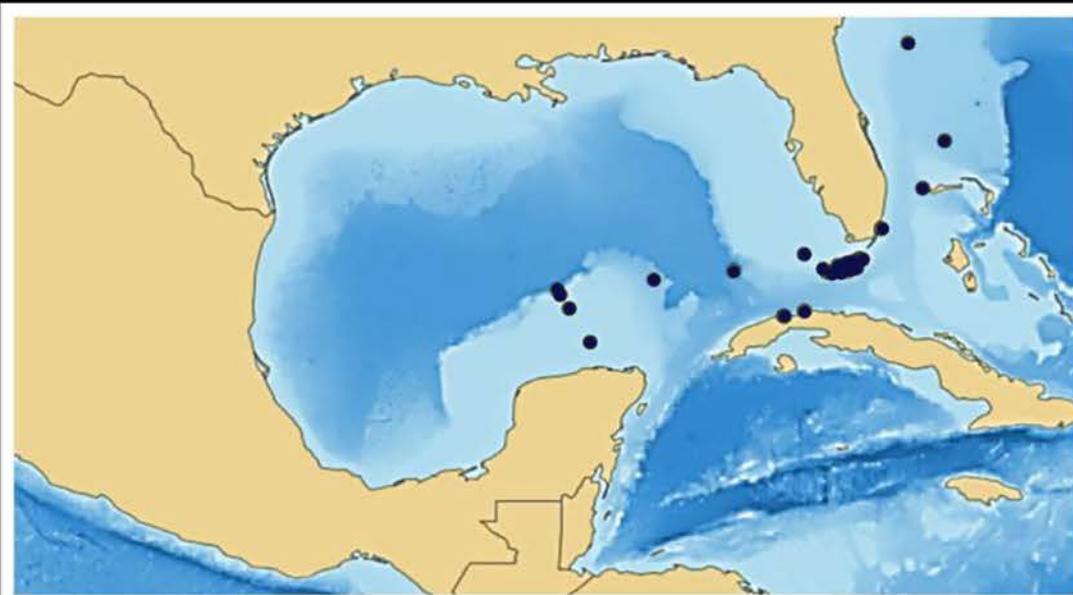
Mapa 18. Distribución geográfica de *Horaeometra duplex* (Carpenter, 1888).



Mapa 19. Distribución geográfica de *Crinometra brevipinna* (Portualès, 1817).



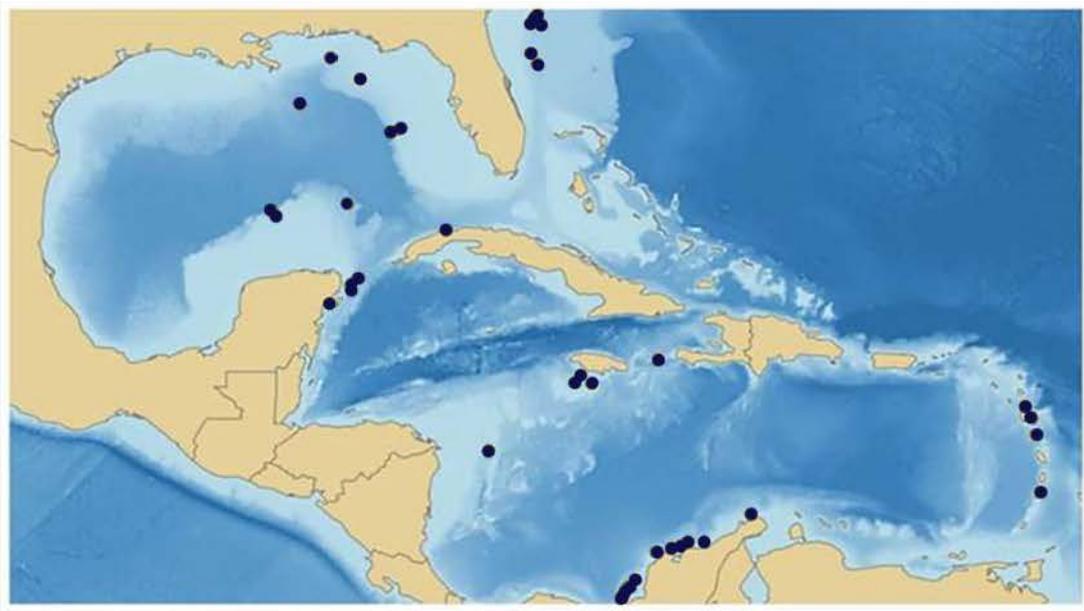
Mapa 20. Distribución geográfica de *Coccometra guttata* A. H. Clark, 1918.



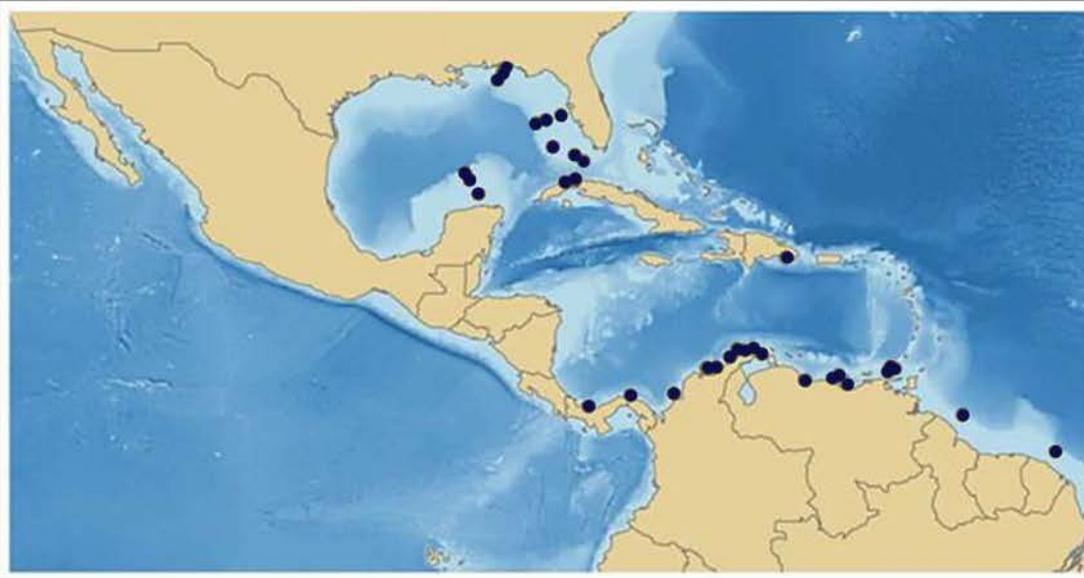
Mapa 21. Distribución geográfica de *Coccoetra hagenii* (Portualès, 1867).



Mapa 22. Distribución geográfica de *Coccoetra nigrolineata* A. H. Clark, 1918.



Mapa 23. Distribución geográfica de *Trichometra cubensis* (Portualès, 1867).



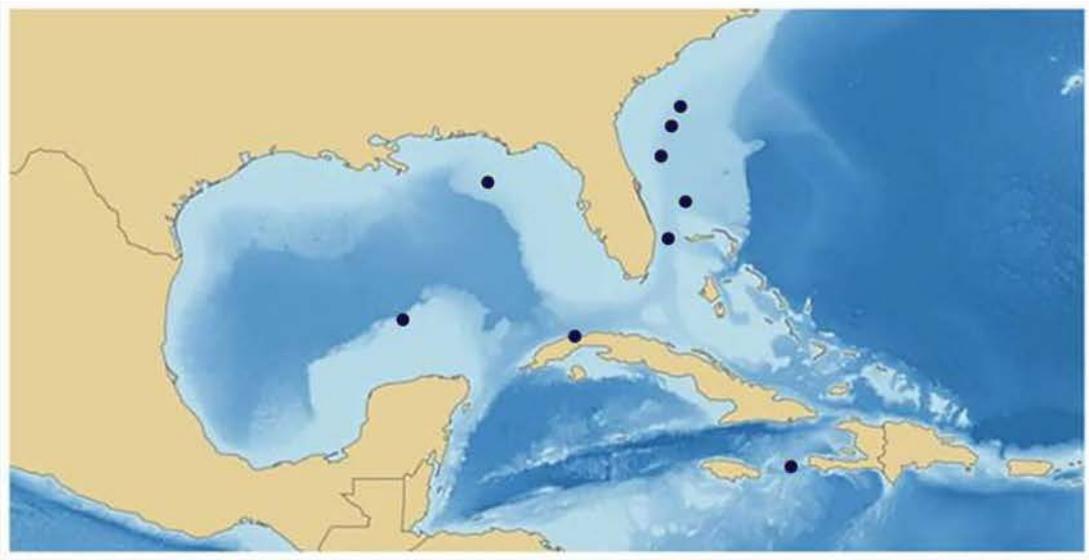
Mapa 24. Distribución geográfica de *Hypalometra defecta* (Carpenter, 1888).



Mapa 25. Distribución geográfica de *Florometra serratissima* (A. H. Clark, 1907).



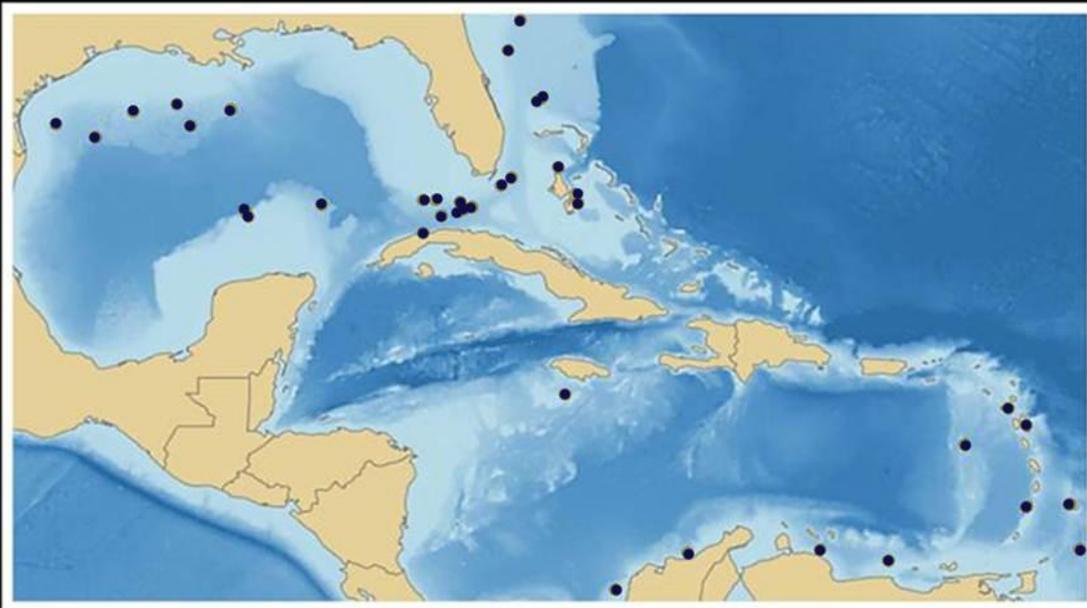
Mapa 26. Distribución geográfica de *Florometra tannerii* (Hartlaub, 1895).



Mapa 27. Distribución geográfica de *Zenometra columaris* (Carpenter, 1881).



Mapa 28. Distribución geográfica de *Fariometra parvula* (Hartlaub, 1895).



Mapa 29. Distribución geográfica de *Atelecrinus balanoides* Carpenter, 1881.

### Anexo 3

#### REFERENCIAS DE IDENTIFICACIÓN

***Neocrinus (Neocrinus) decorus*** Thomson, 1864. Thomson, C. 1864. Sea Lillies. The intellectual observer. Review of Natural History, Microscopic Research and Recreative Science. Ed. Groombridge and Sons, Londres. 6, 1-11 (7).

***Neocrinus (Isocrinus) blakei*** (Carpenter, 1882). Carpenter, P. H. 1882. The Stalked Crinoids of the Caribbean. Bull. Of the Mus. Comp. Zoöl, Harvard 10: 165- 179 (172-173).

***Endoxocrinus (Endoxocrinus) parrae*** (Gervais in Guérin), 1835. David, J., Roux, M., Messing, C., Amèziane, N. 2006. Revision of the pentacrinid stalked crinoids of the genus *Endoxocrinus* (Echinodermata, Crinoidea) with a study of environmental control of characters and its consequences for taxonomy. Zootaxa 1156: 1-50 (34-35).

***Cenocrinus asterius*** (Linnaeus, 1767). Clark, A. H. 1931. A monograph of the recent crinoids. US Natural Museum Bulletin. Vol. 1, pt. 1-5 (16).

***Democrinus rawsonii*** (Portualès, 1864). Portualès, L. F. de. 1874. On a new species of Rhizocrinus from Barbados. Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard 4(8): 27-31.

***Monachocrinus caribbeus*** (A. H. Clark, 1919). Clark, A. H. 1908. Notice of some crinoids in the collection of the Museum of Comparative Zoology. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, 51(8): 231-248.

***Hyocrinus foelli*** Pawson & Roux, 1999. Roux, M & Pawson, D. Two new Pacific Ocean Species of Hyocrinid Crinoids (Echinodermata), With Comments on Giant-Dwarf Gradients Related to Seamounts and Abyssal Plains. Pacific Science, vol. 53, no 3:289-298, p 289.

***Holopus rangii*** d'Orbigny, 1837. Orbigny, A. d', 1837. Sur une troisième espèce vivante de la famille des Crinoïdes ou Encrines, servant de type au nouveau genre *Holope (Holopus)*. Comptes rendus de l'Académie des sciences. 329-331.

***Neocomatella alata*** A. H., Clark, 1909. Clark A. H. 1931. A monograph of the existing Crinoids. US Natural Museum Bulletin., Vol 1, pt 3. (142).

***Neocomatella pulchella*** (Portualès, 1878). Clark A. H. 1931. A monograph of the existing Crinoids. US Natural Museum Bulletin., Vol 1, pt 3. (124).

***Davidaster discoideus*** (Carpenter, 1888). Clark A. H. 1931. A monograph of the existing Crinoids. US Natural Museum Bulletin., Vol 1, pt 3. (232).

***Davidaster rubiginosus*** (Portualès, 1869). Clark A. H. 1931. A monograph of the existing Crinoids. US National Museum Bulletin., Vol 1, pt 3. (225).

***Comatonía cristata*** (Hartlaub, 1912). Clark, A. H. 1931. A monograph of the existing crinoids. US National Museum Bulletin, Vol. 1, pt 3 (289).

***Comactinia echinoptera*** (Müller, 1840). Clark, A. H. 1931. A monograph of the existing crinoids. US National Museum Bulletin, Vol. 1, pt 3 (374).

***Comactinia meridionalis*** (L. Agassiz, 1865). Messing, C. G, 1978. A revision of the comatulid genus *Comactinia* Clark, A. H (Crinoidea Echinodermata). Bulletin of Marine Science, 28(1): (62- 71).

***Analcidometra armata*** (Portualès, 1869). Clark, A. H. 1947. A monograph of the existing crinoids. US National Museum Bulletin, Vol. 1, pt 4b: (77).

***Stylometra spinifera*** (Carpenter, 1881). Clark, A. H, 1950. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the US National Museum. 82., Vol. 1, pt. 4c: (30).

***Horaeometra duplex*** (Carpenter, 1888). Clark, A. H, 1950. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the US National Museum. 82., Vol. 1, pt. 4c: (186).

***Crinometra brevipinna*** (Portuales, 1817). Clark, A. H. 1909a. A revision of the crinoid families Thalassometridae and Himerometridae. Proceedings of the Biological Society of Washington. Vol 22: 1- 22 (22).

***Coccometra guttata*** A. H. Clark, 1918. Clark, A. H. Clark y A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (247).

***Coccometra hagenii*** (Portuales, 1868). Clark, A. H. Clark y A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (279).

***Coccometra nigrolineata*** A. H. Clark, 1918. Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (276).

***Trichometra cubensis*** (Portualès, 1867). Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (671).

***Hypalometra defecta*** (Carpenter, 1888). Clark A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (488).

***Florometra serratissima*** (A. H. Clark, 1907). Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (299).

***Florometra tanneri*** (Hartlaub, 1895). Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (313).

***Zenometra columnaris*** (Carpenter, 1881). Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (496).

***Fariometra parvula*** (Hartlaub, 1895). Clark, A. H. y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (738).

***Atelecrinus balanoides*** Carpenter, 1881. Clark, A. H y Clark, A. M. 1947. A monograph of the existing crinoids. Bulletin of the United States National Museum. Vol. 1, pt. 5: (823).