



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

**REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *LUIDIA* (ASTEROIDEA:
PAXILLOSIDA) DEL PACÍFICO MEXICANO.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA MARINA)

PRESENTA:

BIÓL. MAGDALENA DE LOS PALOS PEÑA

TUTOR PRINCIPAL:

DR. FRANCISCO ALONSO SOLÍS MARÍN
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

COMITÉ TUTOR:

DR. ALFREDO LAGUARDA FIGUERAS
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

DR. JOSÉ LUIS VILLALOBOS HIRIART
INSTITUTO DE BIOLOGÍA

DRA. BLANCA ESTELA BUITRÓN SÁNCHEZ
INSTITUTO DE GEOLOGÍA

DRA. VIVIANNE SOLÍS WEISS
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., MARZO, 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**REVISIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *LUIDIA* (ASTEROIDEA:
PAXILLOSIDA) DEL PACÍFICO MEXICANO.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO(A) EN CIENCIAS

(BIOLOGÍA MARINA)

PRESENTA:

BIÓL. MAGDALENA DE LOS PALOS PEÑA

TUTOR(A) O TUTORES PRINCIPALES:

DR. FRANCISCO ALONSO SOLÍS MARÍN
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

COMITÉ TUTOR:

DR. ALFREDO LAGUARDA FIGUERAS
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

DR. JOSÉ LUIS VILLALOBOS HIRIART
INSTITUTO DE BIOLOGÍA

DRA. BLANCA ESTELA BUITRÓN SÁNCHEZ
INSTITUTO DE GEOLOGÍA

DRA. VIVIANNE SOLÍS WEISS
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

MÉXICO, CD. MX., MARZO, 2021



A mi famiglia



AGRADECIMIENTOS

A mi familia. A mis padres y mis hermanos por apoyarme y siempre hacer todo lo posible para que yo cumpla mis sueños. A David, por ser mi compañero, por escuchar mis ideas revueltas y ayudarme a darle sentido a todo; por ser esa constante en mi vida que me ayuda a llegar más lejos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente y por el apoyo recibido para llevar a cabo satisfactoriamente el proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico proporcionado durante los dos años de estudio de posgrado a través del Programa Becas CONACyT Nacionales.

Al Dr. Francisco Alonso Solís Marín por permitirme continuar siendo parte de su equipo de trabajo y guiarme en el desarrollo de una tesis una vez más. Por el apoyo, la confianza y por compartir su pasión por los equinodermos todos los días.

A los miembros de mi comité tutor, al Dr. José Luis Villalobos Hiriart, la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, la Dra. Vivianne Solís Weiss y el Dr. Alfredo Laguarda Figueras por su disponibilidad para revisar el escrito y asistir a los tutorales, por sus valiosos consejos, comentarios y aportaciones para mejorar este proyecto.

A la M. en C. Alicia Durán González por el trabajo incansable que realiza día a día en la Colección Nacional de Equinodermos, ICML, UNAM que hace posible trabajar con los ejemplares, así como su apoyo en la búsqueda de literatura o de material.

A la M. en C. Berenit Mendoza Garfias por la toma de fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido en el Laboratorio de Fotografía de la Biodiversidad I, Instituto de Biología, UNAM.

A la Bióloga Susana Guzmán Gómez por la asesoría brindada para la toma de fotografías multifocales de los organismos en el Laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología, UNAM.

A mis compañeros del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos por ser el mejor equipo de trabajo, por su disponibilidad para aportar consejos, compartir conocimientos y toda su ayuda, por hacer del laboratorio el mejor lugar para trabajar equinodermos.

I would like to thank Bill Moser, for allowing me to visit the Invertebrates Collection at the National Museum of Natural History, Smithsonian Institutions (USNM). To Adam Stergis and Amanda Robinson for supervising my short visit at the USNM and for helping me and providing me with everything I needed during my stay. To Dr. Chris Mah for his advice and helping me with the collection material.

To Dr. David Pawson for allowing me to work in his laboratory during my visit at USNM, for giving me advice and sharing anecdotes with me. To Pietro Tardelli and Scott Whittaker for helping me with the SEM photos in the Scanning Electron Microscopy Laboratory, Smithsonian Institution, and their technical support for the multifocal photos. To Yolanda Villacampa for making sure I had all the material I needed and supporting me at all times.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	7
1.1	GENERALIDADES DE LOS EQUINODERMOS	7
1.2	DIVERSIDAD DEL PHYLUM.....	9
1.3	CLASE ASTEROIDEA BLAINVILLE, 1830	10
1.3.1	Sistemática	10
1.3.2	Morfología	10
1.3.3	Alimentación.....	12
1.3.4	Reproducción.....	13
1.3.5	El género <i>Luidia</i> Forbes 1839.....	13
1.4	MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA.....	17
2	ANTECEDENTES	18
3	OBJETIVOS	22
4	ÁREA DE ESTUDIO	23
4.1	PACÍFICO SUDCALIFORNIANO	24
4.2	GOLFO DE CALIFORNIA.....	24
4.3	PACÍFICO TRANSICIONAL MEXICANO	24
4.4	PACÍFICO CENTROAMERICANO	25
5	MATERIAL Y MÉTODO	26
5.1	TRABAJO BIBLIOGRÁFICO.....	26
5.2	TRABAJO DE LABORATORIO.	26
5.3	ANÁLISIS DE MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA.	26
5.4	DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA.	27
5.5	TRABAJO DE LABORATORIO USNM.....	27
5.6	CATÁLOGO ILUSTRADO.....	28
5.7	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN.....	28
6	RESULTADOS	29
6.1	SINOPSIS TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>LUIDIA</i> REGISTRADAS PARA EL PACÍFICO MEXICANO	29
6.2	CATÁLOGO ILUSTRADO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>LUIDIA</i> REGISTRADAS PARA EL PACÍFICO MEXICANO	30
6.3	CLAVE DE IDENTIFICACIÓN ILUSTRADA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>LUIDIA</i> FORBES, 1839 DEL PACÍFICO MEXICANO.	104
6.4	ANÁLISIS MORFOMÉTRICO	111
6.5	DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA.....	118
6.6	DIFERENCIACIÓN DEL ODONTÓFORO EN LOS GRUPOS ARTIFICIALES (<i>SENSU</i> DÖDERLEIN, 1920).....	119
7	DISCUSIÓN	120
7.1	ASPECTOS TAXONÓMICOS DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>LUIDIA</i> EN EL PACÍFICO MEXICANO.	121
7.2	HÁBITOS DE ENTERRAMIENTO, FORMA-FUNCIÓN DE PAXILAS Y PIES AMBULACRALES.	129
7.3	HÁBITOS ALIMENTICIOS Y EL ODONTÓFORO	130
7.4	SISTEMÁTICA DEL GÉNERO	131
7.5	<i>LUIDIA</i> LATIRADIATA	132
7.6	<i>LUIDIA</i> MAGNIFICA.....	134
7.7	GRUPOS ARTIFICIALES Y SUBGÉNEROS.....	136
7.8	NUEVOS CARACTERES DE IDENTIFICACIÓN, NUEVAS HERRAMIENTAS.....	137



8	CONCLUSIONES	139
	LITERATURA CITADA.....	141
	ANEXO I. GLOSARIO	157
	ANEXO II. MATERIAL EXAMINADO	160
	ANEXO III. CARTEL INFORMATIVO DE <i>LUIDIA MAGNIFICA</i> (TOMADO DE CONABIO).....	178



1 INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades de los equinodermos

Los equinodermos (Phylum Echinodermata Bruguière, 1791: del vocablo griego *echino*, espina y *derma*, piel), son organismos marinos invertebrados, deuterostomados, que se caracterizan morfológicamente por tener un plan corporal adulto con simetría pentarradial (Solís-Marín et al., 2014a; Arnone et al., 2015).

Presentan algunas autapomorfías que los definen, tienen principalmente tres características diagnósticas: 1) endoesqueleto de origen mesodérmico que está compuesto de placas, espinas y espículas de carbonato de calcio (CaCO_3), 2) simetría bilateral primaria en las etapas larvales, radial pentámera en los adultos y bilateral terciaria únicamente en los adultos de la clase Holothuroidea Selenka, 1867, y 3) Sistema Vasculor Acuifero (SVA) derivado del axohidroceloma izquierdo, que consiste en una serie de canales y reservorios. Este último se compone por la madreporita y continúa por el canal pétreo y por el conducto radial, en donde se encuentran los pies ambulacrales (Fig. 1). Le brinda soporte y movilidad al organismo, además de otras funciones diversas como alimenticia, sensorial y respiratoria (Solís-Marín, 1998; Arnone et al., 2015).

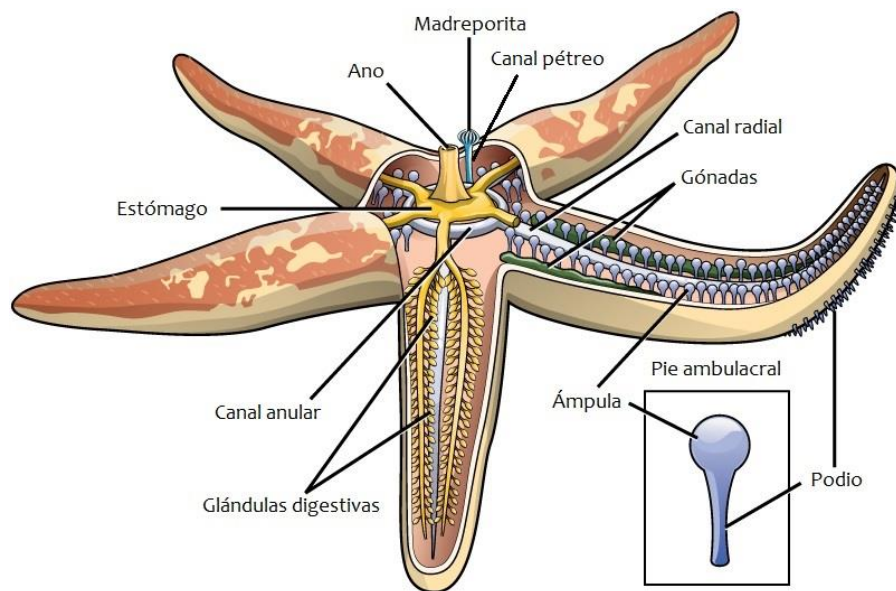


Figura 1. Sistema vascular acuifero de un asteroideo (Modificada de Rye et al., 2017).

El endoesqueleto, como se mencionó previamente, consiste en osículos y placas formadas por cristales microscópicos de calcita orientados a lo largo del mismo eje cristalográfico. Estos microcristales se asocian con pequeñas cantidades de tejido orgánico y se va desarrollando una estructura reticular llamada *estereoma*, cuyos intersticios quedan ocupados por tejido vivo denominado *estroma*. El *estereoma* genera los osículos, los cuales pueden ser microscópicos y estar embebidos en los tejidos blandos (como ocurre en la clase Holothuroidea) o pueden ser muy grandes y formar las vértebras (en el caso de crinoideos y ofiuroides) o las placas (en el caso de ofiuroides, asteroideos y equinoideos), además de espinas y pedicelarios, generando así los diferentes tipos de esqueletos característicos de las cinco clases (Benavides-Serrato et al., 2011; Brusca et al., 2016).



En cuanto a la segunda característica diagnóstica, los equinodermos son los únicos animales pentarradiales, aunque esta simetría se modifique en algunos linajes. Los patrones embrionarios básicos (deuterostomados bilaterales), están presentes únicamente en etapas tempranas del desarrollo. El plan corporal pentarradial se superpone a la bilateralidad larvaria anterior, carácter derivado evolutivamente con respecto al desarrollo del resto de los animales. Los equinodermos se caracterizan también por ser dioicos, tienen desarrollo embrionario que puede ser directo o indirecto y poseen un tracto digestivo completo (a excepción de algunas especies de la clase Asterozoa Blainville, 1830 y en todas las de la clase Ophiurozoa Gray, 1840) y un sistema nervioso descentralizado (lo que les permite interactuar con el ambiente en todas las direcciones); el sistema hemal está compuesto por estructuras circulatorias derivadas de cavidades celómicas y carecen de órganos excretores (Yoshimura *et al.*, 2012; Arnone *et al.*, 2015; Brusca *et al.*, 2016).

La última característica diagnóstica, que es el sistema vascular acuífero, además de la locomoción como se mencionó previamente, tiene otras funciones relacionadas como son la respiración, alimentación, excreción y osmorregulación. En el interior, el líquido fluye por capilaridad debido a los cilios que cubren el interior de los conductos. La madreporita es la estructura por la cual entra y sale el agua al sistema y su posición, forma y características estructurales varían para cada clase. Después de la madreporita, se encuentra el canal pétreo, que la conecta con el canal anular (Fig. 1), sobre el cual se disponen pequeños sacos denominados cuerpos de Tiedemann, que, junto con las Vesículas de Poli, regulan la presión hidráulica dentro del sistema. A partir del canal anular se ramifican los canales radiales que se extienden en el interior de los brazos (por ejemplo, en la clase Asterozoa) o sobre las secciones correspondientes a los surcos ambulacrales y a partir de los cuales surgen pequeñas prolongaciones correspondientes a los canales laterales que se encuentran conectados directamente a las ámpulas, que controlan a los pies ambulacrales. Cada una de las clases de equinodermos presenta distintas modificaciones en los podios que obedecen a las demandas de cada hábitat (Hyman, 1955; Hickman *et al.*, 2008).

La falta de órganos excretores-osmorreguladores, así como la manera en que realizan el intercambio gaseoso, los restringen a los ambientes marinos, aunque existen especies que pueden soportar salinidades muy bajas (Bribiesca-Contreras y Solís-Marín, 2014). Forman un grupo altamente diversificado en las regiones tropicales y subtropicales del mundo y están distribuidos en todos los océanos, desde la zona litoral, hasta la hadal. En mares profundos constituyen más del 90% de la biomasa bentónica (Zenkevich, 1963). Su amplio registro fósil y su importancia ecológica en el medio marino (Pawson, 2007), además de la belleza de sus ejemplares y su tamaño, han contribuido adicionalmente a que sean considerados de gran interés y estén entre los grupos de invertebrados marinos más populares, son reconocidos fácilmente por el público en general.

También se ha registrado su presencia en ambientes extremos como son ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano y cuevas anquihalinas (Stöhr y Segonzac, 2004; Bribiesca-Contreras y Solís-Marín, 2014; Mah, *et al.*, 2015).



1.2 Diversidad del Phylum

El phylum Echinodermata fue un grupo sumamente abundante y diverso en eras pasadas. Se han documentado alrededor de 15 000 especies a partir de un rico registro fósil que se remonta al menos a principios del Cámbrico. Actualmente, se reconocen como válidas alrededor de 7 300 especies vivas de equinodermos agrupadas en cinco clases: Crinoidea Miller, 1821 (lirios de mar, 625 spp.), Asteroidea Blainville, 1830, (estrellas de mar, 1 900 spp.), Ophiuroidea Gray, 1840 (estrellas quebradizas, 2 000 spp.), Echinoidea Leske, 1778 (erizos y galletas de mar, 1000 spp.) y Holothuroidea Selenka, 1867 (pepinos de mar, 1 700 spp.) (Fig. 2) (Brusca *et al.*, 2016).

De las aproximadamente 7 300 especies de equinodermos reconocidas actualmente en todo el mundo, alrededor de 813 especies habitan las aguas mexicanas, lo que representa casi el 11% de la diversidad mundial del grupo (Solís-Marín *et al.*, 2017).

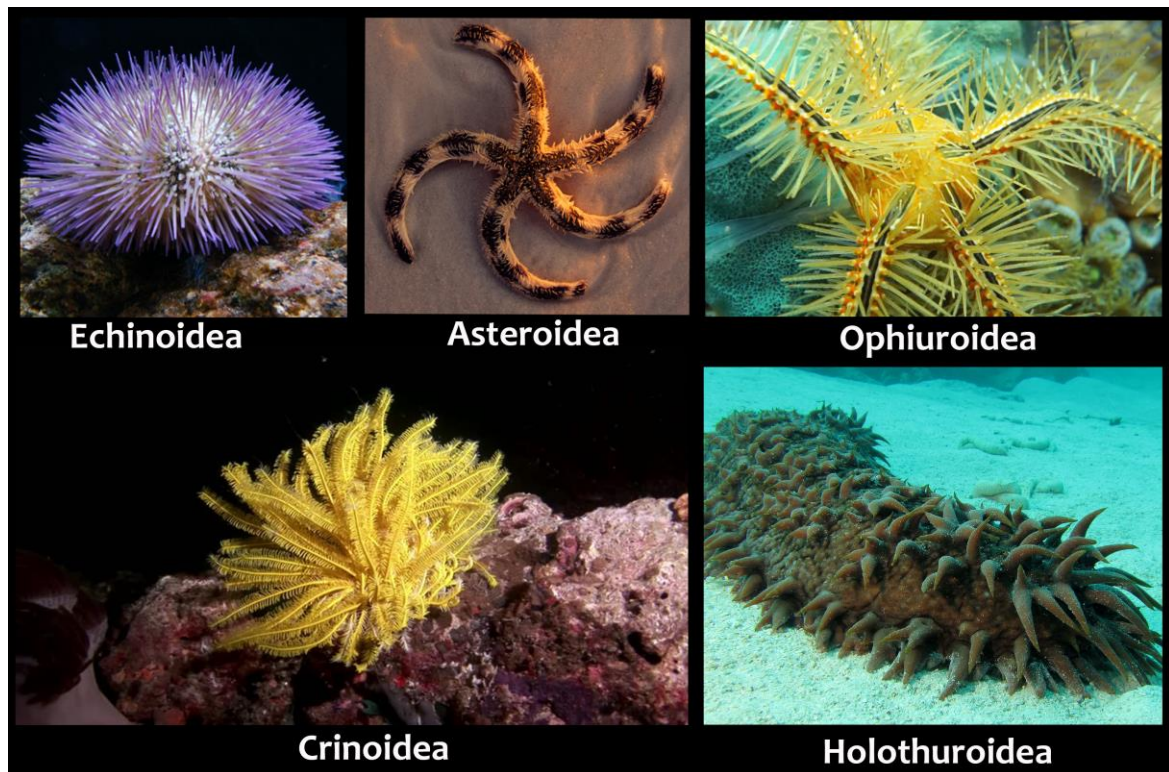


Figura 2. Representantes de las cinco clases actuales del phylum: Echinoidea Leske, 1778, Asteroidea Blainville, 1830; Ophiuroidea Gray, 1840; Crinoidea Miller, 1821 y Holothuroidea Selenka, 1867 (Imágenes tomadas de internet).

México posee una gran diversidad en sus regiones oceánica y costera producto de su fisiografía y posición geográfica intertropical. Los litorales de México tienen una extensión de 11 122 km, de los cuáles 7 828 km pertenecen al Océano Pacífico y 3 294 km al Golfo de México y Mar Caribe, además de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) que se extiende hasta 370.4 Km (200 millas náuticas) contados desde la línea de costa continental e insular (INEGI). La clase de equinodermos que tiene la mayor riqueza de especies en nuestro país es la clase Ophiuroidea con 238 especies, es decir, el 28.6% de las especies. Le sigue la clase Asteroidea con 227 especies, lo que representa el 27.3%; las clases Echinoidea y Holothuroidea con 153 y 164 especies



respectivamente, es decir, el 18.4% y 19.7% y, por último, la clase Crinoidea con 31 especies, lo que representa el 3.7% del total mundial (Solís-Marín et al., 2013; 2017).

1.3 Clase Asteroidea Blainville, 1830

1.3.1 Sistemática

La palabra Asteroidea proviene del vocablo griego *-aster* que significa “estrella” y *-eidos* que significa “en forma de”. Es una de las más representativas del phylum y se divide en siete órdenes: Paxillosida Perrier, 1884; Notomyotida, Ludwig, 1910; Valvatida, Perrier, 1884; Velatida Perrier, 1884; Spinulosida Perrier, 1884; Forcipulatida Perrier, 1884 y Brisingida Fisher, 1928 (A. M. Clark y Downey, 1992).

El registro fósil más antiguo para la clase corresponde a un organismo con forma estelada de hace alrededor de 300 millones de años, el cual representa una ancestría común con la clase Ophiuroidea, lo que convierte a ambas clases en un grupo monofilético. Todos los asteroideos recientes han sido considerados como miembros de la clase Asteroidea post Paleozoica y actualmente se utiliza el término "Neoasteroidea" para reconocerla. Ciertos asteroideos del Paleozoico tardío muestran una morfología similar e intermedia con el grupo (Brusca y Brusca, 2006; Mah y Blake, 2012).

1.3.2 Morfología

Las estrellas de mar tienen simetría pentámera secundaria y generalmente presentan una forma estelada, un disco y brazos que pueden ir desde cinco hasta más de 50 (Hendler et al., 1995). El eje longitudinal de cada brazo se denomina radio y el área entre los brazos se denomina interr radial. La morfología externa se considera esencial para la identificación de los ejemplares. Ésta se divide principalmente en dos regiones: la superficie abactinal, en la cual se encuentran la madreporita y el ano, y la actinal, donde se encuentra la boca (Fig. 3) (Solís-Marín et al., 2014a).

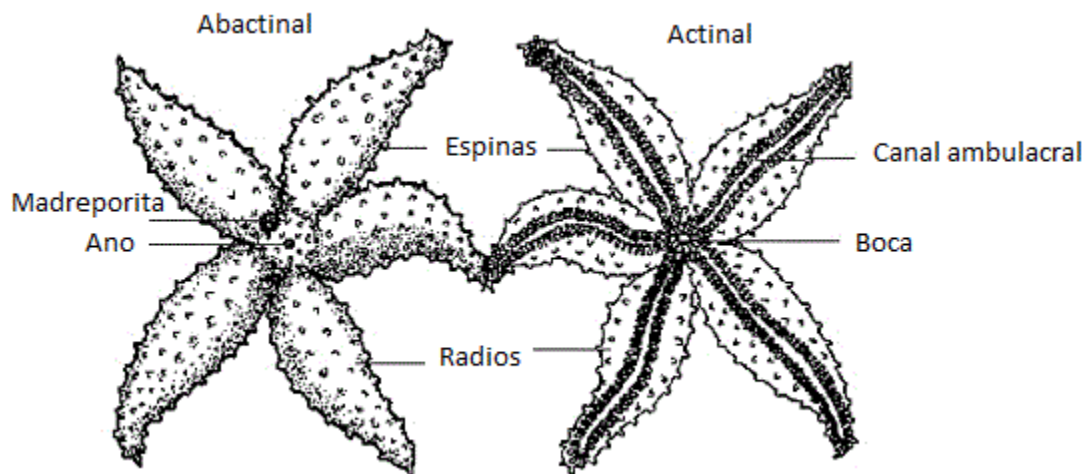


Figura 3. Eje actinal-abactinal del cuerpo de un asteroideo. Tomado y modificado de © BIODIDAC en: Tree of life Web Project <http://tolweb.org/>.

Los asteroideos son dorsoventralmente aplanados y los brazos se proyectan a partir del disco. Cada brazo posee una serie de osículos ambulacrales pareados a lo largo del radio. Los pies



ambulacrales emergen de poros presentes entre los osículos ambulacrales en un surco abierto orientado ventralmente. Estos surcos ambulacrales convergen en la boca del organismo (Mah y Blake, 2012).

En cuanto a los caracteres morfológicos de importancia taxonómica en la clase Asteroidea, se incluyen a nivel de orden, familia, género y especie: el número de brazos, la forma del disco, forma de las placas abactinales, organización de las áreas papulares, presencia y ornamentación de las placas marginales, la disposición de las placas actinales, forma de los pedicelarios y las placas orales, forma y disposición de los pies ambulacrales, forma y número de las espinas subambulacrales y adambulacrales (Fig. 4), es decir, se basa en las características externas del esqueleto, distinguiéndose las series de osículos primarios que definen la pared del cuerpo (placas abactinales, actinales, marginales, ambulacrales, adambulacrales), así como los osículos secundarios (espinas, espineletas, pedicelarios) (Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

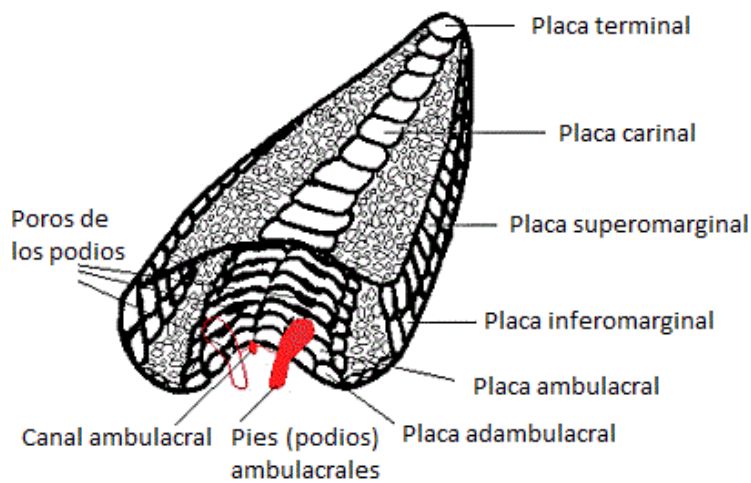


Figura 4. Sección transversal del brazo de un asteroideo, nombre de las placas. Tomado y modificado de © BIODIDAC en: Tree of life Web Project <http://tolweb.org/>.

En la superficie abactinal se encuentra la madreporita, ubicada en una posición interradianal entre los brazos “C” y “D”, perforada con poros microscópicos; en especies con más de cinco brazos o en especies que se reproducen asexualmente, se pueden presentar varias madreporitas (Solís-Marín *et al.*, 2014a).

En la parte abactinal también se encuentran las pápulas, estructuras relacionadas con el intercambio gaseoso, que son evaginaciones de la pared corporal que atraviesan los osículos a través de poros microscópicos. Estas estructuras transparentes y retráctiles se pueden presentar solas o en grupos dispersos por toda la superficie aboral, exceptuando al orden Notomyotida, en el cual las pápulas están restringidas a la parte proximal de los brazos (A. M. Clark y Downey, 1992; Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

Las placas que cubren la superficie abactinal pueden presentar diversas formas y, por lo tanto, reciben nombres distintos, por lo que existen placas tabuladas, planas, paxiliformes, parapaxiliformes, entre otras. Específicamente, las placas del cuerpo pueden estar presentes o ausentes, fusionadas, teseladas o reducidas y pueden variar en número, disposición y arreglo y,



por lo general, las ornamentaciones distribuidas sobre las mismas reciben el nombre de dicha placa (por ejemplo, placa adambulacral: espinas adambulacrales). Estas mismas ornamentaciones también pueden ser de distintas formas, tamaños, tipo, arreglo y disposición, y pueden estar presentes o ausentes (Verrill, 1914; Hendler *et al.*, 1995).

En la superficie actinal se encuentra la boca, justo en el centro del disco, rodeada por cinco placas triangulares, cada una con espinas orales y suborales. A partir de la boca, entre cada placa, se proyecta un surco ambulacral hacia cada brazo y en cada uno hay dos hileras de pies ambulacrales retráctiles. Los pies pueden presentar un disco succionador en la punta o una superficie lisa como en las especies pertenecientes al orden Paxillosida (Hennebert *et al.*, 2013).

Las placas adambulacrales definen a los surcos ambulacrales, éstas pueden presentar espinas móviles que, en algunas especies, pueden cubrir parte del surco; las espinas que se proyectan hacia el surco se denominan espinas adambulacrales, mientras que las que se encuentran sobre la placa en posición más distal se denominan subambulacrales. El área que se encuentra entre las placas adambulacrales y las placas marginales, corresponde al área actinal. Las placas actinales pueden estar organizadas de diversas formas y presentar varios tipos de ornamentación, dependiendo del grupo. Sobre dichas placas se pueden encontrar pequeñas estructuras llamadas pedicelarios, que son apéndices modificados, a los cuales se les atribuyen distintas funciones como la alimentación, defensa y limpieza. En términos generales, existen seis tipos de pedicelarios: pectinados, fasciculados, rectos (unguiculados, simples o de “pico de pato”), bivalvados alveolados, excavados y cruzados. También se pueden presentar pedicelarios en la parte abactinal (Verrill, 1914; Bernasconi, 1964; A. M. Clark y Downey, 1992; Benavides-Serrato *et al.*, 2011; Brusca *et al.*, 2016).

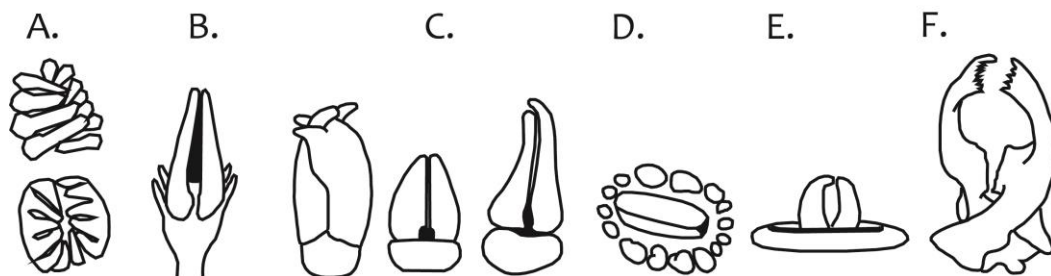


Figura 5. Representación de los distintos tipos de pedicelarios. A. Pectinados, B. Fasciculados, C. Rectos (unguiculado, simple, pico de pato), D. Bivalvados alveolados, E. Excavados, F. Cruzados (Modificado de Downey, 1973; A. M. Clark y Downey, 1992).

1.3.3 Alimentación

Las estrellas de mar tienen sistema digestivo completo. El esófago corto se deriva a partir de la boca y llega al estómago cardiaco. Posteriormente se encuentra el estómago pilórico y el intestino corto con sacos rectales, finalmente se encuentra el ano (Brusca *et al.*, 2016). La alimentación puede ser de dos tipos, intraoral o extraoral. La intraoral consiste en atrapar el alimento con los podios e ingerirla, mientras que la alimentación extraoral consiste en la eversión del estómago, ya que la flexibilidad de la membrana peristomial permite que el estómago



cardíaco salga a través de la boca, lo que le permite obtener una gran variedad de alimento. Una vez ingerido el alimento, el sistema hemal dirige los nutrientes hacia el intestino (Miller y Harley, 2010; Brusca *et al.*, 2016).

La mayoría de los asteroideos tienen tasas de alimentación relativamente lentas, pero algunos pueden tener tasas más rápidas. Por ejemplo, las especies del género *Luidia* Forbes 1839 son muy eficientes para localizar, capturar e ingerir presas, lo anterior relacionado con el alto grado de movilidad que presentan (McClintock y Lawrence, 1981).

Los asteroideos son generalistas, pueden ser depredadores, herbívoros o carroñeros. La dieta varía bastante dependiendo del grupo, algunos consumen moluscos, corales, poliquetos, crustáceos, peces pequeños e incluso se ha registrado canibalismo. La mayoría de las especies pueden clasificarse como omnívoros oportunistas, lo que significa que, en general, devoran cualquier material orgánico disponible (Hickman *et al.*, 2008; Mutschke y Mah, 2010).

1.3.4 Reproducción

Dentro de la clase se pueden encontrar especies tanto gonocóricas como hermafroditas. Cuando ocurre la fertilización externa, los huevos se liberan y se produce una larva bipinnaria y posteriormente una larva braquiolaria, ambas con simetría bilateral (Mercier y Hamel, 2013; Brusca *et al.* 2016). La reproducción asexual ocurre en algunos géneros como *Coscinasterias* Verrill, 1867 (Sköld *et al.* 2002), pero la mayoría de las especies se reproducen sexualmente. Las diferentes especies pueden presentar estrategias reproductivas y periodicidades marcadamente distintas con base en su morfología e historia de vida.

La mayoría de los asteroideos realizan el desove y la fertilización externa sin ningún cuidado parental posterior a la liberación de gametos, aunque la protección externa de las crías está relativamente extendida en muchas especies. Una forma de crianza de los embriones es colocándolos sobre el sustrato (Hamel y Mercier, 1995). Otra forma es a través del desarrollo de una cámara formada por sus brazos arqueados, justo debajo de la boca, y algunas especies mantienen a las crías en la superficie aboral de la pared corporal (Mercier y Hamel, 2008). La fertilización interna, la incubación intragonadal y la viviparidad también ocurren, aunque son menos comunes (Byrne *et al.* 2003; Byrne, 2005).

1.3.5 El género *Luidia* Forbes 1839

Forbes en 1839 bautizó al género *Luidia* en honor a Edward Lhuyd (1660–1709), un naturalista galés curador del Museo Ashmolean. Este género pertenece a la familia monogenérica Luidiidae Sladen, 1889 (Lawrence, 2013; Mah *et al.*, 2010).

Las especies de este género son infaunales, habitan generalmente en aguas someras y arrecifes sobre la plataforma continental, aunque algunas especies pueden extenderse hasta la zona batial superior. Generalmente son más activas y ágiles que otras estrellas de mar, y se alimentan principalmente de moluscos pequeños y de otros equinodermos. Se caracterizan por presentar de 5-11 brazos bastante largos, los cuales se estrechan distalmente. Presentan arcos interradales



angulares y placas abactinales paxiliformes. Las placas de la región media del brazo están dispuestas de forma irregular, tienden a ser más pequeñas en comparación con las placas laterales. Una de las características más importantes del género es que las placas superomarginales son inconspicuas y están cubiertas con paxilas similares a las de la superficie abactinal (Downey, 1973; A. M. Clark y Downey, 1992; Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

En contraste, las placas inferomarginales son grandes, están ubicadas en posición ventrolateral y cada una tiene una espina larga y puntiaguda. Las placas actinales se disponen en series transversales entre las hileras de placas adambulacrales e inferomarginales y las áreas interradales son pequeñas, generalmente con una serie corta de placas actinales. Los pedicelarios están bien desarrollados, aunque en algunas especies pueden estar ausentes, son sésiles y pueden presentar de dos a cuatro valvas (Benavides-Serrato *et al.*, 2011).

Las especies de este género se distribuyen en todos los océanos desde los trópicos hasta latitudes templadas altas (Fig. 6). Algunas especies abarcan todo el rango latitudinal, mientras que otras tienen una distribución más restringida (Sladen, 1889; A. M. Clark y Downey 1992).

Las características morfológicas de los organismos están asociadas con la naturaleza particulada del sustrato que habitan, son principalmente la forma y disposición de los pies ambulacrales y las paxilas. Estos organismos se entierran en el sustrato, por lo que se ha sugerido que la punta redondeada de los pies está adaptada para empujar entre las partículas del sustrato y contribuir al movimiento eficiente. Al enterrarse, las espinas inferomarginales se atraen contra los lados de los brazos y la superficie aboral de los brazos se estrecha y se dobla en pliegues longitudinales. La disposición irregular de las paxilas abactinales facilita el plegado longitudinal del brazo (Blake, 1989; Lawrence, 2013).



Figura 6. Algunos representantes del género *Luidia* (Fotografías disponibles en internet).



Las especies de este género se alimentan intraoralmente, lo que puede estar relacionado con su presencia principalmente en fondos particulados donde la mayoría del alimento disponible corresponde principalmente a organismos infaunales, como foraminíferos. Los organismos no tienen la capacidad de separar la infauna pequeña del sedimento mientras se alimenta, por lo que se ha registrado que en ocasiones sus estómagos están llenos de sedimento hasta en un 50% del contenido total (Hulings y Hemlay, 1963; Jangoux 1982a; Lawrence, 2013). El sistema digestivo de los paxilósidos es uno de los más simples dentro de la clase Asteroidea, ya que carecen de intestino, ciego rectal y ano. Cada ciego pilórico se adhiere por separado al estómago, que es muy grande. Esto se ha relacionado con su capacidad para ingerir presas grandes (Jangoux, 1982b).

En cuanto a la reproducción, durante el desarrollo larvario de los organismos de este género, la larva bipinnaria realiza metamorfosis sin pasar por una etapa braquiolaria. Las larvas de los asteroideos en general pueden clonarse y reproducirse asexualmente. Se han registrado larvas bipinnarias en el género que presentan brazos bilaterales altamente modificados, resultado de la fisión. Se ha sugerido que la reproducción asexual larvaria puede aumentar el tiempo de vida larvaria, el número de individuos y la dispersión (Bosch, 1989; Jaekle, 1994; Vickery y McClintock, 1998).

La morfología interna en el género *Luidia* ha sido poco estudiada. Como se mencionó previamente, las placas superomarginales están reducidas a paxilas superomarginales. En cuanto a la anatomía del brazo (Fig. 7), posterior a las paxilas superomarginales (Pax) se encuentran lateralmente las placas inferomarginales (IM). Seguido de la placa inferomarginal en vista actinal existe una placa actinal intermedia (AI) pequeña (Sladen, 1889; A. M. Clark y Downey, 1992) que conecta a la placa inferomarginal con la placa adambulacral (AD). Justo debajo se encuentra otra pequeña placa llamada superambulacral (SA) (Smith, 1950) que conecta la placa inferomarginal con la placa ambulacral (AM).

La placa adambulacral también se conecta con la placa ambulacral, que a su vez está unida con otra placa ambulacral, formando el surco ambulacral y a partir de la cual se conectan las mismas placas en simetría bilateral hacia el lado contrario, dando la forma al brazo.

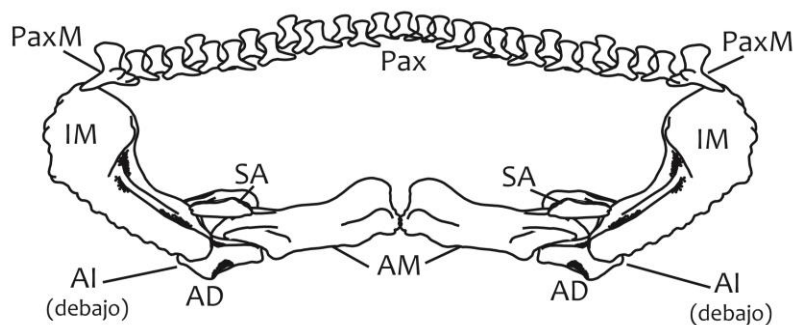


Figura 7. Representación de la anatomía interna general del brazo (corte transversal) en el género *Luidia* Forbes, 1839.



La estructura oral se compone de 10 pares de músculos orales y circumorales, además de cinco odontóforos interradales no pareados que se articulan con las placas orales pareadas por medio de dos procesos: proximal y distal (Viguiet, 1878; Gale, 2011; 2013).

Ambos procesos articulan en la superficie lisa de la vista interradales de las placas orales y el músculo del odontóforo (*odom*) se inserta en la superficie actinal del odontóforo y en la superficie interna de la placa oral (Fig 8.).

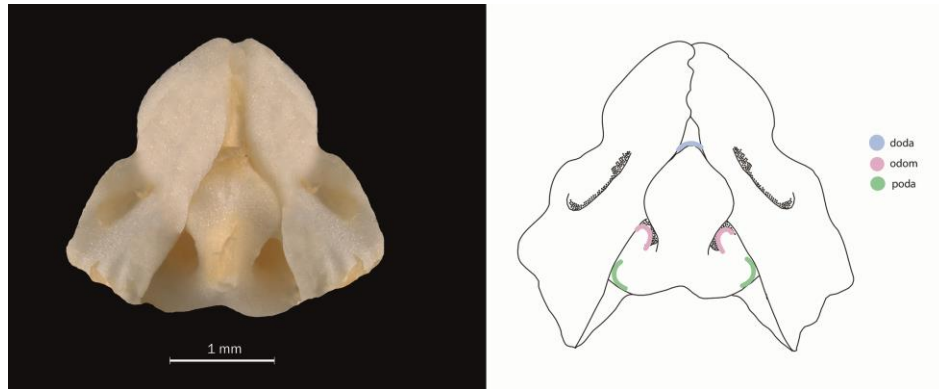


Figura 8. Placas orales y articulación del odontóforo. Izquierda: Fotografía multifocal (*L. superba*). Derecha: Esquema representativo de los procesos distal (*doda*), proximal (*poda*) y el músculo del odontóforo (*odom*) (Nomenclatura: Gale, 2011; Fau y Villier, 2018).

Los procesos del odontóforo son simétricos, pareados y tiene una quilla actinal a la que se unen las fibras del músculo odontóforo-oral (Fig. 9).

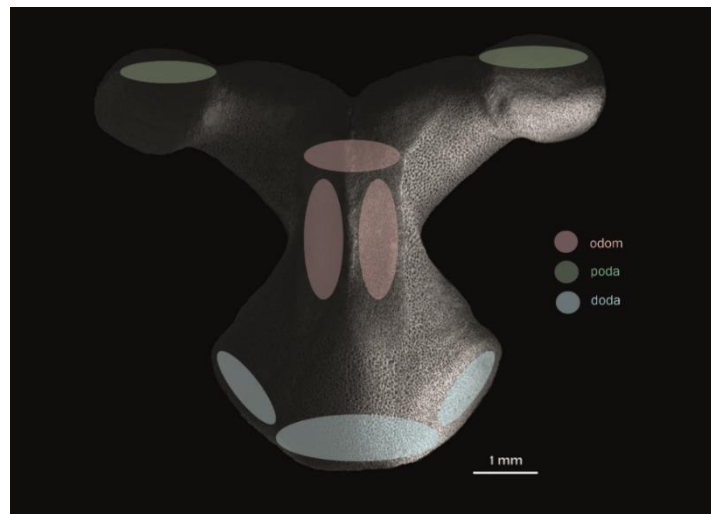


Figura 9. Microscopía electrónica de barrido (MEB) del odontóforo en vista actinal (ICML-UNAM 1647). En verde: zona de inserción del proceso proximal (*poda*), rosa: músculo del odontóforo sobre la quilla (*odom*) y azul: proceso distal (*doda*).



1.4 Morfometría Geométrica

La morfometría es el estudio de la covariación de la forma con factores subyacentes. Es una herramienta que permite objetivar la evaluación cuantitativa de los cambios morfológicos y la evaluación cualitativa a través de la recuperación de la forma en estudio a través de técnicas biométricas, instrumentos y programas que permiten la captura y análisis de datos en forma de matrices de morfocoordenadas que representan la geometría de un organismo (Toro-Ibacache *et al.*, 2010).

Al comparar conjuntos de individuos que pertenecen a diferentes entornos (espaciales, temporales o ecológicos), es común detectar variabilidad morfológica. Para determinar si las diferencias observadas se deben a variación intraespecífica, si se trata de más de una especie, o cómo diferenciar la porción de variación causada por factores ambientales de la porción que responde a la expresión genética, se obtiene el análisis del conjunto de rasgos morfométricos. La confusión entre especies puede ocurrir cuando se estudian los caracteres de manera individual, pero se vuelven entidades propias cuando se consideran muchos caracteres en conjunto, esto debido a que las fuerzas selectivas actúan sobre el conjunto de rasgos de una población (Jaramillo, 2011).

Esta herramienta tiene su origen en la estadística multivariada de datos geométricos, por lo que señala tanto estadística como visualmente, qué región o estructura está siendo afectada por determinado factor y cómo está siendo afectada. Es posible describir cómo se modifica la forma de una estructura a lo largo del crecimiento del organismo, en qué parte de la estructura se localizan los cambios y cuáles son esos cambios. Por ello, el análisis con morfometría geométrica permite realizar interpretaciones con alto significado biológico de las diferencias entre individuos, poblaciones, etc. La morfometría geométrica se basa en coordenadas *landmarks*, definidas como loci que tienen nombres y coordenadas cartesianas. Los nombres pretenden implicar correspondencia (homología biológica) entre las formas. Es decir, los puntos de referencia no solo tienen sus propias ubicaciones, sino que también tienen las ubicaciones iguales en todas las demás formas de la muestra y en el promedio de todas las formas (Mitteroecker y Gunz, 2009; Toro-Ibacache *et al.*, 2010).

La forma del objeto u estructura en estudio no se describe en términos de sus dimensiones, sino de la relación espacial de sus partes. Es decir, que la información que es relativa a la geometría de la estructura es recuperable, lo que permite visualizar los cambios morfológicos. Las estructuras homólogas son aquellas cuyas semejanzas subyacentes son el resultado de haber sido derivadas a partir de una estructura ancestral común, es por esto que, más que los *landmarks*, tiene mayor importancia la forma que definen, por lo que deben ser discretos o diferenciables de las estructuras que los rodean. Es así como la interpretación de las variaciones observadas en una estructura puede tener un sentido biológico (Toro-Ibacache *et al.*, 2010).

La morfometría geométrica puede ser utilizada para analizar las microestructuras a través de fotografías de estas, debido a que elimina la variación explicada por efectos de rotación, posición y escala a través de los métodos de superposición.



2 ANTECEDENTES

Forbes en 1839 nombró al género *Luidia* en la publicación titulada *Asteridae of the Irish sea*, en el cual designó a *Luidia fragilissima* como especie tipo. Dicha especie en realidad corresponde a *Asterias ciliaris*, actualmente su nombre válido es *Luidia ciliaris* (Philippi, 1837), es decir, es un sinónimo y fue designada por monotipia.

En 1871, Gray describió el género *Platasterias* dentro de la familia Astropectinidae a partir de ejemplares recolectados en el Golfo de Tehuantepec. Designó a *Platasterias latiradiata* como especie tipo y la describió como una especie muy distinta a todas las que él había observado previamente. Ese mismo año, Verrill realizó una de las primeras revisiones de equinodermos recolectados en el Pacífico, incluyendo material de las aguas mexicanas. Los ejemplares se depositaron en el “Museum of Comparative Zoology” Harvard, E.U.A. En dicho trabajo incluyó 19 especies para la clase Asteroidea. Realizó una descripción para *Luidia tessellata* Lütken, 1859 y *Luidia bellonae* Lütken, 1864, además, discutió la posición de *Petalaster columbia*, actualmente *Luidia columbia* (Gray, 1840), sugiriendo que se trataba de una especie parecida a otras pertenecientes al género *Luidia*.

La expedición británica a bordo del “H.M.S. Challenger” fue la primer gran campaña oceanográfica mundial, fue realizada entre diciembre de 1872 y mayo de 1876. Esta expedición generó diversos trabajos en los que se registraron equinodermos para las aguas del Pacífico mexicano. Para la clase Asteroidea, se destaca el realizado por Sladen (1889). En este trabajo se describieron 33 géneros, dos subgéneros, 196 especies y 15 variedades, además se incluyen otros nueve géneros y tres subgéneros que no fueron recolectados por el “H.M.S. Challenger”.

Para el género *Luidia*, describió las siguientes nuevas especies: *Luidia aspera*, *L. limbata*, *L. longispina*, *L. africana* y *L. forficifer*, incluyó los registros de especies de otras localidades: *L. alternata* (Say, 1825), *L. clathrata* (Say, 1825), *L. ciliaris* (Philippi, 1837) y *L. sarsii* Düben y Koren, 1846, y propuso incluir a *Platasterias* dentro de la familia Luidiidae.

Otra de las expediciones realizadas en el Pacífico Central Americano corresponde a la realizada en un barco llamado “Albatross”, de 1899 a 1905. Ludwig en 1905 describió dos especies nuevas para el género: *Luidia ferruginea* y *Luidia armata*. Derivado de la misma expedición, Fisher (1906b) describió dos especies nuevas en el Pacífico, *L. ludwigi* y *L. asthenosoma*, ambas presentes en las costas mexicanas.

En 1911, Fisher enlistó los registros para la costa del Pacífico de E.U.A. y México. Para el género *Luidia* incluyó a *L. foliolata* (Grube, 1866), *L. ludwigi* y *L. asthenosoma* (ambas descritas por él en 1906b). En cuanto a *Platasterias latiradiata*, la incluyó provisionalmente dentro de la familia Luidiidae siguiendo la propuesta de Sladen, sin embargo, manifestó su inclinación por incluirla dentro de Astropectinidae. Adicionalmente mencionó a *Luidia californica* Perrier, 1878, como un *nomen nudum*. En 1920, Döderlein realizó la revisión de todo el género *Luidia*, que en ese momento se componía por aproximadamente 42 especies, y lo dividió en cuatro grupos principales: *Alternata*, *Clathrata*, *Quinaria* y *Ciliaris*. En ese mismo trabajo erigió los siguientes subgéneros: *Maculaster*, *Alternaster*, *Armaster*, *Integraster*, *Denudaster*, *Penangaster* y *Quinaster*.



Además, mencionó a los géneros *Hemicnemis* Müller y Troschel, 1840, y *Astellia* Perrier, 1882, como sinónimos de *Luidia*.

En 1943, McLean publicó los resultados del trabajo científico realizado por el “*Velero III*” como parte de las expediciones realizadas por la fundación Allan Hancock en sus campañas denominadas “Allan Hancock Pacific Expeditions”, realizadas de 1931 a 1941. Se realizaron descripciones detalladas de las costas del Pacífico de México y otros países, se publicaron datos relacionados con la batimetría, topografía y tipo de sustrato, entre otros. En estas expediciones se recolectaron materiales que actualmente se encuentran depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. E. Caso M.”, ICML, UNAM.

Los primeros estudios de equinodermos en México fueron realizados por la Dra. Ma. E. Caso desde 1941. Entre los estudios más destacados para la clase Asteroidea se encuentran los realizados en los siguientes años: 1943, 1944, 1945, 1947, 1948, 1949, 1953, 1961a, 1961b, 1962a, 1962b, 1970a, 1970b, 1972a, 1972b, 1974a, 1975, 1976, 1977, 1979 y 1986. Particularmente, los estudios realizados por Caso en 1945 y 1970 corresponden a observaciones sobre *Platasterias latiradiata*. Esta misma autora realizó una modificación dentro de la familia Luidiidae, en la que erigió dos subfamilias: Luidiinae y Platasterinae, en esta última incluyó únicamente al género *Platasterias*.

En 1962, Fell publicó un extenso trabajo sobre la morfología de *Platasterias latiradiata*, en el cual respetó la subfamilia erigida por Caso (1945) y la elevó a nivel familia, Platasteriidae, debido a que consideró que la familia debía incluirse en la clase Somasteroidea, compuesta únicamente por especies fósiles y relacionó a *Platasterias latiradiata* con un género fósil llamado *Chinianaster*. Fell consideró a los miembros de la familia Luidiidae como primitivos y los incluyó en la familia Palasteriscidae dentro del orden Platysterida. Posteriormente, Blake en 1982, realizó un trabajo sobre la morfología de los osículos de *Platasterias latiradiata* y su posición taxonómica, en el cual colocó a *Platasterias* como subgénero de *Luidia*, y a la familia Luidiidae la regresó al orden Paxillosida dentro de la clase Asteroidea, mencionando que la morfología del género está relacionada con el comportamiento y el hábitat y no a un origen ancestral relacionado a otros equinodermos extintos. Esta es la posición taxonómica que conserva hasta hoy en día.

A principios de este siglo, Komatsu et al. (2000) realizaron un estudio sobre el desarrollo larvario de *Luidia foliolata*. En dicho trabajo describieron que la especie es dioica y que presenta gónadas y gonoporos dispuestos en serie a lo largo de ambos lados de cada brazo.

En el 2005, Solís-Marín et al. publicaron un listado de los equinodermos del Golfo de California. En ese estudio se mencionan 193 especies, 108 géneros, 51 familias y 19 órdenes correspondientes a cuatro de las cinco clases de equinodermos. La clase Asteroidea es la tercera con mayor riqueza específica con 44 especies distribuidas en 26 géneros y 17 familias. Con respecto al género *Luidia*, se registraron las siguientes especies: *L. phragma* H. L. Clark, 1910, *L. superba* A. H. Clark, 1917, *L. bellonae* Lütken, 1864, *L. armata* Ludwig, 1905, *L. columbia* (Gray,



1840), *L. ferruginea* Ludwig, 1905, *L. brevispina* Lütken, 1871, *L. tessellata* Lütken, 1859, y *L. ludwigi* Fisher, 1906b.

Posteriormente, Honey-Escandón y colaboradores en el 2008 realizaron un listado sobre los equinodermos del Pacífico mexicano, en el cual se mencionan 196 especies, 112 géneros, 56 familias y 20 órdenes correspondientes a las cinco clases. Para la clase Asteroidea se registraron 50 especies distribuidas en 30 géneros y 18 familias. En este trabajo se enlistaron las siguientes especies del género *Luidia*: *L. phragma* H. L. Clark, 1910, *L. superba* A. H. Clark, 1917, *L. bellonae* Lütken, 1864, *L. columbia* (Gray, 1840), *L. tessellata* Lütken, 1859 y *L. latiradiata* (Gray, 1871).

En 2009, Alvarado *et al.*, realizaron un estudio sobre la diversidad de equinodermos del Pacífico de América Central, en el cual, para la clase Asteroidea, el género *Luidia* fue registrado como el más diverso con nueve especies: *L. armata* Ludwig, 1905, *L. asthenosoma* Fisher, 1906b, *L. columbia* (Gray, 1840), *L. ferruginea* Ludwig, 1905, *L. foliolata* Grube, 1866, *L. latiradiata* (Gray, 1871), *L. phragma* H. L. Clark, 1910, *L. superba* A.H. Clark, 1917, y *L. tessellata* Lütken, 1859, de las cuales, ocho se han registrado para aguas mexicanas.

En el 2014(b), Solís-Marín *et al.* realizaron un trabajo taxonómico sobre la clase Asteroidea del Golfo de California. En dicho estudio se incluye una clave de identificación para todas las especies, así como diagnóstico, referencias de identificación, material examinado, material tipo, localidad tipo, reportes previos para el área, distribución geográfica y batimétrica. Se registraron 51 especies repartidas en 6 órdenes, 21 familias y 36 géneros. De las 51 especies, las siguientes corresponden al género *Luidia*: *L. armata* Ludwig, 1905, *L. bellonae* Lütken, 1859, *L. columbia* (Gray, 1840), *L. marginata* Koehler, 1911 (= *L. columbia*), *L. phragma* H. L. Clark, 1910, *L. superba* A. H. Clark, 1917, *L. tessellata* Lütken, 1859. Más recientemente, Solís-Marín *et al.* (2017), publicaron el Catálogo de autoridades taxonómicas de los equinodermos de México, dicho estudio valida un total de 776 especies y 37 infraespecies (35 subespecies y dos variedades) con distribución en aguas mexicanas. De estas especies, 227 corresponden a la clase Asteroidea, de las cuales se enlistaron 14 especies y 4 subespecies del género *Luidia*.

Finalmente, en el 2018 Solís-Marín *et al.* publicaron un estudio sobre los equinodermos de México, en el cual se registran 88 especies de asteroideos en el Pacífico mexicano; de éstas, el 59.1% (es decir, 52 especies) se comparten con el Golfo de California, 47% se distribuyen en aguas someras y 12% se presentan únicamente en la costa occidental de la península de Baja California. En dicho estudio se menciona al género *Luidia* como uno de los más representativos registrados tanto para el Pacífico mexicano, como para el Golfo de México y mar Caribe.



Morfometría geométrica.

En cuanto a análisis de morfometría geométrica aplicados al phylum Echinodermata, existen diversos estudios realizados con otras clases, no se ha utilizado esta herramienta para diferenciar entre especies en la clase Asteroidea.

En 2014, Berecochea realizó un estudio sobre la alimentación de organismos pertenecientes a la clase Ophiuroidea de Argentina, utilizando morfometría geométrica para analizar las diferencias en la forma de las mandíbulas y los dientes con respecto al tipo de alimentación, dando como resultado tres grupos diferentes en las especies estudiadas.

Martínez-Melo *et al.* (2017), realizaron un estudio morfométrico de los equinoideos de la familia Cassidulidae. Realizaron análisis de componentes principales con *semi-landmarks* alineados, con el cual se detectaron deformaciones en la testa en los distintos géneros de la familia en vista aboral, lateral y posterior. Este análisis permite postular que dichas vistas pueden considerarse como caracteres informativos para discriminar entre géneros.

Ese mismo año, Guerrero-Correa realizó una revisión taxonómica de las familias Echinothuriidae y Phormosomatidae del Golfo de México utilizando morfometría geométrica para determinar variación en los pedicelarios con respecto a la profundidad. A partir de un análisis de componentes principales y superposición de Procrustes se reveló que los pedicelarios trifoliados de tres especies sufren variación en el tamaño y forma de las valvas, siendo más pequeños a mayor profundidad.

En 2018, Márquez-Borrás realizó un trabajo sobre las adaptaciones morfológicas de una nueva especie del género *Ophionereis* en el sistema anquihalino El Aerolito, Cozumel. Se realizaron análisis de Procrustes ANOVA, MANOVA y de variación canónica para evaluar las diferencias de acuerdo con la variación serial de brazos, por ontogenia y relacionada al hábitat. Se determinó que las adaptaciones de la nueva especie son tanto progresivas como regresivas.



3 OBJETIVOS

Objetivo general

- Actualizar el conocimiento sobre la diversidad de especies del género *Luidia* en el Pacífico mexicano.

Objetivos particulares

- Corroborar la identidad taxonómica de los ejemplares de las especies del género *Luidia* del Pacífico mexicano depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. M. E. Caso M.”, ICML, UNAM.
- Proponer nuevos caracteres taxonómicos de identificación a partir de la revisión y análisis de la morfología interna de los organismos.
- Comparar y determinar si existe variación morfológica de las microestructuras con valor taxonómico de los ejemplares con relación al intervalo latitudinal.
- Confirmar la posición taxonómica de *Luidia latiradiata* (Gray, 1871) dentro del género *Luidia*.
- Realizar el listado taxonómico de las especies del género *Luidia* presentes en el Pacífico mexicano.
- Elaborar un catálogo de identificación y una clave taxonómica que ilustren las estructuras morfológicas de identificación de las especies del género *Luidia* en el Pacífico mexicano.



4 ÁREA DE ESTUDIO

El océano Pacífico es la cuenca más grande y antigua del planeta, cuenta con aproximadamente 160 millones de km² de superficie y sus límites están marcados por los continentes Asia, Antártica, América y Oceanía. Del lado americano, en la zona que corresponde a México, está compuesto por la placa Pacífica al norte y hacia el sur por cadenas montañosas submarinas que surgen desde el Golfo de California hasta las islas Galápagos, donde el basamento está constituido por la placa de Cocos (Espinosa, 2004).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la longitud de la línea de costa de México comprende 11 122 km y 2 918 107 km² de Zona Económica Exclusiva (ZEE). El Pacífico mexicano se extiende de los 14° a 33° N, y de los 92° a 117° W y tiene una línea de costa de 7 828 km que incluye la península de Baja California, la costa este del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec. Cuenta con una batimetría muy variable, la profundidad máxima de la cual se tiene registro se encuentra frente a las costas de Chiapas y Oaxaca en la fosa de Tehuantepec con aproximadamente 6 000 m (Espinosa, 2004).

El origen geológico del margen costero del Pacífico mexicano es tectónico (por subducción y arrastre de neo-eje) en la mayor parte de su extensión con una diferenciación local marcada. Ortiz-Pérez y de la Lanza-Espino (2006) determinaron algunas regiones en las zonas costeras. La costa occidental de la Península de California se divide en la región nor-occidental y la sur-occidental, la primera compuesta por costas mixtas arenosas alternadas con playas arenosas, clima seco y poca precipitación, mientras que la segunda está compuesta por las mismas características climatológicas que la región anterior pero su litoral está sujeto al hundimiento, resultado de un proceso de basculamiento tectónico con impactos de inundación. El Golfo de California se subdivide debido a las características particulares de la región del Alto Golfo, cuyas costas consisten en playas bajas arenosas que se extienden entre planicies de marea, deltaicas y campos de dunas; y el resto del golfo, que es la región de la costa oriental de la península, de origen tectónico-volcánico, con clima seco desértico muy árido. La región occidental del Pacífico mexicano es de origen sedimentario relacionado con la presencia de sistemas hidrológicos, con clima cálido subhúmedo; por otro lado, la región suroccidental del Pacífico mexicano tiene origen morfotectónico con influencia de subducción continental de placas, es donde se encuentra la mayor cantidad de ríos. La región del Golfo de Tehuantepec es una costa de colisión con barreras arenosas y lagunas costeras amplias, en donde los vientos tehuanos generan una surgencia eólica (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998); finalmente, la región de la costa meridional del Pacífico mexicano en el estado de Chiapas también es una costa de colisión de placas con clima cálido-húmedo a subhúmedo (De la Lanza-Espino *et al.*, 2013).

Esta división puede complementar la realizada por Wilkinson *et al.*, 2009, que divide el Pacífico mexicano en: Pacífico sudcaliforniano, Golfo de California, Pacífico transicional mexicano y Pacífico centroamericano, de acuerdo con un conjunto de características físico-químicas, biológicas y geológicas que se describen a continuación.



4.1 Pacífico sudcaliforniano

Se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde cabo San Lucas, en el extremo sur de la península de Baja California, México, hasta el norte de punta Concepción, California, E. U. A. En esta zona confluyen la corriente fría-templada de California y las aguas cálidas del sur, por lo que se considera una zona de transición biótica caracterizada por una diversidad de especies relativamente alta. Posee una plataforma continental angosta, que se ensancha ligeramente al sur alcanzando entre 110 y 140 km en la bahía Sebastián Vizcaíno. La profundidad promedio oscila entre los 2 500-3 000 m y alcanza profundidades mayores a 3 000 en la planicie abisal.

Presenta productividad biológica moderadamente elevada (150-300 g C/m²/año) debido a la presencia de surgencias estacionales.

4.2 Golfo de California

El Golfo de California, también llamado mar de Cortés, es un mar semicerrado que limita al norte con el delta del Río Colorado, al poniente con la Península de Baja California, al oriente con los Estados de Sonora y Sinaloa, teniendo su entrada al sur entre Punta Arena, Baja California y Altata en la costa del estado de Sinaloa (Sans-Aguilar, 2018).

Tiene una superficie de 265 894 km² y presenta un sistema de dorsales en expansión. La plataforma continental es muy amplia en la parte norte, de anchura media con lagunas costeras abundantes en la porción este y angosta con abundancia de islas en la porción oeste. Presenta alta variabilidad estacional y productividad primaria elevada. Una característica importante es el rango de marea producido por la co-oscilación con el Pacífico, presenta fuertes corrientes de marea y afloramiento convectivo durante el invierno en la parte norte. La boca del golfo posee una estructura termohalina caracterizada por frentes, remolinos e intrusiones y el régimen de mareas es mixto y, en general, semidiurno en la boca del golfo, diurno en su sección media y semidiurno en el Alto Golfo; las mareas varían entre uno y siete metros (Morales-Pérez y Gutiérrez de Velasco, 1989).

Las surgencias se presentan en la costa este durante el invierno y la primavera, mientras que en la costa oeste se presentan durante el verano, aunque todo el año pueden formarse remolinos de gran complejidad. Esto, combinado con la variabilidad topográfica y la latitud meridional, contribuye a que la zona tenga una productividad primaria excepcionalmente elevada que sostiene una ictiofauna diversa, casi cinco mil especies de macroinvertebrados y 31 especies residentes de cetáceos (Wilkinson et al., 2009).

4.3 Pacífico transicional mexicano

El Pacífico transicional mexicano es una región compleja, tiene una plataforma submarina estrecha que cae abruptamente a grandes profundidades oceánicas cerca de la costa. Tiene varios cañones y es atravesada por la trinchera mesoamericana que es una fosa que se sumerge a profundidades de entre 4 000 y 5 000 metros. Además, la región está cubierta de numerosos montes submarinos, incluido un sistema de dorsales y un conjunto de conos volcánicos. Posee una amplia diversidad de sistemas costeros y, por consiguiente, una gran diversidad de especies.



Es un mar tropical que es afectado estacionalmente (en invierno) por la influencia del extremo sur de la corriente de California, que lo transforma temporalmente en un mar subtropical.

4.4 Pacífico centroamericano

Esta región del Pacífico está esencialmente libre de la influencia invernal del extremo norte de la corriente de California durante todo el año, por lo que se le considera un mar tropical. La parte mexicana del Pacífico centroamericano, que comprende el golfo de Tehuantepec y aguas adyacentes, recibe influencia de la corriente de Costa Rica (que tiene su origen en la contracorriente Ecuatorial del Norte). La costa que comprende el área se clasifica como costa de colisión continental (Inman y Nordstrom, 1971) y se encuentra afectada tectónicamente por el contacto entre la Placa de Cocos y la Placa de América.

Es una región de productividad superficial elevada que experimenta una alta variabilidad estacional debido a las surgencias y que está fuertemente influenciada por la descarga de agua dulce proveniente de lagunas costeras y de sistemas fluviales presentes en las zonas costeras en Chiapas, así como por los vientos provenientes del golfo de México. La plataforma continental del Golfo de Tehuantepec puede dividirse en dos subsistemas dinámicos principales en relación con la hidrología y la sedimentología; uno correspondiente a la costa de Oaxaca y el otro a la costa de Chiapas con un límite variable entre ambos (Tapia-García *et al.*, 2007).



5 MATERIAL Y MÉTODO

5.1 Trabajo bibliográfico.

Se realizó la búsqueda bibliográfica de diagnósticos originales para cada especie previamente registrada para el Pacífico mexicano, además de una búsqueda de trabajos taxonómicos y de sistemática. Se identificó la información del material perteneciente a la serie tipo para cada especie. Para ello se utilizó la biblioteca del Laboratorio de Sistemática y Ecología de equinodermos, ICML, UNAM y se complementó con la información de bases de datos en línea como World Register of marine Species (WoRMS), Biodiversity Heritage Library (BHL), Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Para el material depositado en colecciones extranjeras, se revisaron los registros de ejemplares depositados en el Museum of Comparative Zoology (MCZ), Harvard, U.S.A., National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USNM), Washington D.C., U.S.A. y el Natural History Museum (NHM), London, U.K. Se consultó la base de datos digital de cada institución para localizar el número de catálogo y número de ejemplares depositados pertenecientes a la serie tipo.

5.2 Trabajo de laboratorio.

Se revisaron los ejemplares disponibles para cada especie depositados en la Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. E. Caso M.” Para la revisión de los ejemplares, se utilizó un microscopio estereoscópico Olympus® SZX7, se revisó la bibliografía para recopilar diagnósticos, registros recientes y listados, claves etc. y se comparó con los ejemplares. Se tomaron medidas de radio mayor (R) y radio menor (r) siendo estas las medidas desde el centro del disco hasta la punta del brazo, y del centro del disco al margen del interrradio respectivamente, para analizar las tallas de cada uno de los ejemplares disponibles para cada especie.

Para la revisión de estructuras de morfología interna se utilizó el método descrito por Thuy y Stohr (2016) y Fau y Villier (2018) para la desarticulación de ejemplares y la extracción de estructuras internas: se extrajeron placas esqueléticas individuales y microestructuras de ejemplares seleccionados de cada especie, la selección de los ejemplares de los cuales se tomaron fotografías se realizó tomando en cuenta el tamaño y estado de conservación de éstos. Las partes extraídas se sumergieron en hipoclorito de sodio (NaClO), se enjuagaron con agua destilada y posteriormente con alcohol al 70%, se dejaron secar y se montaron colocándolas en una lámina adherente de carbón sobre una base metálica para la toma de fotografías de microscopía electrónica de barrido (MEB). Las muestras se recubrieron con oro, se colocaron en un ionizador y se fotografiaron con un microscopio electrónico de barrido en el “Laboratorio de Microscopía de la Biodiversidad I”, del Instituto de Biología (IB), UNAM.

5.3 Análisis de morfometría geométrica.

Para este análisis, se seleccionó una microestructura de importancia taxonómica: el odontóforo. Se hizo una selección de ejemplares de cada especie, dependiendo de la disponibilidad de tamaños, en los cuales se realizó un pequeño corte en la vista actinal del organismo para extraer uno de los cinco pares de placas orales y un odontóforo. Se estandarizó la selección del odontóforo que se encuentra en el interrradio entre el brazo “C” y “D” de cada ejemplar. Se extrajeron 176 odontóforos, los cuales fueron fotografiados tanto con microscopía multifocal



como con MEB. Una vez obtenidas las fotografías, se utilizó software especializado para realizar el análisis de morfometría geométrica (TPSUtil, TPSDig, CoordGen, PCAGen, CVAGen).

Se diseñó una configuración de puntos (*landmarks*) sobre las fotografías del odontóforo. La configuración está compuesta por 14 *landmarks* (en puntos anatómicos de referencia) y 8 *semilandmarks* (curva en la muesca lateral de la placa), dando un total de 22 marcas (Fig. 9). Se utilizó la misma configuración en todas las imágenes y se registraron los puntos y la escala utilizando el software TPSDig. Posteriormente, se diseñó un protocolo de *landmarks* y *semilandmarks* para realizar una superposición Procrustes en el programa CoordGen. Los datos se procesaron como coordenadas cartesianas y se utilizó estadística multivariada estándar para hacer un análisis confirmatorio de la forma de las estructuras (PCAGen, CVAGen). Como clasificador del análisis de variación, se tomó en cuenta el tamaño en el primer análisis y la clasificación taxonómica de los ejemplares para realizar el segundo análisis y así, comparar y determinar si existe variación morfológica interespecífica del odontóforo.

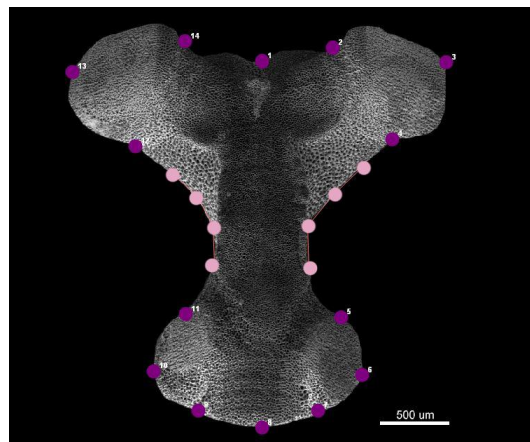


Figura 9. Configuración de *landmarks* utilizada para el análisis de la forma del odontóforo.

5.4 Distribución batimétrica.

Los ejemplares que se encuentran depositados en la CNE están dentro de un intervalo de 0-115 m de profundidad, siendo el promedio de 35.8 m, mientras que en el USNM se encuentran dentro de un intervalo de profundidad de 0-419 m, siendo el promedio 73.3 m. Se realizó una gráfica de las especies con relación a su distribución batimétrica.

5.5 Trabajo de laboratorio USNM.

Se realizó una estancia de investigación en el National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USNM) en Washington, D. C. En el laboratorio del Department of Invertebrate Zoology del USNM, se analizaron todos los ejemplares pertenecientes al género en cuestión recolectados en el Pacífico mexicano. Se utilizó un microscopio estereoscópico para revisar los ejemplares y para las microestructuras se tomaron las muestras y se montaron para tomar fotografías de Microscopía electrónica de barrido (MEB) en el Scanning Electron Microscopy Laboratory (SEMLab) en el Smithsonian Institution, de forma que fuera posible realizar los mismos análisis de variación morfológica de dichas microestructuras.



5.6 Catálogo ilustrado.

Para elaborar el catálogo ilustrado de las especies del género presentes en el Pacífico mexicano, se tomaron fotografías en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y fotografía de la Biodiversidad en el Instituto de Biología (IB), UNAM. Una vez obtenidas las fotografías, se editaron y se construyeron láminas utilizando Adobe Photoshop CC.

En el catálogo se incluyen nombres válidos actuales para cada especie, sinonimia, diagnosis, descripción, referencias de identificación, material examinado con coordenadas geográficas de las localidades, material tipo, localidad tipo, distribución geográfica, registros previos para el Pacífico mexicano, distribución batimétrica, generalidades y comentarios de las especies.

5.7 Clave de identificación.

Para la elaboración de la clave dicotómica del género, los principales caracteres morfológicos que se utilizaron son: forma de las placas abactinales, ubicación, forma y número de espinas inferomarginales; presencia, forma y disposición de pedicelarios, presencia y número de espínulas y espineletas y se añadieron nuevos caracteres de la anatomía interna (forma del odontóforo, forma de las paxilas y de las placas inferomarginales). Se utilizó Adobe Illustrator CC para realizar los esquemas que ilustran la clave.



6 RESULTADOS

Se revisaron 3 261 ejemplares depositados en la CNE y 430 ejemplares depositados en el USNM, dando un total de **3 691** ejemplares revisados pertenecientes a una familia, un género, 11 especies, un morfotipo y dos nuevas especies con distribuciones batimétricas de 0 a 419 m.

A continuación, se presenta la sinopsis taxonómica de las especies. Con un asterisco (*) se señala la especie *Luidia bellonae* Lütken, 1864 debido a que su registro en aguas mexicanas es dudoso y con dos asteriscos (**) se señala un registro nuevo.

6.1 SINOPSIS TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *LUIDIA* REGISTRADAS PARA EL PACÍFICO MEXICANO.

PHYLUM ECHINODERMATA Brugière, 1791

CLASE ASTEROIDEA De Blainville, 1830

Orden Paxillosida Perrier, 1884

Familia Luidiidae Sladen, 1889

Género *Luidia* Forbes, 1839

Luidia armata Ludwig, 1905

Luidia asthenosoma Fisher, 1906b

Luidia bellonae Lütken, 1864 *

Luidia columbia (Gray, 1840)

Luidia ferruginea Ludwig, 1905

Luidia foliolata (Grube, 1866)

Luidia latiradiata (Gray, 1871)

Luidia ludwigi Fisher, 1906b

Luidia magnifica Fisher, 1906a **

Luidia phragma H.L. Clark, 1910

Luidia superba A.H. Clark, 1917

Luidia tessellata Lütken, 1859

Luidia sp. 1

Luidia n. sp. 1

Luidia n. sp. 2

Las abreviaturas de los nombres de las colecciones científicas donde se localiza el material tipo de las especies estudiadas son las siguientes: Colección Nacional de Equinodermos “Dra. Ma. E. Caso M.”, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), UNAM, México (**CNE**); Colección del National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, USA (**USNM**); Colección del Museum of Comparative Zoology, Harvard University, USA (**MCZ**); Colección del Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen (**NHMD**); Colección del British Museum of Natural History, U.K. (**BMNH**); Colección del Museum of Natural History, Wroclaw University, Poland (**MNHWU**).



6.2 CATÁLOGO ILUSTRADO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *LUIDIA* REGISTRADAS PARA EL PACÍFICO MEXICANO.

FAMILIA LUIDIIDAE Sladen, 1889

Astropectinidae Luidiinae Sladen, 1889: 244; Perrier, 1893: 850; Süßbach y Breckner, 1911: 198.
Luidiidae Verrill, 1899: 201; Fisher, 1911:105; Bernasconi, 1943: 2,3; Caso, 1961a: 16, 33; Fell, 1963: 433; Bernasconi, 1964: 246, 250; Spencer y Wright, 1966: U42; Downey, 1973: 21; A. M. Clark y Courtman-Stock, 1976: 43; A. M. Clark, 1982: 157-163; A. M. Clark y Downey, 1992: 4,5; Benavides-Serrato et al., 2011: 94.
Luidiinae Caso, 1961 a: 34 (subfamilia).

Diagnosis (Modificada de A. M. Clark, 1982; Clark y Downey, 1992): Cinco a 11 brazos largos que se estrechan hacia las puntas; placas terminales de tamaño moderado o pequeño, inconspicuas; placas abactinales paxiliformes, las medias son irregulares y más pequeñas que las laterales, de las cuales las dos series más externas (cercanas a las paxilas superomarginales) coinciden transversalmente y forman hileras regulares longitudinales; pápulas distribuidas a lo largo de toda el área paxilar, placas superomarginales pequeñas en relación a las inferomarginales, están modificadas y son similares en estructura y frecuentemente en tamaño a las paxilas laterales adyacentes (a excepción de *L. latiradiata*, cuyas superomarginales son considerablemente anchas); placas inferomarginales masivas, laterales o ventrolaterales en posición pero inconspicuas en vista dorsal, cada una elevada en una cresta que tiene numerosas espinas largas, especialmente cerca del interrradio, ambos lados de las crestas tienen numerosas espínulas fasciolas; una placa actinal pequeña (rara vez dos proximalmente) intercalada entre cada placa inferomarginal y la adambulacral correspondiente, frecuentemente actuando como base de un pedicelario; áreas interradales pequeñas, rara vez presentan más de un par de series de placas actinales; placas adambulacrales anchas con una cresta en el extremo adradial y con dos a cuatro espinas transversales largas, excepto la cuarta (cuando está presente) que se encuentra en posición proximal a la tercera, la más interna (del surco) comprimida, curva y con forma de sable; placas orales grandes y el odontóforo está oculto entre ellas; pedicelarios normalmente bien desarrollados, sésiles, con dos a cuatro valvas, ausentes en algunas especies o individuos, aquellos en la parte abactinal usualmente con valvas de punta roma, los marginales y ventrales más alargados y espiniformes, pies ambulacrales con punta redondeada; superambulacrales bien desarrolladas uniendo las ambulacrales con las inferomarginales internamente.

Comentarios: En 1945 Caso publicó una modificación a la familia dividiéndola en dos subfamilias: Luidiinae y Platasterinae. Basado en esta modificación, Fell (1963) elevó ambas a familia e incluyó a Platasteriidae dentro de la clase Somasteroidea como únicos representantes actuales y transfirió a la familia Luidiidae al orden Platyasterida (del Paleozoico inferior) y la consideró como la más primitiva de los asteroideos. Sin embargo, Jangoux (1975), McKnight (1977), Blake (1982) y A. M. Clark (1982) coincidieron en que se trataba de una familia anatómicamente cercana a miembros del orden Paxillosida Perrier, 1884, por lo que fue restaurada su posición en dicho orden y *L. latiradiata* (Platasteriidae) fue sustraída de la clase Somasteroidea y asignada como subgénero de *Luidia* por Blake (1982).



GÉNERO *LUIDIA* Forbes, 1839

Luidia Forbes, 1839: 122-123; Sladen, 1889: 244-245; Fisher, 1911: 105-106; Süßbach y Breckner, 1911: 198; Döderlein, 1920: 193-246; Mortensen, 1932: 350-351; Bernasconi, 1943: 3; A. M. Clark, 1953: 379-380; Downey, 1973: 21-22; A. M. Clark y Courtman-Stock, 1976: 43; A. M. Clark, 1982: 163; A. M. Clark y Downey, 1992: 5-8.

Hemicnemis Müller y Troschel, 1840: 105; Döderlein, 1920: 217, 244.

Luydia (lapsus) Düben y Koren, 1846: 254.

Astellia Perrier en Milne-Edwards, 1882: 21.

Alternaster Döderlein, 1920: 216, 241.

Armaster Döderlein, 1920: 216, 242.

Denudaster Döderlein, 1920: 217, 243.

Maculaster Döderlein, 1920: 216, 240.

Integraster Döderlein, 1920: 217, 243.

Penangaster Döderlein, 1920: 216, 244.

Petalaster Gray, 1840: 183; Döderlein, 1920: 215, 238.

Quinaster Döderlein, 1920: 217, 243.

Senegaster Dödelerin, 1920: 225, 238.

Diagnosis: Como la familia.

Comentarios: La especie tipo es *Luidia fragilissima* Forbes, 1839 por monotipia (= *Asterias ciliaris* Philippi, 1837). El nombre válido actual corresponde a *Luidia ciliaris* (Philippi, 1837).

Los subgéneros *Alternaster*, *Denudaster*, *Maculaster*, *Integraster*, *Penangaster*, *Quinaster* y *Senegaster* fueron erigidos por Döderlein en 1920, y fueron elevados a género por Fell (1963), mientras que colocó a *Petalaster* en la familia Platasteriidae Caso, 1945. Como se mencionó previamente, estos cambios nomenclaturales a nivel género y familia no fueron aceptados por Jangoux (1975), McKnight (1977), Blake (1982) y A. M. Clark (1982), siendo esta última quien consideró a la familia como monogenérica.

En cuanto a los cuatro grupos principales erigidos también por Döderlein en 1920, A. M. Clark y Downey (1992) discutieron que los límites entre ellos, al igual que algunos de los subgéneros, no están bien definidos debido a que no se consideran observaciones subsecuentes hechas por diversos autores y a información reciente que no se conocía en ese momento. Por lo anterior, mantuvieron a *Luidia* como el único género válido, tratando al resto como sinónimos, clasificación que se ha mantenido hasta la actualidad (Mah, 2020).



***Luidia armata* Ludwig, 1905**

(Lám. 1)

Luidia (Armaster) armata: Döderlein, 1920: 211.

Luidia (Luidia) armata: Solís-Marín et al., 2005:125.

Luidia armata Ludwig, 1905: 85; A. M. Clark 1982: 173; Jangoux, 1982b: 236; A. M. Clark 1989: 238; Alvarado et al., 2009: 3; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547.

Diagnosis (Modificada de Ludwig, 1905): Paxilas del disco distribuidas de forma irregular, en el brazo las más grandes son las laterales y se encuentran regularmente a los lados en dos hileras longitudinales y al mismo tiempo en tantas hileras transversales de paxilas superomarginales como placas inferomarginales; las paxilas laterales tienen una serie de 20-24 espinas periféricas esbeltas y un número variable de cuatro a ocho espinas centrales, más gruesas y ligeramente más cortas; las paxilas medias tienen el borde circular y está ocupado por 10-12 espinas periféricas y dos a cuatro centrales; en las paxilas superomarginales hay 18-22 espinas periféricas y dos a cuatro espinas centrales de la misma forma y tamaño que las de las paxilas laterales y medias; entre las espinas centrales y las espineletas de las paxilas superomarginales hay un pedicelario (rara vez dos) de forma robusta, casi esférico formado por dos espineletas cortas, anchas y dobladas; madreporita de forma poligonal oculta por las paxilas adyacentes, entre la primera y segunda hilera longitudinal, de forma que está separada de las placas inferomarginales por el ancho de las paxilas laterales y marginales; las placas inferomarginales tienen en los bordes adoral y aboral una serie de espinas en el borde donde se dobla el brazo, las espineletas que cubren la superficie son aún más delgadas y ocupan ambas superficies de las crestas transversales; en la parte ventral de la superficie libre de la placa hay de cuatro a siete espinas desiguales en tamaño, en una hilera transversal, se extienden hasta la siguiente placa inferomarginal. En el margen, las inferomarginales tienen dos espinas periféricas grandes y frecuentemente hay una tercera más pequeña, están comprimidas en dirección dorsoventral, terminan en punta afilada y están finamente formadas; solo un par de placas actinales se insertan entre las orales y las primeras tres adambulacrales por un lado y las inferomarginales por el otro y tienen algunas espineletas pequeñas y pedicelarios grandes; dos espinas ambulacrales con forma de sable, comprimidas y de punta roma, le siguen dos espinas rectas que van en par; placas orales anchas en la superficie ventral y paralelo a la sutura media hay dos hileras de cinco a seis espinas romas cortas, también hay dos espinas similares, pero más pequeñas en el margen ambulacral; pedicelarios en las áreas interradales actinales compuestos de tres, más raramente de cuatro o cinco valvas cónicas de punta roma.

Descripción: Organismos con $R=22.8-46.54$, $r=3.3-6.11$ y $R/r=5.05-7.62$. Promedio $R/r=6.42$. Disco pequeño. Cinco brazos relativamente largos, las bases no son mucho más anchas, pero si va disminuyendo el ancho hacia la punta, los brazos no terminan de forma puntiaguda sino más bien roma ($L_B=16.2-42.12$ mm; $A_B=6.1-9.11$ mm). Las paxilas del centro del disco están un poco amontonadas, tienen forma redondeada y la columna es bastante larga y esbelta, las bases tienen forma de cruz (Lám. 1C); las paxilas del centro del disco tienen 3-4 espineletas centrales y 11 o 12 espineletas periféricas mucho más delgadas que están completamente dirigidas hacia el exterior; las paxilas más distales y las que se encuentran en la sección media del brazo están más



espaciadas y tienen entre 6-8 espineletas centrales y hasta 23 espineletas periféricas delgadas; en la base de los brazos hay de 11 a 14 paxilas transversalmente. Hay de cuatro a cinco hileras de paxilas laterales regulares, cuyas paxilas son de forma rectangular y ligeramente más grandes que el resto, corresponden en número con las paxilas superomarginales. Las paxilas superomarginales no son más grandes que las paxilas de la primera hilera longitudinal pero están cubiertas por espineletas periféricas delgadas y la mayoría de ellas presenta un pedicelario bivalvado que sustituye las espineletas centrales (Lám. 1E); la madreporita se encuentra en uno de los interradios, oculta entre la primera y la segunda hilera de paxilas laterales, tiene forma general poligonal con bordes redondeados (Lám. 1D); placa terminal pequeña, corta y de forma rectangular, cubierta con pequeños gránulos y entre cinco y siete pequeñas espinas (Lám. 1F). Las placas inferomarginales tienen una base ancha hexagonal y una columna relativamente delgada, los bordes donde se une una placa con otra son ligeramente crenulados; la superficie de la placa está cubierta por finas espinas muy pequeñas y delgadas, en la vista actinal de la placa hay de cinco a siete espinas delgadas subiguales, en la vista lateral, en el margen de los brazos, cada placa tiene dos espinas largas y delgadas más grandes que las de la vista actinal (Lám. 1G); áreas actinales pequeñas con sólo un par de hileras de placas actinales, las más proximales tienen un pedicelario bi o trivalvado prominente (Lám. 1I); placas actinales intermedias también son pequeñas y no presentan pedicelarios sino delgadas espinas pequeñas; las placas adambulacrales tienen forma triangular en vista actinal, tienen cuatro espinas adambulacrales, las primeras dos con forma de sable, en especial la más interna, seguidas de dos espinas rectas, largas y con punta roma, además de delgadas espinas pequeñas o espínulas a los lados (Lám. 1H); placas orales pequeñas, con un surco medio prominente, cada una con dos hileras de cuatro a seis espinas suborales de tamaño similar y en cada placa hay dos espinas orientadas hacia el surco un poco más grandes, cada placa tiene un pedicelario bivalvado muy grande y prominente en la parte interna, debajo de todas las espinas y orientado hacia el surco (Lám. 1J), en los ejemplares que tienen la zona oral preservada de forma muy cerrada no son visibles; los pedicelarios del área abactinal y entre las placas inferomarginales son pequeños y bivalvados, rara vez trivalvados, los del área actinal son más grandes y pueden ser bi o trivalvados y los más grandes son los orales. Coloración: en todos los ejemplares superficie abactinal blanca o color crema.

Odontóforo: pequeño, con forma general de “T”. Proceso distal del mismo ancho que el largo total de la placa, zona de inserción del *odom* con una cresta poco elevada en la zona más angosta de la placa. Proceso distal ensanchado y con una pequeña proyección en la punta que no sobresale del resto de la superficie de la placa.

Variación: el número de pedicelarios actinales es altamente variable entre un ejemplar y otro, pueden ser muy numerosos (hasta 10) o puede haber únicamente un par o dos. En los ejemplares pequeños (R=20 mm) las bases de las paxilas son muy delgadas, provocando que se vean grandes huecos entre las paxilas, que pueden estar cubiertos de tejido.

Referencias de identificación: Ludwig, 1905: 85-88; Döderlein, 1920: 211, 242 (subgénero *Armaster*); A. M. Clark, 1982: 173; Solís-Marín *et al.*, 2005: 125; 2014 b: lám. 1, figs. A-F.



Material examinado: Seis ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Sintipo MCZ 2398; Sintipo USNM 34446 (A. M. Clark, 1982).

Localidad tipo: Isla del Coco, Costa Rica (Ludwig, 1905).

Distribución batimétrica: 9-284 m (A. M. Clark, 1989)

Distribución geográfica: Del Golfo de California hacia el sur, Isla del Coco, Costa Rica y Panamá (A. M. Clark, 1989; Solís-Marín *et al.*, 2014b)

Registros previos para el Pacífico mexicano: BCS, Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2005; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Solís-Marín *et al.*, 2014b).

Comentarios: Döderlein (1920) consideró que esta especie posiblemente se trataba de un sinónimo de *Luidia ludwigi ludwigi* Fisher, 1906b, aunque no incluyó ninguna nota específica al respecto.

Sin embargo, A. M. Clark (1982) discutió que se trata de dos especies válidas, destacando caracteres importantes para diferenciar entre ambas, que es la presencia de grandes pedicelarios altamente modificados en las placas orales de *L. armata* y áreas interradales actinales relativamente pequeñas sin una segunda fila de placas actinales, a diferencia de *L. ludwigi* que presenta un par de filas desde tamaños pequeños. Para complementar la diferenciación entre estas dos especies se puede utilizar un tercer carácter, que es la relación del largo del brazo contra el tamaño de disco, ya que *L. ludwigi* presenta brazos considerablemente más largos, además de la forma del odontóforo, que es mucho más robusto en *L. ludwigi*.

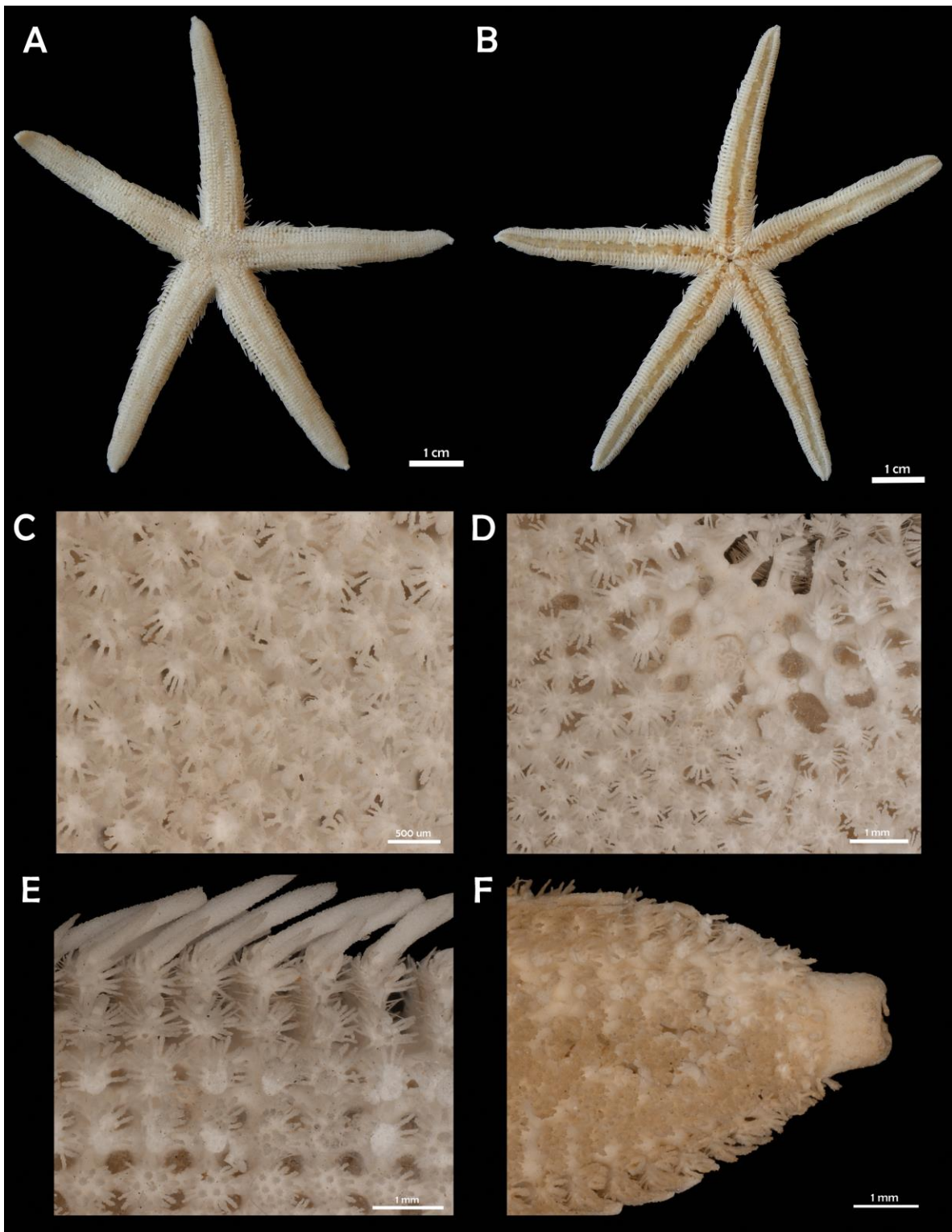


Lámina 1. *Luidia armata* Ludwig, 1905. (Sintipo MCZ-AST2398) A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Detalle de las paxilas centrales. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas superomarginales y ornamentación marginal. F. Placa terminal del brazo.

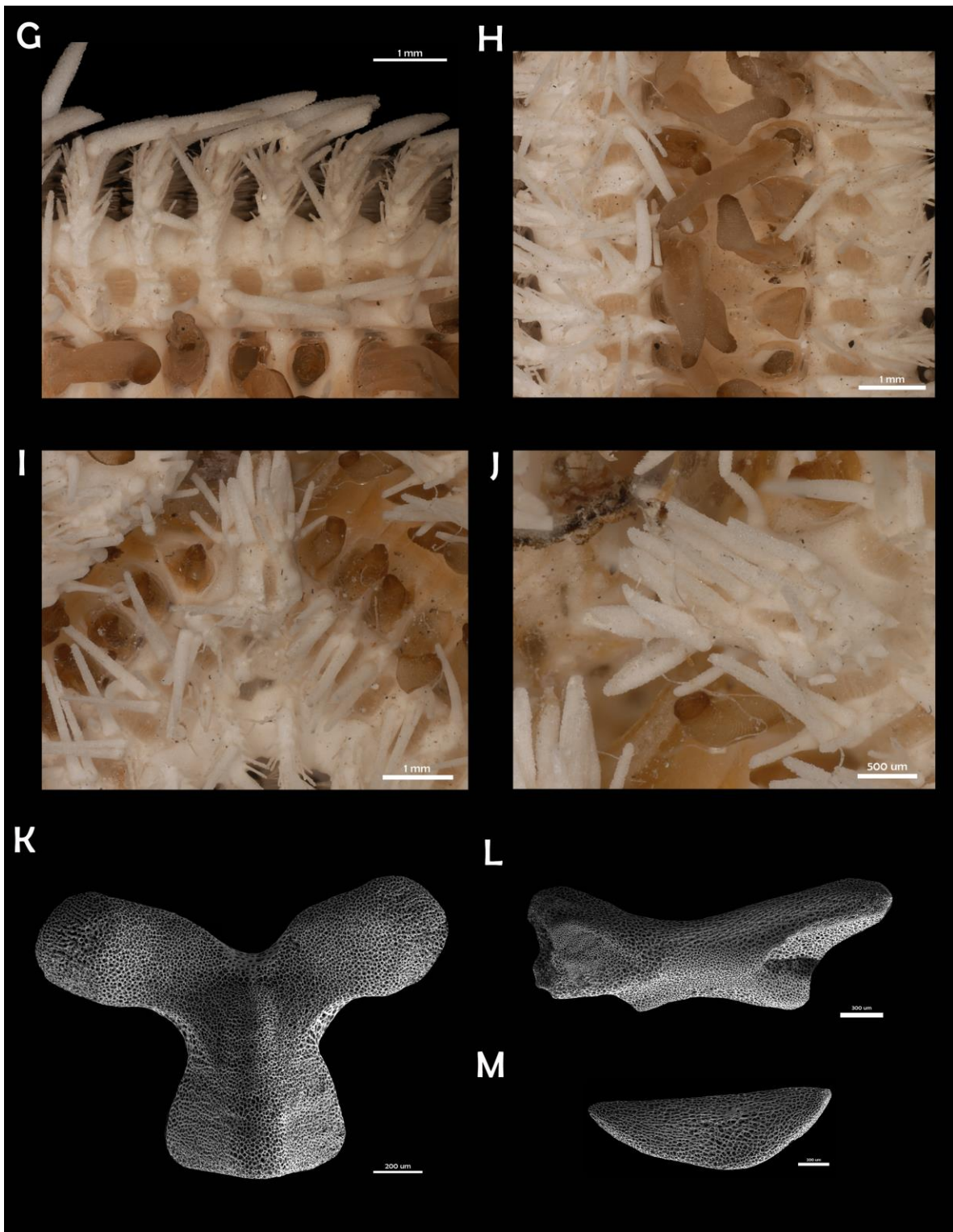


Lámina 1.1. *Luidia armata* Ludwig, 1905. (Sintipo MCZ-AST2398) G. Detalle de las placas inferomarginales. H. Detalle de las placas adambulacrales. I. Detalle del área actinal. J. Detalle de las placas y pedicelarios orales. (MEB USNM-36993) K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista lateral de la placa ambulacral. M. Vista lateral de la placa superambulacral.



***Luidia asthenosoma* Fisher, 1906**
(Lám. 2)

Luidia (Hemicnemis) asthenosoma: Döderlein, 1920:245.

Luidia asthenosoma Fisher, 1906b:124;1911:116; H. L. Clark, 1940: 332; A. M. Clark, 1989: 239; Alvarado et al., 2009: 2; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547.

Diagnosis (Modificada de Fisher, 1906b): Brazos largos, esbeltos, puntiagudos, disminuyen gradualmente hacia la punta con una superficie abactinal ligeramente convexa normalmente hundida a lo largo de la línea midradial. Paxilas abactinales con una corona estelada, las de las series superomarginales más grandes que el resto y cada una corresponde a una placa inferomarginal; corona de la paxila superomarginal longitudinalmente ovalada, las otras subcirculares; adyacente a las paxilas superomarginales hay alrededor de dos series regulares de paxilas laterales abactinales, de las cuales alrededor de dos corresponden a una paxila superomarginal; paxilas superomarginales ornamentadas con alrededor de 30 espineletas delgadas; las paxilas superomarginales y las laterales a veces tienen un pedicelario bivalvado; muchas de las paxilas pequeñas del área midradial tienen también un pedicelario bivalvado pequeño. Placas inferomarginales estrechas que invaden ligeramente la superficie actinal; cada placa con una serie transversal de tres espinas robustas, de las cuales, la exterior es a menudo la más larga; superficie general de la placa cubierta con espineletas delgadas y el extremo superior de la placa a veces tiene un pedicelario similar al de la superficie abactinal; placas adambulacrales con tres espinas en serie lineal, un par de espineletas muy delgadas se colocan en el lado adoral de la espina más externa; en la mayoría de las placas intermedias actinales proximales hay un pedicelario pequeño de dos valvas acompañado de dos o tres espineletas; las valvas del pedicelario son romas y oblongas. Placas orales ovoides, prominentes; sutura entre placas bastante ancha; la ornamentación consiste en una espina puntiaguda y en la parte posterior de esta, puede tener un pedicelario grande de dos valvas, además, una serie de aproximadamente 10 espineletas siguen el borde de la sutura disminuyendo en tamaño y, a lo largo del margen curvo adyacente a la primer adambulacral, hay cuatro o cinco espineletas delgadas.

Descripción: Organismos con $R=5.49-65.38$ mm, $r=1.93-9.55$ mm y $R/r=2.64-11.81$. Promedio $R/r=6.4$. Disco pequeño, cinco brazos largos que disminuyen gradualmente hacia la punta ($L_B=3.92-56.81$ mm, $A_B=1.89-11.49$ mm). Las paxilas del centro del disco tienen forma circular u ovalada, tienen tres o cuatro espineletas centrales y 10 espineletas periféricas, las paxilas del área midradial y las laterales tienen cuatro o cinco espineletas centrales y 12 o 13 periféricas más delgadas (Lám. 2C); dos o tres hileras (en los ejemplares más grandes) longitudinales de paxilas laterales regulares, de las cuales aproximadamente dos corresponden con una paxila superomarginal, muchas de las paxilas del área midradial tienen un pedicelario muy pequeño con forma redondeada, rodeado de numerosas espineletas delgadas; las paxilas superomarginales son muy conspicuas, tienen forma rectangular, son del doble de tamaño de las paxilas y forman un margen definido en la superficie abactinal (Lám. 2E), algunas tienen un pedicelario globoso similar al de las paxilas adyacentes y tienen aproximadamente 30 espineletas delgadas en toda la superficie; madreporita pequeña, de forma ovalada, oculta entre las paxilas de la segunda y



tercera hilera longitudinal de paxilas laterales (Lám. 2D); placa terminal pequeña, el margen proximal de la placa con una curvatura pronunciada, la placa está cubierta de pequeños gránulos y en la punta hay de ocho a 10 espinas cortas y delgadas (Lám. 2F;L); las placas inferomarginales son estrechas, la base es ancha y la cresta de la placa no está muy elevada, cada placa tiene tres espinas delgadas, robustas y la más externa es la más grande, en algunos ejemplares la de en medio es ligeramente más grande en algunas placas y subigual en otras, el resto de la placa está cubierta por espinas pequeñas y muy delgadas que están en contacto con las de la siguiente placa (Lám. 2G;M); áreas actinales muy pequeñas, únicamente hay una o hasta dos hileras de placas actinales, todas con un pedicelario bivalvado prominente, de forma globosa y bordes completamente lisos y redondeados (Lám. 2J;N); las placas actinales intermedias también son pequeñas pero la mayoría tiene un pedicelario igual a los de las placas actinales, las que no lo presentan tienen entre dos y seis pequeñas espínulas delgadas; placas adambulacrales estrechas, tienen tres espinas adambulacrales, la primera con forma de sable y las otras dos rectas, están dispuestas una detrás de la otra y la de en medio es la más grande en la mayoría de las placas, en algunas placas las dos espinas rectas son del mismo tamaño y no son puntiagudas, son truncas (Lám. 2H); placas orales pequeñas con forma ovalada en vista actinal, cada una tiene una espina grande que se proyecta hacia el surco y de cuatro a seis espinas suborales, el resto de la placa está cubierta por delgadas espineletas similares a las de las paxilas, justo debajo de la espina más grande puede haber un pedicelario bivalvado, prominente y más grande que el resto (Lám. 2I), la forma de las valvas también es ovalada pero son un poco más rectos, cuando no están presentes hay una pequeña espina ocupando ese lugar (Lám. 2N). Coloración: superficie abactinal color crema y paxilas superomarginales enmarcan el brazo con una coloración ligeramente más clara, pies ambulacrales café oscuro.

Odontóforo: pequeño, proyecciones del proceso proximal redondeadas, el proceso es del mismo ancho que el largo total de la placa, proceso distal también con forma redondeada y una pequeña proyección y una depresión ovalada hacia la parte más angosta de la placa donde se inserta el *odom*, no presenta una cresta pronunciada.

Variación: Los pedicelarios abactinales son muy escasos en la mayoría de los ejemplares y en algunos no están presentes, son los pedicelarios actinales los que son muy característicos de la especie y pueden ser más grandes en unos ejemplares, sobre todo en los más grandes; los pedicelarios orales pueden o no estar presentes, en los cinco pares de placas pero en la mayoría sólo están presentes en dos o tres pares; en las placas inferomarginales generalmente hay tres espinas pero existen ejemplares que presentan cuatro espinas en algunas placas, principalmente las proximales.

Referencias de identificación: Fisher, 1906b:124-127; Fisher, 1911: 116-119 lám. 20, fig. 1; lám.21, fig. 1; lám. 54. fig.1.

Material examinado: 71 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo USNM 21929 (Fisher, 1906b).



Localidad tipo: California central, *Albatross* estación 3148 (Fisher, 1906b).

Distribución batimétrica: 20-620 m (A. M. Clark, 1989).

Distribución geográfica: California central, Bahía Monterey, costa oeste de Baja California, hasta Panamá (A. M. Clark, 1989; Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Islas Coronado, L. C. Costa oeste de la Península de Baja California (H. L. Clark, 1940).

Comentarios: Esta especie en general no alcanza tallas muy grandes, Fisher reportó un R de 86 mm del holotipo. Sin embargo, en este estudio dicho ejemplar fue revisado y medido y se determinó la medida real de radio mayor (R), que corresponde a 47.19 mm. La mayoría de los ejemplares revisados se encuentran dentro de un intervalo de 30-65 mm de R, siendo este último el tamaño máximo revisado.

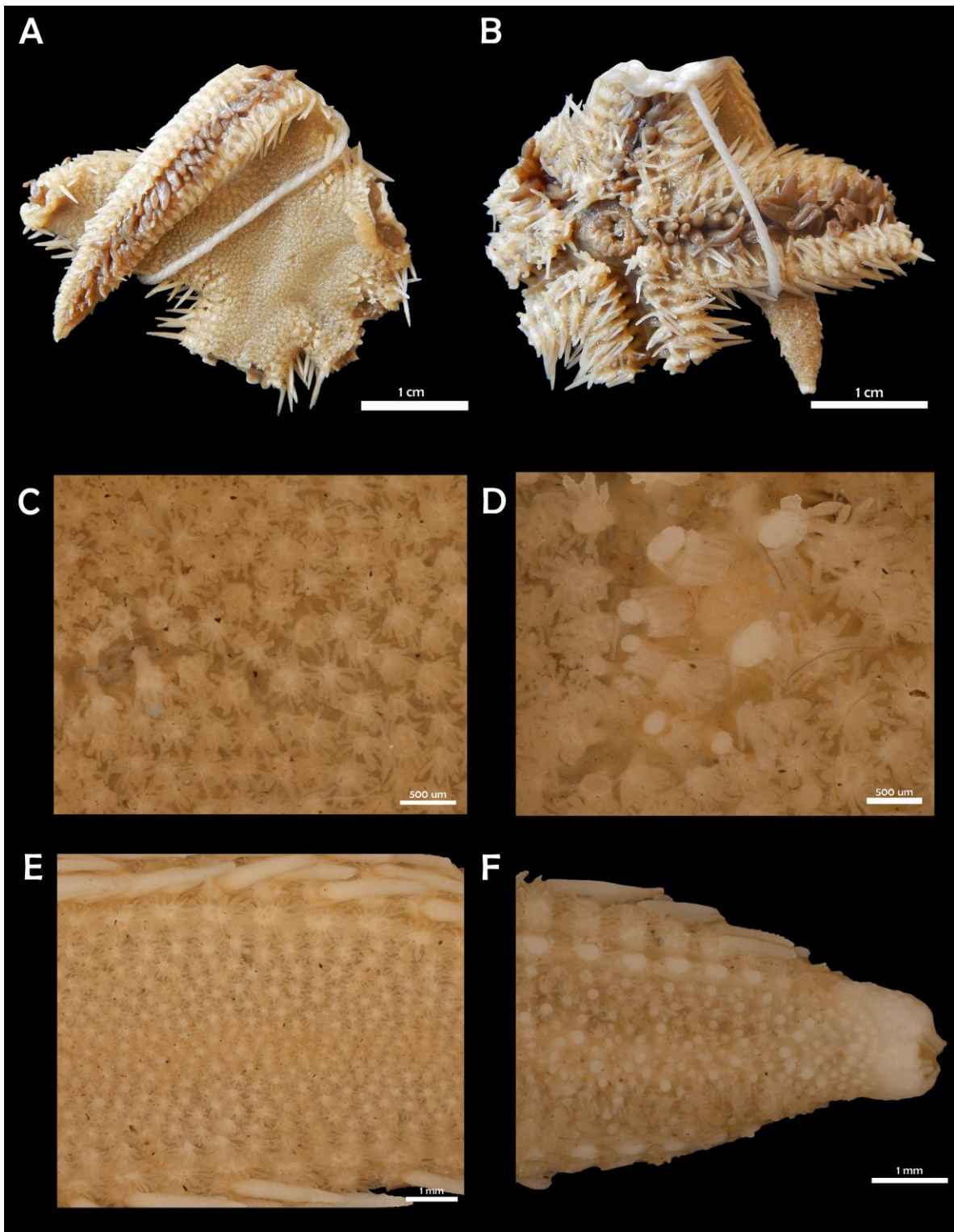


Lámina 2. *Luidia asthenosoma* Fisher, 1906b. (Holotipo USNM-21929) A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Detalle de las paxilas centrales. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas superomarginales y ornamentación marginal. F. Placa terminal del brazo.

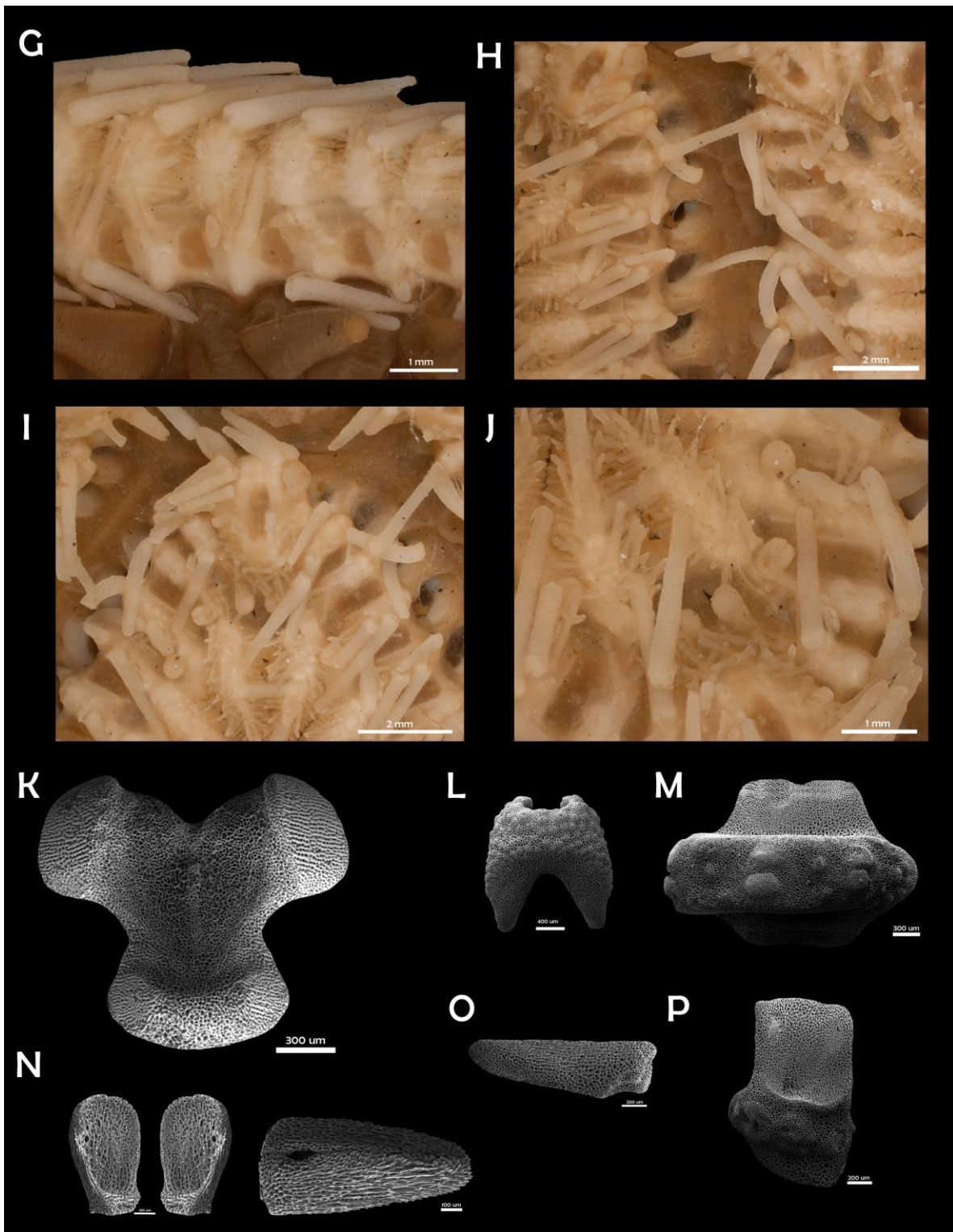


Lámina 2.2. *Luidia asthenosoma* Fisher, 1906b. (Holotipo USNM-21929). G. Detalle de las placas inferomarginales. H. Detalle de las placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Detalle del área actinal y pedicelarios. (MEB USNM-31772) K. Vista actinal del odontóforo. L. Placa terminal. M. Vista actinal de la placa inferomarginal. N. Valvas de pedicelarios actinales y orales. O. Vista lateral de la placa superambulacral. P. Vista actinal de la placa adambulacral.



Luidia bellonae* Lütken, 1864
(Lám. 3)

Luidia lorioli: Meissner, 1896: 94.

Luidia bellonae lorioli Döderlein, 1920: 242; Jangoux, 1985: 25.

Luidia (Alternaster) bellonae: Döderlein, 1920:269; Maluf, 1991: 346; non Solís-Marín et al., 2005: 125; Honey-Escandón et al., 2008: 59.

Luidia bellonae Lütken, 1864: 133; Verrill, 1867: 293; Perrier, 1878: 35; De Loriol, 1891: 22; Meissner, 1896:93; H. L. Clark, 1910: 330; 1940: 332; Bernasconi, 1943:13 non *L. bellonae* = *L. magellanica* Leipoldt, 1895 de acuerdo con Madsen, 1956; Ziesenhene, 1937: 212; Madsen, 1956: 8; Jangoux, 1985:25; A. M. Clark, 1989: 239; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547; non Caso, 1961b: 47; 1979: 204; 1980:204; 1986: 92; 1994: 19; Solís-Marín et al., 2014b: 56.

Diagnosis (Modificada de Lütken, 1864): Cinco brazos largos, no deprimidos; paxilas numerosas, cada una con espineletas periféricas y una espina media no tan puntiaguda; las paxilas forman seis hileras regulares a lo largo de cada lado de los brazos, las más grandes consisten en una espina central grande rodeada de seis a 12 espineletas mucho más delgadas y pequeñas, las más grandes se encuentran en dos hileras a lo largo de cada brazo y las más pequeñas a los lados de cada brazo, dispersas entre las más grandes y las más pequeñas en el disco; las paxilas cercanas a los extremos de los brazos consisten en numerosas espineletas sin ninguna espina central más grande. La madreporita está ubicada en el interrradio entre la cuarta y la sexta paxila, cerca del margen del brazo. Tres espinas en cada placa adambulacral, una interior corta y curva, una intermedia más larga y recta y una exterior aún más recta, formando una sección transversal con cuatro a cinco espinas delgadas y aplanadas bastante largas que presentan las placas inferomarginales, y de las cuales las dos más externas representan el margen, las inferomarginales presentan a los lados numerosas espineletas marginales; en cada placa oral hay una serie transversal de 6 espinas grandes, paralelas a las placas marginales, además de otras más pequeñas.

Descripción: Organismos con $R=45.7-203.2$ mm, $r=7.8-43.1$ mm, $R/r=4.29-9.22$, Promedio $R/r=5.81$. Disco relativamente pequeño, cinco brazos largos cuya base es igual de ancha que la sección media del brazo y disminuye gradualmente hacia una punta roma ($L_B=38.1-180.3$ mm $A_B=10.1-44$ mm). Paxilas del centro del disco amontonadas, de forma circular y tamaño irregular, la base tiene forma de cruz y la columna es robusta y corta, algunas paxilas tienen una espina central muy gruesa, corta y de punta roma, por lo que la columna de dichas paxilas es más gruesa que las paxilas adyacentes, las que tienen una espina central tienen de seis a 12 espineletas periféricas y las que no tienen espina central tienen de tres a seis espineletas de diferentes tamaños distribuidas en la superficie de la placa (Lám. 3C;D); las más distales y las que están en la sección media del brazo tienen la columna más delgada y todas son de forma circular con una espina central, las que tienen las espinas más grandes están distribuidas de manera irregular por toda la superficie abactinal; hay cuatro hileras de paxilas laterales regulares a cada lado del brazo, en cuyas paxilas hay una espina central robusta y todas son de tamaño similar (Lám. 3E); las paxilas superomarginales no son muy distintas de las paxilas laterales adyacentes, son ligeramente más anchas y las espinas centrales son subiguales en tamaño; madreporita circular y pequeña en



relación al tamaño del disco, oculta en el interrradio entre la cuarta y la sexta hilera de paxilas laterales; placa terminal pequeña con forma subtriangular, cubierta de gránulos y 10 espinas cortas y delgadas en la punta (Lám. 3F); placas inferomarginales estrechas, la base es de forma redondeada y la columna es delgada y no está muy elevada, en la vista actinal de la placa se alternan cuatro o cinco espinas de tamaño similar y de forma cónica, parte de la placa es visible en la vista abactinal del organismo y no hay espinas más grandes que definan el margen del brazo, por lo que los brazos adquieren forma redondeada (Lám. 3G;K); áreas actinales pequeñas, únicamente hay dos hileras de placas actinales, cubiertas con finas espinas delgadas y puntiagudas; las placas actinales intermedias son pequeñas y triangulares, también están cubiertas por finas espínulas y algunas son tan pequeñas que quedan ocultas por las espinas de los márgenes de las inferomarginales (Lám. 3J); placas adambulacrales estrechas con tres espinas adambulacrales, una espina con forma de sable orientada al surco y dos espinas delgadas, puntiagudas y rectas detrás, de tamaño subigual, son más delgadas que las espinas de las placas inferomarginales y ligeramente más largas; placas orales pequeñas, alargadas y con cinco o seis espinas orales y numerosas espinas suborales pequeñas (Lám. 3I); no presenta pedicelarios de ningún tipo, únicamente en un par de ejemplares se observaron placas actinales con tres o cuatro espinas que asemejan pedicelarios tri o tetraalvados. Coloración: superficie abactinal color crema y patrón de franjas oscuras transversales irregulares a lo largo de los brazos producido por la coloración negra de la superficie de ciertas paxilas, superficie actinal casi blanca, pies ambulacrales amarillentos.

Variación: Ninguno de los ejemplares revisados guarda estricta semejanza con el holotipo, los ejemplares revisados, cuya localidad corresponde a Perú, podrían corresponder a una variación, ya que la forma de las espinas inferomarginales es trunca y plana, mientras que en el holotipo las espinas son puntiagudas y no tan aplanadas.

Referencias de identificación: Lütken, 1864:133; Verrill, 1867: 293; Meissner, 1896: 93; H. L. Clark, 1910: 330.

Material examinado: Nueve ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo NHMD AST-9 (Zieshenne, 1937).

Localidad tipo: Guayaquil, Ecuador (Lütken, 1864:133).

Distribución batimétrica: 4-55 m (A. M. Clark, 1989).

Distribución geográfica: Guayaquil, Galápagos, Ecuador; Callao, Perú. Ha sido registrada desde el Golfo de California (Zieshenne, 1937; H. L. Clark, 1940) hasta Perú. Sin embargo, debido a la confusión con la especie *L. magellanica* del Pacífico sur, algunos de los registros son dudosos. De acuerdo con Madsen (1956), *L. magellanica* se distribuye en aguas litorales en las costas de Sudamérica W, del estrecho de Magallanes hasta Perú, donde se reemplaza por *Luidia bellonae* que se encuentra desde Baja California hasta las Galápagos.



Registros previos para el Pacífico mexicano: Golfo de California, Bahía Santa Inés (Ziesenhene, 1937; A. M. Clark, 1989), Mazatlán, Sinaloa (De Loriol, 1891; Caso, 1961b; 1979; 1980; 1986; 1994).
NOTA: Se revisaron todos los ejemplares disponibles (CNE y USNM) que han sido recolectados en aguas mexicanas y se determinó que se trata de ejemplares que fueron mal identificados, por lo que no se puede confirmar el registro de esta especie en el Pacífico mexicano hasta que se corrobore la identidad taxonómica de los ejemplares depositados en otras colecciones científicas.

Comentarios: La descripción original de esta especie incluye una diagnosis corta en latín, pero el resto está en danés, además de que no presenta ninguna figura ilustrativa, lo cual posiblemente ocasionó el malentendido sobre la verdadera *L. bellonae*. Lütken destacó que esta especie era muy parecida a *L. alternata* (Atlántico) y que podría considerarse como su especie hermana. Al no existir una descripción tan detallada o alguna figura o esquema, todo el material que ha sido recolectado en México fue mal identificado.

Debido a lo anterior, se llegó a la conclusión que la especie que se encuentra en aguas mexicanas y hasta Galápagos, se trata de una nueva especie.

En cuanto a las sinonimias *Luidia lorioli* y *Luidia bellonae lorioli*; Meissner, 1896, determinó que el material estudiado por De Loriol en 1891, recolectado en Mazatlán, no correspondía con la diagnosis de *L. bellonae* y que debía reconocerse como otra especie distinta (*L. lorioli*), posteriormente Döderlein (1920) la trató como subespecie. Sin embargo, de acuerdo con las imágenes proporcionadas en el trabajo de Jangoux (1985: 24 lám. 7, figs. A-B) en donde muestra al holotipo de *L. lorioli* depositado en la Colección de Génova, dicho material en realidad corresponde a *Luidia superba* A. H. Clark, 1917.

Debido a que no se revisó ningún otro ejemplar de la especie además del holotipo, no fue posible obtener un odontóforo para revisión.

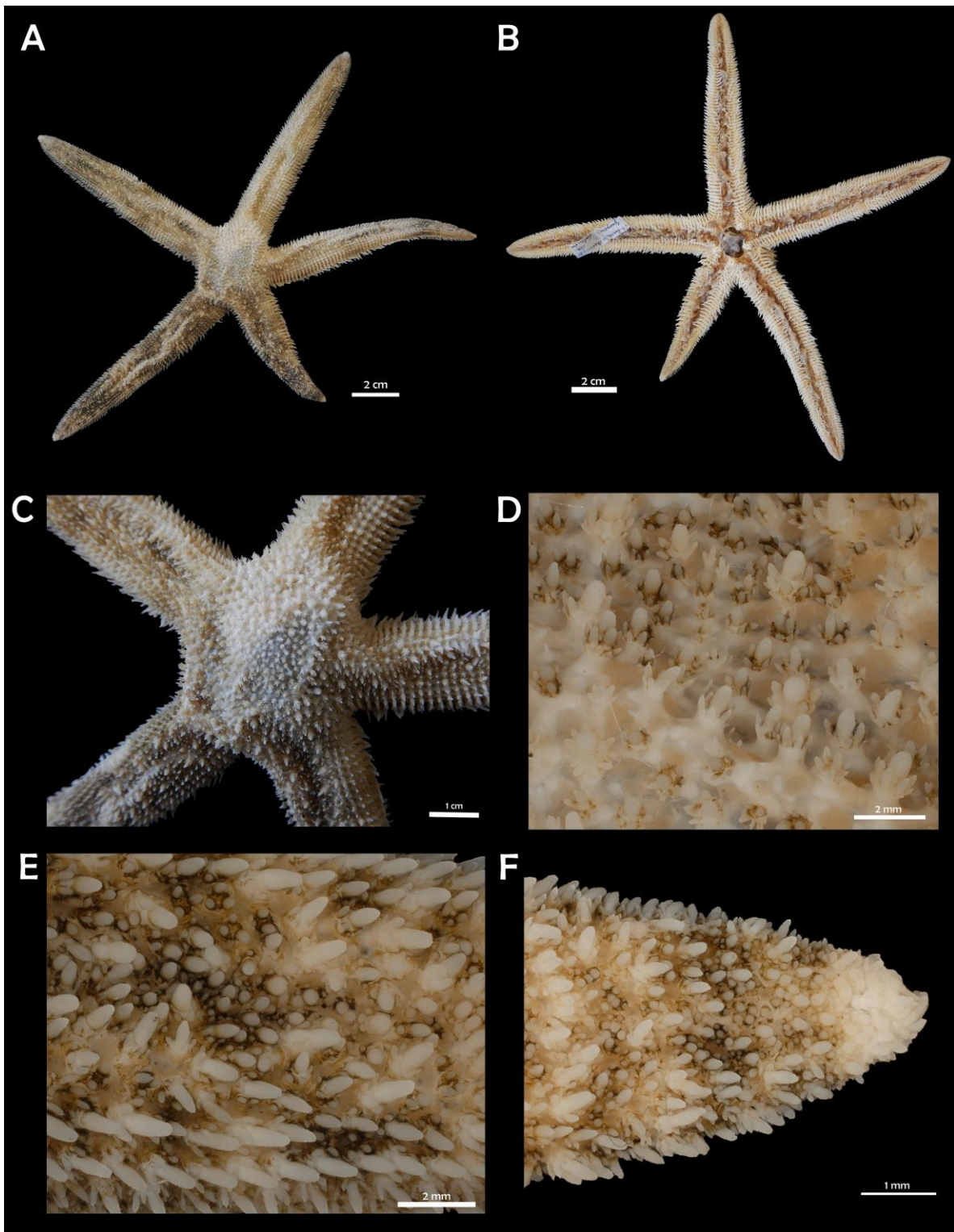


Lámina 3. *Luidia bellonae* Lütken, 1864. (Holotipo NHMD AST-9). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Detalle de la vista abactinal, centro del disco. D. Detalle de las paxilas del centro del disco. E. Detalle de las paxilas centrales y laterales. F. Placa terminal del brazo.

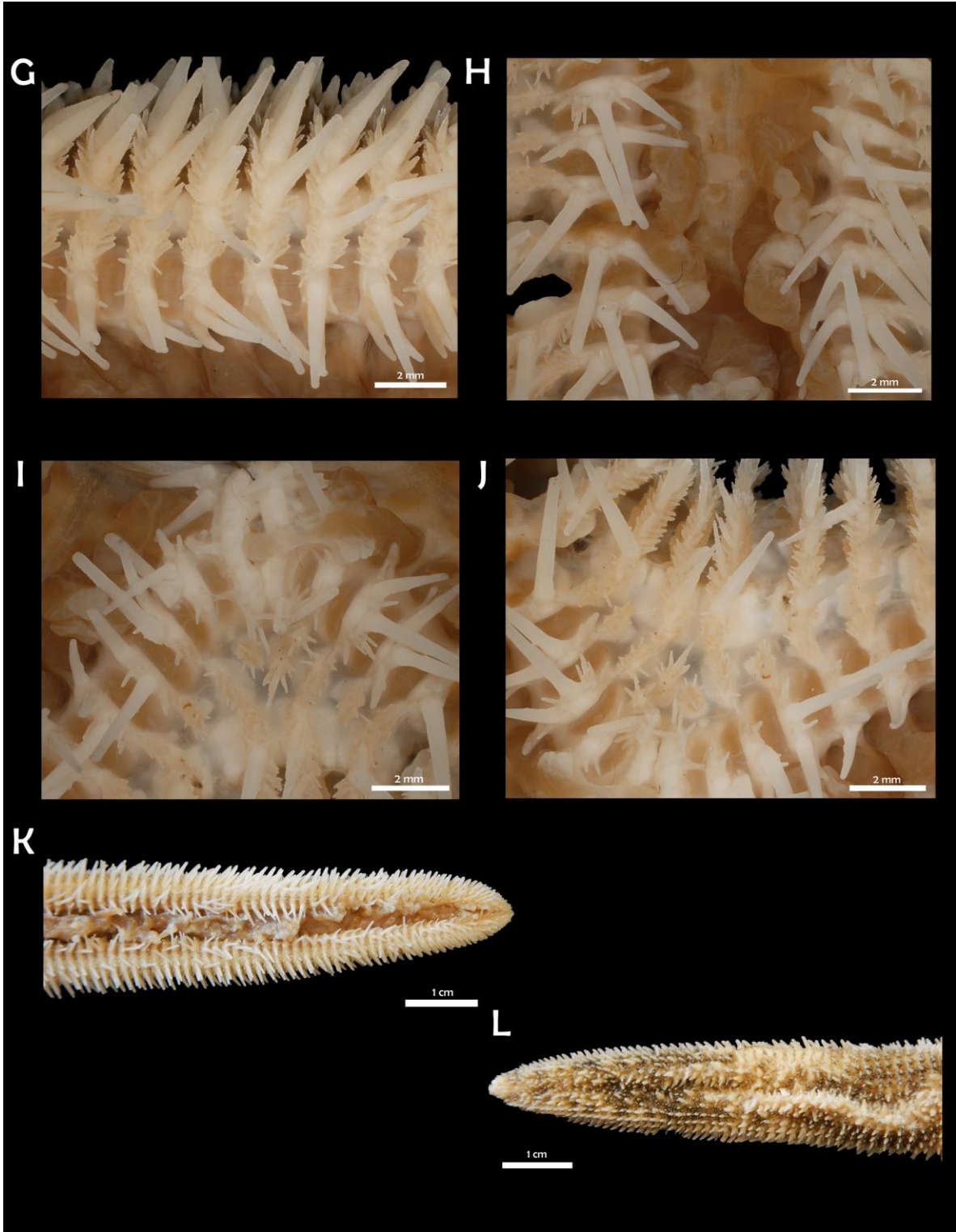


Lámina 3.1. *Luidia bellonae* Lütken, 1864. (Holotipo NHMD AST-9). G. Detalle de las placas inferomarginales. H. Detalle de las placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Detalle del área actinal. K. Brazo en vista actinal. L. Brazo en vista abactinal.



Luidia n. sp. 1
(Lám. 4)

Descripción: Organismos con $R= 11.55-129.68$ mm, $r= 2.75-16.33$ mm, $R/r= 3.81-19.26$, Promedio $R/r= 7.04$. Disco relativamente pequeño, cinco brazos largos que se estrechan ligeramente hacia una punta redondeada ($L_B=9.93-118.82$ mm; $A_B=3.22-24.12$ mm). Paxilas tienen forma redondeada a ovalada, las del centro del disco son más pequeñas, tienen base en forma de cruz robusta y están dispersas a lo largo de toda la superficie abactinal, hay unas paxilas del doble de tamaño que el resto, que tienen una espina central muy grande, cónica y puntiaguda; estas paxilas tienen una base con cuatro a cinco puntas muy ancha y robusta, la superficie donde se encuentran las espineletas es completamente redondeada y la inserción de la espina central grande es muy profunda y conspicua (Lám. 4C;M;N); estas paxilas tienen además de la espina central grande, entre 12-14 espineletas centrales cortas, redondeadas y robustas, además de 27-30 espineletas periféricas muy delgadas, largas y puntiagudas; las paxilas que no tienen espina central, tienen de dos a cinco espineletas centrales robustas y aproximadamente 18-20 espineletas periféricas delgadas. En la base del brazo hay de 11-15 paxilas transversalmente; en la zona media del brazo las paxilas son pequeñas, redondeadas y de distribución irregular, ocasionalmente se encuentran paxilas grandes con espina central entre ellas, de manera que se encuentran este tipo de paxilas casi hasta la punta de los brazos (Lám. 4D); hasta cuatro hileras de paxilas laterales regulares a los lados de cada brazo que corresponden transversalmente con las paxilas superomarginales; en la segunda o tercera fila, la mayoría de las paxilas son más grandes y tienen la espina central grande (Lám. 4E). Las paxilas superomarginales son de tamaño subigual al de las paxilas adyacentes, algunas también presentan espina central. Madreporita pequeña, poco prominente y oculta entre las primeras tres hileras de paxilas. Placa terminal semicircular, pequeña, cubierta por pequeños gránulos y siete pequeñas espinas agrupadas en la punta (Fig. 4F; O). Placas inferomarginales largas, de forma cuadrangular y bordes lisos, estrechamente unidas entre sí; tienen dos espinas muy grandes y largas en el margen y en algunas placas una tercera espina de $1/3$ del tamaño de las otras en la superficie abactinal, junto a las paxilas superomarginales; en la superficie actinal de la placa hay cuatro o cinco espinas delgadas mucho más pequeñas y subiguales, los fasciolas y el resto de la placa están cubiertos por delgadas espinas similares a las espineletas periféricas de las paxilas (Lám. 4H;L); en los interradios, hay hasta tres hileras irregulares de placas actinales pequeñas, cubiertas con finas espínulas y en algunos ejemplares con pequeños y delgados pedicelarios bi o trivalvados, cuyas valvas son muy delgadas y similares a las espínulas finas que cubren las otras placas, no son muy abundantes ni prominentes; las placas actinales intermedias son muy pequeñas y no se distinguen mucho entre las placas inferomarginales y las adambulacrales, suelen tener dos o tres espínulas delgadas y pequeñas o pequeños pedicelarios formados por valvas tan delgadas como las espínulas. Placas adambulacrales estrechas, delgadas y relativamente largas, cada una tiene tres espinas, la primera pequeña, aplanada y con forma de sable, la segunda también algo curva y la tercera es la más grande y es completamente recta, en algunas placas hay una cuarta espina similar a la tercera hasta atrás; en los bordes de la placa hay delgadas espínulas de tamaños distintos y muy finas (Lám. 4G; P). Placas orales muy estrechas, de forma ovalada y cubierta con cinco o seis espinas orales grandes, robustas y orientadas hacia el surco, el resto de la placa está cubierta por



seis o siete espinas suborales cuyo grosor disminuye distalmente y numerosas espineletas delgadas (Lám. 4I). Los pedicelarios actinales son poco prominentes, pero pueden ser muy numerosos en algunos ejemplares (Lám. 4J). Coloración: superficie abactinal grisácea en el centro y algunas paxilas de alrededor son blancas, de manera que se forma una estrella blanca en el centro del disco y luego inicia un patrón de franjas transversales oscuras a lo largo de los brazos. Las paxilas son oscuras y las espinas en cada una son de color blanco, superficie actinal color crema con motas oscuras y todas las espinas blancas, pies ambulacrales amarillentos.

Odontóforo: relativamente pequeño, proceso proximal ligeramente ensanchado y con una curvatura justo antes de ambos extremos. Proceso distal pequeño, delgado y con una proyección en la punta con forma triangular en la cual inicia una cresta que corre a lo largo de toda la placa. En la parte más estrecha de la placa la cresta es menos elevada y se inserta el *odom*. La placa es más larga que ancha.

Variación: El tamaño de las espinas centrales de las paxilas más grandes puede variar, ya que en los ejemplares de Perú (ICML-UNAM 7692) son más cortas relativo al tamaño de los ejemplares, que son más grandes. El mismo carácter está sujeto a variación con respecto a la forma de la espina que puede ser un poco aplanada en algunos ejemplares. En el caso de los ejemplares que presentan la espina paxilar aplanada (ICML-UNAM 2567, ICML-UNAM 3987), también presentan espinas inferomarginales un poco aplanadas, aunque el tamaño y forma cónica se mantienen. Los pedicelarios están presentes en la mayoría de los ejemplares, pero pueden estar ausentes.

Referencias de identificación (como *L. bellonae*): Caso, 1979:204, lám. 19-24 1986: 92, lám. 8-12; 1994: 19; Solís-Marín et al., 2014b: 56, lám. 2, fig. A-F; Conejeros-Vargas, 2015: 61, lám. 1, figs. A-F.

Material examinado: 33 ejemplares (ANEXO II).

Distribución geográfica: Punta Arboleda, Sonora, Isla del Carmen, Punta San Marcial, Cabo San Lucas, Bahía La Ventana, Baja California, Golfo de California; Acapulco, Guerrero; Tangola, Huatulco, Oaxaca; Lázaro Cárdenas, Michoacán; Isla española, Galápagos, Ecuador.

Distribución batimétrica: 2-57 m.

Registros previos para el Pacífico mexicano: Ninguno.

Comentarios: Esta especie se encuentra distribuida desde el Golfo de California hasta Galápagos, con algunas variaciones morfológicas aquí mostradas en el tamaño y forma de ciertas estructuras. Todos los ejemplares revisados guardan mayor similitud con *Luidia alternata alternata* (Say, 1825) del atlántico que con el holotipo de *Luidia bellonae* Lütken, 1864. Como se mencionó en los comentarios de esta última, debido a que Lütken especificó en la descripción original de *L. bellonae* que se trataba de una especie cercana a *L. alternata alternata*, este morfotipo se mantuvo oculto bajo la incorrecta identificación de *L. bellonae*.

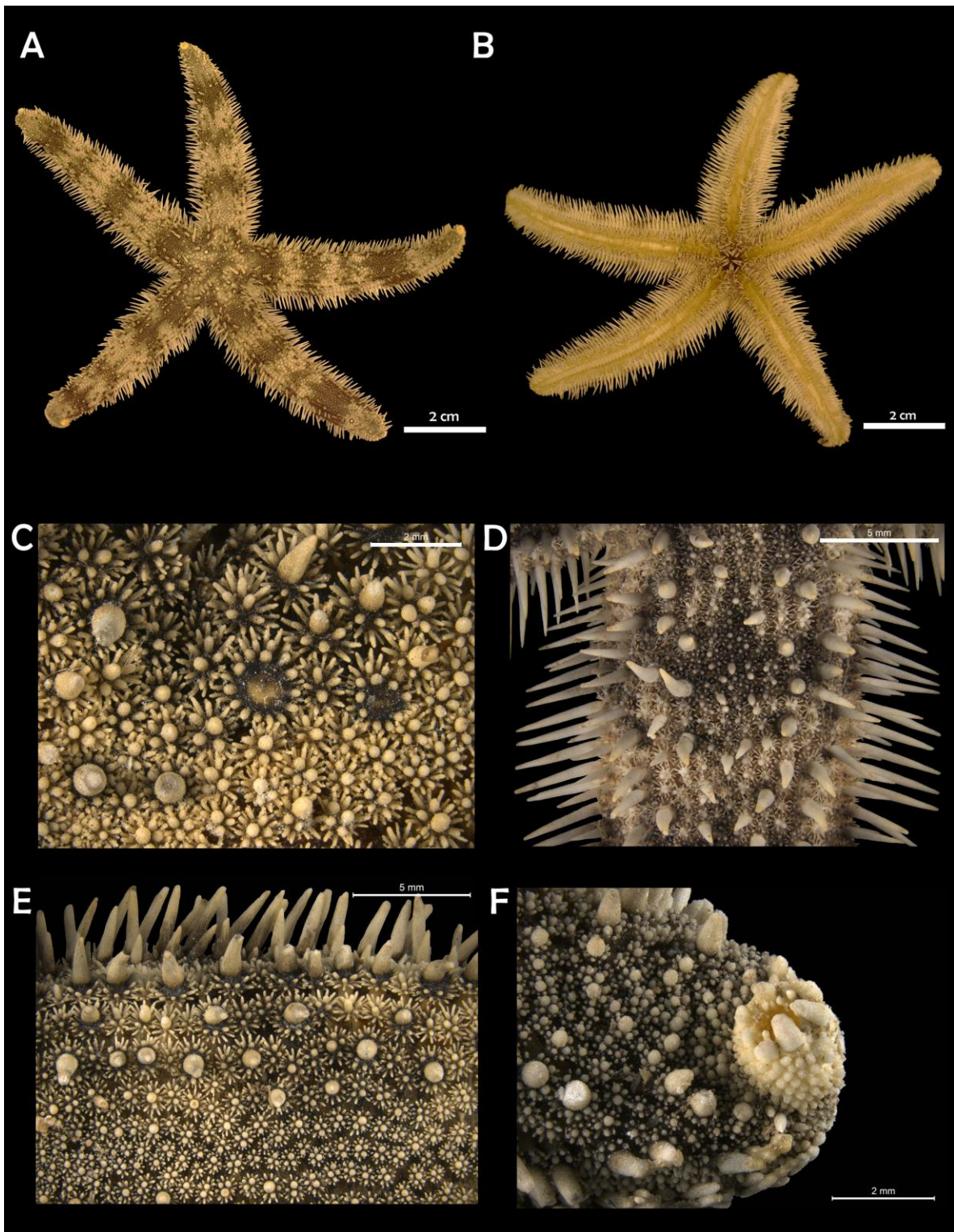


Lámina 4. *Luidia* n. sp. 1. (ICML-UNAM 7692) A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Detalle de las paxilas del centro del disco. D. Detalle de la base del brazo. E. Detalle de las paxilas laterales y ornamentación marginal. F. Placa terminal del brazo.

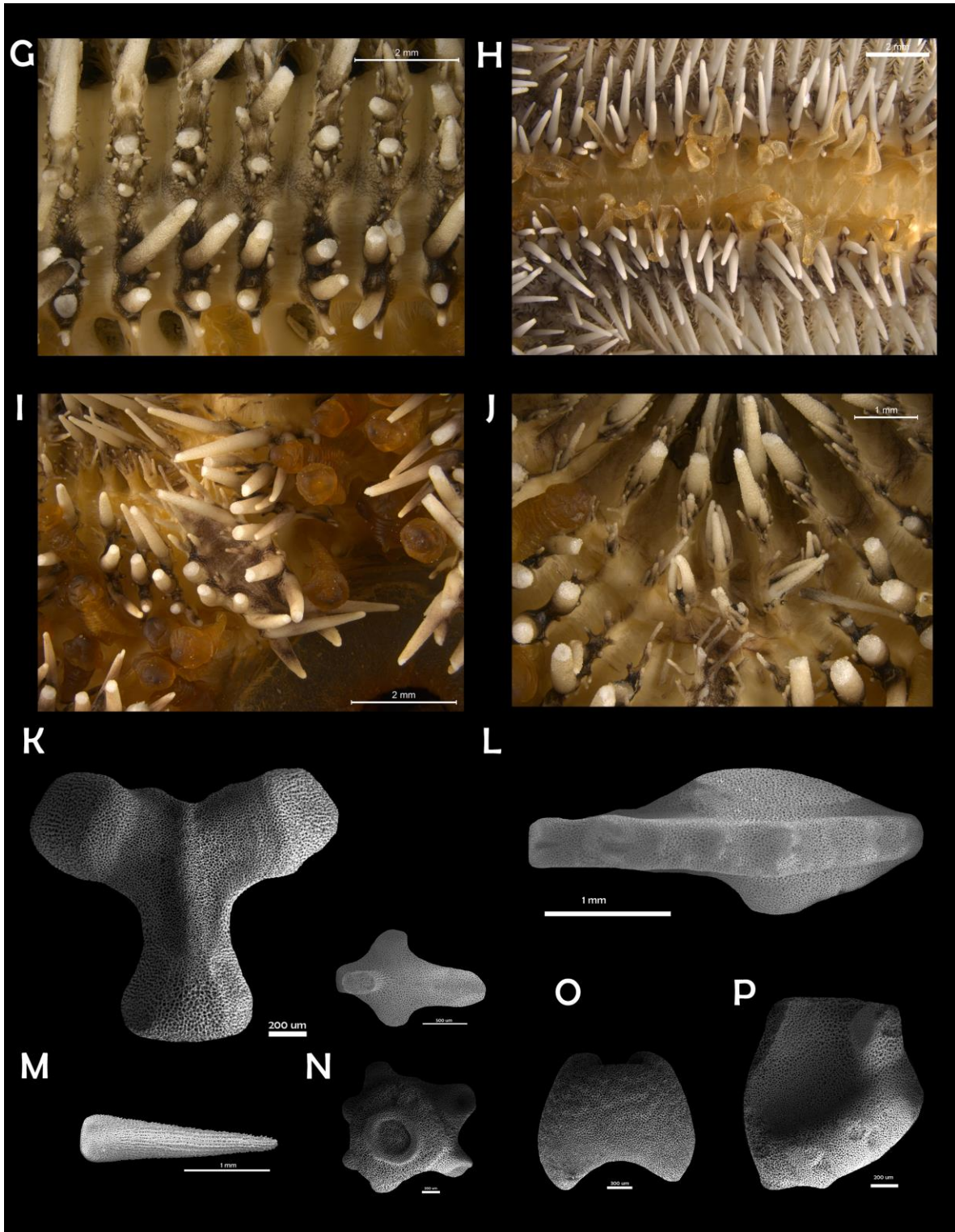


Lámina 4.1. *Luidia* n. sp. 1. (ICML-UNAM 7692) G. Detalle de las placas adambulacrales y ornamentación inferomarginal. H. Base del brazo actinal. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal, detalle de los pedicelarios. (MEB USNM-E17465; 4576) K. Odontóforo en vista actinal. L. Placa inferomarginal en vista actinal. M. Espina paxilar central, vista lateral. N. Detalle de la forma de paxilas regulares y paxilas con inserción de espina central. O. Placa terminal en vista abactinal. P. Placa adambulacral en vista actinal.



***Luidia columbia* (Gray, 1840)**
(Lám. 5)

Petalaster columbia Gray, 1840:183.

Luidia brevispina Lütken, 1871:288; Perrier, 1878:91; Sladen, 1889:247; Fisher, 1906b: 1031; 1911:107; Bernasconi, 1943:6; Caso, 1943: 9; 1953:221; 1961:37; 1979:205.

Luidia (Petalaster) brevispina: Döderlein, 1920:253.

Luidia marginata Koehler, 1911:17; Solís-Marín et al., 2014b: 60; Jangoux, 1985:25.

Luidia (Petalaster) marginata: Döderlein, 1920:215.

Luidia (Petalaster) columbia: Döderlein, 1920:253; Maluf, 1991: 348; Solís-Marín et al., 2005: 125; Honey-Escandón et al., 2008: 59.

Luidia columbia: A. M. Clark, 1953:381; Jangoux, 1985:25; A. M. Clark, 1989:244; Alvarado et al., 2009: 3; Solís-Marín et al., 2014b:58; non *Luidia columbia* H. L. Clark, 1910: 331; Bernasconi, 1943:7; Ziesenhenné, 1937:213; Caso, 1986: 107 (= *L. tessellata* de acuerdo con A. M. Clark, 1953).

Diagnosís (Modificada de Gray, 1840; A. M. Clark, 1953): Cinco brazos alargados, dos hileras de paxilas laterales trasversales a la serie de superomarginales; paxilas dorsales con gránulos centrales grandes, aplanados y poligonales, rodeados por delgadas espineletas periféricas; las paxilas dorsales más grandes son las superomarginales, que son proximalmente anchas pero distalmente se vuelven cuadradas, forman series trasversales con las dos hileras más externas de las paxilas laterales que son cuadradas (o ligeramente más anchas que largas); hacia la mitad de los brazos las paxilas se vuelven más pequeñas e irregularmente dispuestas; sin pedicelarios actinales ni abactinales; placas inferomarginales cortas, con una cresta elevada que se extiende hacia el lado dorsal de la placa, donde hay numerosas espineletas delgadas y cortas dispuestas en dos hileras irregulares; una sola espina marginal corta justo debajo del ambitus, con dos más cortas y un poco aplanadas encima con apariencia de pezuña en vista lateral; espinas inferomarginales ventrales muy cortas y escumiformes, las placas ventrolaterales difícilmente se proyectan desde los extremos interiores de las inferomarginales correspondientes; tres espinas ambulacrales relativamente cortas y delgadas.

Descripción: Organismos con R= 39.09-149.53 mm, r= 6.72-18.55 mm, R/r= 3.78-8.76, Promedio R/r= 5.65. Cuerpo aplanado, disco relativamente pequeño, cinco brazos planos y no muy largos, anchos en la base y se estrechan distalmente ($L_B = 10.57-137.35$ mm; $A_B = 9.15-21.31$ mm). Paxilas del centro del disco con forma redondeada, columna corta y base con forma de cruz o con cinco puntas robustas, cada una tiene de ocho a 10 espineletas centrales cortas, robustas y con forma globosa, además de aproximadamente 30 espineletas periféricas muy delgadas y finas (Lám. 5C); en el centro del disco están tan amontonadas que las espineletas periféricas de una placa se mezclan con las de las adyacentes; en la base del brazo hay de cinco hasta 20 paxilas trasversalmente; en la zona media de los brazos las paxilas son muy pequeñas, algunas tienen únicamente cuatro espineletas centrales y también tienen distribución irregular, pero se reducen a tres hileras irregulares, ya que en cada lado del brazo hay hasta cuatro hileras de paxilas laterales regulares, éstas tienen forma rectangular y son las más grandes; las paxilas superomarginales son cuadradas y son relativamente grandes, tienen en promedio 10



espineletas centrales y hasta 40 espineletas periféricas muy delgadas y finas (Lám. 5E). Madreporita pequeña, oculta entre las paxilas de la tercera hilera (Lám. 5D). Placa terminal robusta, cuyo margen proximal tiene forma de “C”, cubierta por numerosos gránulos y de cinco a seis espinas cortas agrupadas en la punta (Lám. 5F; J; N). Placas inferomarginales muy largas y delgadas, la columna no está muy elevada y tienen tres espinas marginales cortas, subiguales y ligeramente puntiagudas, no son conspicuas en vista abactinal; en la superficie actinal de la placa hay hasta 15 espinas cortas, redondeadas que asemejan gránulos y numerosas espineletas delgadas y aún más pequeñas en los márgenes de la placa (Lám. 5G; L); en el interrradio hay máximo dos hileras de placas actinales pequeñas, redondeadas y cubiertas por finas espinas cortas; las placas actinales intermedias también son muy pequeñas e inconspicuas con una o dos espinas pequeñas. Placas adambulacrales cortas en comparación con las placas inferomarginales, pero del mismo ancho, cada una con tres espinas adambulacrales, la primera plana y con forma de sable y las otras dos rectas y subiguales, una detrás de la otra, además de finas espinas que cubren el resto de la placa (Lám. 5H; O). Placas orales ovaladas, con siete u ocho espinas largas agrupadas en la punta y aproximadamente 8-10 espinas suborales pequeñas cuyo tamaño disminuye distalmente, también hay algunas espinas pequeñas y muy delgadas en los márgenes de la placa (Lám. 5I). No presenta pedicelarios de ningún tipo. Coloración: las paxilas de la zona media del brazo presentan una coloración grisácea, por lo que se dibuja una franja longitudinal de ese color a lo largo de los brazos, el resto de la superficie abactinal es color crema o gris claro, superficie actinal blanca o de color amarillento, pies ambulacrales también de color amarillento.

Odontóforo: grande, proceso proximal sólo ligeramente ensanchado, proyecciones con forma circular y ligeramente elevadas. Proceso distal ensanchado y con forma general de trapecio invertido, tiene una proyección un poco elevada que se prolonga al resto del largo de la placa, su punto más elevado se encuentra en el proceso distal y el más bajo en el proceso proximal, en la zona más estrecha de la placa se inserta el *odom*.

Variación: Algunos ejemplares presentan una cuarta espina adambulacral detrás de la última. Por otro lado, la longitud de las espinas marginales también puede variar, sobre todo en los ejemplares más grandes, en los que las espinas marginales sí son visibles en vista abactinal y dan el margen del brazo.

Referencias de identificación: A. M. Clark, 1953, 381-383, lám. 39, figs. 1-2; Solís-Marín *et al.*, 2014b: 58-59 lám. 3, figs. A-F.

Material examinado: 528 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo BMNH 1938 5.12.15 (Ziesenhene, 1937; A. M. Clark, 1953).

Localidad tipo: San Blas, Nayarit, México (Ziesenhene, 1937; A. M. Clark, 1953)

Distribución batimétrica: 3-146 m (Ziesenhene, 1937).



Distribución geográfica: Golfo de California, Sinaloa; Guerrero; Michoacán; Perú; Panamá; Galápagos (registro incierto debido a la confusión con *L. tessellata*) (A. M. Clark, 1989; Ziesenhene, 1937).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Golfo de California, Baja California Sur, Sinaloa; sur del Pacífico mexicano (Honey-Escandón *et al.*, 2008; Solís-Marín y Mata-Pérez, 1997; 2014b).

Comentarios: A. M. Clark, (1953) redescubrió el holotipo de Gray (1840) y detalló que la confusión que existió en su momento con sus sinonimias (*L. marginata* y *L. brevispina*) y con *L. tessellata* surgió del mal estado de preservación en el que se encuentra dicho ejemplar, además de la corta descripción de Gray, por lo que Lütken habló de la posible sinonimia con *L. tessellata* y más tarde describió a *L. brevispina*, la cual si se trata de un sinónimo. H. L. Clark (1910) y Döderlein (1920) también tuvieron la misma confusión entre ambas especies. En este estudio se examinó el material tipo de *L. brevispina* y *L. columbia*, por lo que se pudo confirmar dicha sinonimia. Además, se examinó el material tipo de *L. tessellata* y se confirmó la validez de la especie.

En la publicación de A. M. Clark, 1989 se menciona a *L. brevispina* como sinónimo de *L. columbia*, pero detalla que Caso (1961) la consideró una especie válida en sus publicaciones.

En este estudio se determinó que la especie que Caso (1943: 9; 1953:221; 1961:37; 1979:205) trató como *L. brevispina*, corresponde a una nueva especie (*Luidia n. sp. 2*).

En la publicación de Caso (1979) se menciona el registro de *Luidia foliolata* Grube, 1866, para Mazatlán, Sinaloa, México. Sin embargo, de acuerdo con la descripción y las fotografías, en realidad se trata de *L. columbia*.

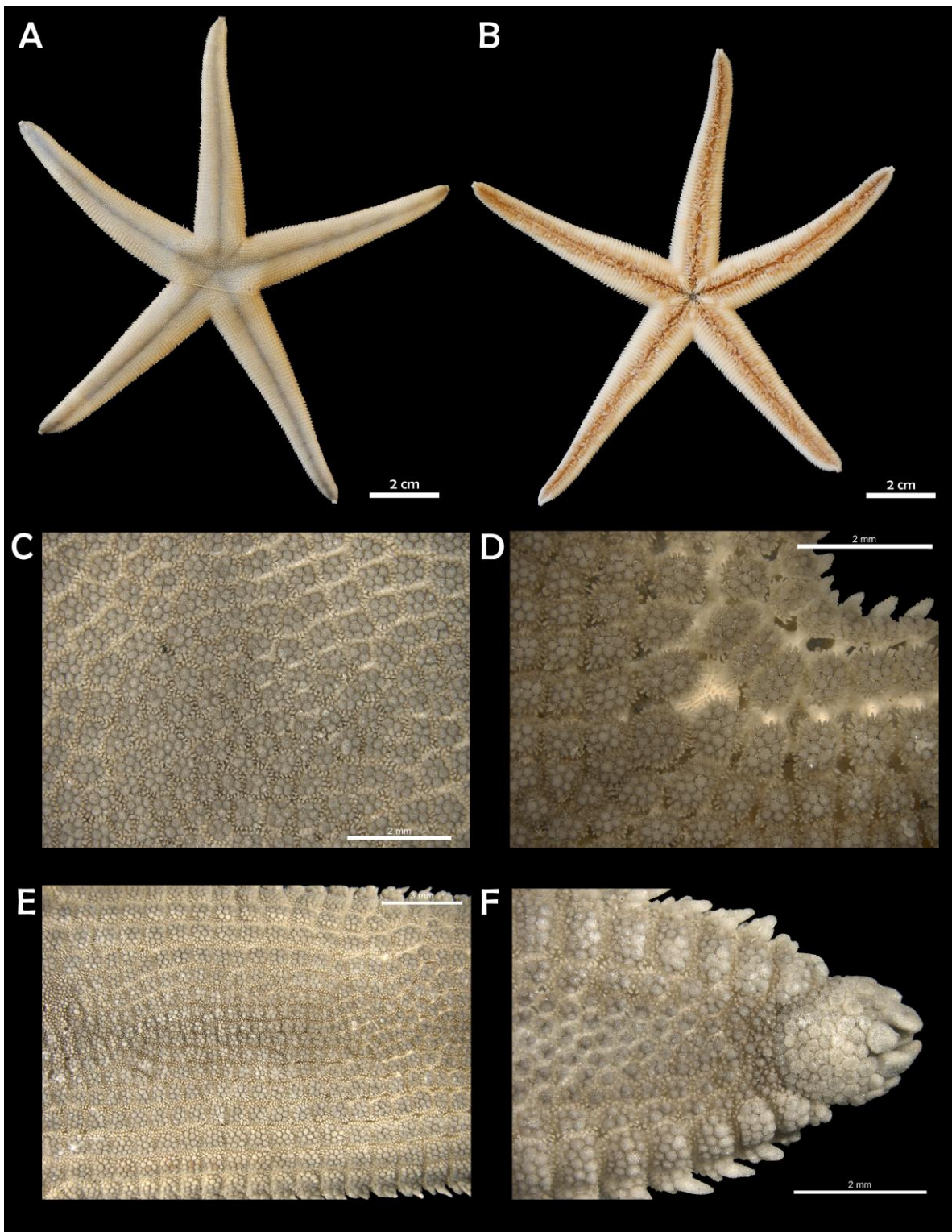


Lámina 5. *Luidia columbia* (Gray, 18401). (ICML-UNAM 10019) A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Detalle de las paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas centrales y laterales. F. Placa terminal del brazo.

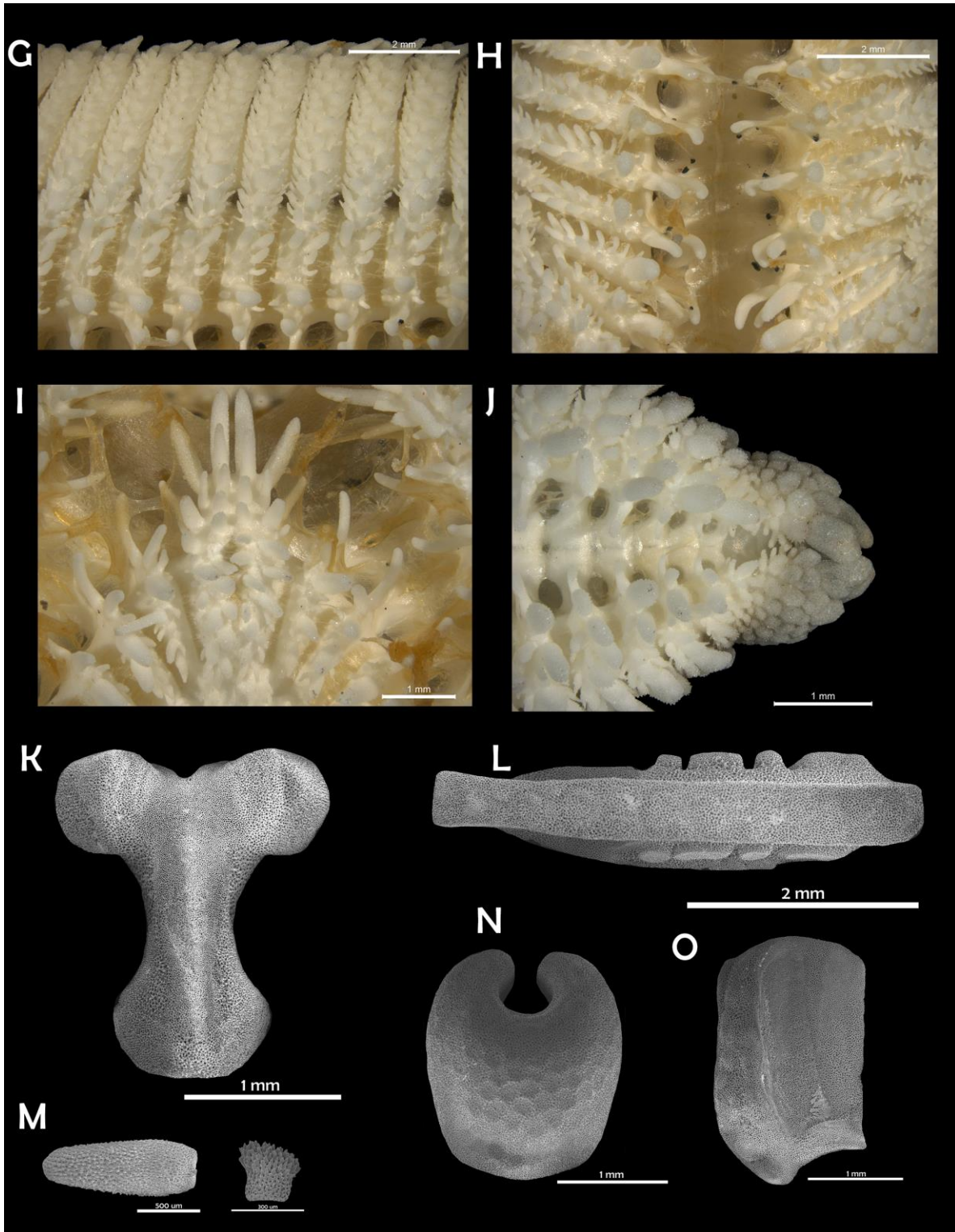


Lámina 5.1. *Luidia columbia* (Gray, 1840). (ICML-UNAM 10019) G. Detalle de las placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Placa terminal del brazo en vista actinal. (MEB ICML-UNAM 2578) K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista actinal de la placa inferomarginal. M. Ornamentación inferomarginal. N. Vista abactinal de la placa terminal. O. Vista actinal de la placa adambulacral.



Luidia n. sp. 2
(Lám. 6)

Descripción: Organismos con $R= 50.61-172.57$ mm, $r= 10.19-20.01$ mm, $R/r= 4.96-9.85$, Promedio $R/r= 8.28$. Disco pequeño, cuerpo relativamente aplanado, cinco brazos largos que se estrechan hacia una punta ligeramente redondeada ($L_B= 40.77-152.56$ mm; $A_B= 11.84-22.41$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas y muy amontonadas, la columna no es muy larga; tiene ocho a 10 espineletas centrales robustas y no muy largas con forma globosa y aproximadamente 28-30 espineletas periféricas delgadas, ligeramente más largas que las centrales (Lám. 6C). En la zona media del brazo, las paxilas están muy amontonadas y son muy pequeñas, hay aproximadamente ocho o nueve hileras irregulares. En la base del brazo hay de 17 y hasta 23 (en los ejemplares más grandes) paxilas transversalmente. Hasta cinco hileras de paxilas laterales regulares, cuyo margen también es redondeado, pero tiende a ser ligeramente cuadrangular en las más distales, también tienen de ocho a 10 espineletas centrales muy espaciadas y entre 25 y 30 espineletas periféricas. Paxilas superomarginales ligeramente cuadrangulares, de tamaño similar a las paxilas adyacentes y con un número similar de espineletas tanto centrales como periféricas (Lám. 6E). Madreporita pequeña, circular, oculta entre las primeras tres hileras de placas laterales en el interrradio (Lám. 6D); placa terminal prominente, con forma de “C” invertida y cubierta de gránulos gruesos (Lám. 6F); placas inferomarginales muy estrechas y con una cresta elevada, en la superficie actinal de la placa hay cinco o seis espinas aplanadas con forma de gota y del mismo tamaño, en el margen del brazo cada una tiene dos espinas alargadas y también con forma de gota, planas y terminan en punta, además de dos pequeñas espinas accesorias justo arriba de éstas últimas y dispuestas perpendicularmente, en ocasiones hay una tercera espina mucho más pequeña entre las dos accesorias (Lám. 6G); en los márgenes y el resto de la superficie de la placa hay numerosas espinas muy pequeñas y delgadas, similares a las espineletas periféricas de las paxilas. En el interrradio hay hasta dos hileras de placas actinales, cubiertas con finas espínulas y una o dos espinas delgadas y largas; las placas actinales intermedias son incóspicuas y poseen sólo un par de espinas delgadas en su superficie (Lám. 6J). Placas adambulacrales estrechas, del mismo ancho que las placas inferomarginales y alargadas, pero con los márgenes de la placa curvados hacia la punta del brazo, cada una con cuatro espinas adambulacrales, la primera curva y plana, la segunda ligeramente curva en la base pero recta en la punta, que no es muy puntiaguda, y dos espinas de tamaño subigual dispuestas transversalmente, ligeramente aplanadas y completamente rectas, también con punta roma (Lám. 6H; M); el resto de la placa tiene espinas periféricas muy pequeñas y delgadas, principalmente dispuestas en el margen de la placa. Placas orales ovaladas, no muy grandes y con 10-12 espinas orales agrupadas en la punta, las dos centrales son las más grandes; el surco entre las placas es muy prominente y hay una 12na de espinas suborales más pequeñas y numerosas espinas delgadas y pequeñas, similares a espineletas paxilares (Lám. 6I; L). No se presentan pedicelarios de ningún tipo. Coloración: superficie abactinal grisácea y únicamente las paxilas laterales regulares pueden presentar una coloración ligeramente más clara y las espinas color crema, superficie actinal color crema y pies ambulacrales amarillentos.



Odontóforo: grande, muy alargado, el largo es el doble del ancho de la placa. Proceso proximal pequeño, proyecciones redondeadas y muy cercanas entre si, proceso distal muy ensanchado, con dos pequeñas proyecciones ligeramente inclinadas y que producen una punta pronunciada en forma de triángulo equilátero invertido en donde inicia la cresta que corre a lo largo de la placa. El centro de la placa se estrecha pronunciadamente y la zona de inserción del odom es alargada.

Variación: Las espinas inferomarginales pueden ser más largas y prominentes en vista abactinal sobre todo en los ejemplares más grandes, aunque en todos los casos mantienen forma de gota. La curvatura de la placa adambulacral puede ser más marcada en los ejemplares más pequeños.

Referencias de identificación (como *L. brevispina*): Caso, 1943: 9; 1953: 221; 1961: 37; 1979: 205.

Material examinado: 322 ejemplares (ANEXO II).

Distribución batimétrica: 1 a 38.7 m.

Distribución geográfica: Mazatlán, Sinaloa; Nayarit; Chiapas, Oaxaca, Golfo de Tehuantepec; Bahía de Panamá, El Salvador, Nicaragua.

Registros previos para el Pacífico mexicano (como *L. brevispina*): Mazatlán, Sinaloa, Nayarit.

Comentarios: Esta especie guarda gran similitud con *L. columbia*. Sin embargo, presenta numerosos caracteres semejantes a los de *Luidia latiradiata* incluyendo la forma de placas conservadas como el odontóforo (Lám. 6K). Derivado del análisis morfométrico, se determinó que esta especie es más cercana a *Luidia latiradiata* que a *Luidia columbia*, aunque las tres son cercanas entre sí y forman un grupo distinto del resto de las especies del Pacífico.

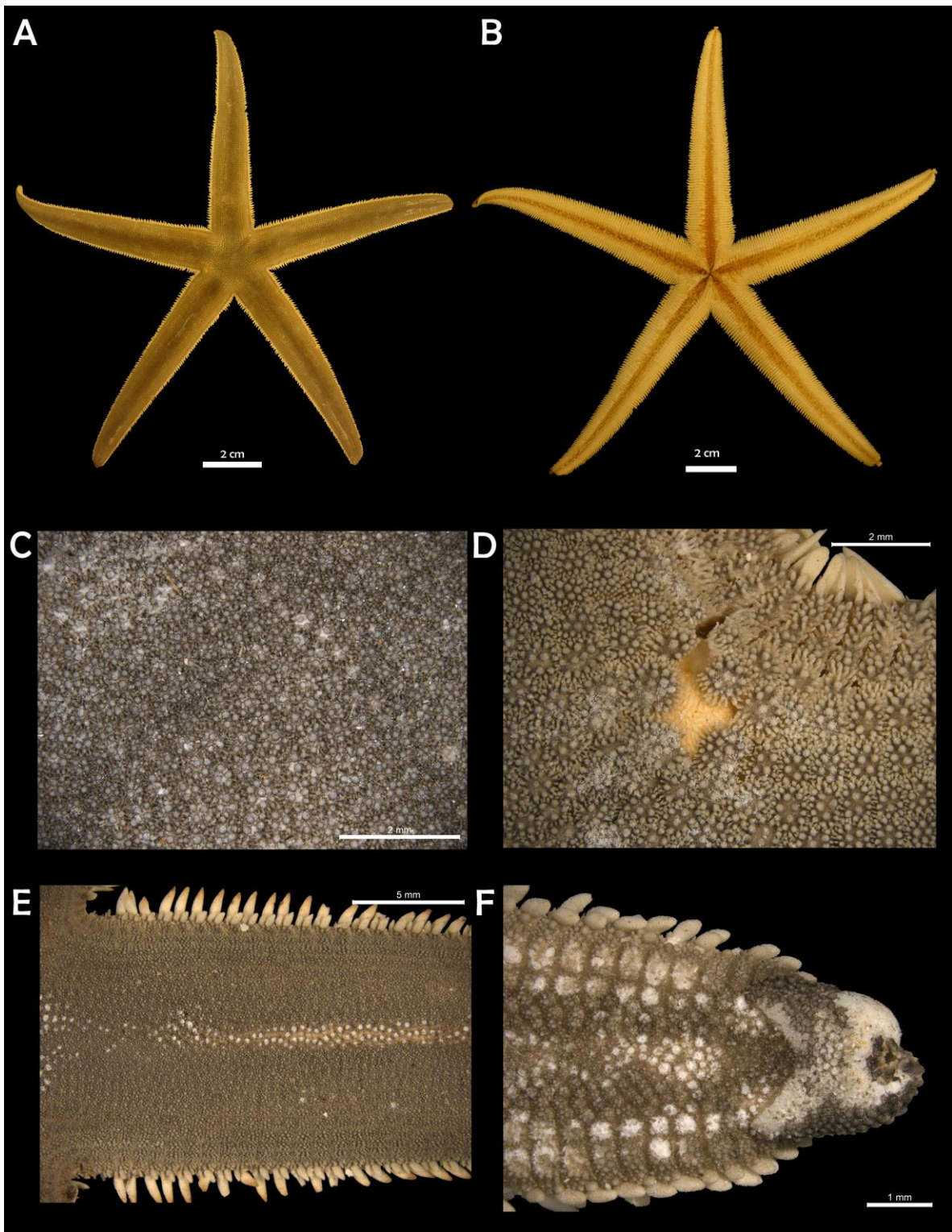


Lámina 6. *Luidia* n. sp. 2. (ICML-UNAM 10020). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Paxilas centrales y laterales, ornamentación marginal. F. Placa terminal del brazo.

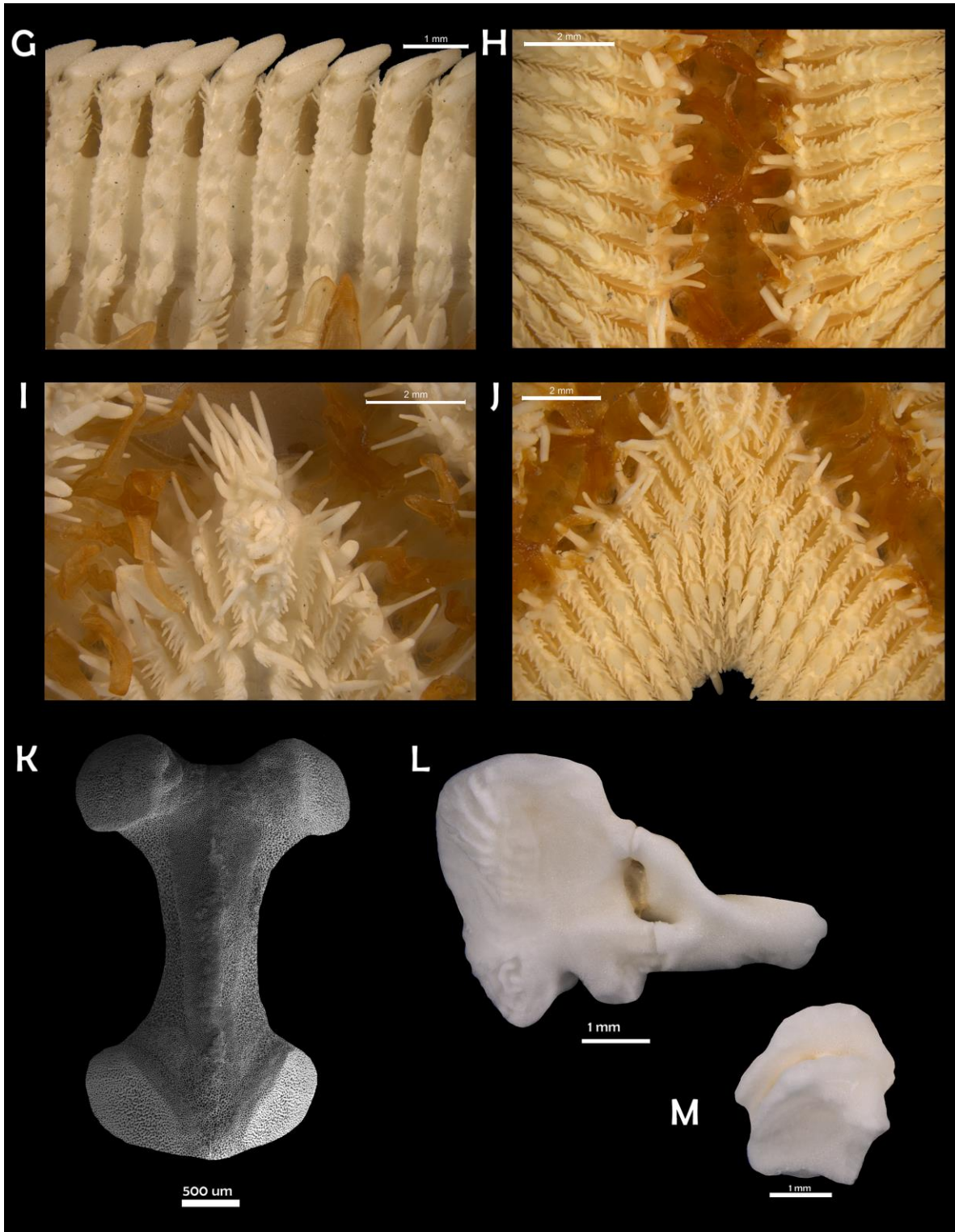


Lámina 6.1. *Luidia n. sp. 2.* (ICML-UNAM 10020) G. Detalle de las placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. (MEB USNM-E51078; ICML-UNAM 3099) K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista interna de la placa oral y primera placa ambulacral. M. Vista actinal de las primeras dos placas adambulacrales.



***Luidia ferruginea* Ludwig, 1905**
(Lám. 7)

Luidia (Petalaster) ferruginea: Döderlein, 1920: 215; Solís-Marín et. al, 2005: 125.

Luidia ferruginea Ludwig 1905:80; Maluf, 1987: 44; A. M. Clark, 1989: 241; Alvarado et. al, 2009: 3.

Diagnosís (Modificada de Ludwig, 1905): Paxilas del brazo y del disco se caracterizan por ser elevadas, con ejes muy delgados y largas y finas espineletas; en el centro del disco están amontonadas, en la sección distal del brazo disminuyen de tamaño y están más espaciadas; cuatro hileras de paxilas laterales regulares, corresponden con las paxilas marginales; las bases de las paxilas tienen de forma de cruz de manera regular, aunque algunas tienen tres puntas, la corona es completamente circular con 10-12 espineletas delgadas; entre el resto de las paxilas se encuentra una red no calcificada en donde se encuentran las pápulas, que alcanzan su forma más grande entre las paxilas marginales y la primera hilera longitudinal de paxilas, sólo cerca de la placa terminal están completamente ausentes; los huecos esqueléticos entre las paxilas marginales y las inferomarginales no tienen pápulas; paxilas superomarginales también tienen bases de forma de cruz pero el lóbulo que une a la placa inferomarginal está acortado y ensanchado, la columna de las paxilas está dispuesta hacia el borde transversal de las placas inferomarginales; placas inferomarginales con una cresta transversal alta, en la superficie ventral hay de tres a cuatro espinas largas y espaciadas, los bordes adoral y aboral de la placa están recubiertos por una serie de espinas lisas y muy finas, ligeramente curvas; en el borde del brazo hay dos espinas grandes y alargadas en cada placa, de las cuales, la de abajo es la más grande; placas orales con pequeñas espinas, de las cuales alrededor de ocho o nueve están arregladas a lo largo del margen de la sutura y van incrementan en tamaño.

Descripción: Organismos con $R= 14.59-215.62$ mm, $r= 3.74-26.41$ mm, $R/r= 3.5-15.57$, Promedio $R/r= 7.51$. Disco pequeño, cinco brazos largos y muy delgados que se estrechan en una punta pequeña ($L_B= 10.05-185.62$ mm; $A_B= 4.57-167.66$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas, con una columna larga y delgada y base en forma de cruz también muy delgada, están muy amontonadas y las puntas de las bases están en contacto y le dan una apariencia reticulada a la superficie abactinal, tienen de nueve a 12 espineletas delgadas que cubren la superficie de la paxila, son muy delgadas y de tamaño subigual (Lám. 7C; N); en la zona media del brazo están también muy amontonadas entre sí y con disposición irregular, en la base del brazo hay hasta 15 paxilas transversalmente en los ejemplares más grandes. Hasta cuatro hileras de paxilas laterales regulares, en las cuales la base de la paxila tiene tres puntas largas y una corta. Las paxilas superomarginales tienen la superficie redondeada y ligeramente más grande que las paxilas adyacentes, también están cubiertas por un número similar de espineletas (Lám. 7E). Madreporita pequeña, se encuentra en una posición completamente lateral, entre las placas inferomarginales del interrradio y las primeras dos hileras de paxilas laterales (Lám. 7D). Placa terminal pequeña, de forma ligeramente rectangular pero redondeada en la punta, cubierta de finos gránulos y seis o siete espinas delgadas y muy pequeñas en la punta (Lám. 7F). Placas inferomarginales delgadas, con una cresta elevada no muy delgada y una base de forma ligeramente triangular y con bordes lisos, cada una tiene dos espinas marginales, una muy larga,



delgada y puntiaguda y otra encima de la mitad del tamaño de la anterior y también muy delgada y puntiaguda (Lám. 7G; L); en la superficie actinal de la placa hay tres o cuatro (generalmente se van alternando) espinas pequeñas, cónicas y delgadas, de 1/3 del tamaño de la espina marginal grande y el resto de la placa está cubierto por finas espinas similares a las espineletas paxilares, muy delgadas y que se encuentran principalmente en la periferia. En el interrradio únicamente hay una o dos hileras de placas actinales pequeñas que están cubiertas por finas espinas similares a las espineletas de las paxilas; las placas actinales intermedias tienen forma triangular y son muy pequeñas, no son visibles ya que están cubiertas con finas espineletas similares a las de las placas adyacentes (la placa inferomarginal y la adambulacral) (Lám. 7J). Placas adambulacrales estrechas y con forma rectangular, están desfasadas en posición con respecto a las placas inferomarginales, pero si corresponden en número; los surcos entre cada placa son profundos y están cubiertos de tejido, cada placa tiene cuatro espinas adambulacrales, la primera es plana y curva, la segunda está sólo un poco curvada y es más larga, las otras dos son rectas y se encuentran perpendiculares a las otras dos, son de tamaño subigual y un poco más cortas que la anterior, todas son puntiagudas (Lám. 7H; P). Placas orales ovaladas y alargadas, la sutura entre ellas está muy marcada, tiene cinco a seis espinas orales agrupadas en la punta y aproximadamente una 12na de espinas suborales más cortas y delgadas, el resto de la placa está cubierta por numerosas espinas finas similares a las de otras placas (Lám. 7I). No presentan pedicelarios de ningún tipo. Coloración: superficie abactinal color crema, espinas y espineletas con la punta de color rosa o rojiza, superficie actinal blancuzca y pies ambulacrales color café claro.

Odontóforo: grande, la placa es más ancha que larga. Proceso proximal con ambas proyecciones alargadas y elevadas, cuyas puntas son redondeadas. Proceso distal ensanchado, con dos pequeñas proyecciones redondeadas con una muesca muy pronunciada entre ellas. La muesca es deprimida y a partir de esta inicia la cresta de la placa, que presenta dos proyecciones anchas en la zona más estrecha de la placa, donde se inserta el *odom*.

Variación: La separación que existe entre las paxilas del centro del disco está dada por la longitud de los extremos de las bases de las paxilas, lo cual provoca que los ejemplares sean muy frágiles. Estas bases pueden ser ligeramente más grandes en algunos ejemplares; las columnas de las paxilas en estos casos también pueden ser más cortas.

Referencias de identificación: Ludwig, 1905: 80.

Material examinado: 65 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Sintipo MCZ 2399; USNM 34444; 34445; ICML-UNAM 7832B.

Localidad tipo: Golfo de Panamá (estaciones 3391, 1891) (Ludwig, 1905).

Distribución batimétrica: 42-280 m (A. M. Clark, 1989).



Distribución geográfica: Golfo de California, Golfo de Panamá, Perú (A. M. Clark, 1989; Solís-Marín *et al.*, 2005; Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2005).

Comentarios: Esta especie únicamente ha sido registrada en contadas ocasiones desde su descripción. Ludwig (1905), A. M. Clark (1989) y Alvarado y Solís-Marín (2013) mencionaron la distribución batimétrica de la especie basándose en la profundidad registrada para el material tipo, es decir a 280 m de profundidad. Sin embargo, en este estudio se hace una ampliación del intervalo batimétrico de la especie, ya que los ejemplares que se encuentran depositados en las colecciones del USNM e ICML-UNAM han sido recolectados desde los 42 m.

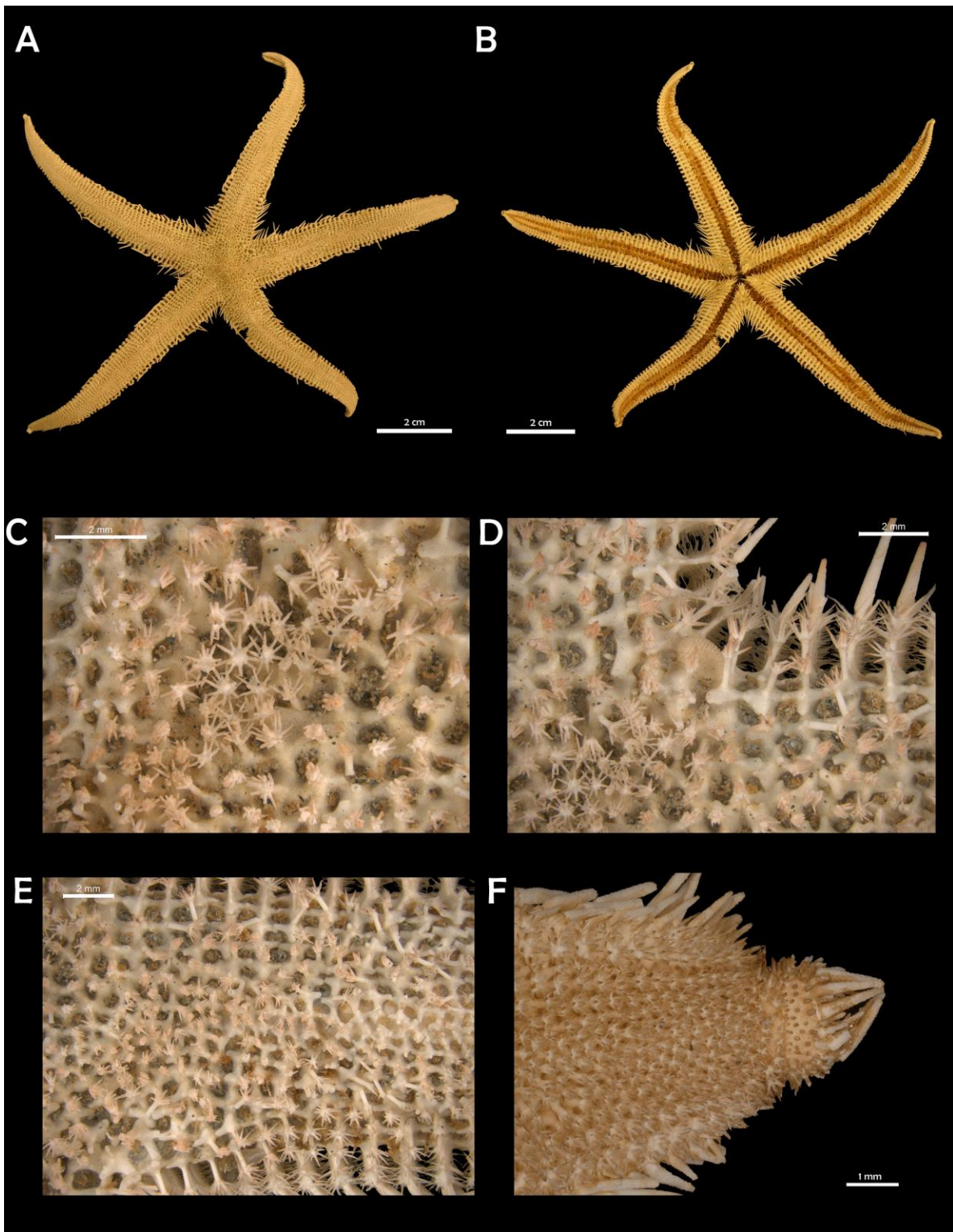


Lámina 7. *Luidia ferruginea* Ludwig, 1905. (Sintipo MCZ-AST 2399). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

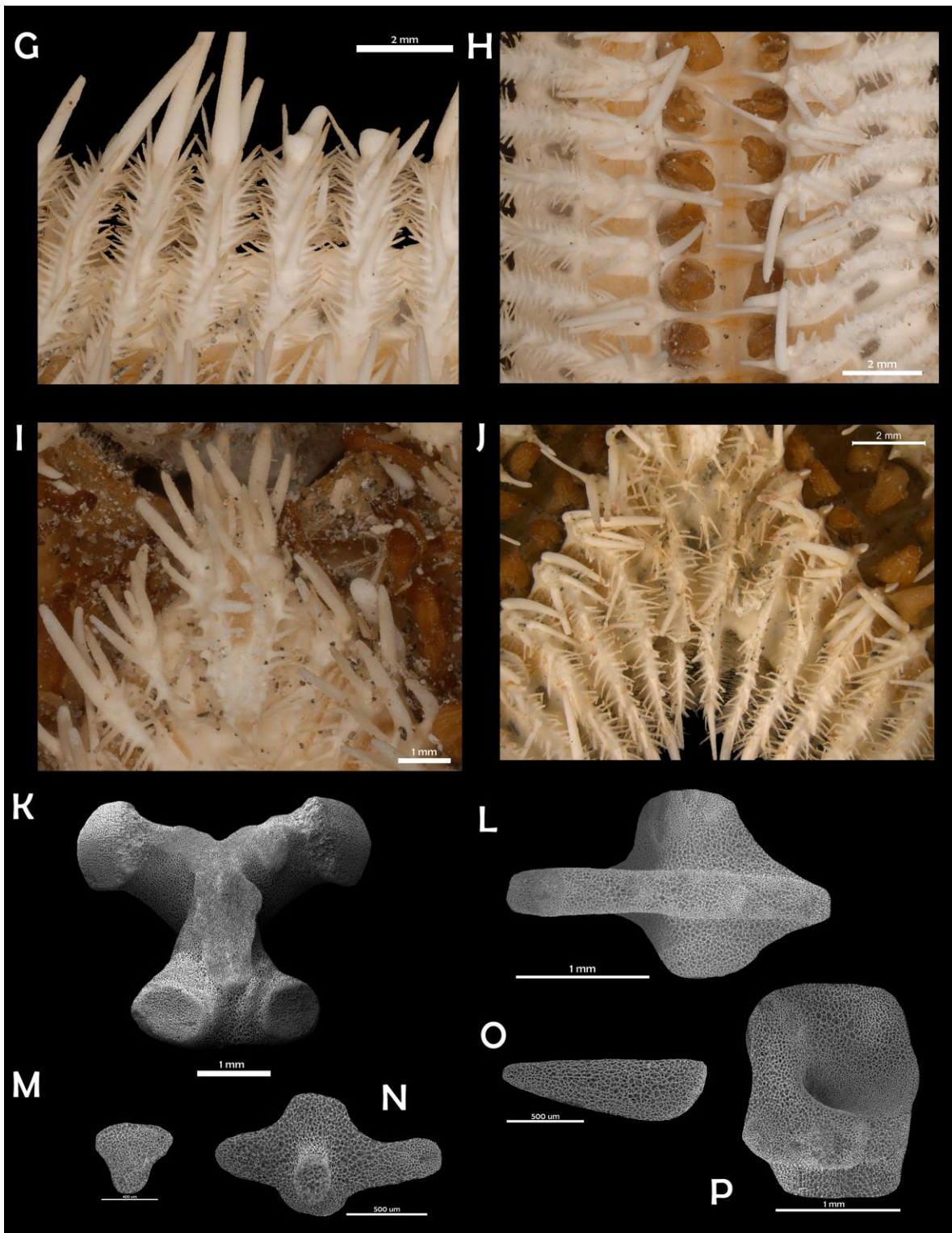


Lámina 7.1. *Luidia ferruginea* Ludwig, 1905. (Sintipo MCZ-AST 2399) G. Detalle de las placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. (MEB USNM-E53106; ICML-UNAM 2355) K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista actinal de la placa inferomarginal. M. Placa actinal intermedia. N. Vista abactinal de una paxila central. O. Vista lateral de la placa superambulacral. P. Vista actinal de la placa adambulacral.



Luidia sp. 1
(Lám. 8)

Descripción: Organismos con $R= 20.01-140.39$ mm, $r= 3.71-18.48$ mm, $R/r=4.03-10.55$, Promedio $R/r= 9.14$. Disco pequeño, cinco brazos largos que se estrechan hacia una punta redondeada ($L_B= 10.68-128.47$ mm; $A_B= 4.12-19.63$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas, amontonadas y con columnas no muy largas, las bases tienen forma de cruz, pero son más robustas que en *L. ferruginea*, tienen de ocho a 10 espineletas delgadas de tamaño subigual (Lám. 8C); en la zona media del brazo se encuentran aún más amontonadas y son más pequeñas; en la base de cada brazo hay hasta 19 paxilas transversalmente, hasta 12 en ejemplares pequeños; hasta cuatro hileras de paxilas laterales regulares longitudinales que corresponden transversalmente con las paxilas superomarginales; las paxilas laterales tienen uno de los cuatro lados de las bases de las paxilas más grande. Las paxilas superomarginales tienen las bases más robustas, con los cuatro lados del mismo tamaño y una columna ligeramente más gruesa que las del resto de las paxilas y no muy larga, en la superficie están cubiertas por 18-20 espineletas delgadas y de tamaño subigual (Lám. 8E). Madreporita pequeña, redondeada y oculta en el interrradio entre las paxilas de la segunda y tercera hilera, su posición es casi completamente lateral, pero no está pegada a las placas inferomarginales (Lám. 8D). Placa terminal pequeña, ovalada y cubierta con numerosos gránulos, en la punta hay seis o siete espinas pequeñas y delgadas (Lám. 8F). Placas inferomarginales delgadas, con una cresta elevada delgada y una base de forma ligeramente triangular y con bordes crenulados (dos o tres curvas en cada extremo de la placa) (Lám. 8J); dos espinas marginales largas y delgadas, son puntiagudas y cónicas, la que está en la primera posición en vista abactinal es de la mitad de largo que la otra; en la superficie actinal de la placa hay cuatro o cinco espinas delgadas, de tamaño subigual y de aproximadamente $1/3$ del tamaño de las marginales; en los bordes de cada placa hay numerosas espineletas similares a las de las paxilas, muy delgadas y finas (Lám. 8G). En el interrradio hay hasta dos hileras de placas actinales, redondeadas y muy cercanas entre sí, cada una tiene de cinco a nueve espinas muy finas y delgadas agrupadas en la parte más elevada de la placa; las placas actinales intermedias son triangulares y prominentes, muy visibles entre las placas inferomarginales y las adambulacrales, presentan una espina delgada y numerosas espineletas alrededor. Placas adambulacrales muy estrechas, con surcos marcados entre ellas y cubiertos de tejido grueso; se encuentran desfasadas con respecto a las placas inferomarginales, pero corresponden en número; cada una tiene cuatro espinas adambulacrales, la primera es plana y curva con forma de sable, las otras tres son rectas, las últimas dos están perpendiculares en posición con respecto a las otras dos, las últimas tres son rectas y de tamaños similares, con punta roma (Lám. 8H). Placas orales ovaladas y delgadas, tienen de ocho a 10 espinas orales largas, orientadas hacia el surco y las primeras dos son las más grandes; hay de seis a ocho espinas suborales delgadas y el resto de la placa está cubierto por delgadas espinas cortas; todas disminuyen gradualmente hacia el extremo interno de las placas (Lám. 8I). No presenta pedicelarios de ningún tipo. Coloración: superficie abactinal color cobrizo, únicamente las espinas marginales son color crema, superficie actinal color crema y pies ambulacrales amarillentos.



Odontóforo: relativamente pequeño, ligeramente más ancho que largo. Proceso proximal ancho, ambas proyecciones sólo ligeramente elevadas y ambas tienen punta redondeada. Hay una muesca muy pronunciada entre ambas. Proceso distal delgado, termina en una punta poco pronunciada a partir de la cual inicia la cresta de la placa, que continúa sólo hasta la zona estrecha de la placa, donde se inserta el *odom*.

Variación: Las principales características del morfotipo son la forma de las paxilas, que son más robustas y la forma del margen de las placas inferomarginales, que es crenulado. En los ejemplares más pequeños, el margen no está marcadamente crenulado y es más parecido al de *L. ferruginea*. Las columnas de las paxilas tanto centrales como laterales tienen grosores muy variables incluso en un mismo ejemplar.

Referencias de identificación (*Luidia* sp.): Conejeros-Vargas, 2015: 70-71, lám. 4, figs. A-F.

Material examinado: 39 ejemplares (ANEXO II).

Distribución batimétrica: 64.2 a 74 m.

Distribución geográfica: Roca Consag, Bahía Santa María, Bahía Santa Inés, Golfo de California; Teacapán, Sinaloa; Lázaro Cárdenas, Michoacán; Huatulco, Oaxaca.

Registros previos para el Pacífico mexicano: Lázaro Cárdenas, Michoacán (Conejeros-Vargas, 2015).

Comentarios: Esta especie es muy similar a *L. ferruginea*, la forma general del cuerpo y de las paxilas es muy parecido en ambas formas. Sin embargo, este morfotipo presenta columnas y bases de las paxilas más robustas, además de la forma de las placas inferomarginales con margen crenulado. Estas variaciones permiten separarla de *L. ferruginea*, pero en el análisis morfométrico la forma del odontóforo mostró que no se encuentra separada de la especie, por lo que se mantiene como morfotipo y no como una nueva especie.

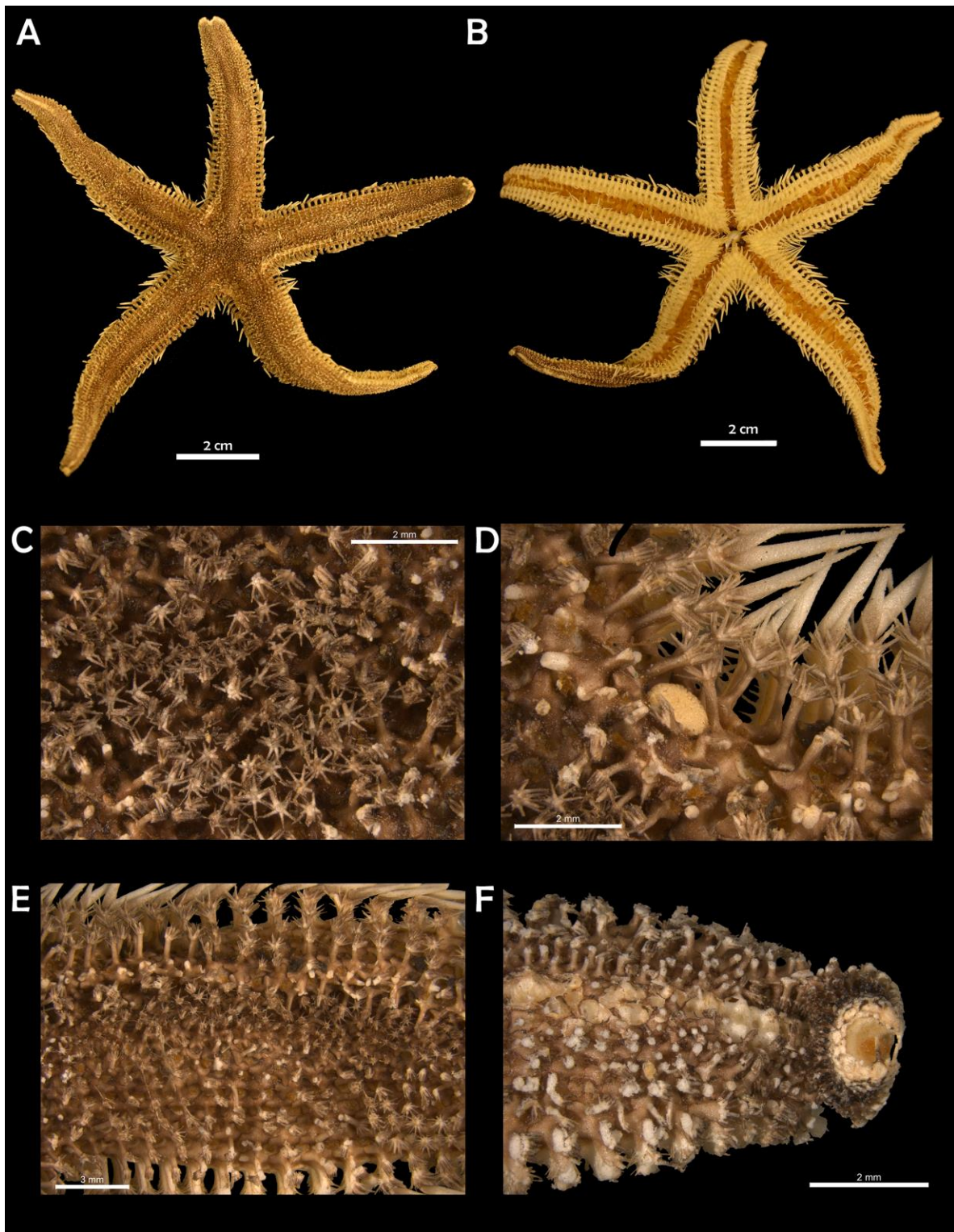


Lámina 8. *Luidia* sp. 1. (ICML-UNAM 7548). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

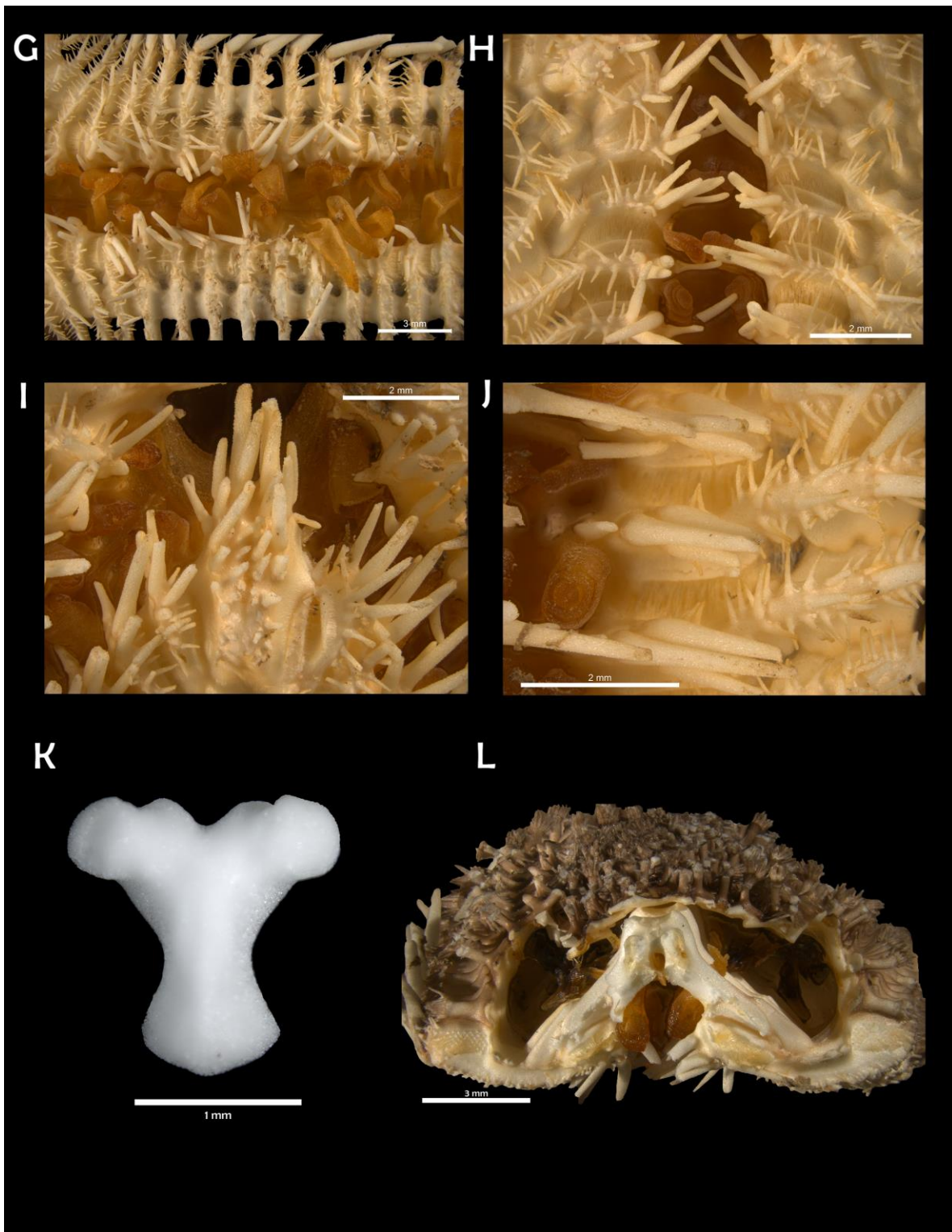


Lámina 8.1. *Luidia* sp. 1. (ICML-UNAM 7548) G. Detalle de las placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Detalle de las placas actinales intermedias y el borde de las placas inferomarginales. (ICML-UNAM 4419) K. Vista actinal del odontóforo. L. Corte transversal de la sección media del brazo; detalle de la unión de las placas ambulacrales.



***Luidia foliolata* (Grube, 1866)**
(Lám. 9)

Luidia foliata: Sladen, 1889: 247, 742; Ludwig, 1905: 80; Koehler, 1911: 19.

Luidia (Petalaster) foliolata: Döderlein, 1920: 215; Maluf, 1991: 348.

Luidia foliolata Grube, 1866: 59; Fisher 1906b: 121; 1911:106; Ziesenhene, 1937: 213; H. L. Clark, 1940: 333; Caso, 1980: 205; A. M. Clark, 1989: 241; Maluf, 1987: 44; Maluf, 1991: 348; Alvarado et al., 2009: 3; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547.

Diagnosis (Modificada de Fisher, 1906b): $R/r=8.6$. Cinco brazos largos, afilados uniformemente hasta una extremidad aguda pero no atenuada; superficie abactinal de los brazos compacta, bien arqueada, pero subplana a lo largo del área media; interradios agudos; brazos contraídos en la base. Las paxilas abactinales se ubican a lo largo de cada lado del brazo formando cuatro series regulares; mucho más pequeñas e irregulares en la porción media del brazo. Placas abactinales cruciformes. Placas inferomarginales anchas con una fila transversal de tres espinas aplanadas puntiagudas o romas aplanadas en la mitad externa de la placa; otras espinas pequeñas, delgadas y puntiagudas. Placas adambulacrales bien espaciadas; ornamentación consiste en una espina en forma de sable y en la superficie actinal, tres a cinco espinas delgadas de punta roma acompañadas de un número variable de espinas mucho más pequeñas. Placas intermedias actinales en una sola serie longitudinal en el brazo, cada una con una serie de pequeñas espinas, sin pedicelarios. Placas orales con un grupo compacto de numerosas espinas pequeñas hacia el surco y numerosas espinas suborales.

Descripción: Organismos con $R=6.01-212.39$ mm, $r=1.78-32.29$ mm, $R/r=3.37-12.06$, Promedio $R/r=5.28$. Disco pequeño, cinco brazos largos que se estrechan hacia una punta redondeada ($L_B=3.96-176.34$ mm; $A_B=2.11-39.17$ mm). Paxilas del centro del disco con forma redondeada, pequeñas y algo amontonadas, cada una con ocho a 10 espineletas centrales robustas, cortas, de tamaño similar entre sí y que asemejan gránulos; de 25 a 30 espineletas periféricas muy finas y delgadas que están en contacto entre cada placa (Lám. 9C); paxilas de la zona media del brazo aún más pequeñas y con disposición irregular, las más centrales de forma redondeada y el margen se va a haciendo más bien rectangular hacia las paxilas laterales; en la base del brazo hay hasta 22 paxilas transversalmente; hasta cinco hileras longitudinales de paxilas laterales regulares de forma cuadrada, cada paxila tiene aproximadamente 15 espineletas centrales y hasta 35 espineletas periféricas muy delgadas. Paxilas superomarginales rectangulares, ligeramente más grandes que las paxilas adyacentes (Lám. 9E). Madreporita pequeña e inconspicua, está oculta en el interradio en posición lateral, entre la primera y la segunda hilera de paxilas laterales, las dos paxilas que están más cercanas a la madreporita son ligeramente más grandes que el resto de las paxilas de alrededor (Lám. 9D). Placa terminal muy pequeña, ovalada y cubierta de finos gránulos (Lám. 9F). Placas inferomarginales estrechas, con una cresta elevada; en el margen de los brazos cada placa tiene dos espinas planas muy conspicuas en vista abactinal, la primera espina está rodeada de cuatro a cinco espinas pequeñas y truncas, de forma casi cuadrada y que son del doble de tamaño de las espineletas paxilares, ésta espina tiene forma de gota, también es plana y termina en una punta relativamente delgada; la segunda espina es plana, trunca o en



algunas placas también con forma de gota, y más larga y ancha que la anterior; en la superficie actinal de la placa hay tres espinas de forma rectangular, placas y truncas, una detrás de la otra, rodeadas por una 12na de pequeñas espinas delgadas y aplanadas de la mitad de largo y ancho; también hay pequeñas espínulas en los fasciolas entre las placas (Lám. 9G). En el interrradio hay hasta tres hileras de placas actinales pequeñas con una a cuatro espinas delgadas, aplanadas y truncas, además de finas espínulas dispuestas irregularmente; las placas actinales intermedias inconspicuas y de forma triangular, cada una tiene una decena de finas espínulas delgadas y puntiagudas (Lám. 9J). Placas adambulacrales estrechas, ligeramente más delgadas que las placas inferomarginales; cada una tiene cuatro espinas adambulacrales, la primera es plana y con forma de sable, la segunda está ligeramente curvada y es más larga, las otras dos están en posición perpendicular con respecto a las anteriores y son completamente rectas y subiguales, o una de las dos es ligeramente más larga; el resto de la placa está cubierta por finas espínulas puntiagudas de distribución irregular (Lám. 9H). Placas orales redondeadas, en la parte proximal más interna tiene una proyección redondeada cubierta de finas espínulas que se proyectan hacia el interior de la boca; tienen de seis a ocho espinas orales agrupadas en ese mismo extremo de la placa y de ocho a 10 espinas suborales más pequeñas y que van disminuyendo de tamaño distalmente; el resto de la placa está cubierto de finas espínulas similares a las espineletas periféricas paxilares (Lám. 9I). No hay pedicelarios de ningún tipo. Coloración: superficie abactinal color crema a grisácea y algunas paxilas distribuidas de forma irregular desde el centro del disco hasta la punta de los brazos son de color crema, lo que le da una apariencia moteada, las paxilas laterales también son color crema; superficie abactinal color crema o amarillenta y pies ambulacrales negros.

Odontóforo: grande, de margen completaente liso. Proceso proximal ensanchado, la placa es sólo ligeramente más ancha que larga. Las proyecciones del proceso proximal son redondeadas y la muesca entre ellas es casi plana. Proceso distal pequeño, con dos proyecciones ovaladas que tienen una muesca plana similar a la del proceso proximal. La placa se estrecha abruptamente y la cresta tiene dos proyecciones planas alargadas donde se inserta el *odom*.

Variación: los ejemplares de tamaños más grandes de esta especie se encuentran distribuidos en aguas frías del norte de E. U. y sur de Canadá (150-212 mm R). Los ejemplares más al sur tienen gónadas desarrolladas, es decir, se trata de adultos y tienden a ser de tamaños más pequeños (70-100 mm). Otro caracter sujeto a variación es la forma de las espinas inferomarginales que en algunos ejemplares son más largas y planas que en otros, además de las espinas adambulacrales que pueden ser más aplanadas en los ejemplares más grandes.

Referencias de identificación: Fisher, 1911: 106-109 lám. 19, figs. 1-3; lám. 21, figs. 3-5; lám. 54, fig. 3.

Material examinado: 88 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Probablemente Wroclaw, antes Breslau (MNHU) (Döderlein (1920) menciona que el material tipo ya no se encuentra ahí y su paradero es desconocido).



Localidad tipo: Desconocida.

Distribución batimétrica: 18-582* m, normalmente alrededor de los 150 m (Fisher, 1911; Zieshenne, 1937).

Distribución geográfica: Sur de Alaska (Bahía Kasaan); San Diego, California; Mazatlán, México (Fisher, 1911; H. L. Clark, 1940); Nicaragua, de acuerdo con A. M. Clark (1989), pero no fue encontrado ningún registro válido para dicho país.

Registros previos para el Pacífico mexicano: Mazatlán, Sinaloa; San Felipe, Baja California; Golfo de California.

Comentarios: La diagnosis original de la especie no es muy clara ni detallada. Sin embargo, se trata de una especie que es muy común en aguas frías del Pacífico norte que presenta muy poca variación en cuanto a la forma de espinas y/o espineletas. Por otro lado, se amplía el intervalo de distribución batimétrica, ya que el registro más profundo registrado es de 345 m, pero en el USNM se revisaron ejemplares cuyo registro batimétrico es un intervalo poco preciso de 274-582 m*.

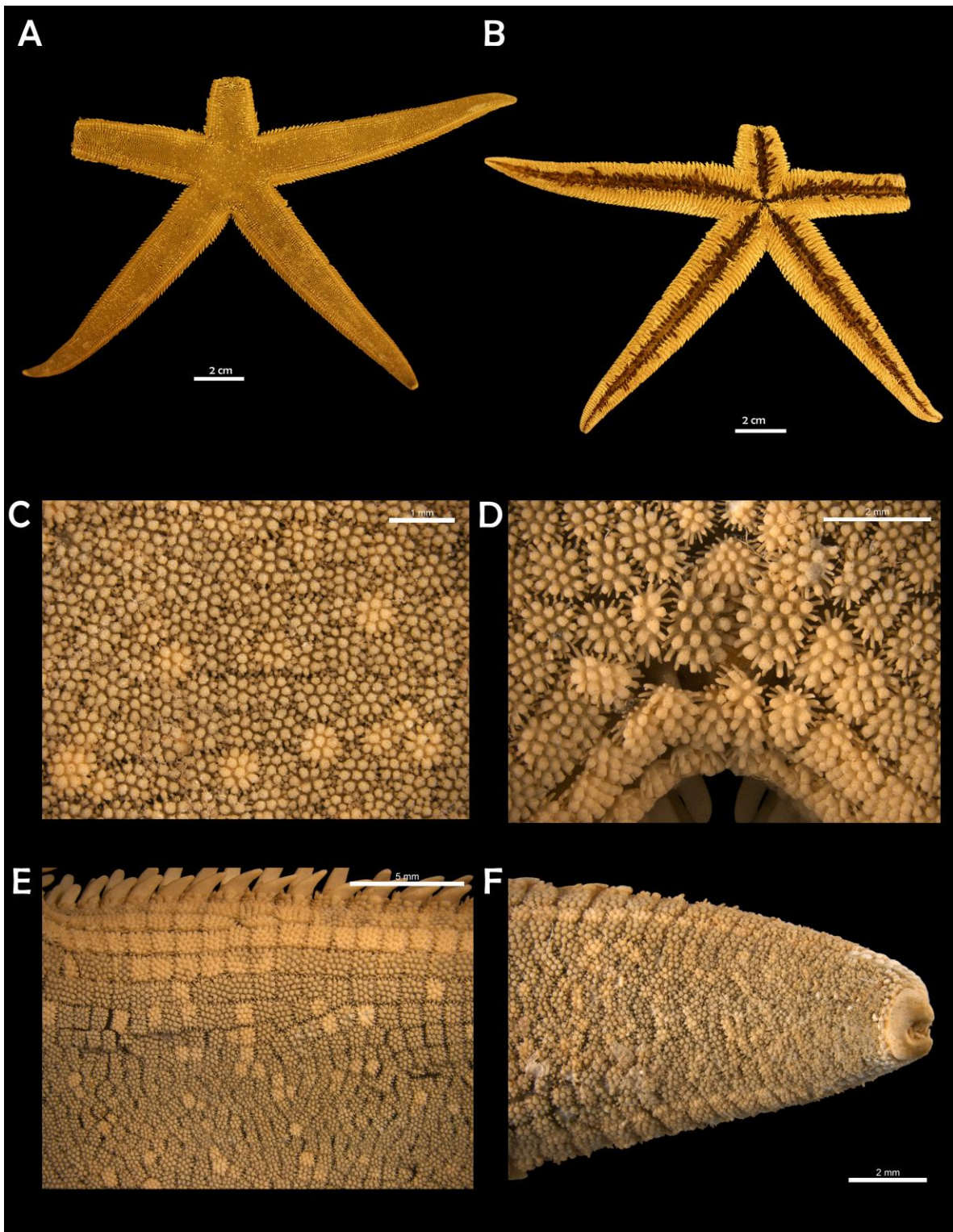


Lámina 9. *Luidia foliolata* (Grube, 1866). (ICML-UNAM 7836). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

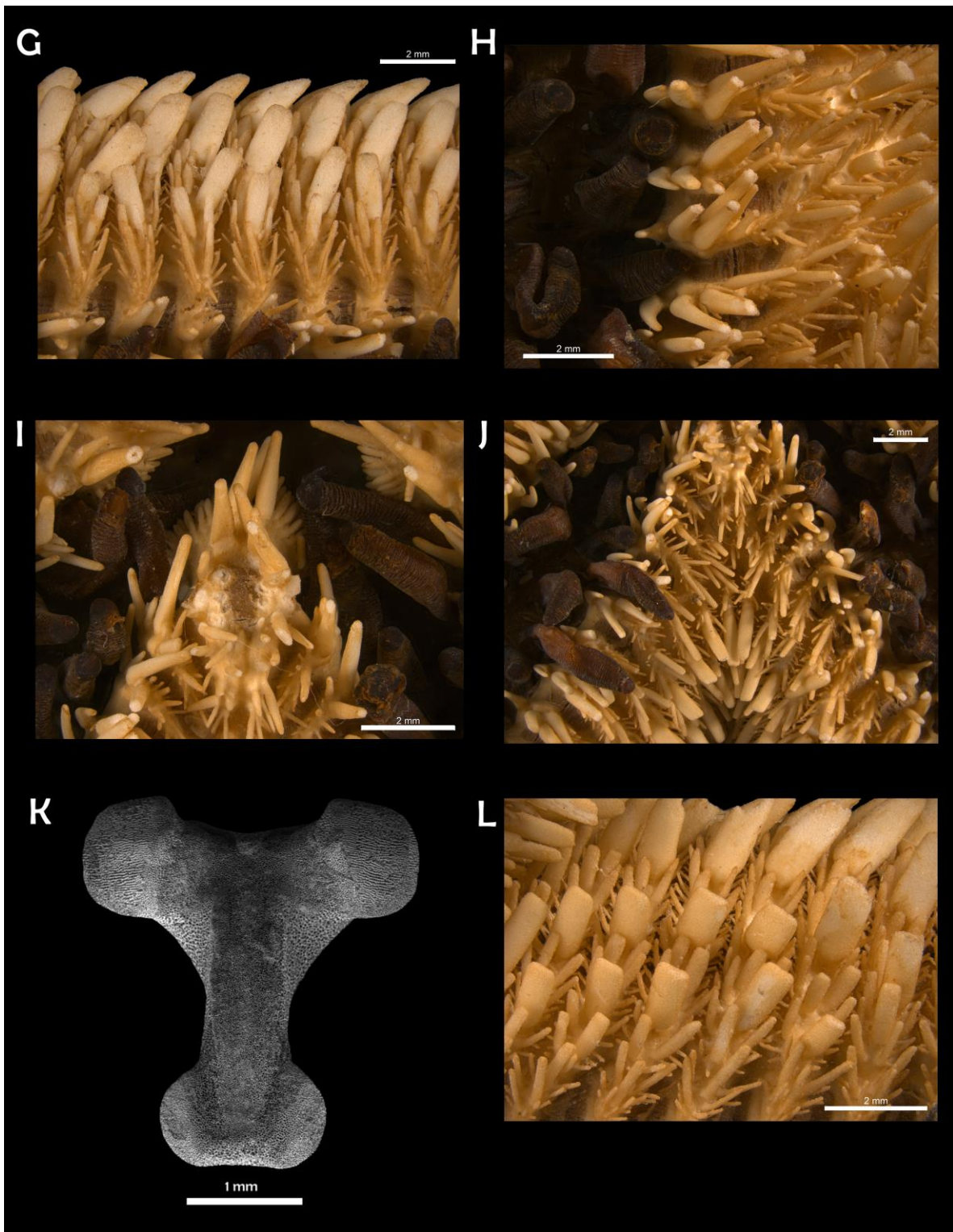


Lámina 9.1. *Luidia foliolata* (Grube, 1866). (ICML-UNAM 7836). G. Placas inferomarginales. H. Placas ambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal, ornamentación actinal. K. Vista actinal del odontóforo (MEB USNM-E10386). L. Detalle de la ornamentación inferomarginal.



***Luidia latiradiata* (Gray, 1871)**
(Lám. 10)

Platasterias latiradiata Gray, 1871:136; Caso, 1944: 239; 1945:463; Fell, 1962: 1; Caso, 1972: 5; Villamar y Cruz, 1983: 169.

Luidia (*Platasterias*) *latiradiata*: Blake, 1972: 307; 1982: 167; Lawrence, 2013: 109.

Luidia latiradiata: Alvarado et al., 2009: 3; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547; Granja-Fernández et al., 2015: 91; Azofeifa-Solano et al., 2017: 4.

Diagnosis (Modificada de Caso, 1945): Cuerpo deprimido, laminar, dividido en cinco brazos anchos, los cuales son más desarrollados cerca de los extremos proximales y gradualmente afilados hacia los distales, se angostan en su inserción con el disco quedando separados unos de otros por hendiduras profundas; disco pequeño. Superficie aboral cubierta de paxilas dispuestas en series transversales más o menos regulares (marginales, laterales y centrales). Placas superomarginales paxiliformes, semejantes a las paxilas adyacentes, pero más grandes. Superficie actinal de los brazos con una saliente longitudinal central a cada lado y paralela a los ambulacros. Placas inferomarginales en sus extremos libres con una hilera cerrada de espinas semicilíndricas, ligeramente deprimidas, con extremos romos; en la cara externa un número variable de pequeñas espinas semi-triangulares. Placas actinales intermedias muy reducidas, no constantes y dispuestas en una sola hilera. Placas adambulacrales con 1-5 espinas subambulacrales y 1-2 con forma de sable hacia el surco. Placas inferomarginales, adambulacrales y algunas veces las actinales intermedias corresponden en número, formando series perpendiculares más o menos regulares al eje mayor de los brazos; pápulas simples, sin pedicelarios, ano o intestino. Placas orales anchas en sus extremos proximales y angostas en los distales, con siete espinas dispuestas en forma de abanico, unas más robustas que otras.

Descripción: Organismos con $R= 54.1-88.9$ mm, $r= 7.46-17.7$ mm, $R/r= 3.05-9$, Promedio $R/r= 6.79$. Disco pequeño, cinco brazos con forma petaloide, muy angostos en la base y anchos en la zona media, a partir de donde se estrechan gradualmente hasta una punta redondeada ($L_B= 45.5-81.2$ mm; $A_B= 18.1-35.5$ mm). Paxilas del centro del brazo de forma redondeada con una espineleta central robusta similar a un gránulo y de siete a nueve espineletas centrales a su alrededor, dándole forma de roseta, y aproximadamente 30 espineletas periféricas (Lám. 10C); en la parte más ancha del brazo hay hasta 25 paxilas transversalmente. En la zona media del brazo, las paxilas están dispuestas de forma irregular, tienen formas irregulares ovoides redondeadas o poliédricas, con cuatro a 20 espineletas. Hasta cinco hileras de paxilas laterales regulares, se forma un surco delgado entre las paxilas laterales y las centrales; las paxilas laterales tienen márgenes cuadrados y entre ocho y nueve espineletas centrales dispuestas de manera irregular en la placa. Paxilas superomarginales muy grandes, rectangulares, el largo de la placa es tres veces el largo de una paxila lateral, tienen en promedio 30 espineletas granuliformes conspicuas, pero las placas de la zona más ancha del brazo presentan hasta 40 espineletas (Lám. 10E). Madreporita relativamente pequeña, redondeada, oculta en el interrradio entre las primeras tres hileras de paxilas laterales; en la tercera hilera de paxilas, justo debajo de donde se ubica la madreporita hay una paxila muy grande, del doble del tamaño de cualquier paxila del disco que



tiene hasta 40 espineletas paxilares centrales; la madreporita suele estar completamente oculta entre las paxilas y se puede identificar su posición por la presencia de esta paxila (Lám. 10D). Placa terminal pequeña, de forma rectangular y cubierta de gránulos de tamaños irregulares y nueve espinas en la punta de la placa, todos de color grisáceo (Lám. 10F; O). Placas inferomarginales muy grandes, que definen el margen y la forma de los brazos; son muy estrechas y con una cresta elevada que tiene alrededor de siete pequeñas proyecciones en cada lado; las espinas inferomarginales son muy conspicuas en vista abactinal, la primera espina es muy corta, asemeja un gránulo y es completamente redondeada y trunca, la segunda espina es la que da el margen del brazo y su forma es altamente variable desde la zona proximal hasta la punta del brazo, las más grandes están en la sección más ancha de cada brazo y tienen forma de tubérculo, más largas que anchas; mientras que en la zona cercana al disco tienen forma subtriangular o de gota y en las puntas de los brazos son casi cuadradas; en la superficie actinal de la placa hay seis o siete espinas pequeñas con forma de gota de $1/3$ de tamaño de las espinas marginales; el resto de la placa está cubierto de pequeñas espínulas de tamaño y forma variables (Lám. 10G). En el interrradio hay tres hileras de pequeñas placas actinales que tienen una pequeña espina central robusta y puntiaguda, rodeada de numerosas espinas pequeñas; las placas actinales intermedias corren a lo largo del brazo, pero desaparecen en la parte más distal, son muy pequeñas y frágiles, y tienen una pequeña espina delgada y pueden tener un par de espínulas alrededor (Lám. 10J). Placas adambulacrales alargadas, en la cara lateral de la placa orientada al surco ambulacral cada una tiene tres espinas, la primera es plana y tiene forma de sable, la segunda también está ligeramente curvada y es de tamaño similar y la tercera es más robusta y recta, puede tener dos espinas accesorias a cada lado; en el resto de la placa hay de una a cinco pequeñas espinas similares a las de las placas inferomarginales y finas espínulas (Lám. 10H). Placas orales anchas en los extremos proximales y angostas en los distales, tienen un grupo de siete espinas orales semicilíndricas en el borde proximal, el resto de la placa hay entre 20-25 gránulos suborales de tamaños y formas irregulares y finas espínulas esparcidas en la periferia de la placa (Lám. 10I; M). No hay pedicelarios de ningún tipo. Coloración: superficie abactinal grisácea; las paxilas de la zona media del brazo tienen una coloración verdosa oscura, por lo que en la línea media radial se forma una franja oscura; los gránulos de la placa terminal suelen ser gris oscuro; superficie actinal amarillenta y pies ambulacrales café claro.

Odontóforo: grande y muy alargado, el largo de la placa es tres veces el ancho. Proceso proximal es pequeño, ambas proyecciones son redondeadas y la muesca entre ellas es pronunciada y con forma de “U”. Proceso distal estrecho pero muy alargado, termina en una punta estrecha, dándole forma de triángulo isósceles. En la base del proceso distal inicia la cresta que corre en la parte central de la placa y tiene dos proyecciones anchas donde se inserta el *odom*.

Variación: Los ejemplares del Golfo de Tehuantepec (localidad tipo) suelen tener las espinas marginales muy cortas y con punta redondeada, similares a un tubérculo; mientras que en los ejemplares de Nicaragua (USNM E6612) las espinas inferomarginales no varían tanto en forma y son largas para el tamaño del ejemplar; las paxilas superomarginales son más pequeñas también.

Referencias de identificación: Caso, 1945, figs. 1-10; Fell, 1962: lám. 1-4, figs. 1-8.



Material examinado: 53 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo BMNH-1871 1.20.1

Localidad tipo: Golfo de Tehuantepec, México (Gray, 1871).

Distribución batimétrica: 1-12 m (Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Distribución geográfica: Golfo de Tehuantepec, México; El Salvador; Nicaragua; Panamá, Colombia (A. M. Clark, 1989; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Sandino et al., 2017).

Registros previos para el Pacífico mexicano: San Benito, Chiapas; Oaxaca (Caso, 1945; Honey-Escandón et al, 2008).

Comentarios: Blake (1982) removió a esta especie de Somasteroidea y la asignó como subgénero de *Luidia*. Sin embargo, los subgéneros, junto con las divisiones erigidas por Döderlein (1920), fueron eliminados por A. M. Clark (1982) por lo que el nombre válido actual es *Luidia latiradiata* y el nombre *Luidia (Platasterias) latiradiata* se utiliza como representación alterna.

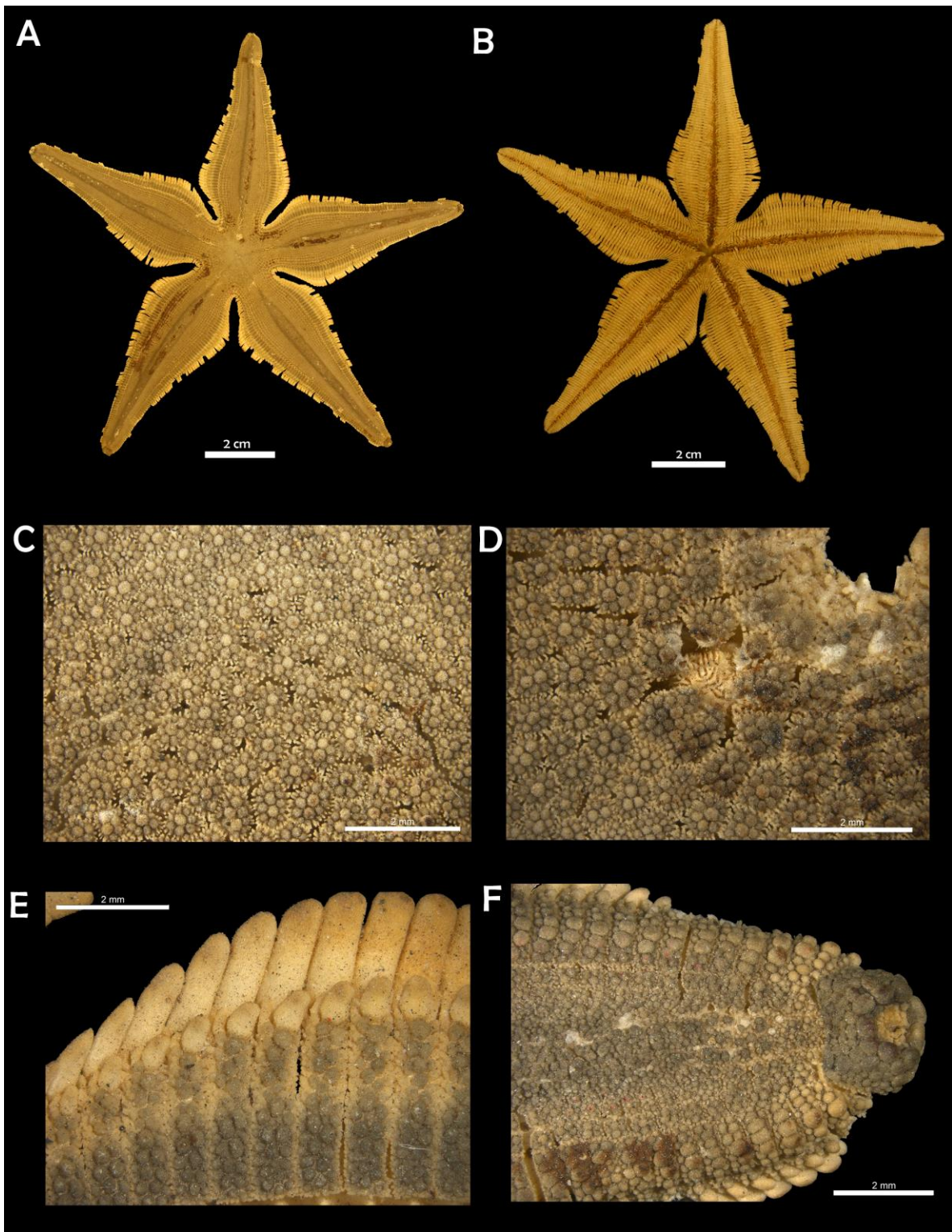


Lámina 10. *Luidia latiradiata* (Gray, 1871). (ICML-UNAM 2580). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas superomarginales, ornamentación inferomarginal. F. Placa terminal del brazo.

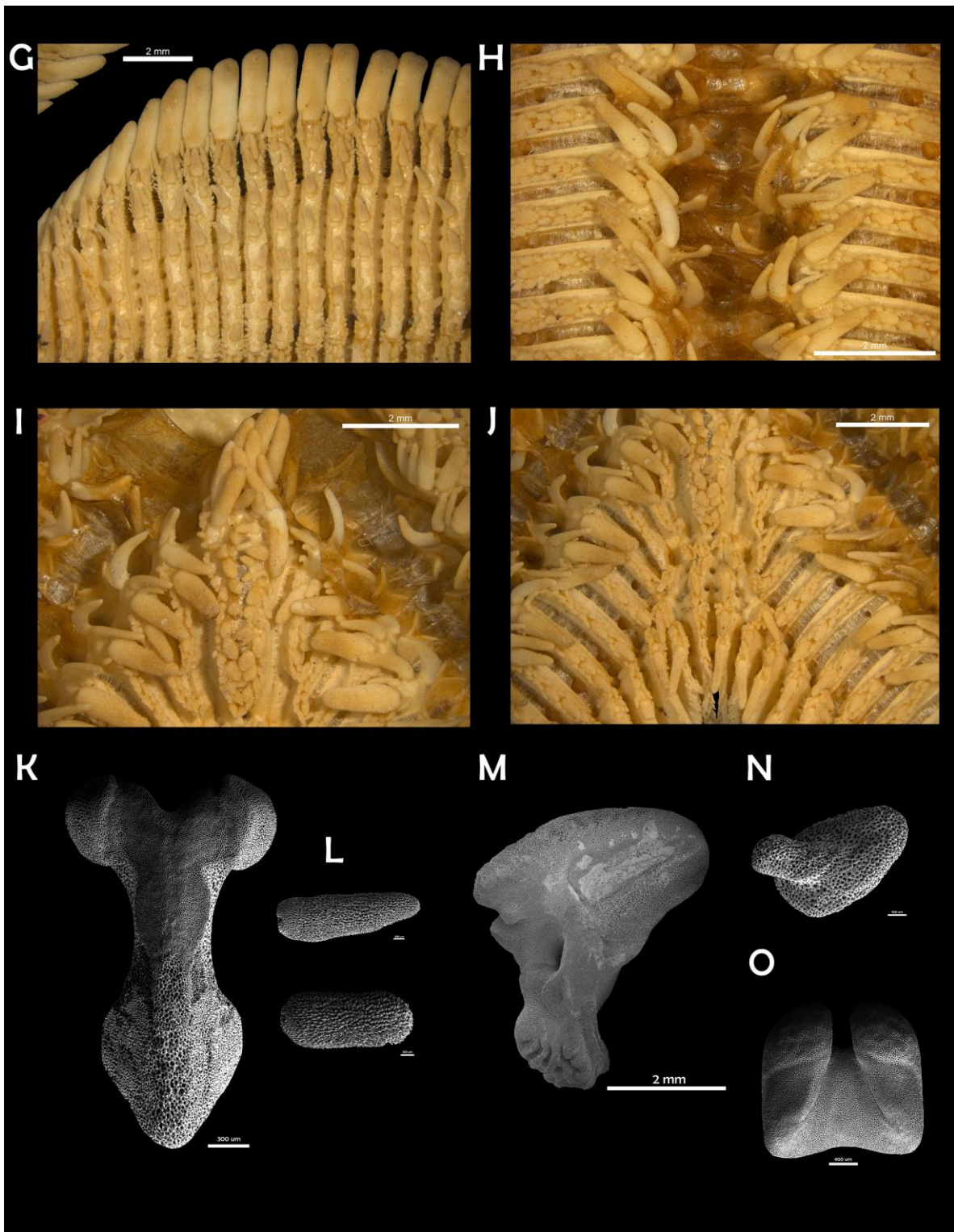


Lámina 10.1. *Luidia latiradiata* (Gray, 1871). (ICML-UNAM 2580). G. Placas inferomarginales. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de la placa oral. J. Área actinal, ornamentación actinal. (MEB USNM-E8365) K. Vista actinal del odontóforo L. Detalle de la ornamentación inferomarginal. M. Vista interna de la placa oral (lateral). N. Placa actinal intermedia. O. Vista actinal de la placa terminal.



***Luidia ludwigi* Fisher, 1906**
(Lám. 11)

Luidia ludwigi Fisher, 1906b: 122; 1911: 113; Jangoux, 1982b: 236; Lawrence, 2013: 113.

Luidia (*Armaster*) *armata*: Döderlein, 1920: 211.

Luidia armata: Solís-Marín et al., 2014 b: 54.

Luidia ludwigi ludwigi: H. L. Clark, 1940:333; Walenkamp, 1976: 37; A. M. Clark, 1982: 172; A. M. Clark, 1989: 243; Solís-Marín et al., 2005: 125.

Diagnosis (Modificada de Fisher, 1906b): Brazos largos y delgados, que se estrechan gradualmente hasta una extremidad puntiaguda; interradios agudos; forma general deprimida, pero abactinal arqueada; lados del brazo redondeados; área abactinal con tres o cuatro series regulares de paxilas laterales cuadradas, la paxila superomarginal con pequeños pedicelarios de dos y tres valvas solo un poco más grandes que las espineletas; paxilas de cuatro o cinco series cuadradas; cuarta, quinta o sexta serie (según el tamaño del ejemplar) con muchas paxilas subcirculares; placas inferomarginales bastante angostas, arqueadas, con una a tres, generalmente dos, espinas laterales puntiagudas y tres a seis espinas actinales más grandes que las espineletas de superficie abactinal, y en el extremo superior un pedicelario similar al de la paxilla adyacente; placas actinales intermedias del área interradianal y la mitad proximal del brazo con un pedicelario de forma cónica de tres valvas bastante prominente, con pequeñas espinas alrededor; placas adambulacrales con una espina del surco curvada, tres espinas actinales y una a dos espínulas más pequeñas. Placas orales estrechas que forman una serie doble con una sutura media, la espina oral de en medio es la más larga, las espinas decrecen en tamaño hacia el extremo opuesto de la placa.

Descripción: Organismos con $R= 8.89-102.78$ mm, $r= 2.51-13.11$ mm, $R/r= 3.5-10.9$, Promedio $R/r= 6.67$. Disco pequeño, cinco brazos muy largos con respecto al tamaño del disco, se estrechan gradualmente hasta una punta pequeña ($L_B= 8.16-98.45$ mm; $A_B= 2.65-14.57$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas, la columna no es tan elevada y la base es robusta con forma estrellada, poseen de cinco a ocho espineletas centrales cortas, redondeadas y de forma globosa, además de 18 a 20 espineletas periféricas delgadas y puntiagudas (Lám. 11C; N). En la zona media del brazo las paxilas son muy pequeñas, de tamaño y distribución irregular; con una a cuatro espineletas centrales y 15-18 espineletas periféricas. En la base de los brazos hay de 14 a 16 paxilas transversalmente. Hasta cinco hileras longitudinales regulares, correspondientes transversalmente con las paxilas superomarginales. Las paxilas laterales son cuadradas, ligeramente más pequeñas que las paxilas superomarginales, pero más grandes que el resto. Las paxilas superomarginales son más grandes que las paxilas adyacentes, tienen de 25 a 30 espineletas periféricas, que son un poco más largas que en las otras paxilas y hasta 10 espineletas centrales (Lám. 11E); entre las espineletas centrales hay un pedicelario bi o trivalvado de aspecto redondeado, que es sólo un poco más grande que las espineletas o de tamaño subigual; en algunos ejemplares estos pedicelarios pueden estar ausentes, mientras que en otros puede haber más de estos pedicelarios distribuidos irregularmente en toda la superficie abactinal. Madreporita relativamente pequeña, de forma circular y oculta entre la segunda y la tercera



hilera de paxilas laterales (Lám. 11D). Placa terminal pequeña, de forma rectangular y cubierta por finos gránulos y entre seis y siete pequeñas espinas agrupadas en la punta (Lám. 11F). Placas inferomarginales largas y estrechas, la cresta está sólo un poco elevada; presentan dos espina inferomarginales visibles en vista abactinal, la primera es pequeña y puntiaguda y la segunda es del doble de tamaño, delgada y también puntiaguda, delante de la espina pequeña puede haber un pedicelario bivalvado similar al de la paxila superomarginal pero un poco más grande; en la superficie actinal de la placa hay cinco o seis espinas, la más externa es un poco más grande que la mitad de la espina anterior, el resto son muy pequeñas, delgadas y aplanadas, distribuidas irregularmente; el resto de la superficie de la placa está cubierto con finas espineletas similares a las espineletas periféricas de las paxilas (Lám. 11G). En el interrradio hay un par de hileras de placas actinales, la mayoría presenta un pedicelario tri o tetravalvado prominente con valvas largas y delgadas, con punta roma; las placas actinales intermedias pequeñas, triangulares y cada una presenta un pedicelario igual a los de las placas del interrradio (Lám. 11J; L; M). Placas adambulacrales estrecha, sólo un poco más anchas que las placas inferomarginales; presentan cuatro espinas adambulacrales, la del surco curva con forma de sable y punta roma, la siguiente también un poco curva pero erecta y es la más larga; las otras dos son rectas, dispuestas en posición perpendicular con respecto a las primeras dos; pueden estar presentes una o dos pequeñas espinas en el otro extremo de la placa, además de finas espínulas en los bordes (Lám. 11H; O). Placas orales ovaladas y estrechas, presentan de ocho a 10 espinas orales y cuatro o cinco espinas suborales; las más grandes son las del centro y decrecen en tamaño hacia la sección distal de la placa; el resto está cubierto por finas espínulas de distribución irregular (Lám. 11I). Coloración: superficie abactinal amarillenta; paxilas del centro del disco y algunas otras distribuidas de manera irregular hasta la punta de los brazos de color gris o verde oscuro, dándole una apariencia moteada. Superficie actinal amarillenta y pies ambulacrales color café.

Odontóforo: pequeño, ligeramente más ancho que largo. Proceso proximal muy ensanchado, las dos proyecciones son redondeadas y no hay límites definidos entre ellas. Proceso distal pequeño, de punta completamente ovalada, tiene una proyección irregular en donde inicia la cresta que corre a lo largo de la placa, la cual tiene un borde redondeado y está más elevada en la zona más estrecha de la placa, donde se inserta el *odom*.

Variación: Los pedicelarios abactinales pueden estar presentes en algunos ejemplares, pero es común que estén ausentes; los pedicelarios de las paxilas superomarginales están ausentes únicamente en un par de ejemplares (ICML-UNAM 2569; ICML-UNAM 4200), los pedicelarios de las placas inferomarginales y los actinales están presentes en todos los ejemplares. La forma de los pedicelarios abactinales es altamente variable, son bivalvados pero el largo de las valvas, la forma y el largo total del pedicelario varían en todos los ejemplares.

Referencias de identificación: Fisher, 1911: 113, lám. 20, figs. 2,3, lám. 21, fig. 2, lám. 54, figs. 2, 2A.

Material examinado: 80 ejemplares (ANEXO II)

Material tipo: Holotipo USNM 21928 (Fisher, 1906b).



Localidad tipo: Albatross Estación 2970; Santa Bárbara, California (Fisher, 1906b).

Distribución batimétrica: 27-115 m (A. M. Clark, 1989).

Distribución geográfica: Santa Bárbara, Bahía Monterey, California Central; costa oeste de Baja California; Sonora, Cabo San Miguel, Baja California, Bahía de Santa Inés, Baja California Sur, Golfo de California (Fisher, 1906b; A. M. Clark, 1989; McLean, 1943).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Baja California; Isla Santa Cruz, Baja California Sur; Sonora, Golfo de California (McLean, 1943; Solís-Marín et al., 2005).

Comentarios: El nombre *Luidia ludwigi ludwigi* hace referencia a que existe una subespecie en el Atlántico que es *Luidia ludwigi scotti*. Tras la comparación de los caracteres de ambas especies y la separación geográfica, se propone eliminar la subespecie y manejarla como una especie completamente diferenciada. Se hace ampliación del intervalo de distribución batimétrica debido a que había sido registrada por A. M. Clark (1989) hasta 95 m y ha sido recolectada en el Golfo de California hasta 115 m.

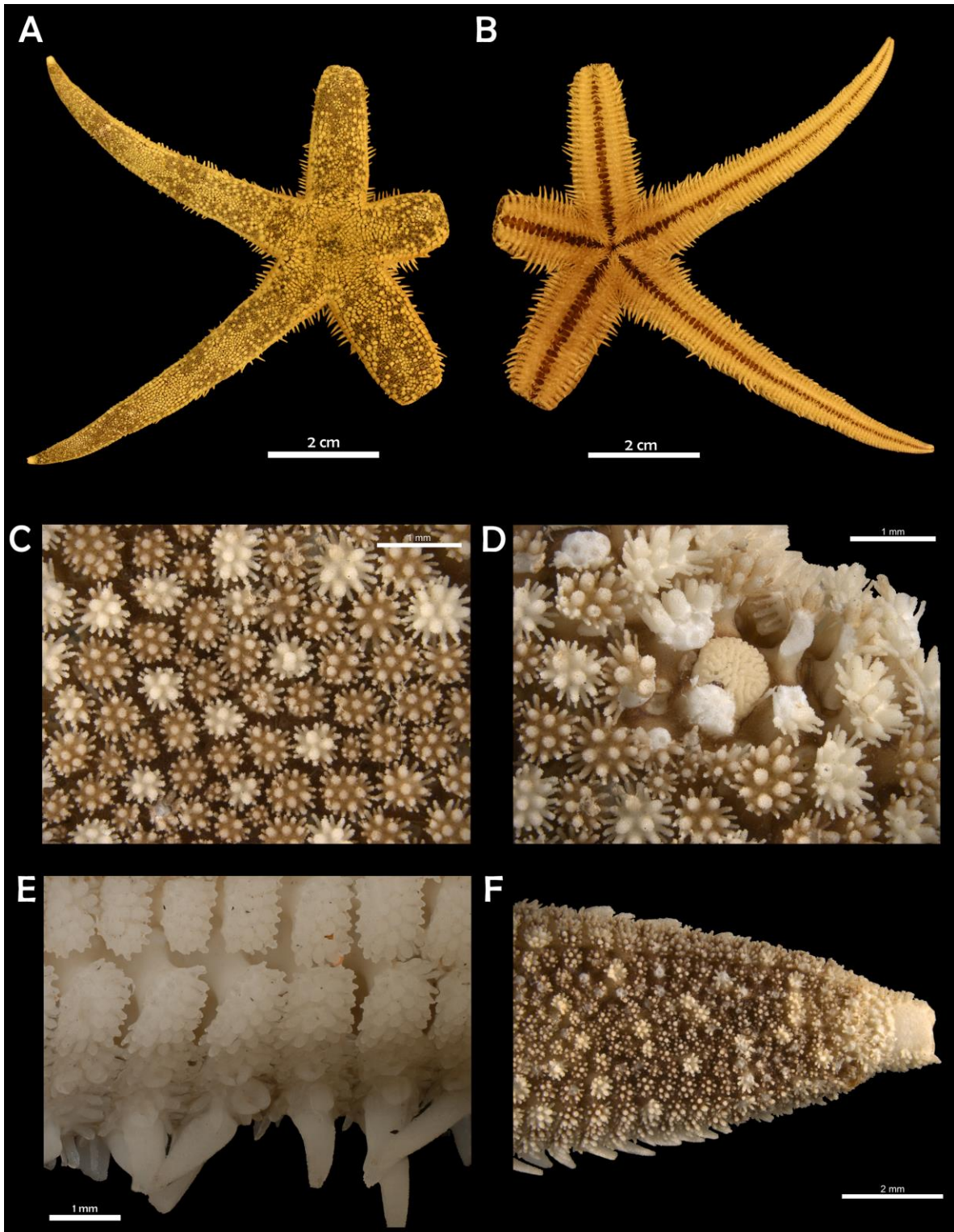


Lámina 11. *Luidia ludwigi* Fisher, 1906. (ICML-UNAM 4603; E: Holotipo USNM-21928). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas superomarginales, ornamentación inferomarginal. F. Placa terminal del brazo.

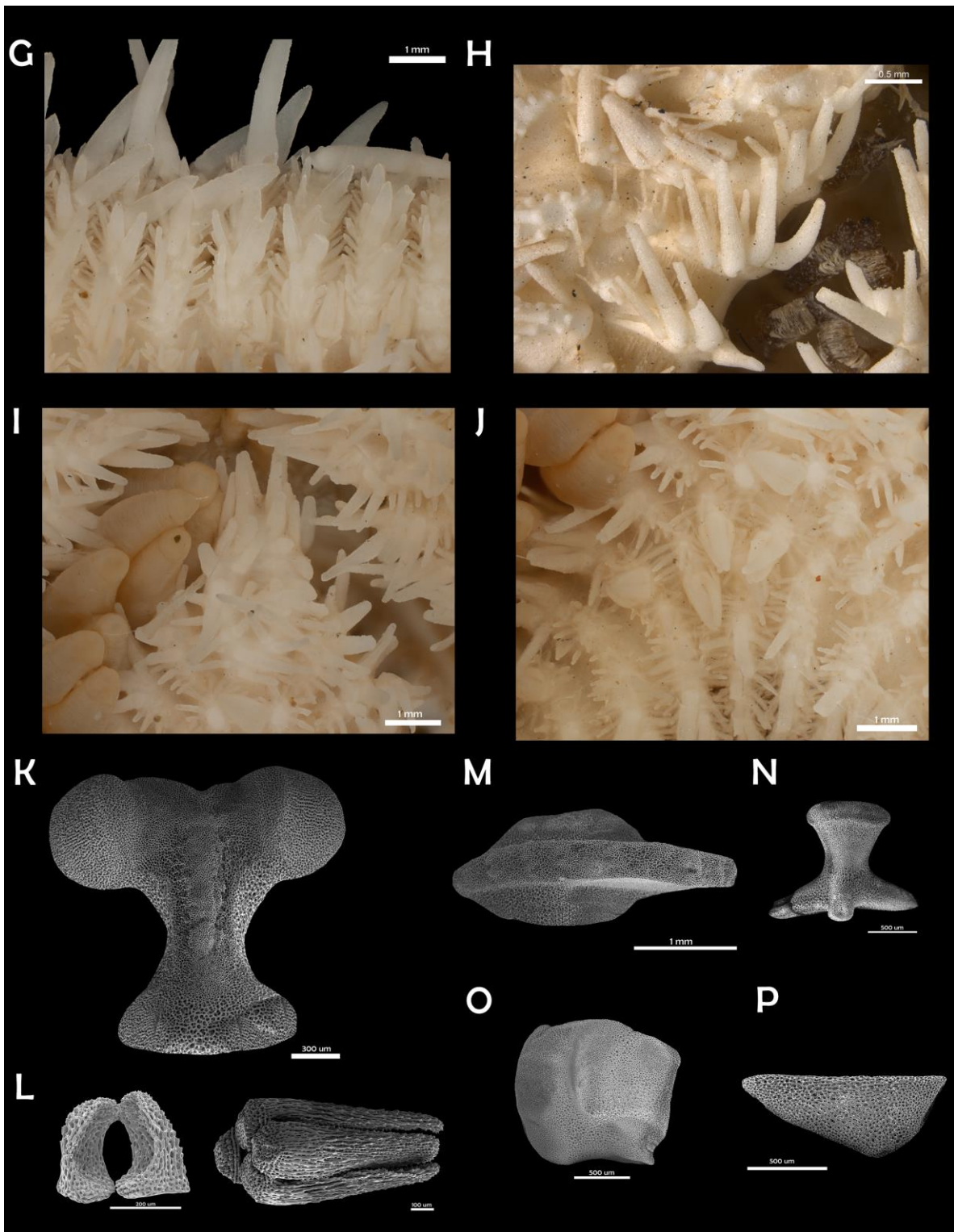


Lámina 11.1. *Luidia ludwigi* Fisher, 1906. (H: ICML-UNAM 4603; Holotipo USNM-21928). G. Placas inferomarginales. H. Detalle de las placas adambulacrales. I. Detalle de la placa oral. J. Área actinal, detalle de los pedicelarios actinales. (MEB: ICML-UNAM 4191) K. Vista actinal del odontóforo. L. Pedicelarios abactinales y actinales. M. Vista actinal de la placa inferomarginal. N. Vista lateral de una paxila. O. Vista actinal de la placa adambulacral. P. Vista lateral de la placa superambulacral.



***Luidia magnifica* Fisher, 1906**
(Lám. 12)

Luidia (Maculaster) magnifica: Döderlein, 1920: 216, 240.

Luidia magnifica Fisher, 1906a: 1033; Koehler, 1910: 20; A. M. Clark, 1953: 387; A. M. Clark y Rowe, 1971: 43; A. M. Clark, 1989: 244.

Diagnosis (Modificada de Fisher, 1906a): Brazos muy alargados en proporción al disco; considerablemente más ancho a unos cuantos mm desde la base que directamente en la unión con el disco. Se reducen gradualmente a una extremidad puntiaguda y son robustos, deprimidos, con lados redondeados; paxilas del área abactinal grandes y redondeadas en el disco; en los brazos están dispuestas en seis series longitudinales regulares cuadradas a cada lado, reduciéndose a cinco en la parte externa del brazo, tienen una pequeña espina o espineleta afilada a menudo ligeramente curvada; en las paxilas superomarginales puede haber una espineleta central tan larga como cualquiera de las series más internas; las paxilas de las áreas radiales medias y el disco carecen de espineleta agrandada, son redondeadas y más pequeñas. Placas inferomarginales numerosas, cortas y anchas, cada uno con una cresta, separadas entre sí por un surco fasciolar profundo; la ornamentación consiste en una serie transversal de cinco a seis espinas, de las cuales la segunda o tercera son más largas; además, hay uno (rara vez dos) pedicelarios trivalvados entre las espinas laterales grandes, dos o tres para cada placa. Placas adambulacrales con tres espinas, una detrás de la otra, la de en medio es la más grande y la del surco con forma de sable. Entre las adambulacrales y las últimas espinas inferomarginales hay una serie de tres pedicelarios trivalvados grandes sobre las series de placas actinales intermedias; los pedicelarios son muy numerosos en la superficie actinal. Surco ambulacral ancho, pies ambulacrales muy largos, con discos de succión relativamente pequeños; placas orales largas y estrechas, las dos espinas del centro son largas, aplanadas con punta redondeada, a lo largo del margen de la superficie actinal de la placa hay una serie irregular de espinas que decrecen en tamaño hacia el extremo opuesto de la placa.

Descripción: Organismos muy grandes con $R = 83.02-365$ mm, $r = 15.54-56.5$ mm, $R/r = 4.18-6.46$, Promedio $R/r = 5.27$. Disco pequeño, ocho a 10 brazos largos y robustos, en el primer tercio del brazo el ancho se mantiene y posteriormente se estrechan gradualmente hasta una punta esbelta ($L_B = 68.41-326$ mm; $A_B = 12.67-40$ mm). Paxilas del centro del disco muy amontonadas, redondeadas, la columna es corta y la base es robusta; presentan de 20 a 25 espineletas robustas, muy cortas y de tamaños irregulares; además de aproximadamente 30 espineletas periféricas muy finas y delgadas que pueden quedar ocultas entre el resto de las espineletas; las paxilas de la zona media del brazo tienen formas irregulares y son más pequeñas, presentan de ocho a 15 espineletas centrales y aproximadamente 20 espineletas periféricas (Lám. 12C). En la base de los brazos hay de 14 a 21 paxilas transversalmente. Hasta seis hileras longitudinales de paxilas laterales regulares, correspondientes transversalmente con las paxilas superomarginales. Paxilas laterales de forma cuadrada con los bordes redondeados; son ligeramente más grandes que el resto de las paxilas y todas presentan una espineleta central prominente, redondeada y en algunas placas ligeramente aplanada rodeada de 10 o 12 espineletas centrales y entre 20 y 25



espineletas periféricas muy delgadas y finas (Lám. 12D). Paxilas superomarginales ligeramente más grandes que las paxilas adyacentes, pero de forma similar; también presentan una espineleta central prominente pero un poco más pequeña y en algunas de las paxilas la sustituye un pedicelario bi o trivalvado de valvas cortas pero robustas (Lám. 12E). Madreporita pequeña, oculta en el interrradio entre las primeras tres hileras de paxilas laterales. Placa terminal muy pequeña y redondeada, cubierta por finos gránulos de apariencia globosa (Lám. 12F). Placas inferomarginales estrechas, la cresta está solo ligeramente elevada y los fascioloos están muy marcados; presentan dos espinas marginales muy largas, visibles en vista abactinal, la segunda es la más larga, muy delgada y puntiaguda; en la superficie actinal de la placa hay cinco o seis espinas delgadas y más cortas que las anteriores, el resto de la placa está cubierta por finas espínulas subcónicas que rodean el margen de la placa y pueden estar distribuidas irregularmente entre las espinas, además puede haber hasta dos pedicelarios trivalvados entre las espinas (Lám. 12G). En el interrradio hay dos o tres hileras de placas actinales, la mayoría presenta pedicelarios tri o tetra-valvados prominentes, de valvas delgadas; las placas actinales intermedias son pequeñas, triangulares y presentan un par de pedicelarios tri o tetra-valvado igual al de las placas del interrradio (hasta tres en los ejemplares más grandes: USNM-21154; E3099) (Lám. 12J; M). Placas adambulacrales estrechas y de bordes rectangulares; cada una presenta tres espinas adambulacrales, la primera es delgada y con forma de sable, ligeramente aplanada y de punta roma, la segunda está sólo ligeramente curvada, pero es recta y es la más larga, la tercera es completamente recta y no tan puntiaguda, es la más delgada; hay algunas espínulas finas en el resto de la superficie (Lám. 12H). Placas orales muy estrechas y alargadas, de forma ovalada; presentan dos espinas orales grandes, aplanadas y robustas además de seis a ocho espinas orales más pequeñas y delgadas, decrecen en tamaño hacia la sección más distal; el resto de la placa está cubierta por numerosas espinas suborales de distribución irregular y numerosas espínulas delgadas y puntiagudas; debajo y a cada lado de las dos espinas centrales más grandes hay un pedicelario tri o tetra-valvado muy prominente, aunque puede estar oculto por las espinas (Lám. 12I;L). Coloración: superficie abactinal color café claro o amarillenta, paxilas del centro del disco color rojizo o marrón que enmarcan el disco como un círculo más oscuro; en los brazos hay paxilas del mismo color distribuidas de forma irregular, dándole apariencia moteada a los brazos. Superficie actina color crema y pies ambulacrales amarillentos o café claro.

Odontóforo: pequeño, con forma general de “T” delgada. Proceso proximal ancho, con dos proyecciones que se separan distalmente, la muesca entre ellas está ligeramente pronunciada y las puntas son poco redondeadas pero con bordes irregulares. Proceso distal delgado, termina en una punta con una pequeña proyección que le da forma triangular, a partir de esta inicia la cresta que corre a lo largo de la placa hasta donde inicia la muesca del proceso proximal. En la parte más estrecha del centro de la placa hay dos proyecciones anchas donde se inserta el odom.

Variación: Los ejemplares que han sido recolectados en aguas mexicanas (ICML-UNAM 18250) en general son más pequeños y pueden presentar menos brazos (ocho) que son más cortos en comparación con los ejemplares de Hawái. Otra característica sujeta a variación es la forma de las espinas inferomarginales, que son más delgadas en los ejemplares de Colima y que las espinas marginales no son mucho más grandes que las del resto de la placa sino subiguales. En los



ejemplares de Colima, en las placas actinales intermedias puede haber uno o dos pedicelarios, pero no son tan prominentes como en los ejemplares de Hawái, y, por el contrario, los pedicelarios orales son muy prominentes y significativamente grandes (la mitad de tamaño de las espinas orales más grandes) que en los ejemplares de Hawái.

Referencias de identificación: Fisher, 1906a: 1033, lám. 15, figs. 1-3, lám. 16, figs. 1, 1a; A. M. Clark, 1953: 386, figs. 5, 7.

Material examinado: Seis ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo USNM 21154 (Fisher, 1906a).

Localidad tipo: Isla Molokai, Hawái (Fisher, 1906a).

Distribución batimétrica: 18-133 m (A. M. Clark, 1989).

Distribución geográfica: Archipiélagos de Hawái y Filipinas; Manzanillo, Colima, México.

Registros previos para el Pacífico mexicano: Ninguno.

Comentarios: Esta especie fue encontrada recientemente en aguas mexicanas, por lo que se trata de un nuevo registro. Al tratarse de una especie que únicamente había sido registrada en el Pacífico occidental (Hawái), se plantea la posibilidad de que se trate de una especie invasora. Sin embargo, se reconoce como una especie exótica hasta que se realice un estudio de impacto ambiental.

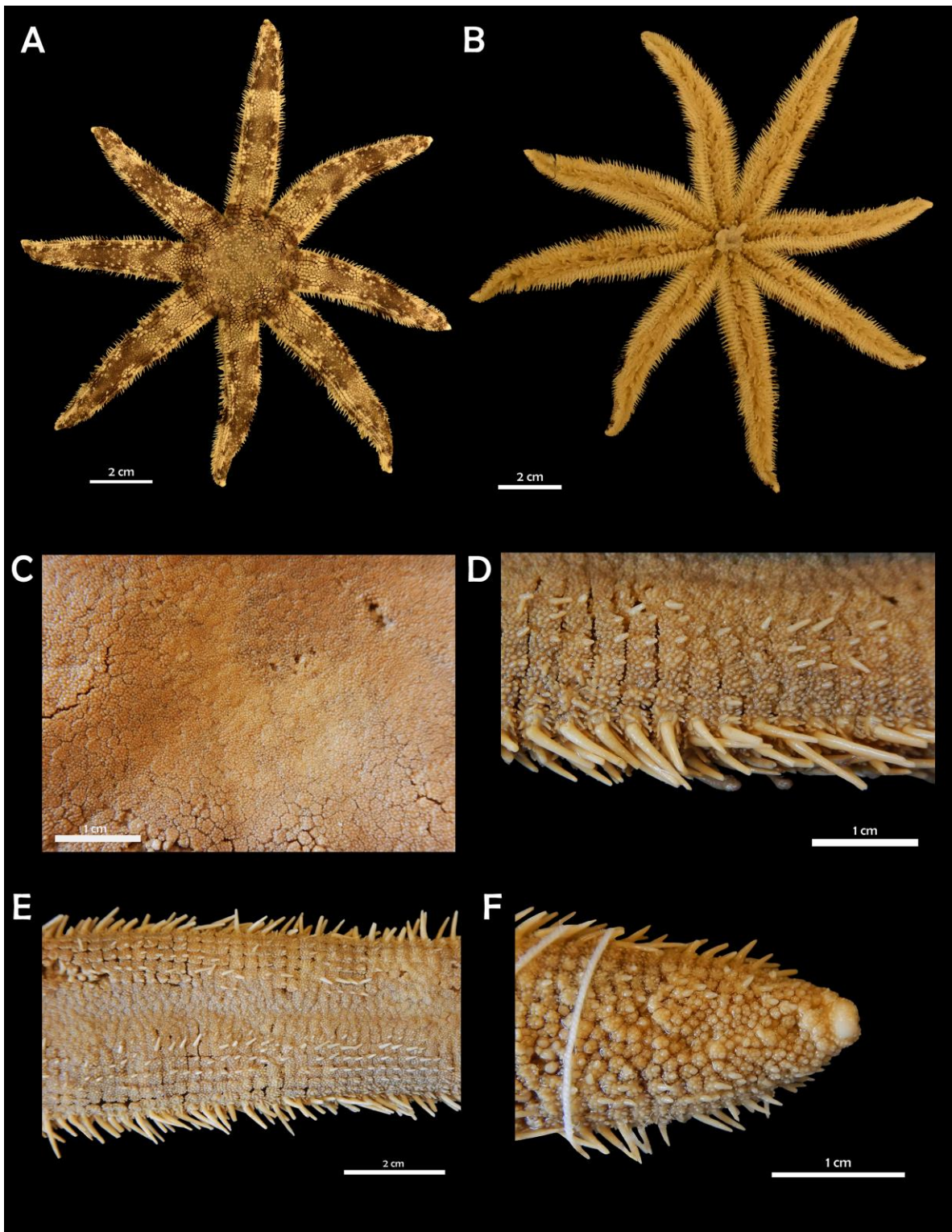


Lámina 12. *Luidia magnifica* Fisher, 1906. (ICML-UNAM 18250; Holotipo USNM-21154). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la ornamentación de paxilas laterales. E. Detalle de las paxilas superomarginales, ornamentación inferomarginal. F. Placa terminal del brazo.

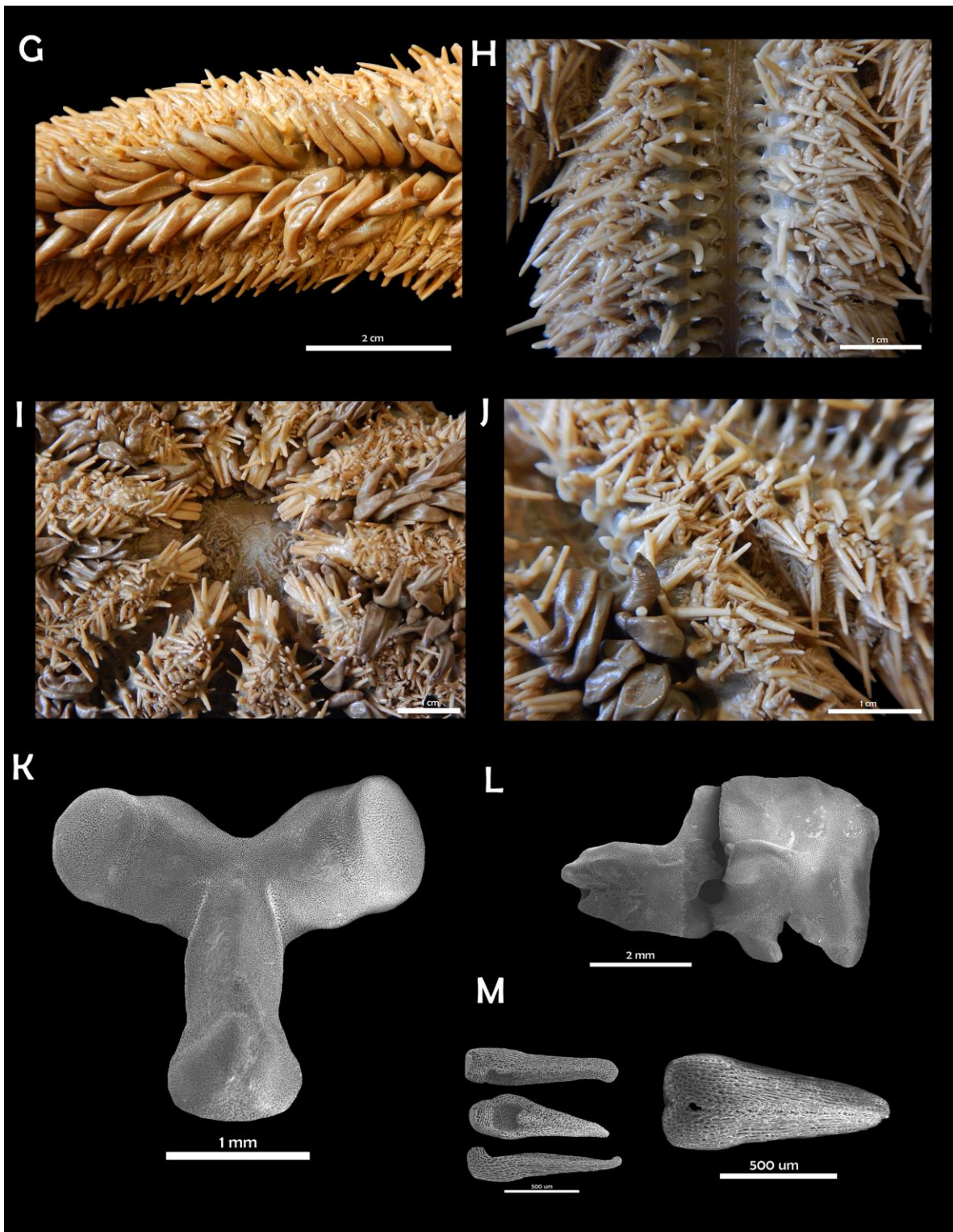


Lámina 12.1. *Luidia magnifica* Fisher, 1906. (Holotipo USNM-21154). G. Detalle de la base del brazo actinal, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. (MEB ICML-UNAM 18250) K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista lateral de la placa oral y primer ambulacral. M. Detalle de los pedicelarios actinales.



***Luidia phragma* H. L. Clark, 1910**
(Lám. 13)

Luidia (Armaster) phragma: Döderlein, 1920: 216, 243.

Luidia (Alternaster) phragma: Solís-Marín et al., 2005:125; Honey-Escandón et al., 2008: 59.

Luidia phragma H. L. Clark, 1910: 329; Ziesenhenné, 1937: 214; Caso, 1994:34; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547; Solís-Marín et al., 2014b: 62.

Diagnosís (Modificada de H. L. Clark, 1910): Brazos aplanados, que disminuyen hacia una punta afilada, anchos en la base. Disco aplanado, paxilas del disco y de la sección media del brazo pequeñas, irregulares en tamaño y forma circular, las laterales son más cuadradas; cada paxila tiene una 12na de espineletas periféricas y una a cuatro espineletas centrales un poco más gruesas y cortas; a lo largo de cada lado de los brazos hay tres series longitudinales de paxilas más grandes casi rectangulares; en la hilera más interna de la serie, cada paxila tiene una espina central conspicua y afilada; estas espinas forman una cerca o “empalizada” que corre a lo largo del brazo casi hasta la punta; placas inferomarginales con espinas largas similares a las paxilares pero más grandes, dos en cada placa dándole el margen al brazo; las placas inferomarginales están bien separadas entre sí, tienen el margen cubierto de delgadas espineletas como las de las paxilas, la superficie de la placa tiene una 12na de espinas delgadas y aplanadas; ornamentación adambulacral consiste en tres o cuatro espinas en una sola serie, la del surco un poco más pequeña, delgada y ligeramente curva, la que sigue es más larga y trunca; placas orales con cuatro a seis espinas agrupadas hacia el surco y unas cuantas espinas suborales más pequeñas.

Descripción: Organismos con $R= 10.54-103.67$ mm, $r= 2.47-15.67$ mm, $R/r= 3.05-8.94$, Promedio $R/r= 5.02$. Disco pequeño, con cinco o seis brazos largos y ligeramente aplanados con bases anchas que se estrechan hasta una punta redondeada ($L_B= 8.11-91.73$ mm; $A_B= 3.75-28.06$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas, con una columna elevada y base robusta de tres o cuatro extremidades; poseen de seis a ocho espineletas centrales robustas y muy cortas, además de 12 a 15 espineletas periféricas delgadas y de punta roma (Lám. 13C; N). En la base de los brazos hay de 12 a 20 paxilas (en los ejemplares más grandes) transversalmente. En la zona media del brazo, las paxilas son pequeñas, de distribución irregular y redondeadas, poseen de una a cuatro espineletas centrales espaciadas y una 12na de espineletas periféricas delgadas. Hasta cuatro series longitudinales de paxilas laterales regulares correspondientes transversalmente con las paxilas superomarginales. Las paxilas laterales son cuadrangulares con los bordes redondeados, algunas conservan la forma redondeada; las paxilas de la tercera hilera y en ocasiones algunas de la segunda hilera, presentan una espina central grande (2.25 mm en promedio), cónica, muy delgada y puntiaguda, rodeada de cuatro o cinco espineletas centrales y hasta 20 espineletas periféricas muy finas; la fila que tiene las paxilas que presentan esta espina corren a lo largo de cada lado del brazo casi hasta la punta. Paxilas superomarginales cuadradas, ligeramente más grandes que las paxilas adyacentes, cubiertas con seis u ocho espineletas centrales subcónicas, robustas y cortas, además de aproximadamente veinte espineletas periféricas (Lám. 13E). Madreporita pequeña, redondeada y oculta en el interrradio entre la segunda y tercera hilera de paxilas laterales (Lám. 13D). Placa terminal ovalada y estrecha, cubierta con finos gránulos y seis



o siete pequeñas espinas agrupadas en la punta (Lám. 13F; L). Placas inferomarginales largas y estrechas con una cresta elevada, presentan dos espinas marginales largas, cónicas y puntiagudas, de tamaño similar; en la superficie actinal de la placa hay seis o siete espinas delgadas de la mitad de tamaño que las marginales y ligeramente aplanadas, con punta roma; el resto de la placa está cubierto por finas y delgadas espínulas distribuidas irregularmente (Lám. 13G; M). En el interrradio hay hasta tres filas de placas actinales cubiertas con delgadas espínulas y ocasionalmente una o dos espinas más largas; las placas actinales intermedias son pequeñas y triangulares, de apariencia paxiliforme, con un par de espinas pequeñas y delgadas y numerosas espínulas alrededor (Lám.13J). Placas adambulacrales estrechas y relativamente largas, ligeramente más delgadas que las placas inferomarginales; cada una presenta tres espinas adambulacrales y una cuarta accesoria; la primera tiene forma de sable y está aplanada, la segunda está ligeramente curvada y erecta, con punta roma y ligeramente aplanada, la tercera es completamente recta y trunca, la espina accesoria es un poco más pequeña que la tercera o subigual y mucho más delgada, su posición puede ser ligeramente adoral a la segunda espina, el resto de la placa tiene delgadas espinas pequeñas de distribución irregular (Lám. 13H; P). Placas orales redondeadas con 11 o 12 espinas orales agrupadas hacia el surco de tamaño similar; en la superficie de la placa hay nueve o 10 espinas suborales más pequeñas, que disminuyen gradualmente de tamaño hacia la sección más distal; el resto de la placa está cubierto con finas espínulas delgadas y ligeramente aplanadas (Lám. 13I). No presenta pedicelarios de ningún tipo. Coloración: Superficie abactinal color crema, las paxilas del centro del disco y las de la zona media del brazo son color grisáceo, lo que produce una franja de color gris que corre a lo largo de los brazos; en las hileras de paxilas laterales, cada 10 paxilas aproximadamente, las placas tienen una coloración gris oscuro, de manera que existen franjas color gris a cada lado del brazo desde el centro del disco hasta la punta. Superficie actinal color crema, pies ambulacrales amarillentos.

Odontóforo: pequeño, la placa es tan ancha como larga. Proceso proximal ligeramente ensanchado, ambas proyecciones con punta redondeada y una base ancha, la muesca entre ellas es poco pronunciada. Proceso distal completamente redondeado, la cresta inicia en la parte más estrecha de la placa y continúa hasta la zona del proceso proximal, está sólo ligeramente elevada y en la zona media se inserta el *odom*.

Variación: Las espinas de las paxilas laterales regulares pueden ser muy largas o cortas sin importar el tamaño de los ejemplares, es decir, existen ejemplares pequeños (R= 10-15 mm) con espinas paxilares grandes (2.5 mm) y ejemplares grandes (R=100 mm) con espinas muy pequeñas (1 mm) pero están presentes en todos los ejemplares. Otra característica variable es la forma de las espinas inferomarginales que es mucho más aplanada en algunos ejemplares y trunca, mientras en otros son sólo ligeramente aplanadas y de punta roma.

Referencias de identificación: H. L. Clark, 1910: 329, lám. 2, fig. 1; Caso, 1994: 34, láms. 5-6 y 31-34; Solís-Marín *et al.*, 2014b: 62, lám. 5, figs. A-F.

Material examinado: 1 310 ejemplares (ANEXO 2).



Material tipo: Holotipo MCZ-AST399.

Localidad tipo: Probablemente Payta, Perú (H. L. Clark, 1910; Zieshenne, 1937).

Distribución batimétrica: 1-386 m (Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Distribución geográfica: Bahía de los Ángeles, Baja California; Bahía Concepción, Baja California Sur; Isla Tiburón, Punta Arboleda, Sonora, Sinaloa, Golfo de California; Panamá; Payta, Perú (Zieshenne, 1937; Solís-Marín *et al.*, 2005; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Solís-Marín *et al.*, 2014 b).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Baja California; Baja California Sur; Sonora y Sinaloa, Golfo de California (Solís-Marín *et al.*, 2005; Honey-Escandón *et al.*, 2008).

Comentarios: Está especie es la más común en el Golfo de California. Alvarado y Solís-Marín (2013) registraron la distribución batimétrica hasta 386 m. Sin embargo, no se menciona el registro en el cual está basado el reporte. En los ejemplares revisados, la profundidad máxima registrada es de 86 m, que se aproxima más a la profundidad registrada por A. M. Clark (1989), de 1- 55 m.

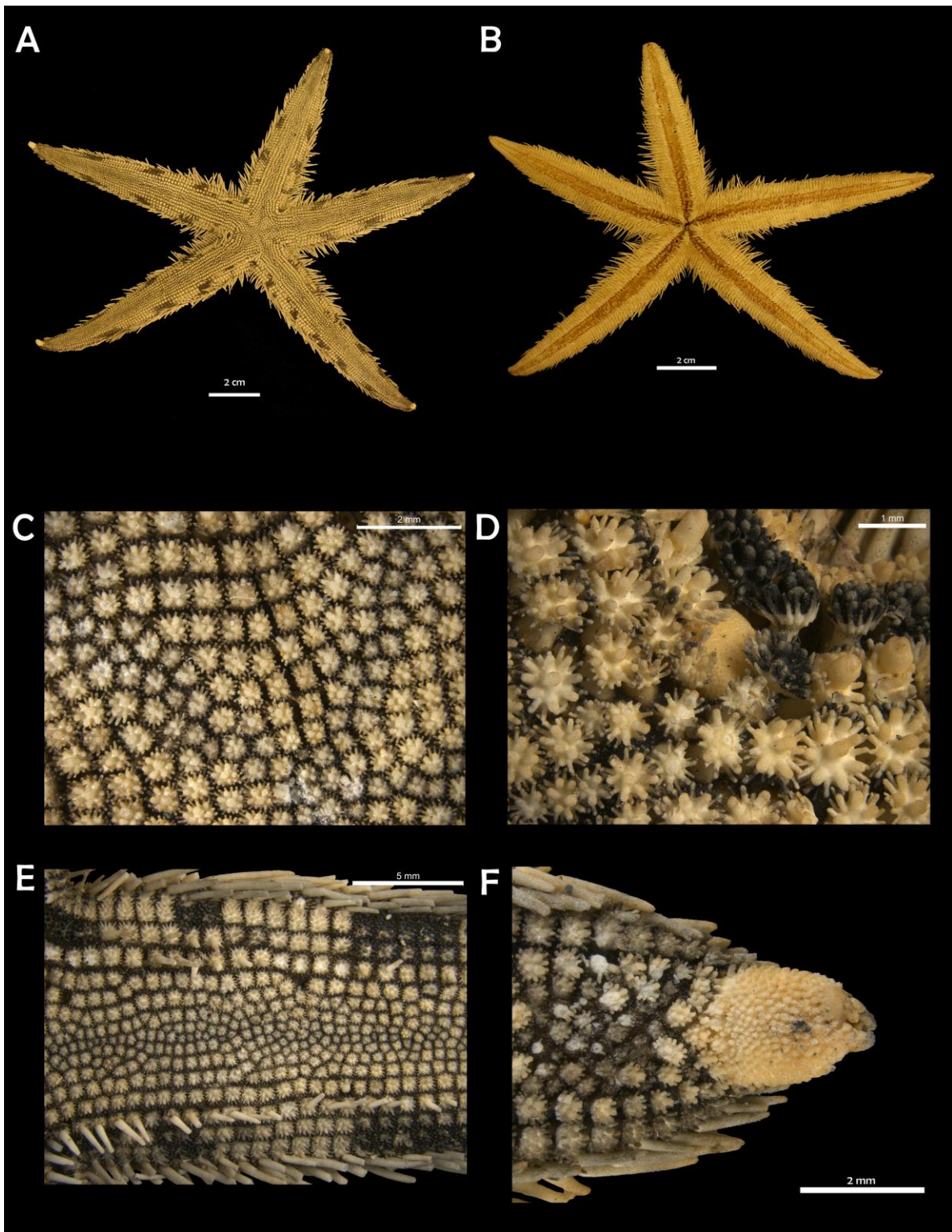


Lámina 13. *Luidia phragma* H. L. Clark, 1910. (ICML-UNAM 3557; 3558; 4590). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

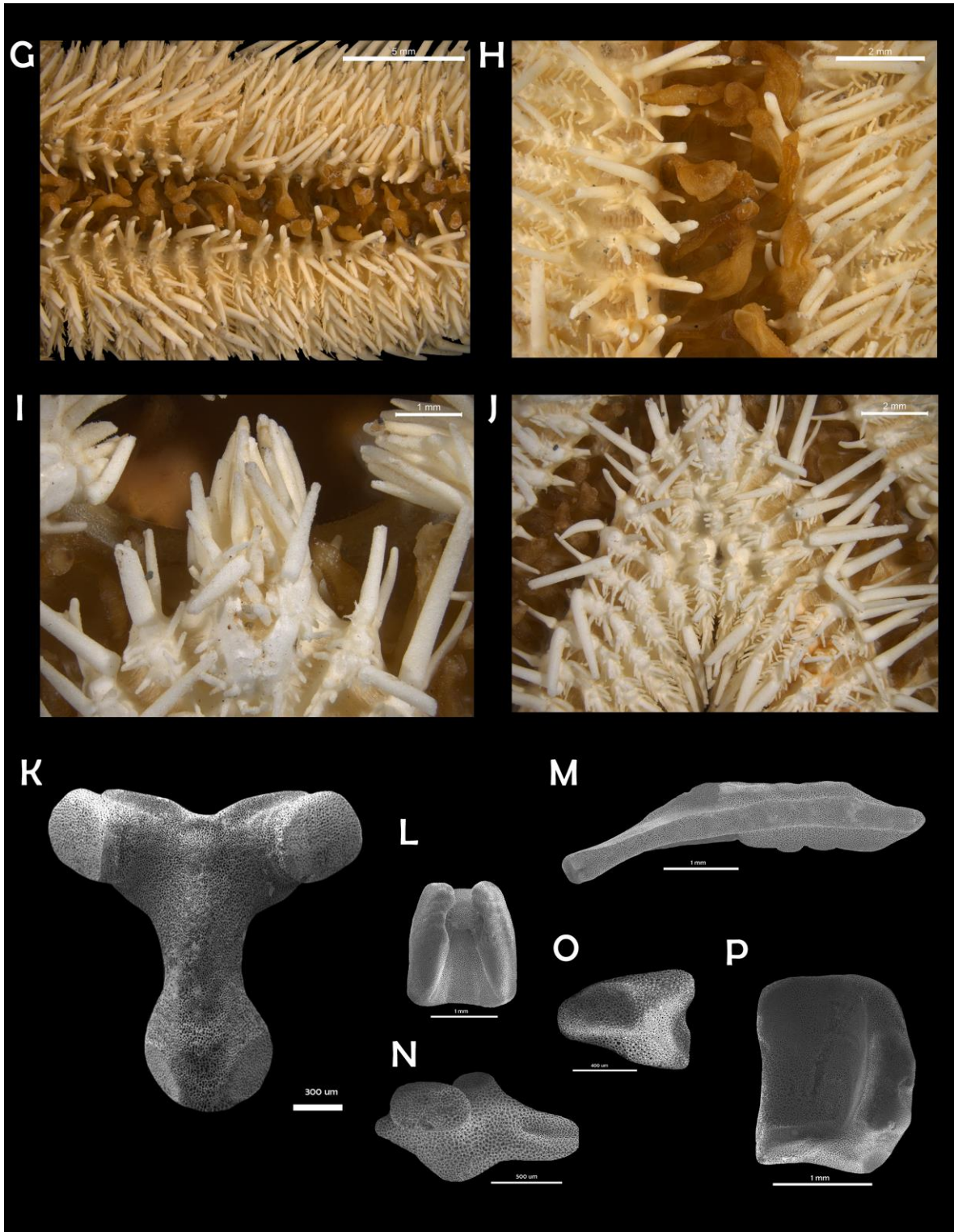


Lámina 13.1. *Luidia phragma* H. L. Clark, 1910. (ICML-UNAM 3557; 3558; 4590). G. Detalle de las placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. (MEB: ICML-UNAM 3558). K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista actinal de la placa terminal. M. Vista actinal de la placa inferomarginal. N. Vista abactinal de una paxila central. O. Placa actinal intermedia. P. Vista actinal de la placa adambulacral.



***Luidia superba* A. H. Clark, 1917**
(Lám. 14)

Luidia (Alternaster) superba: Maluf, 1991: 348; Solís-Marín et al., 2005: 125; Benítez-Villalobos et al., 2008: 78; Honey-Escandón et al., 2008: 59.

Luidia superba A. H. Clark, 1917: 171; Caso, 1943: 37; 1961a: 41; 1980: 205; 1994: 36; Downey y Wellington, 1978: 375; Granja-Fernández et al., 2015: 91; Alvarado et al., 2009: 3; Alvarado y Solís-Marín, 2013: 547; Martín-Cao-Romero et al., 2017: s171.

Diagnosis (Modificada de A. H. Clark, 1917): Cinco o seis brazos*. Brazos relativamente robustos que disminuyen gradualmente hacia la punta; interradios agudos, forma general deprimida; paxilas superomarginales corresponden con las placas inferomarginales y están algo amontonadas entre sí, son algo cuadradas y tienen siete u ocho espineletas prominentes rodeadas de aproximadamente el doble de espineletas periféricas más delgadas; junto a las paxilas superomarginales hay una hilera de paxilas laterales regulares pero más pequeñas, son transversalmente oblongas y se vuelven cuadradas al final de cada brazo; hay una tercera hilera de paxilas laterales regular, cada tercer o cuarta está alargada y tiene una espina central robusta; la siguiente hilera no es tan regular y las paxilas son más redondeadas, muchas son un poco más grandes y tienen también una espina central como las otras; en la cuarta hilera las paxilas son mucho más pequeñas y redondeadas y están dispuestas de manera irregular y algunas también son un poco más grandes y tienen una espina central; solo una o dos paxilas en el centro del disco tienen espina central y son pequeñas, en cambio en el brazo son más grandes y más abundantes distalmente; placas inferomarginales con tres largas espinas, de las cuales la última es la más larga, la primera que está casi en la superficie abactinal es la más corta, en la cara actinal de la placa hay de tres a cinco espinas más pequeñas; placas actinales intermedias tienen una espina media; placas adambulacrales tienen una espina con forma de sable hacia el surco y dos espinas más detrás, la de en medio es la más grande; placas orales estrechas con 11 espinas en la sutura media que van disminuyendo en tamaño y cuatro similares hacia el surco. Sin pedicelarios de ningún tipo.

Descripción: Organismos grandes con $R=15.38-415$ mm, $r=2.96-49$ mm, $R/r=4.02-9.59$, Promedio $R/r=5.94$. Disco pequeño, cinco brazos largos, un poco aplanados que se estrechan ligeramente a una punta redondeada ($L_B=12.01-363$ mm; $A_B=3.83-48$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas con seis a nueve espineletas centrales robustas, cortas y redondeadas y 18 a 20 espineletas periféricas, delgadas y romas. En la base de los brazos hay de 15 a 19 paxilas transversalmente (Lám. 14C). En la zona media del brazo las paxilas son muy pequeñas y están muy amontonadas, tienen forma redondeada y columna un poco más corta que las del centro del disco, presentan de seis a ocho espineletas centrales robustas, que están un poco espaciadas, además de 12 a 15 espineletas periféricas muy delgadas; están mezcladas con paxilas un poco más grandes que ocasionalmente tienen una espina central relativamente grande, cónica y puntiaguda; las paxilas que tienen esta espina están distribuidas de manera irregular a lo largo del brazo, tanto en las paxilas medias como en las laterales. En la base de los brazos hay hasta 19 paxilas transversalmente. Tres filas longitudinales de paxilas laterales regulares



correspondientes transversalmente con las paxilas superomarginales. Paxilas laterales cuadradas con bordes redondeados, son más grandes que el resto de las paxilas y presentan 13 o 14 espineletas centrales y aproximadamente 30 espineletas periféricas, las paxilas que presentan una espina central pueden estar en cualquier hilera longitudinal de las paxilas laterales. Paxilas superomarginales cuadradas con bordes redondeados y más grandes que las paxilas adyacentes, presentan alrededor de 30 espineletas centrales cortas y hasta 40 espineletas periféricas muy delgadas y puntiagudas (Lám. 14E). Madreporita pequeña, redondeada y oculta en el interrradio entre las primeras tres hileras de paxilas laterales regulares, puede haber un par de paxilas adyacentes más grandes que el resto de las que la rodean (Lám. 14D). Placa terminal pequeña y redondeada, en posición casi completamente abactinal, cubierta con diminutos gránulos y entre ocho y 10 espinas pequeñas sólo un poco más grandes que los gránulos del resto de la placa (Lám. 14F). Placas inferomarginales largas y estrechas con una cresta elevada; poseen tres largas espinas cónicas y puntiagudas, de las cuales la última es la más larga, la primera que está casi en la superficie abactinal es la más corta, en la cara actinal de la placa hay de tres a cinco espinas más pequeñas de sólo la mitad de tamaño que las otras tres, son subcónicas y no muy puntiagudas, el resto de la placa está cubierta por finas espínulas en los fasciols y entre las espinas pequeñas (Lám. 14G). En el interrradio hay dos hileras de placas actinales pequeñas con apariencia paxiliforme, cubiertas con finas espínulas y ocasionalmente una o dos espinas centrales más largas; las placas actinales intermedias son muy pequeñas, el extremo proximal de la placa se inserta debajo de la placa adambulacral y poseen sólo unas cuantas espínulas distribuidas irregularmente (Lám. 14J). Placas adambulacrales estrechas, del ancho de las placas inferomarginales y de forma rectangular, poseen tres espinas adambulacrales, la primera con forma de sable, curva y aplanada con punta roma, la segunda ligeramente curvada pero erecta y es la más grande, la tercera en posición recta y puede tener una pequeña espina accesoria en posición adoral; el resto de la placa está cubierta por finas espínulas similares a las de las placas inferomarginales y actinales intermedias (Lám. 14H). Placas orales estrechas, de forma ovalada y con ocho a 10 espinas orales largas, delgadas y ligeramente aplanadas, las dos del centro son las más largas, además de seis a ocho espinas suborales más pequeñas y aplanadas, todas decrecen en tamaño hacia la sección distal de la placa; el resto de las placas están cubiertos por finas espínulas de distribución irregular (Lám. 14I; M). Sin pedicelarios de ningún tipo. Coloración: Superficie abactinal grisácea, las espinas inferomarginales tienen la base de color negro, lo que enmarca los bordes del cuerpo, también las paxilas que tienen una espina central tienen la corona de color más oscuro, al igual que la base de la espina; superficie actinal color crema, pies ambulacrales amarillentos.

Odontóforo: grande, la placa es del mismo ancho que largo. Proceso proximal de forma triangular, las dos proyecciones son pequeñas y delgadas y terminan de forma ovalada. Proceso distal con forma de trapecio invertido, tiene dos pequeñas proyecciones con forma ovalada. La placa se estrecha abruptamente en la zona media, donde corre una cresta delgada y poco pronunciada, donde se inserta el *odom*.

Variación: La placa terminal suele estar en posición casi abactinal en la mayoría de los ejemplares, pero puede tener una posición ligeramente más baja en los ejemplares de Ecuador (USNM-



E18920, USNM-E41830). Estos ejemplares de Galápagos son considerablemente más grandes que el resto de los ejemplares revisados, son las tallas más grandes registradas para el género en el Pacífico y para la especie. Por otro lado, algunos caracteres sujetos a variación son: la forma de las espinas orales, que puede ser ligeramente más aplanada en algunos ejemplares, la forma de las espineletas paxilares centrales que pueden ser más cortas y la presencia de espinas en las placas actinales, que en los ejemplares más grandes suelen ser más numerosas y pueden presentar hasta cinco espinas por placa.

Referencias de identificación: Caso, 1943: 37; lám. 14, figs. 1-2; 1994: 36, láms. 36-38; Solís-Marín *et al.*, 2014b: 64, lám. 6, figs. A-F.

Material examinado: 756 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Holotipo USNM 36948 (A. H. Clark, 1917).

Localidad tipo: Panamá, Albatross estación 2797 (A. H. Clark, 1917).

Distribución batimétrica: 3-250 m (Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Distribución geográfica: Yavaros, Sonora, Golfo de California; Mazatlán, Sinaloa; Manzanillo, Colima; Salina Cruz, Oaxaca, Golfo de Tehuantepec; Panamá; Colombia; Galápagos, Ecuador; Perú (A. M. Clark, 1989; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Solís-Marín *et al.*, 2014b).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Golfo de California; Sinaloa, Colima, Oaxaca (Solís-Marín *et al.*, 2005; Honey-Escandón *et al.*, 2008).

Comentarios: *El holotipo de esta especie tiene seis brazos, por lo que la diagnosis original describe seis brazos. Sin embargo, Downey y Wellington (1978) registraron que no es lo normal en la especie ya que los ejemplares observados y recolectado en Galápagos son de tamaños muy grandes y todos tienen cinco brazos. En los ejemplares revisados, todos presentan cinco brazos.

A. H. Clark mencionó en la diagnosis original que la estación 2797 del Albatross es Colombia, sin embargo, las coordenadas geográficas del ejemplar en realidad corresponden a la bahía de Panamá.

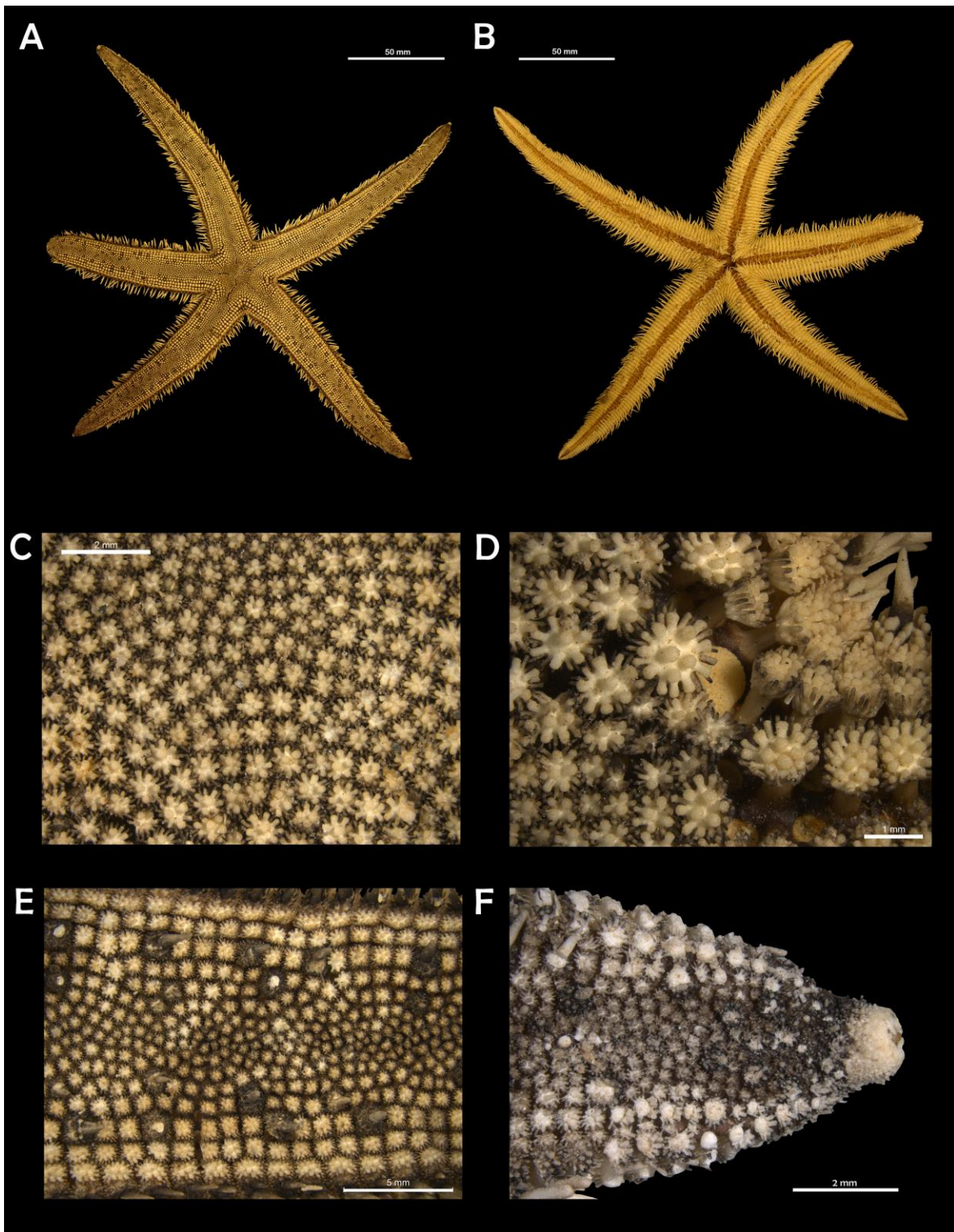


Lámina 14. *Luidia superba* A. H. Clark, 1917. (ICML-UNAM 3569; 4582). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

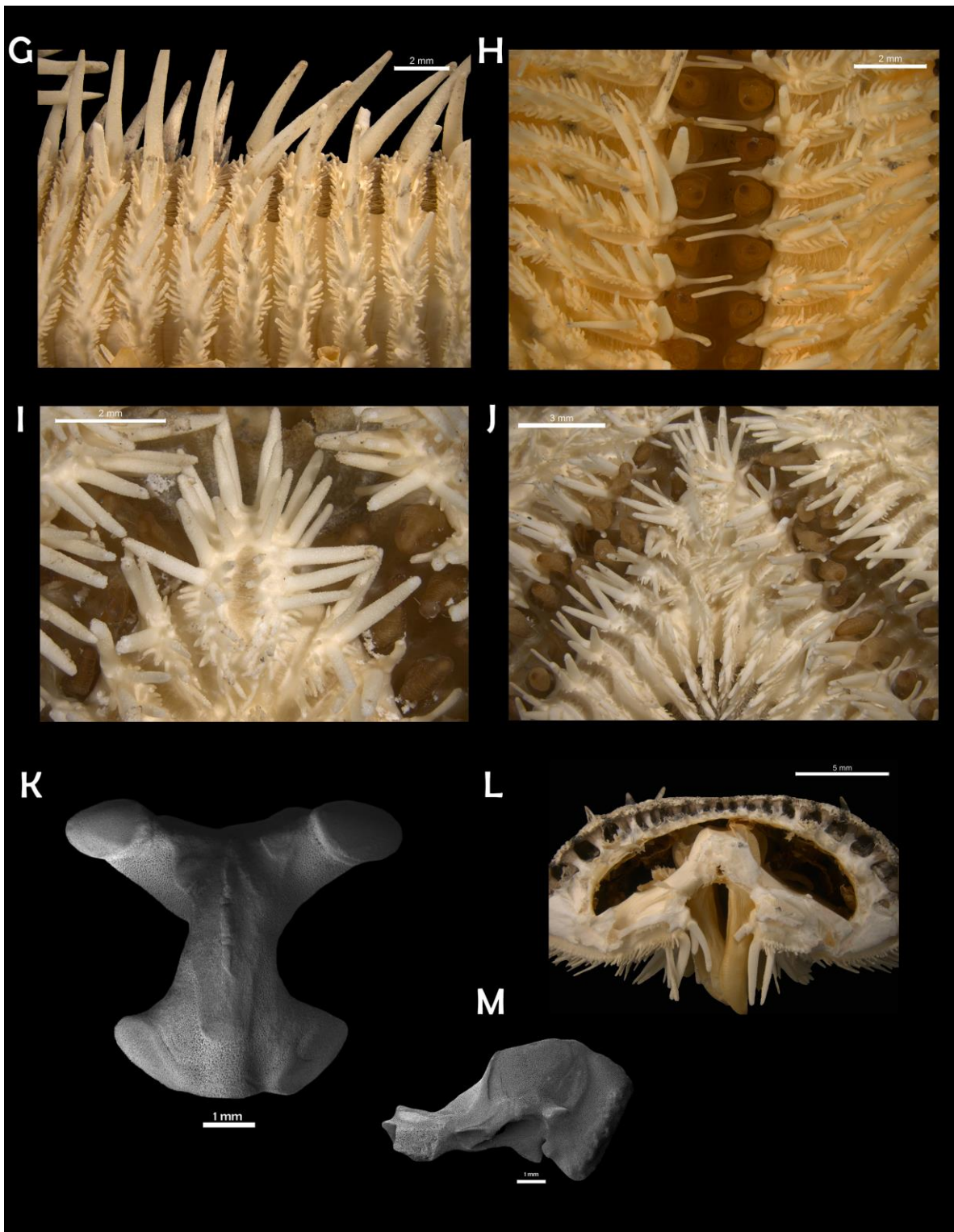


Lámina 14.1. *Luidia superba* A. H. Clark, 1917. (ICML-UNAM 3569; 4582). G. Placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. L. Corte transversal de la zona media del brazo. (MEB: ICML-UNAM 1647) K. Vista actinal del odontóforo. M. Vista lateral de la placa oral y la primera ambulacral.



***Luidia tessellata* Lütken, 1859**
(Lám. 15)

Luidia columbia: H. L. Clark, 1910: 331; Döderlein, 1920: 253.

Luidia (Petalaster) tessellata: Solís-Marín et al., 2005: 125; Honey-Escandón et al., 2008:59; Ríos-Jara et al., 2008: 135.

Luidia tessellata Lütken, 1859:40; 1871: 220; Verrill, 1870:271; A. M. Clark, 1953: 383; A. M. Clark, 1989: 248; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Solís-Marín et al., 2014b.

Diagnosis (Modificada de Lütken, 1859): Cinco brazos anchos y aplanados, la base es ligeramente más grande que el radio del disco, la superficie abactinal está cubierta por paxilas de tamaño medio en el centro del disco y el centro de los brazos, pero incrementan uniformemente de tamaños a los lados de los brazos, hay tres a cuatro hileras de paxilas laterales regulares de forma cuadrada; en las tres filas exteriores, las paxilas también están dispuestas en filas regulares, disminuyen ligeramente en tamaño hacia el centro del brazo, pero desde la cuarta hilera el número de paxilas es irregular. En el centro del brazo las paxilas tienen de una a cuatro espineletas redondas, rodeadas de finas espineletas periféricas cilíndricas; hacia la sección distal, por otro lado, hay ocho a 12 de las espineletas gruesas en el medio y alrededor de 50 de las más finas a su alrededor; la madreporita es pentagonal y está ubicada en uno de los ángulos del brazo entre la segunda y tercera filas de paxilas, pero está oculta debajo. La longitud de las placas inferomarginales corresponde a la longitud de seis paxilas; cada una tiene una hilera cruzada de 10 espinas en forma de cono y algo planas, más pequeñas que los pies ambulacrales, delgadas; hay otra fila de espinas extremadamente finas a cada lado; hay dos espinas delgadas, una encima de la otra, y una tercera, pero mucho más pequeña, por encima de las dos; están algo aplanadas. La vista actinal de las placas inferomarginales, está cubierta con pequeñas espinas similares a las de las paxilas adyacentes. Las placas adambulacrales tienen tres espinas largas, la del surco es delgada y curva, seguida de una menos curva y larga y una tercera recta, puede haber una o dos pequeñas espinas accesorias.

Descripción: Organismos con $R = 32.37-226.01$ mm, $r = 5.14-25.51$ mm, $R/r = 4.12-9.74$, Promedio $R/r = 5.87$. Disco pequeño, cinco brazos largos y aplanados que se estrechan ligeramente a una punta delgada ($L_B = 28.19-205.02$ mm; $A_B = 7.09-36.01$ mm). Paxilas del centro del disco redondeadas, con una columna elevada; cada una posee de ocho a 10 espineletas centrales cortas, robustas y redondeadas, rodeadas por 23 a 25 espineletas periféricas muy finas y del doble de largo que las centrales (Lám. 15C); en la zona media del brazo las paxilas están distribuidas de forma irregular y son muy pequeñas, conservan la forma redondeada aunque algunas placas tienden a ser cuadradas con bordes redondeados y poseen de dos a cuatro espineletas centrales robustas y de 18 a 20 espineletas periféricas delgadas; algunas paxilas del centro del brazo y laterales poseen una espina central inconspicua, sólo ligeramente más larga que las espineletas centrales. En la base de los brazos hay de 14 a 18 paxilas transversalmente. Hasta cinco hileras longitudinales de paxilas laterales regulares correspondientes transversalmente con las paxilas superomarginales. Las paxilas laterales son las más grandes, tienen forma cuadrada o rectangular con los bordes redondeados y las más internas empiezan a tener forma ovalada a



subcircular; poseen de ocho a 12 espineletas centrales y hasta 45 espineletas periféricas que son aún más delgadas que las del resto de las paxilas y muy puntiagudas. Paxilas superomarginales cuadradas, ligeramente más grandes que las paxilas laterales o subiguales, las espineletas centrales son delgadas y puntiagudas, poseen de 12 a 14 espineletas centrales y entre 30 y 35 periféricas; la columna está poco elevada y la base es robusta (Lám. 15E). Madreporita pequeña, de forma pentagonal u ovalada con los bordes redondeados; oculta en el interrradio entre la segunda y la tercera hilera de paxilas laterales (Lám. 15D). Placa terminal pequeña, ligeramente ovalada y cubierta de finos gránulos; en la punta están agrupadas de 10 a 12 pequeñas espinas del doble de tamaño que los gránulos (Lám. 15F). Placas inferomarginales estrechas con una cresta elevada; poseen tres espinas marginales largas, cónicas y puntiagudas; la primera está en posición casi abactinal y es la más pequeña de las tres; en ocasiones está acompañada por una o dos pequeñas espinas accesorias a los lados; la segunda es la más larga y la tercera está casi en la cara actinal de la placa y la base es ligeramente más ancha que la anterior; en la cara actinal de la placa hay una serie de siete u ocho espinas delgadas similares a las primeras tres pero de 1/3 de su tamaño y están ligeramente aplanadas; el resto de la placa está cubierto por finas espínulas delgadas y muy pequeñas, rodean el borde de la placa y algunas están distribuidas irregularmente entre las espinas (Lám. 15G). En el interrradio hay hasta tres filas de placas actinales pequeñas y redondeadas, tienen apariencia paxiliforme y cada una posee una o dos espinas centrales y numerosas espineletas periféricas muy delgadas, similares a las de las paxilas; placas actinales intermedias muy pequeñas, de forma triangular y cubiertas con finas espínulas delgadas; ocasionalmente poseen una pequeña espina corta y delgada (Lám. 15J). Placas adambulacrales estrechas, del mismo ancho que las placas inferomarginales; cada una tiene tres espinas adambulacrales, la primera es curva, con forma de sable y aplanada; la segunda está sólo ligeramente curvada, erecta y sólo un poco aplanada, es la más grande; la tercera está completamente recta y tiene punta roma, no muy aplanada; ocasionalmente hay una cuarta espina accesorias en posición adoral a la última espina adambulacral; el resto de la placa está cubierto de finas espínulas delgadas, un poco curvadas y no muy puntiagudas (Lám. 15H). Placas orales ovaladas o ligeramente romboidales; poseen de ocho a 10 espinas orales largas, subcónicas y robustas, no muy puntiagudas orientadas hacia el surco; en la cara actinal de la placa hay hasta 10 espinas suborales de la mitad del tamaño que las orales; todas decrecen en tamaño y grosor hacia la sección distal de la placa; el resto de la placa está cubierto con espínulas delgadas, ligeramente cónicas y no muy puntiagudas (Lám. 15I; L). No hay pedicelarios de ningún tipo. Coloración: Superficie abactinal grisácea; las paxilas del centro del disco y de la zona media de los brazos son completamente grises y dibujan una línea oscura que corre a lo largo de los brazos; el resto de las paxilas tiene la superficie color gris oscuro y las espinas y espineletas blancas; lo que le da una apariencia teselada (a lo que hace referencia el epíteto específico). Superficie actinal blanca o color crema, pies ambulacrales amarillentos.

Odontóforo: grande, con forma general de “Y”, proceso proximal ancho, ambas proyecciones con forma redondeada, la muesca entre ellas es muy pronunciada y a partir de la cual inicia la cresta que corre a lo largo de la placa. Proceso distal muy ancho y conforma ovalada, la cresta en esta área tiene un borde redondeado y está más elevada. La placa se estrecha abruptamente en



la zona media, justo donde termina el proceso distal y la parte más ancha de la cresta, en donde se inserta el *odom*.

Variación: Algunos ejemplares pueden presentar seis brazos, pero no es común en la especie. El tamaño de las espinas paxilares centrales es altamente variable; no suelen ser muy grandes, pero los ejemplares de Galápagos, Ecuador (USNM E17454, USNM E18921) y Panamá (USNM 38770, USNM 38692, USNM 38824), que son los ejemplares más grandes revisados, presentan espinas paxilares más grandes que el resto. Las espínulas que están en los fasciolas de las placas inferomarginales son muy finas y delgadas en la mayoría de los ejemplares, pero pueden ser un poco más gruesas y ligeramente curvadas, sobre todo en los ejemplares pequeños.

Referencias de identificación: Lütken, 1859: 40; Solís-Marín *et al.*, 2014b: lám. 7, figs. A-F.

Material examinado: 371 ejemplares (ANEXO II).

Material tipo: Lectotipo, NHMD AST-14.

Localidad tipo: Realejo, Puntarenas, Panamá (Lütken, 1859).

Distribución batimétrica: 3-114 m (Solís-Marín *et al.*, 2014 b).

Distribución geográfica: Golfo de California; Pacífico mexicano; Costa Rica; Panamá; Galápagos (A. M. Clark, 1989; Alvarado y Solís-Marín, 2013).

Registros previos para el Pacífico mexicano: Sonora, Sinaloa, Golfo de California; Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas (Solís-Marín *et al.*, 2005; Honey-Escandón *et al.*, 2008).

Comentarios: Lütken describió a la especie, pero mencionó la posibilidad de que se tratara de un sinónimo de *Luidia columbia* (Gray, 1840). Derivado de la revisión de ejemplares de ambas especies, A. M. Clark (1953) determinó que ambas son válidas. Por lo anterior, no existe como tal un holotipo, pero existe un lectotipo designado a partir del material revisado por Lütken (1859) para hacer la descripción original.

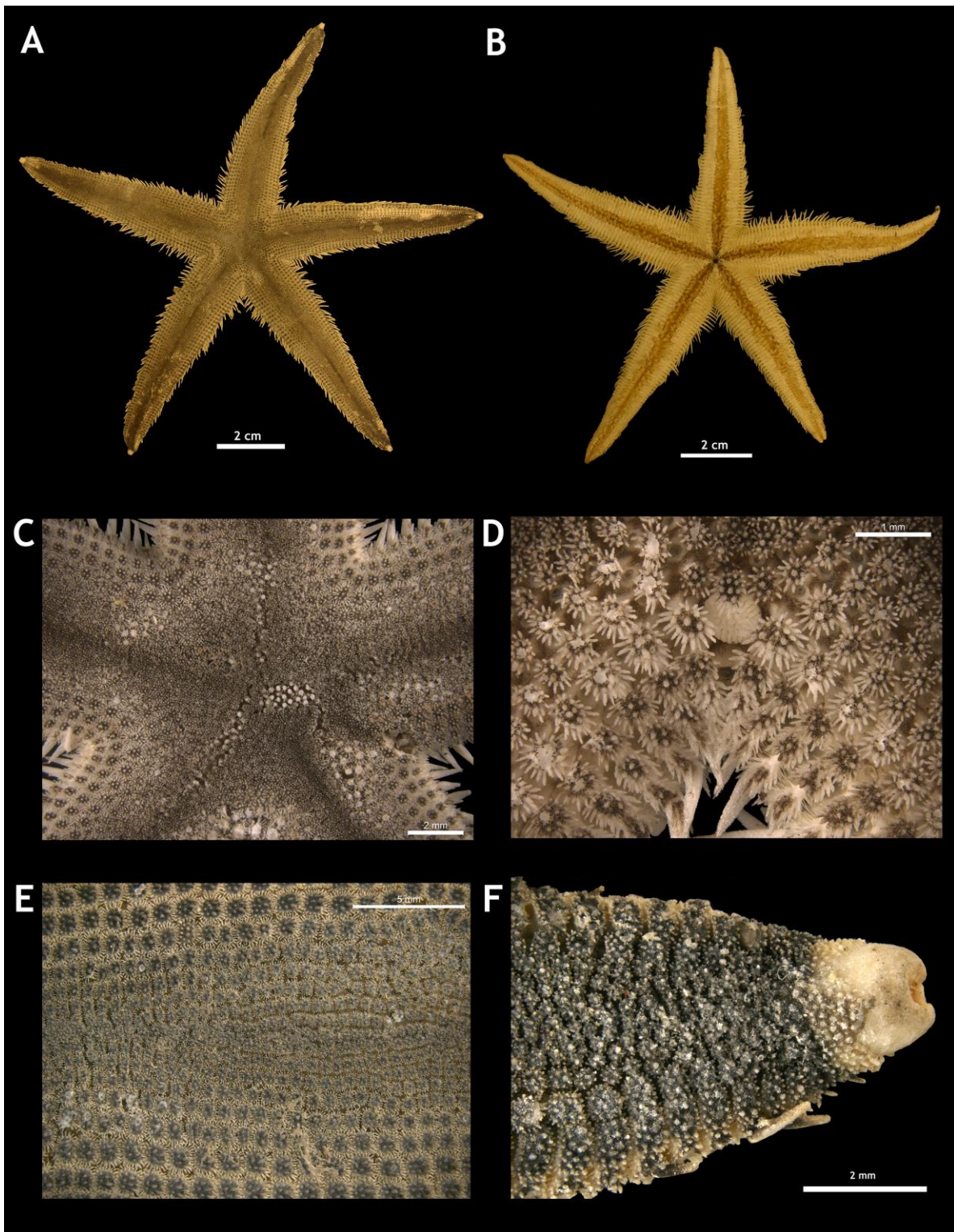


Lámina 15. *Luidia tessellata* Lütken, 1859. (ICML-UNAM 2415; 7780). A. Vista abactinal del organismo. B. Vista actinal del organismo. C. Paxilas del centro del disco. D. Detalle de la madreporita. E. Detalle de las paxilas centrales, laterales y superomarginales. F. Placa terminal del brazo.

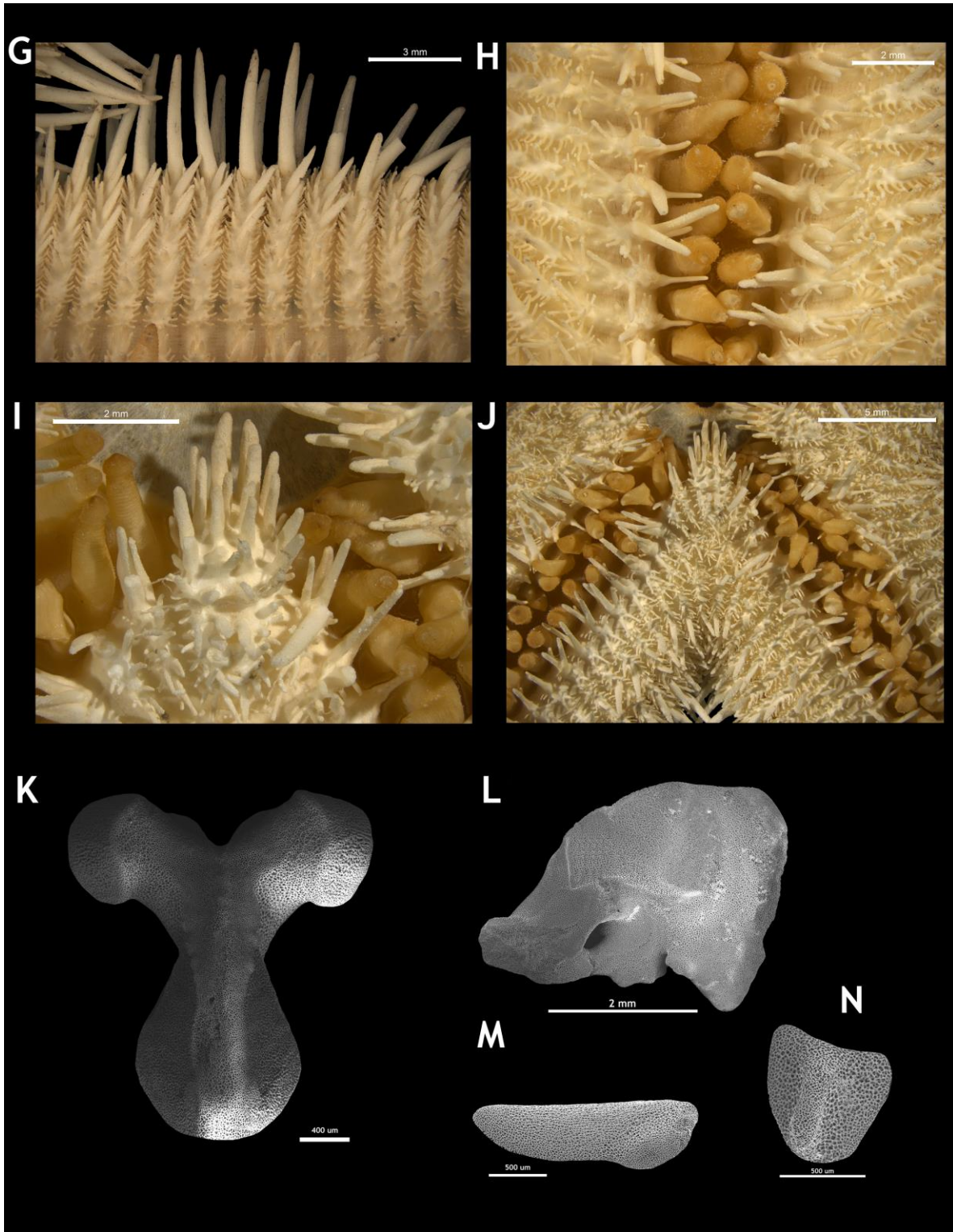


Lámina 15.1. *Luidia tessellata* Lütken, 1859. (ICML-UNAM 7780; 4435) G. Placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. H. Placas adambulacrales. I. Detalle de las placas orales. J. Área actinal. (MEB: ICML-UNAM 4591). K. Vista actinal del odontóforo. L. Vista lateral de la placa oral y la primera ambulacral. M. Placa superambulacral. N. Placa actinal intermedia.



6.3 CLAVE DE IDENTIFICACIÓN ILUSTRADA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *LUIDIA* FORBES, 1839 DEL PACÍFICO MEXICANO.

- 1 Paxilas de la zona media del brazo mucho más pequeñas que las paxilas laterales, las paxilas laterales coinciden en número y tamaño con las paxilas superomarginales.....2
- 1' Paxilas de la zona media del brazo no muy distintas en tamaño de las paxilas laterales, en las paxilas laterales algunas están alargadas y otras son más pequeñas o atrofiadas.....2'
- 1'' Paxilas de la zona media del brazo muy similares o iguales en tamaño a las paxilas laterales, las paxilas laterales son mucho más pequeñas que las paxilas superomarginales y más numerosas.....2''
- 2 Superficie abactinal lisa, sin espinas paxilares grandes; las paxilas superomarginales están bien desarrolladas y son un poco más grandes que las paxilas laterales; placas inferomarginales con una cresta baja y espinas marginales conspicuas.....3
- 2' Superficie abactinal no es lisa, frecuentemente presentan espinas paxilares grandes; paxilas superomarginales más o menos desarrolladas, pueden ser un poco más pequeñas que algunas paxilas laterales; placas inferomarginales muy delgadas y con una cresta elevada, las espinas marginales no destacan del resto de las espinas.....3'
- 2'' Superficie abactinal lisa, sin espinas paxilares grandes, las paxilas de toda la superficie son muy similares entre sí; paxilas superomarginales bien desarrolladas y son mucho más grandes que el resto de las paxilas (Fig. 10A); placas inferomarginales con una cresta elevada y poco conspicuas en vista actinal (**Grupo Ciliaris** Döderlein, 1920); las paxilas superomarginales y las laterales pueden tener un pedicelario bivalvado; placas inferomarginales con tres espinas robustas, de las cuales la exterior es la más larga; placas adambulacrales con tres espinas; las placas actinales intermedias proximales presentan un pedicelario bivalvado de forma globosa; placas orales ovaladas, pueden tener un pedicelario bivalvado (Fig. 10B).....*Luidia asthenosoma* Fisher, 1906

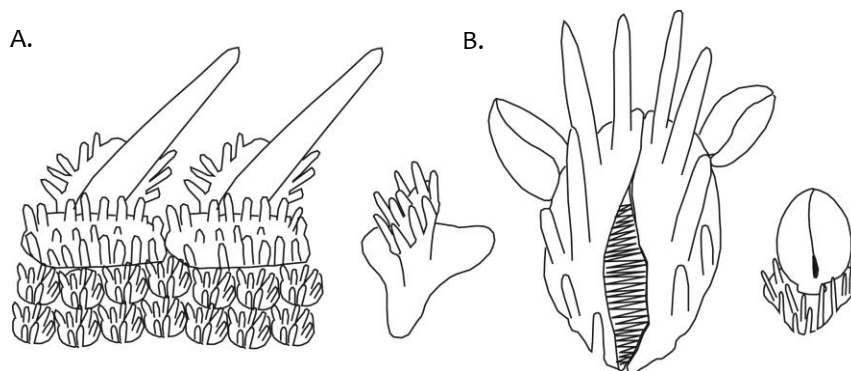


Figura 10. *Luidia asthenosoma* Fisher, 1906. A. Detalle de paxilas superomarginales, forma de las paxilas. B. Detalle de pedicelarios orales y pedicelarios actinales.



- 3 Sin pedicelarios de ningún tipo; dos hileras de placas actinales; sin patrones de coloración llamativos (**Grupo Clathrata** Döderlein, 1920).....4
- 3' Pedicelarios presentes en la mayoría de los casos; al menos dos hileras de placas actinales, pero puede haber muchas más; patrones de coloración bandeados o moteados (**Grupo Alternata** Döderlein, 1920).....8
- 4 Paxilas del centro del disco redondeadas y columna corta, con espineletas centrales robustas que asemejan gránulos rodeados por delgadas espineletas periféricas (Fig. 11B); tres a cinco hileras de paxilas laterales regulares rectangulares o cuadradas con bordes redondeados; tres o cuatro espinas adambulacrales..... 5
- 4' Paxilas del centro del disco redondeadas y columna muy larga y delgada, base con forma de cruz y corona de espineletas no diferenciadas delgadas, alargadas y finas; cuatro hileras de paxilas laterales regulares; cuatro espinas adambulacrales.....6
- 4'' Paxilas del centro del disco redondeadas y columna corta o sólo un poco elevada; tres a cinco hileras de paxilas laterales regulares cuadradas y marcadamente más grandes que las paxilas adyacentes; tres o cuatro espinas adambulacrales7
- 5 Placas inferomarginales estrechas, con una cresta elevada que se extiende hacia el lado dorsal de la placa donde hay numerosas espineletas cortas dispuestas en dos hileras irregulares (Fig. 11A); una sola espina marginal corta e inconspicua, con dos más cortas y un poco aplanadas encima; espinas inferomarginales actinales muy cortas y escuamiformes; tres espinas adambulacrales..... **Luidia columbia** (Gray, 1840)

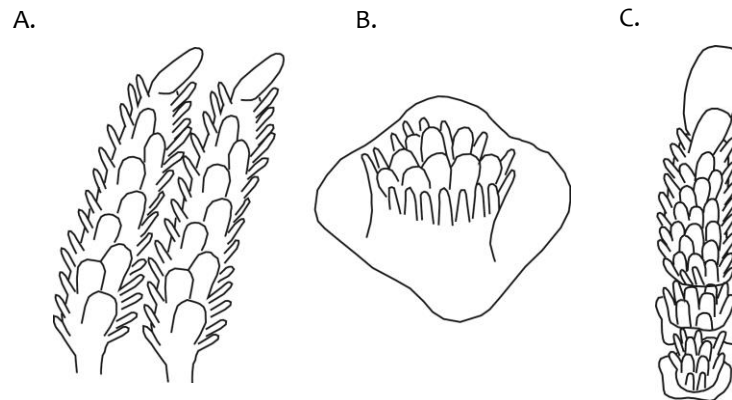


Figura 11. *Luidia columbia* (Gray, 1840). A. Detalle de placas inferomarginales, ornamentación inferomarginal. B. Detalle de forma de las paxilas. *Luidia latiradiata* (Gray, 1871). C. Detalle de paxilas superomarginales y laterales, ornamentación marginal.



5' Placas inferomarginales muy estrechas, con una cresta elevada y cinco o seis espinas aplanadas con forma de gota; dos espinas marginales planas alargadas y también con forma de gota, además de dos pequeñas espinas accesorias; cuatro espinas adambulacrales..... **Luidia n. sp. 2**

5'' Placas inferomarginales muy grandes, estrechas y con una cresta elevada, dos espinas inferomarginales muy conspicuas en vista abactinal con forma de tubérculo; en la superficie actinal de la placa hay seis o siete espinas pequeñas con forma de gota; tres espinas adambulacrales. Paxilas superomarginales rectangulares muy grandes, el largo de la placa es tres veces el largo de una paxila lateral (Fig. 11C); los brazos tienen forma petaloide, estrechos en la base, muy anchos en la zona media y se estrechan de nuevo distalmente..... **Luidia latiradiata** (Gray, 1871)

6 Placas inferomarginales muy estrechas, con una cresta elevada no muy delgada y una base de forma ligeramente triangular y con bordes lisos (Fig. 12A), con dos espinas marginales delgadas y puntiagudas y en la superficie actinal tres o cuatro espinas pequeñas de 1/3 del tamaño de la espina marginal grande; placas adambulacrales estrechas, de forma rectangular y desfasadas en posición con respecto a las placas inferomarginales..... **Luidia ferruginea** Ludwig, 1905

6' Placas inferomarginales no tan estrechas, con una cresta elevada delgada y una base de forma ligeramente triangular y con bordes crenulados (dos o tres curvas en cada extremo de la placa) (Fig. 12B); dos espinas marginales largas, delgadas y puntiagudas; en la superficie actinal de la placa hay cuatro o cinco espinas delgadas; placas adambulacrales muy estrechas, desfasadas en posición con respecto a las placas inferomarginales..... **Luidia sp. 1**

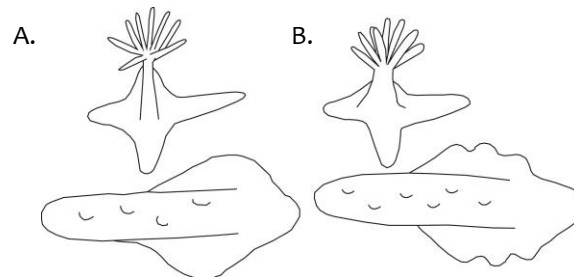


Figura 12. Diferenciación entre la forma de las paxilas y placas inferomarginales de *Luidia ferruginea* Ludwig, 1905 (A) y *Luidia sp. 1* (B).

7 Placas inferomarginales estrechas, con una cresta elevada y dos espinas planas muy conspicuas en vista abactinal, la primera espina está curvada y orientada hacia la punta del brazo y tiene forma de gota, la segunda espina es plana y trunca, más larga y ancha que la anterior (Fig. 13B); en la superficie actinal de la placa hay tres espinas rectangulares planas y truncas; placas adambulacrales con cuatro espinas adambulacrales..... **Luidia foliolata** (Grube, 1866)

7' Placas inferomarginales estrechas, con una cresta elevada y tres espinas marginales largas, cónicas y puntiagudas, en la cara actinal de la placa hay siete u ocho espinas delgadas; placas adambulacrales estrechas, con tres espinas adambulacrales largas en serie, ocasionalmente hay una cuarta espina accesorias en posición adoral a la última espina..... **Luidia tessellata** Lütken, 1859

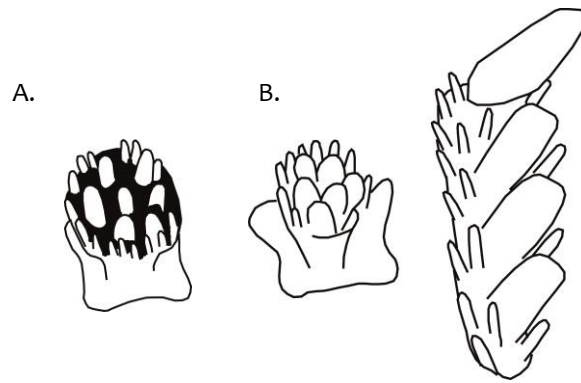


Figura 13. Detalle de forma de las paxilas en *Luidia tessellata* Lütken, 1859 (A) y *Luidia foliolata* (Grube, 1866) (B). Detalle de ornamentación inferomarginal de *L. foliolata* (B).

- 8 Sin pedicelarios de ningún tipo; pueden presentar más de cinco brazos; paxilas del centro del disco redondeadas y con columna corta o sólo un poco elevada; de tres a seis hileras de paxilas laterales regulares; tres o cuatro espinas adambulacrales.....9
- 8' Pedicelarios presentes; cinco brazos; paxilas del centro del disco redondeadas con columna corta o elevada; cuatro o cinco hileras de paxilas laterales regulares; tres o cuatro espinas adambulacrales.....10
- 8'' Pedicelarios presentes; ocho a 10 brazos; seis hileras de paxilas laterales regulares; paxilas superomarginales cuadradas ligeramente más grandes que las paxilas adyacentes, pueden presentar un pedicelario bi o trivalvado; en el interrradio hay dos o tres hileras de placas actinales, la mayoría presenta pedicelarios tri o tetravalvados prominentes; placas adambulacrales estrechas con tres espinas adambulacrales; pedicelarios orales prominentes..... ***Luidia magnifica*** Fisher, 1906

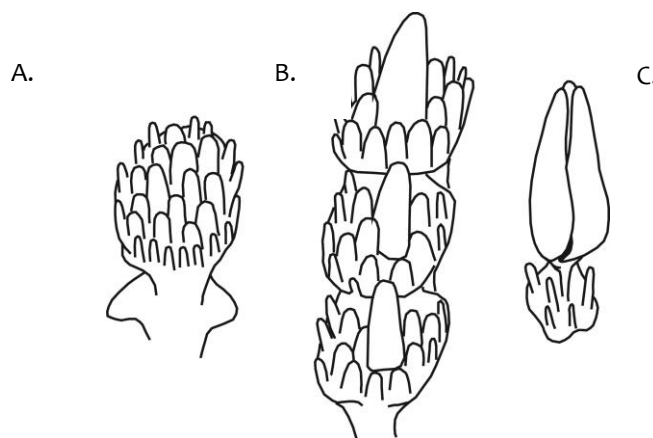


Figura 14. *Luidia magnifica* Fisher, 1906. A. Detalle de forma de las paxilas centrales. B. Detalle de paxilas laterales. C. Detalle de pedicelarios actinales.



9 Algunas paxilas tienen una espina central redondeada, robusta y corta, están distribuidas de manera irregular por toda la superficie abactinal y son muy abundantes (Fig. 15); paxilas superomarginales ligeramente más anchas que las paxilas laterales adyacentes; placas inferomarginales estrechas, parte de la placa es visible en la vista abactinal del organismo y no hay espinas más grandes que definan el margen del brazo; placas adambulacrales con tres espinas adambulacrales..... ***Luidia bellonae*** Lütken, 1859



Figura 15. *Luidia bellonae* Lütken, 1859. Detalle de forma de las paxilas.

9' Algunas paxilas un poco más grandes ocasionalmente tienen una espina central relativamente grande, cónica y puntiaguda distribuidas de manera irregular a lo largo del brazo y no son muy abundantes (Fig. 16A); paxilas superomarginales cuadradas con bordes redondeados y más grandes que las paxilas laterales adyacentes; placas inferomarginales poseen tres largas espinas cónicas y puntiagudas, de las cuales la última es la más larga y en la cara actinal de la placa hay de tres a cinco espinas más pequeñas, subcónicas y no muy puntiagudas (Fig. 16B); placas adambulacrales, con tres espinas, puede haber una pequeña cuarta espina accesoria..... ***Luidia superba*** A. H. Clark, 1917

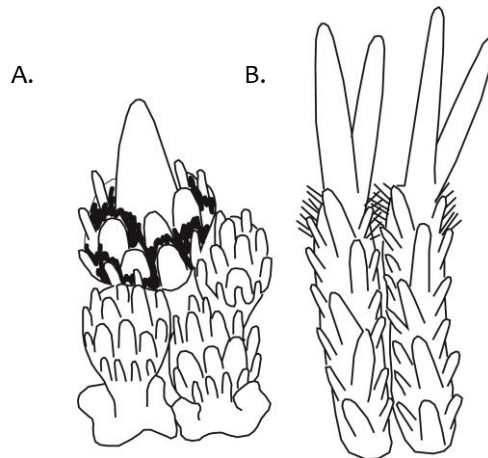


Figura 16. *Luidia superba* A. H. Clark, 1917. A. Detalle de forma de las paxilas con espina central. B. Detalle de ornamentación inferomarginal.

9'' Paxilas laterales rectangulares con los bordes redondeados, las paxilas de la tercera hilera y en ocasiones algunas de la segunda hilera, presentan una espina central grande, cónica, muy delgada y puntiaguda, esta hilera corre a lo largo de cada lado del brazo casi hasta la punta (Fig. 17); placas inferomarginales largas y estrechas presentan dos espinas marginales largas y en la superficie actinal de la placa hay seis o siete espinas delgadas; placas adambulacrales con tres espinas adambulacrales y una cuarta accesoria..... ***Luidia phragma*** H. L. Clark, 1910

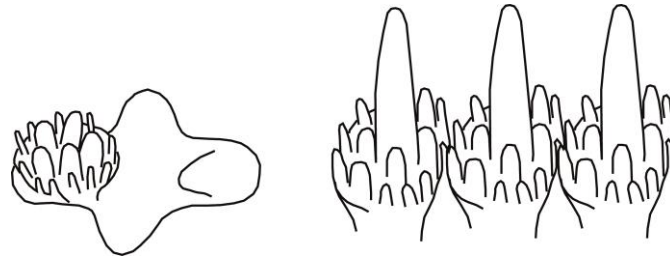


Figura 17. *Luidia phragma* H. L. Clark, 1910. A. Detalle de forma de las paxilas centrales y laterales con espina central.

10 Dispersas a lo largo de toda la superficie abactinal hay unas paxilas del doble de tamaño que el resto que tienen una espina central muy grande, cónica y puntiaguda (Fig. 18A); placas inferomarginales con dos espinas muy largas en el margen y en algunas placas una tercera espina en la superficie abactinal, junto a las paxilas superomarginales y en la superficie actinal de la placa hay cuatro o cinco espinas delgadas mucho más pequeñas; en los interradios, hay algunas placas actinales que pueden presentar pequeños y delgados pedicelarios bi o trivalvados (Fig. 18B); placas adambulacrales con tres espinas.....***Luidia n. sp. 1***

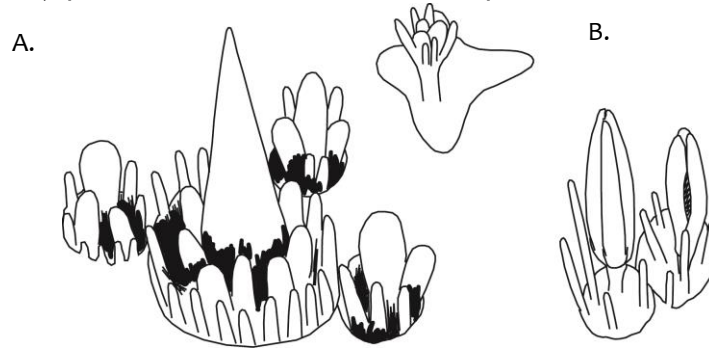


Figura 18. *Luidia n. sp. 1*. A. Detalle de las paxilas. B. Detalle de los pedicelarios actinales.

10' Las paxilas del centro del disco tienen forma redondeada y la columna es bastante larga y delgada, las bases tienen forma de cruz; la mayoría de las paxilas superomarginales presenta un pedicelario bivalvado que sustituye las espineletas centrales (Fig. 19B); las placas inferomarginales tienen una base ancha hexagonal y columna delgada, bordes de la placa ligeramente crenulados, de cinco a siete espinas delgadas subiguales; sólo un par de hileras de placas actinales, las más proximales con un pedicelario bi o trivalvado prominente; placas adambulacrales tienen forma triangular en vista actinal, cada una tiene cuatro espinas; placas orales con pedicelarios prominentes a cada lado (Fig. 19A).....***Luidia armata*** Ludwig, 1905

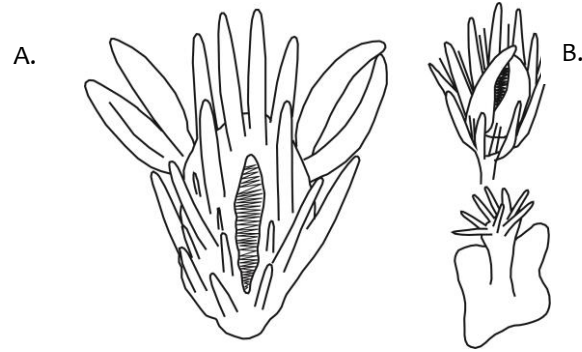


Figura 19. *Luidia armata* Ludwig, 1905 A. Detalle de pedicelarios orales. B. Detalle de pedicelarios de paxilas superomarginales y forma de paxilas.

10'' Las paxilas superomarginales son más grandes que las paxilas adyacentes, puede haber un pedicelario bi o trivalvado de aspecto redondeado; placas inferomarginales presentan dos espinas inferomarginales visibles en vista abactinal, delante de la espina pequeña puede haber un pedicelario bivalvado similar al de la paxila superomarginal pero un poco más grande; hay un par de hileras de placas actinales, la mayoría presenta un pedicelario tri o tetra valvado prominente; las placas actinales intermedias presentan un pedicelario igual; placas adambulacrales presentan cuatro espinas.....***Luidia ludwigi*** Fisher, 1906

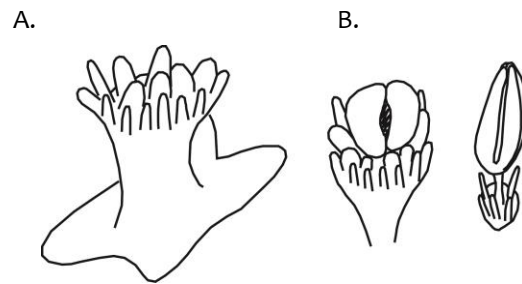


Figura 20. *Luidia ludwigi* Fisher, 1906 A. Detalle de la forma de las paxilas. B. Detalle de pedicelarios de las paxilas superomarginales y pedicelarios actinales.



6.4 ANÁLISIS MORFOMÉTRICO

Para este estudio, la estructura de la anatomía interna seleccionada para realizar análisis morfométricos fue el odontóforo. En el primer análisis, se comparó la forma de esta estructura relacionada con el crecimiento de los organismos de una especie, *Luidia superba* A. H. Clark, 1917. Esta especie es la más grande del género de la que se tiene registro, por lo que es importante determinar grupos de tamaños para analizar la parte de la estructura en donde se encuentra el mayor cambio, y, de esta manera, estandarizar la talla de los organismos que se utilizan para extraer odontóforos y que puedan ser utilizados para definir con mayor precisión la clasificación taxonómica a nivel específico. Se utilizaron 55 ejemplares distribuidos en cinco categorías de tallas en un intervalo de R=14.07-210.5 mm (Tabla 1), de acuerdo con la disponibilidad de ejemplares. Todos los números de catálogo corresponden a ejemplares del Golfo de California (ANEXO II) depositados en la CNE (ICML-UNAM).

Tabla 1. Relación de los ejemplares seleccionados, número de catálogo y talla (R) para cada categoría.

Categoría 1			Categoría 2			Categoría 3		
	No. Catálogo ICML-UNAM	Talla (R)		No. Catálogo ICML-UNAM	Talla (R)		No. Catálogo ICML-UNAM	Talla (R)
1	4410	14.07	12	4423	42.93	23	4238	52.61
2	4410	15.67	13	4414	43.85	24	4414	52.76
3	4410	18.92	14	4239	44.39	25	4399	55.86
4	4239	25.95	15	4423	44.45	26	4399	56.61
5	4425	26.52	16	4238	47.22	27	4399	57.46
6	4414	30.17	17	4423	47.48	28	4197	57.78
7	4197	31.39	18	4582	47.71	29	4399	63.28
8	4197	36.33	19	4423	47.73	30	4238	65.08
9	4414	36.34	20	4238	48.53	31	3555	65.99
10	4414	36.77	21	4238	48.71	32	4582	71.39
11	4197	40.13	22	4423	51.96	33	4399	80.12

Categoría 4			Categoría 5		
	No. Catálogo ICML-UNAM	Talla (R)		No. Catálogo ICML-UNAM	Talla (R)
34	4582	84.03	45	4239	138.7
35	3569	85.33	46	4239	140.8
36	3569	105.6	47	4244	145.5
37	3555	116.80	48	4244	150.2
38	3569	118.1	49	4244	152.7
39	4239	122.3	50	4429	158.5
40	4239	124.8	51	1647	160.2
41	3569	125.7	52	4429	180.5
42	3569	125.9	53	1647	194
43	3569	126.5	54	1647	204.6
44	3555	130.5	55	1647	210.5



El análisis de variables canónicas (CVA) mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) acorde con los valores obtenidos por la prueba de permutaciones con las distancias de Mahalanobis al comparar entre las cinco categorías de tamaños. En la prueba MANOVA (Tabla 2) se obtuvo una $p = 0.000999$ basada en 1000 permutaciones (Error de varianza = 0.005774) y el valor de la varianza explicada por grupos fue = 0.006009, por lo que los grupos explican 51 % del total.

Tabla 2. Datos del análisis MANOVA: ejes canónicos (λ), chi cuadrada (X^2), grados de libertad (DF) y valores de p .

MANOVA (CVA)			
Eje 1 $\lambda = 0.0002$	$X^2 = 272.89$	DF = 160	$p = 6.5859$
Eje 2 $\lambda = 0.0079$	$X^2 = 152.31$	DF = 117	$p = 0.015671$

El análisis mostró que existen dos variables canónicas distintas, (p scores = 6.5859×10^{-8} , 0.0156715), lo que significa que hay tres grupos significativamente distintos (Fig. 21)

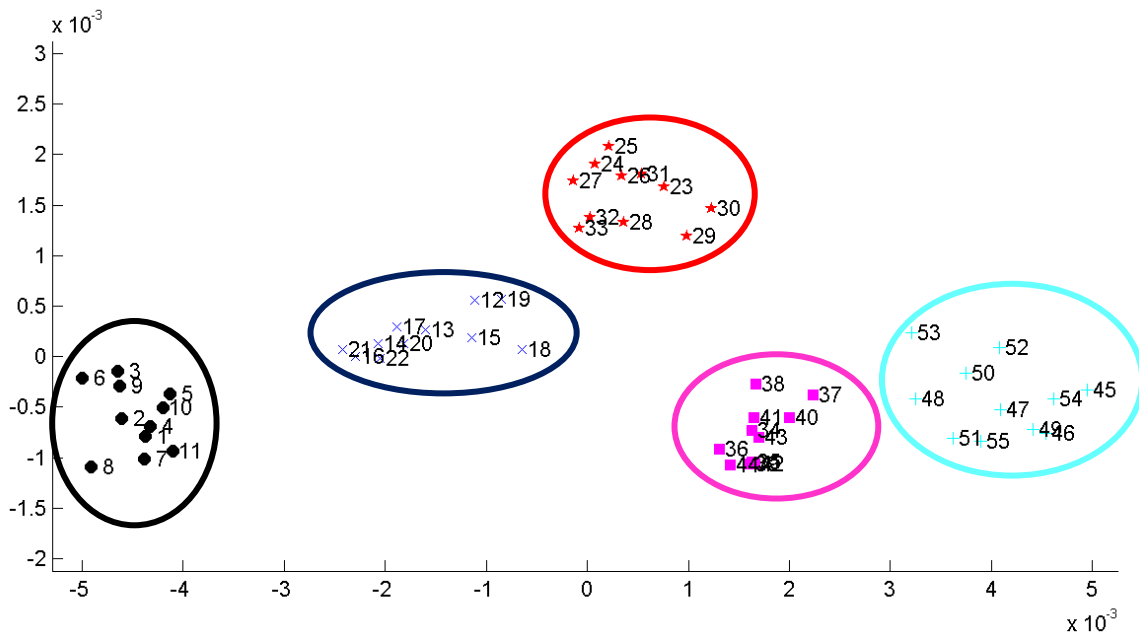


Figura 21. Análisis de variables canónicas (CVA) del odontóforo entre los grupos (**Categoría 1, categoría 2, categoría 3, categoría 4, categoría 5**) de tallas de *Luidia superba*.

De las cinco categorías diferenciadas, las categorías 2, 3 y 4 forman un solo grupo significativo, lo que separa los organismos en tres intervalos de tallas, de 14.02-40.13 mm; de 42.93-130.5 mm y de 138.7-210 mm. Las tres categorías significativamente distintas se denominaron C (ejemplares chicos), M (ejemplares medianos), G (ejemplares grandes). Con lo anterior, se determinó que utilizar ejemplares de una misma categoría puede eliminar el efecto de cambio en la forma debido al crecimiento.



La zona de mayor cambio corresponde a la curvatura de la muesca lateral de la placa debido al alargamiento que sufre con el crecimiento (Fig. 22).

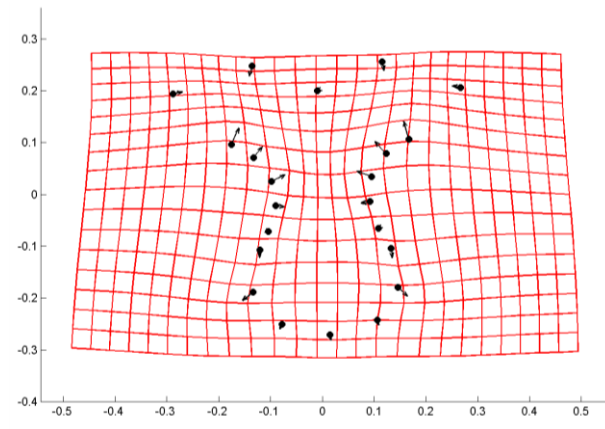


Figura 22. Gradilla de deformación y vectores que muestran la dirección del cambio en el odontóforo de *Luidia superba* a partir de la prueba de CVA.

A continuación, se presenta la variación de la forma de la placa dependiendo de la categoría de talla: C, M y G (Fig. 23).

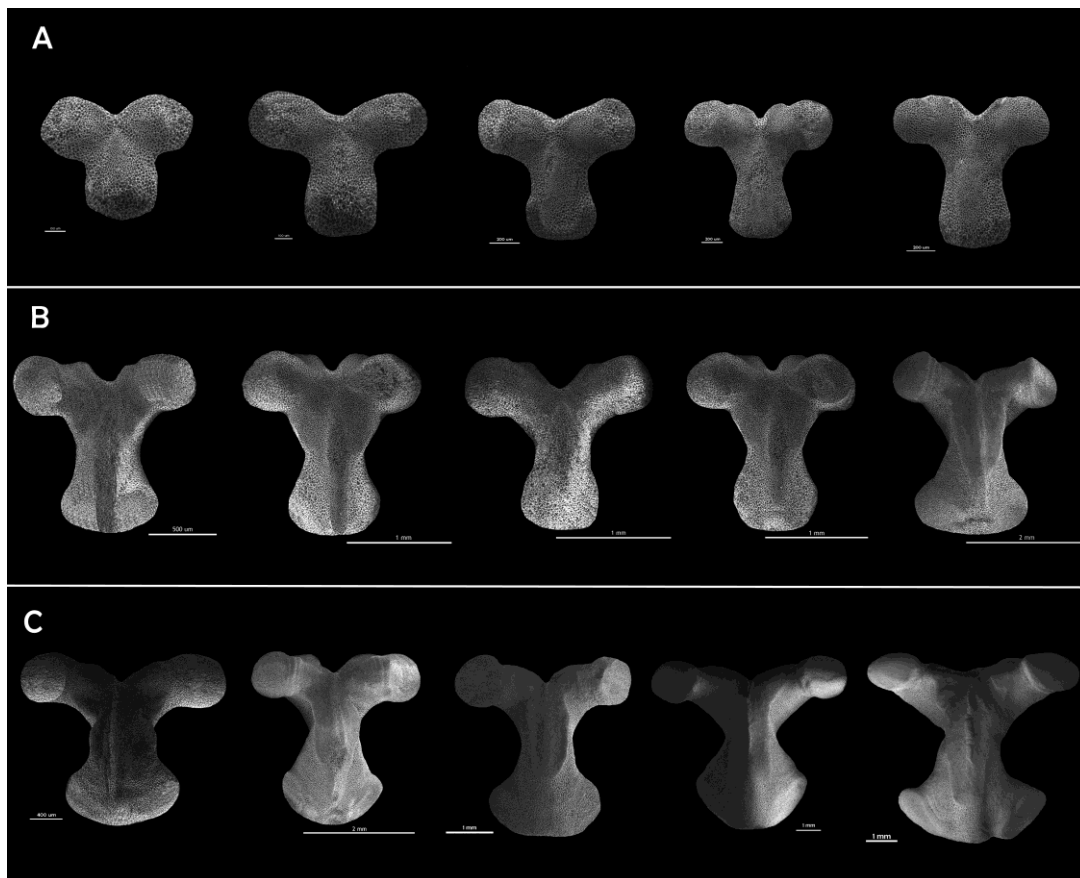


Figura 23. Variación ontogenética del odontóforo de *Luidia superba*. C (chicos), M (medianos), G (grandes).



Una vez que la estructura fue utilizada para el análisis morfométrico en el que se comprobó su utilidad para definir grupos al estandarizar la talla de los ejemplares a utilizar, se extrajo el odontóforo de 121 ejemplares de las 15 especies, para corroborar la identidad de los ejemplares de las especies que presentan problemas taxonómicos. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) para simplificar la descripción de la variación de la placa entre especies. Un gran porcentaje de la varianza está explicado por pocas variables, en este caso, el eje X se representa el primer componente (PC1) que explica el 67% de la varianza y el eje Y representa el segundo componente (PC2) que explica el 8% de la varianza total, por lo que el 25% restante está explicado por otras variables (Fig. 24).

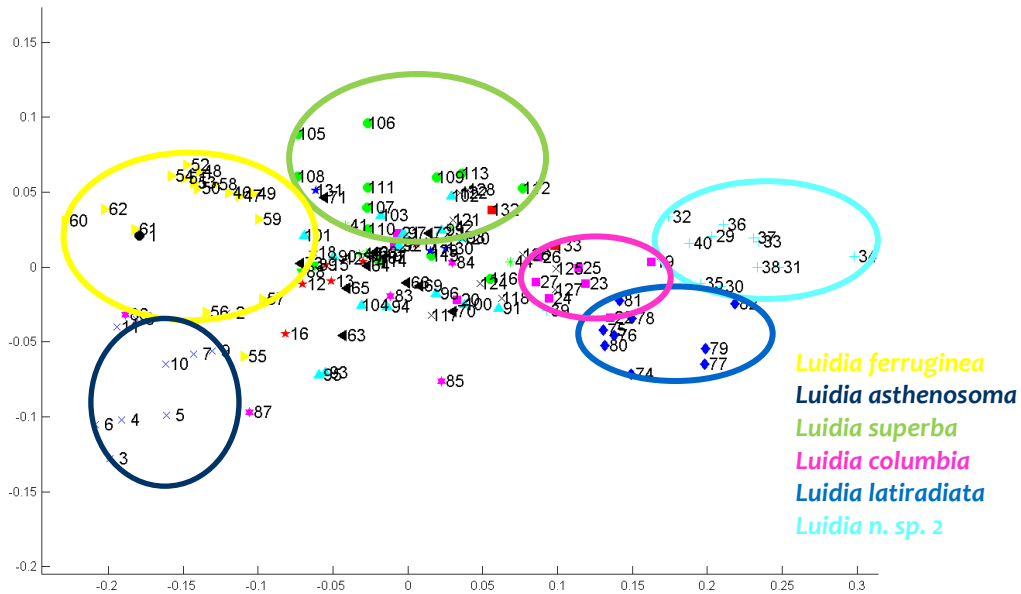


Figura 24. Análisis de componentes principales (PCA). Se muestra la distribución de los ejemplares con respecto al centroide en la dirección de cada eje.

De acuerdo con la prueba de componentes significativamente distintos, el número de eigenvalores es 1, los valores de $\chi^2 = 121.0615$ y 0.2688 (>5.99 es significativo).

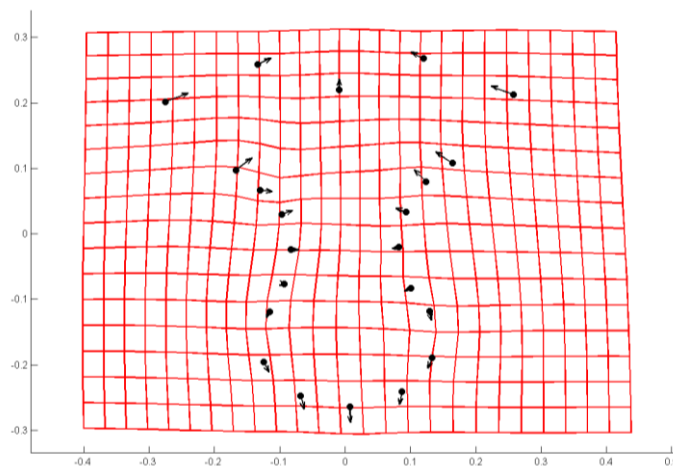


Figura 24.1 Gradilla de deformación y vectores que muestran la dirección del cambio en la forma del odontóforo a partir de la prueba de PCA.



En el PCA únicamente se distinguen los puntos de seis especies. Sin embargo, el patrón mostrado en este tipo de análisis puede o no estar relacionado con un factor biológico. Para definir si se pueden diferenciar las especies utilizando la forma de la placa, se realizó un Análisis de Variables Canónicas (CVA) para las 15 especies (Fig. 25). Con este análisis se determina qué y cuántas variables discriminan entre grupos, se asignan los individuos a grupos pre-definidos, en este caso la clasificación taxonómica, con base en la forma de la placa. La medida de la distancia entre grupos se denomina distancia de Mahalanobis.

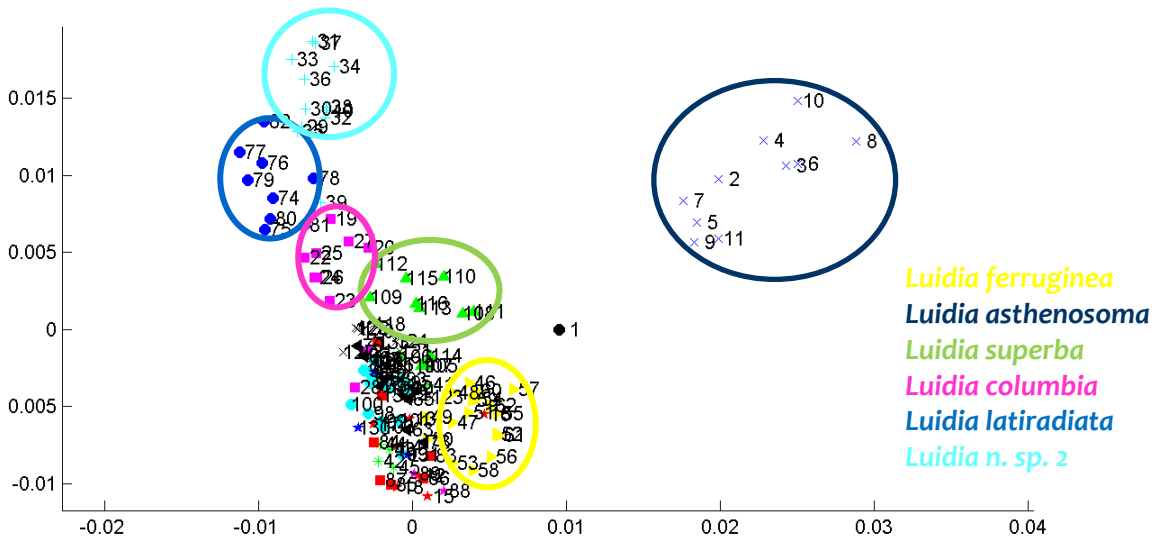


Figura 25. Análisis de variables canónicas (CVA). Se muestran seis grupos de especies diferenciados del resto de los ejemplares disponibles.

El análisis de variables canónicas (CVA) mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con los valores obtenidos por la prueba de permutaciones con las distancias de Mahalanobis al comparar entre las 15 especies. En la prueba MANOVA (Tabla 3) se obtuvo una $p = 0.000999$ basada en 1000 permutaciones (Error de varianza = 0.006363) y el valor de la varianza explicada por grupos fue = 0.007716, por lo que los grupos explican 54.8 % del total.

Tabla 3. Datos del análisis MANOVA: ejes canónicos (λ), chi cuadrada (X^2), grados de libertad (DF) y valores de p .

MANOVA (CVA)			
Eje 1 $\lambda = 0.0000$	$X^2 = 1426.56$	DF= 600	$p = 2.22045$
Eje 2 $\lambda = 0.0000$	$X^2 = 1119.74$	DF= 546	$p = 2.22045$
Eje 3 $\lambda = 0.0003$	$X^2 = 858.77$	DF= 494	$p = 2.22045$
Eje 4 $\lambda = 0.0013$	$X^2 = 694.56$	DF= 444	$p = 2.50416$
Eje 5 $\lambda = 0.0053$	$X^2 = 545.09$	DF= 396	$p = 9.11408$
Eje 6 $\lambda = 0.0154$	$X^2 = 434.01$	DF= 350	$p = 0.0014572$
Eje 7 $\lambda = 0.0350$	$X^2 = 348.53$	DF= 306	$p = 0.0472376$



El análisis mostró que existen siete variables canónicas distintas, (p scores= 2.22045e-16, 2.22045e-16, 2.22045e-16, 2.50416e-13, 9.11408e-07, 0.00145728, 0.0472376), lo que significa que detectó ocho grupos significativamente distintos (*L. armata*; un solo ejemplar disponible que corresponde al número 1; *L. asthenosoma*; *L. columbia*; *Luidia n. sp. 2*; *L. ferruginea*; *L. latiradiata*; *L. superba*; y el resto de los ejemplares).

El análisis requiere de un conjunto de características para ajustar la varianza y maximizar la separación de los grupos; es necesario que los grupos sean mutuamente excluyentes, que el número de objetos sea mayor al de las variables y requiere una variable nominal que defina dos o más grupos. En este caso, no existe material suficiente disponible para todas las especies, por lo que el análisis se realizó con un número promedio de 10 ejemplares por especies. Sin embargo, en algunos casos el número de ejemplares es menor (*L. armata*; un solo ejemplar) por lo que la muestra es insuficiente para realizar cualquier tipo de interpretación biológica.

Por lo anterior, se realizó un segundo análisis con los grupos diferenciados en el primer CVA para sustentar la posición taxonómica de al menos seis de las 15 especies (Fig. 26).

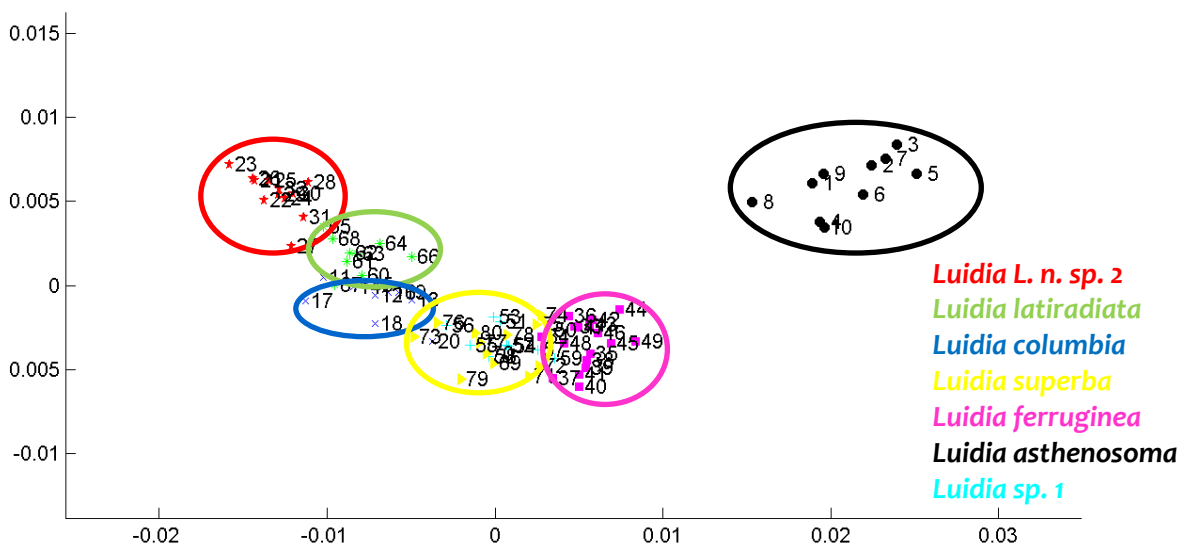


Figura 26. Análisis de variables canónicas (CVA). Se muestran seis grupos de especies diferenciados del resto de los ejemplares disponibles. Los ejemplares de *Luidia sp. 1* no están diferenciados de los ejemplares de *L. superba* y *L. ferruginea*.

El análisis de variables canónicas (CVA) mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con los valores obtenidos por la prueba de permutaciones con las distancias de Mahalanobis al comparar entre las 15 especies. En la prueba MANOVA (Tabla 4) se obtuvo una $p = 0.000999$ basada en 1000 permutaciones (Error de varianza= 0.005567) y el valor de la varianza explicada por grupos fue= 0.03853, por lo que los grupos explican 87.37 % del total.



Tabla 4. Datos del análisis MANOVA: ejes canónicos (λ), chi cuadrada (X^2), grados de libertad (DF) y valores de p .

MANOVA (CVA)			
Eje 1 $\lambda = 0.0000$	$X^2 = 595.36$	DF= 240	$p = 2.22045$
Eje 2 $\lambda = 0.0006$	$X^2 = 410.61$	DF= 195	$p = 2.22045$
Eje 3 $\lambda = 0.0070$	$X^2 = 275.37$	DF= 152	$p = 3.62399$
Eje 4 $\lambda = 0.0444$	$X^2 = 172.84$	DF= 111	$p = 0.0001562$

El análisis mostró que existen cuatro variables canónicas distintas, (p scores= 2.22045×10^{-16} , 2.22045×10^{-16} , 3.62399×10^{-9} , 0.000156233), lo que significa que detectó cinco grupos significativamente distintos (*L. asthenosoma*; *L. columbia*; *L. latiradiata*; *Luidia n. sp. 2* y *L. ferruginea*, *L. superba* como un gran grupo).

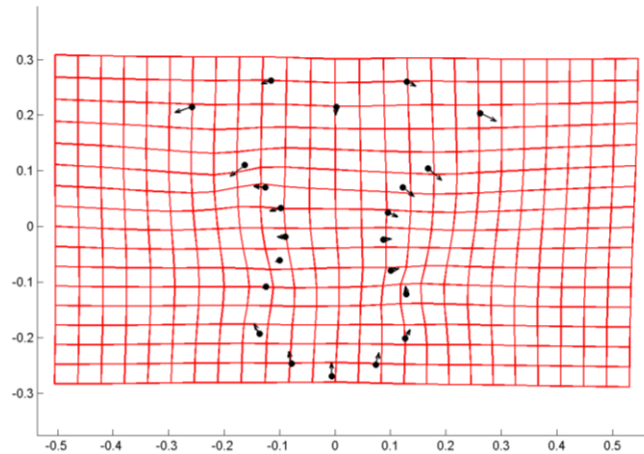


Figura 26.1 Gradilla de deformación y vectores que muestran la dirección del cambio en la forma del odontóforo a partir de la prueba de CVA.

Entre los ejemplares de *L. ferruginea* y *L. superba* se encuentran mezclados los ejemplares de *Luidia sp. 1*, lo cual sustenta el tratamiento de estos ejemplares como morfotipo y no como una nueva especie. En cuanto al resto de las especies, *Luidia asthenosoma* es la especie menos relacionada con el resto, lo cual es consistente con su posición dentro del grupo artificial Ciliaris (Döderlein, 1920); *Luidia n. sp. 2* es más cercana a *Luidia latiradiata* que a *Luidia columbia* (la especie con la cual había sido confundida) y *Luidia superba* se encuentra en una posición intermedia entre *Luidia columbia* y *Luidia ferruginea* (Grupo Clathrata) a pesar de encontrarse en un grupo artificial distinto a las otras especies (Grupo Alternata).



6.5 DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA

El género *Luidia* está compuesto por organismos infaunales que habitan generalmente en aguas someras y arrecifes sobre la plataforma continental. Las especies de este género se encuentran en ambientes templados y tropicales en un intervalo amplio, aunque la mayoría de los taxones son principalmente de aguas poco profundas (<200 m) y viven en sedimentos relativamente gruesos en comparación con otros paxilósidos que pueden habitar aguas más profundas y fondos fangosos o de lodos muy finos (Mah y Blake, 2012).

Se realizó una gráfica de distribución batimétrica de las 15 especies para comparar los intervalos de cada una (Fig. 27). Los ejemplares revisados se encuentran en un intervalo batimétrico de 0-419 m, el registro más profundo corresponde a *Luidia asthenosoma*.

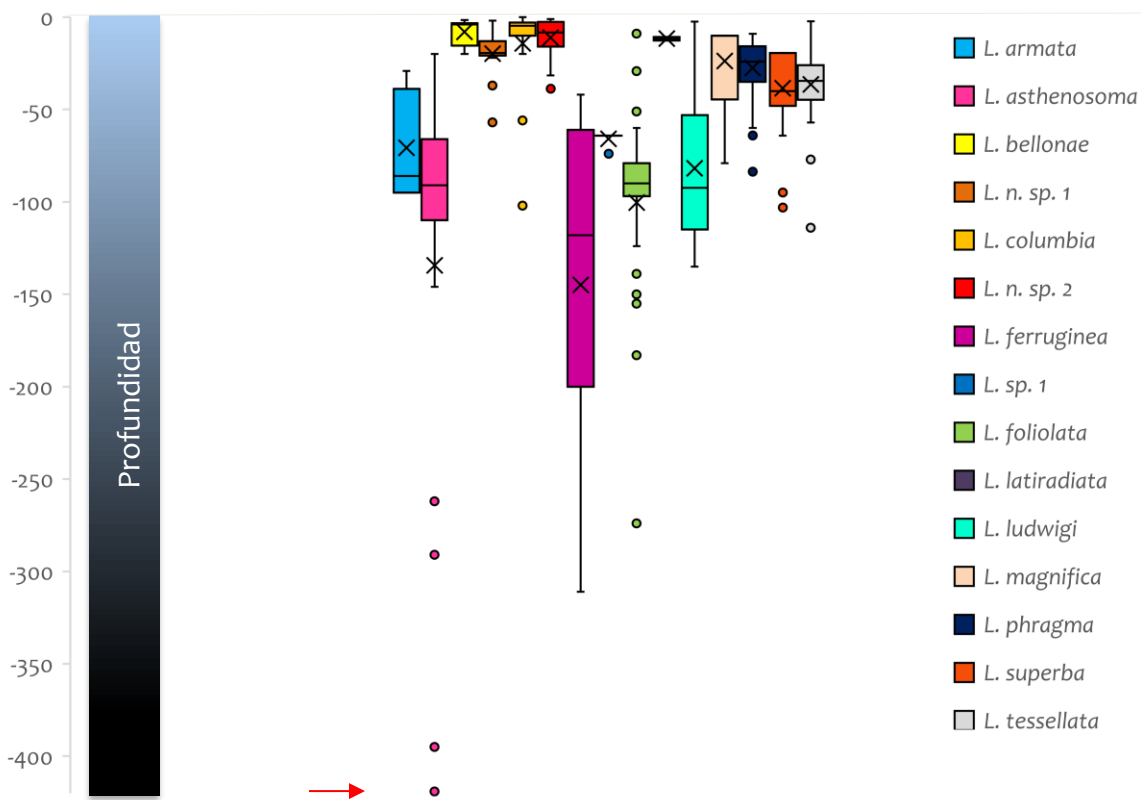


Figura 27. Distribución batimétrica por especie de los ejemplares revisados. El intervalo de profundidad total de cada especie se muestra mediante las líneas negras o “bigotes”; las “x” representan la media y las cajas indican el intervalo en el que se encuentra la mayoría de los ejemplares; los puntos fuera de las cajas muestran los registros extremos que se tienen para nueve de las quince especies. La especie que presenta el intervalo de distribución más grande es *Luidia asthenosoma*, de 20-419 m; la flecha roja indica el registro más profundo. La especie con el intervalo batimétrico más estrecho es *Luidia latiradiata* de 10-12 m, seguida del morfotipo *Luidia sp. 1* de 64-74 m.



6.6 DIFERENCIACIÓN DEL ODONTÓFORO EN LOS GRUPOS ARTIFICIALES (*sensu* DÖDERLEIN, 1920).

Se extrajo el odontóforo para cada una de las especies del género *Luidia* presentes en el Pacífico mexicano y se observó que la forma general puede ser consistente entre los cuatro grupos artificiales propuestos por Döderlein (1920): Alternata, Clathrata, Ciliaris y Quinaria.

Las especies del Pacífico mexicano se dividen entre los primeros tres grupos, por lo que la forma general del odontóforo se describe de la siguiente manera:

Grupo Alternata

Luidia armata Ludwig, 1905

Luidia bellonae Lütken, 1864 **

Luidia ludwigi ludwigi Fisher, 1906

Luidia magnifica Fisher, 1906

Luidia phragma H.L. Clark, 1910

Luidia superba A.H. Clark, 1917

Luidia n. sp. 1



Grupo Clathrata

Luidia columbia (Gray, 1840)

Luidia ferruginea Ludwig, 1905

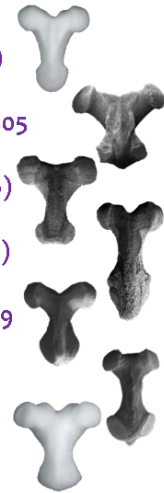
Luidia foliolata (Grube, 1866)

Luidia latiradiata (Gray, 1871)

Luidia tessellata Lütken, 1859

Luidia n. sp. 2

Luidia sp. 1



Grupo Ciliaris

Luidia asthenosoma Fisher, 1906



Figura 28. Forma del odontóforo por especie y por los tres grupos artificiales utilizados.

En el caso de *L. bellonae*** no se conoce la forma del odontóforo debido a que únicamente fue revisado el holotipo y un par de ejemplares más, por lo que no fue posible la extracción. De manera general, en el grupo Grupo Alternata los procesos proximales están ligeramente ensanchados, más que el proceso distal; en el grupo Clathrata los procesos proximales y el distal son del mismo ancho o el distal puede ser ligeramente más grande, como en *L. ferruginea*, *L. latiradiata* o *L. tessellata* y la placa tiene una forma general alargada; finalmente, en el grupo Ciliaris los procesos proximales y el distal son del mismo tamaño, por lo que la placa tiene forma general corta.



7 DISCUSIÓN

La diversidad del género *Luidia* en el Pacífico mexicano está representada por 12 especies, un morfotipo y dos nuevas especies con una distribución batimétrica de 0-419 m. De las aproximadamente 49 especies válidas que se reconocen actualmente (Lawrence, 2013), las especies presentes en el Pacífico mexicano representan el 31%.

Hasta el 2008 se tenían registradas seis especies del género *Luidia* para el Pacífico transicional mexicano y nueve especies dentro del Golfo de California (Solís-Marín et al., 2005; Honey-Escandón et al., 2008), de las cuales se comparten cinco especies, dando un total de 10 especies. Sin embargo, una de estas especies se había registrado bajo el nombre de uno de los sinónimos de *Luidia columbia*, que es *Luidia brevispina*, la cual en realidad corresponde a *Luidia n. sp. 2*.

En el trabajo de Solís-Marín y colaboradores (2005), dos de las nueve especies corresponden a nuevos registros, *Luidia ludwigi ludwigi* y *Luidia ferruginea*. De estos dos nuevos registros en realidad el único nuevo registro válido corresponde a *Luidia ferruginea*, debido a que en 1943 McLean ya había publicado los resultados de la Allan Hancock Foundation Expeditions realizadas en el Pacífico, en donde se registra material correspondiente a *Luidia ludwigi ludwigi* recolectado en aguas mexicanas y que actualmente se encuentra depositado en la CNE, además del material recolectado por el Albatross depositado en la colección del Smithsonian (USNM).

En ambos trabajos, las 10 especies fueron mencionadas utilizando los subgéneros descritos por Döderlein (1920), a pesar de que estos habían sido descartados por A. M. Clark en 1982. Además, se menciona a *Luidia armata* como *Luidia (Luidia) armata* y a *Luidia phragma* como *Luidia (Alternaster) phragma*, que en realidad corresponderían al subgénero Armaster. También en el 2005, Hooker y colaboradores realizaron un estudio sobre los equinodermos de Islas Lobos en Perú; en este trabajo se mencionaron dos nuevos registros del género para Perú, *Luidia bellonae* y *Luidia brevispina*, que corresponden a las mismas especies que están presentes en aguas mexicanas. En realidad, dicho registro de *Luidia bellonae* corresponde a *Luidia n. sp. 1* y el registro mencionado como *Luidia brevispina*, corresponde a *Luidia n. sp. 2*.

En 2009, Alvarado y colaboradores, realizaron un estudio sobre los equinodermos del Pacífico en Centroamérica. Es en este trabajo donde se mencionan la mayoría de las especies que están presentes en aguas mexicanas: *Luidia armata*, *Luidia asthenosoma*, *Luidia columbia*, *Luidia ferruginea*, *Luidia foliolata*, *Luidia latiradiata*, *Luidia phragma*, *Luidia superba* y *Luidia tessellata*, aunque dicho estudio únicamente abarca Centroamérica.

Posteriormente, en el 2014 Solís-Marín y colaboradores realizaron un trabajo sobre los asteroideos del Golfo de California. En dicho trabajo mencionan sólo siete especies del género *Luidia* para el Golfo, dos menos que las registradas en el 2005. Sin embargo, de estas siete especies, una de ellas corresponde a un sinónimo de *Luidia columbia*, se trata de *Luidia marginata*, la cual, de acuerdo con el material examinado y las fotografías disponibles, en realidad también corresponde a *Luidia n. sp. 2*. Por otro lado, no se utilizan los subgéneros propuestos por Döderlein (1920), pero las especies *Luidia ludwigi ludwigi* y *Luidia armata* se manejan como sinónimos, como fue propuesto por Döderlein, a pesar de que A. M. Clark (1989) había comprobado la validez de ambas especies.



En este mismo trabajo se menciona la presencia de *Luidia bellonae*, que, de acuerdo con el material revisado y las fotografías disponibles, en realidad corresponde a *Luidia n. sp.* 1. Ese mismo año, Jiménez-Rodríguez realizó un estudio biogeográfico de los asteroideos del Pacífico latinoamericano, en donde se enlistan las 12 especies que hasta ese momento habían sido registradas en el Pacífico mexicano, aunque no incluye datos taxonómicos de las especies, se mencionan únicamente nombres válidos actuales. Finalmente, en 2015 Granja-Fernández y colaboradores realizaron el listado de los equinodermos del Pacífico sur mexicano. Sin embargo, en dicho estudio se mencionan las mismas seis especies que ya habían sido registradas para el área en 2008 y se incluye el nombre válido actual y las sinonimias de cada una. Por lo anterior, es importante mencionar que en ningún trabajo previo al presente estudio se había incluido el listado taxonómico completo de las especies del género *Luidia* para el Pacífico mexicano, incluyendo la costa oeste de la península de Baja California, el Golfo de California y el Pacífico sur mexicano.

7.1 Aspectos taxonómicos de las especies del género *Luidia* en el Pacífico mexicano.

El género *Luidia* ha sido estudiado por numerosos autores, pero los caracteres que se han utilizado para definir a las especies son poco confiables o inconsistentes. Tras la revisión del género realizada por Döderlein (1920), únicamente algunos autores (A. M. Clark, 1953; 1982; Nataf y Cherbonnier, 1973; A. M. Clark y Downey, 1992) han hecho revisiones, cambios taxonómicos o nomenclaturales principalmente para especies del Atlántico.

Los caracteres que se han utilizado para erigir nuevas especies y/o subespecies pueden ser altamente variables entre los ejemplares de una misma especie o pueden estar sujetos a variación debido al crecimiento. Los principales caracteres que se han utilizado para diferenciar hasta nivel específico son: presencia de espinas paxilares, presencia y distribución de pedicelarios, número y alternancia en posición de espinas inferomarginales, distribución geográfica y patrones de coloración (A. M. Clark, 1982). Con respecto a la distribución geográfica, A. M. Clark (1953 y 1982) utilizó caracteres que suelen tener bajo valor específico como es la ornamentación paxilar, los pedicelarios o el número de espinas inferomarginales para designar subespecies o variedades en áreas geográficas distintas. En general, esto ha ocurrido con numerosas especies, pero, particularmente hablando de las especies de este género en el Pacífico, es el caso de ***Luidia ludwigi ludwigi***.

Derivado de la expedición a bordo del *Albatross* de 1899 a 1905, fueron descritas cuatro especies que se distribuyen en el Pacífico mexicano, las primeras dos fueron *Luidia armata* y *Luidia ferruginea* descritas por Ludwig (1905) y *Luidia asthenosoma* y *Luidia ludwigi* descritas por Fisher (1906b). *Luidia ludwigi* fue descrita a partir de material recolectado en California y Walenkamp (1976) mencionó que existe una gran afinidad entre esta especie y la descrita por Bell (1917) del Atlántico, *Luidia scotti*. Sin embargo, fue A. M. Clark (1982) quien determinó que se trataba de una subespecie, debido a que se diferencian únicamente en el número de espineletas paxilares; las paxilas medias de *L. ludwigi* rara vez presentan menos de seis espineletas centrales robustas, mientras en *L. scotti* el número promedio es tres. También mencionó la diferencia en el patrón de coloración. De acuerdo con las descripciones de *L. scotti* tanto de A. M. Clark como de otros autores (Bernasconi, 1943; Walenkamp, 1976) existen varios caracteres con los que puede



diferenciarse *L. ludwigi* de *L. scotti*, por ejemplo, la relación R/r para *L. ludwigi* en ejemplares grandes va de 6.67-10.9, mientras en *L. scotti* va de 5.3-8.1; el largo de los brazos (que parece ser mucho mayor con respecto al disco en *L. ludwigi*) y la forma general de las paxilas. Debido a la separación geográfica que existe entre ambas especies, además de la existencia de varios caracteres con los que se pueden diferenciar, se propone dar un tratamiento de nivel específico a cada una, hasta que se realicen estudios que utilicen caracteres tanto morfológicos como moleculares entre las especies del Atlántico y el Pacífico que están estrechamente relacionadas.

Además del tratamiento subespecífico de *Luidia ludwigi*, existe un problema taxonómico más con relación a dicha especie. Esta especie fue descrita con un año de diferencia de *Luidia armata*, ambas recolectadas por primera vez por el Albatross. Döderlein (1920) señaló que posiblemente se tratara de sinónimos, sin embargo, A. M. Clark (1982) determinó que se trata de dos especies válidas, a pesar de que incluyó ejemplares de *L. scotti* en su comparación, como consecuencia de su tratamiento como subespecies. En el trabajo de Solís-Marín y colaboradores (2014) se registra a *L. armata* como la especie válida y a *L. ludwigi* como sinónimo, aunque no se incluye ninguna nota explícita que describa los motivos para considerarlas sinónimos. En este estudio se examinó el material tipo de ambas especies (*L. armata*: SINTIPOS USNM-34446 y MCZ-2398; *L. ludwigi*: Holotipo USNM-21928), junto con el material disponible para el Pacífico mexicano y áreas adyacentes y se determinó que ambas son especies válidas cuya distribución geográfica converge en aguas del Pacífico mexicano; ya que *L. ludwigi* se distribuye de California central hasta el Golfo de California y *L. armata* del Golfo de California hasta Panamá.

Las principales diferencias entre estas dos especies son las siguientes: (1) la ornamentación paxilar que es mucho más fina en *L. armata* que en *L. ludwigi*, principalmente las espineletas centrales que son cortas, robustas y redondeadas en *L. ludwigi* y largas y delgadas en *L. armata*; (2) la forma de los pedicelarios de las paxilas superomarginales, que son mucho más cortos y robustos en *L. ludwigi* que en *L. armata*; (3) la presencia de grandes pedicelarios bivalvados orales en *L. armata*, característica completamente ausente en todos los ejemplares de *L. ludwigi*; y (4) las áreas actinales que son pequeñas en *L. armata*, ya que no presentan más de una hilera de placas mientras que en *L. ludwigi* hay al menos dos hileras de placas.

Una de las especies que está registrada para el Pacífico mexicano es *Luidia bellonae*. El ejemplar tipo de esta especie es de Guayaquil, Ecuador, y más tarde fue registrada para Callao, Perú por Verrill (1867) y por Meissner (1896). Fue registrada para Mazatlán, México por De Loriol en 1891, este último autor siendo el primero en mostrar figuras y descripción detallada de la especie, aunque agregó una nota que explicaba que la ornamentación inferomarginal no correspondía al 100% con la diagnosis de Lütken, hasta donde había podido traducir. La descripción original de Lütken incluye una diagnosis corta en latín, pero el resto está en danés, lo cual en parte ha causado el malentendido sobre la verdadera *L. bellonae* que surgió más tarde.

Madsen en 1956, describió la confusión que ha existido con la identificación de esta especie, ya que detalló que el primer registro de una *Luidia* en Chile fue realizado por Leipoldt en 1895, quien describió un ejemplar de Magallanes representando una nueva especie, *Luidia magellanica*, mencionando que se habría referido a su ejemplar como *L. bellonae* de no ser por la descripción de Loriol de la especie. Esta es la razón por la que Meissner en 1896 consideró que la especie de



Luidia presente en Sudamérica era en realidad la verdadera *L. bellonae* y designó a *L. magellanica* un sinónimo de esta, y, en consecuencia, también renombró los ejemplares de Mazatlán que describió Loriol como una especie distinta: *Luidia lorioli*.

Döderlein (1920) concordó con Meissner y consideró a los ejemplares chilenos como verdaderos *L. bellonae* pero no consideró a los ejemplares de Mazatlán distintos más que subespecíficamente, nombrándola una variedad (*Luidia bellonae* var. *lorioli*). H. L. Clark en 1910 reportó ejemplares de *Luidia* para Chile como *L. bellonae* y sostuvo que los ejemplares de Perú y de Chile no podían ser separados de los de México descritos por Loriol, consideró que se trataba de la misma especie y que entre los ejemplares de México y de Chile algunos podrían presentar caracteres intermedios. Madsen (1956) mencionó que la descripción de Loriol (1891) de los ejemplares de México concordaba con el ejemplar tipo de *L. bellonae* de Ecuador preservado en el Museo de Zoología de Copenhagen, por lo que determinó que el nuevo nombre designado por Meissner, *L. lorioli* para la forma mexicana, se trataba simplemente un sinónimo de *L. bellonae*. Sin embargo, Jangoux en 1985 publicó un catálogo de equinodermos del Museo de Historia Natural de Ginebra en el que se incluye material recolectado en Mazatlán y muestra fotografías, a partir del cual Loriol realizó su descripción y hace una comparación con ejemplares de *Luidia magellanica*. De acuerdo con estas fotografías, el material revisado por Loriol (1891) en realidad corresponde a *Luidia superba*, con lo cual es posible concluir que dicho material en realidad no correspondía ni a la descripción de *L. bellonae*, ni a la de *L. magellanica*.

De acuerdo con Madsen (1956), *L. bellonae* (según lo describió Lütken y De Loriol) se caracteriza por poseer muchas paxilas con espinas puntiagudas. Estas no se presentan en el ejemplar del estrecho de Magallanes descrito por Leipoldt, y esta fue una de las razones por las que se consideró una nueva especie (*L. magellanica*). Madsen mencionó que la presencia o ausencia de paxilas con espinas grandes normalmente es un carácter sistemático poco confiable en el género; pero que entre ambas formas hay otras diferencias. En este estudio fue revisado el material tipo de ambas especies (*L. bellonae*: Holotipo NHMD AST-9; *L. magellanica*: Holotipo NHMD AST-61) por lo que se pudo corroborar la validez de ambas especies, aunque es evidente que están estrechamente relacionadas ya que de forma general son muy similares. Las espinas de las placas inferomarginales son espatuladas en *L. magellanica*, y las que definen el margen son las más cortas, mientras que en *L. bellonae* son espiniformes y las que están en el margen son las más largas. Madsen (1956) consideró la posibilidad de que estos caracteres estén sujetos a variación por el crecimiento, pero detalló que es necesario realizar más estudios con la mayor cantidad de material posible para ambas especies. Por otro lado, el patrón de coloración también es distinto en ambas especies, *L. magellanica* tiene una coloración negra muy característica mientras *L. bellonae* presenta un patrón bandeado.

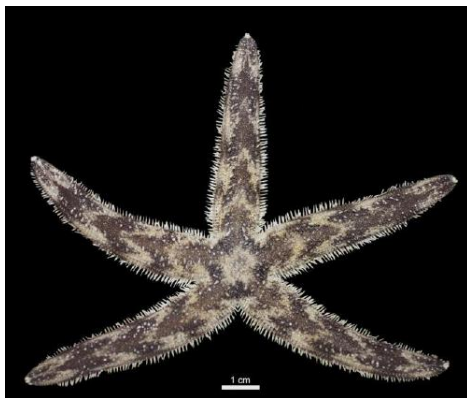
Es importante señalar que Madsen (1956) especificó también que todo el material de Ecuador revisado por él correspondía a *L. bellonae*, al igual que el ejemplar descrito por Loriol (1891). Sin embargo, como se mencionó previamente, el material de Loriol depositado en Génova en realidad corresponde a *L. superba*. Él concluyó que *L. magellanica* se distribuye del estrecho de Magallanes hasta Perú, donde es sustituida por *L. bellonae*, que se distribuye a partir de ahí, incluyendo Galápagos, hasta el Golfo de California. En el presente estudio fue revisado todo el material



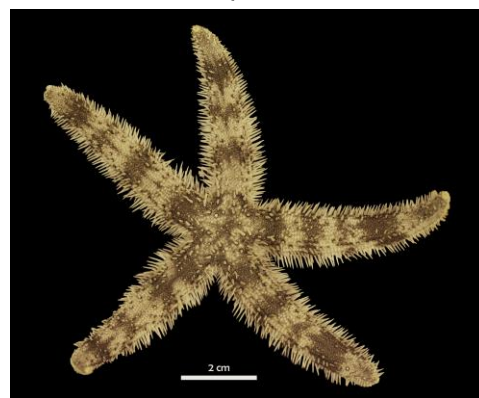
disponible en la CNE y en el USNM Smithsonian Institution y se determinó que todos los ejemplares identificados como *L. bellonae* recolectados en aguas mexicanas no corresponden con el holotipo de *L. bellonae*. De hecho, no se revisaron ejemplares de *L. bellonae* más que el holotipo y algunos ejemplares de Perú. Debido a la gran confusión que ha existido alrededor de esta especie, no es posible corroborar que los registros que existen en la literatura de *L. bellonae* para el Pacífico mexicano realmente correspondan a dicha especie, es necesario hacer una revisión de todo el material depositado en diversas colecciones a lo largo del área de estudio para determinar que realmente se trate de *L. bellonae*, ya que, si se considera el material revisado por Madsen, él utilizó la descripción de Loriol para corroborar la identidad taxonómica de ejemplares de Ecuador, por lo que podría tratarse de otra especie, por ejemplo de *L. superba*.

En la diagnosis original de *L. bellonae*, Lütken (1864) mencionó que se trataba de la especie hermana de *Luidia alternata* (Say, 1825) en el Atlántico, por lo que, sumado a los errores de traducción y a la falta de una descripción más completa de la especie, todo el material que ha sido recolectado en México, Centroamérica e incluso Galápagos y que se encuentra depositado en la CNE y en el USNM Smithsonian, ha sido mal identificado como *L. bellonae* pero en realidad se trata de una nueva especie, denominada en este estudio como *Luidia n. sp. 1*, que es más cercana a *L. alternata alternata* que al holotipo de *L. bellonae*. A continuación, se muestra una tabla comparativa de los caracteres que comparten *L. alternata alternata* y *Luidia n. sp. 1* y las diferencias con el holotipo de *L. bellonae* (Fotografía de *L. alternata alternata* tomada de Esteban-Vázquez, 2018).

Luidia alternata alternata ICML-UNAM 2.20.1
Antón Lizardo, Veracruz, México
R= 70 mm



Luidia n. sp. 1 ICML-UNAM 9549
La Roqueta, Acapulco, México
R= 70 mm



Algunas paxilas más grandes con espina central cónica	Algunas paxilas más grandes con espina central cónica
De dos a tres espinas inferomarginales en la superficie actinal de la placa	De cuatro a cinco espinas inferomarginales en la superficie actinal de la placa
De dos a tres espinas inferomarginales marginales	De dos a tres espinas inferomarginales marginales
Tres espinas adambulacrales, a veces una cuarta accesoria	Tres espinas adambulacrales
Placas actinales paxiliformes con pedicelarios trivalvados abundantes	Placas actinales paxiliformes con pedicelarios bi o trivalvados escasos



Luidia bellonae HOLOTIPO NHMD AST-11
Guayaquil, Ecuador
R= 102 mm



Paxilas con espina central son del mismo tamaño que el resto, en todas las laterales y a lo largo de toda la superficie
Tres espinas inferomarginales en la superficie actinal de la placa
Dos espinas inferomarginales marginales
Tres espinas adambulacrales
Placas actinales paxiliformes, sin pedicelarios

Otra de las especies en las que se han presentado problemas taxonómicos derivados de las características de la diagnosis original es *Luidia columbia*. Esta especie fue descrita por Gray (1840), quien, de acuerdo con A. M. Clark (1953), asumió que el ejemplar (etiquetado con localidad San Blas) provenía de Panamá, del lado del Atlántico, que en ese momento pertenecía a Colombia. Fue A. M. Clark quien determinó que el ejemplar podría provenir de San Blas, Nayarit, México, donde habían sido recolectados otros ejemplares iguales. Esta especie fue analizada por distintos autores (Lütken, 1859; H. L. Clark, 1940 y Döderlein, 1920), quienes pudieron haber confundido algunos de los caracteres, principalmente debido a que la diagnosis original de Gray es muy breve. Lütken describió a *Luidia tessellata* (1859) de una localidad de Costa Rica llamada Puntarenas, pero mencionó que podría tratarse de un sinónimo de *L. columbia*, lo cual A. M. Clark descartó al validar ambas especies. Por otro lado, más tarde (1871) describió a *L. brevispina*, que es en realidad un sinónimo de *L. columbia*.

La descripción de *L. columbia* proporcionada por Döderlein (1920), en realidad concuerda con los ejemplares de *L. tessellata*, lo cual no significa que sean sinónimos, simplemente se trata de una confusión entre los caracteres de las especies. Existe otro sinónimo de *L. columbia* que es *Luidia marginata*, descrita por Koehler, 1911. En el trabajo de Döderlein (1920), describe que *L. marginata* difiere de *L. brevispina* únicamente por la presencia de numerosas placas actinales en los interradios, a pesar de que en la diagnosis original esto no se menciona. El holotipo de *L. columbia*



se encuentra en un estado de preservación deplorable en la vista actinal, por lo que muchos de los caracteres no pueden ser comparados con certeza. Sin embargo, el material tipo de *L. brevispina*, está en muy buen estado de preservación, y, al comparar ejemplares identificados como *L. marginata* y *L. brevispina* se pudo comprobar que se trata de la misma especie. Generalmente hay sólo cinco o seis placas actinales por interrradio en *L. columbia*, lo cual es consistente con lo observado en los sintipos de *L. brevispina* (NHMD AST-11) y en material identificado como *L. marginata*. Por otro lado, Jangoux (1985) definió que *L. marginata* se trata de un sinónimo de *L. columbia* debido a que la única diferencia que existe entre ambas es la ornamentación inferomarginal, debido a que todas las espinas que presenta *L. marginata* son más largas y puntiagudas que en *L. columbia*, por lo que en su opinión se trata únicamente de una variación. Es necesaria la revisión de más material de distintas localidades indentificado como *L. columbia* o alguno de sus sinónimos para determinar qué tan variable es el largo de las espinas marginales. En este estudio se considera a *L. marginata* como sinónimo de *L. columbia*.

En cuanto a *L. brevispina*, de acuerdo con Caso (1961), se trata de una especie válida. En el trabajo de 1961 menciona a *L. brevispina* pero no incluye a *L. columbia*, las imágenes proporcionadas demuestran que en realidad se trata de ejemplares de *L. columbia*. Sin embargo, en trabajos posteriores, ella mencionó ambas especies como válidas, ya que consideró que *L. brevispina* era una especie válida al existir dos morfotipos distintos en la CNE. Después de revisar el material tipo de las especies, de confirmar que *L. brevispina* y *L. marginata* son sinónimos de *L. columbia* y separar los morfotipos existentes en la CNE y en el USNM Smithsonian Institution, se determinó que lo que había sido identificado como *L. brevispina* en ambas colecciones en realidad corresponde a una potencial nueva especie, denominada ***Luidia n. sp. 2***. En el trabajo de los equinodermos de la bahía de Mazatlán (1979), Caso menciona nuevamente a *L. brevispina* pero muestra ejemplares de *L. columbia*, además menciona a *L. foliolata* pero muestra imágenes de ejemplares que corresponden a *Luidia n. sp. 2*.

Solís-Marín y colaboradores (2014b) incluyeron a *L. marginata* como parte del listado taxonómico de las especies presentes en el Golfo de California además de *L. columbia*, es decir, tratando ambas especies como válidas. Sin embargo, de acuerdo con las imágenes y números de catálogo proporcionados, los ejemplares considerados *L. marginata* en dicho trabajo en realidad corresponden a *Luidia n. sp. 2*.

En cuanto a ***Luidia ferruginea***, esta especie fue descrita por Ludwig (1905) a partir de ejemplares recolectados en Panamá. Fue registrada para México por primera vez por Solís-Marín y colaboradores (2005) para el Golfo de California y Sinaloa. Esta especie es muy característica debido a la forma de las paxilas que son muy delgadas, con una columna muy larga y base en forma de cruz, lo que le da una apariencia muy frágil al cuerpo. Existen pocos registros de ella y su distribución aparentemente se extiende desde el Golfo de California hasta Perú. En este estudio fueron encontrados dos morfotipos distintos que cubren esa área geográfica. El primer morfotipo corresponde a los ejemplares que son iguales al material tipo de *L. ferruginea*, mientras que el otro morfotipo difiere en algunos caracteres de importancia taxonómica específica. La principal diferencia entre ambas es la forma de las paxilas, debido a que *L. ferruginea* presenta paxilas muy



delgadas, largas y finas, mientras que **Luidia sp. 1** presenta paxilas más cortas y ligeramente más robustas. Otra característica importante es la forma de las placas inferomarginales, cuyos bordes son lisos en los ejemplares de *L. ferruginea* y crenulados en los bordes de *Luidia sp. 1* y cuya cresta es ancha en *L. ferruginea* y muy fina en *Luidia sp. 1*. Finalmente se diferencian por la forma de la placa terminal, que es más pequeña en *Luidia sp. 1* que en *L. ferruginea*, además de que esta última presenta seis o siete espinas muy largas y finas agrupadas en la punta, mientras que *Luidia sp. 1* presenta siete u ocho espinas delgadas y cortas. Sin embargo, existen otras características con alto valor específico que se mantienen iguales en ambos morfotipos, por ejemplo, el número de espinas adambulacrales es cuatro para ambos morfotipos y la disposición es la misma; también el número de filas longitudinales de paxilas laterales regulares es el mismo, cuatro. En este estudio se propone el uso del odontóforo para definir con mayor precisión entre especies, por lo que en este caso el tratamiento es de morfotipo y no de una nueva especie, debido a lo anterior y a que en los resultados del análisis morfométrico del odontóforo, no fue posible separar en un grupo a los ejemplares de *Luidia sp. 1* de los de *Luidia ferruginea*, por lo que sería necesario la revisión de más material, análisis morfométricos de más de una placa y estudios moleculares para determinar si se trata de una nueva especie o posiblemente de un proceso de especiación reciente.

En el caso de **Luidia phragma**, se trata de una de las especies más comunes en el Pacífico mexicano, se distribuye del Golfo de California hasta Perú. Alvarado y Solís-Marín (2013) registraron la distribución batimétrica de la especie hasta 386 m. Sin embargo, no se menciona el registro en el cual está basado el reporte. En los ejemplares revisados, la profundidad máxima registrada es de 86 m, que se aproxima más a la profundidad registrada por A. M. Clark (1989), de uno a 55 m. En cuanto a los caracteres, existen ciertas variaciones entre los ejemplares: (1) La principal característica diagnóstica de la especie es la presencia de espinas paxilares centrales en la tercera hilera longitudinal de las paxilas laterales regulares; el tamaño de esta espina es altamente variable y no parece estar relacionado al crecimiento de los ejemplares, ni a la distribución latitudinal, ya que pueden existir ejemplares pequeños con espinas muy largas y viceversa, además de que puede haber ejemplares que presenten un estado de carácter u otro en un mismo lote; (2) otro carácter sujeto a gran variación es la forma de las espinas inferomarginales, ya que pueden presentarse ligeramente aplanadas en la mayoría de los ejemplares o marcadamente aplanadas en algunos. Tampoco existe relación entre la forma de las espinas inferomarginales y el tamaño de la espina paxilar, ya que en cualquier caso puede presentarse una combinación de estados de carácter; finalmente (3) el número de brazos puede considerarse variable, ya que, aunque la mayoría de los ejemplares presenta cinco brazos, es muy común encontrar ejemplares que presenten seis brazos.

El registro de radio mayor (R) más grande del género corresponde a **Luidia superba**. Esta especie puede presentar tamaños de hasta 415 mm (el más grande registrado) y se distribuye desde el Golfo de California hasta Galápagos. La especie fue descrita en 1917 por A. H. Clark a partir de un único ejemplar recolectado por el *Albatross* en 1888 en Colombia. Fue el único ejemplar que se conocía de la especie hasta 1978, cuando Downey y Wellington realizaron un trabajo sobre el redescubrimiento de la especie en Galápagos, y donde fue recolectado el ejemplar más grande hasta ahora registrado. En dicho trabajo, discutieron que a pesar de que el holotipo presenta seis brazos, no es lo normal en la especie, ya que es una especie común en el área y todos los demás



ejemplares presentan cinco brazos. Esto fue comprobado en este estudio en todos los ejemplares revisados (756 ejemplares), únicamente el holotipo presenta seis brazos.

La mayoría de los ejemplares revisados pertenecen al Golfo de California, aunque la especie ha sido recolectada de forma regular en prácticamente todo el Pacífico mexicano. Las tallas más grandes en el Golfo de California se encuentran en un intervalo de $R=215-253$ mm, no existe ningún ejemplar que alcance las tallas registradas para Galápagos. Es posible que el tamaño inusualmente grande de los ejemplares en Galápagos, esté explicado por los altos niveles de nutrientes debido a las surgencias de la zona que generan un ambiente óptimo para su desarrollo; y al número de nichos ecológicos disponibles. Esto significaría que no están ocupados por competidores; lo que hace que frecuentemente sean más grandes que otras especies cercanas o ancestrales (Downey y Wellington, 1978; Gosliner, 2009). Esta es una de las características de la especie que está sujeta a variación latitudinal; pero existen otras variaciones entre los ejemplares de México y los de Galápagos, como el tamaño y la abundancia de las espinas paxilares centrales que están distribuidas por toda la superficie abactinal, ya que en los ejemplares del Golfo de California las espinas son más o menos abundantes, delgadas y ligeramente más largas, mientras que en los ejemplares de Galápagos son más abundantes, relativamente más cortas y robustas. Finalmente, la forma de las espinas inferomarginales también es una característica algo variable, ya que en los ejemplares de Galápagos las espinas son ligeramente más aplanadas que en los ejemplares del Golfo de California.

Luidia foliolata es una especie bastante común que se distribuye desde el sur de Alaska hasta el Golfo de California, presenta muy poca variación en cuanto a la forma de espinas y/o espineletas. Fisher (1911), mencionó la variación existente en los ejemplares recolectados en el Pacífico norte, ya que pueden presentar brazos relativamente más cortos y espinas poco conspicuas.

Entre los caracteres sujetos a variación que él mencionó, se encuentra la forma de las espinas inferomarginales que son más anchas y cortas en ejemplares pequeños, además de que los ejemplares más pequeños ($R= \sim 8$ mm) aún no desarrollan las espinas marginales. Entre los ejemplares revisados en este estudio se encuentran los citados por Fisher (1911), recolectados en Monterey Bay y se observó que la ausencia de espinas marginales en los ejemplares pequeños puede deberse al estado de conservación de estos, ya que no son visibles a simple vista, pero se pueden observar inserciones en las placas inferomarginales al examinarse al microscopio, por lo que el único carácter variable es la forma de las espinas inferomarginales. Este carácter varía también entre los ejemplares de California central y los ejemplares de México. En general, los ejemplares recolectados en aguas mexicanas son de tamaños menores y las espinas inferomarginales están más aplanadas que en los que han sido recolectados más al norte. Fisher (1911) también detalló que los ejemplares recolectados al norte de Estados Unidos eran inusualmente grandes y que presentaban variación en la forma de las espinas inferomarginales, ya que en los ejemplares del norte eran más largas y delgadas, por lo que la forma lanceolada es menos marcada que en los ejemplares de California. En cuanto al tamaño, el ejemplar más grande revisado en este estudio fue recolectado en Oregon y tiene un $R= 212.39$ mm, mientras los ejemplares de México alcanzan un $R= 77.28$ mm. La diagnosis original no es muy clara, la ubicación



del material tipo es incierta y se desconoce la localidad tipo de la especie. Sin embargo, la redescritción de Fisher (1911) y la gran cantidad de ejemplares disponible, han permitido que los límites taxonómicos de esta especie estén bien definidos y haya sido estudiada por diversos autores (Cavey y Wood, 1991; George, 1994; Komatsu et al., 2000; Vickery et al., 2001) para evaluar aspectos ecológicos, larvarios y de alimentación.

En cuanto a *Luidia asthenosoma*, esta especie no presenta problemas taxonómicos, los ejemplares revisados presentan poca variación en la forma de espinas y espineletas. Sin embargo, es importante destacar que se trata de la especie con el registro batimétrico más profundo de todas las especies presentes en el Pacífico mexicano. En 2010 fue registrada por Hendricks y colaboradores como una de las especies de asteroideos que pueden ser encontrados por debajo de los 500 m en el Pacífico este central, junto con *Luidia foliolata*. Se ha registrado hasta una profundidad máxima de 620 m (A. M. Clark, 1989) y en este estudio se revisaron ejemplares de hasta 419 m. Presenta algunas características morfológicas que varían significativamente con respecto al resto de las especies que podrían estar relacionadas con su presencia en aguas más profundas; los brazos son muy largos y delgados, las paxilas superomarginales son rectangulares y del doble de tamaño de las paxilas laterales y los pedicelarios son prominentes y de forma globosa.

7.2 Hábitos de enterramiento, forma-función de paxilas y pies ambulacrales.

El género lo integran organismos que tienen hábitos de enterramiento; en particular, los pies ambulacrales y las paxilas son las características que están asociadas a estos hábitos.

De acuerdo con Lawrence (2013), se ha sugerido que la punta redondeada de los pies ambulacrales está adaptada para empujar entre las partículas del sustrato y contribuyen a tener un movimiento eficiente en la superficie; además, las ámpulas bilobuladas producen mayor turgencia en los pies ambulacrales. Al momento de enterrarse, las espinas inferomarginales se contraen hacia los lados de los brazos y la superficie abactinal de estos se estrechan y se pliegan longitudinalmente; los pies ambulacrales se prolongan y hacen movimientos laterales, alejando las partículas arenosas que están debajo del organismo; para cualquiera de las especies del género, la distribución irregular de las paxilas medias del brazo permiten el plegamiento longitudinal del brazo, lo cual incrementa la fricción con el agua y permite disminuir el trabajo, es decir, el movimiento realizado para desplazarse sobre o entre el sustrato es eficiente.

La forma de las paxilas superomarginales presenta tres estados de carácter en las especies del Pacífico mexicano: (1) más grandes que el resto de las paxilas, más anchas que largas (*Luidia latiradiata*); (2) más grandes que las paxilas laterales, más largas que anchas (*Luidia asthenosoma*); (3) iguales o subiguales a las paxilas laterales (el resto de las especies). La forma de estas placas posiblemente está determinada por el tipo de sustrato en el que habitan las especies, por lo que la forma puede intervenir para producir mayor eficiencia y reducir la cantidad de energía necesaria para realizar la misma función en todas las especies. Normalmente, estos organismos no se encuentran en sustratos duros o rocosos, lo cual probablemente se debe a la forma de los pies ambulacrales, que, como se mencionó previamente, carecen de disco succionador, y, aunque tiene



capacidad adhesiva, no proveen suficiente superficie de contacto para adherirse con tanta fuerza como en otros grupos, sino que su utilidad se especializa en el movimiento entre partículas.

Particularmente en el caso de *Luidia asthenosoma*, como se mencionó previamente, se trata de una especie que presenta uno de los tres estados de carácter de la forma de las paxilas superomarginales, que son rectangulares; además, los brazos son muy largos y delgados y los pedicelarios tienen forma globosa. Esta es una de las especies que puede encontrarse a mayor profundidad en el Pacífico mexicano (419 m), lo cual podría interpretarse como que es habitante de sustratos más finos, ya que los brazos largos y delgados con ornamentación marginal fina incrementa la superficie de contacto para sostenerse en sustratos lodosos y evitar el hundimiento; las paxilas superomarginales podrían proveer mejor sostén al momento de enterrarse en dichos sustratos finos y la forma globosa de los pedicelarios podría estar relacionada a la adaptación a mayor presión hidrostática.

Todas las especies del género están mucho mejor adaptadas a aguas someras y la plataforma continental (A. M. Clark y Downey, 1992) y no son organismos que se encuentren en la zona abisal (4000-6000 m de acuerdo con Glover *et al.*, 2020). A pesar de que no se encuentren en grandes profundidades en las que existen otro tipo de condiciones (como baja disponibilidad de carbonato de calcio, presión hidrostática elevada, nula actividad fotosintética, entre otras), existen diferencias importantes relacionadas con la presencia en zonas de mayor profundidad a 200 m (límite entre somero y profundo (Escobar-Briones, 2000), es decir, las adaptaciones de las especies que habitan entre 0-50 m de profundidad no serán las mismas que las que habitan profundidades de 150-400 m; en general, después de los 200 m la penetración de la luz es mucho menor, por lo que la actividad fotosintética y la cantidad de oxígeno disuelto disminuye (sumado a las zonas de oxígeno mínimo, por ejemplo en el Golfo de California, que se presenta desde los 250 m de profundidad [Hendrickx y Serrano 2010]).

La forma de los brazos y de las paxilas marginales se podría interpretar entonces como un incremento en la eficiencia del movimiento del organismo en sustratos lodosos de aguas ligeramente más profundas en el Pacífico mexicano.

7.3 Hábitos alimenticios y el odontóforo

Los organismos de este género suelen alimentarse de la epifauna y la infauna. Se alimentan intraoralmente, no tienen la capacidad de sacar sus estómagos y carecen de recto, ano y cuerpos de Tiedemann. De acuerdo con Lawrence (2013), no ha sido muy estudiado a qué profundidades dentro del sustrato suelen alimentarse las estrellas de este género. Sin embargo, Brun (1972) realizó un estudio sobre la alimentación de *Luidia ciliaris* en el que detalló que esta especie suele enterrar la mitad del cuerpo, con la superficie oral del disco y las inferomarginales completamente cubiertas. Por otro lado, Sloan y Robinson (1983) describieron que *L. foliolata* hace esto mismo para capturar su alimento. En general, suelen ser depredadoras y se han registrado casos de canibalismo en *L. magellanica*, *L. quinaria*, *L. clathrata* (Ganmanee *et al.* 2003; Lawrence, 2013).



El sistema oral de los asteroideos consiste en un par de placas orales, un par de músculos circumorales y un odontóforo por interrradio (Gale, 2013). El odontóforo fue nombrado por Viguier en 1878, y es la placa que une el par de placas orales. En dicho trabajo, discutió la clasificación de los asteroideos a partir de la revisión de 37 especies y 27 géneros, propuso utilizar la forma de las placas orales y del odontóforo para separar los taxa, mencionando que los géneros *Astropecten*, *Luidia* y *Ctenodiscus* forman un grupo natural. Este fue el primer y único acercamiento a una clasificación basada en el uso de este carácter y únicamente ha sido retomado recientemente por algunos autores (Gale, 2011b; Fau y Villier, 2018 y 2019) en ciertos grupos de asteroideos.

De acuerdo con Gale (2013), los odontóforos se colocan entre las placas orales y se articulan mediante los procesos proximal y distal. Estos procesos están en contacto con la superficie lisa de la vista interrradio de las placas orales y el músculo del odontóforo (*odom*) se inserta en la superficie actinal del odontóforo y la vista interna de la placa oral. Las placas orales articulan con la primera placa adambulacral distalmente y abactinalmente con el osículo circumoral, donde se forma un hueco de donde emerge el primer pie ambulacral. Los músculos interrradiales, radiales, actinales transversales en los circumorales y los odontóforos cierran la boca por contracción, por lo que el odontóforo tiene un papel crucial en la forma en cómo se alimentan los asteroideos.

En este sentido, es muy probable que el odontóforo sea de importancia taxonómica para diferenciar entre grupos, principalmente basándose en la idea de que los hábitos alimenticios varían entre los taxa. Siendo los organismos del género *Luidia* importantes depredadores, es muy probable que el odontóforo posea rasgos morfológicos que le permiten abrir ampliamente la boca, de manera que puedan engullir presas de gran tamaño (crustáceos, moluscos e incluso otros equinodermos) y variar específicamente debido a la preferencia de presas relacionada con el hábitat entre las especies del género.

7.4 Sistemática del género

La posición taxonómica y sistemática de los paxilósidos con respecto al resto de los órdenes de asteroideos ha sido ampliamente discutida. En general, las características del orden que han sido discutidas sistemáticamente son: (1) la ausencia de ano y alimentación extraoral, (2) ausencia de discos succionadores en los pies ambulacrales y (3) ausencia de larva braquiolaria.

Mortensen (1921) discutió que la presencia de larva braquiolaria es una condición avanzada entre los asteroideos, por lo que la ausencia de esta en los paxilósidos implicaría la evidencia de una posición primitiva; mientras que MacBride (1921) propuso que la presencia de larva braquiolaria era la condición primitiva y que había sido perdida secundariamente en los paxilósidos debido a que los brazos adhesivos no tenían utilidad alguna en los sustratos blandos que habitan. Por otro lado, Fell (1963) apoyó la idea de que los paxilósidos sean un grupo basal, debido a que interpretó a *Luidia latiradiata* como un fósil viviente dentro de la clase Somasteroidea del ordovícico; pero fue Blake (1982) quien demostró a partir de la morfología del esqueleto que se trataba de una verdadera *Luidia*. A raíz de esto se publicaron numerosos estudios morfológicos y moleculares (Gale, 1987; Blake, 1987; Lafay et al., 1995; Matsubara et al., 2005) que finalmente llevaron a la



conclusión de que Paxillosida es un grupo monofilético, pero no basal y que sus características eran derivadas secundariamente.

Sin embargo, Gale (2011) retomó la idea de que se trata de un grupo basal a través de un amplio estudio morfológico en el que, para definirlo, incluyó características de las placas adambulacrales y ambulacrales, la articulación entre estas, el proceso circumoral distal, la presencia de una espina en el odontóforo, el tipo de pedicelarios, la posición de la madreporita, la ausencia de disco succionador en los pies ambulacrales, el sistema digestivo simple y la ausencia de larva braquiolaria para definirlo.

Uno de los estudios más recientes sobre la filogenia de la clase es de Mah y Blake (2012), en el cual fue discutida una vez más la posición de los paxilósidos con respecto a los demás taxa. En dicho trabajo se discute que el conocimiento que se tiene hasta ahora sobre los linajes en Naeoasteroidea aún no es muy claro y la elección de un clado basal, como los paxilósidos representaría una simplificación excesiva de una historia evolutiva compleja, en la que probablemente existieron múltiples taxones no reconciliados, en la reconstrucción de una filogenia que únicamente ha contemplado los taxa vivos y fósiles hasta ahora disponibles, por lo que el debate queda abierto.

En este estudio, de las especies analizadas una de las más importantes en este aspecto, es *Luidia latiradiata*, ya que ha sido objeto de una discusión sistemática dentro de Neoasteroidea. En 1945, Caso publicó una modificación a la familia Luidiidae dividiéndola en dos subfamilias: Luidiinae y Platasterinae. Basado en esta modificación, Fell (1963) elevó ambas a familia e incluyó a Platasteriidae dentro de la clase Somasteroidea como únicos representantes actuales y transfirió a la familia Luidiidae al orden Platyasterida (del Paleozoico inferior) y la consideró como la más ancestral de los asteroideos. Todos estos cambios fueron poco aceptados por numerosos autores (Jangoux, 1975; McKnight, 1977; A. M. Clark, 1982), pero fue Blake (1982) quien restauró la posición en el orden Paxillosida y eliminó a *L. latiradiata* de Somasteroidea, ya que determinó que se trata de una especie cercana a cualquier otra especie del género *Luidia* en casi todos los caracteres que evaluó, excepto en el alargamiento transversal de los osículos y que cualquier aspecto en el que es similar a miembros de Somasteroidea, también lo son otras *Luidias*. En el mismo trabajo también discutió que se observan más diferencias en el grupo Ciliaris (Döderlein, 1920), en el que se encuentra *L. asthenosoma*, por la elongación de las paxilas superomarginales, que *L. latiradiata*, que es más cercana a especies del grupo Clathrata, aspecto evaluado en este estudio a través del análisis morfométrico.

7.5 *Luidia latiradiata*

Como resultado del análisis morfométrico, en la presente tesis se observó que la especie más alejada del grupo de especies presentes en el Pacífico mexicano es *L. asthenosoma*, más que *L. latiradiata*, que se agrupó muy cercanamente a *Luidia columbia* y *Luidia n. sp. 2*. En realidad, como se mencionó previamente, *Luidia n. sp. 2* es más cercana a *L. latiradiata* que a *L. columbia* con base



en la forma del odontóforo, sin mencionar otros rasgos morfológicos en los que son muy similares (forma de las paxilas, forma de la placa terminal, forma de la madreporita).

A pesar de que en una visión general *L. latiradiata* presenta características únicas, en una visión particular es muy cercana al resto de las especies del género en el Pacífico mexicano. Lo anterior es probablemente resultado de la evolución divergente con respecto al resto de las especies del género en esta área. Blake (1982) discutió que las diferencias de los osículos analizados individualmente y su arreglo están dentro de un intervalo de variación muy razonable dentro del género *Luidia* y que el origen del alineamiento transversal de las placas se atribuye a los hábitos y hábitats de la estrella. La presencia de surcos profundos entre las series de placas alineadas provee un canal libre de sedimentos para el flujo de corrientes de agua para la respiración. Además, el arreglo de las placas mejora la flexibilidad del brazo, lo cual, como se mencionó previamente, es muy útil para un depredador activo de hábitos de enterramiento que habita ambientes frecuentemente turbulentos, como es el caso del Golfo de Tehuantepec.

La fisiografía tectónica del Golfo de Tehuantepec está definida por dos grandes morfoestructuras: la Sierra Madre del Sur y la Trinchera Mesoamericana. La Trinchera, es paralela al margen continental y es continua, desde Cabo Corrientes hasta Panamá (Montoya-Ayala y Vega-Saldaña, 1989). La región está constituida por un conjunto de bloques afallados que conforman una gran fractura que corre paralela a la costa con una extensión de aproximadamente 250 km, que representa el límite inferior de la plataforma continental, donde existen quiebres abruptos (5-45°) que forman paredes casi verticales (Morales-De la Garza y Carranza-Edwards, 1995). En la plataforma continental existe una fuerte influencia de los procesos epicontinentales, como las descargas de agua dulce y los sistemas fluviales con menor salinidad y pH, y los valores más altos de oxígeno disuelto y temperatura, principalmente durante la época de lluvias (Tapia-García et al. 2007). Por lo anterior, las arenas son los sedimentos más abundantes en el área, se encuentran distribuidas en la parte central de la zona y existen fracciones más gruesas mezcladas con grava. La composición de esta grava está integrada por fragmentos de gasterópodos y bivalvos, exceptuando una zona frente al río Suchiate, donde incluye fragmentos de rocas. Las zonas con sedimentos más finos (arenas lodosas) se consideran transicionales (Morales-De la Garza y Carranza-Edwards, 1995).

El Golfo de Tehuantepec es la localidad tipo de *Luidia latiradiata*. Sin embargo, su distribución geográfica abarca el Golfo de Tehuantepec; El Salvador; Nicaragua; Panamá y Colombia (A. M. Clark, 1989; Alvarado y Solís-Marín, 2013; Sandino et al., 2017); lo cual es consistente con la presencia de la Trinchera Mesoamericana. Las características turbulentas de la zona explican las adaptaciones en las estructuras que le permiten enterrarse: (1) la elongación transversal de las paxilas superomarginales le permiten tener mayor tracción al desplazarse entre sedimentos gruesos; (2) la forma plana del cuerpo y sin ornamentaciones en la superficie abactinal le permite reducir la resistencia producida entre las partículas de sedimento grueso y, así, desplazarse con velocidad; (3) la forma robusta de la ornamentación inferomarginal funciona como palas para empujar el sustrato, junto con los pies ambulacrales al momento de enterrarse; además, disminuye la presión de los sedimentos gruesos al incrementar la unidad de área; (4) la forma general con



brazos petaloides probablemente le permite incrementar la unidad de área para disminuir la presión y a incrementar la tenacidad, o la energía de deformación total que es capaz de acumular, evitando fracturas de los brazos provocadas por lo grueso del sustrato, es decir, alcanza la flexibilidad máxima de los brazos, que además pueden ser útiles en la búsqueda de alimento como discutió Blake (1982).

Por otro lado, no se conoce mucho sobre la biología de la especie, Fell (1962) sugirió que existen dos tipos de alimentación en *L. latiradiata*, alimentación ciliar micrófaga y alimentación detritívora selectiva. En la primera, las partículas de alimento serían transportadas por corrientes de agua a lo largo de los fasciolas hacia el radio del brazo y después dirigidas proximalmente hacia la boca, debido a que, en los ejemplares examinados por él, se encontraron anfípodos en la boca y en los pies ambulacrales. Infirió que sería lo más grande que podrían ingerir debido al tamaño relativamente pequeño de la boca. Sin embargo, Blake (1982) detalló que el tamaño de la zona oral no provee una guía útil para delimitar el tamaño de las presas como sugirió Fell, debido a que consideró que los organismos de los géneros *Luidia* y *Astropecten* son depredadores efectivos y también poseen zonas orales relativamente pequeñas. Blake (1982) también mencionó que no hay una clara evidencia de que exista alimentación por suspensión y la presencia de grandes presas en los estómagos de los organismos del género *Luidia*, señalan que ni el tamaño del cuerpo ni de la zona oral son indicativos del tamaño máximo de las presas. En los organismos revisados en este estudio únicamente fueron encontrados restos de pequeños moluscos, anfípodos y otros pequeños crustáceos.

7.6 *Luidia magnifica*

Fisher (1906) describió esta especie a partir de un ejemplar recolectado en Molokai, Hawái entre 78 y 133 m de profundidad. Mencionó que se trata de una especie muy cercana a *Luidia maculata* y *Luidia aspera* ambas del Indo Pacífico y que difiere de estas principalmente en la ornamentación adambulacral y en la presencia de tres hileras de placas actinales intermedias. Detalló las diferencias entre *L. maculata* y *L. magnifica*, siendo estas (1) la presencia de espinas en la superficie abactinal en *L. magnifica* y la ausencia en *L. maculata*, (2) la ornamentación inferomarginal que consiste en dos o tres espinas en *L. maculata* y cinco en *L. magnifica* y (3) la presencia de pedicelarios en las placas inferomarginales en *L. magnifica*.

Esta especie había sido registrada únicamente para los archipiélagos de Hawái y Filipinas, recientemente fue encontrada en las costas de Colima, por lo que probablemente se trate de una especie introducida, ya sea por agua de lastre de los barcos, por su popularidad en la acuariofilia o por alguna otra razón antropogénica. En el Pacífico Americano, no existen otras especies que posean más de seis brazos, por lo que esta especie es mucho más cercana a las especies que se encuentran en el Indo Pacífico (subgénero *Maculaster sensu* Döderlein, 1920).

El material disponible de esta especie recolectado en Colima (cuatro ejemplares) fue revisado y comparado con el holotipo (USNM 21154) y se determinó que, a pesar de que se trata de la misma especie, existen algunas variaciones que vale la pena destacar. Por un lado, (1) el tamaño de los



ejemplares de Colima es significativamente menor ($R= 83-105$ mm) al de los ejemplares de Hawái (aunque no se descarta la posibilidad de que puedan alcanzar las mismas tallas que los ejemplares de Hawái $R= 165-310$ mm); (2) el número de brazos que presentan los ejemplares de Hawái, según lo registrado por Fisher, corresponde a 10 brazos, mientras que los ejemplares de Colima presentan de 8 a 10 brazos; además, (3) en la diagnosis original de Fisher no son mencionados los pedicelarios orales, al revisar el material tipo y compararlo con el de Colima, se observó que los pedicelarios orales de los ejemplares de México son muy grandes (independientemente del R de los ejemplares), mientras que en los de Hawái son muy pequeños y casi imperceptibles, probablemente la razón por la cual fueron pasados por alto por Fisher; finalmente (4), las espinas paxilares centrales de las hileras longitudinales de paxilas laterales regulares, varían ligeramente en cuanto al tamaño relativo al R , siendo más grandes en el holotipo; además, en dicho ejemplar se encuentran dispuestas de manera constante en al menos tres hileras longitudinales, mientras que en los ejemplares de Colima, se encuentran presentes de manera regular en dos hileras y de manera irregular en la hilera más interna.

En este sentido, es importante mencionar el número de brazos. Frecuentemente se ha presentado confusión entre *L. aspera* y *L. magnifica*, la cual fue discutida por A. M. Clark (1953), quien determinó que, de los cuatro ejemplares de la serie tipo de *L. aspera*, dos correspondían en realidad a otra especie, *L. avicularia* y uno correspondía a *L. magnifica*; siendo una diferencia entre estas dos especies que *L. aspera* presenta ocho brazos y *L. magnifica* presenta 10 brazos. Mencionó otras diferencias importantes como la forma de las paxilas, la forma y disposición de los pedicelarios, el número de hileras de placas actinales intermedias (dos para *L. aspera* y tres para *L. magnifica*) y el número de espinas adambulacrales (cuatro para *L. aspera* y tres para *L. magnifica*). Por lo anterior, es necesaria la revisión de mucho más material de la especie para determinar la validez del número de brazos como caracter específico o como característica particular para los ejemplares encontrados en Colima.

En México, la especie de *Luidia* más grande es *Luidia superba*, sin embargo, como se discutió previamente, los ejemplares de *L. superba*, principalmente los que habitan el Golfo de California, no alcanzan tallas tan grandes como los ejemplares de Galápagos, por lo que las tallas más grandes registradas para la especie en aguas mexicanas corresponden a $R=215-253$ mm. Debido a que no se descarta la posibilidad de que los ejemplares de *L. magnifica* tengan la capacidad de alcanzar tallas tan grandes como las registradas en Hawái, es posible que la introducción de esta especie en el Pacífico mexicano represente una fuerte competencia con el resto de las especies, principalmente aquellas que podrían estar ocupando los mismos nichos ecológicos, como es el caso de *L. superba*.

La recolección de este material es contribución del proyecto CONABIO GEF-EEI en el que se realizó un análisis de riesgos de cinco especies exóticas de equinodermos detectadas en aguas mexicanas, entre las cuales se encuentra *L. magnifica* (ANEXO III). Actualmente se reconoce como una especie exótica, ya que se encontró fuera de su área de distribución geográfica original, pero se desconoce el impacto que puede tener en los ecosistemas en los que se está desarrollando. Es necesario hacer un estudio de impacto ambiental para determinar si esta especie alóctona puede



o no convertirse en una especie invasora que amenace a las especies nativas u ocasione daños irreversibles sobre el ambiente.

7.7 Grupos artificiales y subgéneros

Döderlein (1920) erigió cuatro grupos artificiales, *Alternata*, *Clathrata*, *Ciliaris* y *Quinaria*, además de los subgéneros *Maculaster*, *Alternaster*, *Armaster*, *Integraster*, *Denudaster*, *Penangaster* y *Quinaster*, los cuales fueron elevados a género por Fell (1963). Sin embargo, A. M. Clark (1982) consideró a la familia como monogenérica y mencionó que los cambios nomenclaturales realizados por Fell no fueron aceptados por otros autores, como se mencionó previamente. Por lo anterior, A. M. Clark (1982) desechó los subgéneros y los consideró como sinónimos de *Luidia*, aunque en dicha publicación no hay ninguna nota explícita sobre estos cambios.

Posteriormente, A. M. Clark (1989) y A. M. Clark y Downey (1992) mantuvieron a *Luidia* como el único género válido; clasificación que fue respetada por subsecuentes autores.

En la revisión de A. M. Clark (1953), detalló que los cuatro grupos artificiales designados por Döderlein son convenientes para dividir a este complicado género en unidades más manejables, pero los límites entre ellos no son absolutamente precisos. Las especies utilizadas por ella para ejemplificar lo anterior fueron *Luidia scotti*, ya que cierra la brecha entre el grupo *Clathrata* y el grupo *Alternata*, y *Luidia heterozona*, que une los grupos *Quinaria* y *Ciliaris*, es decir que no todas las características de uno u otro grupo les son aplicables; el mismo Döderlein ilustra en un árbol la unión de ambos grupos a través del subgénero *Integraster*. A. M. Clark en dicho trabajo menciona que las características que se utilizan para determinar a las especies del grupo *Ciliaris* son algo triviales, además de la separación geográfica. Detalló que se le había dado demasiada importancia a la ausencia/presencia de pedicelarios como caracter específico, en lugar de su forma, dando lugar a confusiones entre ejemplares grandes y pequeños. Sin embargo, A. M. Clark (1953) utilizó los grupos de Döderlein (1920) para separar las especies que incluyó en su revisión.

En su revisión de 1982, A. M. Clark volvió a mencionar el tema y sugirió que los límites entre los cuatro grupos son confusos. Retomó a *L. scotti*, que fue ubicada como subespecie de *L. ludwigi* en dicho trabajo, para ejemplificar lo anterior. Debido a que ella la consideró subespecie de *L. ludwigi* como se mencionó previamente (que en el trabajo de Döderlein fue tratada como miembro del grupo *Alternata* por considerarla sinónimo de *L. armata*), detalló que no podría pertenecer al grupo *Alternata* porque pierde su coloración rápidamente tras su preservación por lo que probablemente posea pigmentos distintos. Además, junto con *L. armata* carecen de espinas abactinales grandes como la mayoría de las especies del grupo *Alternata*. Por tanto, no sería aplicable esta característica y cierra la brecha con las especies del grupo *Clathrata* que tienden a tener una superficie abactinal lisa. Por otro lado, tanto Döderlein como A. M. Clark mencionaron a *L. barbadensis* como *incertae sedis* o un intermedio entre los grupos *Clathrata* y *Alternata*.

En 1992, A. M. Clark y Downey, retomaron la idea de que los grupos no tienen límites bien definidos, por lo que consideraron a la familia como monogenérica y mencionaron que los caracteres más importantes para separar a las especies, al menos en el Atlántico son: (1) el número de brazos, (2) el tamaño y número de paxilas laterales con relación a las paxilas superomarginales y (3) el alineamiento de las placas inferomarginales. Esta última característica la consideraron útil para separar entre los grupos *Clathrata* y *Alternata* de los grupos *Quinaria* y



Ciliaris. En cuanto a la discusión de *L. barbadensis*, mencionaron que el número de paxilas laterales excede ligeramente el número de las placas superomarginales en dicha especie. Por lo anterior, mientras empatan exactamente en otros miembros de los grupos Clathrata y Alternata, este carácter debe usarse con precaución para dividir los dos pares de grupos.

Debido a lo anterior, en este estudio se utilizaron los grupos artificiales únicamente para dividir a las especies en tres secciones (los grupos utilizados son Alternata, Clathrata y Ciliaris). Sin embargo, es importante mencionar las excepciones que existen en las especies del Pacífico mexicano: *L. magnifica* difiere del resto de los miembros del grupo Alternata por el número de brazos (8-10) y por la presencia de pedicelarios orales, al igual que *L. armata* y *L. asthenosoma* representa una excepción del grupo Ciliaris debido a que presenta pedicelarios bien desarrollados en las placas actinales intermedias.

En cuanto al odontóforo, con base en la extracción de dicha placa en cada una de las especies, se observó que se pueden describir ciertas características de la placa que diferencian entre los grupos artificiales, aunque no se puede concluir que sea aplicable para cualquier especie del género hasta que se conozca el odontóforo de todas las especies:

- Grupo Alternata: procesos proximales más ensanchados que el proceso distal.
- Grupo Clathrata: procesos proximales y distal del mismo ancho o el distal ligeramente más grande, placa con forma general alargada.
- Grupo Ciliaris: procesos proximales y distal del mismo tamaño, placa con forma general corta.

Debido a que el odontóforo es una placa cuya forma varía con el crecimiento, es necesario realizar un análisis ontogénico de cada especie del género para comparar la placa en todas las etapas de desarrollo, además de incluir a todas las especies que se conocen hasta el momento para analizar la variación de la placa entre los grupos artificiales y determinar si también se puede utilizar como carácter para separar estos cuatro grupos.

7.8 Nuevos caracteres de identificación, nuevas herramientas

Los caracteres que se han utilizado para separar a las especies del género *Luidia* a lo largo del tiempo son algo variables. Las especies presentan intervalos de variación muy grandes para algunos caracteres, lo que hace más complicado definir los límites de las especies con precisión. Muchas de las especies están definidas por combinaciones de caracteres con intervalos amplios o por la presencia y ausencia de estructuras, particularmente pedicelarios, más que la forma de estos.

A partir de la revisión de literatura especializada, la corroboración de la identidad taxonómica de los ejemplares del género depositados en la CNE y la revisión de material tipo y material disponible en USNM Smithsonian Institution, se proponen tres nuevos caracteres de identificación a nivel específico; (1) la forma de las paxilas (centro del disco, medias y laterales) incluyendo la columna y la base, (2) forma del odontóforo (como carácter complementario) y (3) forma de las placas inferomarginales.

Previo a este estudio, los caracteres antes mencionados no habían sido considerados, o en el caso de las paxilas y las placas inferomarginales, únicamente se consideraba la forma de la placa



en la vista correspondiente del organismo y no individualmente. En el caso del odontóforo, no se había utilizado este carácter para definir especies, las únicas observaciones previas de dicha placa únicamente fueron utilizadas para separar taxa a nivel orden o familia. En este estudio se determinó que puede ser utilizado, junto con otros caracteres (es decir, como carácter complementario), para definir con mayor precisión entre especies cercanas.

La morfología interna en equinodermos ha sido ampliamente estudiada para otros grupos, como los ofiuros y los holotúridos, más recientemente en erizos. Sin embargo, en las estrellas de mar no ha sido tan estudiada para todos los grupos y aún no existen descripciones de especies completas que abarquen todas las estructuras de la anatomía tanto interna como externa. El uso de estructuras y microestructuras ha sido explorado gracias al uso de la microscopía electrónica de barrido (MEB), que permite observar a detalle la inserción de músculos, ornamentaciones o de otras placas en el estereoma.

La morfometría geométrica es una herramienta que ha tenido muchos alcances y que se ha utilizado para diferenciar entre grupos ecológicos, taxonómicos y ontogenéticos, analiza la forma de los organismos o alguna de sus estructuras considerando el espacio geométrico y empleando estadística multivariada (Bookstein, 1982). El análisis de la forma en microestructuras y caracteres de la anatomía interna son de gran utilidad para definir los límites entre las especies. En el presente estudio, el segundo análisis de variables canónicas (CVA) utilizado para separar los ejemplares por especie fue de gran utilidad para definir varios aspectos taxonómicos:

- Con el análisis se detectaron cinco grupos distintos (de los siete sometidos) que corresponden a *L. asthenosoma*; *L. columbia*; *L. latiradiata*; *Luidia n. sp. 2* y *L. ferruginea*, *L. superba* como un gran grupo.
- Entre los ejemplares de *L. ferruginea* y *L. superba* se encontraron mezclados los ejemplares *Luidia sp. 1*, lo cual sustenta el tratamiento de estos ejemplares como morfotipo y no como una nueva especie.
- *Luidia asthenosoma* es la especie menos relacionada con el resto, lo cual es consistente con su posición dentro del grupo artificial Ciliaris.
- *Luidia n. sp. 2* es más cercana a *Luidia latiradiata* que a *Luidia columbia* (la especie con la cual había sido confundida) y *Luidia superba* se encuentra en una posición intermedia entre *Luidia columbia* y *Luidia ferruginea* (Grupo Clathrata) a pesar de encontrarse en un grupo artificial distinto al de las otras especies (Grupo Alternata).

Se determinó que la forma del odontóforo es un carácter más que puede ser utilizado para diferenciar con mayor precisión entre las especies, siempre y cuando exista disponibilidad de los ejemplares y suficiente muestra por especie, ya que en las especies en las que existían menos de 10 odontóforos disponibles, no fue posible distinguirlos en grupos separados. Es una estructura que tiene potencial para describir los hábitos alimenticios de cada especie y podría ser utilizada para inferir rasgos ecológicos. El uso de microscopía electrónica de barrido (MEB) facilita la toma de fotografías de las placas en una misma posición y orientación para realizar análisis morfométricos, es la primera vez que se utiliza la morfometría geométrica para evaluar la forma de una placa de la anatomía interna de asteroideos.



8 CONCLUSIONES

El género *Luidia* Forbes, 1839, en el Pacífico mexicano está representado por 12 especies, un morfotipo y dos nuevas especies que se encuentran distribuidas en un intervalo batimétrico de 1 a 419 m.

El registro de *Luidia bellonae* Lütken, 1864, en aguas mexicanas no puede ser confirmado hasta que sean revisados los ejemplares depositados en otras colecciones que no fueron visitadas y se corrobore la identidad taxonómica de los ejemplares que sustentan dicho registro. Derivado de la confusión taxonómica de la especie, se encontró un morfotipo que se propone como una nueva especie (*Luidia n. sp. 1*), que es más cercana a *L. alternata alternata* (Say, 1825) que al holotipo de *L. bellonae* Lütken, 1864.

Se propone una segunda nueva especie (*Luidia n. sp. 2*) a partir de la revisión de material de la especie *Luidia columbia* (Gray, 1840) y se determinó que es más cercana a *Luidia latiradiata* (Gray, 1871) que a *Luidia columbia* a partir del análisis de morfometría geométrica del odontóforo.

El morfotipo *Luidia sp. 1* se mantiene como tal, diferenciado de la especie *Luidia ferruginea* Ludwig, 1905, ya que, a pesar de que existen importantes diferencias entre ellas, el análisis morfométrico del odontóforo detectó que la placa no es significativamente distinta de *L. ferruginea*, por lo que se plantea la posibilidad de que se trate de un evento de especiación que no es posible determinar hasta que se realice un estudio que incluya características morfológicas de todas las placas del esqueleto y análisis moleculares.

Se proponen nuevos caracteres de identificación a partir de la revisión y análisis de la morfología interna de los ejemplares: (1) forma de las paxilas (incluyendo la base y la columna), (2) la forma del odontóforo (como carácter complementario) y (3) la forma de las placas inferomarginales. Se plantea el análisis de la forma del odontóforo como un carácter importante para la diferenciación más precisa entre especies.

Se confirma la posición taxonómica de *Luidia latiradiata* (Gray, 1871) dentro del género y no como otra subfamilia o dentro de un subgénero, a partir de la revisión del material disponible y el análisis de estructuras tanto internas como externas, además del análisis morfométrico del odontóforo. La variación fenotípica de la especie, se atribuye a adaptaciones ecológicas y/o evolución divergente con respecto al resto de las especies del Pacífico, por su distribución en la Trinchera mesoamericana. No se considera útil el uso de ningún subgénero dentro del género *Luidia*, debido a que los límites establecidos entre éstos no son claros y los cuatro grupos artificiales únicamente son útiles en sentido amplio, para un mejor manejo de las especies en el área; es necesario completar la revisión del odontóforo a través del género, para definir si esta estructura permite separar a las especies entre estos grupos artificiales o si se puede hacer una subdivisión o cambio nomenclatural importante, como definir nuevos subgéneros.

La especie *Luidia magnifica* Fisher, 1906a representa un nuevo registro para el Pacífico mexicano, se trata de una especie exótica que no se puede aún definir como especie invasora hasta que se realicen estudios de impacto ambiental en la zona y se determine si puede ocasionar daños al ambiente o afectar a las especies nativas.

Se amplía el intervalo batimétrico de tres especies: (1) *Luidia ferruginea* Ludwig, 1905, había sido registrada únicamente a 280 m de profundidad por Ludwig, 1905, A. M. Clark, 1989 y Alvarado y



Solís-Marín, 2013, basándose en la serie tipo. En este estudio se revisaron ejemplares que han sido recolectados desde los 42 m; (2) *Luidia foliolata* (Grube, 1866) había sido registrada por A. M. Clark de 18 a 345 m, pero en este estudio fue examinado un ejemplar depositado en el USNM Smithsonian Institution (USNM-E28749) cuya profundidad corresponde a un intervalo de 274-582 m; (3) *Luidia ludwigi* Fisher, 1906b, había sido registrada de 27 a 95 m por A. M. Clark, 1989, pero en este estudio se revisaron ejemplares de hasta 115 m de profundidad.

Se presenta el primer catálogo de identificación y clave taxonómica que agrupan las 15 especies registradas para el área de estudio, y que ilustran las estructuras de importancia taxonómica para el género *Luidia* en el Pacífico mexicano.

Se utiliza por primera vez la morfometría geométrica, para evaluar la forma de estructuras de la anatomía interna en asteroideos, para diferenciar a las especies.



LITERATURA CITADA

- Alvarado, J. J., F. A. Solís-Marín y C. G. Ahearn. (2009). Echinoderm (Echinodermata) diversity in the Pacific coast of Central America. *Marine Biodiversity* 40(1):45-56.
- Alvarado, J. J., y Solís-Marín, F. A. (Eds.) (2013). Echinoderm research and diversity in Latin America. En: Echinoderm Research and Diversity in Latin America. Springer, Berlin, Heidelberg. 658 págs.
- Arnone, M. I., M. Byrne y P. Martínez. (2015). Echinodermata. En: A. Wanninger (Ed.) *Evolutionary developmental biology of invertebrates*. Vol. 6 Deuterostomia. Págs. 1-58. Ed. 1. Publ. Springer-Verlag Wien. 214 págs.
- Azofeifa-Solano, J. C., S., Mena, J. J., Alvarado, J. L., Chacón-Monge, T. M., Clarke, J., Herrera-Correal y I. S., Wehrtmann. (2017). Echinoderm diversity of a tropical estuary in the largest river basin of the Costa Rican Pacific, Eastern Tropical Pacific. *Checklist* 13(3): 2113.
- Bell, F. J. (1917). Echinoderma, Part I. Actinogonidiata. *Natural History Reports of the British Antarctic "Terra Nova" Expedition, Zoology*. 4(1), 1-10.
- Benavides-Serrato, M., G. H. Borrero-Pérez y C. M. Díaz-Sánchez. (2011). Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar 22. Santa Marta, 384 págs.
- Benítez-Villalobos, F., E. Castillo-Lorenzano y G. S., González-Espinosa. (2008). Listado taxonómico de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Echinoidea) de la costa de Oaxaca en el Pacífico sur mexicano. *Revista de Biología Tropical* 56 (Suppl. 3): 75-81.
- Berecochea, J. J. (2014). Alimentación en Ophiuroidea (Echinodermata) de Argentina: estudios a partir del análisis de morfología y microestructura de mandíbulas y dientes. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 73 págs.
- Bernasconi, I. (1943). Los asteroideos sudamericanos de la familia Luidiidae. *Anales del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 41: 1-20.
- Bernasconi, I. (1964). Asteroideos argentinos. Claves para los órdenes, familias, subfamilias y géneros. *Physis* XXIV: 241-277.
- Blainville, H. M. de. (1830). Zoophytes. *Dictionnaire des Sciences Naturalles, Levrault* 60: 1-546.
- Blake, D. B. (1972). Sea star *Platasterias*: Ossicle morphology and taxonomic position. *Science* 176: 306-307.



- Blake, D. B. (1982) Somasteroidea, Asteroidea and the affinities of *Luidia (Platasterias) latiradiata*. *Palaentology* 25 (Parte I): 167-191.
- Blake, D. B. (1987). A classification and phylogeny of post-Palaeozoic sea stars (Asteroidea: Echinodermata). *Journal of Natural History* 21(2), 481-528.
- Blake, D. B. (1989). Asteroidea: Functional morphology, classification, and phylogeny. En: Jangoux, M. y J. M. Lawrence (eds). *Echinoderms Studies*. Vol. 3, 179-186.
- Bookstein, F. L. (1982). Foundations of morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13(1), 451-470.
- Bosch, I. (1989). Contrasting modes of reproduction in two Antarctic asteroids of the genus *Porania*, with a description of unusual feeding and non-feeding larval types. *Biological Bulletin* 177:77– 82.
- Briebesca-Contreras, G. y F. A., Solís-Marín. (2014). Las cuevas anquihalinas: laboratorios de la naturaleza. Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Estudios de Posgrado, Ciudad Universitaria, México. 114 págs.
- Brun, E. (1972). Food and feeding habits of *Luidia ciliaris* Echinodermata: Asteroidea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 52: 225-236.
- Brusca R. y G. Brusca. (2006). *Invertebrados*. 2ª edición, McGraw Hill. 1005 págs.
- Brusca, R. C., W. Moore y S. M. Shuster. (2016). *Invertebrates*. Publ. Sinauer Associates, Inc. Publish. Massachusetts, 967-1005 págs.
- Byrne, M. (2005). Viviparity in the sea star *Cryptasterina hystera* (Asterinidae): conserved and modified features in reproduction and development. *Biological Bulletin* 208:81– 91.
- Byrne, M., M. W. Hart, A. Cerra, and P. Cisternas. (2003). Reproduction and larval morphology of broadcasting and viviparous species in the *Cryptasterina* species complex. *Biological Bulletin* 205:285– 294.
- Caso, M. E. (1941). Contribución al Conocimiento de los Asteroideos de México. I. La existencia de *Linckia guildinguii* Gray, en la costa pacífica. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 12 (1): 155-160.
- Caso, M. E. (1943). Contribución al conocimiento de los astéridos de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México: 1-136.



- Caso, M. E. (1944). Estudio sobre astéridos de México. Algunas especies interesantes de astéridos litorales. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 15(1): 237-257.
- Caso, M. E. (1945). Modificación de la Familia Luidiidae Verrill. Las subfamilias nuevas de la Familia Luidiidae y observaciones de *Platasterias latiradiata*. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 16(2): 459-473.
- Caso, M. E. (1947). Estudios sobre Astéridos de México. Descripción de una nueva especie del género *Moiraster* de Santa Rosalía, Golfo de California. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 18(1): 225-231.
- Caso, M. E. (1948). Datos históricos y estado actual de la fauna de astéridos de México. *Sociedad Mexicana Historia Natural*. (Sesión dedicada al Instituto de Biología): 21-32.
- Caso, M. E. (1949). Contribución al conocimiento de los Equinodermos litorales de México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México 20 (1-2): 341-355.
- Caso, M. E. (1953). Estado actual de los conocimientos acerca de la fauna de los equinodermos de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano, Universidad Nacional Autónoma de México 7: 209-222.
- Caso, M. E. (1961a). Los Equinodermos de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México: 1-338.
- Caso, M. E. (1961b). Estudios sobre Astéridos de México. Observaciones sobre especies de *Tethyaster* de las costas de México. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México 31 (1-2): 449-461.
- Caso, M. E. (1962a). Estudios sobre Astéridos de México. Observaciones sobre especies Pacíficas del género *Acanthaster* y descripción de una subespecie nueva, *Acanthaster ellisi pseudoplanci*. *Anales del Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México 32(1-2): 313-331.
- Caso, M. E. (1962b). Estudios sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de las islas Revillagigedo. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 33 (1-2): 293-330.
- Caso, M. E. (1970a). Morfología externa de *Acanthaster planci* (Linnaeus). *Anales Instituto de Biología*, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología 41(1): 63-78.



- Caso, M. E. (1970b). Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. Situación taxonómica actual, morfología externa y datos ecológicos de *Platasterias latiradiata* Gray. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología* 41(1): 1-62.
- Caso, M. E. (1972a). La importancia de *Platasterias latiradiata* Gray en el estudio de los Equinodermos. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía. 17-19 de noviembre, 1969, México: 217-221.
- Caso, M. E. (1972b). El género *Acanthaster*. Su biología, ecología y su efecto destructor de los arrecifes. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 33: 51-83.
- Caso, M. E. (1974). Morfología externa de *Acanthaster planci* (Linnaeus). Symposium on Indian Ocean and Adjacent Seas. *J. mar. Biol. Ass. India*. 16(1): 83-93.
- Caso, M. E. (1975). Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. La Familia Mithrodiidae. Descripción de una nueva especie del género *Mithrodia*. *Mithrodia enriquecasoi* sp. nov. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 2 (1): 1-28.
- Caso, M. E. (1976). El estado actual del estudio de los equinodermos de México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 3 (1): 1-56.
- Caso, M. E. (1977). Especies de la Familia Asterinidae en la costa Pacífica de México. Descripción de una nueva especie del género *Asterina*, *Asterina agustincasoi* sp. nov. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 4 (1): 209-232.
- Caso, M. E. (1979). Los Equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 6(1): 197-368.
- Caso, M. E. (1986). Los Equinodermos del Golfo de California colectados en las campañas SIPCO I-II-III a bordo del B/O "El Puma". *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma México* 13(1): 91-184.
- Caso, M. E. (1994). Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos colectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Publicación Especial* 12: 1-111.
- Cavey, M. J., y Wood, R. L. (1991). Organization of the adluminal and retractor cells in the coelomic lining from the tube foot of a phanerozoian starfish, *Luidia foliolata*. *Canadian Journal of Zoology*, 69(4), 911-923.



- Clark, A. H. (1917). Two new astroradiate echinoderms from the Pacific coast of Colombia, and Ecuador. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 30: 171-174.
- Clark, A. M. (1953). Notes on Asteroids in the British Museum (Natural History) III. *Luidia*. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 1: 379-396.
- Clark, A. M. y F. W. Rowe. (1971). Monograph of shallow-water Indo-west Pacific Echinoderms. *Trustees of the British Museum (Natural History)* 690: 306 págs.
- Clark, A. M. (1982). Notes on Atlantic Asteroidea. 2. Luidiidae. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 42 (3): 157-184.
- Clark, A. M. (1989). An index of names of recent Asteroidea- Part I: Paxillosida and Notomyotida. En: Jangoux, M., J. M. Lawrence (Eds.) *Echinoderm studies*: 225-347.
- Clark, A. M. y J. Courtman-Stock. (1976). The Echinoderms of Southern Africa. Publication no. 766. British Museum (Natural History) London. 276 págs.
- Clark, A. M. y M. E. Downey. (1992). Starfishes of the Atlantic. Natural History Museum Chapman Hall, London, 794 págs.
- Clark, H. L. (1910). The Echinoderms of Peru. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College* 52(17): 319-358.
- Clark, H. L. (1940). Notes on echinoderms from the west coast of Central America. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. *Zoologica* 25(3), 331-352.
- Conejeros-Vargas, C. A. (2015). Taxonomía y distribución de los equinodermos (Echinodermata) de las costas de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 333 págs.
- De la Lanza-Espino, G., M. A. Ortiz-Pérez, J. L., Carbajal-Pérez. (2013). Diferenciación hidrogeomorfológica de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del Mar Caribe. *Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía* 81: 33-50.
- De Loriol, P. (1891). Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. *Memoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*. Vol. suppl. 1890(8): 1-31.
- Döderlein, L. (1920). Die Ateriden der Siboga-Expedition. 2. Die Gattung *Luidia* und ihre Stammesgeschichte. *Siboga Expedition* 46b: 193-291.
- Downey, M. (1973). Starfishes from the Caribbean and the Gulf of Mexico. *Smithsonian Contributions to Zoology* 126: 1-158.



- Downey, M. E. y G.M., Wellington. (1978). Rediscovery of the giant sea-star *Luidia superba* A.H. Clark in the Galapagos Islands. *Bulletin of Marine Science* 28(2): 375-376.
- Düben, M. W. von y Koren, J. (1846). Öfversigt af Skandinaviens Echinodermer [Overview of Scandinavian Echinodermata]. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*: 229-328, plates VI-XI.
- Escobar-Briones, E. (2000). La biodiversidad del mar profundo en México. *Biodiversitas* 29:1-6.
- Espinosa, H. (2004). El Pacífico mexicano. *Ciencias* 76: 14-21.
- Esteban-Vázquez. B. L. (2018). Biodiversidad de estrellas de mar (Echinodermata: Asteroidea) del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 378 págs.
- Fau, M. y L., Villier. (2018). Post-metamorphic ontogeny of *Zoroaster fulgens* Thomson, 1873 (Asteroidea, Forcipulatacea). *Journal of Anatomy* 233: 10.1111/joa.12881.
- Fau, M. y L., Villier. (2019) Comparative anatomy and phylogeny of the Forcipulatacea (Echinodermata: Asteroidea): insights from ossicle morphology, *Zoological Journal of the Linnean Society*: zlz127.
- Fell, A. H. (1917). Two new astroradiate echinoderms from the Pacific coast of Colombia, and Ecuador. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 30: 171-174.
- Fell, H.B. (1962). A living somasteroid, *Platasterias latiradiata* Gray. *University of Kansas Paleontological Contributions* 6: 1-16.
- Fell, H. B. (1963). The phylogeny of sea-stars. *Philosophical Transactions* 264B: 381-435.
- Fisher, W. K. (1906a). The starfishes of the Hawaiian Islands. *Bulletin of the United States Fish Commission* 23: 987-1130.
- Fisher, W. K. (1906b). New starfishes from the Pacific coast of North America. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences Vol. 8*: 111-139.
- Fisher, W. K. (1911). Asteroidea of the North Pacific and adjacent waters. Part I. Phanerozonia and Spinulosa. *Bulletin of the United States National Museum*. 76:116-119.
- Fisher, W. K. (1928). Sea stars from the Arcturus Oceanographic Expedition. *Zoologica* 8: 487-493.
- Forbes, E. (1839). On the Asteridae of the Irish Sea. *Memoirs of the Wernerian Society, Edinburgh* 8:114– 129.



- Ganmanee, M., Narita, T., Iida, S., y Sekiguchi, H. (2003). Feeding habits of asteroids, *Luidia quinaria* and *Astropecten scoparius*, in Ise Bay, Central Japan. *Fisheries science*, 69(6), 1121-1134.
- Gale, A. (1987). Phylogeny and classification of the Asteroidea (Echinodermata). *Zoological Journal of the Linnean Society* 89(2), 107-132.
- Gale, A. (2011). The phylogeny of post-Palaeozoic asteroidea (Neoasteroidea, Echinodermata). *Special Papers in Palaeontology* 85: 5-112.
- Gale, A. (2013). Phylogeny of the Asteroidea. En: Lawrence, J. M. (Ed.) *Starfish. Biology and ecology of the Asteroidea*. Johns Hopkins University Press, págs. 3-14.
- George, S. B. (1994). Phenotypic plasticity in the larvae of *Luidia foliolata* (Echinodermata: Asteroidea). En: Guille, Feral & Roux (eds.), *Echinoderms through Time*. Balkema, Rotterdam. 297-307 págs.
- Glover, A. G., N., Higgs y T., Horton. (2020). World Register of Deep-Sea species (WoRDSS). Consultado en: <http://www.marinespecies.org/deepsea> on 2020-06-12. doi:10.14284/352
- Gosliner, T. M. (2009). Galápagos islands, biology. En: Gillespie, R. y D., Clague. (Eds.) *Encyclopedia of islands*. University of California Press, págs. 357-367.
- Granja-Fernández, R., F. A., Solís-Marín, F., Benítez-Villalobos, M. D., Herrero-Pérezrul y A., López-Pérez. (2015). Checklist of echinoderms (Echinodermata) from the Southern Mexican Pacific: a historical review. *Revista de Biología Tropical* 63 (Suppl. 2): 87-114.
- Gray, J. E. (1840). A synopsis of the genera and species of the class Hypostoma (Asterias Linnaeus). *Annals and Magazine of Natural History* 6: 175-184, 275-290.
- Gray, J.E. (1871). Description of *Platasterias*, a new genus of Astropectinidae from Mexico. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 1871: 136-137.
- Grube, A.E. (1866). Über einige neue Seesterne im zoologischen Museum zu Breslau. *Jahres-Bericht der Schlesischen Gesellschaft für Vaterländische Cultur* 43: 59-61.
- Guerrero-Correa, G. M. (2017). Revisión taxonómica de las familias Echinothuridae Thompson, 1872 y Phormosomatidae Mortensen, 1934 (Echinodermata: Echinoidea) en el Golfo de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología (Biología marina). Universidad Nacional Autónoma de México. 123 pp.
- Hamel, J.- F., y A. Mercier. (1995). Prespawning behavior, spawning, and development of the brooding starfish *Leptasterias polaris*. *Biological Bulletin* 188:32– 45.



- Hendler, G., J. Miller, D. Pawson y P. Kier. (1995). Sea stars, sea urchins and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington, Smithsonian Institution Press. 392 págs.
- Hendrickx, M. E. y D. Serrano. (2010). Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico mexicano. *Interciencia* 35(1):12-18.
- Hennebert, E., M. Jangoux, y P. Flammang. (2013). Functional Biology of Asteroid Tube Feet. En: Lawrence, J. M. (Ed.) Starfish. Biology and ecology of the Asteroidea. Johns Hopkins University Press, 24-36.
- Hickman, C., L. Roberts, S. Keen, D. Larson, H. l'Anson y D. Eisenhour. (2008). Integrated Principles of Zoology. McGraw Hill, New York. págs. 472-480.
- Honey-Escandón, M., F. A. Solís-Marín, y A. Laguarda-Figueras. (2008). Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 56 (Supl. 3): 57-73.
- Hooker, Y., F. A. Solís-Marín y M. Llellish. (2005). Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú). *Revista peruana de Biología* 12(1): 77-82.
- Hulings, N. C., y D. W. Hemlay. (1963). An investigation of the feeding habits of two species of sea stars. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* 13:354- 359.
- Hyman, L. H. (1955). The Invertebrates, vol. 4: Echinodermata, the Coelomate Bilateria. New York, Mc. Graw. Hill, (4): 763 págs.
- Inman, D. L. y C. E., Nordstrom. (1971). On the tectonic and morphologic classification of coasts. *The journal of Geology* 79: 1-21.
- Jaeckle, W. B. (1994). Multiple modes of asexual reproduction by tropical and subtropical sea star larvae: an unusual adaptation for genet dispersal and survival. *Biological Bulletin* 186:62-71.
- Jangoux, M. (1975). Note sur le genre *Tethyaster* Sladen (Echinodermata, Asteroidea: Astropectinidae). *Revue Zoologique Africaine* 89(4): 761-768.
- Jangoux, M. (1982a). Food and feeding mechanisms: Asteroidea. En: Echinoderm Nutrition (M. Jangoux y J. M. Lawrence, eds.). Balkema, Rotterdam, the Netherlands, págs 117- 159.
- Jangoux, M. (1982b). Digestive systems: Asteroidea. En: Echinoderm Nutrition (M. Jangoux y J. M. Lawrence, eds.). Balkema, Rotterdam, the Netherlands, págs 235 - 248.



- Jangoux, M. (1985). Catalogue commenté des types d'échinodermes actuels conservés dans les collections nationales suisses suivi d'une notice sur la contribution de Louis Agassiz à la connaissance des échinodermes actuels. *Muséum d'histoire naturelle Genève*, 67 págs.
- Jaramillo, N. (2011). Morfometría geométrica: principios teóricos y métodos de empleo. En: Triana-Chávez, O., A. M. Mejía-Jaramillo, A. M. Gómez-Palacio (Eds.). *Fronteras de investigación en enfermedades infecciosas. Modelo enfermedad de Chagas*, Capítulo: 4. Universidad de Antioquia, 69 – 87 págs.
- Jiménez-Rodríguez., Z. (2014). Biogeografía de asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Koehler, R. (1910). Astéries du Musée de Calcutta. II. Les Astéries Littorales. *Echinoderms of the Indian Museum VI*, 236 págs.
- Koehler, R. (1911). Description de quelques asteries nouvelles. *Revue Suisse de Zoologie* 19(1): 1-21.
- Komatsu, M., M. Sewell, S. F. Carson y F. S. Chia. (2000) Larval development and metamorphosis of the sea star *Luidia foliolata* (Echinodermata: Asteroidea). *Species Diversity* 5: 155-162.
- Lafay, B., A. B., Smith, y R., Christen. (1995). A combined morphological and molecular approach to the phylogeny of asteroids (Asteroidea: Echinodermata). *Systematic Biology* 44(2), 190-208.
- Lawrence, J. M. (2013). *Luidia*. En: Lawrence, J. M. (Ed.) *Starfish. Biology and ecology of the Asteroidea*. Johns Hopkins University Press, págs. 109-119.
- Leipoldt, F. (1895). Asteroidea der Vettor-Pisani Expedition (1882-1885). *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie* 59: 545-654.
- Leske, N. G. (1778). *Jacobi Theodori Klein naturalis dispositio echinodermatum, edita et descriptionibus novisque inventis et synonymis auctorem aucta. Addimenta ad I. T. Klein naturalem dispositionem Echinodermatum*. G. E. Beer, Leipzig, xxii: 278 págs.
- Lütken, C. (1859). Bidrag til Kundskab om de ved Kysterne af Mellem-og Syd-Amerika levende arter af Søstjerner. *Videnskabelige Meddelelser*: 25-96.
- Lütken, C. (1864). Kritiske Bemaerkninger om forskjellige Søstjerne (Asteriderne), med Beskrivelse af nogle nye Arter. *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening*. (8-12): 123-169.
- Lütken, C. (1871). Fortsatte kritiske og beskrivende Bidrag til Kundskab om Sostjernerne (Asteriderne). *Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening 1871*: 227-304.



- Ludwig H. (1905). Asterien und Ophiuren der Schwedischen Expedition nach dem Magalhaenslandern 1895-1897. *Z Wiss Zool.* 82: 39-79.
- Ludwig, H. (1910). Notomyota, eine neue Ordnung der Seesterne. *Stzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 23: 435-466.
- Madsen, F.J. (1956). Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. 24. Asteroidea, with a survey of the Asteroidea of the Chilean Shelf. *Acta Universitatis Lundensis* 52(2): 1-53.
- Mah, C., M., Nizinski, L. Lundsten. (2010) Phylogenetic Revision of the Hippasterinae (Goniasteridae; Asteroidea): Systematics of Deep Sea Coralli-vores, including one new genus and three new species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 160:266–301.
- Mah, C. y D. B. Blake. (2012). Global Diversity and phylogeny of the Asteroidea (Echinodermata). *PloS ONE* 7(4): e35644.
- Mah, C., K., Linse, J., Copley, L., Marsh, A., Rogers, D., Clague y D., Foltz. (2015). Description of a new family, new genus, and two new species of deep-sea Forcipulatacea (Asteroidea), including the first known sea star from hydrothermal vent habitats: *Paulasterias*: Hydrothermal Vent Starfish. *Zoological Journal of the Linnean Society* 174: 93-113.
- Mah, C. (2020). World Asteroidea Database. *Luidia* Forbes, 1839. Acceso a través de World Register of Marine Species en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123260> on 2020-06-03.
- Maluf, L. Y. (1987). Classification and distribution of the central Eastern Pacific echinoderms. Ph.D Dissertation. University of Arizona, 324 págs.
- Maluf, L. Y. (1991). Echinoderm fauna of the Galápagos Islands. Chapter 16. En: James, M. J. (Ed.) *Galápagos Marine Invertebrates*. Springer Sciences, 345-367 págs.
- Martín-Cao-Romero, C., F. A., Solís-Marín, A. A., Caballero-Ochoa, Y. Q., Hernández-Díaz, L., López y B., Zúñiga-Arellano. (2017). New echinoderm remains in the buried offerings of the Templo Mayor of Tenochtitlan, Mexico City. *Revista de Biología Tropical* 65(1): S168-S179.
- Martínez-Melo, A., E., de Luna, B. E., Buitrón-Sánchez (2017). Morfometría de los equinoideos de la Familia Cassidulidae (Echinoidea: Cassiduloidea). *Revista de Biología Tropical* 65 (Suppl. 1): S233-S243.
- Márquez-Borrás, F. (2018). Adaptaciones morfológicas en *Ophionereis n. sp.* (Echinodermata: Ophiuroidea) a la vida cavernícola en el sistema anquihalino El Aerolito, Cozumel. Tesis de



- Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 161 págs.
- Matsubara, M., M., Komatsu, T., Araki, S., Asakawa, S. I., Yokobori, K., Watanabe, y H., Wada. (2005). The phylogenetic status of Paxilloidea (Asterozoa) based on complete mitochondrial DNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution* 36(3): 598-605.
- MacBride, E. W. (1921). Echinoderm larvae and their bearing on classification. *Nature*, 108 (2721): 529-530.
- McClintock, J. B., y J. M. Lawrence. (1981). An optimization study on the feeding behavior of *Luidia clathrata* Say (Echinodermata: Asterozoa). *Marine Behaviour and Physiology* 78:263-275.
- McKnight, D.G. (1977). Classification of Recent paxilloid sea-stars (Asterozoa: Echinodermata). *Records of the New Zealand Oceanographic Institute* 3(12): 113-119.
- McLean, C. (1943). Allan Hancock Pacific Expeditions Vol. 1, Parts I, II, III. *Velero III* 1931-1941. Allan Hancock Foundation Publications of the University of Southern California. First series.
- Meissner, M. (1896). Die von Herrn Dr. L. Plate aus Chile und Feuerland Heimgebrachten See-sterne. *Archiv für Naturgeschichte* 62(1): 91-108.
- Mercier, A., y Hamel, J. F. (2008). Depth-related shift in life history strategies of a brooding and broadcasting deep-sea asteroid. *Marine Biology*, 156(2): 205-223.
- Mercier, A. y J. F. Hamel. (2013). Reproduction in Asterozoa. En: Lawrence, J. M. (Ed.) *Starfish. Biology and ecology of the Asterozoa*. Johns Hopkins University Press, págs. 37-50.
- Miller, J.S. (1821) A natural history of the Crinozoa or lily-shaped animals, with observations on the genera *Asteria*, *Euryale*, *Comatula*, and *Marsupites*. C. Froestación Bristol. 150 págs.
- Miller, S. y J. Harley. (2010). *Zoology*. McGraw Hill, New York. 640 págs.
- Milne-Edwards, H. (1882). Rapport sur les Travaux de la Commission chargée par M. le Ministre de l'Instruction Publique d'étudier la faune sous-marine dans les grandes profondeurs de la Méditerranée et de l'Océan Atlantique. *Archives des missions scientifiques et littéraires* 9(3): 1-59.
- Mitteroecker, P. y P., Gunz. (2009). Advances in Geometric Morphometrics. *Evolutionary Biology* 36: 235-247.



- Monreal Gómez M.A. y D.A. Salas de León. (1998) Dinámica y estructura termohalina. En: Tapia García M. (Ed.), El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, págs. 13-26.
- Montoya-Ayala, I. y J. A. Vega-Saldaña. (1989). Estudio de sedimentos de la Plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. 111 págs.
- Morales-De la Garza, E. A. y A., Carranza-Edwards. (1995). Sedimentos fosfatados en el Golfo de Tehuantepec. *Hidrobiológica* 5 no.1-2: 25-36.
- Morales-Pérez, R. A., y G., Gutiérrez de Velasco. (1989). Marea en el Golfo de California. *Geofísica internacional* 28(1): 25-46.
- Mortensen, (1921). Studies of the development and larval forms of echinoderms. Copenhagen, G. E. C. Gad, 352 págs.
- Mortensen, T. (1932). A vote on some Echinoderm names. *Annals and Magazine of Natural History* 10 (10): 345-368.
- Mutschke, E. y C. Mah. (2010). Asteroidea. En 2010. Editores V. Häussermann y G Försterra. Fauna Marina Bentónica de la Patagonia Chilena. Chile. 1000 págs.
- Müller, J. y Troschel, F. H. (1840). Über die Gattungen der Asterien. *Archiv für Naturgeschichte*. 6: 318-326.
- Nataf, G., y G., Cherbonnier. (1973). Les astérides d'Afrique occidentale, utilisation du microscope électronique à balayage pour une étude systématique des *Luidia*. *Bull. Mus. Hiestación Natl. Paris*, 81, 69-101.
- Ortiz-Pérez M.A. y G. De la Lanza-Espino. (2006) Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional, Serie Textos universitarios, Instituto de Geografía, UNAM, p. 138.
- Pawson, D. (2007). Phylum Echinodermata. En: Zhang, Z. Q. y W. A. Shear, (Eds.). Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa* 534: 1-12.
- Perrier. E. (1878). Etude sur la repartition géographique des Asterides. *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle*. 2(1): 1-108.
- Perrier, E. (1882). Sur une Asterie des grande profondeurs de l'Atlantique, pourvue d'un peduncle dorsale. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 95: 1379-1381.



- Perrier, E. (1884). Mémoire sur les étoiles de mer recueillis dans la Mer des Antilles et la Golfe de Mexique. *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire Naturelle de Paris* 6(2): 127-276.
- Perrier, E. (1893). Echinodermes. *Traité de Zoologie*: 781-864.
- Philippi, R.A. (1837). Beweis dafs die Nulliporen Pflanzen sind. *Archiv für Naturgeschichte*. 3(1-2): 387-392.
- Ríos-Jara, E, C. M., Galván-Villa y F. A., Solís-Marín. (2008). Equinodermos del Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 131-141.
- Rye, C., R., Wise, V., Jurukovski, J., Desaix, J. Choi, Y. Avissar. (2017). Biology. OpenStax Rice University. Capítulo 28.5, págs. 782-784.
- Sandino, O. B., F. A., Solís-Marín, A. A., Caballero-Ochoa, C. A., Conejeros-Vargas, F., Márquez-Borrás; A. P., Ayala-Aguilera y A., Laguarda-Figueras. (2017). Equinodermos de Nicaragua: nuevos registros del Pacífico y Caribe Sur. *Revista de Biología Tropical* 65 (Suppl.1): s288-s298.
- Sans-Aguilar, C. A. (2018). El Golfo de California en su totalidad como aguas interiores o territoriales mexicanas. Centro de Estudios Superiores Navales. Secretaría de Marina, Armada de México. 126 págs.
- Say, T. (1825). On the species of the Linnaean genus *Asterias* inhabiting the coast of the U.S. *Journal of the Academy of natural sciences of Philadelphia*. 5, 141-154.
- Selenka, E. (1867). Beitrage zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Der Philosophischen Facultat zu Gottingen in December 1866, als Dissertation vorgelegt: 291-374.
- Sköld, M., M. F. Barker, y P. V. Mladenov. (2002). Spatial variability in sexual and asexual reproduction of the fissiparous seastar *Coscinasterias muricata*: The role of food and fluctuating temperature. *Marine Ecology Progress Series* 233:143– 155.
- Sladen, W. P. (1889). The Asteroidea. Report on the scientific results of voyage of H. M. S. “Challenger”. *Zoology*. 30:1-935.
- Sloan, N. A., y S. M. C. Robinson. (1983). Winter feeding by asteroids on a subtidal sandbed in British Columbia. *Ophelia* 22:125– 140.
- Smith, J., E. (1950). The motor nervous system of the starfish, *Astropecten irregularis* (Pennant), with special reference to the innervation of the tube feet and ampullae. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 234 (618): 521-558.



- Solís-Marín, F. A. y E. Mata-Pérez. (1997). Manual de Curso Taller; “Taxonomía de Equinodermos”. Curso impartido en el Instituto Tecnológico de Chetumal. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México., 78 págs.
- Solís-Marín, F. A. (1998). Catálogo de los equinodermos recientes de México (Fase I). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G010. México, D.F. En: CONABIO Anexo 4.20.
- Solís-Marín F.A., A. Laguarda-Figueras, A. Durán-González, C. G. Ahearn y J. Torres-Vega. (2005). Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 5 (supl. 3): 123-137.
- Solís-Marín, F. A., M. B. Honey-Escandón, M. D., Herrero-Perezrul, F., Benítez-Villalobos, J. P., Díaz-Martínez, B. E., Buitrón-Sánchez, J. S., Palleiro-Nayart y A., Durán-González. (2013). The echinoderms of Mexico: biodiversity, distribution, and current state of knowledge. Págs. 11-65. En: Alvarado, J. J. y Solís-Marín, F. A. (Eds.) *Echinoderm research and diversity in Latin America*. Springer Heidelberg, 658 págs.
- Solís-Marín, F. A., A. Laguarda-Figueras y M. Honey-Escandón. (2014a). Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S441-S449.
- Solís-Marín, F. A., A. Laguarda-Figueras, P. Estrada-Rodríguez, M. B. I. Honey-Escandón, C. Martín-Cao-Romero, A. Durán-González. (2014b). Los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Golfo de California. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 212 págs.
- Solís-Marín, F. A., A. A., Caballero-Ochoa, S. C., Frontana-Uribe, A., Laguarda-Figueras y A., Durán González. (2017). Catálogo de Autoridades Taxonómicas de los Equinodermos de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Informe final, SNIB-CONABIO, proyecto No. Z002. México.
- Solís-Marín, F. A., A. Laguarda-Figueras, M. B. I. Honey-Escandón, L. López-Luján, B. Zúñiga-Arellano, A. A. Caballero-Ochoa, C. A. Conejeros-Vargas, C. Martín-Cao-Romero, A. Durán-González y M. E. Diupotex-Chong. (2018). Equinodermos (Echinodermata) de México: estado actual del conocimiento de su biodiversidad, biogeografía, estudios bioquímicos y nuevos descubrimientos arqueozoológicos. *Biología y sociedad* Vol. 1, No. 2: 6-22.
- Spencer, W. K. y C. W. Wright. (1966). Asterozoans. En: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Echinodermata*. (Ed.) Moore. Geological Society of America, University of Kansas Press. U4-U107 págs.



- Stöhr, S. y P. M. Segonzac. (2004). Deep-sea ophiuroids (Echinodermata) from reducing and non-reducing environments in the North Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association* 84: 4722, 1-20.
- Süssbach, S y A., Breckner. (1911). Die Seeigel, Seesterne und Schlangensterne der Nord- und Ostsee. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel, Neue Folge* 12: 167-300.
- Tapia-García, M., M. C., García-Abud, A., Carranza-Edwards y F. Vázquez-Gutiérrez. (2007). Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica internacional* 46: 4.
- Thuy, B., y S., Stöhr. (2016). A new morphological phylogeny of the Ophiuroidea (Echinodermata) accords with molecular evidence and renders microfossils accessible for cladistics. *PLoS one*, 11(5): e0156140.
- Toro-Ibacache, V., G., Manríquez-Soto y I., Suazo-Galdames. (2010). Morfometría Geométrica y el estudio de las formas biológicas: De la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *International Journal of Morphology* 28: 977-990.
- Verrill, A.E. (1867). Notes on Radiata in the Museum of Yale College, with descriptions of new genera and species. No. 1. Descriptions of new starfishes from New Zealand. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*. 1(2): 247-251.
- Verrill, A. E. (1870). Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with descriptions of new genera and species. No. 2. Notes on the Echinoderms of Panama and west coast of America, with descriptions of new genera and species. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 1: 251-322.
- Verrill, A. E. (1871). Art. XIX. Brief contributions to zoology from the museum of Yale College. No. XV. Descriptions of starfishes and ophiurans from the Atlantic coasts of America and Africa. *American Journal of Science and Arts*. ser. 3, 2: 130-133.
- Verrill, A. E. (1899). Revision of certain genera and species of starfishes, with descriptions of new forms. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 10(1): 145-234.
- Verrill, A. E. (1914). Monograph of the shallow water starfishes of the North Pacific Coast from the Arctic Ocean to California. Harriman Alaska, Series: Smithsonian Institution 14(1): 1-408.
- Vickery, M. S., y J. B. McClintock. (1998). Regeneration in metazoan larvae. *Nature* 394:140.
- Vickery, M. C., Vickery, M. S., McClintock, J. B., y Amsler, C. D. (2001). Utilization of a novel deuterostome model for the study of regeneration genetics: molecular cloning of genes



that are differentially expressed during early stages of larval sea star regeneration. *Gene*, 262(1-2), 73-80.

Viguier, C. (1878). Classification des Stellerides. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences* 86: 681-683.

Villamar, F. y M. Cruz. (1983). Presencia de *Platasterias latiradiata* en aguas ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador* 2(1): 170-177.

Walenkamp, J.H.C. (1976). The asteroids of the coastal waters of Surinam. *Zoologische Verhandelingen* 147: 1-91.

Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. (2009). Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 200 págs.

Yoshimura K, Iketani T, Motokawa T (2012). Do regular sea urchins show preference in which part of the body they orient forward in their walk? *Marine Biology* 159:959–965.

Zenkevich, L. A. (1963). *Biology of the seas of the USSR*. George Allen & Unwin LTD, London, 955 págs.

Ziesenhenné, F.C. (1937). The Templeton Crocker Expedition. 10. Echinoderms from the west coast of Lower California, the Gulf of California, and Clarion Island. *Zoologica* 23: 209-329.

Zoológica, N. (1999). Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica. 4ª edición. 186 págs.



ANEXO I. GLOSARIO

ABACTINAL: superficie opuesta a la boca, en la que se encuentra el ano (también llamada aboral o dorsal).

ABRADIAL: área ubicada más lejos de la serie midradial en los brazos.

ACTINAL: superficie en la que se encuentra la boca (también llamada oral o ventral).

ACTINALES: placas calcáreas dispuestas en el área actinal intermedia.

ACTINAL INTERMEDIA: placas localizadas entre las placas adambulacrales e inferomarginales.

ADAMBULACRALES: placas calcáreas que forman los lados del surco ambulacral.

ADRADIAL: área o placas ubicadas más cerca de la serie midradial en los brazos.

AMBULACRO: zona del cuerpo que contiene a los pies ambulacrales.

ANO: apertura del tracto intestinal sobre la superficie abactinal, cerca del centro del disco.

ARCO INTERBRAQUIAL: distancia entre dos brazos.

ÁREA PAPULAR: zona en la que se encuentran las pápulas.

BOCA: apertura del sistema digestivo localizada en el centro de la superficie actinal.

COLUMNA PAXILAR: parte vertical de las paxilas.

CONVEXO: elevado y curvado hacia la parte superior.

CRUCIFORME: forma con cuatro lóbulos.

DESCRIPCIÓN: representación escrita de los caracteres taxonómicos de un ejemplar o taxón.

DESIGNACIÓN ORIGINAL: acto nomenclatural en el cual se asigna el tipo portanombre de un taxón nominal cuando es establecido.

DIAGNOSIS: representación escrita de los caracteres que distinguen a un taxón de otros taxones con los que se pudiera confundir.

DISTAL: en dirección lejana del centro del disco.

ESPECIE TIPO: especie nominal que es el tipo portanombre de un género o subgénero nominal.

ESPINA: calcificación con forma de espina o clavija, usualmente articulada a la superficie de una placa.

- ambulacrales: localizadas en el borde interno de una placa adambulacral.
- apicales: una o más espinas en el ápice de la placa oral.
- suborales: localizadas en la superficie de la placa oral, lejos de los márgenes.
- marginales: localizadas en el borde externo las placas marginales (ífero o superomarginal).



- subambulacrales: espina o también gránulo colocado detrás de las espinas ambulacrales.

ESPINELETA: espina pequeña.

ESPÍNULA: espina delgada, generalmente referida a la ornamentación ciliada de una placa o los fasciolo marginales.

FASCIOLO: canal entre dos filas de placas con un epitelio ciliado, presente entre las series marginales.

GRÁNULO: grano pequeño de calcita colocado superficial sobre las placas. La forma puede ser redonda, hemisférica o irregular.

HOLOTIPO: ejemplar único designado como el tipo portanombre de una especie o subespecie nominal, en el momento de su establecimiento.

INFEROMARGINALES: placas que forman el borde externo actinal del cuerpo.

IMBRICADO: posición sobrelapada.

INTERRADIO: sección localizada entre los ambulacros.

INTERRADIAL: posición entre dos brazos o radios.

LECTOTIPO: sintipo designado como el único ejemplar portanombre posteriormente al establecimiento de una especie o subespecie nominal

LOCALIDAD TIPO: lugar geográfico de recolecta del tipo portanombre de una especie o subespecie nominal.

MIDRADIAL: posición longitudinal en medio del brazo.

MONOTIPIA (Código Internacional de Nomenclatura Zoológica 68.3): Si un autor establece un nuevo taxón nominal de nivel género para una única especie taxonómica y da a esa especie un nombre disponible, la especie nominal así nombrada es la especie tipo. Se considera que la fijación por este medio es fijación por monotipia, sin tener en cuenta si se menciona cualquier sinónimo, subespecie o nombre indisponible, ni si el autor consideraba que el taxón nominal de nivel género contuviese otras especies que no se citaron por su nombre ni si se incluyeron o identificaron dudosamente otros taxones de nivel especie.

ORALES: placas calcáreas que se extienden hacia la boca.

PÁPULAS: sacos delgados que se extienden desde el celoma hacia el exterior a través de poros las placas calcáreas.

PARATIPO: cada ejemplar de una serie tipo (excepto el holotipo).



PAXILA: placa calcárea con una columna y una punta expandida que puede estar cubierta por espineletas, espinas o gránulos en la superficie abactinal.

PAXILIFORME: forma semejante a una paxila.

PEDICELARIO: estructura con forma de pinza con funciones de defensa y alimentación.

- bivalvado: dos valvas insertadas en una depresión de la placa.
- fasciculado: grupo de una o más valvas espiniformes o curvadas.
- pectinado: dos grupos de espinas inclinadas, y dispuestos sobre dos placas adyacentes.

PLACA: cualquier elemento esquelético calcáreo, sin incluir alguna ornamentación.

POROS PAPULARES: orificios por donde emergen las pápulas.

PROXIMAL: en dirección cercana al centro del disco.

RADIO MAYOR (R): medida del centro del cuerpo a la punta de un brazo.

RADIO MENOR (r): medida del centro del disco a la mitad de un interrradio en el borde del disco.

R/r: cociente de radio mayor (R) y radio menor (r).

SERIE TIPO: conjunto de ejemplares sobre el cual el autor original basa un nuevo taxón nominal a nivel especie.

SINÓNIMO: cada uno de los nombres de la misma categoría que han sido utilizados para referirse a un mismo taxón taxonómico (por ejemplo, familia, género, especie)

SINTIPO: cada ejemplar de la serie tipo que constituyen colectivamente el tipo portanombre de un taxón nominal a nivel especie. Ocurre cuando no hay designación de holotipo ni lectotipo.

SUPERAMBULACRALES: placa calcárea oblicua e interna que articula a la placa ambulacral y su correspondiente placa inferomarginal o actinal más interna.

SUPEROMARGINALES: placas calcáreas que forman el borde externo abactinal del cuerpo.

SUTURA MEDIA: espacio interr radial entre un par de placas orales.

TERMINAL: placa calcárea más distal del brazo (también llamada ocular o apical).

TESELADO: placas calcáreas planas unidas de manera que forman una malla cerrada.

Definiciones modificadas de A. M. Clark y Downey, 1992; Hendler *et al.*, 1995 y Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.



ANEXO II. MATERIAL EXAMINADO

<i>Luidia armata</i> Ludwig, 1905					
No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
MCZ AST-2398 SINTIPO USNM 34446 SINTIPO USNM 36993	1	Seco	Isla de Cocos, Costa Rica	5° 32' 44.88" N; 86° 55' 19.92" W	95 m
USNM 2804	1	Alcohol	Isla de Cocos, Costa Rica	5° 32' 44.88" N; 86° 55' 19.92" W	95 m
USNM 2804	1	Seco	Isla Cerralvo, Baja California, Golfo de California, México	24° 18' 0" N; 110° 22' 1.2" W	48.5 m
ICML-UNAM 2.164.22	1	Seco	Bahía de Panamá, Panamá	8° 16' 30" N; 79° 37' 45.119" W	86 m
ICML-UNAM 2.164.22	2	Alcohol	Bahía de Panamá, Golfo de Panamá	8° 38' 00 N; 79° 31' 30" W	29.2 m
<i>Luidia asthenosoma</i> Fisher, 1906					
No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
USNM 21929 HOLOTIPO	1	Alcohol	Sur de Punta Año Nuevo, California, Estados Unidos	37° 7' 59.88" N; 122° 28' 8.39" W	86 m
USNM 31750	1	Alcohol	Islas Coronado, Baja California, México	1	110 m
USNM 31758	1	Alcohol	Islas Coronado, Baja California, México	/	97-121 m
USNM 31759	2	Alcohol	Islas Coronado, sur de la isla, Baja California, México	/	60-155 m
USNM 31815	1	Alcohol	Islas Coronado, NW de las islas, Baja California, México	32° 25' 30" N; 117° 16' 44.39" W	62 m
USNM 31835	2	Alcohol	Islas Coronado, NW de las islas, Baja California, México	32° 28' 45.12" N; 117° 16' 15.6" W	66 m
USNM 31748	1	Alcohol	Islas Channel, Isla San Miguel, Norte de California, Estados Unidos	34° 7' 0.12" N; 120° 33' 28.8" W	97 m
USNM 31749	1	Alcohol	Islas Channel, Canal Santa Cruz, Isla Santa Rosa, California, Estados Unidos	34° 6' 0" N; 120° 1' 48" W	97 m
USNM 31751	1	Alcohol	Islas Channel, Isla Santa Rosa, California, Estados Unidos	33° 57' 29.88" N; 120° 18' 28.8" W	95 m
USNM 31752	2	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 21' 39.96" N; 119° 38' 20.39" W	57 m
USNM 31753	2	Alcohol	Bahía Half Moon, California, Estados Unidos	37° 19' 0.12" N; 122° 35' 59.99" W	79 m
USNM 31754	2	Alcohol	Punta Año nuevo, California, Estados Unidos	37° 7' 59.88" N; 122° 28' 8.39" W	86 m
USNM 31755	2	Alcohol	Bahía Monterey, California, Estados Unidos	36° 44' 44.88" N; 120° 57' 0" W	124 m
USNM 31756	1	Alcohol	Punta Loma, San Diego, California, Estados Unidos	32° 28' 12" N; 117° 16' 1.19" W	50-75 m
USNM 31757	1	Alcohol	Punta La Joya, San Diego, California, Estados Unidos	/	110-199 m



USNM 31760	1	Seco	Islas Channel, Isla San Nicolas, California, Estados Unidos	/	262-448 m
USNM 31761	3	Alcohol	Islas Channel, Isla San Nicolas, California, Estados Unidos	/	419-532 m
USNM 31762	6	Alcohol	Islas Channel, Isla San Nicolas, California, Estados Unidos	/	395-620 m
USNM 31763	1	Alcohol	Islas Channel, Isla Santa Rosa, California, Estados Unidos	/	69-82 m
USNM 31764	1	Alcohol	Islas Channel, Isla Santa Rosa, California, Estados Unidos	/	69-82 m
USNM 31765	3	Alcohol	Islas Channel, Isla Santa Rosa, California, Estados Unidos	/	69-82 m
USNM 31766	2	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	36° 38' 7.8" N; 121° 56' 23.99" W	91 m
USNM 31767	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	36° 37' 58.44" N; 121° 56' 23.99" W	73-84 m
USNM 31768	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	121-134 m
USNM 31769	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	110-146 m
USNM 31770	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	97-99 m
USNM 31771	5	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	66-93 m
USNM 31772	0	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	20-35 m
USNM 31773	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	20-35 m
USNM 31812	1	Alcohol	Punta Loma, San Diego, California, Estados Unidos	/	146-163 m
USNM 31813	1	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	102-108 m
USNM 31814	1	Alcohol	Banco Corteza, Islas Channel, California, Estados Unidos	/	110 m
USNM 31816	0	Alcohol	Point Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	121-134 m
ICML-UNAM 2.67.0	2	Alcohol	Wilson Cove, San Clemente, California, Estados Unidos	33° 01' 01" N; 118° 33' 25" W	5-6 m



ICML-UNAM 2.67.1	1	Alcohol	Monterey Bahía, Punta Pinos, California, Estados Unidos	36° 45' 00" N; 121° 55' 00" W	91-104 m
ICML-UNAM 2.67.2	1	Alcohol	Monterey Bahía, Punta Pinos, California, Estados Unidos	36° 45' 00" N; 121° 55' 00" W	91-104 m
<i>Luidia bellonae</i> Lütken, 1864					
No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO NHMD AST9	1	Alcohol	Guayaquil, Ecuador	/	/
USNM E1353	1	Seco	Isla San Lorenzo, Bahía Callao, Perú	/	/
USNM E47605	3	Seco	Isla cercana a Pucusano, S de Bahía Callao, Perú	12° 28' 12" S; 76° 46' 11.99" W	4 m
USNM E51626	1	Seco	Ilo, Punta Coles, Moquegua, Perú	17° 41' 60" S; 71° 22' 47.99" W	14 m
USNM E53103	1	Seco	Isla San Lorenzo, Bahía Callao, Perú	12° 4' 48" S; 77° 15' 0" W	1 m
USNM E53103	1	Seco	Isla San Lorenzo, Bahía Callao, Perú	12° 4' 48" S; 77° 15' 0" W	2 m
USNM 3276	1	Seco	/	/	/
<i>Luidia n. sp.</i> 1					
No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
USNM 38002	1	Seco	Cabo San Lucas, Baja California, México	22° 52' 0.12" N; 109° 55' 1.2" W	57 m
USNM E17465	1	Alcohol	Punta Suárez, Isla Española, Galápagos, Ecuador	/	18.3 m
USNM 38711	1	Alcohol	Bahía Ventana, Baja California, Golfo de California, México	24° 11' 30.12" N; 109° 55' 1.2" W	18 m
USNM 38724	3	Alcohol	Isla Cerralvo, Baja California, Golfo de California, México	24° 22' 30" N; 110° 19' 30" W	15 m
USNM 38772	1	Alcohol	Isla Cerralvo, Baja California, Golfo de California, México	24° 22' 14.88" N; 110° 19' 15.59" W	13 m
USNM E29185	2	Alcohol	Isla Onslow, Floreana, Galápagos, Ecuador	/	2 m
ICML-UNAM 2.66.0	1	Seco	Tangola-Tangola, Oaxaca, México	15° 45' 00" N; 96° 06' 12" W	27-36 m
ICML-UNAM 2.66.1	5	Seco	Playa Puerto Marqués, Acapulco, México	16° 45' 00" N; 99° 52' 00" W	/
ICML-UNAM 2.66.2	3	Alcohol	Frente a "Las playas", Acapulco, México	16° 50' 00" N; 99° 57' 00" W	/
ICML-UNAM 2.66.3	7	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 00" N; 110° 06' 03" W	19.5 m
ICML-UNAM 2.66.4	1	Alcohol	Isla del Carmen, Golfo de California, Baja California Sur, México	25° 58' 14" N; 111° 07' 23" W	37 m
ICML-UNAM 2.66.5	1	Alcohol	Punta San Marcial, Golfo de California, Baja California Sur, México	25° 58' 81" N; 111° 6' 25" W	33 m
ICML-UNAM 2.66.6	2	Seco	Isla lobos de tierra, Perú	6° 58' 00" S; 80° 45' 00" W	13 m



ICML-UNAM 2.66.7	1	Alcohol	Caleta de Campos, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 04' 20" N; 102° 44' 49" W	3 m
ICML-UNAM 2.66.8	2	Seco	El Jardín, Isla Roqueta, Acapulco, México	16° 49' 44" N; 99° 54' 97" W	12 m

Luidia columbia (Gray, 1840)

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO BMNH 1938 5.12.15	1	Seco	San Blas, Nayarit, México	/	/
SINTIPO NHMD AST- 11	1	Alcohol	Mazatlán, Sinaloa, México	/	/
USNM E16250	8	Seco	Río Ensenarica, bahía de Panamá, Panamá	/	0-6.1 m
2.23.3	37	Seco	Próximo a Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	8.3 m
2.23.7	10	Alcohol	Próximo a Isla de la Piedra, a 50 m de la playa, Mazatlán, Sinaloa, México	/	3.5 m
2.23.8	33	Alcohol	Próximo a Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	5 m
2.23.9	3	Alcohol	Próximo a Isla de los Chivos (50 m), Mazatlán, Sinaloa, México	/	2 m
2.23.10	1	Alcohol	Próximo a Isla de los Chivos, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2 m
2.23.11	42	Alcohol	Próximo a Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México, 180 m de la colecta anterior	/	8.3 m
2.23.12	10	Alcohol	Próximo a la Isla Cardones, Mazatlán, Sinaloa, México	/	3.4 m
2.23.13	11	Seco	/	/	/
2.23.14	25	Seco	Próximo a Isla Cardoner, Mazatlán, Sinaloa, México	/	4.7 m
2.23.15	1	Seco	Parte E de la escollera de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	3.5 m
2.23.16	3	Seco	Playa Hornos, Acapulco, Guerrero, México	/	/
2.23.17	3	Alcohol	Cerca de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	4.1 m
2.23.18	3	Alcohol	A 90 m de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2.5 m
2.23.19	2	Alcohol	Río Fuerte, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 42' 00" N; 109° 30' 6" W	56 m
2.23.19	1	Alcohol	/	/	/
2.23.20	1	Alcohol	Cerca de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2.8 m
2.23.21	1	Alcohol	Frente a Estero del Pichi, Playa azul, Michoacán, México	/	/
2.23.22	6	Alcohol	Guerrero, México	17° 58' 54" N; 102° 05' 35" W	/



2.23.23		Alcohol	Barra de Peñitas, Guerrero, México	17° 59' 0.30" N; 102° 01' 54" W	7 m
2.23.23	2	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 13' 08" N; 111° 28' 00" W	54 m
2.23.24	3	Alcohol	Tecpan, Guerrero, México	17° 58' 52" N; 102° 27' 8" W	2.5 m
2.23.25	1	Seco	Playa Las Peñitas, Guerrero, México	/	0 m
2.23.26	2	Alcohol	Caletilla, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 03' 14" N; 102° 39' 03" W	3 m
2.23.27	6	Alcohol	Caletilla privada, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 03' 06" N; 102° 38' 79" W	3 m
2.23.28	1	Alcohol	Frente a Lindavista, Michoacán, México	18° 05' 49" N; 102° 49' 14" W	9 m
2.23.28	1	Alcohol	Bahía Tepoca, Golfo de California, Sonora, México	30° 02' 04" N; 112° 56' 07" W	102 m
2.23.29	1	Alcohol	Frente a Lindavista, Michoacán, México	18° 05' 40" N; 102° 49' 20" W	10 m
2.23.30	4	Alcohol	Frente a Lindavista, Michoacán, México	18° 05' 52" N; 102° 45' 53" W	10 m
2.23.31	3	Alcohol	Frente a Lindavista, Michoacán, México	18° 05' 82" N; 102° 49' 51" W	20 m
2.23.33	1	Alcohol	Playa Jardín, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	17° 57' 06" N; 102° 16' 28" W	10 m
2.23.34	39	Alcohol	Caleta de Campos, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 04' 34" N; 102° 44' 83" W	3 m
2.23.35	21	Alcohol	Los Palos Altos junto a Boca de Apiza, Coahuayana, Michoacán, México	18° 40' 75" N; 103° 43' 79" W	12.5 m
2.23.36	1	Seco	Manzanillo, Colima, México	/	/
2.23.36	87	Alcohol	Caleta de Campos, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 04' 41" N; 102° 45' 02" W	3 m
2.23.37	3	Seco	Manzanillo, Colima, México	/	/
2.23.37	33	Alcohol	Hornos, Lázaro Cárdenas, Michoacán, México	18° 04' 68" N; 102° 46' 21" W	6 m
2.23.48	4	Seco	Playa Hornos, Acapulco, Guerrero, México	/	/
2.23.51	39	Seco	El Revolcadero, Acapulco, Guerrero, México	/	/
2.23.52	52	Seco	Salina Cruz, Oaxaca, México	/	/
2.23.55	5	Seco	La Paz, Baja California sur, México	/	/
10019	8	Seco	Playa San Benito, Chiapas, México	14° 32' 24" N; 92° 25' 32" W	55 m
10020	3	Seco	Barra San Simón, Chiapas, México	14° 91' 91" N; 92° 62' 33" W	55 m
10878	1	Seco	Frente a SNTE, Bahía Chamela, Jalisco	19° 32' 42.5" N; 105° 05' 02" W	1 m
11807	1	Alcohol	Frente a SNTE, Isla cocinas, Bahía Chamela, Jalisco	19° 32' 48" N; 105° 05' 05" W	0 m

Luidia n. sp. 2



No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
2.21.0	2	Seco	Once millas al noroeste de Corinto, Nicaragua	12° 35' 10" N; 87° 20' 30" W	1-5 m
2.21.1	3	Seco	Cerca de Punta Piaxtla, Sinaloa, México	28° 39' 05" N; 106° 50' 55" W	10-14 m
2.21.2	20	Seco	Próximo a Isla Cardoner, Mazatlán, Sinaloa, México	/	1.2 m
2.21.3	1	Seco	Río Ensenarica, bahía de Panamá, Panamá	/	0-6.1 m
2.21.4	19	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	/	/
2.21.5	68	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	/	12-20 m
2.21.6	47	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	/	12-20 m
2.21.7	11	Alcohol	Frente a Punta Barrón, Mazatlán, Sinaloa, México	/	12-20 m
2.21.8	2	Alcohol	Próximo a Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2.30 m
2.21.9	2	Alcohol	Próximo a Isla de los Chivos, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2 m
2.21.10	6	Seco	Próxima a Isla de la Piedra, 400 m de isla Cardoner, Mazatlán, Sinaloa, México	/	8.3 m
2.21.13	10	Seco	Isla de la Piedra a 200 m, Mazatlán, Sinaloa, México	/	3 m
2.21.14	16	Seco	Parte E de la escollera de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	3.5 m
2.21.15	1	Alcohol	Isla de la Piedra a 90 m, Mazatlán, Sinaloa, México	/	7 m
2.21.16	2	Alcohol	Cerca de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	/	2 m
2.21.17	1	Seco	Parte S. E. de Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa	/	3 m
2.21.18	4	Seco	Playa Las Islitas, San Blas, Nayarit	/	/
2.21.19	5	Alcohol	Frente a Puerta de Palapares, Nayarit, México	22° 08' 00" N; 105° 43' 00" W	20 m
2.21.20	76	Seco	Puerto Madero, Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 42' 25" N; 92° 23' 82" W	/
2.21.21	11	Seco y Alcohol	Frente a Puerto Chiapas (antes San Benito), Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 42' 42" N; 92° 24' 35" W	10 m
2.21.22	2	Alcohol	Frente a Acapetagua, Chiapas, México	15° 15' 97" N; 93° 07' 94" W	31.6 m
2.21.23	1	Seco	Frente a San José el Huayate, Chiapas, México	14° 51' 40.8" N; 92° 43' 36.0" W	29 m



2.21.24	5	Alcohol	Frente a Salina Cruz, Oaxaca, México	16° 06' 98" N; 94° 56' 67" W	38.7 m
USNM E16251	3	Seco	Isla Chepillo, Bahía de Panamá, Panamá	8° 56' 60" N; 79° 7' 59.8" W	9.2 m
USNM 39893	1	Seco	Pacífico Norte, México	/	/
USNM 40011	1	Seco	Pacífico Norte, México	/	/
USNM E49898	1	Seco	Golfo de Fonseca, El Salvador	/	/

Luidia ferruginea Ludwig, 1905

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
MCZ 2399 SINTIPO	2	Alcohol	Punta Mala, Península Azuero, Golfo de Panamá, Panamá	7° 33' 40" N; 79° 43' 20" W	279 m
USNM 34444 SINTIPO	1	Alcohol	Punta Mala, Península Azuero, Golfo de Panamá, Panamá	7° 33' 40" N; 79° 43' 20" W	279 m
USNM 34445 SINTIPO	3	Alcohol	Punta Mala, Península Azuero, Golfo de Panamá, Panamá	7° 33' 40" N; 79° 43' 20" W	279 m
ICML-UNAM 2.164.0 SINTIPO	1	Seco	Punta Mala, Península Azuero, Golfo de Panamá, Panamá	7° 33' 40" N; 79° 43' 20" W	279 m
ICML-UNAM 2.24.16	35	Seco	Mazatlán, Sinaloa, México	23° 04' 00" N; 106° 22.9' 00" W	35 m
ICML-UNAM 2.164.2	9	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	/	/
ICML-UNAM 2.23.8	46	Seco	50 brazas de Teacapán, Sinaloa, México	22° 17' 06" N; 106° 10' 09" W	61 m
ICML-UNAM 2.23.6	5	Seco	50 Brazas frente a Mazatlán, Sinaloa, México	23° 08' 4" N; 106° 32' 5" W	71 m
ICML-UNAM 2359	19	Seco	50 brazas de Teacapán, Sinaloa, México	22° 17' 6" N; 106° 10' 9" W	61 m
ICML-UNAM 2.164.3	2	Alcohol	Chipehua, Oaxaca, México	15° 59' 763" N; 95° 23' 113" W	/

Luidia sp. 1

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
ICML-UNAM 2.164.14	10	Seco	Bahía de Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.164.5	6	Seco	Bahías de Huatulco, Oaxaca, México	16° 02' 33" N; 97° 58' 21" W	/
ICML-UNAM 2.164.8	16	Seco	Sureste de Roca Consag, Golfo de California, México	30° 59' 00" N; 114° 03' 1" W	95 m
ICML-UNAM 2.164.15	4	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.164.8	3	Seco	A 40 brazas de Teacapán, Sinaloa, México	22° 17' 04" N; 106° 11' 10" W	74 m
ICML-UNAM 2.23.62	6	Alcohol	Lázaro Cárdenas, Michoacan, México	17° 52' 924" N; 102° 29' 412" W	/
ICML-UNAM 2.164.20	1	Alcohol	Bahía Santa María, Sinaloa, Golfo de California, México	/	/



USNM 38067	2	Alcohol	Golfo de Panamá, Panamá	08° 38' 00" N; 79° 31' 30" W	29.26 m
ICML-UNAM 2.164.16	3	Alcohol	Punta Willard, Golfo de California	29° 54' 6" N; 114° 21' 9" W	73 m
ICML-UNAM 2.164.17	15	Alcohol	Punta Willard, Golfo de California	29° 54' 6" N; 114° 21' 9" W	73 m
ICML-UNAM 2.164.19	2	Alcohol	Punta Willard, Golfo de California	29° 54' 44" N; 114° 18' 59" W	77 m
ICML-UNAM 2.164.21	4	Alcohol	Acapulco, Guerrero, México	16° 36' 46" N; 99° 45' 345" W	/

Luidia foliolata Grube, 1866

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
ICML-UNAM 2.24.0	2	Alcohol	Frente a Oregon, Gearhart, Estados Unidos	46° 03' 15" N; 124° 09' 00" W	84 m
ICML-UNAM 2.24.1	1	Seco	Canal de Santa Bárbara, Punta Concepción, California, Estados Unidos	34° 23' 30" N; 120° 19' 30" W	176 m
USNM E10385	1	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	91 m
USNM E10386	3	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	91 m
USNM E10387	2	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	91 m
USNM E10388	1	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	366 m
USNM E10389	2	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	274 m
USNM E10390	1	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	91 m
USNM E10391	1	Seco	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	183 m
USNM E28748	1	Seco	Golfo de Alaska, Estados Unidos	59° 52' 1.2" N; 143° 18' 28.79" W	150-318 m
USNM E28749	1	Seco	Golfo de Alaska, Estados Unidos	59° 52' 1.2" N; 143° 18' 28.79" W	150-318 m
USNM 40029	1	Alcohol	Newport, Oregon, Estados Unidos	/	64 m
USNM E6433	1	Seco	Bahía Monterey, California, Estados Unidos	/	29.2 m
USNM E10424	2	Seco	Suroeste del Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	274 m
USNM 30813	1	Alcohol	Santa Cruz, Bahía Monterey, California, Estados Unidos	/	80-82 m
USNM 31966	15	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	90-93 m
USNM 31653	10	Alcohol	Punta Pinos, Monterey Bahía, California, Estados Unidos	/	97-99 m
USNM 30831	3	Alcohol	Cabo Foulweather, Oregon, Estados Unidos	44° 41' 30" N; 124° 9' 14.3" W	51 m



USNM 30847	1	Alcohol	Punta Loma, San Diego, California, Estados Unidos	/	155-300 m
USNM 30828	4	Alcohol	Cabo Disappointment, Washington, Estados Unidos	46°8'60" N; 124° 22' 30" W	124 m
USNM 30821	2	Alcohol	Punta Reyes, California, Estados Unidos	37° 57' 29.88 N; 122° 59' 31.2" W	60 m
USNM E53109	1	Alcohol	Punta Pinos, Bahía Monterey, California, Estados Unidos	36° 37' 58.44" N; 121° 56' 23.99" W	73-84 m
USNM E50703	2	Alcohol	Punta Pinos, Bahía Monterey, California, Estados Unidos	/	66-93 m
USNM E53110	1	Alcohol	Punta Pinos, Bahía Monterey, California, Estados Unidos	36° 38' 7.8" N; 121° 56' 23.99" W	90-91 m
USNM E47986	2	Alcohol	Santa Cruz, Bahía Monterey, California, Estados Unidos	/	47-49 m
USNM 33349	1	Alcohol	/	/	/
USNM 40031	1	Alcohol	Heceta Light, Oregon, Estados Unidos	/	/
USNM 40029	1	Alcohol	Newport, Oregon, Estados Unidos	/	64 m
USNM E10386	3	Alcohol	Río Columbia, Oregon, Estados Unidos	/	91 m
USNM E28755	2	Alcohol	Bahía Pelicano, Santa Cruz, California, Estados Unidos	/	79-82 m
USNM E28749	1	Alcohol	Golfo de Alaska, Estados Unidos	59° 52' 1.2" N; 143° 18' 28.79" W	274-582 m
USNM 30843	3	Alcohol	Estrecho de Juan de Fuca, Washington, Estados Unidos	48° 30' 0" N; 124° 57' 0" W	73 m
USNM 30845	1	Alcohol	Punta Loma, San Diego, California, Estados Unidos	/	137-245 m
USNM 30823	2	Alcohol	Bodega Head, California, Estados Unidos	38° 20' 30.12" N; 123° 19' 58.79" W	139 m
USNM 1104188	1	Alcohol	Norte del Golfo de California, México	/	9 a 18 m

Luidia latiradiata (Gray, 1871)

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO BHNM 1871 1.20.1	1	Seco	Golfo de Tehuantepec, México	/	/
USNM E8365	2	Seco	Corinto, Managua, Nicaragua	/	2 a 5 m
USNM E18613	1	Seco	Playa Tamarindo, El Salvador	/	/
USNM 1126731	3	Seco	Puerto San Benito, Chiapas, México	/	/
USNM E6612	1	Seco	Corinto, Managua, Nicaragua	/	/
USNM E37232	1	Seco	Playa Tamarindo, El Salvador	/	0 m



ICML-UNAM 2.32.0	1	Seco	Puerto Chiapas (antes San Benito), Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	/	/
ICML-UNAM 2.32.1	1	Seco	Once millas al noroeste de Corinto, Nicaragua	12° 35' 10" N; 87° 20' 30" W	1-5 m
ICML-UNAM 2.32.2	3	Alcohol y seco	Puerto Chiapas (antes San Benito), Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	/	/
ICML-UNAM 2.32.3	40	Alcohol	Frente a Puerto Chiapas (antes San Benito), Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 46' 16" N; 92° 29' 26" W	10.8-12.6 m

Luidia ludwigi Fisher, 1906

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO					
USNM-21928	1	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 20' 20" N; 119° 37' 29.99" W	53 m
USNM 38479	10	Alcohol	Bahía Ballenas, Baja California, México	26° 7' 0.12" N; 113° 31' 58.8" W	135 m
USNM 31924	1	Alcohol	Isla Santa Rosa, Channel Islands, Punta Brockway, California, Estados Unidos	/	82 m
USNM 36391	3	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 20' 20" N; 119° 37' 29.99" W	53.03 m
USNM 36392	1	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 20' 24" N; 119° 40' 12" W	53 m
USNM 36393	1	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 21' 36" N; 119° 37' 47.9" W	57 m
USNM 36394	2	Alcohol	Canal de Santa Bárbara, California, Estados Unidos	34° 20' 24" N; 119° 40' 12" W	48 m
USNM 38310	2	Alcohol	San Diego, California, Estados Unidos	32° 34' 59.8" N; 117° 13' 29.9" W	31 m
USNM 38492	6	Alcohol	Isla Santa Rosa, Channel Islands, Punta Brockway, California, Estados Unidos	/	69-82 m
USNM E37371	2	Alcohol	Corona del Mar, California, Estados Unidos	/	15 m
ICML-UNAM 2.26.0	1	Seco	Media milla al norte de Platt Point, isla Santa Cruz, California, México	34° 03' 20" N; 119° 43' 20" W	85 m
ICML-UNAM 2.26.1	1	Seco	Costa Occidental de Baja California, Baja California Norte, México	28° 48' 19" W; 118° 05' 42" W	/
ICML-UNAM 2.26.2	1	Seco	Off Scripps Pier, California, Estados Unidos	32° 50' 00" N; 117° 20' 00" W	/
ICML-UNAM 2.26.3	1	Alcohol	Santa Barbara, California, Estados Unidos	34° 20' 20" N; 119° 37' 30" W	53 m
ICML-UNAM 2.26.4	1	Alcohol	Corona del mar, California, Estados Unidos	32° 55' 00" N; 117° 20' 00" W	14.6 m
ICML-UNAM 2.26.5	1	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	98 m



ICML-UNAM 2.26.6	2	Alcohol	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 07' 06" N; 112° 42' 07" W	95 m
ICML-UNAM 2.26.7	1	Seco	La Jolla, San Diego, California, Estados Unidos	32° 50' 00" N; 117° 20' 00" W	/
ICML-UNAM 2.26.9	3	Seco	Golfo de California, Baja California, México	/	/
ICML-UNAM 2.26.10	7	Secos	Bahía de Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 59' 11" N; 111° 50' 83" W	95 m
ICML-UNAM 2.26.11	6	Seco	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, México	29° 27' 146" N; 112° 29' 108" W	40 m
ICML-UNAM 2.26.12	1	Seco	Norte de Roca Consag, Golfo de California, Baja California Norte, México	30° 59' 00" N; 114° 03' 1" W	90 m
ICML-UNAM 2.26.13	1	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.26.14	9	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 09' 38.3" N; 112° 42' 03.7" W	115 m
ICML-UNAM 2.26.15	3	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 08' 02" N; 112° 41' 09" W	60 m
ICML-UNAM 2.26.16	1	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 12' 00" N; 112° 40' 00" W	95 m
ICML-UNAM 2.26.17	1	Alcohol	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 08' 33" N; 112° 46' 60" W	67 m
ICML-UNAM 2.26.18	2	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 13.8' 00" N; 111° 28.0' 00" W	54 m
ICML-UNAM 2.26.19	1	Alcohol	Banco Gorda, Golfo de California, Baja California Sur, México	23° 05' 00" N; 109° 34' 00" W	95 m
ICML-UNAM 2.26.20	1	Alcohol	Roca Consag, Golfo de California, Sonora, México	31° 09' 00" N; 114° 16' 5" W	65 m

Luidia magnifica Fisher, 1906

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO USNM 21154	1	Alcohol	Isla Molokai, Moku, Hawaii	20° 58' 59.8" N; 156° 57' 10.8" W	0-134 m
USNM E4463	1	Alcohol	Isla Molokai, Moku, Hawaii	20° 58' 59.8" N; 156° 57' 10.8" W	0-134 m
USNM E3099	1	Seco	Arrecife Pearl y Hermes, Hawaii	/	/
ICML-UNAM 18250	4	Alcohol	Club de Yates, Manzanillo, Colima, México	19° 06' 04" N; 104° 21' 4.8" W	10 m

Luidia phragma H. L. Clark, 1910

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
HOLOTIPO MCZ- AST399	1	Seco	Chile o Islas Sandwich	/	/



USNM 32342	6	Alcohol	Bahía Santa María, Baja California, México	24° 43' 48" N; 112° 13' 11.9" W	/
USNM 32473	1	Alcohol	Isla Santa Margaritas, Baja California, México	24° 40' 12" N; 112° 0' 0" W	/
USNM 3351	3	Alcohol	Isla Cedros, Baja California, México	27° 49' 48" N; 115° 4' 47.99" W	/
USNM 38438	13	Alcohol	Bahía Ventana, Baja California, Golfo de California, México	24° 11' 30.12" N; 109° 55' 1.2" W	18 m
USNM 39851	6	Alcohol	Bahía Concepción, Baja California, México	26° 38' 60" N; 111° 47' 59.99" W	/
USNM 40015	20	Alcohol	Bahía Magdalena, Baja California	/	/
USNM 8960	4	Alcohol	La Paz, Baja California sur, México	/	/
USNM E10091	3	Seco	Bahía Concepción, Baja California, México	26° 38' 60" N; 111° 47' 59.99" W	/
USNM E28874	2	Seco	Choya, Golfo de California, México	31° 20' 30.12" N; 113° 43' 58.8" W	15 m
USNM E28877	4	Seco	Norse Beach, Golfo de California, México	31° 19' 0" N; 113° 35' 13.2"	9 m
USNM E28880	2	Seco	Punta Rocky, Golfo de California, México	31° 15' 47.88" N; 113° 30' 46.8" W	20 m
USNM E28881	1	Seco	Playa Hermosa, Golfo de California, México	31° 18' 47.88" N; 113° 33' 10.79" W	/
USNM E37375	2	Seco	Baja California, Golfo de California, México	/	18.28 m
USNM E47991	2	Seco	Puerto Peñasco, Sonora, México	31° 17' 48.12" N; 113° 36' 35.99" W	21.33 m
USNM E48933	1	Seco	Choya, Sonora, Golfo de California, México	31° 20' 30.12" N; 113° 36' 35.99" W	15 m
USNM 39852	1	Seco	/	/	/
USNM 40017	1	Alcohol	Bahía Magdalena, Baja California, México	/	/
USNM E28875	6	Seco	Choya, Golfo de California, México	31° 19' 23.88" N; 113° 43' 29.99" W	15 m
USNM 40016	21	Alcohol	Bahía Magdalena, Baja California, México	/	/
USNM E28883	2	Seco	Choya, Golfo de California, México	31° 20' 48.12" N; 113° 45' 0" W	21 m
ICML-UNAM 2.27.0	1	Seco	Bahía de los Ángeles, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 58' 00" N; 113° 29' 00" W	2.4 m
ICML-UNAM 2.27.1	1	Seco	Bahía Concepción, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 50' 00" N; 111° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.27.2	3	Seco	Bahía San Quintín, Baja California, México	30° 20' 55" N; 115° 56' 35" W	21.9 m
ICML-UNAM 2.27.3	260	Alcohol	Frente a la bahía de Yavaros, Sonora, México	26° 38' 00" N; 109° 30' 00" W	12 m



ICML-UNAM 2.27.4	229	Seco	Frente a la bahía de Yavaros, Sonora, México	26° 38' 00" N; 109° 30' 00" W	12 m
ICML-UNAM 2.27.5	11	Seco	Isla Tiburón, Golfo de California, Sonora, México	29° 28' 00" N; 112° 27' 08" W	27 m
ICML-UNAM 2.27.6	17	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 09' 04" N; 112° 48' 02" W	35 m
ICML-UNAM 2.27.7	2	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	53 m
ICML- UNAM 2.27. 8	226	Seco	Roca Consag, Golfo de California, Sonora, México	28° 06' 05" N; 112° 45' 03" W	/
ICML-UNAM 2.27.9	193	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 58' 169" N; 110° 03' 28" W	19.5 m
ICML-UNAM 2.27.10	1	Seco	Puerto Peñasco, Golfo de California, Sonora, México	31° 17' 48" N; 113° 36' 36" W	21.3 m
ICML-UNAM 2.27.11	1	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.27.12	1	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 8' 242" N; 112° 46' 213" W	48 m
ICML-UNAM 2.27.13	64	Alcohol	Frente al límite de Baja California Norte y Sur	28° 03' 06" N; 112° 41' 01" W	12 m
ICML-UNAM 2.27.14	71	Seco	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, Sonora, México	29° 27' 146" N; 112° 29' 108" W	40 m
ICML-UNAM 2.27.15	1	Alcohol	Playa El Coyote, Bahía de la Paz, Golfo de California, Baja California Sur, México	21° 41' 17" N; 105° 2' 36" W	/
ICML-UNAM 2.27.16	2	Alcohol	Isla del Carmen, Golfo de California, Baja California Sur, México	25° 58' 14" N; 111° 07' 23" W	37 m
ICML-UNAM 2.27.17	1	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51.3' 00" N; 110° 06' 05" W	48 m
ICML-UNAM 2.27.18	43	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 17' 80" N; 111° 37' 26" W	29.9-31 m
ICML-UNAM 2.27.19	10	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 16' 169" N; 111° 36' 794" W	57 m
ICML-UNAM 2.27.20	9	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 16' 169" N; 111° 36' 794" W	57 m
ICML-UNAM 2.27.21	12	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 16' 169" N; 111° 36' 794" W	57 m
ICML-UNAM 2.27.22	1	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 58' 169" N; 110° 03' 28" W	19.5 m
ICML-UNAM 2.27.23	12	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 50' 884" N; 110° 06' 469" W	47-48 m
ICML-UNAM 2.27.24	1	Alcohol	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, Sonora, México	29° 27' 146" N; 112° 29' 108" W	40 m
ICML-UNAM 2.27.25	1	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 59' 09.7" N; 111° 53' 26.9" W	63.3 m
ICML-UNAM 2.27.26	1	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 17' 802" N; 111° 37' 268" W	29.9-31 m



ICML-UNAM 2.27.27	2	Seco	Punta Las Arboledas, Golfo de California, Sonora, México	26° 46' 48.7" N; 110° 06' 52.0" W	83.7-86 m
ICML-UNAM 2.27.28	22	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	23 m
ICML-UNAM 2.27.29	8	Alcohol	Bahía de Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 02' 00" N; 108° 30' 00" W	22.8 m
ICML-UNAM 2.27.30	1	Alcohol	Baja California Sur, México	/	/

Luidia superba A. H. Clark, 1917

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
USNM 36948	1	Alcohol	Isla Rey, Archipiélago Perlas, Panamá	8° 6' 29.88" N; 78° 50' 59.99" W	60 m
USNM E18920	2	Seco	Isla Isabela, Galápagos, Ecuador	/	15-20 m
USNM E41830	1	Seco	Isla Isabela, Galápagos, Ecuador	/	15-20 m
ICML-UNAM 2.29.0	1	Seco	Yavaros, Golfo de California, Sonora, México	26° 38' 00" N; 112° 31' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.1	7	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.2	1	Alcohol	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.3	25	Seco	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, México	29° 27' 14" N; 112° 29' 10" W	40 m
ICML-UNAM 2.29.4	1	Seco	Manzanillo, Colima, México	19° 07' 00" N; 104° 21' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.5	2	Seco	Norte de Roca Consag, Golfo de California, Sonora, México	30° 59' 00" N; 114° 03' 1" W	95 m
ICML-UNAM 2.29.6	1	Seco	Guaymas, Sonora, México	27° 55' 00" N; 111° 00' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.7	14	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.29.8	2	Seco	Cabo Tepoca, Golfo de California, Sonora, México	30° 00' 09" N; 112° 54' 01" W	103 m
ICML-UNAM 2.29.9	6	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 58' 82" N; 111° 53' 600" W	64.2 m
ICML-UNAM 2.29.10	8	Seco	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, México	29° 27' 14" N; 112° 29' 10" W	40 m
ICML-UNAM 2.29.11	15	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	48 m
ICML-UNAM 2.29.12	4	Seco	Norte de la Isla Tiburón, Golfo de California, México	29° 27' 14" N; 112° 29' 10" W	40 m
ICML-UNAM 2.29.13	33	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	30 m
ICML-UNAM 2.29.14	22	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 58' 16" N; 110° 03' 25" W	19.5 m



ICML-UNAM 2.29.15	2	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 08' 24" N; 112° 46' 21" W	48 m
ICML-UNAM 2.29.16	1	Seco	Bahía Rosario, Oaxaca, México	15° 54' 01" N; 95° 41' 30" W	/
ICML-UNAM 2.29.17	6	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 59' 09.7" N; 111° 53' 26.9" W	63.3 m
ICML-UNAM 2.29.18	1	Seco	Bahía Santa Inés, Golfo de California, Baja California Sur, México	26° 59' 02" N; 111° 59' 00" W	27.5 m
ICML-UNAM 2.29.19	1	Seco	Bahía de Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México	16° 18' 00" N; 95° 10' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.20	1	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 03" N; 110° 06' 05" W	47.7 m
ICML-UNAM 2.29.21	1	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.29.22	320	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	29.9-31 m
ICML-UNAM 2.29.23	10	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	53 m
ICML-UNAM 2.29.24	6	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 16' 16" N; 111° 36' 79" W	57 m
ICML-UNAM 2.29.25	24	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	19.5 m
ICML-UNAM 2.29.26	23	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	47.7 m
ICML-UNAM 2.29.27	1	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 04" N; 110° 06' 03" W	23 m
ICML-UNAM 2.29.28	22	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	57 m
ICML-UNAM 2.29.29	182	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	58 m
ICML-UNAM 2.29.30	1	Alcohol	Isla del Carmen, Golfo de California, Baja California Sur, México	25° 58' 14" N; 111° 07' 23" W	37 m
ICML-UNAM 2.29.31	5	Alcohol	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	54 m
ICML-UNAM 2.29.32	1	Alcohol	Bahía de Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 07' 00" N; 108° 20' 00" W	22.8 m
ICML-UNAM 2.29.33	1	Seco	Bahía de los Ángeles, Golfo de California, Baja California Norte, México	/	/

Luidia tessellata Lütken, 1859

No. de catálogo	No. de ejemplares	Preservación	Localidad	Coordenadas	Profundidad
NHMD AST-14	1	Alcohol			/
USNM E28834	1	Seco	Golfo de Nicoya, Costa Rica	/	/
USNM E28835	2	Seco	Golfo de Nicoya, Costa Rica	/	/



USNM E28837	2	Seco	Golfo de Nicoya, Costa Rica	/	/
USNM E17454	3	Seco	Isla Isabela, Galápagos, Ecuador	/	15.3 m
USNM E18921	2	Seco	Isla Isabela, Galápagos, Ecuador	/	/
USNM E13221	2	Seco	Golfo de California, México	/	/
USNM 38436	8	Alcohol	Bahía Adair, Sonora, México	31° 31' 45.12" N; 114° 19' 1.19" W	18 m
USNM E11405	1	Seco	San Felipe, Baja California, México	/	/
USNM E38862	1	Seco	San Felipe, Baja California, México	/	18 m
USNM 38692	15	Alcohol	Bahía Panamá, Golfo de Panamá	8° 50' 60" N; 79° 31' 30" W	12.8 m
USNM 38770	1	Alcohol	Bahía de Panamá, Panamá	8° 50' 60" N; 79° 31' 30" W	12.81 m
USNM 38824	3	Alcohol	Isla Rey, Archipiélago Perlas, Panamá	8° 10' 30" N; 78° 50' 30" W	33 m
USNM E50083	1	Seco	Isla Chepillo, Bahía de Panamá, Panamá	8° 56' 60" N; 79° 7' 59.8" W	25-30 m
USNM 1020210	1	Alcohol	Acapulco, Guerrero, México	16° 38' 60" N; 99° 27' 29.87" W	38-40 m
USNM 1104185	1	Alcohol	Isla Stony, Baja California, México	27° 45' 0" N; 114° 15' 0" W	/
ICML-UNAM 2.30.0	2	Seco	Yavaros, Golfo de California, Sonora, México	26° 38' 00" N; 109° 31' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.1	1	Seco	Golfo de California, México	/	/
ICML-UNAM 2.30.2	41	Seco	A 20 brazas de Punta Piaxtla, Sinaloa, México	23° 37' 06" N; 106° 54' 05" W	40 m
ICML-UNAM 2.30.3	1	Seco	Punta Mita, Golfo de California, Nayarit, México	20° 50' 34.5" N; 105° 33' 27.8" W	74 m
ICML-UNAM 2.30.4	2	Seco	Bahía Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 57' 3" N; 108° 40' 1" W	77 m
ICML-UNAM 2.30.5	3	Seco	Frente a Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México	15° 59' 76" N; 95° 23' 113" W	/
ICML-UNAM 2.30.6	7	Seco	Frente Laguna Alotengo, Oaxaca, México	16° 02' 33" N; 97° 58' 21" W	/
ICML-UNAM 2.30.7	4	Seco	Cerca de Punta Maldonado, Guerrero, México	16° 16' 419" N; 98° 46' 372" W	/
ICML-UNAM 2.30.8	1	Seco	San Ignacio Bay, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 34' 10" N; 109° 14' 40" W	5-9 m
ICML-UNAM 2.30.9	1	Seco	Suroeste de la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	23° 11' 30" N; 106° 24' 50" W	/
ICML-UNAM 2.30.10	1	Seco	Isla Rey, archipiélago Perlas, Golfo de Panamá, Panamá	8° 10' 30" N; 78° 50' 30" W	33 m
ICML-UNAM 2.30.11	2	Seco	Bahía de Huatulco, Oaxaca, México	16° 02' 330" N; 97° 58' 210" W	/
ICML-UNAM 2.30.12	7	Seco	Río Fuerte, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 40' 12" N; 109° 28' 79" W	26.7 m
ICML-UNAM 2.30.13	3	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	29.9-30 m



ICML-UNAM 2.30.14	2	Seco	Frente a Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México	15° 59' 124" N; 95° 21' 99" W	/
ICML-UNAM 2.30.15	1	Seco	Puerto Madero, Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 42' 25" N; 92° 23' 08" W	/
ICML-UNAM 2.30.16	1	Seco	Puerto Peñasco a 30 km, Golfo de California, Sonora, México	31° 20' 00" N; 113° 30' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.17	14	Seco	Punta Willard, Golfo de California, México	30° 10' 45.0" N; 114° 32' 58.6" W	25.3 m
ICML-UNAM 2.30.18	15	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 3" N; 110° 06' 5" W	/
ICML-UNAM 2.30.19	10	Alcohol	Bahía de Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 02' 07" N; 108° 32' 5" W	29 m
ICML-UNAM 2.30.20	2	Alcohol	Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México	23° 10' 04" N; 106° 24' 24" W	/
ICML-UNAM 2.30.21	2	Seco	Bahía de Salina Cruz, Golfo de Tehuantepec, Oaxaca, México	16° 18' 00" N; 95° 10' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.22	3	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 3" N; 110° 06' 5" W	47.7 m
ICML-UNAM 2.30.23	4	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 58' 169" N; 110° 03' 258" W	19.5 m
ICML-UNAM 2.30.24	1	Seco	Frente a la laguna de Yavaros, Golfo de California, Sonora, México	26° 38' 00" N; 112° 31' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.25	2	Alcohol	Punta Mita, Golfo de California, Nayarit, México	20° 53' 90" N; 105° 27' 29" W	44.7 m
ICML-UNAM 2.30.26	7	Alcohol	Punta Mita, Golfo de California, Nayarit, México	20° 53' 90" N; 105° 27' 29" W	44.7 m
ICML-UNAM 2.30.27	23	Alcohol	Bahía de Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 02' 00" N; 108° 30' 00" W	22.8 m
ICML-UNAM 2.30.28	1	Alcohol	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 55' 00" N; 110° 04' 08" W	23 m
ICML-UNAM 2.30.29	2	Alcohol	Frente al límite de Baja California Norte y Sur, México	28° 06' 7" N; 112° 35' 2" W	/
ICML-UNAM 2.30.30	8	Alcohol	Bahía de Santa María, Golfo de California, Sinaloa, México	25° 02' 24.2" N; 108° 30' 30.1" W	26 m
ICML-UNAM 2.30.31	2	Alcohol	Próximo a Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	23° 10' 57" N; 106° 24' 10" W	3.50 m
ICML-UNAM 2.30.32	3	Alcohol	Próxima a Isla Cardoner, Mazatlán, Sinaloa, México	23° 11' 06" N; 106° 24' 34" W	3.4 m
ICML-UNAM 2.30.33	1	Seco	Puerto Madero, Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 42' 25" N; 92° 23' 82" W	/
ICML-UNAM 2.30.34	2	Seco	Entre Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.35	6	Seco	Estero Tastiota, Golfo de California, Sonora, México	28° 20' 00" N; 111° 35' 00" W	57 m



ICML-UNAM 2.30.36	30	Seco	Cabo San Miguel, Golfo de California, Baja California Norte, México	28° 09' 04" N; 112° 46' 06" W	35 m
ICML-UNAM 2.30.37	11	Seco	Punta Arboleda, Golfo de California, Sonora, México	26° 51' 4" N; 110° 6' 3" W	53-48 m
ICML-UNAM 2.30.38	4	Seco	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.39	2	Seco	Sur de Teacapán, Guerrero, México	17° 21' 113" N; 100° 56' 568" W	/
ICML-UNAM 2.30.40	2	Seco	Norte de Petatlán, Guerrero, México	17° 52' 54" N; 100° 52' 345" W	50 m
ICML-UNAM 2.30.41	6	Seco	Punta Mita, Golfo de California, Nayarit, México	20° 54' 51.6" N; 105° 27' 12.2" W	38 m
ICML-UNAM 2.30.42	1	Alcohol	Frente a Punta Barrón y Bahía de Chametla, Mazatlán, Sinaloa, México	22° 40' 00" N; 105° 55' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.43	3	Alcohol	Lázaro Cárdenas, Michoacan, México	17° 52' 92" N; 102° 29' 41" W	/
ICML-UNAM 2.30.44	1	Alcohol	Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México	23° 11' 10" N; 106° 24' 18" W	2.30 m
ICML-UNAM 2.30.45	3	Alcohol	Lázaro Cárdenas, Michoacan, México	17° 56' 62" N; 102° 21' 40" W	/
ICML-UNAM 2.30.46	11	Alcohol	Al Norte de San Blas, Nayarit, México	22° 08' 00" N; 105° 43' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.47	3	Seco	Frente a Punta Maldonado, Guerrero, México	16° 21' 08" N; 98° 41' 67" W	/
ICML-UNAM 2.30.48	6	Seco	Mazatlán, Sinaloa, México	23° 04' 03" N; 106° 22' 09" W	35 m
ICML-UNAM 2.30.49	2	Seco	Pete's Campo El Paraíso, 10 millas de San Felipe, Baja California, México	31° 00' 00" N; 114° 30' 00" W	/
ICML-UNAM 2.30.50	1	Seco	A 60 brazas de Teacapan, Nayarit, México	22° 15' 07" N; 106° 17' 00" W	114 m
ICML-UNAM 2.30.51	11	Seco	A 20 brazas del puerto de Mazatlán, Sinaloa, México	23° 11' 05" N; 106° 29' 00" W	34 m
ICML-UNAM 2.30.52	3	Seco	Puerto Madero, Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México	14° 42' 25" N; 92° 23' 82" W	/
ICML-UNAM 2.30.53	17	Alcohol	A cinco millas de Faro Soledad, Oaxaca, México	16° 05' 22" N; 94° 18' 74" W	34.5 m
ICML-UNAM 2.30.54	7	Seco	Norte de Sinaloa, Golfo de California, México	24° 52' 63" N; 108° 17' 18" W	26 m
ICML-UNAM 2.30.55	4	Alcohol	Suroeste de Puerto Arista, Oaxaca, México	16° 03' 31" N; 94° 17' 35" W	28.4 m
ICML-UNAM 2.30.56	1	Seco	Frente a Puerto Arista, Chiapas, México	15° 50' 86" N; 93° 49' 30" W	35.6 m
ICML-UNAM 2.30.57	1	Seco	Suroeste de Río Pijijiapan, Chiapas, México	15° 33' 33" N; 93° 29' 89" W	35.6 m
ICML-UNAM 2.30.58	2	Alcohol	Frente a Acapetagua, Chiapas, México	15° 12' 37" N; 93° 02' 91" W	37.1 m
ICML-UNAM 2.30.59	3	Alcohol	Suroeste de Puerto Madero, Chiapas, México	14° 37' 85" N; 92° 36' 47" W	39.3 m
ICML-UNAM 2.30.61	3	Alcohol	Frente a Mazatlán, Chiapas, México	14° 50' 41" N; 92° 46' 19" W	34.2 m



ESPECIES MARINAS INVASORAS

Estrella de Mar Magnífica

Estrella de mar de color rojizo a café. Se encuentra en áreas con fondos de arena, desde 4 y hasta 80 metros de profundidad. Durante el día se encuentra enterrada en la arena y por la noche sale en busca de moluscos, gusanos o pequeños peces para alimentarse.



Tamaño:
alcanza una talla de hasta
80 cm
de un brazo a otro.



Identificación:
Presenta de 8 a 10 brazos alargados que rodean un disco central, pequeñas espinas bordean los costados de los brazos, su coloración puede semejar el fondo arenoso donde se encuentra.



Nativa de:
Islas de Hawái y las Filipinas.



Impactos:
Es un depredador voraz de muchas especies de invertebrados y peces asociados a fondos de arena.



Área invadida:
Se han encontrado ejemplares en la bahía de Manzanillo, Colima.



Si la ves:
Envía los datos de tu observación al Programa de Detección de Especies Marinas Invasoras (ProDEMI) prodemimexico@gmail.com o en nuestras redes sociales facebook: prodemi mexico.



CONABIO
COMISION NACIONAL PARA EL
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

