



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad De Ciencias

Descripción Morfológica de Erizos de Mar
(Echinodermata: Echinoidea) de la Colección de
Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UAEMéx.

TESIS

Que para obtener el grado de:

Licenciada en Biología

Presenta:

Judith Citlali Apolonio García

Directora de Tesis: M. en C.A. y R.N. Belem Flores Nava

Codirectora de Tesis: Dra. Petra Sánchez Nava

Toluca, Estado de México, Septiembre, 2020



Resumen

En el presente trabajo se realizó la descripción morfológica de las especies de erizos de mar pertenecientes a la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Se analizó la morfología macroscópica (tamaño de la testa, ambitus, tipo de sistema apical, regiones ambulacrales e interambulacrales, tamaño y coloración de las espinas) y la morfología microscópica (tamaño y forma de los pedicelarios) de los ejemplares que fueron recolectados en seis playas de Veracruz, las cuales no cuentan con registros previos (Penacho del Indio, Monte Pio, Mancha, Barra, Muñecos, Antón Lizardo), y una playa de Nayarit (Aticama). Se midió cada uno de los organismos con un Vernier digital para compararlos con las descripciones previas.

Con lo anterior, se determinaron tres especies (*Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus* y *Strongylocentrotus purpuratus*) y un género (*Tripneustes*), tomando en cuenta las descripciones realizadas por Caso (1961), Girard (1850), Hendler, *et al.* (1995), Mortensen (1951) y Stimson (1857).

Dichos resultados son importantes, puesto que las especies encontradas fueron registradas para Veracruz (Durán-González, *et al.* 2005) pero no se había proporcionado información sobre las coordenadas geográficas o el nombre de los sitios de recolección, y para el caso de Nayarit no hay registro de la especie *Strongylocentrotus purpuratus*. Por lo tanto, los datos constituyen los primeros registros de las localidades para dichas especies en el país y aportan las primeras descripciones morfológicas detalladas de los pedicelarios que constituyen la base para realizar futuras investigaciones en México.

Índice de contenido

Resumen

1. Introducción	1
2. Antecedentes	4
2.1 Generalidades del Phylum Echinodermata	4
2.2 Clase Equinoidea	5
2.3 Equinoideos regulares	5
2.4 Pedicelarios	7
2.5 Ciclo de vida	9
2.6 Biología	10
2.7 Estudio de los equinoideos en México	11
2.7.1 Estudios de equinoideos para el estado de Veracruz	18
2.7.2 Estudios de equinoideos para el estado de Nayarit	19
3. Objetivos	20
3.1 Objetivo General	20
3.2 Objetivos particulares	20
4. Método	21
4.1 Área de estudio	21
4.1.1 Veracruz	22
4.1.1.2 Playas de Veracruz	22
4.1.1.2.1 Playa Barra Cazones.	23
4.1.1.2.2 Playa Muñecos	23
4.1.1.2.3 Playa La Mancha	23
4.1.1.2.4 Playa Penacho del Indio	24
4.1.1.2.5 Playa Antón Lizardo	24
4.1.1.2.6 Montepío	25
4.1.1.3 Estado Actual de la conservación de las playas de Veracruz.	25
4.1.2 Nayarit	26
4.1.2.1 Playas de Nayarit	26
4.1.2.1.1 Playa de Aticama	27
4.1.2.5 Estado actual de conservación de las playas de Nayarit	27
4.2 Trabajo de laboratorio	28
4.2.1 Procesamiento del material	28

4.2.2 Descripción macroscópica	28
4.2.3 Descripción microscópica	28
4.2.4 Identificación y determinación de especies	29
4.2.5 Listado taxonómico	29
5. Listado taxonómico de las especies de erizos de mar	30
5.1 Registro para el estado de Veracruz	30
5.2 Registro para el estado de Nayarit	31
5.2 Registros para el estado de Nayarit	31
5.3 Descripción general	31
5.3.1 <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	32
5.3.2 <i>Tripneustes</i> sp. L. (Agassiz, 1841)	43
5.3.3 <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	54
5.3.4 <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	64
6. Discusión	77
6.1 Listado taxonómico de las especies de erizos de mar	77
6.1.1 Registros para el estado de Veracruz	77
6.1.2 Registros para el estado de Nayarit	78
6.2 Descripción macroscópica	79
6.3 Descripción microscópica (pedicelarios).	81
7. Conclusiones	82
8. Bibliografía	83

Índice de tablas

Tabla 1. Listado de equinoideos regulares del Golfo de California.	11
Tabla 2. Listado de equinodermos regulares del Golfo de México	13
Tabla 3. Listado de equinodermos regulares del Caribe mexicano.	15
Tabla 4. Listado de equinoideos regulares del Pacífico mexicano.	16
Tabla 5 Registro de especies de equinoideos regulares para el estado de Veracruz.	18
Tabla 6 Registro de especies equinoideas regulares para el estado de Nayarit.	19
Tabla 7. Playas de Veracruz	22
Tabla 8. Playa de Nayarit	26
Tabla 9. Listado de especies de equinoideos regulares de las playas de Veracruz	30
Tabla 10. Listado de especies de equinoideos regulares de la playa de Aticama de Nayarit.	31
Tabla 11. Comparación morfológica de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816).	79
Tabla 12. Comparación morfológica de <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758).	79
Tabla 13. Comparación morfológica de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimson, 1857).	80

Índice de figuras

Figura 1. Vista lateral de un erizo regular	6
Figura 2. Pedicelario Globífero	7
Figura 3. Pedicelario Oficéfalo	7
Figura 4. Valva de pedicelario Trifoliado.	8
Figura 5. Valva de pedicelario Tridentado	8
Figura 6. Ciclo de vida del erizo de mar <i>S. purpuratus</i>	9
Figura 7. Mapa de las playas del Estado de Veracruz y Nayarit	21
Figura 8. <i>Lytechinus variegatus</i>	32
Figura 9. <i>Tripneustes</i> sp.	43
Figura 10. <i>Echinometra lucunter</i>	54
Figura 11. <i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	64

Índice de Láminas

Lámina 1. Clases del Phylum Echinodermata	1
Lámina 2. Vistas de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	36
Lámina 3. <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816) peristoma, sistema apical, columna interambulacral y ambulacral.	37
Lámina 4. Pedicelario Globífero de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	38
Lámina 5. Pedicelario Trifoliado de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816).	39
Lámina 6. Pedicelario Tridentado de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816).	40
Lámina 7. Pedicelario Tridentado de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816).	41
Lámina 8. Pedicelario Oficéfalo de <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816).	42
Lámina 9. Vistas de <i>Tripneustes</i> . (L. Agassiz, 1841)	46
Lámina 10. <i>Tripneustes</i> sp. L. (Agassiz, 1941). Peristoma, sistema apical, columna interambulacral y ambulacral.	47
Lámina 11. Pedicelario Globífero de <i>Tripneustes</i> sp. (L. Agassiz, 1841)	48
Lámina 12. Pedicelario Globífero de <i>Tripneustes</i> sp. (L. Agassiz, 1841) (continuación).	49
Lámina 13. Pedicelario Trifoliado de <i>Tripneustes</i> sp. (L. Agassiz, 1841)	50
Lámina 14. Pedicelario Tridentado de <i>Tripneustes</i> (L. Agassiz, 1841)	51
Lámina 15. Pedicelario Tridentado de <i>Tripneustes</i> sp (L. Agassiz, 1841) (continuación)	52
Lámina 16. . Pedicelario Oficéfalo de <i>Tripneustes</i> sp (L. Agassiz, 1841)	53
Lámina 17. Vistas <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	58
Lámina 18. <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758). Peristoma, sistema apical, región interambulacral y ambulacral.	59
Lámina 19. Pedicelario Globífero de <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	60
Lámina 20. Pedicelario Trifoliado de <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	61
Lámina 21. Pedicelario Tridentado de <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	62
Lámina 22. Pedicelarios Oficéfalos de <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	63
Lámina 23. Vistas de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	67
Lámina 24. <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857). Peristoma, sistema apical, Región ambulacral e interambulacral.	68

Lámina 25. Pedicelarios Globíferos de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	69
Lámina 26. Pedicelarios Globíferos de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857) (continuación)	70
Lámina 27. Pedicelarios Globíferos de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	71
Lámina 28. Pedicelario Trifoliado de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857) (Continuación)	72
Lámina 29. Pedicelario Tridentado de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	73
Lámina 30. Pedicelario Tridentado de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857) (Continuación)	74
Lámina 31. Pedicelario Oficéfalo de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	75
Lámina 32. Pedicelario Oficéfalo de <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857) (Continuación).	76

1. Introducción

El Phylum Echinodermata (del griego, *echinos-espinas* y *derma-piel*) es un grupo que está ampliamente diversificado. En la actualidad, se han registrado 13,000 especies fósiles clasificadas en 16 clases extintas y más de 7,000 especies vivientes, las cuales se encuentran clasificadas en cinco clases (figs. A-F): Crinoidea (lirios de mar o estrellas plumosas), Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (estrellas quebradizas o estrellas canasta), Echinoidea (erizos de mar) y Holothuroidea (pepinos de mar) (Hendler, *et al.*, 1995; Pawson, 2007; Solís-Marín, 2014). Se pueden diferenciar de otros phyla de invertebrados debido a que poseen un esqueleto compuesto de carbonato de calcio en forma de calcita; un sistema vascular acuífero que se encarga de regular las funciones de la alimentación, la locomoción, etc.; y una simetría radial de cinco partes conspicuas (Pawson, 2007).

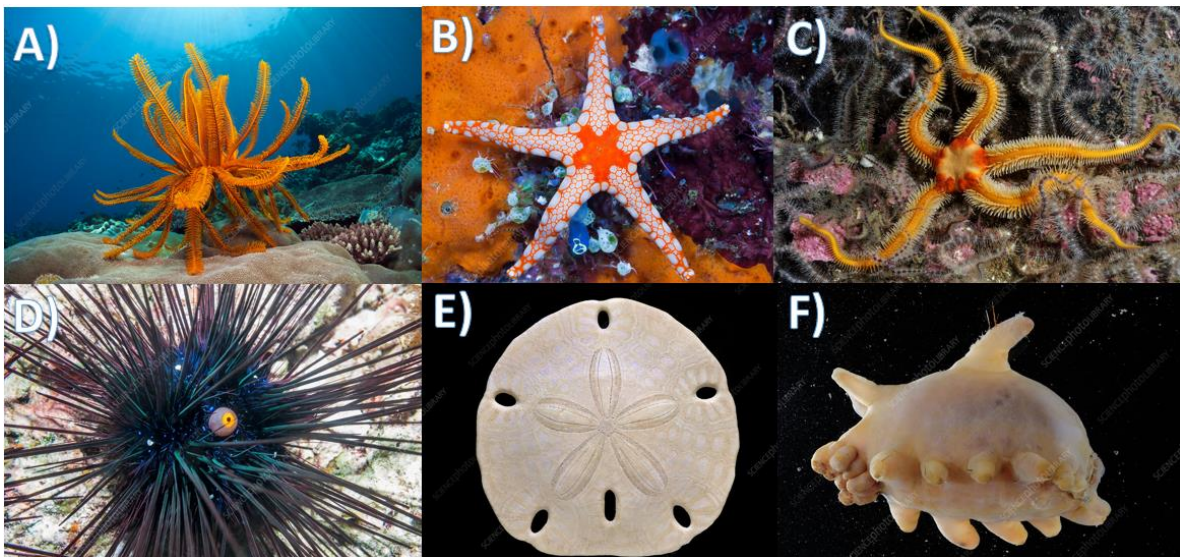


Lámina 1. **A)** Clase Crinoidea (*Comanthina schlegeli*) (Carpenter, 1881). **B)** Clase Asteroidea (*Fromia monilis*) (Perrier, 1869) **C)** Clase Ophiuroidea (*Ophiocomina nigra*) (Abildgaard in O.F. Müller, 1789). **D)** Clase Echinoidea (*Diadema setosum*) (Leske, 1778) **E)** Clase Echinoidea (*Leodia sexiesperforata*) (Leske, 1778) **F)** Clase Holothuroidea (*Scotoplanes* sp.) (Théel, 1882) (Fotografías tomadas de www.sciencephoto.com).

Los animales de este grupo son estrictamente marinos, pueden habitar desde pozas de marea hasta profundidades abismales que superan los 11,000 metros (Solís-Marín *et al.*, 2018), inclusive se han encontrado en ambientes extremos como las ventilas hidrotermales, infiltraciones de metano (Sibuet y Olu, 1998), cuevas anquihalinas (Solís-Marín y Laguarda-Figueras, 2010), y desde las zonas tropicales hasta los polos (Hendler *et al.*, 1995).

En las costas de México, se han registrado 643 especies de equinodermos (datos de la Colección Nacional de Equinodermos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México). Dicha cantidad representa el 10% aproximadamente del total mundial (Solís-Marín *et al.*, 2014).

Lo anterior, muestra la importancia y el valor que tienen las colecciones biológicas en el conocimiento de la diversidad de un espacio-temporal, ayudando con los esfuerzos de conservación que van ligados a estudios de taxonomía, sistemática, zoogeografía, biogeografía, anatomía y morfología comparada, ecomorfología, ontogenia, biología de poblaciones, manejo de vida silvestre, etc. (Sabina y Rodríguez, 2016).

La clase Equinoidea está conformada por equinodermos conocidos comúnmente como erizos de mar (erizos regulares), galletas de mar, biscochos de mar y erizos corazones o corazones de mar (erizos irregulares); se encuentran principalmente en sustratos rocosos, arenosos o coralinos. La clase Equinoidea es la tercera más rica en nuestro país, con 119 especies (19%) reportadas para el océano Pacífico y Atlántico (Solís-Marín *et al.*, 2014). Sin embargo, los listados taxonómicos para México no cuentan con datos específicos acerca de los lugares de colecta y no incluyen claves de identificación, el único trabajo que registra y presenta claves de identificación es la tesis doctoral de Caso (1961). Por otra parte, son escasas las publicaciones a nivel de playa en Veracruz (Wong-Pérez, 2007; Guerrero-Correa, 2018) y en Nayarit no hay estudios taxonómicos a nivel de playa, solo se mencionan estudios en el Parque Nacional Isla Isabel (Ríos-Jara, *et al.*, 2008). Lo cual ha dificultado la identificación y determinación taxonómica inmediata de dichos organismos. Al respecto, la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias, UAEMéx., resguarda equinodermos recolectados en la zona rocosa intermareal de

los estados de Veracruz y Nayarit, México, los cuales no se tienen determinados a nivel de género ni especie por lo cual, no se han dado a conocer.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es describir morfológicamente y determinar taxonómicamente a las especies de erizos de mar (Echinodermata: Echinoidea) colectadas en playas de Veracruz y Nayarit, que resguarda la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx; incluyendo fotografías que favorecen y facilitan el reconocimiento de especies, nombre común, sinonimias y la descripción microscópica de los pedicelarios, generando así, información accesible y útil para cuestiones académicas. La finalidad de este trabajo es incrementar el conocimiento sobre una de las clases del Phylum Echinodermata bien representadas en México. Será de utilidad para la generación de futuras estrategias de conservación de especies, estudios ecológicos, morfológicos y biogeográficos, que impacten a favor de la biodiversidad de los ambientes costeros del Golfo de México y del Pacífico mexicano.

2. Antecedentes

2.1 Generalidades del Phylum Echinodermata

Las principales características de los equinodermos son las siguientes (Solís-Marín et. al., 2018):

- Endoesqueleto calcáreo de origen mesodérmico.
- En su etapa adulta presentan una simetría radial pentámera secundaria derivada de la culminación de los estadios larvales, en los que presentan una simetría bilateral primaria (cuando el desarrollo se lleva a cabo por reproducción sexual); sus cuerpos presentan un eje oral-aboral.
- Todos los equinodermos presentan un sistema vascular acuífero de origen y disposición celómica, que está compuesto por un complejo conjunto de conductos y vesículas llenos de líquido.
- La mayoría de los adultos presenta un sistema digestivo completo, aunque en algunos casos, mediante la metamorfosis del estadio larval al adulto, se puede dar una pérdida secundaria, total o parcial, de algunas de las partes, como en el caso de los ofiuroideos, en los que se pierde el ano.
- Son dioicos, con una alta frecuencia de especies hermafroditas. La reproducción es externa, es decir que liberan los gametos en la columna de agua.

2.2 Clase Equinoidea

Como todos los equinodermos, presentan un esqueleto compuesto de placas calcíficas incrustadas en su piel. En casi todos los grupos de equinoideos, las placas están firmemente unidas para formar un esqueleto sólido. Las placas en el esqueleto están dispuestas en columnas que irradian desde una zona apical aboral hasta la boca. En los equinoideos regulares (erizos de mar), la testa es globular y perfectamente pentarradial, pero en los equinoideos irregulares (erizos corazón y los dólares de arena) existe una simetría bilateral secundaria superpuesta sobre el patrón primario pentarradial. La locomoción se consigue por púas móviles insertadas en las placas del caparazón y por pies ambulacrales terminados en ventosa (Smith y Kroh, 2011). Los erizos regulares son muy comunes en las costas rocosas de todo el mundo, mientras que los erizos irregulares están adaptados a vivir en fondos blandos, son sedimentívoros, utilizan sus pies ambulacrales y a menudo dejan rastros de moco para atrapar partículas orgánicas (Castro y Huber, 2007).

2.3 Equinoideos regulares

En los erizos de mar el endoesqueleto forma un caparazón redondeado y rígido que se encuentra cubierto por espinas, pies ambulacrales y pedicelarios, éste a su vez está compuesto por dos tipos de placas que se encuentran alternadas alrededor del cuerpo (placas ambulacrales e interambulacrales) (Smith y Kroh, 2011).

Las placas ambulacrales presentan perforaciones en donde se disponen los pies ambulacrales; la unión de dos placas da origen a la región ambulacral, que en algunos casos puede presentar tubérculos a un costado de la sutura radial y la adradial. Las placas interambulacrales se encuentran dispuestas entre las placas ambulacrales y también están compuestas por dos placas en donde se encuentran insertadas las espinas primarias y secundarias. La locomoción se consigue por púas móviles insertadas en las placas del caparazón y por pies ambulacrales terminados en ventosa. La boca está en la parte inferior y el ano está en la parte superior (D'yakonov, 1969; Castro y Huber, 2007).

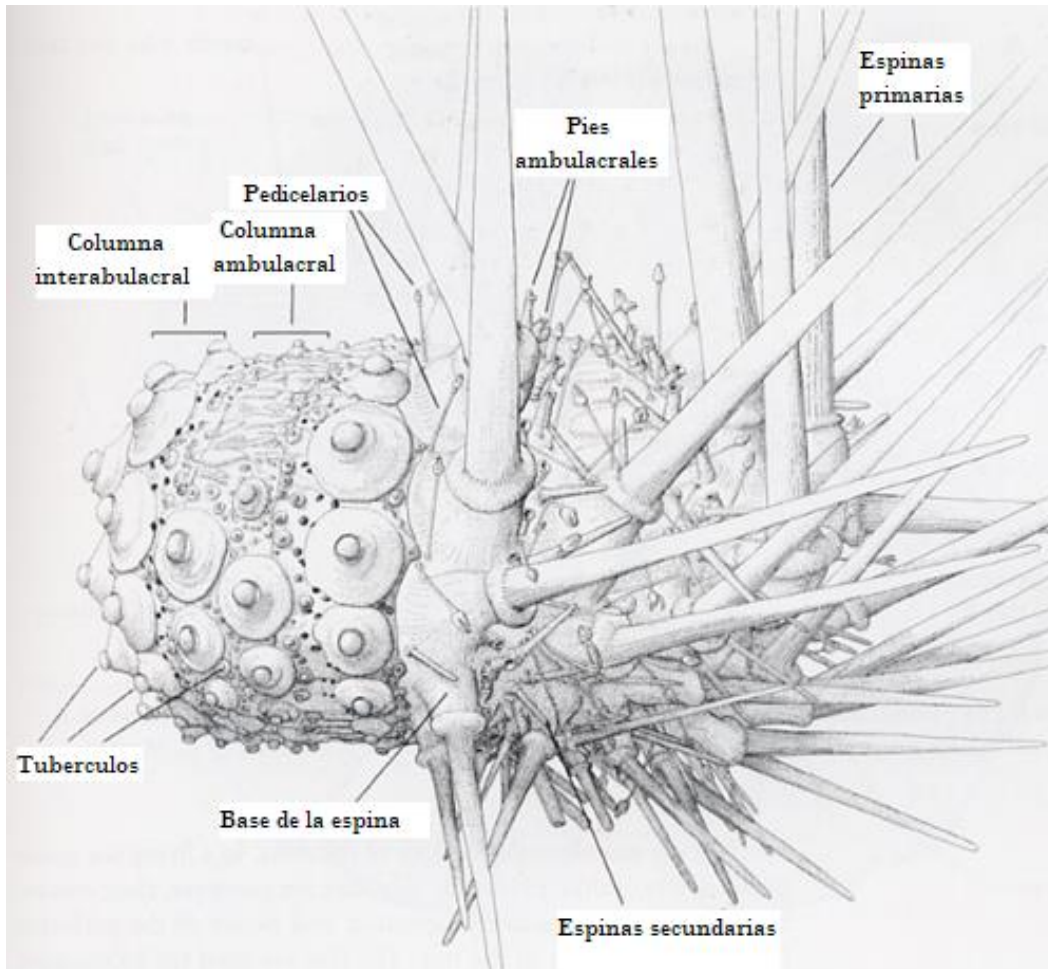


Figura 1. Vista lateral de un erizo regular, en la que se observan las estructuras anatómicas externas principales del organismo. Del lado derecho se observa al organismo con espinas y de lado izquierdo sin ellas (Modificado de Hendler, *et al.*, 1995).

2.4 Pedicelarios

Los equinoideos presentan estructuras en forma de pinzas llamadas pedicelarios, estos se encuentran entre las espinas y su función es de defensa y limpieza.

Existen cuatro tipos de pedicelarios:

a) Pedicelarios globíferos: Son los más especializados, tienen glándulas venenosas, las valvas terminan en colmillos o dientes diseñados para perforar la piel de sus depredadores y liberar su veneno. Únicamente reaccionan a los estímulos químicos adecuados. De igual forma responden a la estimulación táctil cuando abren más la mandíbula, de tal forma que exponen más el interior de las valvas. Dicha conducta evita que liberen su veneno antes de atrapar a su depredador, adquiriendo la posibilidad de confundirse con partículas o materia orgánica (Coppard *et al.*, 2010).



Figura 2. Pedicelario Globífero (Modificado de Coppard *et al.*, 2010).

b) Pedicelarios oficéfalos: Tienen tres valvas denticuladas que a su vez son cortas y anchas. La estructura de dicho pedicelario le proporciona mayor presión de agarre, permitiendo que las mandíbulas se sujeten a los objetos por períodos más largos antes de que los músculos se fatiguen. Estos se mantienen sobre la testa, el tallo se levanta únicamente cuando se alerta o bien responde a estímulos abriendo las valvas, de tal forma que un grupo de pedicelarios de este tipo se agrupan cuando el estímulo es táctil, similar a las espinas. Los huesos del esqueleto son compactos y denticulados, diseñados para retener organismos que se

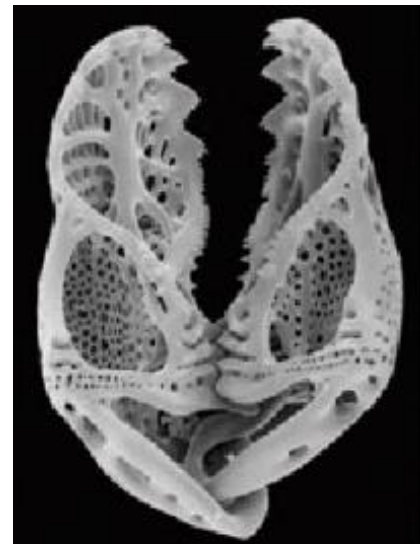


Figura 3. Pedicelario Oficéfalo (Modificado de Martins, *et al.*, 2016).

encuentran en movimiento (ectoparásitos), evitando que se queden en la testa (Coppard *et al.*, 2010).

c) Pedicelarios trifoliados: De los cuatro tipos de pedicelarios estos son los más pequeños. Están unidos por un cuello muscular que se une a un tallo largo, tiene tres valvas pequeñas, por lo regular son redondeadas y en algunos casos hay cuchillas con apariencia bilobulada que crean una superficie mayor de mordida. Su función es la de limpiar la testa de bacterias y las pequeñas partículas del epitelio de la prueba. No son sensibles al tacto y sólo se aferran a los objetos por períodos cortos (Coppard *et al.*, 2010).



Figura 4. Valva de pedicelario Trifoliado (Modificado de Martins, *et al.*, 2016).

d) Pedicelarios Tridentados: De los cuatro tipos de pedicelarios estos son los más grandes y comunes, regularmente tienen tres valvas largas con dientes periféricos. Las cuchillas pueden ser estrechas, anchas o espatuladas, con diferente grado de denticulación. Los pedicelarios se mantienen en reposo con las valvas cerradas y sólo se alertan mediante una estimulación táctil directa o en el epitelio de la prueba. Se encargan de la limpieza eliminando las partículas más grandes que se encuentren en la superficie de la prueba, y disuaden a las pequeñas plagas de invertebrados (Coppard *et al.*, 2010).



Figura 5. Valva de pedicelario Tridentado (Modificado de Martins, *et al.*, 2016).

2.5 Ciclo de Vida

Los erizos de mar son dioicos, aunque en la mayoría de los casos los machos y las hembras son externamente idénticos. El ciclo de vida comienza con la liberación de grandes cantidades de espermatozoides y óvulos hacia la columna de agua. Los óvulos se fertilizan en la columna de agua y se desarrollan rápidamente en una larva nadadora (echinopluteus). Estas larvas migran hacia las aguas superficiales superiores, tienen brazos con largos cilios que utilizan para capturar el fitoplancton del que se alimentan. Después de varias semanas, un grupo de células en la parte inferior izquierda del cuerpo comienza a diferenciarse rápidamente; son estas células las que dan origen al erizo de mar adulto. Los juveniles recién metamorfoseados se hunden en el lecho marino y eligen un sustrato que sea adecuado para comenzar la vida como un adulto bentónico (Maeve, 2005; Smith y Kroh, 2011).

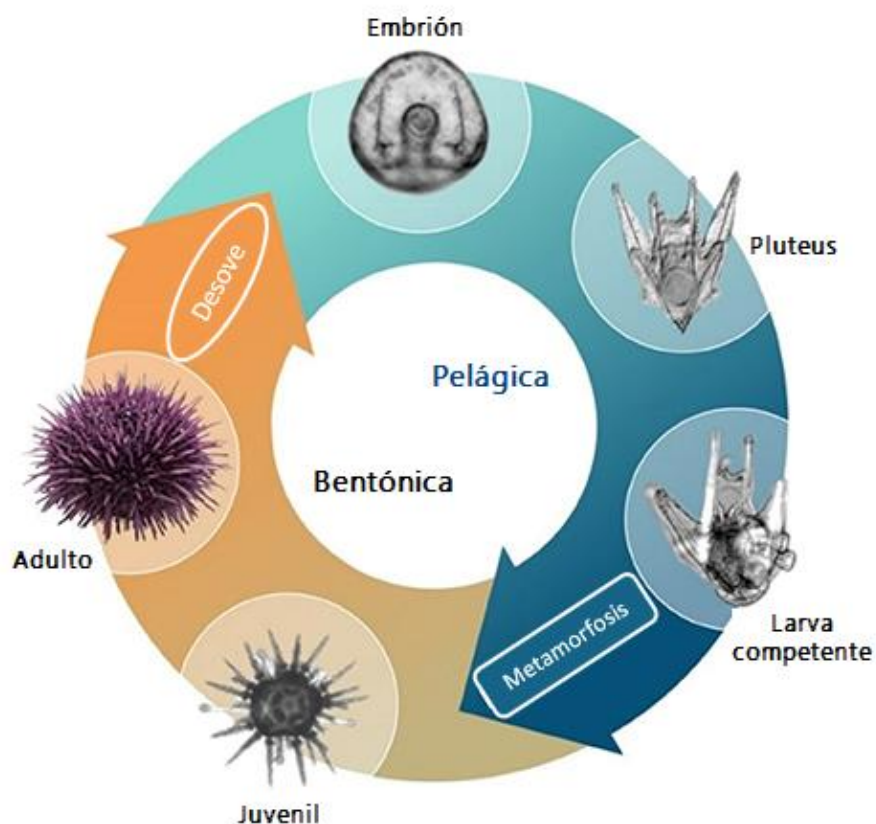


Figura 6. Ciclo de vida del erizo de mar *S. purpuratus* (Modificado de Taylor y Heyland, 2018).

2.6 Biología

Los equinoideos regulares tienen un comportamiento gregario, es decir que forman grupos desde unos pocos individuos hasta millares, son casi exclusivamente epifaunales (viven en la superficie del fondo marino); algunas especies perforan la superficie de las rocas, excavando así una casa, y en algunos casos incluso pueden quedar atrapados dentro de su madriguera a medida que crecen. Muy pocas especies pueden tolerar la exposición durante la marea baja, incluso por un corto tiempo. Se alimentan con su linterna, raspan las plantas incrustadas y las algas de sustratos duros, o el pastoreo de plantas y organismos sésiles como las esponjas. Las espinas son usadas para la defensa y para la locomoción, la manipulación de partículas más grandes y para la respiración. Aunque hay algunas especies de corta duración que sobreviven alrededor de un año, muchas viven mucho más tiempo, y algunas pueden alcanzar hasta 15 o más años (Smith y Kroh, 2011).

Poseen mayor actividad nocturna y cuando quedan expuestas al sol se cubren con trozos de alga o conchilla. Habitan sobre sustrato rocoso en el intermareal y submareal somero, cercano a praderas de macroalgas (Contreras y Castilla, 1987). Los erizos de mar ramonean sobre las algas y otros sustratos, también ingieren detritos y animales incrustantes como esponjas y briozoos; por tal motivo forman parte importante de la comunidad bentónica, ya que el desequilibrio de sus poblaciones puede afectar de forma dramática las comunidades marinas (Castro y Huber, 2007; Zamorano *et al.*, 2005).

2.7 Estudio de los Equinoideos en México

El estudio taxonómico de los equinodermos de México comenzó en 1838 por expedicionarios extranjeros (Verrill, 1871; Lyman, 1879, 1882; Théel, 1879; A. Agassiz, 1881; Carpenter, 1884; Sladen, 1889), y para el siglo XX investigadores mexicanos realizaron la descripción morfológica de algunas especies en el Pacífico, el Golfo de México y el Caribe mexicano (Caso, 1976 y Solís Marín *et al.*, 1993).

Se tiene un registro de 31 géneros de Equinoideos regulares distribuidos en el Golfo de California (Tabla 1), Golfo de México (Tabla 2), Caribe Mexicano (Tabla 3) y el Pacífico Mexicano (Tabla 4). El Golfo de México es la cuenca oceánica con el mayor número de especies (31) y el Golfo de California con el menor número (15). La mayoría de las especies se encuentra registrada para el Estado de Yucatán (Tabla 2).

Especie (s)	Estados	Instituto	Referencia
<i>Aporocidaris milleri</i> (Agassiz, 1898)	GC	ICMYL, UNAM	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)	BCS, Son	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Hesperocidaris asteriscus</i> (H. L. Clark, 1948)	BCS, GC, Son, Sin	ICMYL, UNAM	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Hesperocidaris perplexa</i> (H. L. Clark, 1907)	BCS, GC, Son,	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Diadema mexicanum</i> (A. Agassiz, 1863)	BCS, Son, Sin	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Astropyga pulvinata</i> (Lamarck, 1816)	BCN, BCS, GC, Son	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005

<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)	BCS, BCN, GC, Son, Sin	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Arbacia incisa</i> (A. Agassiz, 1863)	BCN, BC, GC, Son, Sin	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Echinometra oblonga</i> (Blainville, 1825)	Sin	ICMYL, UNAM Instituto	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Echinometra vanbrunti</i> (A. Agassiz, 1863)	BCS, GC, Son, Sin	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Lytechinus pictus</i> (Verrill, 1867)	BCN, BCS, G,	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Lytechinus anamesus</i> (H. L. Clark, 1912)	GC	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Tripneustes depressus</i> (A. Agassiz, 1863)	BCS, Sin	ICMYL, UNAM	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Toxopneustes roseus</i> (A. Agassiz, 1863)	BCS, Son, Sin	ICMYL, UNAM	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005
<i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	Son	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Solís-Marín <i>et al.</i> , 2005

Tabla 1. Listado de equinoideos regulares del Golfo de California (registro en zonas profundas) **(GC)**, Caribe Mexicano **(CM)**, Baja California Sur **(BCS)**, Baja California Norte **(BCN)**, Sonora **(Son)** y Sinaloa **(Sin)**. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología **(ICMYL)**.

Especie (s)	Estados	Instituto	Referencia
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	Tam, Ver, Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Cidaris abyssicola</i> (A. Agassiz, 1869)	Ver, Tab, Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Cidaris rugosa</i> (H. L. Clark, 1907)	Tab, Cam, Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Calocidaris micans</i> (Mortensen, 1903)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Stylocidaris lineata</i> (Mortensen, 1910)	Ver, Tab, Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Stereocidaris ingolfiana</i> (Mortensen, 1903)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Histocidaris sharreri</i> (A. Agassiz, 1880)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Histocidaris nuttingi</i> (Mortensen, 1926)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Araeosoma belli</i> (Mortensen, 1903)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Araeosoma fenestratum</i> (Wyville-Thomson, 1872)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Hygrosoma petersii</i> (A. Agassiz, 1880)	Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Phormosoma placenta placenta</i> (Wyville-Thomson, 1872)	Ver, Tab, GM	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Phormosoma placenta sigsbei</i> (A. Agassiz, 1880)	Cam	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Diadema antillarum</i> (Philippi, 1845)	Ver, Tab, Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Astropyga magnifica</i> (A.H. Clark, 1934)	Ver, GM	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Centrostephanus longispinus rubicingulus</i> (H. L. Clark, 1921)	Ver, Cam	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Aspidodiadema jacobyi</i> (A. Agassiz, 1880)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Plesiodiadema antillarum</i> (A. Agassiz, 1880)	Tam, Tab, GM	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Caenopedina cubensis</i>	Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005

(A. Agassiz, 1869)			
<i>Arbacia punctulata</i> (Lamarck, 1816)	Tam, Ver, Tab, Cam	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Coelopleurus floridanus</i> (A. Agassiz, 1871)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Genocidaris maculata</i> (A. Agassiz, 1869)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Lytechinus euerces</i> (H. L. Clark, 1912)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	Tam, Ver, Tab, Cam, Yuc, GM	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Lytechinus callipeplus</i> (H. L. Clark, 1912)	Yuc	Instituto Smithsonian, Washington D. C	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Lytechinus williamsi</i> (Chesher, 1968)	Ver	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Toxopneustes pileolus</i> (Lamarck, 1816):	GM	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Echinus gracilis</i> (A. Agassiz, 1869)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	Tam, Ver, Tab, Cam, Yuc	ICMYL, UNAM	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Echinometra viridis</i> A. (Agassiz, 1863)	Ver, Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Echinoneus cyclostomus</i> (Leske 1778)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Conolampas sigsbei</i> (A. Agassiz, 1878)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005
<i>Echinolampas depressa</i> (Gray, 1851)	Yuc	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, <i>et al.</i> 2005

Tabla 2. Listado de equinodermos regulares del Golfo de México. Tamaulipas (**Tam**), Veracruz (**Ver**) Tabasco (**Tab**), Campeche (**Cam**) Yucatán (**Yuc**) Golfo de México (registros de zonas marinas profundas) (**GM**). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (**ICMYL**).

Especie (s)	Localidades	Instituto	Referencia
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda -Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Cidaris abyssicola</i> (A. Agassiz, 1869)	CM	ICMYL, UNAM .	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Cidaris rugosa</i> (H.L. Clark, 1907)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Calocidaris micans</i> (Mortensen, 1903)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Genocidaris maculata</i> (A. Agassiz, 1869)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Stylocidaris affinis</i> (Philippi, 1845)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Araeosoma belli</i> (Mortensen, 1903)	CM	ICMYL, UNAM .	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Hygrosoma petersii</i> (A. Agassiz, 1880)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Calveriosoma hystrix</i> (Wyville- Thomson, 1872)	CM	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Diadema antillarum</i> (Philippi, 1845)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Astropyga magnifica</i> (A. H. Clark, 1934)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Centrostephanus longispinus rubringulus</i> (H. L. Clark, 1921)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Aspidodiadema jacobyi</i> (A. Agassiz, 1880)	CM	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Arbacia punctulata</i> (Lamarck, 1816)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Coelopleurus floridanus</i> (A. Agassiz, 1871)	CM	ICMYL, UNAM .	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005
<i>Echinus gracilis</i> (A. Agassiz, 1869)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , 2005

<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Echinometra viridis</i> (A. Agassiz, 1863)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Lytechinus euerces</i> (H. L. Clark, 1912)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	CM	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Lytechinus williamsi</i> (Chesher, 1968)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Tripneustes ventricosus</i> (Lamarck, 1816)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005
<i>Echinoneus cyclostomus</i> (Leske, 1778)	CM	ICMYL, UNAM	Laguarda-Figuera <i>et al.</i> , 2005

Tabla 3. Listado de equinodermos regulares del Caribe Mexicano (**CM**). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (**ICMYL**).

Especie (s)	Estados	Instituto	Referencia
<i>Aporocidaris milleri</i> (A. Agassiz, 1898)	Gro	ICMYL, UNAM	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)	BCS, Nay, Jal, Col, Rev, Mich, Gro, Oax	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Hesperocidaris perplexa</i> (H. L. Clark, 1907)	Rev	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Diadema mexicanum</i> (A. Agassiz, 1863)	Fron, BCS, Nay, Jal, Col, Rev, Mich, Gro	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Astropyga pulvinata</i> (Lamarck, 1816)	Mich, Gro, Oax, Chis	ICMYL, UNAM	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)	BCS, Col, Gro	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008

<i>Tromikosoma panamense</i> (A. Agassiz, 1898)	BCN	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Arbacia incisa</i> (A. Agassiz, 1863)	BCN, BCS, Nay	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Echinometra oblonga</i> (Blainville, 1825):	Rev	ICMYL, UNAM Instituto	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Echinometra vanbrunti</i> (A. Agassiz, 1863)	BCN, BCS, Nay, Jal, Col, Rev, Mich, Gro, Oax, Chis	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Echinometra insularis</i> (H. L. Clark, 1912)	BCS	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Lytechinus pictus</i> (Verrill, 1867)	BCS	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Lytechinus anamesus</i> (H. L. Clark, 1912)	BCN, BCS	Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Tripneustes depressus</i> (A. Agassiz, 1863)	Jal, Rev	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Toxopneustes roseus</i> (A. Agassiz, 1863)	Nay, Jal, Col, Mich, Gro	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Strongylocentrotus franciscanus</i> (A. Agassiz, 1863)	BCN, BCS	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	Fron, BCN, BCS	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008

Tabla 4. Listado de equinoideos regulares del Pacífico mexicano: Frontera marítima entre México y Estados Unidos (**Fron**), Baja California Norte (costa oeste) (**BCN**), Baja California Sur (costa oeste) (**BCS**), Nayarit (**Nay**), Islas Marías (**Mar**), Jalisco (**Jal**), Colima (**Col**), Islas Revillagigedo (**Rev**), Michoacán (**Mich**), Guerrero (**Gro**), Oaxaca (**Oax**), Chiapas (**Chis**). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (**ICMYL**).

2.7.1 Estudios de equinoideos para el estado de Veracruz

Para las costas de Veracruz, Caso realizó en 1948 el primer estudio mexicano, en el que reportó a *Echinometra lucunter*, *Eucidaris tribuloides* y *Encope michelini*; Orbe (1971) describió al erizo de mar *Eucidaris tribuloides*, recolectado en Veracruz e Isla Cozumel en Quintana Roo; Gamboa (1978) ubica nueve especies de equinoideos para la costa norte de Veracruz, y San Juan (1988) desarrolló un estudio sobre la morfología externa de los erizos de mar *Tripneustes ventricosus* y *Lytechinus variegatus* obtenidos en Arrecife Lobos, Veracruz (Laguarda, et al., 2005).

Especie (s)	Instituto	Referencia
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005
<i>Cidaris abyssicola</i> (A. Agassiz, 1869)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005
<i>Stylocidaris lineata</i> (Mortensen, 1910)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Phormosoma placenta placenta</i> (Wyville-Thomson, 1872)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Diadema antillarum</i> (Philippi, 1845)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Astropyga magnifica</i> (A.H. Clark, 1934)	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005
<i>Centrostephanus longispinus rubicingulus</i> (H. L. Clark, 1921)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Arbacia punctulata</i> (Lamarck, 1816)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005
<i>Lytechinus williamsi</i> (Chesher, 1968)	Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005
<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	ICMYL, UNAM	Durán-González, et al. 2005
<i>Echinometra viridis</i> A. (Agassiz, 1863)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsonian, Washington D. C.	Durán-González, et al. 2005

Tabla 5. Registro de especies equinoideas regulares para el estado de Veracruz. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL).

2.7.2 Estudios de equinoideos para el Estado de Nayarit

Chávez-Dagostino *et al.* (2000) realizaron un listado taxonómico de equinoideos y asteroideos en las Islas Marietas; Jara y colaboradores (2008) realizaron un estudio para dar a conocer la composición específica y establecer la importancia biológica de los equinodermos del Parque Nacional Isla Isabel, destacando su abundancia: *Diadema mexicanum*, *Eucidaris thouarsii* y *Centrostephanus coronatus*, las otras especies registradas fueron *Arbacia incisa*, *Brissus latecarinatus*, *Toxopneustes roseus* y *Tripneustes depressus*. Hermosillo-Núñez (2011) llevó a cabo un estudio para hallar la relación de la estructura del ensamblaje de equinodermos de importancia ecológica-funcional y la estructura del hábitat bentónico del Parque Nacional Isla Isabel.

Especie (s)	Instituto	Referencia
<i>Eucidaris thouarsii</i> (Valenciennes, 1846)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Diadema mexicanum</i> (A. Agassiz, 1863)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Arbacia incisa</i> (A. Agassiz, 1863)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Echinometra vanbrunti</i> (A. Agassiz, 1863)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008
<i>Toxopneustes roseus</i> (A. Agassiz, 1863)	ICMYL, UNAM Instituto Smithsoniano, Washington D. C.	Honey-Escandón, <i>et al.</i> 2008

Tabla 6. Registro de especies de equinoideos regulares para el estado de Nayarit. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL).

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Describir morfológicamente y determinar taxonómicamente a las especies de erizos de mar (Echinodermata: Echinoidea) colectadas en playas de Veracruz y Nayarit, México, las cuales se encuentran resguardadas en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx.

3.2 Objetivos particulares

- Describir e ilustrar la morfología macroscópica y microscópica de cada una de las especies de erizos de mar.
- Elaborar una descripción detallada e ilustrada de los tipos de pedicelarios que presenta cada una de las especies de erizos de mar.
- Realizar un listado taxonómico de las especies de erizos de mar, colectadas en cada sitio de muestreo.

4. Método

4.1 Área de estudio

Los ejemplares que se encuentran en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx pertenecen a playas ubicadas en los estados de Veracruz y Nayarit, México.



Figura 7. Mapa que muestra las playas del estado de Veracruz ubicadas al norte y al este del Golfo de México, y así mismo la playa del estado de Nayarit ubicada al sur y al este del Océano Pacífico (Modificado de Mapas 2019 Google INEGI).

4.1.1 Veracruz

El estado de Veracruz se ubica en la región central del Golfo de México, colinda al norte con Tamaulipas y al sureste con Tabasco (Seingier *et al.*, 2009; 2011). Su costa se extiende a lo largo de 745 km, predominando en un 90% las costas arenosas y solamente el 8% corresponde a costas rocosas. El clima de la costa es de dos tipos: cálido-subhúmedo y cálido-húmedo, y la temperatura media anual oscila entre los 20 y los 26°C (INECOL[a], 2014).

4.1.1.2 Playas de Veracruz

El número de playas que tiene el Estado de Veracruz es 49, éstas se encuentran distribuidas en seis regiones (Huasteca, Totonaca, Nautla, Sotavento, Tuxtlas y Olmecas) que abarcan 19 municipios. Las playas en las que fueron colectados los erizos de mar se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas geográficas (Tabla 7):

Municipio	Playa	Latitud (N)	Longitud (O)	Tipo de playa
Cazones	Barra Cazones	20° 44' 08''	97° 11' 41''	Arenosa
Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	Playa Muñecos	19°44'38.2"	96°24'27"	Arenosa-rocosa
Actopan	La Mancha	19° 31' y 19° 38'	96° 22' y 96° 27'	Arenosa con cobertura vegetal
Veracruz	Penacho del Indio	19° 09' 04''	96° 05' 34'	Arenosa-rocosa y praderas
Alvarado	Antón Lizardo	19°03'24"	95°59'17"	Arenosa-Coralina
San Andrés Tuxtla	Monte-pío	18° 38' 44''	95° 05' 43''	Arenosa-rocosa y restos coralinos

Tabla 7. Coordenadas y tipo de playas de los sitios de muestreo para Veracruz (García *et al.*, 2017; Moreno- Casasola, 2006, Digaohm, S. f.; González-Reséndiz, *et al.*, 2014).

4.1.1.2.1 Playa Barra Cazones.

La Playa Barra Cazones se encuentra en la delegación Cazones, ubicada en el municipio Cazones de Herrera, entre las regiones de Tonacapan y la Huasteca, divididas por el Río Cazones. Su clima es cálido, con una temperatura promedio de 25 °C, su precipitación pluvial media anual es de 2 mil mm. Las formaciones naturales que presenta son el Golfo y el arrecife Blake o Bajo Negro, una meseta de 200 hectáreas a una profundidad que va de los 9 a los 30 metros, asociada a un sustrato rocoso. El tipo de playa es principalmente arenosa, sin embargo muestra parches de litoral rocoso (Digaohm (a), s.f.; De la Cruz- Francisco *et al.* 2017).

4.1.1.2.2 Playa Muñecos

Recibe este nombre debido a que presenta rocas con formas de muñecos mirando hacia el horizonte, se encuentra muy cercana a la Playa Boca Andrea, al norte de Veracruz en la carretera Palma Sola-Cardel. Se caracteriza por ser una playa rocosa-arenosa, con una plataforma de roca metamórfica alrededor de un morro que está expuesta a la insolación y al intenso oleaje, con afloramientos entre la playa y el morro. La temperatura media anual va de los 24 a los 26°C, la precipitación media anual es de 1 200 a 1 500 mm (González-Reséndiz, *et al.*, 2014; INEGI, 2007).

4.1.1.2.3 Playa La Mancha

La playa se localiza en la costa central del Estado de Veracruz, a 30 kilómetros al norte de la ciudad José Cardel y a 60 kilómetros del Puerto de Veracruz. Cuenta con una laguna costera conocida como "La Laguna de La Mancha", cuyos bordes presentan mangle, con una laguneta de agua dulce. La temperatura media anual

es mayor de 22°C y la temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3, y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual (Moreno-Casasola, 2003; Salazar-Vallejo y González, 1990; López-Portillo, 2009).

4.1.1.2.4 Playa Penacho del Indio

Se ubica 2 km al norte de Boca del Río y 6 km al norte del Río Jamapa, cerca del arrecife Ingenieros. Presenta un clima cálido subhúmedo, la temperatura media anual mayor es de 25.2 °C, y la temperatura en el mes más frío es mayor a 18°C. Por otra parte, la precipitación promedio es de 50,4 mm (García, 1973; Sistema Meteorológico Nacional 2017).

Se caracteriza por tener aguas eutróficas, además de que esta zona se encuentra bajo el impacto antropogénico causado por el turismo (Wilkinson, *et al.*, 2009; Merino 1987).

4.1.1.2.5 Playa Antón Lizardo

Antón Lizardo colinda al Norte con el Municipio de Boca del Río, formando parte de la zona metropolitana de Veracruz, y al oeste con el municipio de Medellín. El clima que presenta es cálido-subhúmedo, con una humedad media en verano de 2% y una humedad mayor, igualmente en verano, de 79%. La temperatura media anual es de 26.4 °C, mientras que la temperatura más baja es de 24°C y la temperatura más alta es de 28°C. La precipitación durante el mes más seco es de 1400 mm, durante el mes más lluvioso es de 2100 mm; finalmente, la precipitación media anual es de 2077.9 mm (SEFIPLAN, 2015; Digaohm, S.f.).

4.1.1.2.6 Montepío

Se encuentra ubicada al sur del Golfo de México, colinda con Punta Roca Partida al norte y al sur con Sontecomapan; a 500 m al noroeste de la desembocadura de los ríos Col y Maquinita. Debido a que la playa se encuentra sobre una zona volcánica contiene una gran cantidad de nutrientes, sin embargo, el agua presenta turbidez a causa de los ríos anteriormente mencionados (Martín-del Pozzo 1997; Hernández y Álvarez, 2007). Su clima es cálido-regular, con una temperatura media anual de 24.6°C; la temperatura de la superficie marina es distinta, en promedio va de 24 a 25°C en verano y en invierno de 28 a 28.5°C (Andrle, 1964; Soto, 1976); Hernández, *et al.*, 2010).

4.1.1.3 Estado Actual de la conservación de las playas de Veracruz.

Los principales problemas que presentan las playas del estado son la degradación de los ecosistemas y el crecimiento de la población que se está dando en las zonas portuarias de las ciudades costeras, esto genera la necesidad de expansión y la construcción de obras a costa de arrasar con arrecifes, como está sucediendo con el sistema arrecifal veracruzano (SEMARNAT, 2016).

El gobierno del estado de Veracruz publicó en su gaceta oficial el programa sectorial de medio ambiente que comprende del 2019 al 2024, cuyos objetivos para este periodo están orientados a contribuir a la protección y conservación de la diversidad biológica del estado y potenciar el desarrollo forestal sustentable. Además, se establecerán las condiciones a las que se sujetarán las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables. En dicho documento se tienen registradas 26 áreas naturales protegidas, de las cuales tres (Tembladeras–Laguna Olmeca, Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la zona conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua y Médano del Perro) forman parte del municipio de Veracruz. En cuestión del programa de ordenamiento ecológico

están registradas únicamente para: 1) Cuenca del Río Bobos, 2) Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos, 3) Cuenca del Río Tuxpan, 4) Regional de la Región Capital de Xalapa; y está en proceso el del municipio de Alvarado (donde se encuentra la playa Antón Lizardo). Aunque 6 municipios donde fueron colectados los erizos no están señalados como áreas naturales protegidas, para tres de estos (Alvarado, Veracruz y Alto Lucero) se establecieron programas o estrategias municipales de educación ambiental en el periodo de 2013-2017. Sin embargo, para 2019 no se tienen actualizaciones de estos programas (SEDENA, 2019 y Secretaría del Medio Ambiente, 2018).

4.1.2 Nayarit

Es uno de los estados de la costa del Pacífico mexicano; su costa se extiende a lo largo de 300.4 km, limita al norte con Sinaloa y al sureste con Jalisco. El 65%, de norte a sur, lo caracteriza el clima subhúmedo, presenta una temperatura de 18 y 27°C respectivamente. El resto de la costa tiene un clima semicálido subhúmedo con temperatura que fluctúa entre los 18 y 26 °C (INECOL, 2014). Las playas se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas geográficas: (Tabla 8).

4.1.2.1 Playas de Nayarit

La zona litoral de Nayarit comprende 307 kilómetros, que van desde la frontera norte de Sinaloa y llegan hasta la desembocadura del Río Ameca, que colinda con Jalisco. El clima que presenta es cálido subhúmedo, con una temperatura anual que va desde los 23 a los 28°C y lluvias de junio a octubre.

Municipio	Playa	Latitud (N)	Longitud (O)	Tipo de playa
San Blas	Aticama	21° 32.0'	105° 19.0'	Mixta rocosa- arenosa

Tabla 8. Coordenadas y tipo de playas de los sitios de muestreo para Nayarit (Castillo-Vargas *et al.* 2012, Davies, 1980, Medina- Carrillo *et al.*, 2012; Digaohm (a) a, S.f.).

4.1.2.1.1 Playa de Aticama

Se encuentra 15 kilómetros al sureste de la ciudad de San Blas, al norte limita con "El Rincón" y al sur con la "Playa Cocos". El clima es cálido-húmedo, con una temperatura media anual de 25.6°C, en el mes más cálido se registra una temperatura de 35°C y en el mes más frío 18°C; la precipitación promedio anual es de 1,316.3 mm. Estas condiciones favorecen la adaptación de muchas especies vegetales (Romero-Ríos, 2014).

4.1.2.2 Estado actual de conservación de las playas de Nayarit

La costa de Nayarit presenta una mezcla de dunas y humedales; dicha zona es utilizada para actividades agropecuarias, actividades turísticas y actividades de desarrollo a lo largo de la costa, lo que provoca que estos hábitats se vayan deteriorando. Por tal motivo el estado de conservación es malo en el 91% de las dunas frontales, siendo muy poca la superficie de la costa que no presenta disturbios. Las playas que están certificadas son Playa Nuevo Vallarta Norte, Playa Nuevo Vallarta Sur, Playa Bucerías, Playa los muertos, Playa Nuevo Vallarta Norte y en Playa Chacala (Martínez *et al.* 2014; SEMARNAT, 2013).

4.2 Trabajo de Laboratorio

4.2.1 Procesamiento del material

Los equinoideos regulares presentes en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx fueron ordenados por localidad y fecha de colecta en sus respectivos estantes con las cuales se elaboró una base de datos.

4.2.2 Descripción macroscópica

Se observó la morfología diagnóstica externa (coloración y textura de las espinas) bajo microscopio estereoscópico con y sin espinas (sistema apical, zona ambulacral, zona interambulacral y hendiduras branquiales), para el último caso se empleó una solución de blanqueador comercial (NaOCl) y posteriormente se enjuagó con agua corriente.

4.2.3 Descripción microscópica

Los pedicelarios se buscaron en toda la testa y se extrajeron con un par de agujas de disección. Para el caso de la observación del esqueleto fueron aclarados con una solución que contenía 50% de hipoclorito de sodio (blanqueador comercial NaOCl) y 50% de agua potable. Finalmente se usó un microscopio óptico para su observación, identificación y descripción.

4.2.4 Identificación y determinación de especies

La identificación morfológica se realizó con base al Sistema de Lovén (D'yakonov, 1969) y la determinación taxonómica se apoyó en las descripciones originales y claves de Mortensen (1951), Caso (1961) y Hendler *et al.*, (1995), Girard (1850) y Stimson (1857). Por otra parte, también se tomó en cuenta y los especímenes fueron ordenados de acuerdo al arreglo sistemático filogenético propuesto por Kroh, A. y Mooi, R. (2019).

4.2.5 Listado Taxonómico

El listado taxonómico se realizó de acuerdo al arreglo sistemático filogenético propuesto por Kroh, A. y Mooi, R. (2019).

5. Listado taxonómico de las especies de erizos de mar

Se analizaron 117 ejemplares que pertenecen a tres especies: *Echinometra lucunter* (n=105), *Lytechinus variegatus* (n=6) y *Strongylocentrotus purpuratus* (n=5); y un género *Tripneustes* sp. (n=1), provenientes de los estados de Veracruz y Nayarit, las cuales se agrupan en 4 géneros, tres familias y un orden. La especie mejor representada fue *E. lucunter*, puesto que estuvo presente en las seis playas muestreadas, además de ser la especie con mayor número de ejemplares.

5.1. Registros para el estado de Veracruz

Para el estado de Veracruz se analizaron 111 ejemplares, los cuales se determinaron como *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*, y un género *Tripneustes* sp.

Clase Echinoidea Orden Camarodonta		Veracruz	
Familia Genero/Especie	Localidad	Fecha de colecta	No. de ejemplares
Toxopneustidae (Troschel,1872) <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	PI, Mch B	03-05-2010, 19-10-2012, 26-04-2013 19-10-2012 18-10-2012	6
Toxopneustidae (Troschel,1872) <i>Tripneustes</i> sp. (L. Agassiz, 1841)	AL	17-11-2013	1
Echinometridae (Gray, 1855) <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	PI Mp Mch Mñ B AL	18-10-2009, 03-05-2010,19-10-2012, 26-04-2013, 24-10-2014 18-10-2012, 25-04-2013, 26-04-2013 17-10-2009, 2-05-2010, 3-05-2010, 19-10-2012 03-05-2010 18-10-2012 17-11-2013	104

Tabla 9. Listado de especies de equinoideos regulares de las playas de Veracruz: Penacho del Indio (**PI**), Montepío (**Mp**), La mancha (**Mch**), Muñecos (**Mñ**), La Barra (**B**) y Antón Lizardo (**AI**).

5.2 Registros para el estado de Nayarit

Para el estado de Nayarit se analizaron seis ejemplares identificados como *Echinometra lucunter* y *Strongylocentrotus purpuratus*, únicamente de la playa Aticama.

Orden Camarodonta		Nayarit	
Familia Genero/Especie	Localidad	Fecha de colecta	Número de ejemplares
Echinometridae (Gray, 1855) <i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)	Aticama	03-11-2010	1
Strongylocentrotidae (Gregory, 1900) <i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)	Aticama	03-11-2010	5

Tabla 10. Listado de especies de equinoideos regulares de la playa Aticama en el estado de Nayarit.

5.3 Descripción general

Se investigaron las descripciones, sinonimias, referencias de identificación y diagnosis para cada una de las especies de equinoideos. Posteriormente se tomaron fotografías con vista oral y aboral de la testa usando lentes adaptadores para celular, en dichas fotografías se integraron los caracteres diagnósticos, (Conejeros-Vargas 2015; Álvarez-Rojas, 2013). Para el caso de los pedicelarios se tomaron fotos con una cámara adaptada para un microscopio óptico (AMSCOPE MU300).

Se describe a continuación la morfología de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816), *Tripnteustes* sp. (L. Agassiz, 1841), *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) y *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) (sistema de clasificación Kroh, y Mooi, 2019).

5.3.1 *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)



Figura 8. *Lytechinus variegatus* (Foto de Apolonio-García, 2019).

Taxonomía Kroh y Mooi, 2019	
Reino	Animalia Linnaeus, 1758
Phylum	Echinodermata Bruguière, 1791
Clase	Echinoidea Leske, 1778
Subclase	Euechinoidea Bronn, 1860
Infraclase	Carinacea Kroh & Smith, 2010
Super Orden	Echinacea Claus, 1876
Orden	Camarodonta Jakson, 1912
Infraorden	Echinidea Kroh & Smith, 2010
Super familia	Odontophora Kroh & Smith, 2010
Familia	Toxopneustidae Troschel, 1872
Genero	<i>Lytechinus</i> L. Agassiz, 1841
Especie	<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)

Nombre original: *Echinus variegatus* (Lamarck, 1816)

Sinonímias:

Anapesus blainvillei (Des Moulins, 1837)

Echinus blainvillei (Des Moulins, 1837)

Echinus excavatus (Blainville, 1825)

Echinus variegatus (Lamarck, 1816)

Lytechinus excavatus (Blainville, 1825)

Lytechinus thieryi (Koehler, 1927)

Psammechinus excavatus (Blainville, 1825)

Psammechinus variegatus (Lamarck, 1816)

Psilechinus variegatus (Lamarck, 1816)

Schizechinus excavatus (Blainville, 1825)

Schizechinus variegatus (Lamarck, 1816)

Toxopneustes atlanticus (A. Agassiz, 1863)

Toxopneustes variegatus (Lamarck, 1816)

Diagnosia (Tomada de Caso, 1961): Caparazón ligeramente subcónico. Tubérculos de las áreas ambulacrales e interambulacrales, dispuestos en hileras verticales, regulares y muy próximas entre sí. Espinas cortas afiladas de diversos colores: violeta, verde claro o blanco amarillento.

Descripción macroscópica: La testa tiene una forma hemisférica aplanada en la región oral. Sistema apical hemicíclico; las placas genitales presentan un tubérculo grande no perforado debajo de un gonoporo; la madreporita es prominente y elongada; las placas oculares son pequeñas; debajo de los poros se encuentran tubérculos pequeños. El periprocto es prominente, con placas que disminuyen su tamaño conforme se acercan al ano, algunas de estas placas presentan tubérculos pequeños (Lámina 3, Fig. B). La región interambulacral es amplia, cada placa presenta un tubérculo primario no perforado grande que forma una serie regular vertical por columna (Lámina 3, Fig. C); por debajo del ámbitus la tuberculación secundaria está más desarrollada, los tubérculos forman series horizontales de tres a cuatro por placa; aboralmente se forma un área desnuda sobre la sutura media interr radial. Las placas de los ambulacros son trigeminadas, cada una con un tubérculo primario grande; los tubérculos secundarios no están tan desarrollados, se forma un área desnuda sobre la sutura perirr radial hasta el ámbitus y por debajo de ésta cada placa presenta un segundo tubérculo. El peristoma es más grande que el sistema apical, cubierto densamente por placas pequeñas, presenta cinco pares de placas bucales rodeadas por pedicelarios; presentan dientes no quillados (Lámina 3, Fig. A), las hendiduras branquiales no son profundas. Las espinas presentan una longitud uniforme, la coloración es verde oliva proximalmente y rosa distalmente.

Referencia de identificación: Serafy, 1973:526-534; 49-56; Mortensen 1943: 437-445.

Descripción microscópica (pedicelarios). Mediante las observaciones en el microscopio estereoscópico y óptico se determinó que los pedicelarios de *L. variegatus* presentes son de cuatro tipos:

a) Globíferos: Se caracterizan por ser los más especializados, tienen glándulas venenosas y las valvas terminan en forma de garra o diente que sirven para inyectar su veneno (Coppard *et al.*, 2010). Presentan tres valvas delgadas (promedio largo total de las tres valvas) conformadas por una cuchilla larga (365.060 μm) y delgada (27.768 μm) ligeramente ensanchada en la parte distal (61.541 μm), en la que presenta un diente pequeño con forma de gancho que sirve para inyectar su veneno, y una base que es más ancha que la cuchilla (289.375 μm) pero menos larga que esta (340.399 μm) (Lámina 4, Fig. B).

b) Trifoliados: Se caracterizan por ser los más pequeños de los cuatro tipos de pedicelarios. La función que desempeñan es la de limpiar la parte del epitelio de placa bacteriana y de pequeñas partículas perjudiciales (Coppard & Campbell, 2006). Presenta tres valvas que se caracterizan por ser pequeñas, miden 178.886 μm de largo. La parte más ancha de la base de una valva mide 117.730 μm , en la región donde termina la base y comienza la cuchilla el ancho disminuye (102.417 μm), finalmente la parte distal de la cuchilla que esta aplanada y es más ancha (56.330 μm) (Lámina 5).

c) Tridentados: Se caracterizan por ser los pedicelarios más grandes. Su función es de limpieza, y debido a su tamaño se encargan de remover partículas grandes (Coppard *et al.*, 2010). Presenta dos tipos de pedicelarios: Los pedicelarios tipo 1, conformados por tres valvas que son alargadas (1311.72 μm) y ensanchadas en su base (377.13 μm), al final de ésta e inicio de la cuchilla el ancho disminuye (129.50 μm) formando una especie de embudo (Lámina 6). El ancho de la parte distal de la cuchilla es de 137.75 μm y termina en punta. El Pedicelario de tipo 2 está formado por tres valvas que son más cortas (592.77 μm) y más anchas (210.08 μm), presentan una cuchilla que en su inicio es delgada (64.11 μm) y un poco alargada (100.73 μm), posteriormente se va ensanchando a 117.27 μm y en su parte distal disminuye a 79.24 μm , terminando en una punta achatada (Lámina 7).

d) Oficéfalos: Se caracterizan por poseer valvas cortas y anchas. Su función es de defensa y limpieza, evitando que organismos se incrusten en la testa (Coppard & Campbell, 2006). Están constituidos por tres valvas que presentan una estructura en forma de un arco que las une a la base. La parte más ancha de la base mide 285.422 μm y al final disminuye un poco (175.474 μm), de manera que adquiere una forma de triángulo. La cuchilla presenta 3 pares de curvaturas y en cada una hay pequeños dientes, el primer par tiene un ancho de 224.310 μm ; el segundo par, de 232.647 μm ; el tercer par, de 174.363 μm ; y la punta de la cuchilla termina en curva con un ancho de 79.363 μm (Lámina 8).

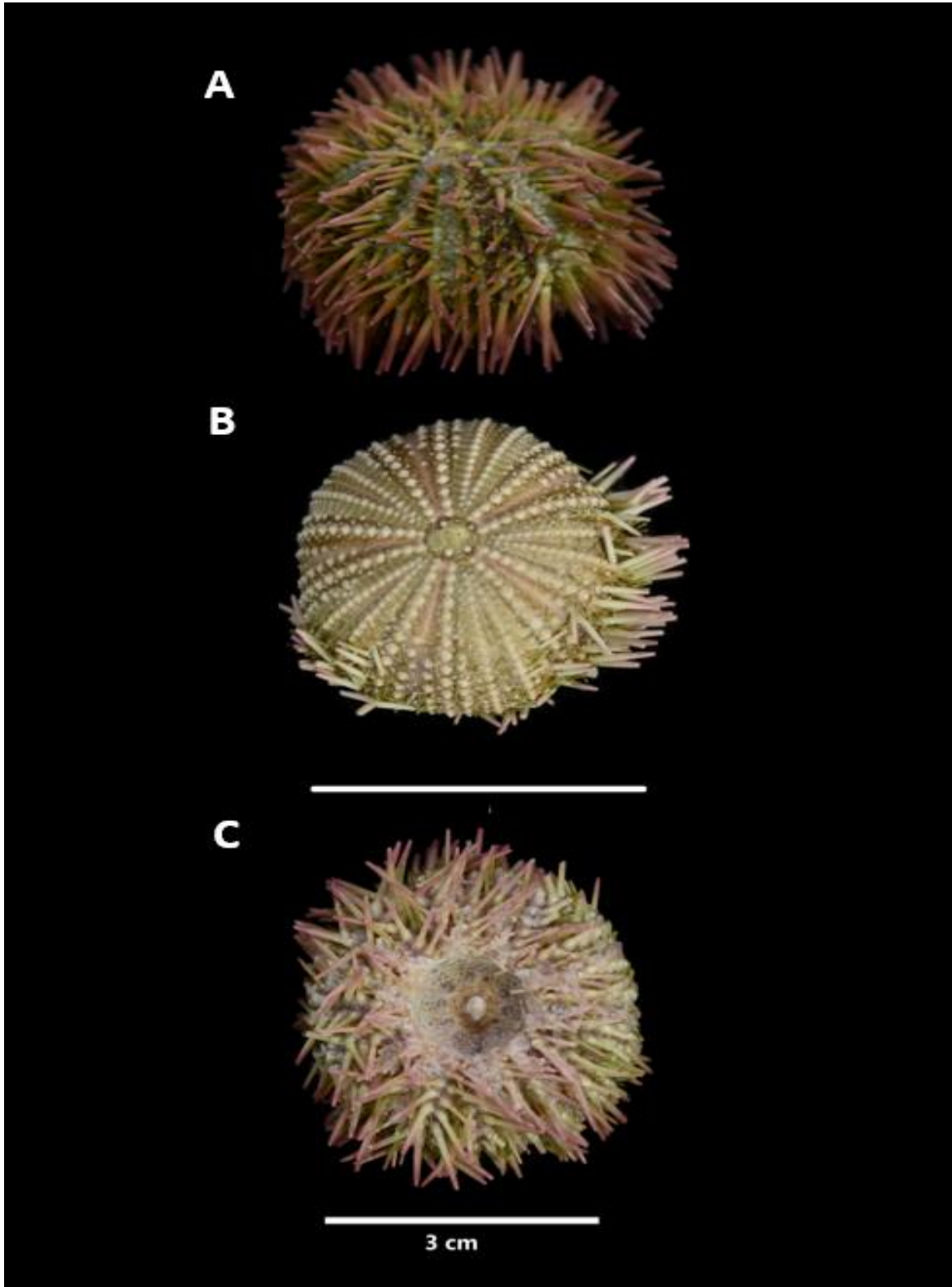


Lámina 2. *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) **A)** Vista lateral **B)** Vista aboral
C) Vista oral

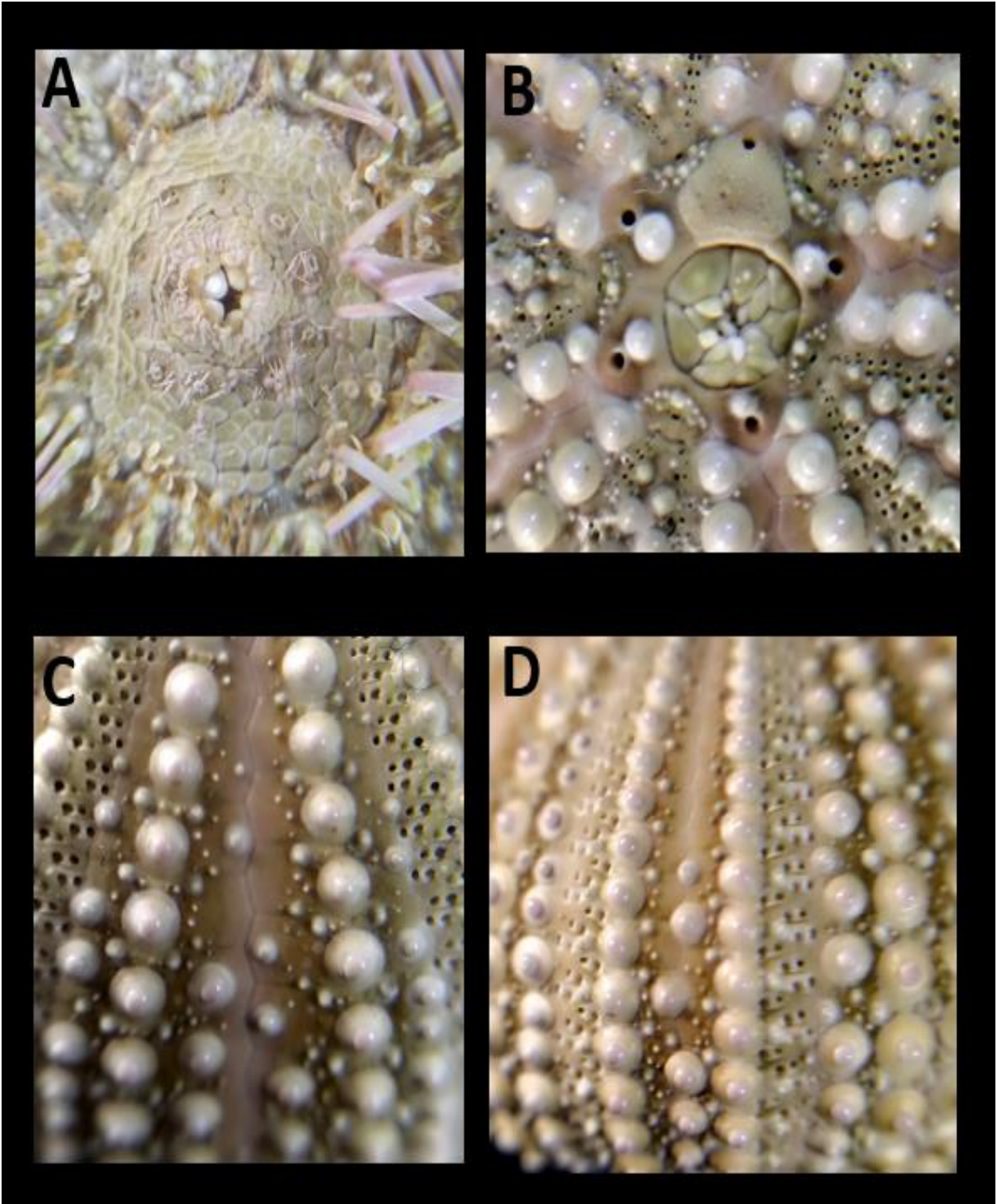


Lámina 3. *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) **A)** Peristoma **B)** Sistema apical
C) Columna interambulacral **D)** Columna ambulacral.

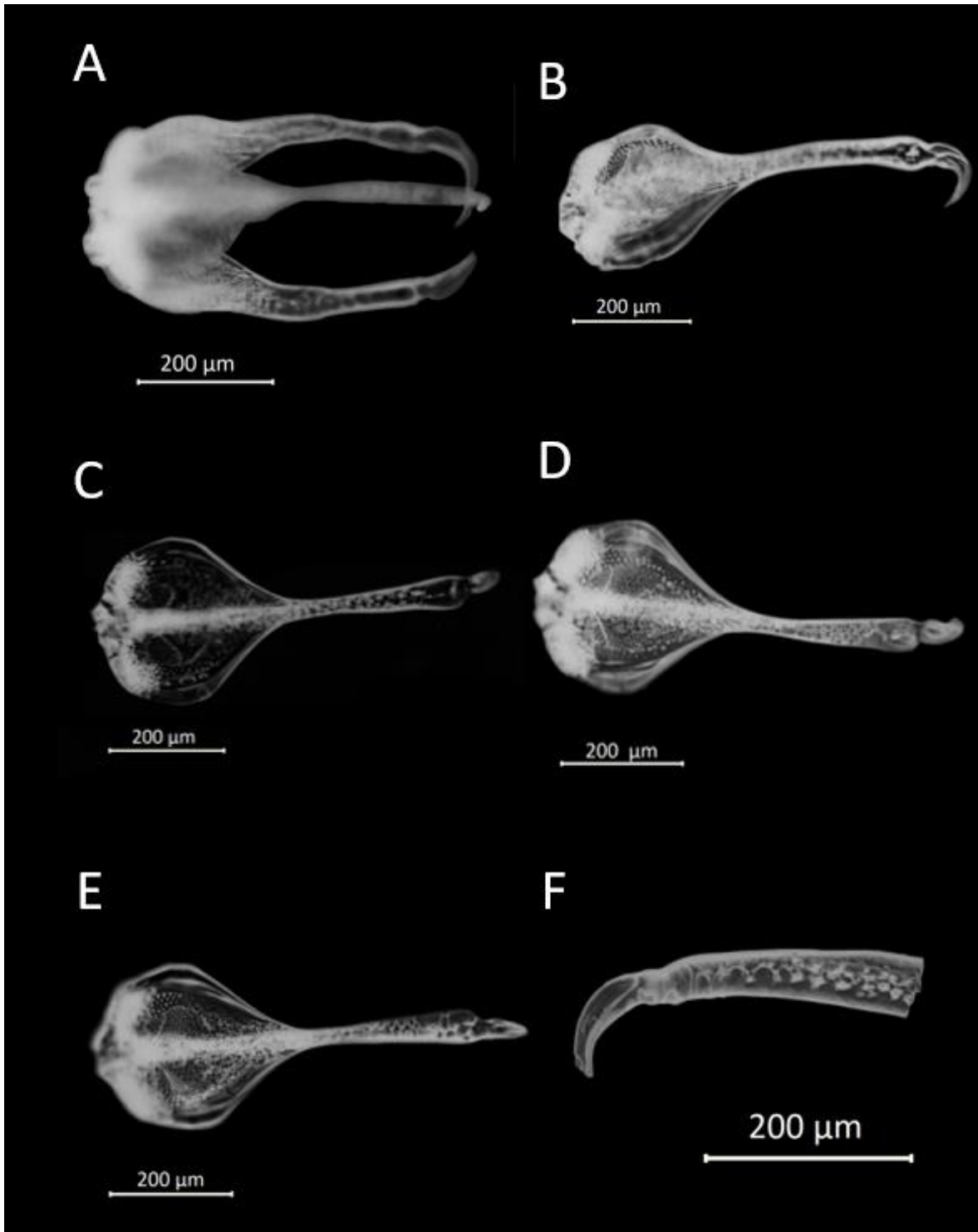


Lámina 4. Pedicelario Globífero de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)
A) Pedicelario trivalvado **B)** Vista lateral de una valva **C)** Enfoque del contorno de la valva **D)** Vista interna con enfoque en la base **E)** Vista externa de la valva **F)** Cuchilla.

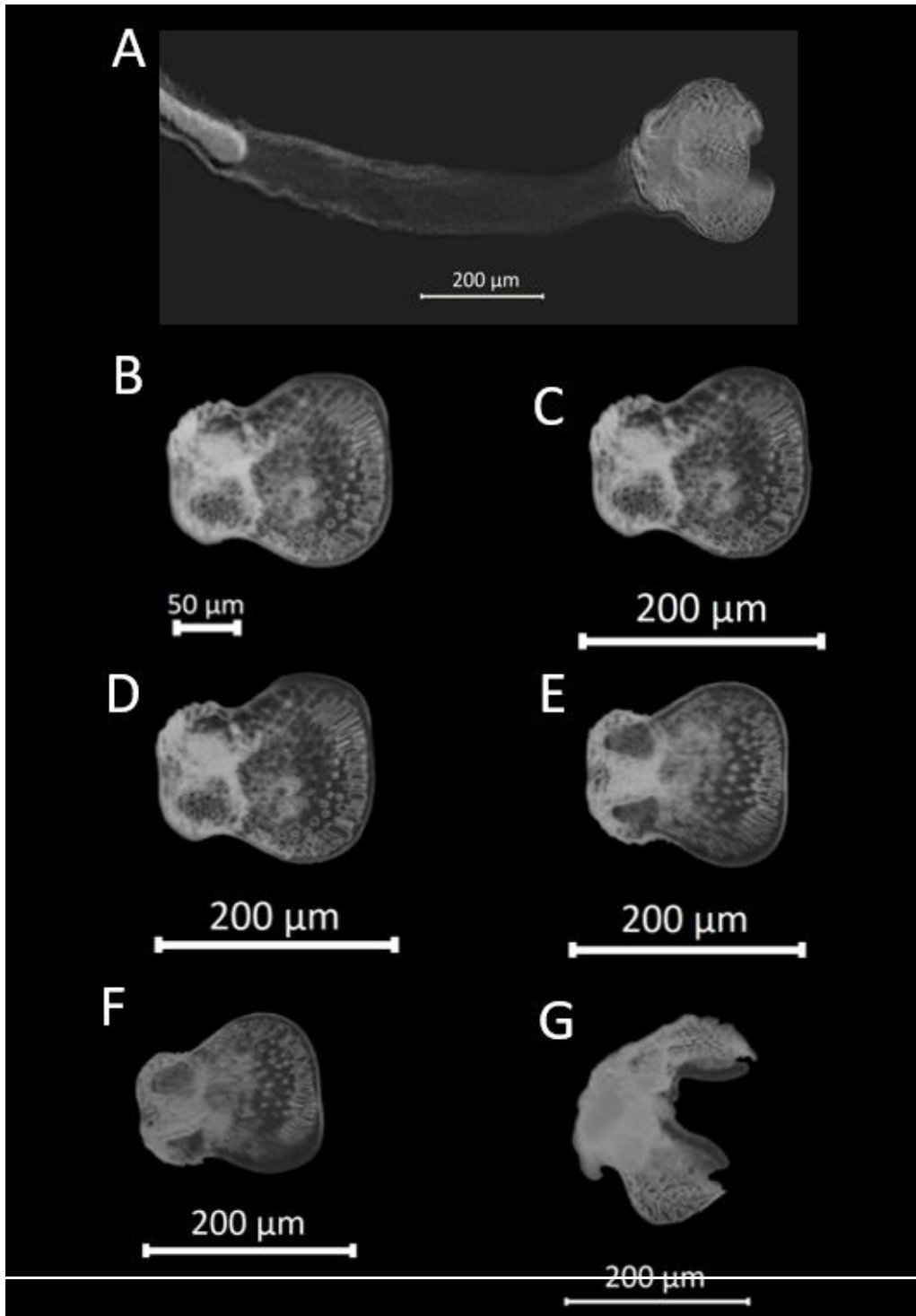


Lámina 5. Pedicelario Trifoliado de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) **A)** Vista completa del pedicelario **B)** Vista externa de una valva **C)** Vista externa con enfoque en la base **D)** Vista externa con enfoque en la parte distal **E)** Vista interna **F)** Vista interna con enfoque en la cuchilla **G)** Mandíbula con tres valvas abiertas.

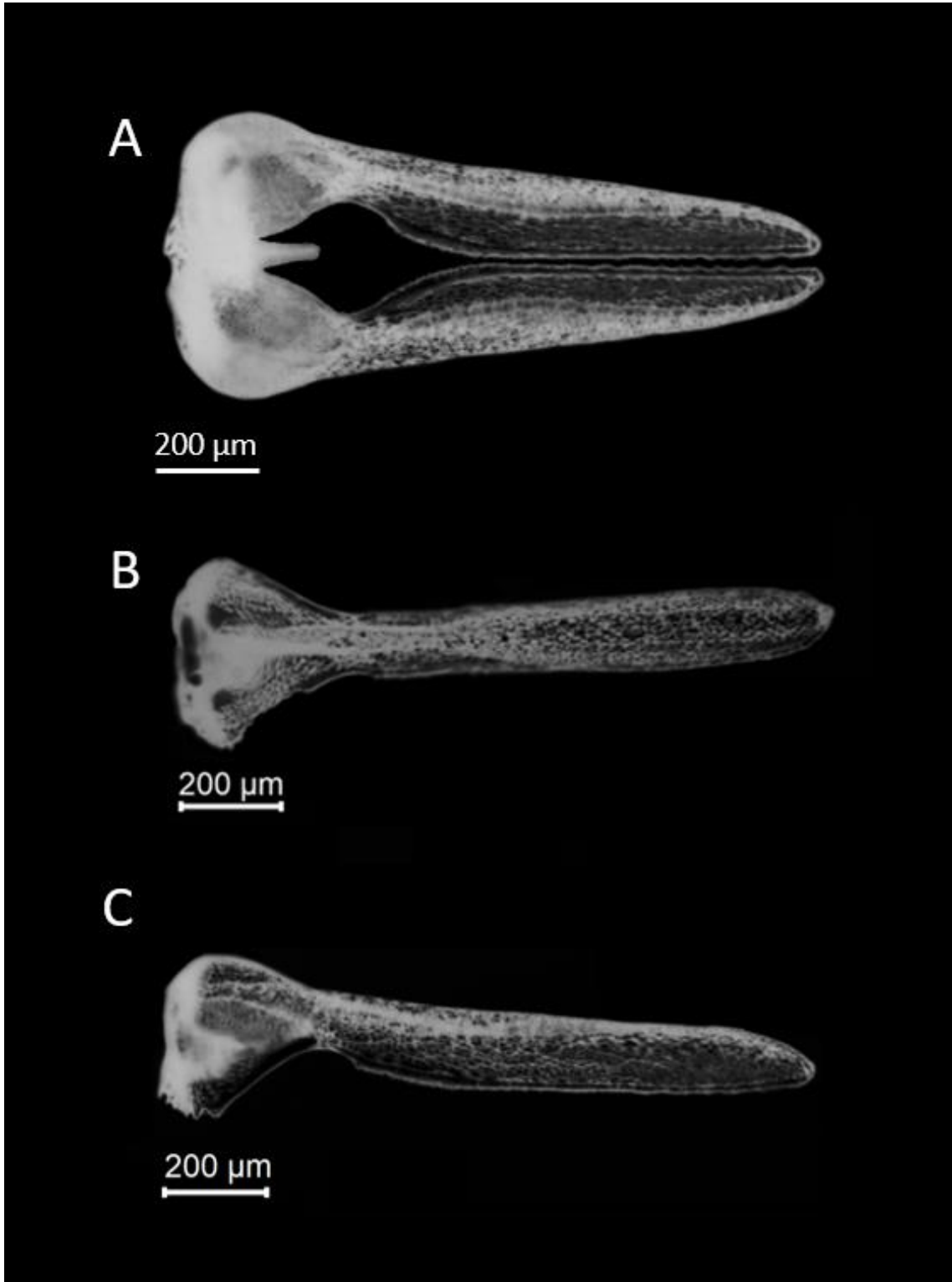


Lámina 6. Pedicelario Tridentado de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)
A) Valvas laterales **B)** Vista interna de una valva **C)** Vista lateral de una valva.

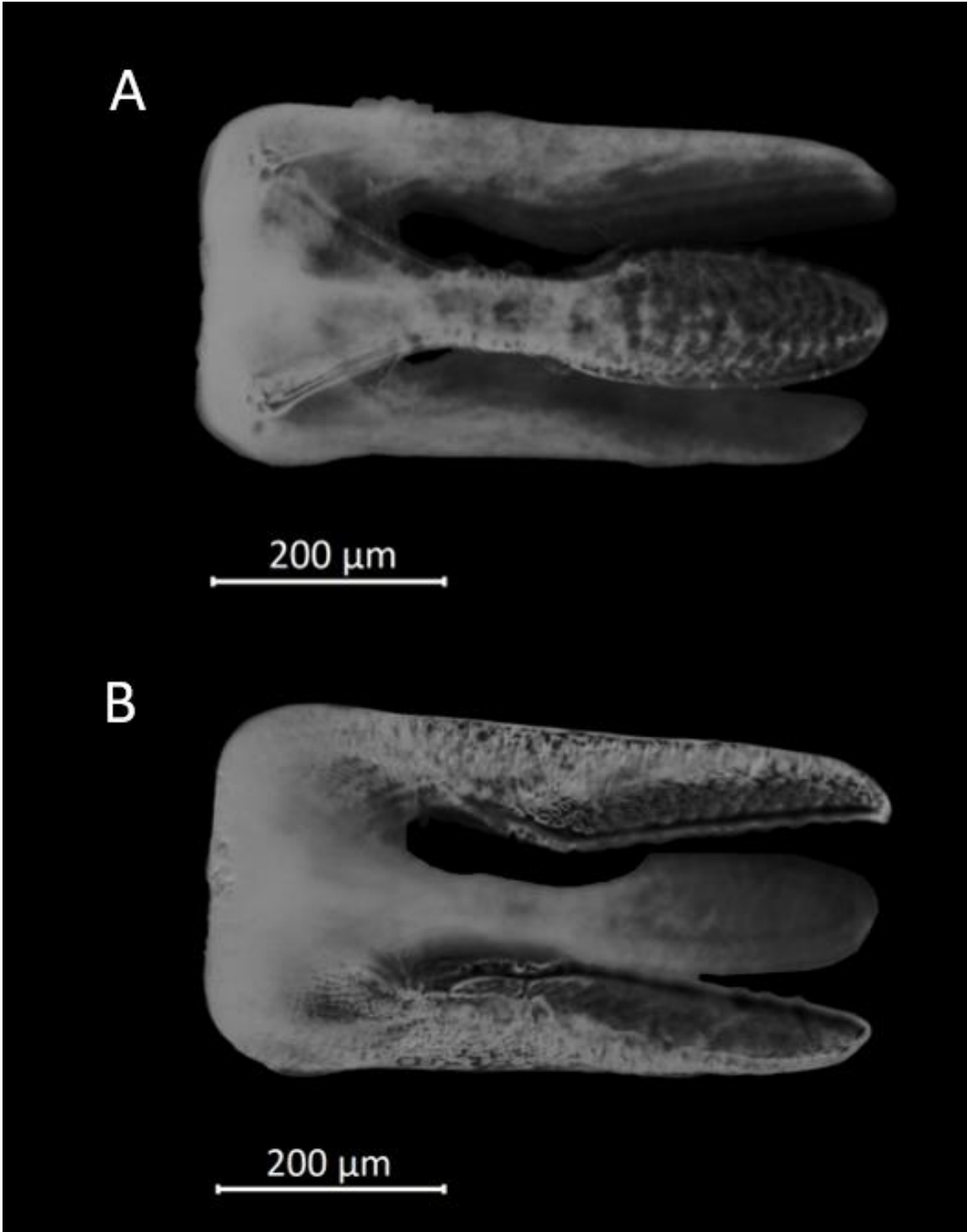


Lámina 7. Pedicelario Tridentado de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)
A) Pedicelario trivalvado, enfoque en la valva frontal **B)** Pedicelario trivalvado, enfoque en las valvas laterales.

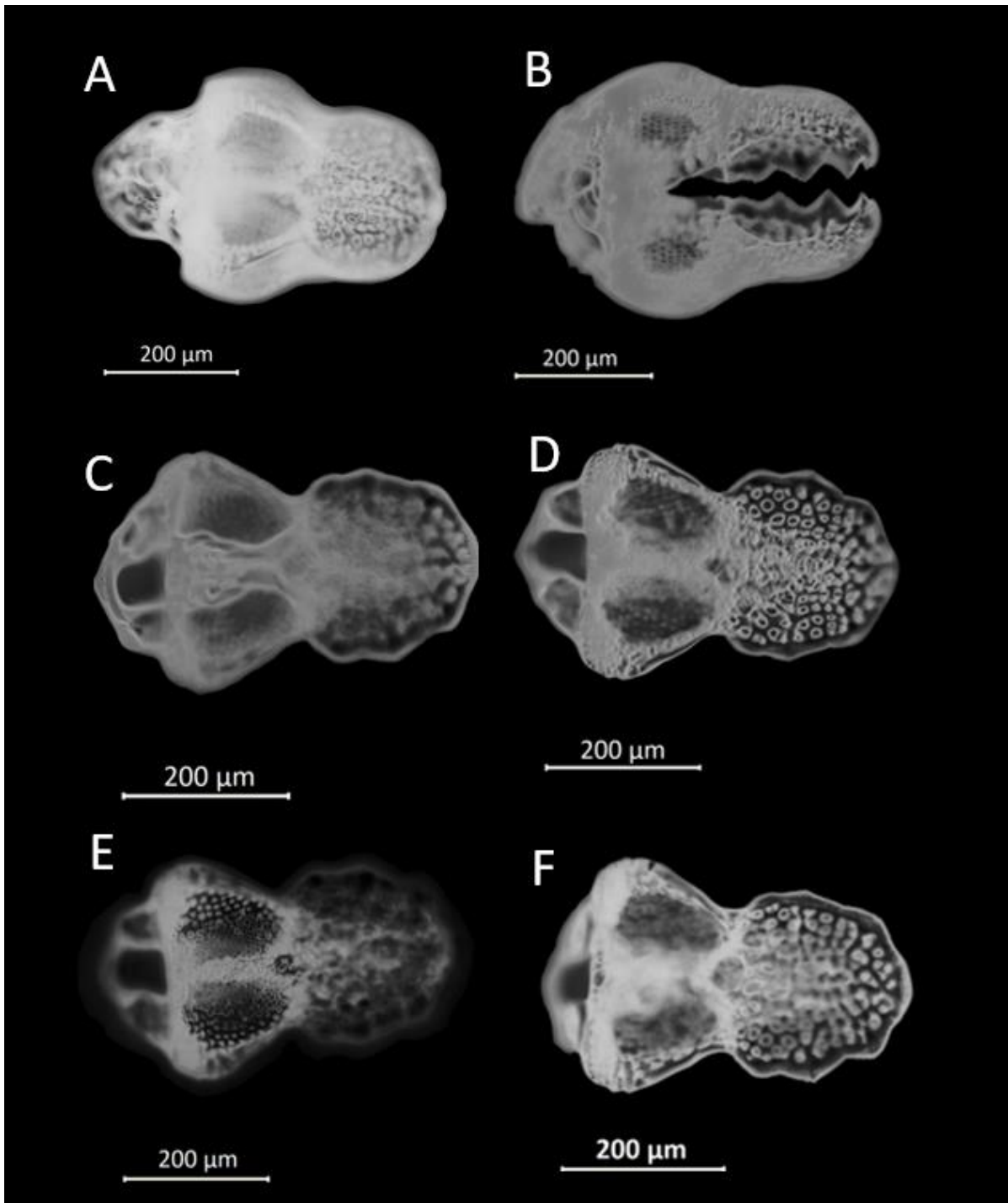


Lámina 8. Pedicelario Oficéfalo de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) **A)** mandíbula trivalvada cerrada **B)** Vista lateral de dos valvas unidas **C)** Vista interna de una valva **D)** Vista interna con enfoque en las cuchillas **E)** Vista externa de la base **F)** Vista general externa.

5.3.2 *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841)



Figura 9. *Tripneustes* sp (Foto de Apolonio-García, 2019).

Taxonomía Kroh y Mooi, 2019	
Reino	Animalia Linnaeus, 1758
Phylum	Echinodermata Bruguière, 1791
Clase	Echinoidea Leske, 1778
Subclase	Euechinoidea Bronn, 1860
Infraclasse	Carinacea Kroh & Smith, 2010
Super Orden	Echinacea Claus, 1876
Orden	Camarodonta Jakson, 1912
Infraorden	Echinidea Kroh & Smith, 2010
Super familia	Odontophora Kroh & Smith, 2010
Familia	Toxopneustidae Troschel, 1872
Genero	<i>Tripneustes</i> sp. L. Agassiz, 1841

Diagnosis: (Tomada de Smith y Kroh, 2011): Sistema apical hemicíclico. Placas ambulacrales trigeminadas con pares de poros dispuestas en tres columnas distintas separadas por tubérculos (organismos juveniles con arcos simples de pares de poros), tubérculos primarios sólo en cada tercer o cuarta placa ambulacral. Interambulacros con un solo tubérculo primario pequeño en la mayoría de las placas, pero no en todas; tubérculos secundarios escasos y regularmente no desarrollados, las placas están bastante desnudas. Zonas adapicales interradales y perirradales desprovistas de tubérculos. Hendiduras branquiales fuertes y pronunciadas. Aurículas unidas perirradialmente.

Descripción macroscópica: Testa hemisférica a subglobular. Ambulacro con placas trigeminadas pero con un tubérculo primario sólo en cada tres o cuatro placas. La zona de los poros es ancha, para el caso de los especímenes adultos estos están dispuestos en tres series verticales: la serie interna y externa regular, y la serie que se encuentra en medio, más o menos irregular (Lámina 10, Fig. D); en especímenes jóvenes la disposición de los poros es en forma de arcos oblicuos de tres. Las zonas de los poros no se ensanchan adoralmente. Los tubérculos secundarios de la zona interporífera generalmente no forman series verticales regulares, mientras que los tubérculos de la zona porífera a menudo forman series verticales distintas. El sistema apical no está alargado transversalmente, con una abertura anal subcentral. Usualmente el ocular I y V se insertan ampliamente. La membrana bucal (Lámina 10 Fig. A) presenta pequeñas placas dispersas, generalmente portadoras de pedicelarios. Las hendiduras branquiales son bastante profundas y afiladas. Cuenta con espinas cortas, más bien delgadas, que a veces forman una cubierta uniforme de la prueba.

Referencia de identificación: Mortensen 1943: 487-490.

Descripción microscópica (pedicelarios). Mediante las observaciones en el microscopio estereoscópico y óptico se determinó que los pedicelarios de *Tripneustes* sp. presentes son de cuatro tipos:

- a) Globíferos:** Presentan tres valvas delgadas, cada valva está conformada por una cuchilla larga (215.68 μm) y delgada (26.19 μm), ligeramente ensanchada en la parte distal (37.11 μm), que termina en un diente pequeño con forma de gancho que sirve para inyectar su veneno. La base es más ancha que la cuchilla (196.11 μm) y más larga que ésta (275.20 μm), en su parte ésta se adelgaza (Lámina 11-12).
- b) Trifoliados:** Presenta tres valvas que se caracterizan por ser pequeñas, miden 178.42 μm de largo (Lámina 13 Fig. B). La parte más ancha de la base de una valva mide 121.66 μm , en su región terminal se adelgaza (98.03 μm) para prolongarse en la cuchilla, finalmente, la parte distal de la cuchilla es ligeramente bilobulada y ancha (138.28 μm) (Lámina 13, Fig. E).
- c) Tridentados:** Presentan tres valvas (Lámina 14 Fig. A) que miden 347.78 μm de largo, la parte basal es más ancha (174.98 μm), con dos pares de bordes. La cuchilla tiene una forma elíptica que mide 186.97 μm de largo y en su base presenta un ancho de 79.51 μm , poco a poco va aumentando a 106.09 μm , y en su parte más distal disminuye a 52.29 μm ; en los bordes superiores presenta numerosos dientes débilmente desarrollados (Lámina 15).
- d) Oficéfalos:** Están constituidos por tres valvas que presentan una estructura en forma de arco que las une a la base (Lámina 16, Fig. B). La parte más ancha de la base mide 321.58 μm y al final disminuye un poco (178.77 μm), de manera que adquiere una forma de triángulo. La cuchilla presenta 5 pares de curvaturas y en cada una hay dientes triangulares; el primer par tiene un ancho de 221.07 μm ; el segundo par, 219.44 μm ; el tercer par, 200.68 μm ; el cuarto par, 152.22 μm ; el quinto, 92.43 μm ; y la punta de la cuchilla tiene un ancho de 46.95 μm , termina en curva (Lámina 16, Fig. D).

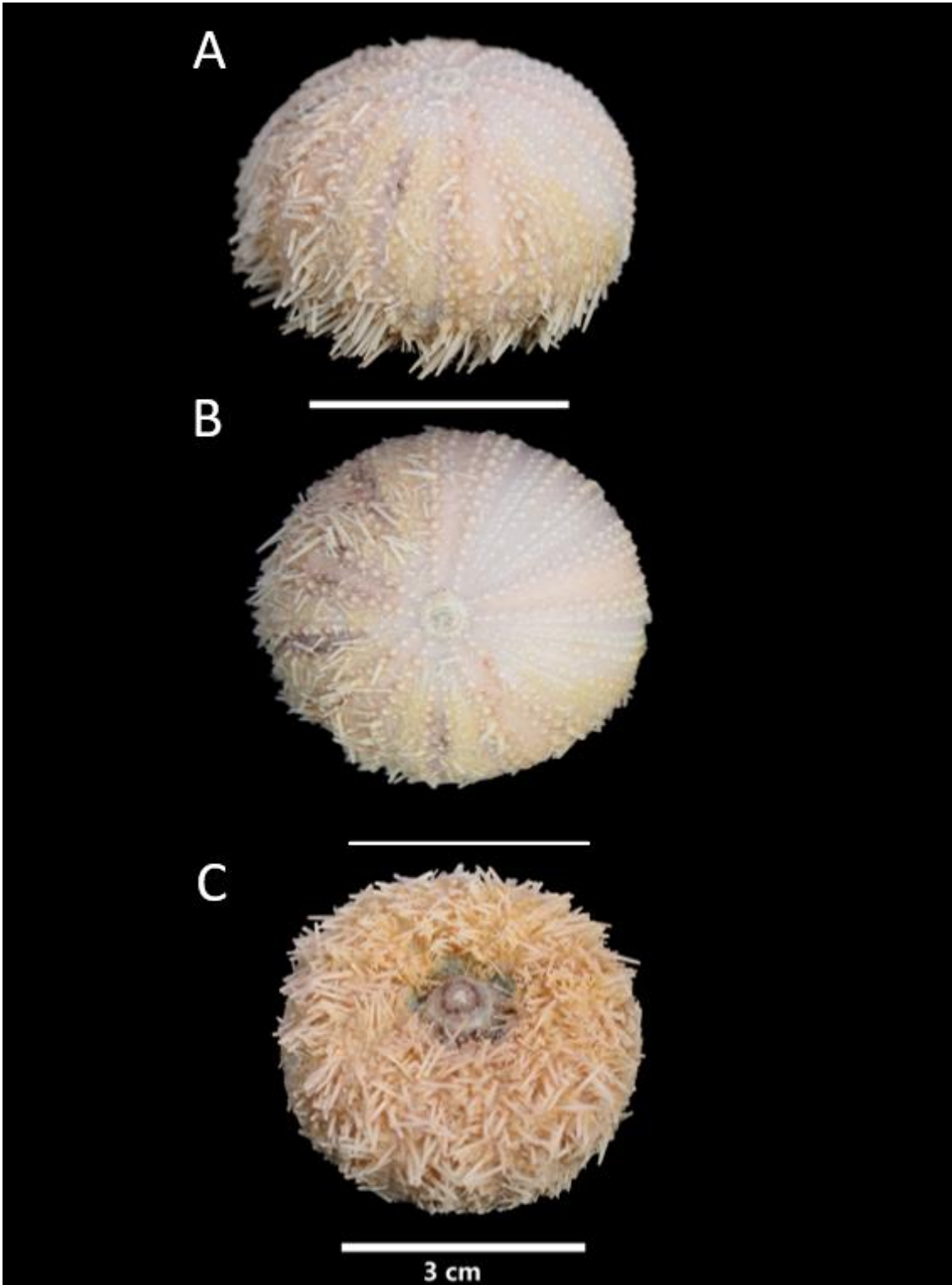


Lámina 9. *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Vista lateral **B)** Vista aboral **C)** Vista oral

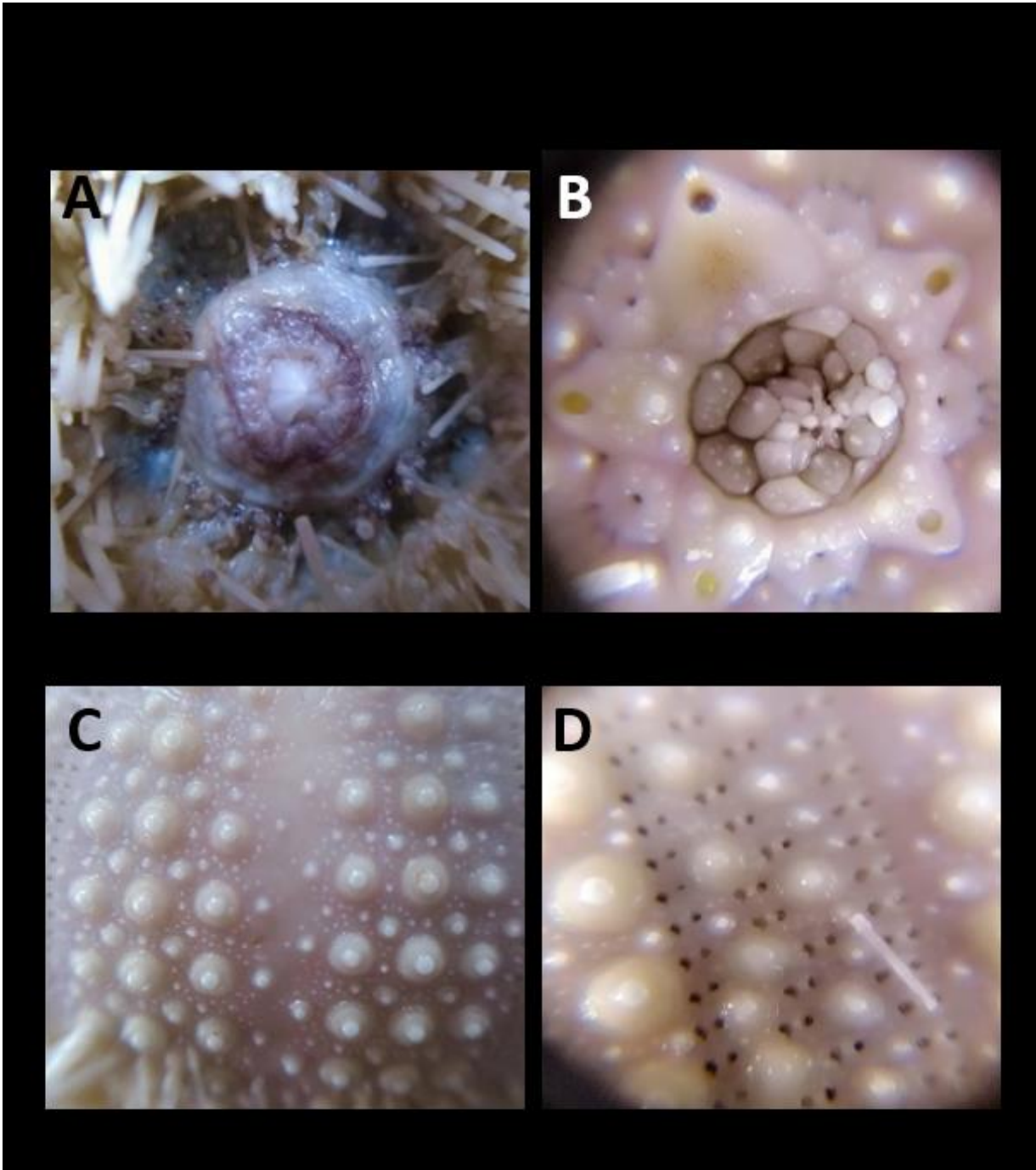


Lámina 10. *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Peristoma **B)** Sistema apical **C)** Columna interambulacral **D)** Columna ambulacral.

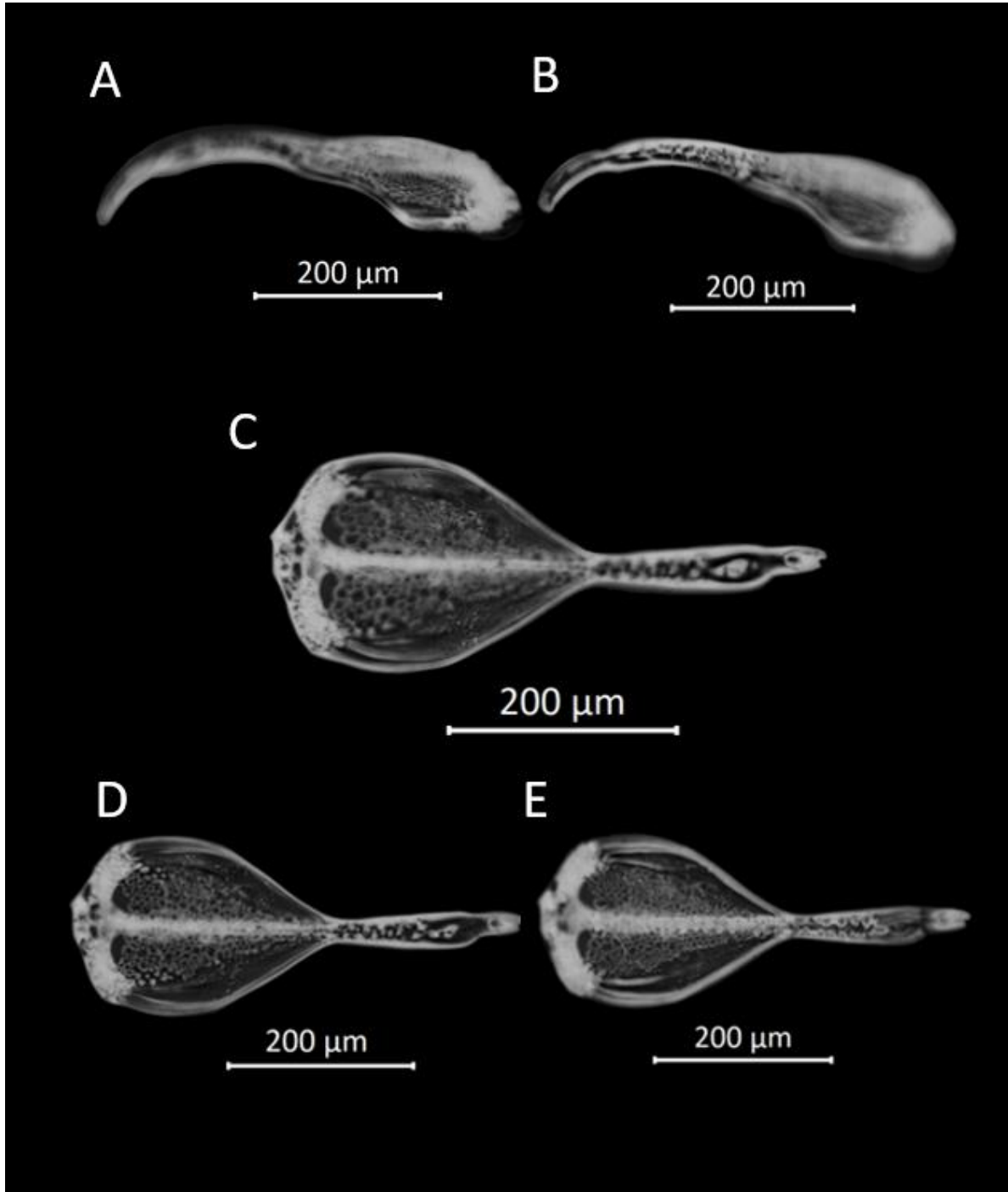


Lámina 11. Pedicelario Globífero de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1941). **A)** Vista lateral de una valva con enfoque en la base **B)** Vista lateral con enfoque en la cuchilla **C)** Vista interna con enfoque en el diente **D)** Vista interna **E)** Vista interna con enfoque en la base.

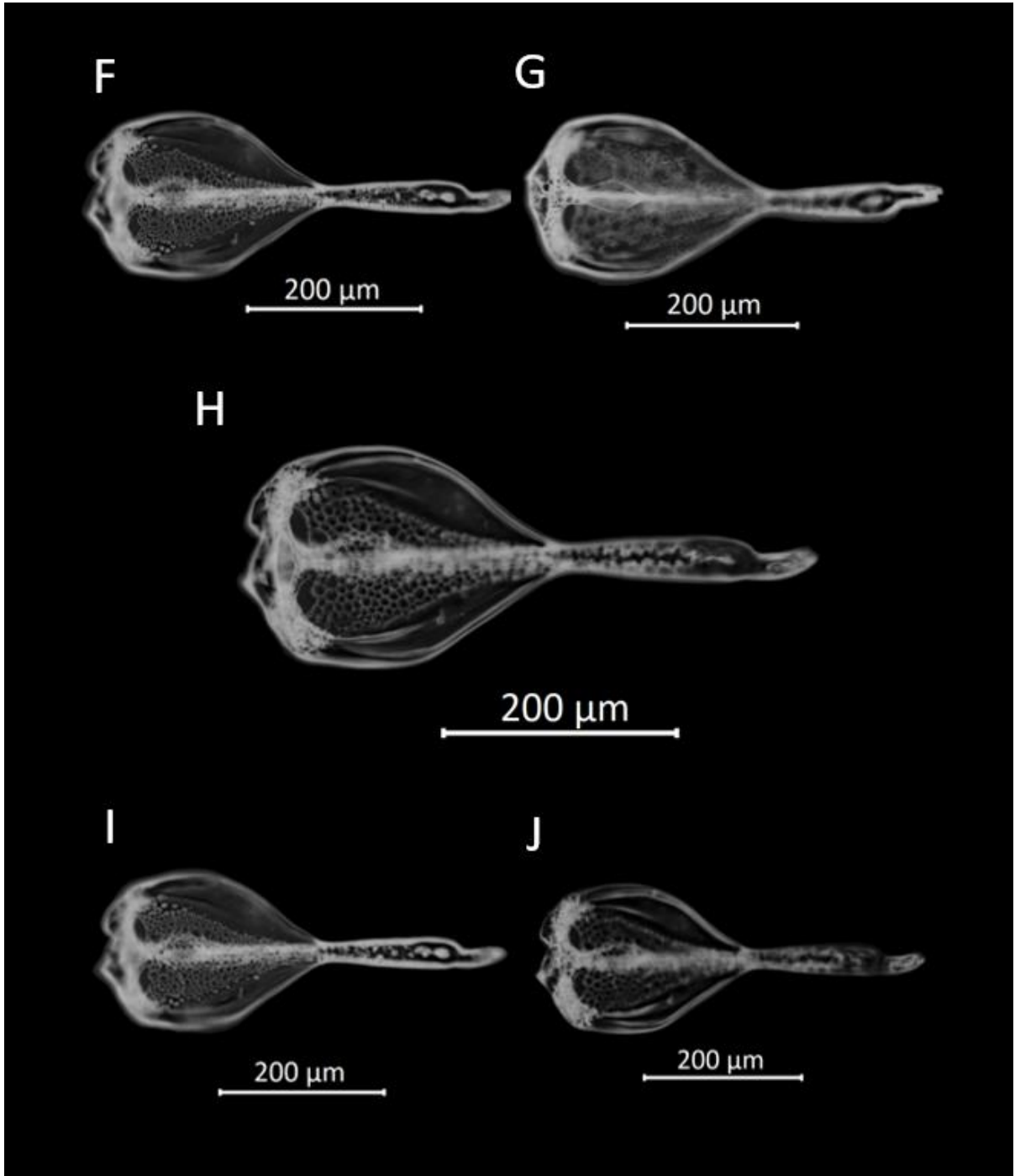


Lámina 12. Pedicelario Globífero de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **F)** Vista externa con enfoque en la base **G)** Vista interna con enfoque en la base **H)** Vista externa con enfoque la cuchilla **I)** Vista externa **J)** Vista externa con enfoque en la base.

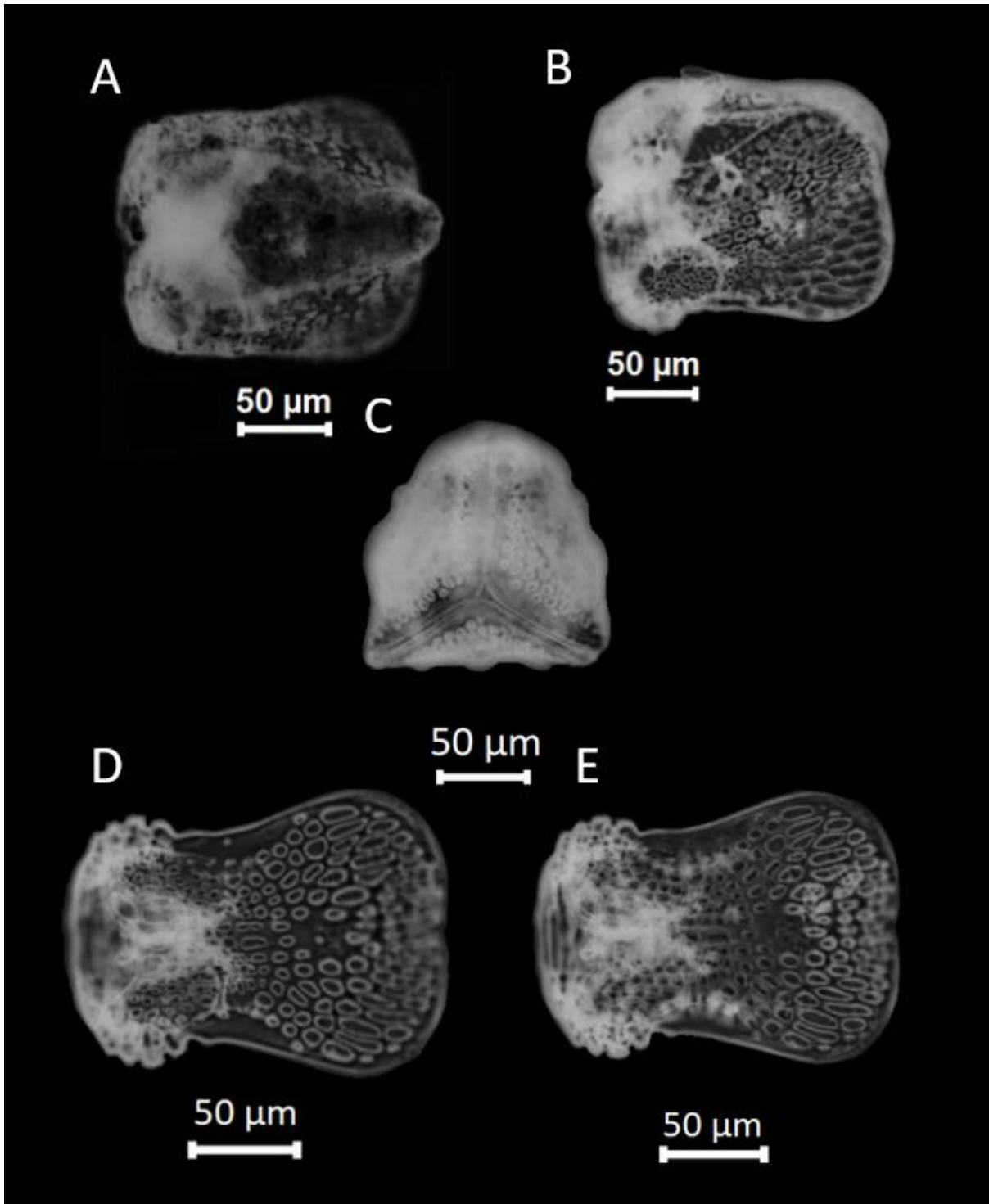


Lámina 13. Pedicelario Trifoliado de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Vista lateral de dos valvas **B)** Unión de dos valvas **C)** Vista superior de 3 valvas unidas **D)** Vista externa de la base **E)** Vista externa con enfoque en la cuchilla.

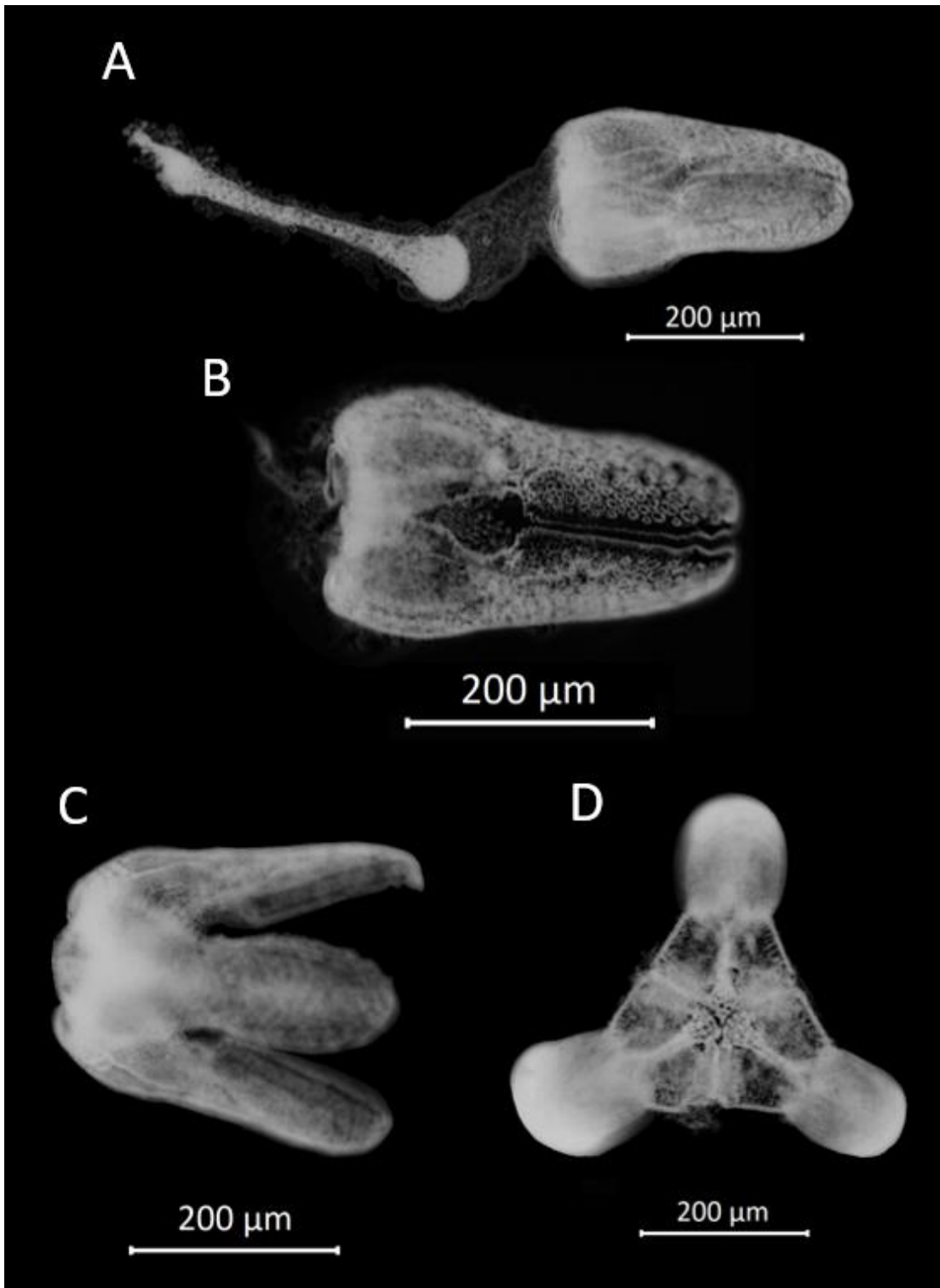


Lámina 14. Pedicelario Tridentado de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Vista de un pedicelario completo **B)** Vista lateral de dos valvas **C)** Vista lateral de 3 valvas unidas **D)** Vista superior de tres valvas abiertas y unidas.

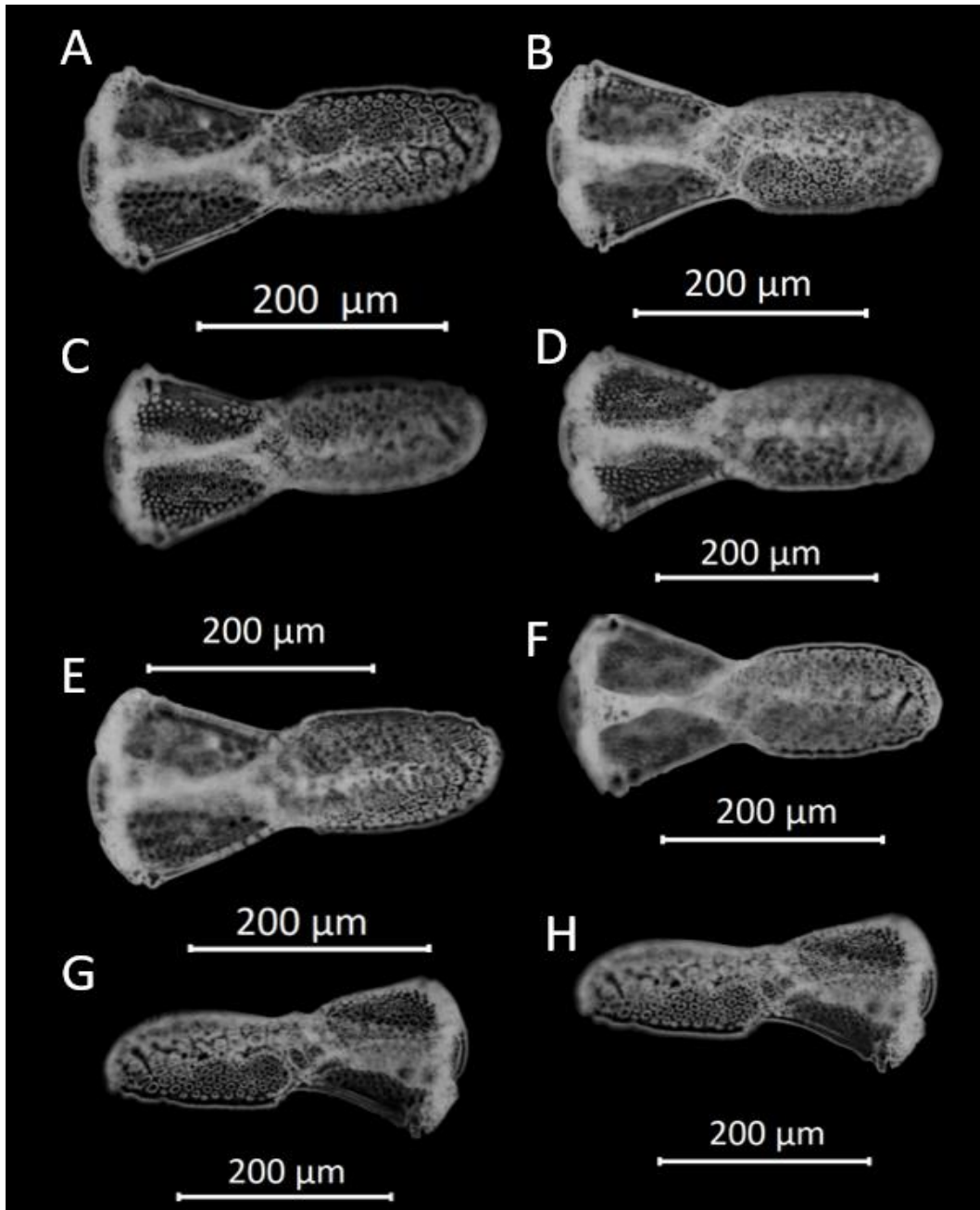


Lámina 15. Pedicelario Tridentado de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Vista externa de una valva con enfoque en los bordes de la base **B)** Vista interna con enfoque en los bordes de la base **C)** Vista externa de la base **D)** Vista interna de la base **E)** Vista externa de la cuchilla **F)** Vista interna de la cuchilla **G)** Vista lateral de los dientes **H)** Vista lateral de la base.

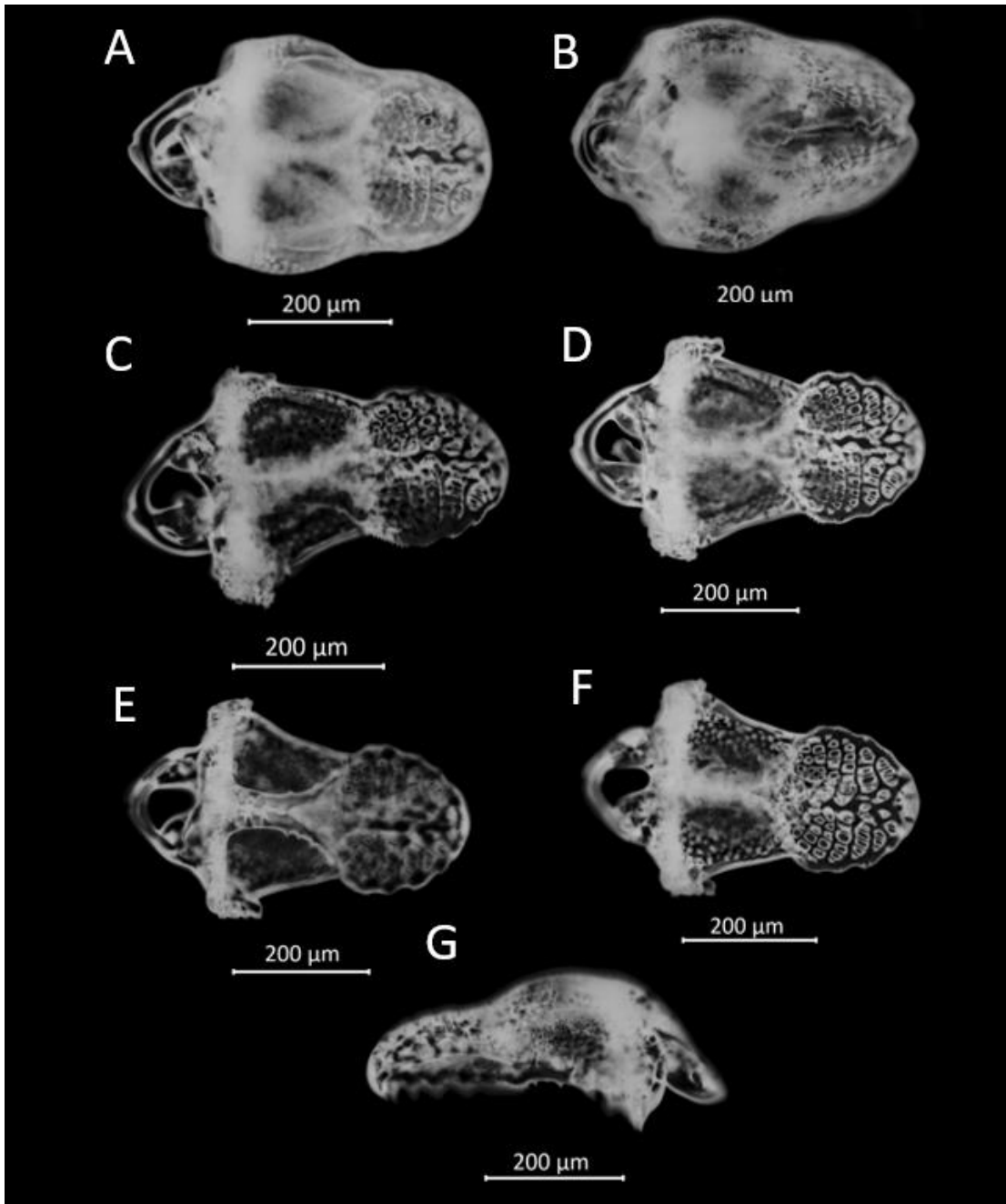


Lámina 16. Pedicelario Oficéfalo de *Tripneustes* sp. (L. Agassiz, 1841) **A)** Vista frontal de tres pedicelarios unidos **B)** Vista lateral de tres pedicelarios unidos **C)** Vista externa de la base de una valva **D)** Vista externa de los dientes de la cuchilla **E)** Vista interna de la base **F)** Vista interna de la cuchilla **G)** Vista lateral de la valva.

5.3.3 *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)



Figura 10. *Echinometra lucunter* (Foto de Apolonio-García, 2019).

Taxonomía Kroh y Mooi, 2019	
Reino	Animalia Linnaeus, 1758
Phylum	Echinodermata Bruguière, 1791
Clase	Echinoidea Leske, 1778
Subclase	Euechinoidea Bronn, 1860
Infraclase	Carinacea Kroh & Smith, 2010
Super Orden	Echinacea Claus, 1876
Orden	Camarodonta Jackson, 1912
Infraorden	Echinidea Kroh & Smith, 2010
Super familia	Odontophora Kroh & Smith, 2010
Familia	Echinometridae Gray, 1855
Genero	<i>Echinometra</i> Gray, 1825
Especie	<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)

Nombre original: *Echinus lucunter* (Linnaeus, 1758)

Sinonimias:

Cidaris fenestrata (Leske, 1778)

Echinometra acufera (Blainville, 1825)

Echinometra lobatus (Blainville, 1825)

Echinometra michelini Desor (L. Agassiz & Desor, 1846)

Echinometra nigrina (Girard, 1850)

Echinometra subangularis (Leske, 1778)

Echinus acufer (Blainville, 1825)

Echinus lobatus (Blainville, 1825)

Echinus lucunter (Linnaeus, 1758)

Echinus maugeri (Blainville, 1825)

Ellipsechinus lobatus (Blainville, 1825)

Ellipsechinus lukunter (Linnaeus, 1758)

Ellipsechinus subangularis (A. Agassiz, 1872-74)

Heliocidaris castelnaudi (Hupé, 1857)

Heliocidaris mexicana (L. Agassiz in L. Agassiz & Desor, 1846)

Toxocidaris mexicana (L. Agassiz & Desor, 1846)

Diagnosis (Girard, 1850 y Caso, 1961) Especie pequeña, subovada, muy deprimida, casi plana en su parte superior. Los espacios interambulacrales tienen el doble de ancho que los ambulacros. La superficie de todo el cuerpo, ocupada por tubérculos en serie, está cubierta por tubérculos aún más pequeños que se extienden incluso a las placas sexuales y oculares. El cuerpo madreporico es grande y en forma de corazón. La boca es proporcionalmente grande y circular, con muescas lentas, las aurículas son bastante delgadas; sus pilares son oblicuos y unidos en su cumbre, donde existe una muesca en el punto de unión. Una cresta aguda y baja se extiende desde una aurícula a la otra, conectando así las partes en su base. Su color es muy variable, aunque predomina en ella el pardo rojizo existen ejemplares de color purpura o pardos verduscos. Presenta espinas primarias por lo general más cortas que el diámetro del caparazón, largas, cilíndricas, delgadas, muy agudas en su forma, y longitudinalmente estriadas o surcadas. Caparazón delgado y alargado. De 6 a 7 pares de poros en los arcos situados por encima del ámbito. Aurículas robustas con apéndices suplementarios dispuestos verticalmente sobre los extremos.

Descripción macroscópica: Testa en forma elíptica y, en algunos ejemplares, con forma circular. Sistema apical hemicíclico, por lo general las placas I y V están excertas; los bordes interiores de las placas genitales están provistos de tubérculos que forman un anillo que rodea a las placas periproctales, el resto de la superficie está densamente cubierto por tubérculos más pequeños, madreporita conspicuamente más grande que las demás placas genitales (Lámina 18, Fig. B). Interambulacros más amplios que los ambulacros, cada placa está provista de un tubérculo primario y forma una serie regular vertical en donde los tubérculos disminuyen en tamaño hacia el sistema apical y el peristoma; los tubérculos secundarios son de menor tamaño, forman series verticales en las zonas adradiales y una serie en forma de zigzag sobre el área interr radial. Los ambulacros con placas poligeminadas de tipo equinoide presentan un tubérculo primario por placa y un arco de siete a cinco pares de poros arreglados en arcos sobre el ámbitus (Lámina 18, Fig. D), el número de poros puede variar en un mismo ambulacro; los tubérculos primarios forman una serie regular vertical y son de menor tamaño que los primarios del interambulacro, hay tubérculos pequeños por debajo de cada arco de poros y sobre la sutura perirradial hay tubérculos miliares que forman una serie en zigzag. El peristoma está cubierto por placas delgadas y alargadas que se van superponiendo conforme se dirigen a la abertura de la boca, algunas de ellas presentan tubérculos que sostienen pequeñas espinas o pedicelarios; también se pueden distinguir placas pequeñas dispersas que sostienen pedicelarios, éstas son redondeadas y blanquecinas; los cinco pares de podios bucales están rodeados por pedicelarios (Lámina 18, Fig. A). Las espinas son delgadas, tienen una coloración marrón rojiza y son más cortas y robustas que las de *Echinometra viridis*, las adorales están aplanadas y espatuladas distalmente.

Referencia de identificación: Mortensen, 1943: 357-368; Hendler *et al.*, 1995: 222-224.

Descripción microscópica (pedicelarios). Mediante las observaciones en el microscopio estereoscópico y óptico se encontró que los pedicelarios presentes en *E. lucunter* son de cuatro tipos:

- a) Globíferos:** Presentan tres valvas con un largo de 734.342 μm , la parte basal es más ancha (285.202 μm) y poco a poco se va reduciendo, formando un embudo (51.076 μm) que se prolonga en una cuchilla (360.124 μm) que termina en dos dientes; la cuchilla mide 71.727 μm de ancho, y los dientes miden 83.247 μm el lateral y 132.428 μm el diente con forma de gancho (Lámina 19).
- b) Trifoliados:** Presentan tres valvas pequeñas (150.973 μm) con tres bordes en la parte basal. El ancho de la base (97.151 μm , n=3) es menor al de la cuchilla (107.581, n=3), y en la parte donde se unen ambas se reduce (71.585 μm). La cuchilla está un poco alargada, no presenta dientes, las orillas de la parte distal están redondeadas (Lámina 20).
- c) Tridentados:** Presentan tres valvas que miden 309.125 μm de largo, la parte basal es pequeña (101.653 μm) y ancha (129.50 μm), con dos pares de bordes. La cuchilla tiene forma de hoja, presenta una longitud de 207.681 μm , en los bordes superiores presenta dientes (Lámina 21).
- d) Oficéfalos:** Están constituidos por tres valvas que presentan una estructura en forma de arco que las une a la base. La parte más ancha de la base mide 239.272 μm y al final disminuye un poco (182.969 μm), de manera que adquiere una forma de triángulo. La cuchilla presenta 7 pares de curvaturas: el primer par tiene un ancho de 187.870 μm ; el segundo par, 182.115 μm ; el tercer par mide 166.168 μm , el cuarto, 149.734 μm ; el quinto, 135.083, μm ; el sexto, 113.217 μm ; el séptimo, 76.341 μm , y la punta de la cuchilla termina en curva con un ancho de 48.987 μm (Lámina 22).

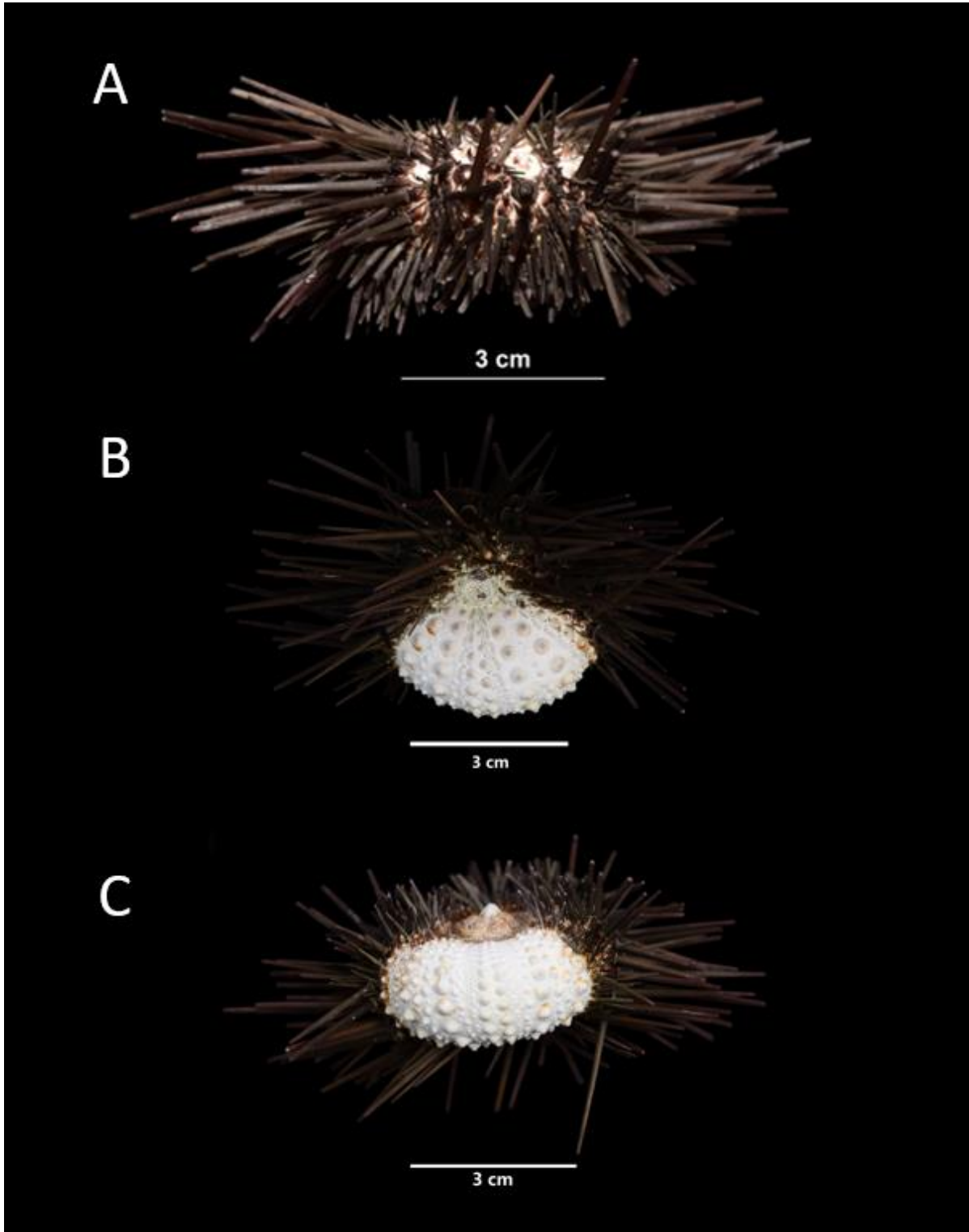


Lámina 17. *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) **A)** Vista lateral **B)** Vista aboral **C)** Vista oral.

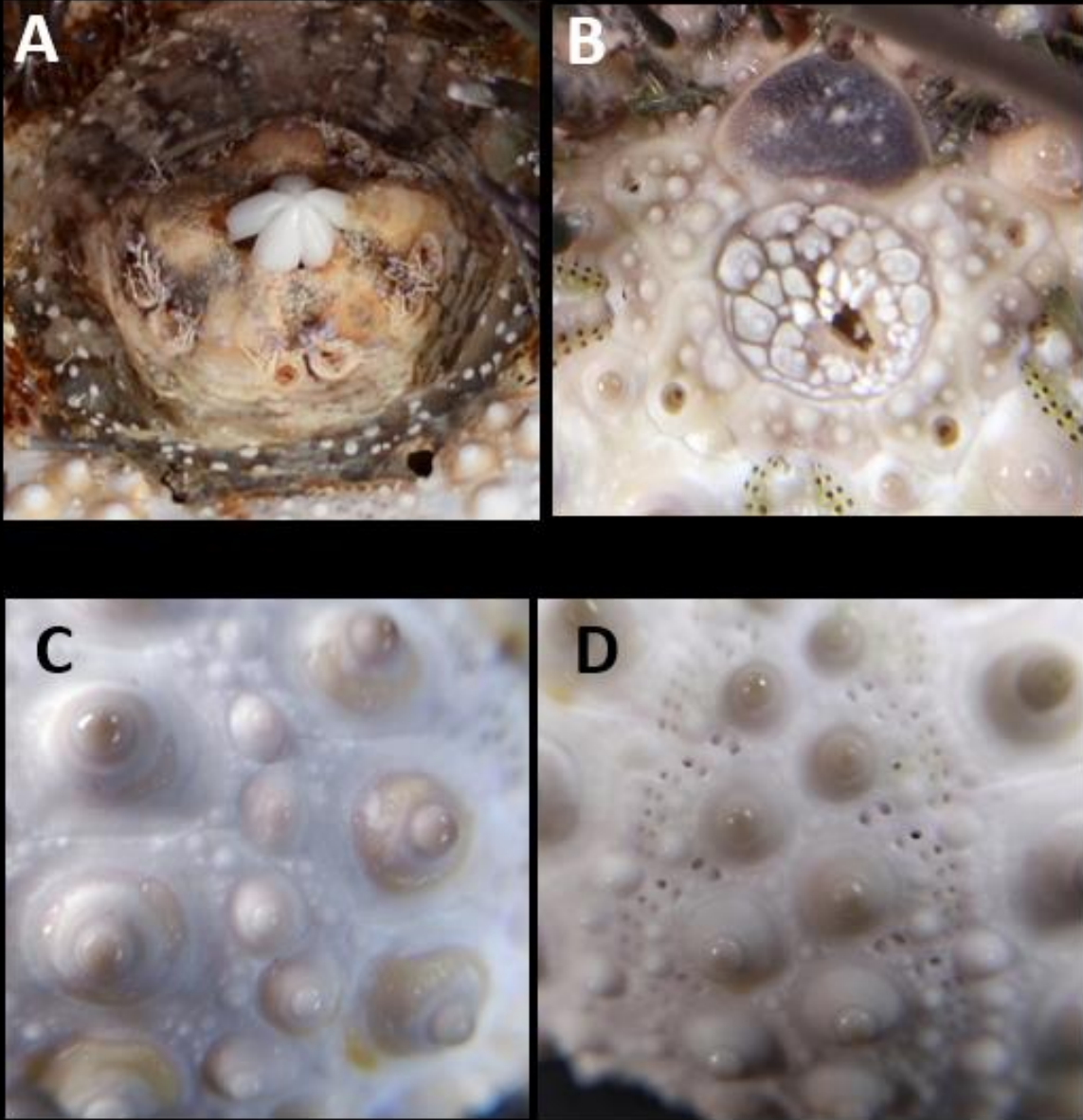


Lámina 18. *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) **A)** Peristoma **B)** Sistema apical
C) Columna interambulacral **D)** Columna ambulacral.

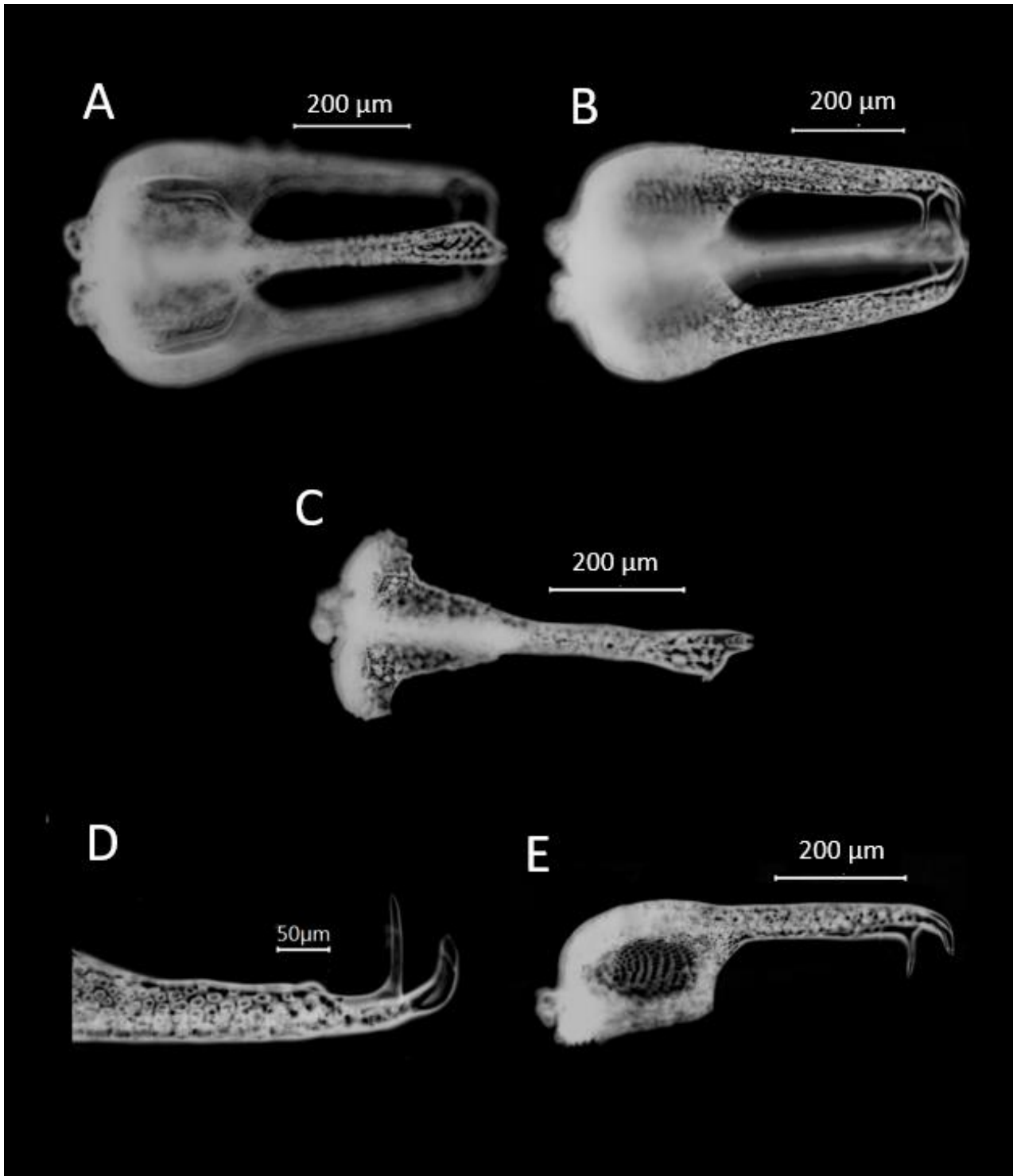


Lámina 19. Pedicelario Globífero de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)
A) Pedicelario con enfoque en la valva frontal **B)** Pedicelario con enfoque en las valvas traseras **C)** Vista interna de la valva **E)** Vista lateral de una valva.

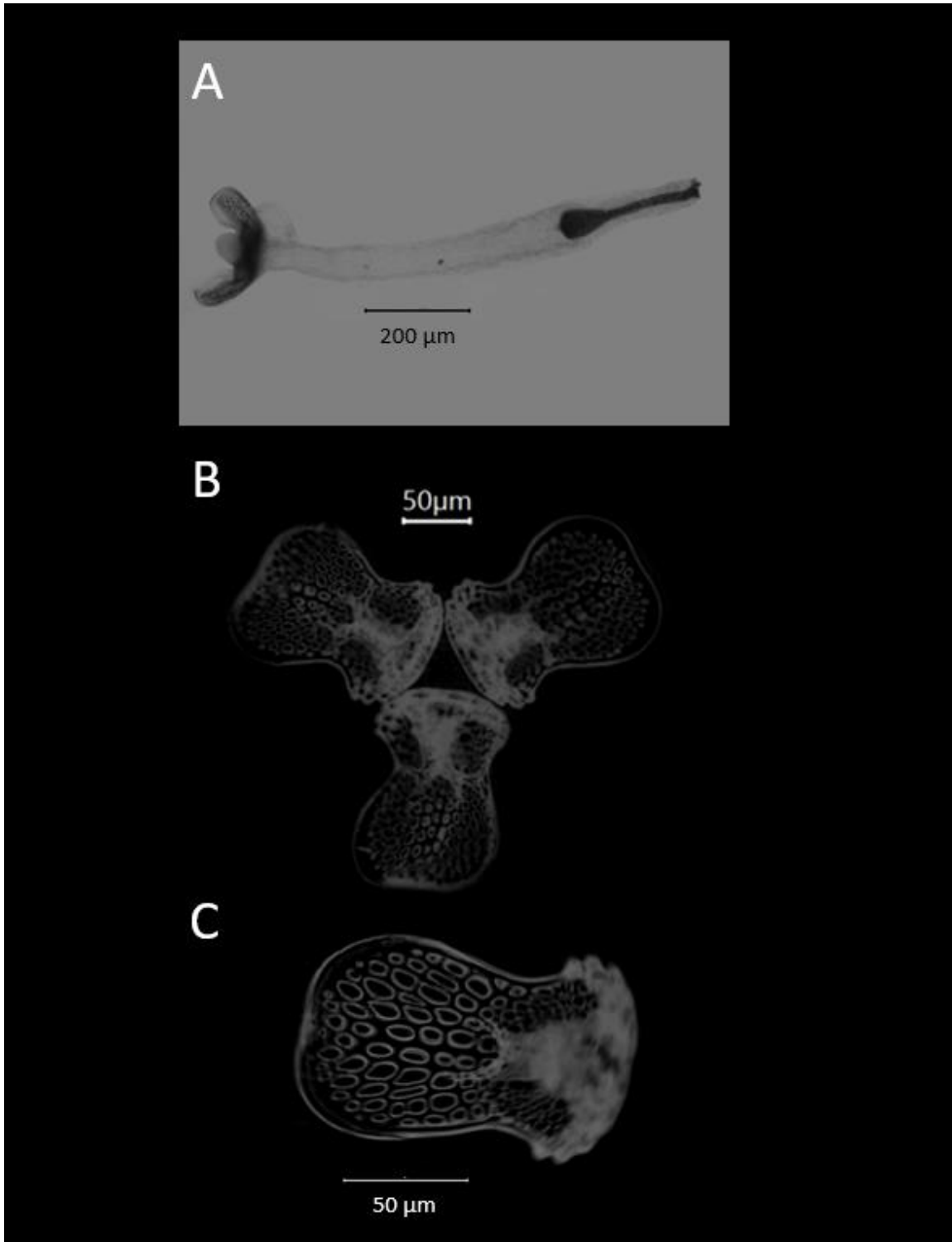


Lámina 20. Pedicelario Trifoliado de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)
A) Mandíbula y pedúnculo unidos **B)** Vista interna de las valvas **C)** Vista interna de la valva.

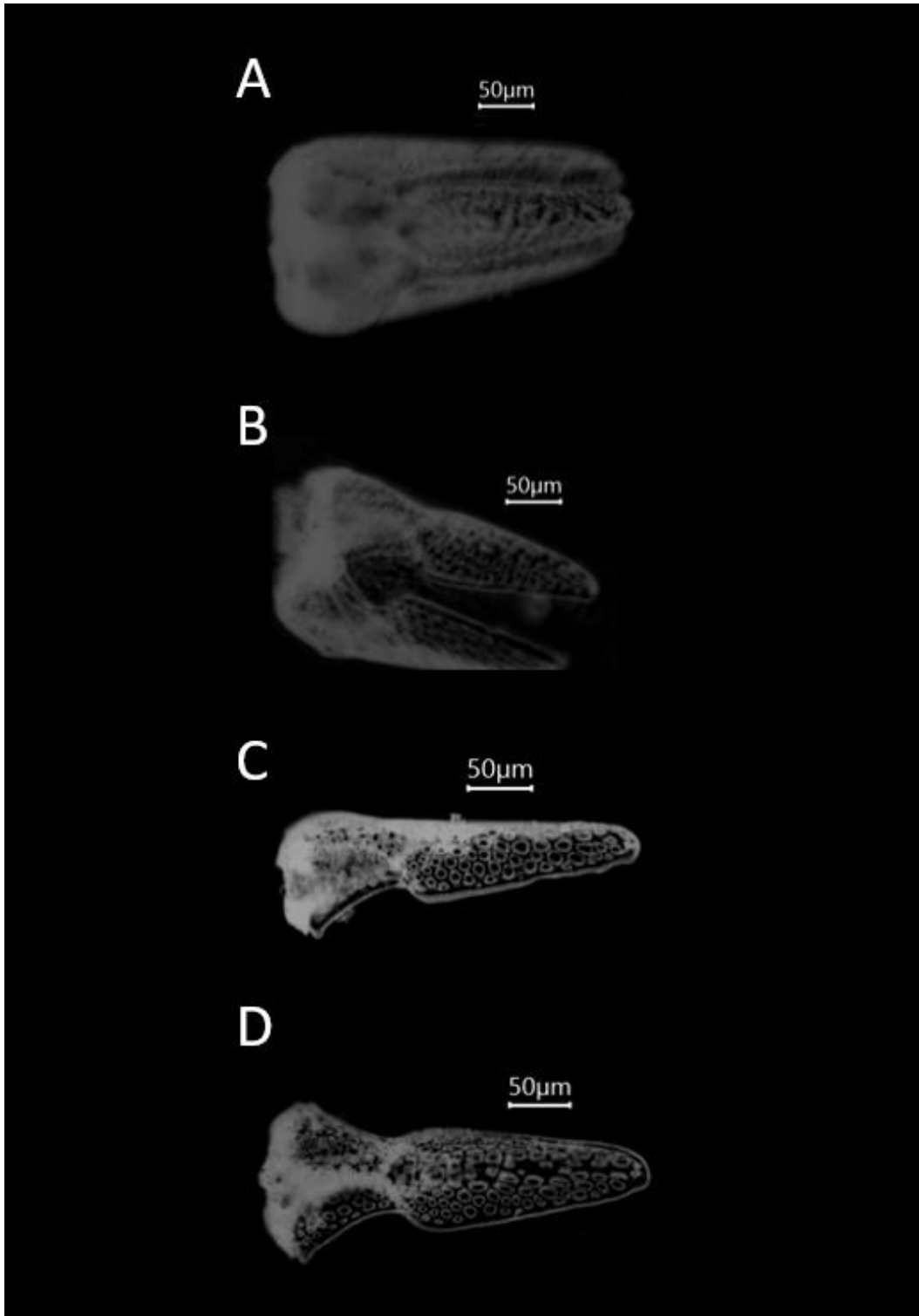


Lámina 21. Pedicelario Tridentado de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)
A) Mandíbula cerrada **B)** Mandíbula abierta **C)** Vista lateral de la valva **D)** Vista interna de la valva.

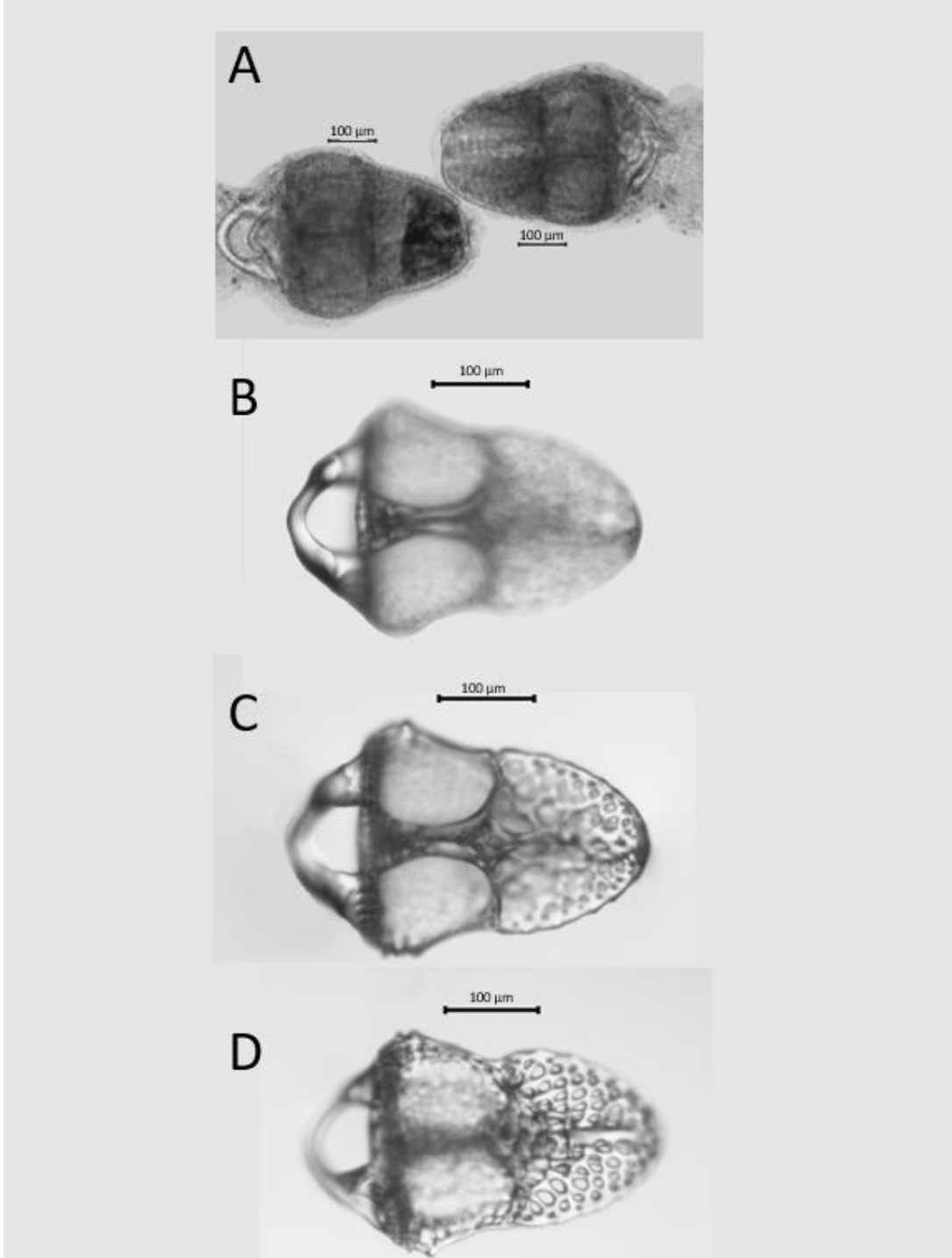


Lámina 22. Pedicelarios Oficéfalos de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)
A) Peristoma **B)** Sistema apical **C)** Columna interambulacral **D)** Columna ambulacral.

5.3.4 *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857)



Figura 11. *Strongylocentrotus purpuratus*. (Foto de Apolonio-García, 2019).

Taxonomía Kroh y Mooi, 2019	
Reino	Animalia Linnaeus, 1758
Phylum	Echinodermata Bruguière, 1791
Clase	Echinoidea Leske, 1778
Subclase	Euechinoidea Bronn, 1860
Infraclase	Carinacea Kroh & Smith, 2010
Super Orden	Echinacea Claus, 1876
Orden	Camarodonta Jackson, 1912
Infraorden	Echinidea Kroh & Smith, 2010
Super familia	Odontophora Kroh & Smith, 2010
Familia	Strongylocentrotidae Gregory, 1900
Genero	<i>Strongylocentrotus</i> Brandt, 1835
Especie	<i>Strongylocentrotus purpuratus</i> (Stimpson, 1857)

Nombre original: *Echinus purpuratus* (Stimpson, 1857)

Sinonimias:

Echinus purpuratus (Stimpson, 1857)

Loxechinus purpuratus (Stimpson, 1857)

Toxicidaris purpuratus (Stimpson, 1857)

Diagnosis (tomada de Stimpson, 1857): Forma deprimida. Contorno algo pentagonal. Áreas ambulacrales del mismo ancho que los interambulacrales (a veces incluso más anchos, con ocho pares de poros en cada una de las filas más oblicuas, que están separadas entre sí por filas de pequeños tubérculos. Áreas interambulacrales con seis hileras de tubérculos más grandes se intercalan con otras más pequeñas, los tubérculos de las dos filas siguientes dentro de los exteriores son los más grandes. Aurículas delgadas. Espinas de longitud moderada, bastante gruesas y contundentes. Color, morado oscuro; diámetro, 2.5 pulgadas; altura, 1.33 pulgadas. Se encuentra en la marca de aguas bajas en las costas oceánicas rocosas.

Descripción macroscópica: Testa en forma hemisférica, aplanada en algunos ejemplares. Sistema apical hemicíclico, las placas I y V están insertas, las aberturas genitales a veces rompen el borde de las placas; el periprocto es pequeño, al igual que las placas periproctales, las cuales portan tubérculos; las placas perianales presentan una forma caprichosa (Lámina 24, Fig. B). Los interambulacros, con tubérculos primarios son más grandes que los tubérculos primarios ambulacrales, forman series verticales conspicuas, permanecen casi intactos al sistema apical, mientras que en el lado oral disminuyen gradualmente en tamaño hacia el peristoma. Los tubérculos secundarios forman una serie vertical a cada lado de la serie primaria, continuando generalmente hasta un poco más de la mitad del sistema apical, casi hasta el borde peristomal. Las series de tubérculos secundarios más grandes están separadas de las series primarias por algunos tubérculos más pequeños y generalmente no hay series horizontales distintas. Las placas están densamente cubiertas de tubérculos, en general no hay espacios medianos desnudos. Ambulacros con placas poligeminadas de tipo equinoide, con ocho pares de poros para cada arco en la región aboral a partir de las placas 12 a 15 en la región del ámbitus, los arcos de los poros son casi horizontales (Lámina 24, Fig. D). Las zonas de los poros en la región del ámbitus son tan anchas como la zona interporífera. Los tubérculos de la zona porífera están bien desarrollados, forman en cada placa una serie oblicua, dirigida hacia abajo. Peristoma con placas pequeñas y delgadas, algunas placas grandes sostienen pedicelarios, las placas bucales están cubiertas por pedicelarios (Lámina 24, Fig. A). Las espinas son gruesas, tienen coloración purpura, en el lado oral son más delgadas y cortas, apenas afiladas.

Referencia de identificación: Mortensen, 1943: 236-242

Descripción microscópica (pedicelarios). Mediante las observaciones en el microscopio estereoscópico y óptico se identificó que los pedicelarios presentes en *S. purpuratus* son de cuatro tipos:

- a) Globíferos:** Presentan tres valvas con un largo de 433.476 μm , la parte basal es más ancha (225.883 μm) y larga (246.537 μm) que la parte de la cuchilla (ancho de 39.364 μm y largo de 181.850 μm). La parte de la cuchilla presenta dos dientes, un diente lateral (50.66 μm) y otro con forma de gancho (50.66 μm) (Lámina 25).

- b) Trifoliados:** Presentan tres valvas pequeñas, miden 142.943 μm de largo. La base presenta tres pares de bordes, su parte más ancha mide 92.814 μm ; en la región donde termina la base y comienza la cuchilla el ancho disminuye (72.948 μm). Finalmente, la parte distal de la cuchilla es ligeramente más delgada que la base (87.725 μm), un poco alargada; no presenta dientes y las orillas de la parte distal están redondeadas (Lámina 27).

- c) Tridentados:** Presentan tres valvas que miden 425.06 μm de largo, la parte basal es más ancha (215.726 μm) y corta (197.69 μm) que la parte de la cuchilla (ancho de 85.037 μm , largo de 225.68 μm), al término de la base el ancho disminuye (75.284 μm). La cuchilla presenta dientes en la parte de los bordes (Lámina 29).

- d) Oficéfalos:** Están constituidos por tres valvas que presentan una estructura en forma de arco que las une a la base. La parte más ancha de la base mide 233.10 μm y al final disminuye un poco (174.68 μm). La cuchilla presenta 6 pares de bordes cuyo grosor va disminuyendo gradualmente conforme se llega a la punta de la cuchilla; el primer par tiene un ancho de 174.361 μm , el segundo par mide 159.092 μm ; el tercer par, 139.837 μm ; el cuarto par, 118.708 μm ; el quinto, 87.028 μm y el sexto 34.209 μm (Lámina 31).

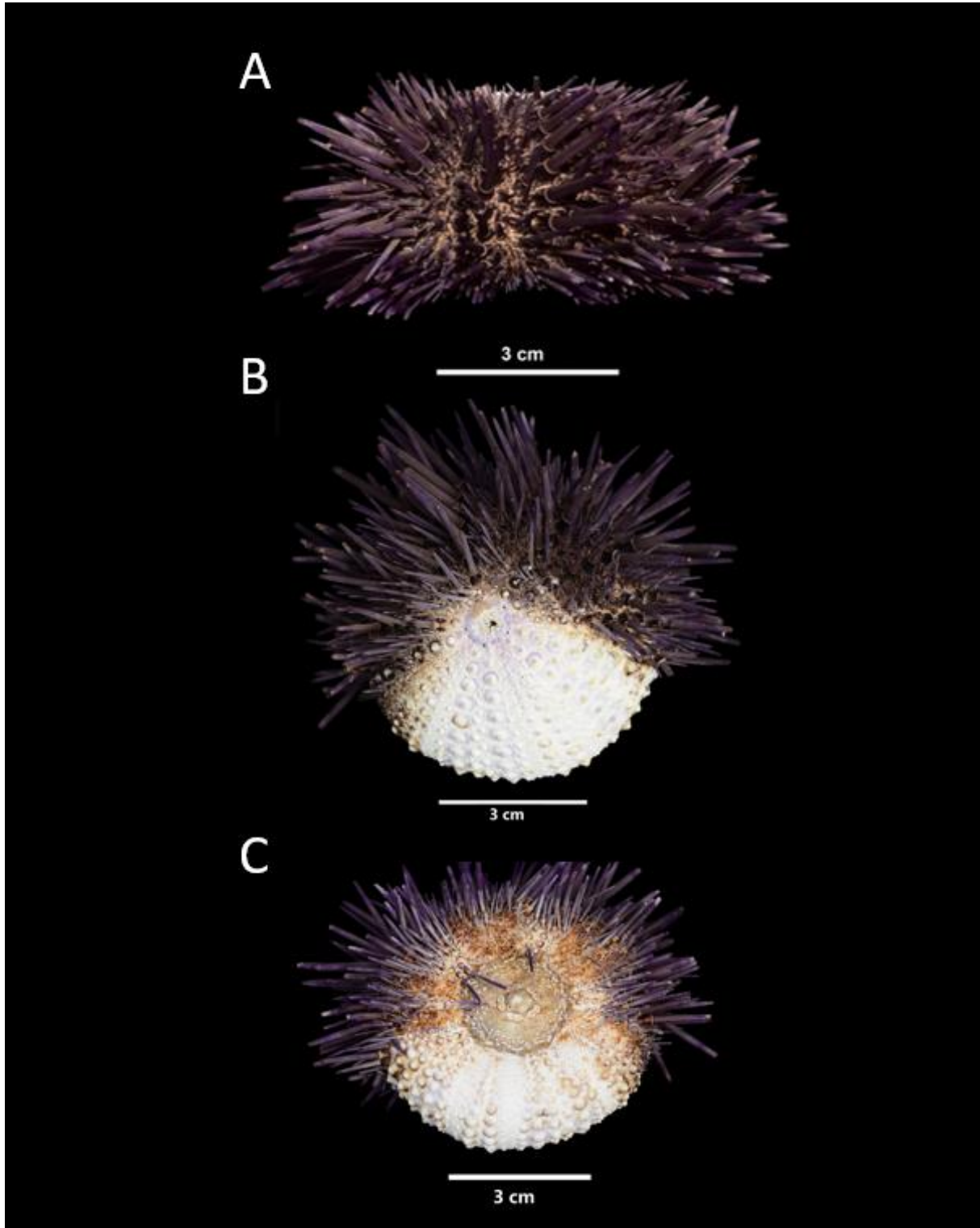


Lámina 23. *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **A)** Vista lateral **B)** Vista aboral **C)** Vista oral.

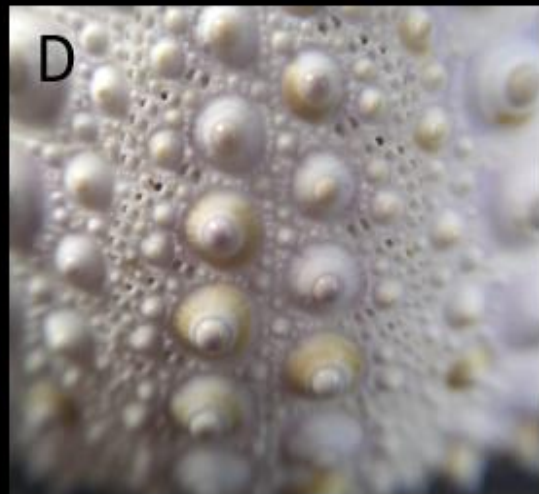
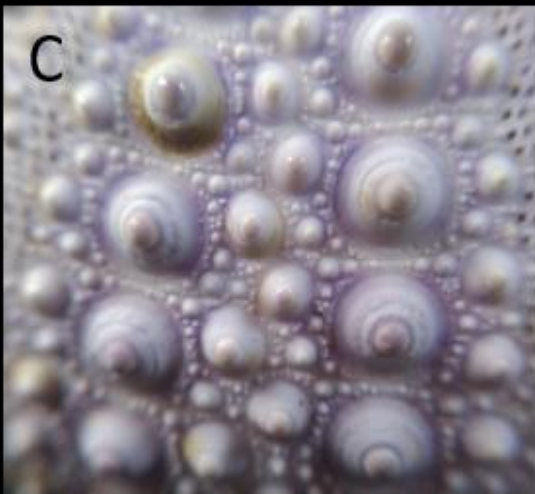
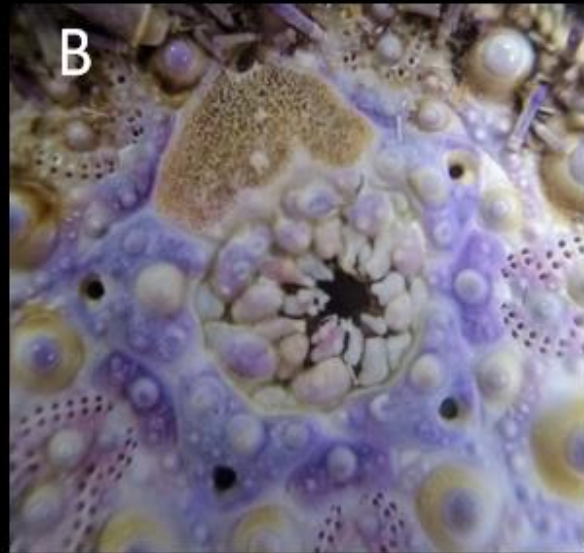
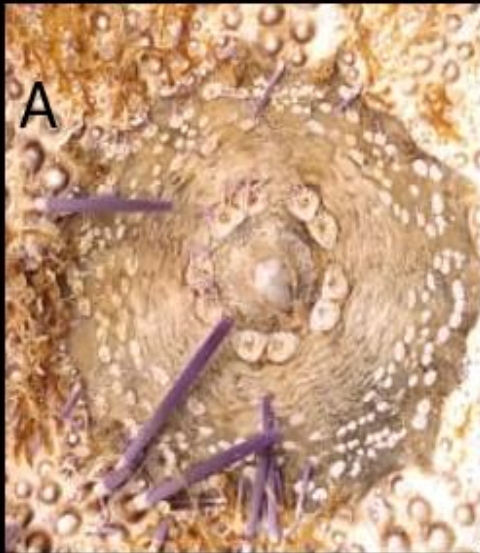


Lámina 24. *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **A)** Peristoma **B)** Sistema apical **C)** Columna interambulacral **D)** Columna ambulacral.

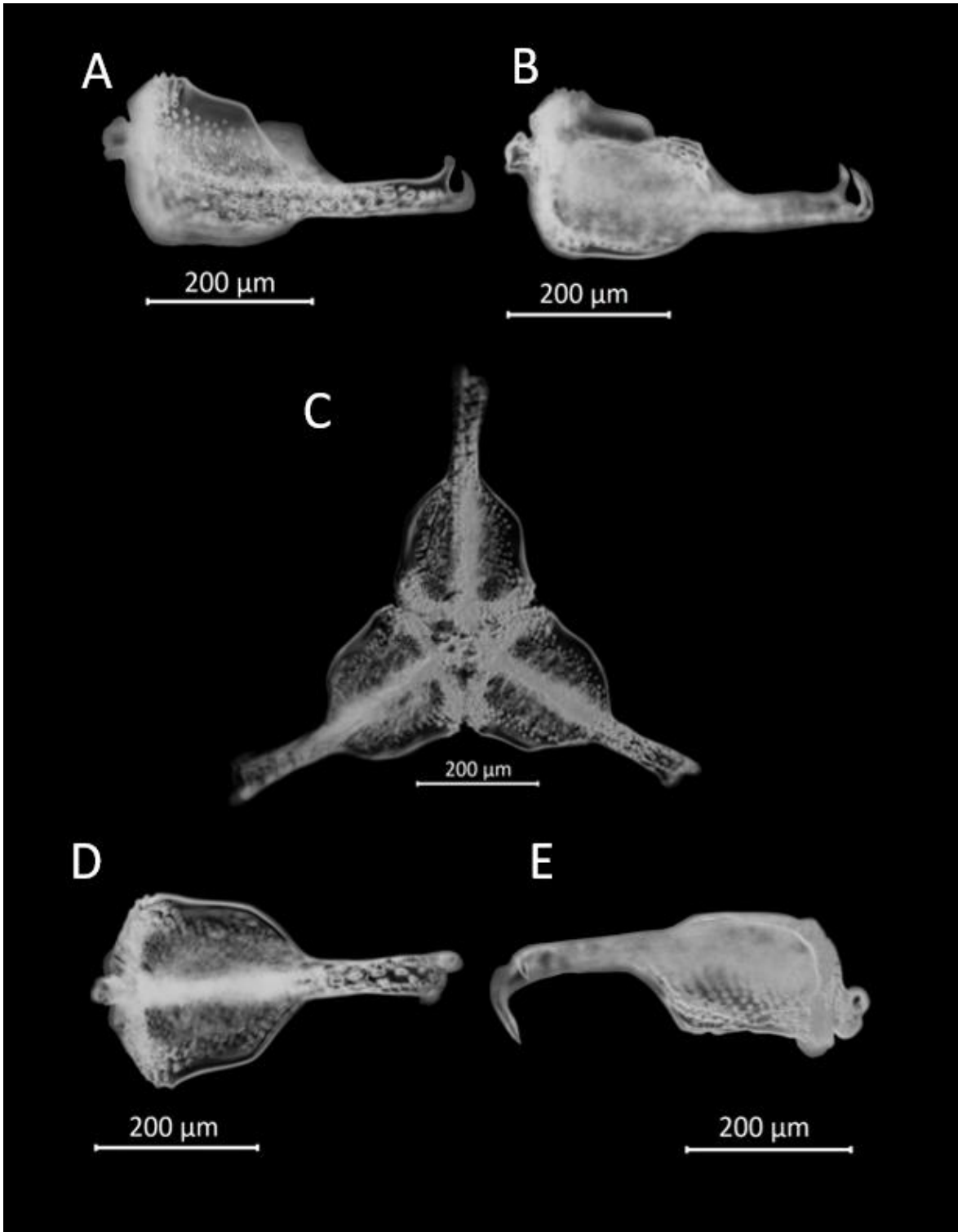


Lámina 25. Pedicelarios Globíferos de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **A)** Vista lateral enfoque de la parte posterior de la valva **B)** Vista lateral de la valva **C)** Vista interna de valvas abiertas **D)** vista interna de la base y cuchilla **E)** vista lateral con enfoque en la cuchilla.

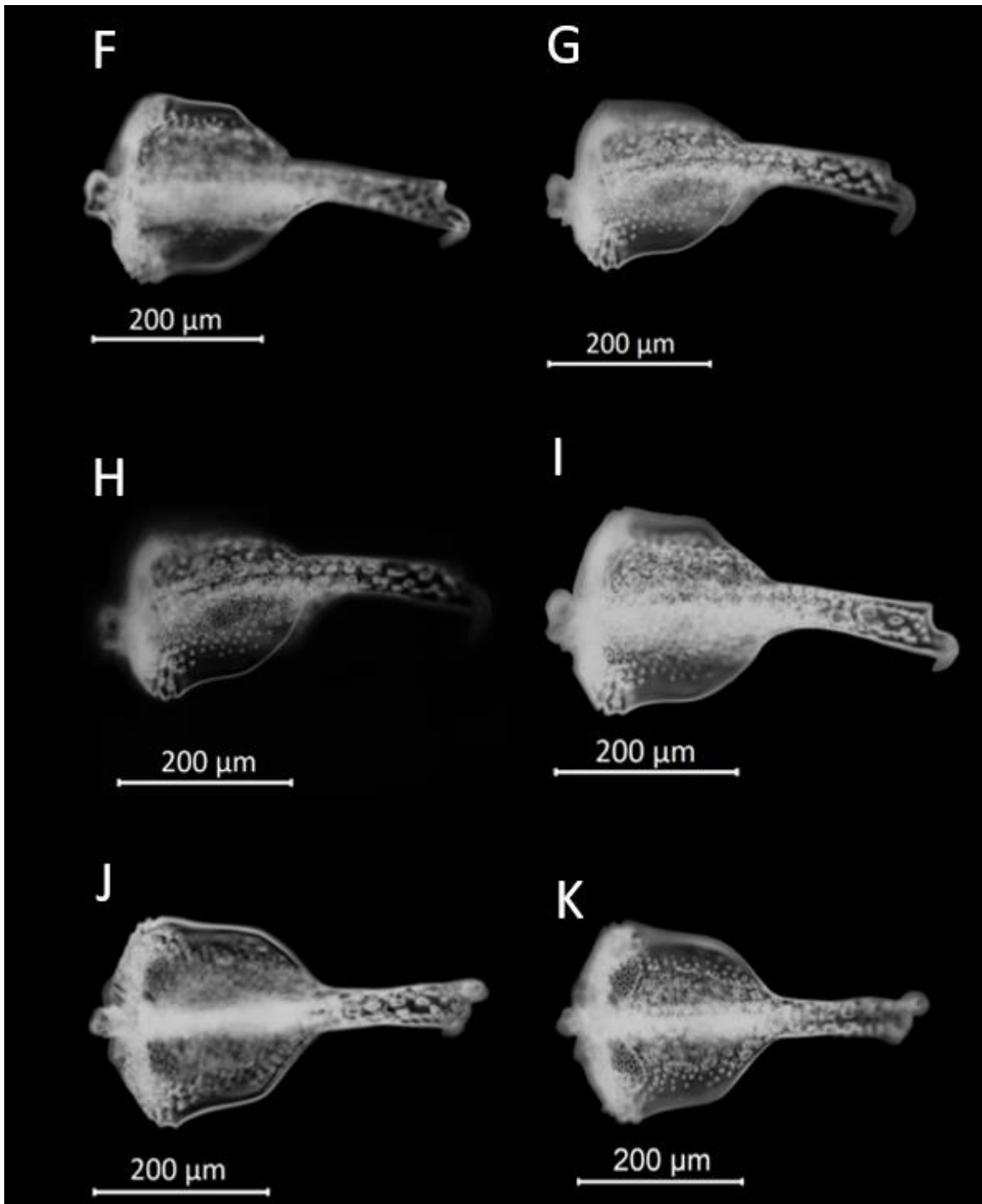


Lámina 26. Pedicelarios Globíferos de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **F)** Vista lateral externa de una valva **G)** Vista lateral externa de la parte inferior de la base **H)** Vista lateral externa de la parte superior de la base **I)** Vista lateral externa de la cuchilla **J)** Vista interna de la parte inferior de la base y la cuchilla **K)** Vista interna de la parte superior de la base.

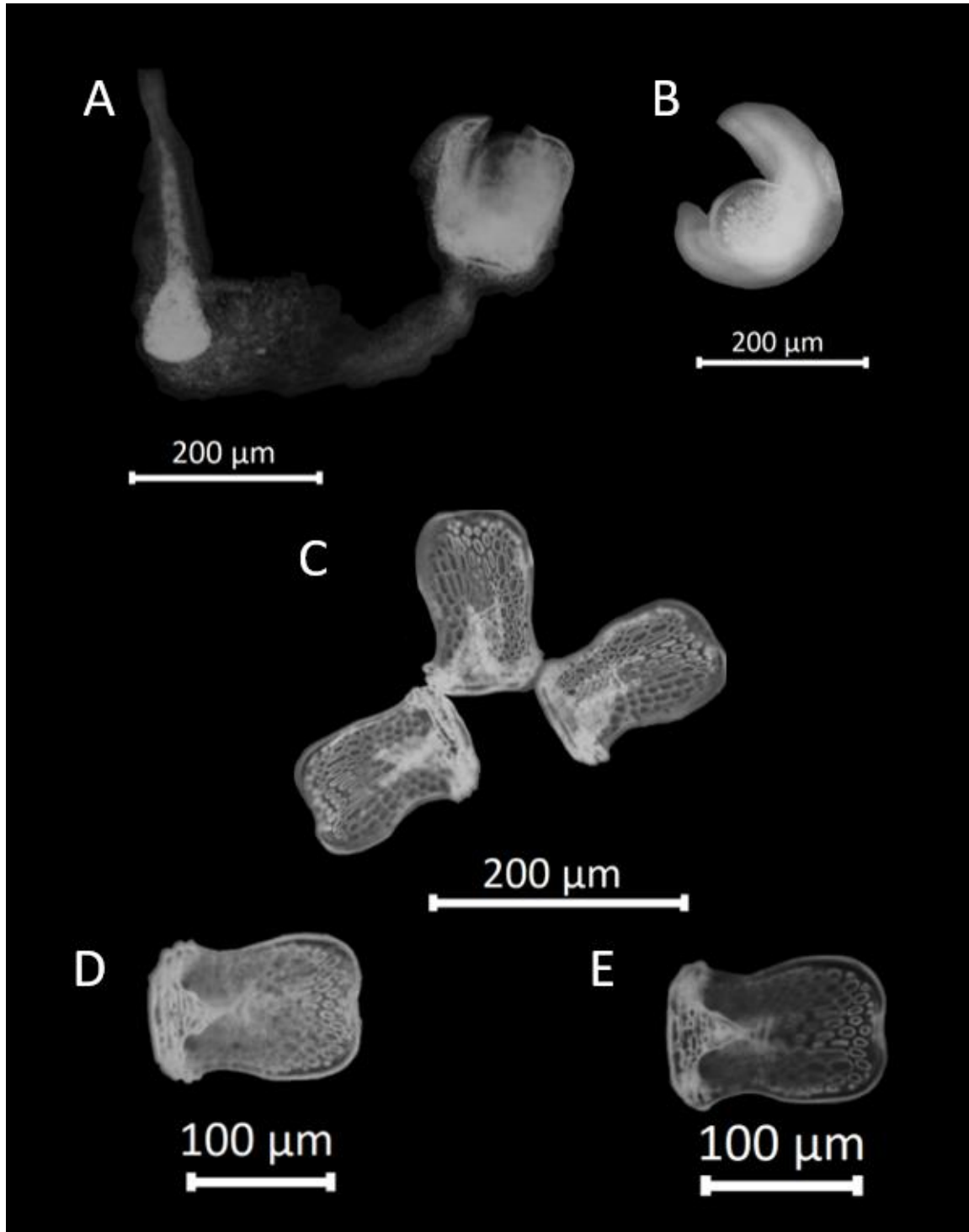


Lámina 27. Pedicelario Trifoliado de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857)
A) Pedicelario completo **B)** Valvas abiertas y unidas **C)** Vista interna de las valvas
D) Vista interna de la base **E)** Vista externa de la base.

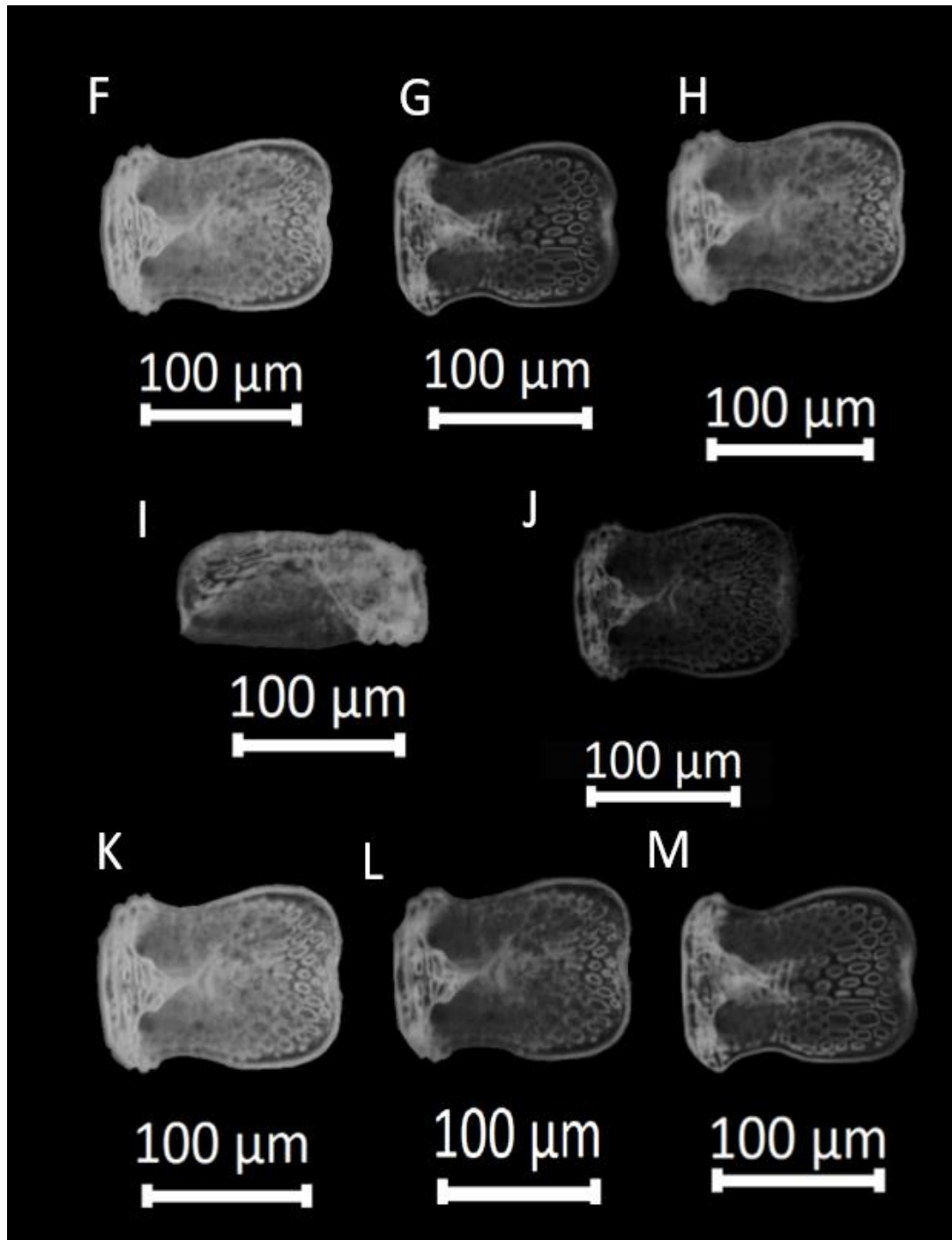


Lámina 28. Pedicelario Trifoliado de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857)

F) Vista interna de la base de la valva **G)** Vista externa de la valva **H)** Vista interna de la valva. **I)** Vista lateral de la valva **J)** Vista interna **K)** Vista interna enfocando la base y la cuchilla **L)** Vista interna enfocando la cuchilla **M)** Vista externa enfocando la cuchilla.

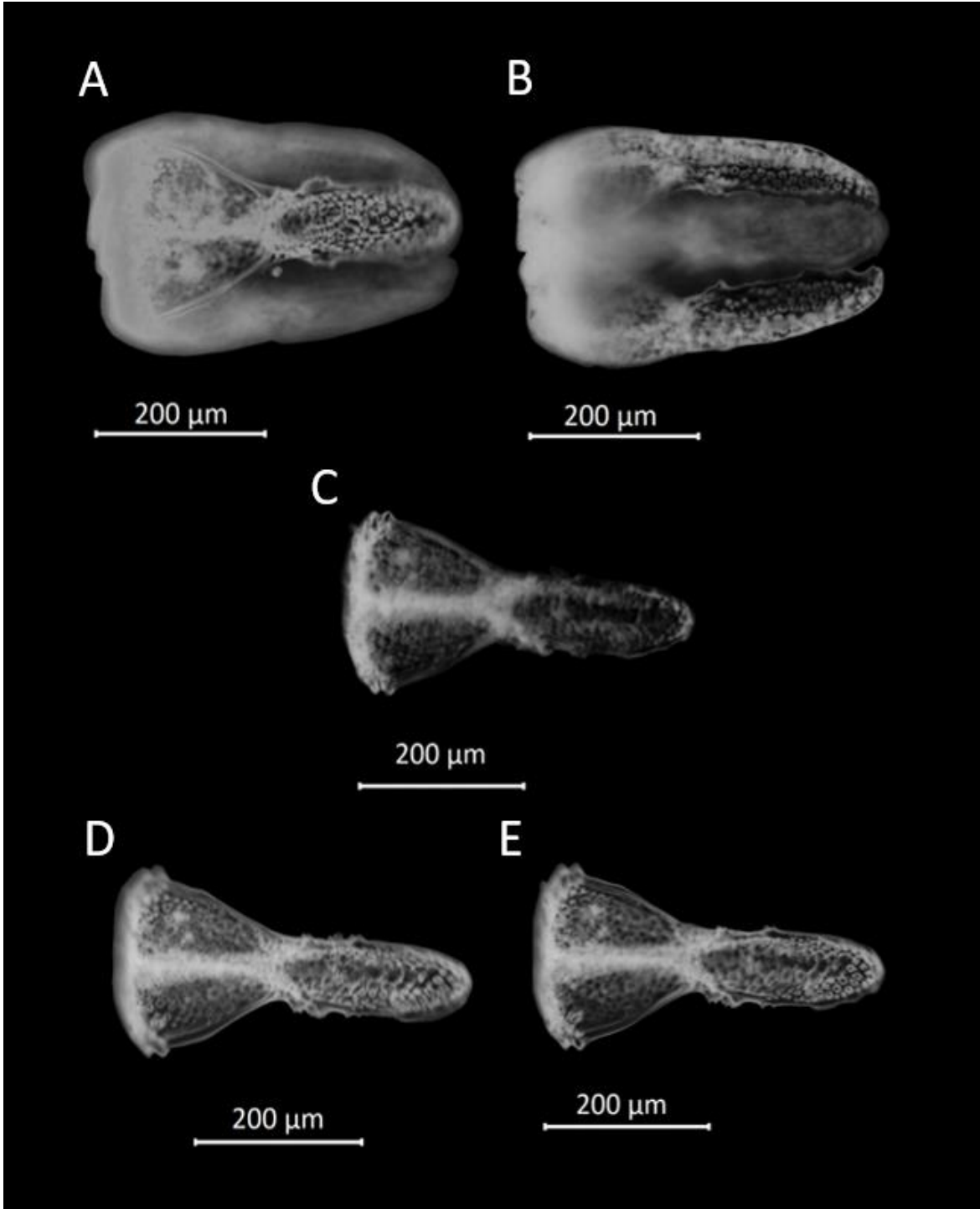


Lámina 29. Pedicelario Tridentado de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **A)** Vista frontal de la valva delantera **B)** Vista lateral de las valvas traseras **C)** Vista externa de la valva con enfoque en la parte inferior de la base **D)** Vista externa de la valva **E)** Vista externa con enfoque en los dientes de la cuchilla.

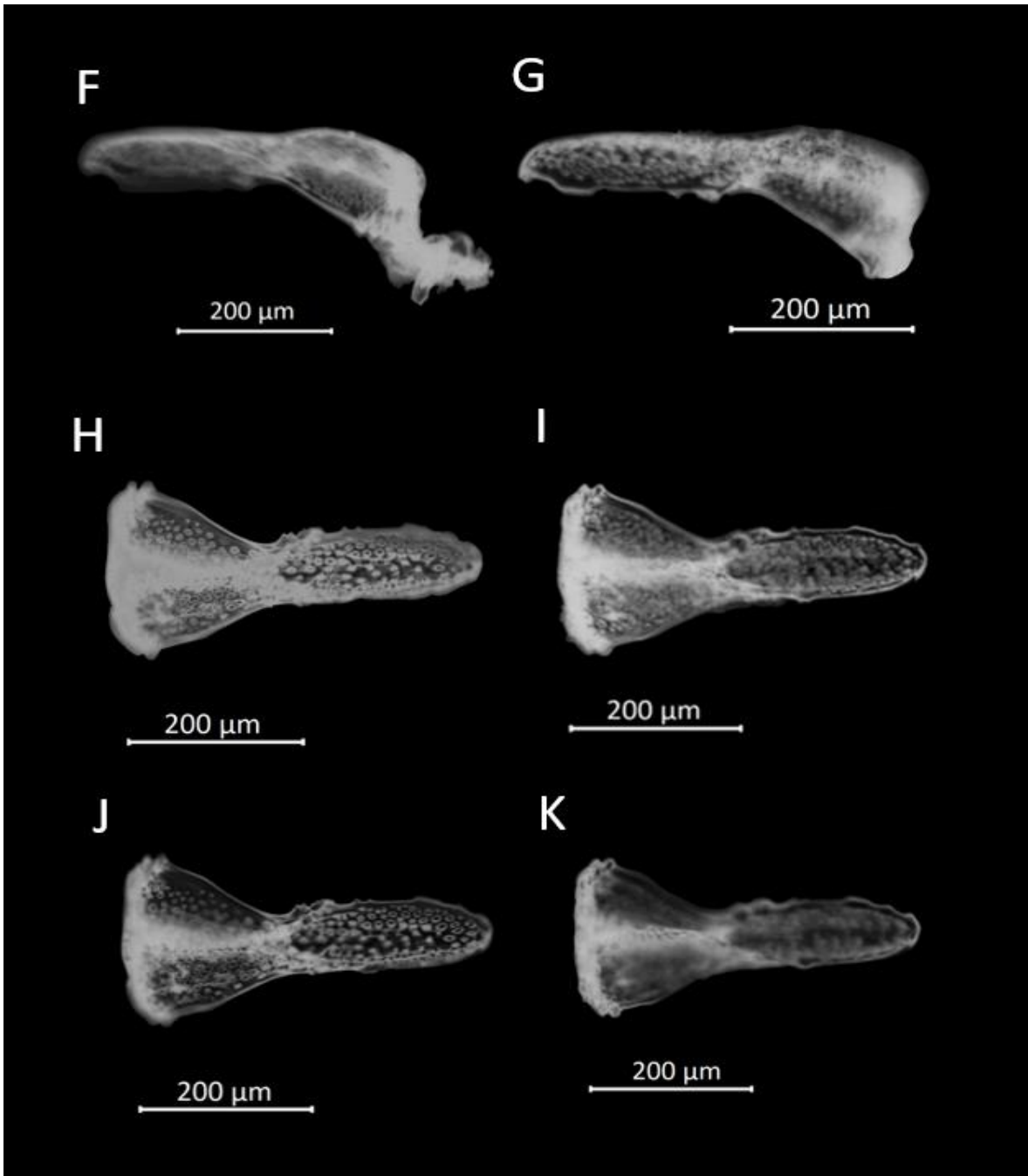


Lámina 30. Pedicelario Tridentado de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) **F)** Vista lateral enfocando la base **G)** Vista lateral enfocando los dientes **H)** Vista interna enfocando la parte superior de la base **I)** Vista interna de la valva **J)** Vista interna de la valva enfocando los dientes **K)** Vista interna de la valva enfocando la base.

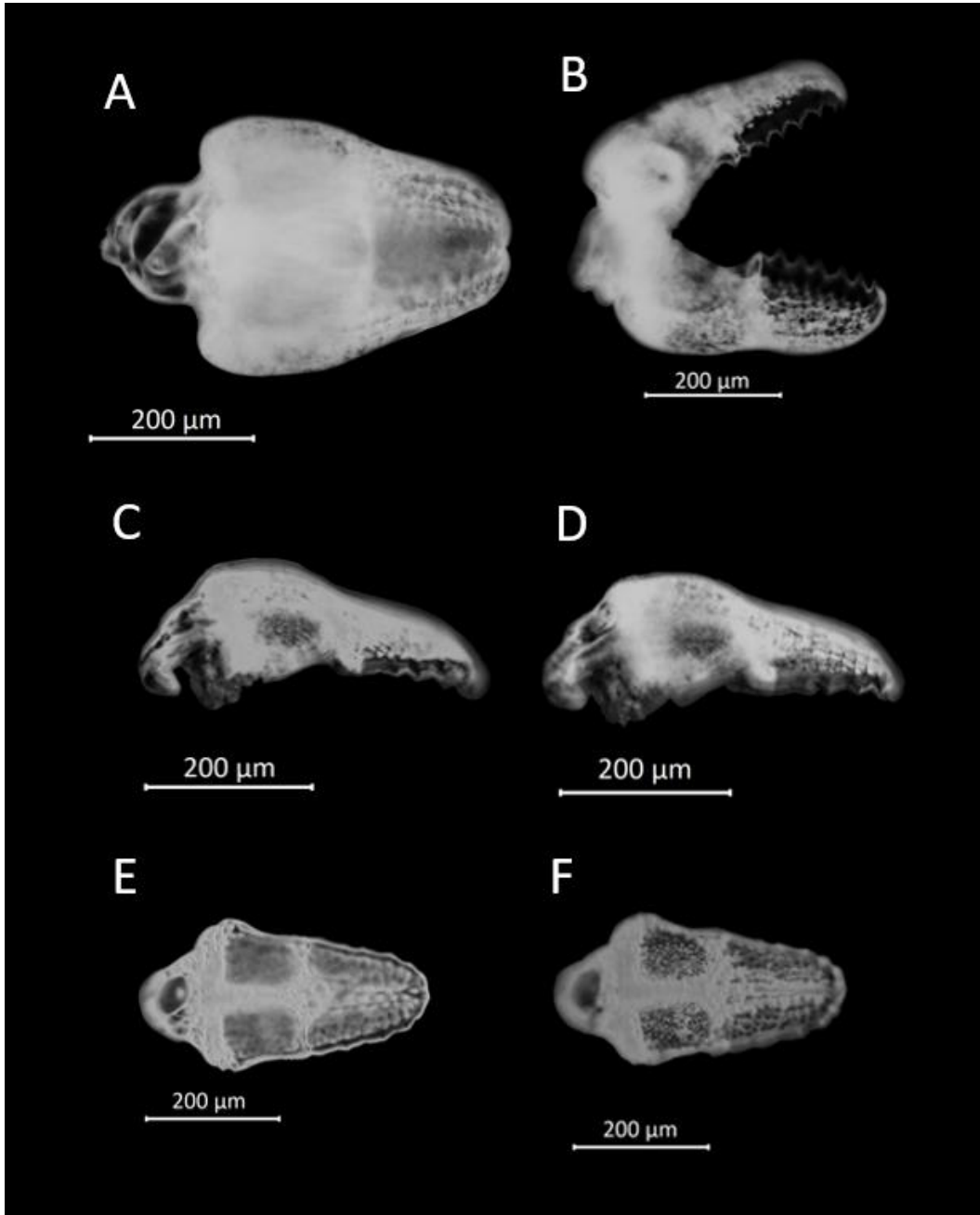


Lámina 31. Pedicelario Oficéfalo de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857)

A) Vista lateral de la las valvas cerradas **B)** Vista lateral de dos valvas abiertas
C) Vista lateral de la valva enfocando la base **D)** Vista lateral de la valva enfocando los dientes **E)** Vista interna de la valva **F)** Vista interna enfocando la parte superior de la base.

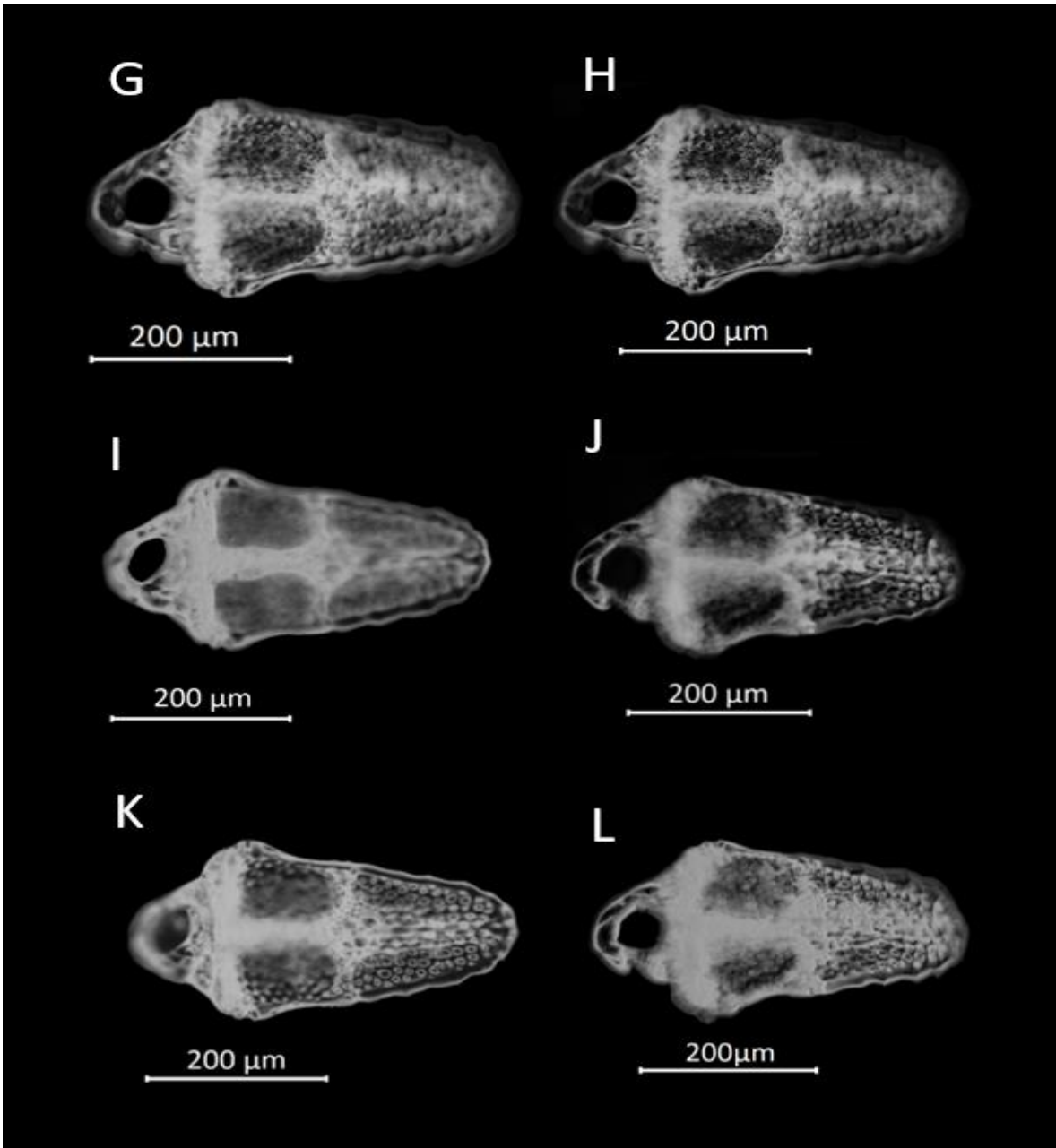


Lámina 32. Pedicelario Oficéfalo de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857)

G) Parte externa de la valva enfocando la base **H)** Parte externa de la valva enfocando la parte posterior de la base **I)** Parte interna de la valva **J)** Parte externa de la valva enfocando los dientes **K)** Vista interna con enfoque en las cuchillas **L)** Vista externa de la valva.

6. Discusión

6.1 Listado taxonómico de las especies de erizos de mar

En el presente trabajo se registraron 3 especies de equinoideos regulares que resguarda la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias. Si la comparamos con la Colección Nacional de Equinodermos, el número de organismos es bajo, sin embargo, con este trabajo se generaron importantes aportaciones sobre este grupo de invertebrados, que servirá para futuras investigaciones.

6.1.1 Registros para el estado de Veracruz

Durán-González, *et al.* 2005 reportan para el Golfo de México 31 especies de equinoideos regulares, de las cuales *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) y *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) han sido registradas para el estado de Veracruz, sin embargo, no cuentan con registros de localidad para cada especie. En el presente trabajo se registra por primera vez *E. lucunter* en seis playas de Veracruz (Penacho del Indio, La Mancha, Muñecos, La Barra, Antón Lizardo y Montepío), así como *L. variegatus* en Penacho del Indio, la Mancha y la Barra.

E. lucunter fue la especie mejor representada en la mayoría de las playas del estado de Veracruz, también fue la especie que tuvo más variaciones en cuanto al tamaño de la testa y el color de las espinas (tabla 7). Fue hallada y colectada en ambientes someros, es decir, en un intervalo de 0 a 50 m de profundidad, dicha información la corrobora Serafy (1979), quien documenta que dicha especie es muy frecuente a profundidades menores de 50 m. Por otra parte, si se toma en cuenta el tipo de playa en el que se colectó, la mayoría se encontró en un tipo de playa arenosa-rocosa, como mencionan Brastrom (1992) y McGhee (1992), ya que, por lo general, ocupa depresiones o madrigueras poco profundas desgastadas por la acción de las espinas y los dientes sobre el sustrato de roca (Mortensen 1943).

6.1.2 Registros para el estado de Nayarit

Honey-Escandón, *et al.* 2008 reportaron para el Pacífico mexicano 17 especies, de las cuales *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson, 1857) fue registrada para la frontera marítima entre México y Estados Unidos, Baja California Norte (costa oeste) y Baja California Sur (costa oeste). Por lo tanto, en el presente trabajo se registra por primera vez la especie *S. purpuratus* en la playa Aticama en el Estado de Nayarit.

S. purpuratus fue la especie más representativa para el Estado de Nayarit, el tamaño de la testa y el color de las espinas no tuvo variaciones considerables, este erizo de mar fue colectado en la zona intermareal (0m-50m) de la playa Aticama; dicha información la corrobora Duggins (1983), quien menciona que esta especie es intermareal, aunque Morris *et al.* (1980) mencionan que colectaron organismos a una profundidad de hasta 160 m. Por otra parte, Workman (1999) menciona que es una especie común en el intermareal inferior, típicamente en áreas de moderada a fuerte acción de las olas. También menciona que esta especie presenta una adaptación que consiste en que los erizos de mar se encuentran a menudo en madrigueras redondeadas o depresiones en la roca, las cuales puede agrandar con sus dientes y espinas a medida que crece; dicha adaptación es causada por el fuerte oleaje en las costas expuestas. Se han reportado erizos morados en campos de rocas, también en pozas de marea en lechos de yeguas y llanuras de arenisca expuestas. La playa Aticama, en donde se colectaron los erizos de mar, se caracteriza por ser mixta (arenosa- rocosa); Workman (1999) menciona que *S. purpuratus* es muy común en hábitats rocosos semiprottegidos y expuestos en la costa oeste de América del Norte. Por otra parte, Duggins (1983) menciona que se encuentra en casi todos los afloramientos rocosos a lo largo de la costa oeste desde la bahía Torch, Alaska; finalmente Ricketts y Calvin (1939) mencionan que se encuentran en Isla Cedros, Baja California, México.

6.2 Descripción macroscópica

Lytechinus variegatus (Lamarck, 1816) se caracteriza por presentar un caparazón ligeramente subcónico, así como tubérculos ambulacrales e interambulacrales en hileras verticales, regulares y muy próximas entre sí. Tiene espinas cortas de diversos colores (violeta, verde claro o blanco amarillento) (Caso, 1961).

Morfología	Mortensen, 1943	Caso, 1961	Apolonio, 2019
Sistema apical	Hemicíclico	Hemicíclico	Hemicíclico
Color espinas	Verde-morado, rosa.	Verde-morado, rosa	Verde-rosa
Tamaño de las espinas	15 mm	-	5-26 mm
Largo de testa	13-35 mm	65 mm	12-29 mm
Ámbitus	23-77 mm	70 mm	20-52 mm

Tabla 11. Comparación morfológica de *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816).

Echinometra lucunter (Linnaeus, 1758) presenta una testa subovada muy deprimida, los espacios interambulacrales tienen el doble de ancho que los ambulacrales, la superficie del cuerpo está ocupada por tubérculos pequeños que se extienden hasta las placas sexuales y oculares. El cuerpo madreporico es grande y tiene forma de corazón (Girard, 1850; Caso, 1961).

Morfología	Mortensen, 1943	Caso, 1961	Apolonio, 2019
Sistema apical	Hemicíclico	-	Hemicíclico
Color de las espinas	Coloración intermedia entre totalmente negro, blanco, marrón rojizo y verde.	Pardo rojizo, púrpura, pardo verduzcas	Marrón oscuro, negro, pardo verduzco, marrón rojizo y marrón claro
Tamaño de las espinas	Varía con respecto al tamaño de la testa	2-45 mm	13-36 mm
Largo de la testa	36-94 mm	33-71 mm	13-33 mm
Ámbitus	21-51 mm	60-64 mm	26-50 mm

Tabla 12. Comparación morfológica de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758).

Strongylocentrotus purpuratus (Stimson, 1857) presenta una testa deprimida, cuyo contorno es pentagonal, las áreas ambulacrales son del mismo ancho que los interambulacrales, con ocho pares de poros en cada una de las filas más oblicuas (Stimson, 1857).

Morfología	Mortensen, 1943	Stimson, 1857	Apolonio, 2019
Sistema apical	Hemicíclico	-	Hemicíclico
Color de las espinas	Morado oscuro	Morado oscuro	Morado oscuro
Tamaño de las espinas	14-15 mm	Longitud moderada	16-22 mm
Largo de testa	2-29mm	33 mm	34-45mm
Ámbitus	18-65mm	63 mm	65-75mm

Tabla 13. Comparación morfológica de *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimson, 1857).

Tripneustes sp. Se determinó dicho género, sin embargo, no se pudo determinar la especie debido a que sólo se tenía en la colección un organismo, el cual se encontraba deteriorado y la coloración de su testa no correspondía con la de las especies del género. La morfología de los pedicelarios es muy similar a la de *Tripneustes ventricosus*, sin embargo, es necesario tener más organismos que puedan sustentar dichas observaciones.

6.3 Descripción microscópica (pedicelarios).

Cada tipo de pedicelario presenta una función diferente, ya sea de limpieza o defensa, estos estarán en menor o mayor medida en cada una de las especies de erizos de mar dependiendo de la disposición de sus espinas en la testa, y el ambiente.

Lytechinus variegatus presenta los cuatro tipos de pedicelarios como lo reportó Mortensen (1943), aunque menciona que los pedicelarios de tipo oficéfalo y trifoliado no son muy comunes; sin embargo, se pudieron describir en el presente trabajo. También menciona que para esta especie hay dos tipos de pedicelarios tridentados: uno alargado y delgado y otro ancho y corto, los cuales se describen en este trabajo y presentan los primeros registros para México. Por otra parte, se ha realizado una descripción breve de un tipo de pedicelario tridentado en Brasil (Gondim *et. al.*, 2018), el cual también describimos; y adicionamos un segundo tipo que es alargado y delgado.

Echinometra lucunter presenta los cuatro tipos de pedicelarios reportados por Mortensen (1943) y descritos de manera breve por Gondim y colaboradores (2018). En el presente estudio aportamos datos morfométricos para estos cuatro tipos de pedicelarios, los cuales se pueden comparar con investigaciones futuras. Los pedicelarios globíferos descritos en este trabajo coinciden con lo descrito por Mortensen (1943), dichos pedicelarios son importantes para la clasificación, ya que se encuentran presentes en las especies que pertenecen al género *Echinometra* y, dependiendo de la especie, van a presentar variaciones en la parte basal y en el tamaño de los dientes de las valvas.

Strongylocentrotus purpuratus presenta los cuatro tipos de pedicelarios como menciona Mortensen (1943). Posteriormente, en 1974 O'Connell realizó un análisis histoquímico del pedicelario de tipo globoso, sin embargo, no hay estudios recientes que muestren la morfología de estos, por lo cual este trabajo presenta y describe detalladamente los cuatro tipos de pedicelarios.

7. Conclusiones

- Se determinaron tres especies (*Litechinus variegatus*, *Echinometra lucunter* y *Strongylocentrotus purpuratus*) y un género (*Tripneustes* sp.) de erizos de mar resguardados en la Colección de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx., mencionando las localidades de recolecta para facilitar su uso en investigaciones futuras.
- Se proporciona una descripción macroscópica detallada e ilustrada de *L. variegatus*, *E. lucunter*, *S. purpuratus* y *Tripneustes* sp. que servirá para futuras identificaciones del Orden Camarodonta.
- Se proporcionan las primeras descripciones microscópicas detalladas e ilustradas de *L. variegatus*, *E. lucunter* y *S. purpuratus* en México, que pueden servir para futuras investigaciones morfológicas, ecológicas, o bien para la identificación de las especies.
- Se realiza por primera vez a nivel mundial una descripción detallada de los cuatro tipos de pedicelarios de *Strongylocentrotus purpuratus*.
- Se registra por primera vez la especie *S. purpuratus* para el Estado de Nayarit.

8. Bibliografía

- Álvarez Rojas J. I. (2013). Echinoideos (Echinodermata: Echinoidea) de la franja Litoral del Golfo de México. Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Andrie, R. F. (1964). A biogeographical investigation of the Sierra of Los Tuxtlas in Veracruz, México. Ph. D. Dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge.
- Brattstrom, H. (1992). Marine biological investigations in the Bahamas 22. Littoral zonation at three Bahamian beachrock communities. *Sarsia* 77: 81-109.
- Caso, M. E. (1976). El Estado actual del estudio de los equinodermos de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México* 3 (1): 1-56 pp.
- Caso, M.E. (1961). Los Equinodermos de México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 388 pp.
- Castro, P. y Huber, E. M. (2007). *Biología marina*. Sexta edición. McGraw-Hill companies, Inc. España. 144-145 pp.
- Castro, P. y Huber, E. M. (2007). *Biología marina*. Sexta edición. McGraw-Hill companies, Inc. España. 144-145 pp.
- Chávez-Dagostino, R. A., Nepote-González, A. C., Solís-Marín, F. A., Medina-Rosas, P. (2000). Listado preliminar sobre equinoideos y asteroideos (Echinodermata: Echinoidea y Asteroidea) de las Islas Marietas, Nayarit, México. *México*, 2, 69–72 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). (2011). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

- Conejeros-Vargas Carlos Andrés. (2015). Taxonomía y Distribución de los Equinodermos (Echinodermata) de las Costas De Michoacán, México. (Tesis de Licenciatura) Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad De Ciencias. 1-333 pp.
- Contreras, S., & Castilla, J. C. (1987). Feeding behavior and morphological adaptations in two sympatric sea urchin species in central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 38, 217-224 pp.
- Coppard, S. E., & Campbell, A. C. (2006). Systematic significance of tridentate pedicellariae in the echinoid genera *Diadema* and *Echinothrix*. *Invertebrate Biology*, 125, 363-378 pp.
- Coppard, S. E., Kroh, A., & Smith, A. B. (2010). The evolution of pedicellariae in echinoids: an arms race against pests and parasites. *Acta Zoologica*, 93, 125-148 pp.
- CSVA. (2005). Programa Hidráulico Estatal, Consejo Estatal Veracruzano del Agua.
- D'yakonov, A.M. (1969). Echinodermata.Sea-Urchins (Echinoidea).Fauna of Russia and Adjacent Countries. Vol. 1(1): 265 p.
- De la Cruz-Francisco, V., R. E. Orduña-Medrano, J. E. Paredes-Flores, R. I. Vázquez-Estrada, M. González-González & L. Flores-Galicia. (2017). Una aproximación florística y faunística de la costa rocosa El Pulpo, Cazes, Veracruz, México. *CICIMAR Oceanides*, 32(1): 39-58 pp.
- Digaohm (a) (S. f.). San Blas, Nayarit. Recuperado de <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioSanblas.pdf>.
- Digaohm (b) (S. f.). Alvarado, Veracruz. Recuperado de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioAlvarado.pdf>
- Durán-González, A., Laguarda-Figueroa, F.A. Solís-Marín, B.E. Buitrón Sánchez, C.A. Gust & J. Torres-Vega. (2005). Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Rev. Biol. Trop.* 53 (Supl. 3): 53-68 pp.
- Gaceta oficial de Veracruz de Ignacio de la Llave (2019) Situación general del Sector a Nivel Nacional e Internacional, México. 124:43 p.

- Galván-Villa, C. M., Rubio-Barbosa, E., & Martínez-Melo, A. (2018). Riqueza y distribución de equinoideos irregulares (Echinoidea: Cassiduloidea, Clypeasteroidea, Holasteroidea y Spatangoidea) del Pacífico central mexicano. *Hidrobiológica*, 28(1), 83-91 pp.
- García E. (1973). Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República Mexicana), 246 pp. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- García-López D. Y., Mateo-Cid L. E. y Mendoza-González C. (2017). Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Veracruz, México. *Gayana Bot.* 74(1): X-X. ISSN 0016-5301. p. 1-16.
- Girard, C. (1850). Observations upon Planarian Worms, with descriptions of several new species of Echinoderms. *Proceedings of the Boston Society of Natural History* 3, p.363-368.
- Gondim, Anne Isabelley, Moura, Rafael Bendayan De, Christoffersen, Martin Lindsey, Dias, Thelma Lucía Pereira (2018): Taxonomic guide and historical review of echinoids (Echinodermata: Echinoidea) from northeastern Brazil. *Zootaxa* 4529 (1): 1-724 pp.
- González-Reséndiz M. L., L. M. García-Sánchez, J. G. Rodríguez-Juárez, J. S. De Gyves-López e H. L. Tejera. (2014). Caracterización de ambientes algales en Playa Muñecos, Veracruz, México. *Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar*. 13:36-42 pp.
- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P.M. Kier. (1995). *Sea Stars, Sea Urchins, and Allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution. Washington and London. 390 p.
- Hermosillo-Nuñez B. B., F. A. Rodríguez-Zaragoza, M. Ortiz, L. E. Calderon-Aguilera & A. L. Cupul-Magaña. (2016). Influence of the coral reef assemblages on the spatial distribution of echinoderms in a gradient of human impacts along the tropical Mexican Pacific. *Biodiversity and Conservation*. Springer. 18 pp.
- Hernández, C. y F. Álvarez. (2007). Changes in the crustacean community of a tropical rocky intertidal shore: is there a pattern? *Hidrobiológica* 17:25-34.

- Hernández, C., Álvarez, F., & Villalobos, J. L. (2010). Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81, 141-151 pp.
- Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figuera. (2008). Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 56 (Suppl. 3): 57-73 pp.
- Inda-Díaz, E. A., Domínguez-Ojeda D., Romero-Bañuelos C. A., Nieto Navarro José Trinidad y Cepeda Morales Jushiro. (2013). El zooplancton marino de la costa de Nayarit, México. Universidad.
- INE, Semarnat y UNAM. (2008). Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al calentamiento global y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Informe Final INE/A1-051/2008. INE, Semarnat y UNAM. México.
- INECC. Acciones y Programas. Cambio Climático en México. Instrumentos de política pública en materia de cambio climático en las entidades federativas. INECC. México. Disponible en: www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/instrumentos-de-politica-publica-en-materia-de-cambio-climatico-en-las-entidadesfederativas. Fecha de consulta: mayo de 2016.
- INECOL (a) (2014). Veracruz de Ignacio de la Llave. SEMARNAT Y CONAFOR. Recuperado de <http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Dun/as/Veracruz>.
- INECOL. (2014). Nayarit. SEMARNAT Y CONAFOR. Nayarit.pdf p. 230-240. Recuperado de <http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Dun/as/>
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (2007). «Veracruz de Ignacio de la Llave. Mapa de temperatura media anual». Recuperado de <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/ver/temperat.cf> m. Consultado el 22 de agosto de 2019.

- Laguarda-Figueras, A., A. I. Gutiérrez-Castro, F. A. Solís-Marín, A. Durán-González y J. Torres-Vega. (2005). Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 53(Supl. 3):69-108 pp.
- López-Portillo, J.; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. (2009). Caracterización del sitio de manglar La Mancha, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. p. 1-17.
- Maeve S. K. (2005). Echinoderms: their culture and bioactive compounds. In: Matranga, V. (Ed.), *Echinodermata: Progress in Molecular and Subcellular Biology*. Subseries: Marine Molecular Biotechnology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 139–165 p.
- Martín-del Pozzo A. L. (1997). Geología. En: González-Soriano E, R Dirzo & R Vogt (eds). *Historia natural de los Tuxtlas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 25-31.
- Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. (2014). Diagnóstico de las dunas costeras de México. CONAFOR. 350 pp.
- McGehee, M. A. (1992). Distribution and abundance of two species of *Echinometra* (Echinoidea) on coral reef near Puerto Rico, *Caribbean Journal of Science* 28: 173:183 p.
- Merino, M. (1987). The coastal zone of Mexico. *Coastal Management*, 15(1), 27-42 pp.
- Meyer, J. (1997). Breve historia de Nayarit. Fideicomiso Historia de las Américas. El Colegio de México. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Moreno-Casasola P. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), La Mancha y el Llano. Recuperado de http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAM_SAR/Veracruz/La_Mancha_y_El_Llano/La%20Mancha%20y%20El%20Llano.pdf 24 de agosto de 2019.
- Moreno-Casasola P. (Ed.) (2006). Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México, 576 pp.

- Mortensen Th. (1943). A Monograph of the Echinoidea. III. 2. Camarodonta I. Orthopsidae, Glyphocyphidae, Temnopleuridae and Toxopneustidae. Text. C. A. Rietzel, Copenhagen. 553 pp.
- Mortensen, T. (1951). A Monograph of the Echinoidea. V. 2, Spatangoida 2. C.A. Rietzel, Copenhagen, Denmark. 593 p.
- Nowlin, W.D. (1971). Winter circulation patterns and property distributions, en Capurro, L. R. A. y J. L. Reids (eds.), en Contributions on the physical oceanography of the Gulf of Mexico. Gulf Publishing Company, Houston, pp.3-51.
- O'Connell, M. G., Alender, C. B., & Wood, E. M. (1974). A fine structure study of venom gland cells in globiferous pedicellariae from *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Journal of Morphology*, 142(4), 411–431.
- Pawson, D. L. (2007). Phylum Echinodermata. *Zootaxa* 1668: 749-764.
- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C. M., & Solís-Marín, F. A. (2008). Equinodermos del Parque Nacional Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79(1), 131-141 pp.
- Romero-Ríos, S. L. (2014). Plan de Desarrollo Municipal de San Blas, Nayarit 2014-2017. Periódico Oficial. 109(80). 1-88 pp.
- Salazar-Vallejo, S. I. y N. Emilia-González. (1990). Ecología costera en la Región de La Mancha, Veracruz. *La Ciencia y el Hombre*. 6, p. 101-120
- Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN) (2015). Alvarado. Cuadernillos Municipales. Sistema de Información municipal. pp. 11.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2016). Costas y Mares de México. Manejo Integrado con amor.
- Secretaría del medio ambiente (SEDENA). (2019). Programa Sectorial de Medio Ambiente 2019-2024. Gobierno del Estado de Veracruz, pp. 124.
- Secretaría del Medio Ambiente. (2018). Diagnóstico. Gobierno del Estado de Veracruz. México: Autor.
- Seingier G., Espejel, I. y Fermán-Almada, J.L. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1(1): 54-69.

- Seingier, G., Espejel, I., Fermán-Almada, J. L., González, O. D., Montañó-Moctezuma, G., Azuz-Adeath, I. y Aramburo-Vizcarra, G. (2011). Designing an integrated coastal orientation index: A cross-comparison of Mexican municipalities. *Ecological Indicators* 11(2): 633-642 pp.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2013a. Playas certificadas. <http://www.semarnat.gob.mx/playas/certificacion/Paginas/Conocelasplayascertificadas.aspx>
- SEMARNAT. (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde .Edición 2015. Semarnat. México.
- Serafy, D.K. (1979). *Memoirs of the Hourglass Cruises. V (III): Echinoids (Echinodermata: Echinoidea)*. St. Petesburg, Florida: Florida Departament of Natural Resources. 120 p.
- Sibuet, M. y K. Olu. (1998). Biogeography, biodiversity and fluid dependence of deepsea cold-seep communities at active and passive margins. *Deep-Sea Research II* 45: 517-567 pp.
- Sistema Meteorológico Nacional. (2017). Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvia. Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Ciudad de México. <<http://smn.conagua.gob.mx/>
- Smith, A. B. y Kroh, A. (2011). *The Echinoid Directory*. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory>
- Solís-Marín F. A., A. Laguarda-Figueras y M. Honey-Escandón. (2014). Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85: 441-449 pp.

- Solís-Marín F. A., A. Laguarda-Figueras, M. B. I. Honey-Escandon, L. López Luján, B. Zúñiga-Arellano, A. A. Caballero Ochoa, C. A. Conejeros Vargas, C. Martín-Cao-Romero, Alicia 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*. Facultad de Ciencias Biológicas UANL. 6-21 pp.
- Solís-Marín F.A. y Laguarda-Figueras A. (2010). A new species of starfish (Echinodermata: Asteroidea) from an anchialine cave in the Mexican Caribbean. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 663-668 pp.
- Solís-Marín, F. A., A. Laguarda-Figueras, A. Durán-González, C. Gust Ahearn, y J. Torres Vega. (2005). Echinoderms (Echinodermata) from the Gulf of California, México. *Revista de Biología Tropical* 53 (suppl. 3): 123-137 pp.
- Solís-Marín, F. A., D. Herrero-Perezrul, A. Laguarda-Figueras, Torres-Vega. (1993). Asteroideos y Equinoideos de México (Echinodermata). En: *Biodiversidad Marina y Costera de México*, Salazar Vallejo SI, González NE (eds) CONABIO y CIQRO D.F. 685 pp.
- Soto, E. M. (1976). Algunos aspectos climáticos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. En *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz*, A. Gómez-Pompa, S. del Amo, C. Vázquez-Yanes y A. Butanda (eds.). CECSA, México, D.F. p. 70-111.
- Stimpson, W. (1857). On the Crustacea and Echinodermata of the Pacific shores of North America. *Boston Journal of Natural History*. 6: 444-532, Plates 18-23 pp.
- Taylor Elias y Heyland Andreas. (2018). Thyroid Hormones Accelerate Initiation of Skeletogenesis via MAPK (ERK1/2) in Larval Sea Urchins (*Strongylocentrotus purpuratus*). *Frontiers in Endocrinology*. Supl. 9: 439 p.

- Vázquez de la Cerda, A. M. (2004). Análisis descriptivo de las masas de agua oceánica que arriban al Golfo de México, en Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (comps.), Diagnóstico ambiental del Golfo de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología/Instituto de Ecología/Harte Research Institute for Gulf of México Studies, pp. 69-104.
- Vital, Xochitl G.; Álvarez, Fernando y Ortigosa, Deneb. (2015). Nuevos registros de nudibranchios (Gastropoda: Nudipleura) en Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. vol.86, n.2, pp.528-530.
- Wilkinson T, E Wiken, J Bezaury-Creel, T Hourigan, T Agardy, H Herrmann, L Janishevski, C Madden, L Morgan & M Padilla. (2009). *Ecorregiones marinas de América del Norte*, 200 pp. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- Workman, Greg. (1999). A Review of the Biology and Fisheries for Purple Sea Urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*, Stimpson, 1857) and Discussion of the Assessment Needs for a Proposed Fishery.
- Zamorano, P. y D.E. Leyte-Morales. (2005). Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino La Entrega, Oaxaca, México. *Ciencias del Mar*, 9(27); 19-28 pp.