



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIO FAUNÍSTICO DE LOS MOLUSCOS
DEL ARRECIFE “LA PERLA DEL GOLFO”,
VERACRUZ, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

JESSICA RAQUEL HERNÁNDEZ PÉREZ



DIRECTOR DE TESIS

DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA

México, D. F. 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CLASES DEL PHYLUM MOLLUSCA	3
ARRECIFES DE CORAL.....	5
ARRECIFES DE CORAL EN MÉXICO	7
<i>Pacífico mexicano</i>	7
<i>Golfo de México</i>	7
Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan.....	7
Sistema Arrecifal Veracruzano	7
<i>Mar Caribe</i>	8
Sistema Arrecifal Mesoamericano.....	8
JUSTIFICACIÓN	8
ANTECEDENTES	9
ECOLOGÍA DE MOLUSCOS BÉNTICOS.....	9
ESTUDIOS SOBRE MOLUSCOS EN LOS SISTEMAS ARRECIFALES DEL GOLFO DE MÉXICO	10
ESTUDIOS EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS Y LA PERLA DEL GOLFO.....	11
OBJETIVOS	12
GENERAL.....	12
PARTICULARES.....	12
ÁREA DE ESTUDIO	12
MATERIALES Y MÉTODOS	14
TRABAJO DE CAMPO	14
TRABAJO DE LABORATORIO	14
ANÁLISIS DE DATOS	15
RESULTADOS.....	18
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA	18
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.....	22
DENSIDAD DE LA ROCA DE CORAL	28
<i>Correlación entre la densidad de la roca y el número de individuos</i>	28
VARIACIÓN ESTACIONAL	29
<i>Riqueza específica</i>	29
<i>Abundancia</i>	30
<i>Densidad de individuos</i>	30
ÍNDICES DE DIVERSIDAD, ABUNDANCIA, EQUIDAD, PROMEDIO DE DISTINCIÓN TAXONÓMICA Y VARIACIÓN DE LA DISTINCIÓN TAXONÓMICA.	32
FRECUENCIA DE APARICIÓN Y ABUNDANCIA	33
CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	35
ESTRUCTURA TRÓFICA	35
SIMILITUD DE LA PERLA DEL GOLFO CON OTROS ARRECIFES CORALINOS DEL GOLFO DE MÉXICO	36

DISCUSIÓN.....	34
COMPOSICIÓN ESPECÍFICA	34
COMPOSICIÓN TAXONÓMICA.....	35
VARIACIÓN ESTACIONAL	37
<i>RIQUEZA ESPECÍFICA Y ABUNDANCIA</i>	37
<i>DENSIDAD DE INDIVIDUOS</i>	39
ÍNDICES DE DIVERSIDAD, ABUNDANCIA, EQUIDAD, PROMEDIO DE DISTINCIÓN TAXONÓMICA Y VARIACIÓN DE LA DISTINCIÓN TAXONÓMICA.....	39
FRECUENCIA DE APARICIÓN Y ABUNDANCIA	41
CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	42
ESTRUCTURA TRÓFICA	43
SIMILITUD DE LA PERLA DEL GOLFO CON OTROS ARRECIFES CORALINOS DEL GOLFO DE MÉXICO	44
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITADA.....	48
ANEXO 1. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO DE LOS MOLUSCOS DE LA PERLA DEL GOLFO, VERACRUZ.....	59

1. Datos del alumno

Hernández

Pérez

Jessica Raquel

58106882

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

307164821

2. Datos del Tutor

Dr.

Fernando

Alvarez

Noguera

3. Datos del sinodal 1

Dra.

María Martha

Reguero

Reza

4. Datos del sinodal 2

Dr.

Carlos Salvador

Pedraza

Lara

5. Datos del sinodal 3

M. en C.

Jorge Luis

Garces

Salazar

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

José Luis

Bortolini

Rosales

7. Datos del trabajo escrito

Estudio faunístico de los moluscos del arrecife "La Perla del Golfo", Veracruz, México.

76 p

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

Estudio faunístico de los moluscos del arrecife "La Perla del Golfo", Veracruz, México.

realizado por **HERNÁNDEZ PÉREZ JESSICA RAQUEL** con número de cuenta **3-0716482-1** quien ha decidido titularse mediante la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra. María Martha Reguero Reza	
Propietario	Dr. Carlos Salvador Pedraza Lara	
Propietario Tutor	Dr. Fernando Alvarez Noguera	
Suplente	M. en C. Jorge Luis Garcés Salazar	
Suplente	M. en C. José Luis Bortolini Rosales	

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., a 10 de febrero de 2015
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/MGM/mdm

Dedico este trabajo a:

Mis padres

Salvador Hernández Luna

Toribia Pérez Vázquez

Mis hermanos

Pamela, Jacqueline, Salvador, Xochitl
y Daniel.

y

A mis amigos

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por formarme académicamente durante todos estos años, esto es por ella y para ella.

A la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Veracruz por permitirme utilizar sus instalaciones durante los muestreos realizados para este trabajo.

A mis padres, por darme la vida y por conducirme en ella. Por todo el apoyo que siempre me han brindado sin importar las circunstancias.

A mis hermanos, Pamela, Jacqueline, Salvador y Xochitl, por todo el apoyo en cada etapa de mi vida. A Daniel por ser parte de mis hermanos y por ayudarme con el diseño de las imágenes de la tesis.

Al Dr. Fernando Alvarez por su apoyo en campo en cada uno de los muestreos realizados en este trabajo, por todos los comentarios, por todo el conocimiento brindado durante mi estancia en el laboratorio y sobre todo, por confiar en mí.

A la Dra. Martha Reguero, por permitirme trabajar en el laboratorio de malacología, por todos los comentarios que enriquecieron este trabajo y por siempre mostrarme su apoyo.

Al Dr. Carlos Pedraza por el conocimiento brindado durante las clases del taller y por la revisión de esta tesis para mejorarla. Al M en C. Jorge Garcés y al M. en C. José Luis Bortolini por revisar y enriquecer este trabajo.

Al Dr. José Luis Villalobos (Pepe), por todos los conocimientos brindados, desde las clases de taller hasta la fecha y por hacer del laboratorio un mejor lugar.

Al taller de Invertebrados de la zona costeras y arrecifal del Golfo de México y a sus integrantes que colaboraron en los muestreos realizados para este trabajo.

A todos mis compañeros del laboratorio de crustáceos: la, Gustavo, Janet, Olinka, Viri, Chavita, Fabiola, Sergio, Tzitzí, Manuel y Juan Carlos por compartir los momentos de trabajo, haciendo que éste fuera más agradable. A Sharif, Eric y Leo por ser como mis hermanos mayores, ayudarme y aconsejarme siempre.

A mis amigas Zayra y Adonis, por compartir tantos momentos en la carrera, por las salidas a campo, por cursar materias juntas, el taller, el museo y todas y cada una de las pláticas que hicieron mejor el transcurso del tiempo.

A Brian por brindarme su apoyo desde que curse malacología, por resolver todas mis dudas sin importar la índole, por siempre darme tips sobre la identificación y hacerme ver que ésta, aunque se torne imposible no lo es, por toda su confianza y cariño

(aunque se traduzca a recibir un pulpo en la cabeza jajaja). Gracias por la amistad Brian, te quiero mucho.

A Gabriel por enseñarme las bases de la identificación, por resolver mis dudas, por brindarme parte de su tiempo, por siempre mostrar disposición y por acompañarme durante varias horas de trabajo arduo.

A Erika, por toda la disposición sin importar que clase de duda tuviera, por los comentarios en este trabajo, por enseñarme a identificar poliplacóforos, por todos los tips que hicieron más fácil saber un poquito sobre tan maravilloso grupo, por todo el tiempo y la amistad brindada.

A Marbe, Lina, Jalil, Gaby, Citlali, Etel, Mike, Laura y Lalo que hicieron del malacolab un lugar agradable, desde el arduo camino por terminar la tesis, la reuniones, las comidas y todas las risas sin importar el momento. A todas las personas del Malacolab, por apoyarme siempre, por enseñarme sobre moluscos y por dejarme ser parte de ellos.

A Karina, Chan y Karla, por brindarme su amistad durante tantos años y mostrarme siempre su apoyo.

A mis amigos de la facultad Iztel, Edna, Vane, Male, Karla, Quique y Jorge por compartir tantos momentos haciendo mucho mejor a estancia en la facultad.

A mis amigos del museo Dona, David, Oscar, Omar, Eva, Aketzalli, Bismark, Dante, Carlos, Araceli, Gaby, Daniela y Karina por hacer que mi estancia ahí valiera la pena, por brindarme momentos únicos e inolvidables, y por una grandiosa amistad que hicieron esos días mucho más gratos.

RESUMEN

En este trabajo se realizó un estudio faunístico en el arrecife La Perla del Golfo, ubicado al sur del estado de Veracruz, México. Los muestreos se llevaron a cabo en mayo y agosto de 2013 y febrero de 2014, en las tres diferentes épocas del año reconocidas para esa zona: secas, lluvias y nortes. En cada uno de los muestreos se extrajeron dos cubetas de rocas de coral muerto, de un mismo punto elegido al azar, éstas se fragmentaron para extraer todos los moluscos, posteriormente se separaron por morfotipos y se identificaron con literatura especializada. Se obtuvieron 2,614 moluscos que pertenecen a 86 especies de las clases: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora y Scaphopoda. El análisis de la comunidad de moluscos incluyó su composición específica, abundancia, densidad y caracterización, así como la estimación de índices. Se obtuvieron valores de $d = 10.68$ para el índice de Margalef, $H' = 3.65$ para Shannon, $D = 0.84$ para Simpson, $J' = 0.57$ para Pielou y $\Delta^+ = 82.62$ para el promedio de distinción taxonómica, que se soporta con un valor de $\lambda^+ = 465$ de la variación en la distinción taxonómica. La mayor riqueza y abundancia en el año se encontró durante la temporada de nortes. Se encontró una correlación negativa entre la densidad de la roca y la densidad de organismos presentes en ella. El 60% de las especies fueron raras, el 26% comunes y solo el 14% fueron dominantes. Las 47 familias de moluscos que se reportan en el presente trabajo, se agruparon en ocho categorías tróficas. El diagrama de Bray Curtis unió a La Perla del Golfo con otros arrecifes utilizando las especies de gasterópodos que comparte con ellos, además, las características observadas a partir de los valores de los índices y diagramas realizados, indicaron que la comunidad de moluscos de La Perla del Golfo presenta características de un arrecife como los incluidos en los sistemas arrecifales del país. Todas las especies son nuevos registros para La Perla del Golfo, mientras que se pudo determinar mediante el análisis morfológico de los individuos, que aquellos ejemplares de *Rhabdus* sp. corresponden a una especie por describir y constituyen además un nuevo registro del género para el golfo de México. Adicionalmente *Acanthochitona* sp. puede ser una nueva especie de polioplacóforo, mientras que *Strigilla* sp. y *Cymatoia* sp. pueden serlo para bivalvos. *Lepidochitona rosea*, *L. liozonis* e *Ischonochiton striolatus* son nuevos registros de polioplacóforos para Veracruz.



INTRODUCCIÓN

Los moluscos constituyen el segundo phylum de animales más rico en especies, con 200,000 especies vivas (Ponder y Lindberg, 2008), cerca de 100,000 especies descritas y aproximadamente 60,000 especies fósiles (Brusca y Brusca, 2003). En la actualidad se reconocen ocho clases de moluscos: Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora, Cephalopoda, Monoplacophora, Scaphopoda, Solenogastres y Caudofoveata (Ponder y Lindberg, 2008).

Los moluscos tienen un cuerpo blando, y la mayoría de ellos una concha protectora o bien espículas que recubren el cuerpo, su organización se describe a partir de un plan corporal o bauplan, o bien de un ancestro común con el cual comparten características comunes y que les permite ser agrupados como parte del phylum Mollusca (García-Cubas y Reguero, 2004). El plan corporal o Bauplan considera características compartidas por la mayoría de los moluscos, para definir a los integrantes del phylum. Mientras que el concepto del Molusco Hipotético Ancestral o HAM, se basa en la probable reconstrucción evolutiva de los moluscos (Ponder y Lindberg, 2008).

El plan corporal de los moluscos varía ampliamente, yendo desde diminutos gusanos intersticiales y caracoles microscópicos hasta el calamar colosal y grandes almejas. La única característica en común en todos los moluscos es la presencia de rodocitos, se trata de un conjunto celular encargado de la síntesis de hemocianina (Ponder y Lindberg, 2008). No obstante, en tal variación se identifican cinco sinapomorfías de los moluscos: la posesión de manto, pie, rádula, branquias pectinadas y la posesión de un sistema nervioso único (Castillo-Rodríguez, 2014).

El manto se ubica en la periferia del cuerpo y se encarga de secretar la concha de los moluscos, recubre órganos importantes, sin embargo, su ubicación varía según el grupo. El pie es el músculo que permite a los moluscos desplazarse o bien enterrarse, para lo cual secreta mucosidades, y las cuales son sustituidas por cilios en los micromoluscos (Ponder y Lindberg, 2008). La rádula es el órgano que permite la alimentación de los moluscos, se encuentra formada de pequeños dientecillos de



quitina, está presente en casi todas las clases de moluscos, y solo está ausente en los Bivalvia (García-Cubas y Reguero, 2004). El sistema nervioso de los moluscos deriva de un plan de ganglios dispuestos anteriormente y de pared de cordones nerviosos ventrales, sin embargo, se modifican en los diferentes grupos siendo más desarrollado en cefalópodos. La mayoría de los moluscos tiene branquias o ctenidios, pero se modifican según el grupo y cuentan con estructuras secundarias derivadas de branquias; en el caso de los gasterópodos pulmonados las branquias son sustituidas por pulmones, y en los monoplacóforos se encuentran ausentes o en forma de cilios (Brusca y Brusca, 2003).

La concha de los moluscos se forma como producto de la secreción del epitelio superficial de manto y está conformada por tres capas. La capa más externa está formada por conquiolina y tiene un origen córneo. Las siguientes capas hacia el interior, se forman a partir de la acumulación de sales calcáreas, son calcificadas y se denominan mesostraco o prismática y endostraco o capa nacarada. El tamaño y espesor de la concha crecen en intervalos cíclicos que dan lugar a diversas ornamentaciones y entre ellas las líneas de crecimiento que pueden deberse a factores intrínsecos del molusco o a factores del medio circundante (García-Cubas y Reguero, 2004).

Clases del phylum Mollusca

Dentro de los moluscos, la clase que presenta la mayor riqueza de especies es Gastropoda, ya que cuenta con más de 50,000 especies actuales descritas que habitan en aguas marinas, salobres y dulces, además incluye a los únicos moluscos que habitan en ambientes terrestres. La concha tiene forma helicoidal con crecimiento espiral en torno al eje del cuerpo, llamado columela, inicia en el núcleo, ápice o cima de la espira y avanza hacia la abertura, que se encuentra en la última vuelta o vuelta corporal, donde se aloja el molusco; puede presentar enrollamiento dextrorso o sinistrorso, es decir, con la abertura del lado derecho o izquierdo de la vuelta corporal. Algunos gasterópodos presentan una cubierta en la abertura de la concha llamada opérculo que les brinda protección (García-Cubas y Reguero, 2004).



Los moluscos de la clase Bivalvia, reciben su nombre debido a la concha que presentan, está formada por dos piezas (valvas) que se encuentran comprimidas lateralmente, y con una forma corporal de simetría bilateral. Los individuos de esta clase habitan diversos ambientes y presentan distintas maneras de alimentación, según el entorno en que se encuentren; sin embargo, predominan los de hábito suspensívoro (García-Cubas y Reguero, 2007).

Los Polyplacophora conforman su concha de ocho valvas calcáreas, el cuerpo se encuentra deprimido y un poco más levantado en el centro, los bordes de las placas se encuentran cubiertos por un cinturón fuerte y flexible (García Ríos, 2003). La mayoría de las especies de estos moluscos tienen hábitos crípticos y se encuentran en la zona de embates de las olas, sin embargo, son abundantes en la franja mesolitoral, y en la zona sublitoral alta con fondos coralinos y rocosos (García Ríos y Álvarez-Ruiz, 2007).

Los Scaphopoda presentan una concha de una sola pieza, curvada con dos orificios, la base que se localiza anteriormente y que corresponde al orificio por donde el animal expande sus captáculos, y el orificio posterior o ápice que es de menor tamaño y permite que el animal realice la respiración y excreción (Vera *et al.*, 1993). Son infaunales y habitan en aguas marinas a varias profundidades (Brusca y Brusca, 2003).

En la clase Cephalopoda se incluye a los moluscos más modificados al igual que al invertebrado más grande del mundo, el calamar gigante, Se caracterizan por tener brazos y/o tentáculos en torno a la cabeza, como una modificación del pie de las otras clases de moluscos. La mayoría de ellos presentan una concha interna y únicamente el género *Nautilus* tiene concha externa. Además, estos moluscos cuentan con el sistema nervioso más sofisticado en invertebrados y tienen un sistema circulatorio cerrado (Brusca y Brusca, 2003).

Los Solenogastres son pequeños moluscos marinos vermiformes que carecen de concha, cabeza, órganos excretores y algunas veces de rádula; el manto está cubierto de espículas o escamas (Hickman *et al.* 1998). Su cuerpo tiene simetría bilateral y un surco medio ventral con un reborde que corresponde al pie modificado,



generalmente miden menos de 50 mm de longitud, viven en la superficie de mudas o de cnidarios que son su principal fuente de alimento (Jones y Baxter, 1987).

Los moluscos de la clase Caudofoveata son animales vermiformes que van de 2mm a 14 cm de longitud, son marinos y se encuentran entre sedimentos suaves, donde construyen madrigueras en las que habitan. Se alimentan de sedimentos, pero pueden ser carnívoros selectivos o carroñeros. Los representantes de esta clase carecen de las características generales de los moluscos, o bien se encuentran reducidas, no presentan concha ni pie, carecen de surco medio ventral y el manto cubre completamente el cuerpo, solo tienen espículas calcáreas diseminadas en la piel (Rawat, 2010)

El cuerpo de los Monoplacophora tiene simetría bilateral, con un pie ancho y plano, poseen una rádula, además se trata de organismos con sexos separados (Hickman *et al.*, 1998). Su concha es de una sola pieza con forma de lapa, con ápice curvado, que van desde unos milímetros hasta unos centímetros de longitud, resalta la repetición de algunos órganos y se encuentran habitando el mar a grandes profundidades (Brusca y Brusca, 2003).

Arrecifes de coral

Los arrecifes de coral son depósitos masivos de carbonato de calcio, construidos durante amplios periodos por organismos vivos, principalmente cnidarios que pertenecen al grupo de los octocoralia, con una gran contribución de algas y otros organismos (Jordán, 1993), constituyendo un ecosistema complejo y delicado ya que está formado por una intrincada red de relaciones de todos estos organismos asociados (Vargas-Hernández y Román-Vives, 2002). Estas bioconstrucciones, repercuten en la topografía del lecho marino, y alcanzan dimensiones que influyen en aspectos físicos y ecológicos del ambiente circundante (Stearley y Ekdale, 1989). A estas construcciones se encuentran asociados otros organismos, que en su mayoría son invertebrados (Stella *et al.*, 2010; Hutchings, 2012), existen aproximadamente 4,739,000 de especies de invertebrados asociados a corales, pero se estima que pueden existir hasta nueve millones de especies (Reaka-Kudla, 1997).



Los corales cuentan con una topografía compleja y una extraordinaria diversidad de hábitats, de esta manera permiten la asociación con una alta diversidad de organismos, ya que proveen: un sustrato donde residir, alimento y refugio contra depredadores (Stella *et al.*, 2010; Hutchings, 2012). Los moluscos se encuentran asociados a los corales, puesto que los utilizan como hábitat o bien para alimentarse de ellos, ya sea de los tejidos del cuerpo o de las mucosidades que secretan. Sin embargo, la estructura coralina como sustrato es compleja, por lo que las partes blandas y la muerta ofrecen un refugio para una gran cantidad de organismos, entre los cuales se incluyen los moluscos, crustáceos, equinodermos, y otros invertebrados (Ramesh *et al.*, 1996).

Tanto la fuerza constructiva como la destructiva permiten el mantenimiento de los arrecifes coralinos. La primera se refiere a la calcificación y crecimiento de corales y algas incrustantes coralinas, mientras que la segunda incluye erosión física, química y biológica (Tribollet y Golubic, 2011). La eliminación activa de roca y material de revestimiento, se denomina bioerosión y es ocasionada por organismos vivos, el proceso de degradación se lleva a cabo en ambientes sedimentarios marinos tropicales y subtropicales (Stearley y Ekdale, 1989). Una gran cantidad de bioerosión la llevan a cabo gasterópodos, equinoideos y peces que roen y raspan la superficie de la roca. Sin embargo, en términos de volumen, la mayor cantidad de material removido, se lleva a cabo por bivalvos endolíticos, esponjas y gusanos que excavan sustratos duros (Stearley y Ekdale, 1989).

Los organismos horadores crean cavidades en los estratos calcáreos, incrementando así la superficie a colonizar por otros organismos (López *et al.*, 2008). Los litófagos asociados a arrecifes coralinos comprenden especialmente bivalvos, ya que estos organismos necesitan ambientes rocosos de los cuales alimentarse. Los bivalvos litófagos asociados a los corales poseen glándulas en los sifones que secretan proteínas, que les permiten inhibir el efecto de los nematocistos de los corales (Ramesh *et al.*, 1996). La erosión biológica o bioerosión se considera como la fuerza más importante, ya que afecta el sustrato de esqueletos carbonatados, además de tener un papel central en la sedimentación de arrecifes y mantenimiento de la diversidad puesto que crea hábitats y provee alimento (Tribollet y Golubic, 2011).



Arrecifes de coral en México

Los arrecifes de coral en México ocupan un área estimada de 1, 780 km² que se divide en tres regiones: los arrecifes coralinos del Pacífico mexicano, los del golfo de México y los del mar Caribe.

Pacífico mexicano

Los arrecifes de coral que se ubican en las costas del Pacífico, son pequeños, se encuentran formando pequeños parches, por lo que no son considerados como arrecifes coralinos en sentido estricto, sino como comunidades coralinas relevantes (Vargas-Hernández y Román-Vives, 2002). Se ubican desde Baja California: isla del Carmen del Parque Nacional Bahía de Loreto, Cabo Pulmo, bahía de San Gabriel, isla Espíritu Santo y en bahía Salinas; Nayarit: isla Jaltemba, bahía de Banderas; Jalisco: bahía Tenacatita e islas Marietas; Colima: Manzanillo; Guerrero: Zihuatanejo y Oaxaca: entre Puerto Ángel y Huatulco, (Vargas-Hernández y Román-Vives, 2002; Lara-Lara *et al.*, 2008).

Golfo de México

En el Golfo de México, frente a las costas del estado de Veracruz se incluyen más de 25 arrecifes (Malpica, 2000) los cuales se encuentran conformando grandes sistemas: sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan y Sistema Arrecifal Veracruzano.

Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan

Al norte de Veracruz se encuentra el arrecife Lobos-Tuxpan, el cual es considerado como el más grande del norte de México. Se compone de seis arrecifes con origen coralino y se separa en dos grupos de tres arrecifes. El primero es el llamado “Lobos”, donde se incluyen los arrecifes Lobos, Medio y Blanquita; el otro grupo es denominado “Tuxpan” y en éste se incluyen los arrecifes Tuxpan, Enmedio y Tanhuijo (Vargas-Hernández y Román-Vives, 2002).

Sistema Arrecifal Veracruzano

Este sistema está conformado por más de 20 formaciones arrecifales, en conjunto suman más de 52, 000ha, se ubica frente al Puerto de Veracruz y se divide



en dos grandes áreas, las cuales se separan por la desembocadura del río Jamapa. La primera se encuentra frente al puerto de Veracruz y se compone de: arrecifes Punta Gorda, Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Verde, Anegada de Adentro, Sacrificios, Pájaros e Ingeniero; la segunda se localiza frente a Anton Lizardo y se compone de: arrecifes Blanca, Giote, isla de Enmedio, Rizo, Cabezo, Chopas, Polo, Anegada de Afuera, Topatillo, Santiaguillo y Anegadilla (Vargas-Hernández y Román-Vives, 2002).

Mar Caribe

Sistema Arrecifal Mesoamericano

La formación arrecifal más grande en México, es el Sistema Arrecifal Mesoamericano que corresponde a la segunda zona arrecifal más grande del mundo, se ubica en la costa oriental de la península de Yucatán que se extiende desde isla Contoy, Xcalak hasta Banco Chinchorro (Lara-Lara *et al.*, 2008).

Este sistema tiene longitud aproximada de 1,000 km y se localiza en el Mar Caribe. Se extiende desde cabo Catoche, al norte de Quintana Roo, pasando por las costas de Belice y Guatemala extendiéndose hasta el complejo de islas de la bahía/Cayos Cochinos, en la costa norte de Honduras y está formada por 60 áreas naturales protegidas (Ardisson *et al.*, 2011).

JUSTIFICACIÓN

El espacio geográfico en que interactúan el medio acuático, terrestre y la atmósfera, se denomina zona costera (Lara-Lara *et al.*, 2008), esta amplia franja costera provee una gran diversidad de hábitats que van desde arenosos, rocosos, pedregosos y arrecifes de coral que, al estar presentes proveen un hábitat para una gran cantidad de animales y algas (Moreno-Casasola, 2006). Los arrecifes de coral se consideran sitios que proveen recursos pesqueros y atractivos turísticos, además de ser biomas que albergan una enorme diversidad biológica (Lara-Lara *et al.*, 2008).

Por otro lado, el arrecife La Perla del Golfo, forma parte de los ambientes de la franja costera del estado de Veracruz, y puede ser considerado como un hábitat potencial para albergar una gran cantidad de organismos, principalmente



invertebrados. Sin embargo, “La Perla del Golfo” no se incluye en los sistemas arrecifales de México, y no existe ningún tipo de literatura para esta localidad, por lo que la información que puede brindar su estudio es potencialmente importante. Además este arrecife al ser el único que se encuentra en la zona sur del estado de Veracruz, podría estar permitiendo el flujo de especies entre los arrecifes del Golfo de México y los del mar Caribe.

ANTECEDENTES

A pesar de que los arrecifes coralinos en México se encuentran bajo el estatus de áreas naturales protegidas, “La Perla del Golfo” no se incluye dentro de estos esquemas de conservación. Los pobladores de las zonas aledañas conocen la existencia del arrecife, y en algún momento las autoridades correspondientes lo supieron, sin embargo, hasta antes de este trabajo nadie realizó ningún tipo de estudio en la localidad.

Ecología de moluscos bénticos

López-Rivas (2000) describió la composición de la malacofauna asociada a los corales al sur de Nayarit. Ella encontró 121 especies de las clases: Gastropoda, Bivalvia y Polyplacophora, un índice de diversidad $H' = 2.3$, una equitatividad de $J' = 0.55-0.88$, y reconoció ocho formas tróficas. Además identificó seis especies de bivalvos y 13 de gasterópodos dominantes.

López *et al.* (2008) analizaron la criptofauna asociada a colonias de coral muerto de *Montastraea annularis*, de un arrecife venezolano, en el cual observaron que existe una alta diversidad asociada, pero dominada en su mayoría por sipuncúlidos, seguidos por poliquetos, crustáceos, nemátodos, moluscos bivalvos y equinodermos.

Zamorano *et al.* (2008) realizaron un estudio malacofaunístico en el infralitoral rocosos en el estado de Oaxaca, donde encontraron 64 especies, de las cuales 48 eran de gasterópodos, 18 bivalvos y una de polioplacóforo, se observó una $H' > 3.8$.

En el arrecife coralino de Tenacatita en el estado de Jalisco Landa-Jaime *et al.*



(2013) realizaron un análisis de la estructura de la comunidad de los moluscos, tanto de la estructura arrecifal como de los fondos blandos circundantes y en la zona intermareal rocosa. La comunidad de dicha localidad estuvo representada por 123 especies: 87 gasterópodos, 24 bivalvos, 11 poliplacóforos y un cefalópodo. Las especies más abundantes asociadas al coral fueron: *Acar rostrata*, *Lithophaga plumula*, *Chama sordida*, *Jenneria pustulata*, *Muricopsis zeteki*, *Cymatium gibbosum*, *Quoyula madreporarum* y *Q. monodonta*.

Estudios sobre moluscos en los sistemas arrecifales del Golfo de México

García-Cubas *et al.* (1991) estudiaron la estructura de moluscos arrecifales de Veracruz, en nueve zonas. Encontraron 51 especies de gasterópodos y 23 de bivalvos, en las diferentes zonas los valores del índice de diversidad variaron entre $H' = 1.7-3.2$, los de riqueza $d = 1.8-3.4$ y el de equidad $J' = 0.4-0.7$.

Jacome-Pérez (1992) analizó la comunidad de moluscos presentes en el arrecife Anegada de Afuera, en ocho zonas diferentes. Obtuvo 26 especies de bivalvos y gasterópodos, las especies más abundantes fueron *Cerithium litteratum*, *C. atratum* y *Lithopoma tecta americana*, además sus resultados indican que se diferencian dos comunidades dada por la profundidad. En las diferentes zonas el índice de diversidad presentó valores de $H' = 1.2-2$, el de dominancia $D' = 0.24-0.62$ y el de equidad $J' = 0.4-0.9$.

El trabajo de García-Salgado (1992) reporta en el arrecife Anegada de Adentro 24 especies de moluscos, 15 gasterópodos y nueve bivalvos. Los resultados muestran que en las zonas planas y someras se encuentra la mayor diversidad y abundancia, las especies más abundantes fueron *Cerithium litteratum*, *Shiphonaria pectinata*, *Lithopoma tecta americana* y *Barbatia candida*. Los valores de los índices variaron en las diferentes zonas del arrecife: el de diversidad $H' = 1.1-2.4$, el de dominancia $D' = 0.2-0.76$ y el de equidad $J' = 0.31-0.96$.

Aguilar-Estrada (2012) analizó la estructura de la comunidad de gasterópodos en seis diferentes sustratos, a lo largo de un ciclo anual en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, registró 48 especies, 31 géneros y 22 familias, las especies más



abundantes fueron *Cerithium litteratum*, *Lithopoma tecta americana* y *Modulus modulus*.

Estudios en la región de Los Tuxtlas y La Perla del Golfo

Hernández *et al.* (2002) observaron la variabilidad estacional de la comunidad de crustáceos de la facie rocosa intermareal, en Montepío, Veracruz donde encontraron 60 especies, 36 géneros y 19 familias, según el análisis de Olmstead Tukey 65% de las especies fueron ocasionales, 20% comunes, 12% dominantes y 3% indicadoras.

Luviano (2013) cuantificó la abundancia y estimó la densidad de moluscos pertenecientes a la criptofauna de la costa rocosa de Montepío, Veracruz. Además observó la variación de ésta, a través del ciclo anual. Reportó 15 especies de moluscos, las cuales representan 8.5% de la riqueza reportada para el estado de Veracruz. Las clases encontradas fueron Bivalvia y Gastropoda; los bivalvos pertenecieron a 11 especies, y los gasterópodos a siete especies. La diversidad presente en la comunidad fue de $H' = 2.62$, y se observó a *Isognomon bicolor* como la especie más abundante.

Vasallo *et al.* (2014) reportaron la fauna de invertebrados en la playa de Montepío, según el sustrato al que pertenecían, diferenciando en criptofauna y epifauna. Incluyeron 195 especies de nueve grupos taxonómicos, de los cuales, el phylum Mollusca fue el segundo grupo con mayor riqueza, ya que se obtuvieron 65 especies, después de crustáceos con 73 y seguido por equinodermos que presentaron 18 especies; 74 de estas especies representan nuevos registros para Montepío y siete son nuevos registros para Veracruz. El 70% de las especies pertenecen a la epifauna y sólo el 30% de ella corresponden a la criptofauna, la cual está representada por moluscos, poliquetos y sipuncúlidos principalmente.



OBJETIVOS

General

- Conocer la composición de especies de moluscos bénticos asociados al arrecife de coral “La Perla del Golfo”, Veracruz.

Particulares

- Obtener una lista taxonómica de los moluscos bénticos presentes en el arrecife.
- Determinar el cambio en la composición y abundancia de especies de moluscos en las diferentes temporadas del año.
- Caracterizar las especies de moluscos encontradas en el arrecife, según su abundancia y frecuencia de aparición.
- Comparar la diversidad observada con la de otros arrecifes del Golfo de México.

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el arrecife coralino “La Perla del Golfo”, localizado al sur del estado de Veracruz, a 16 km al sureste de la Barra de Sontecomapan (Fig. 1). La zona del arrecife coralino, se encuentra rodeada por costas rocosas, playas y dunas (Guevara *et al.*, 2004).

La Perla del Golfo pertenece al municipio de Mecayapan, Los Tuxtlas, Veracruz. La sierra de Los Tuxtlas, la cual, tiene un origen volcánico, se localiza en la provincia geomorfológica de la planicie costera del Golfo de México y en la subprovincia de la planicie costera de Veracruz, definidas por Lugo y Córdoba en 1992 (Guevara *et al.*, 2004), y se encuentra en la región suroeste del Golfo de México (Felder *et al.*, 2009)



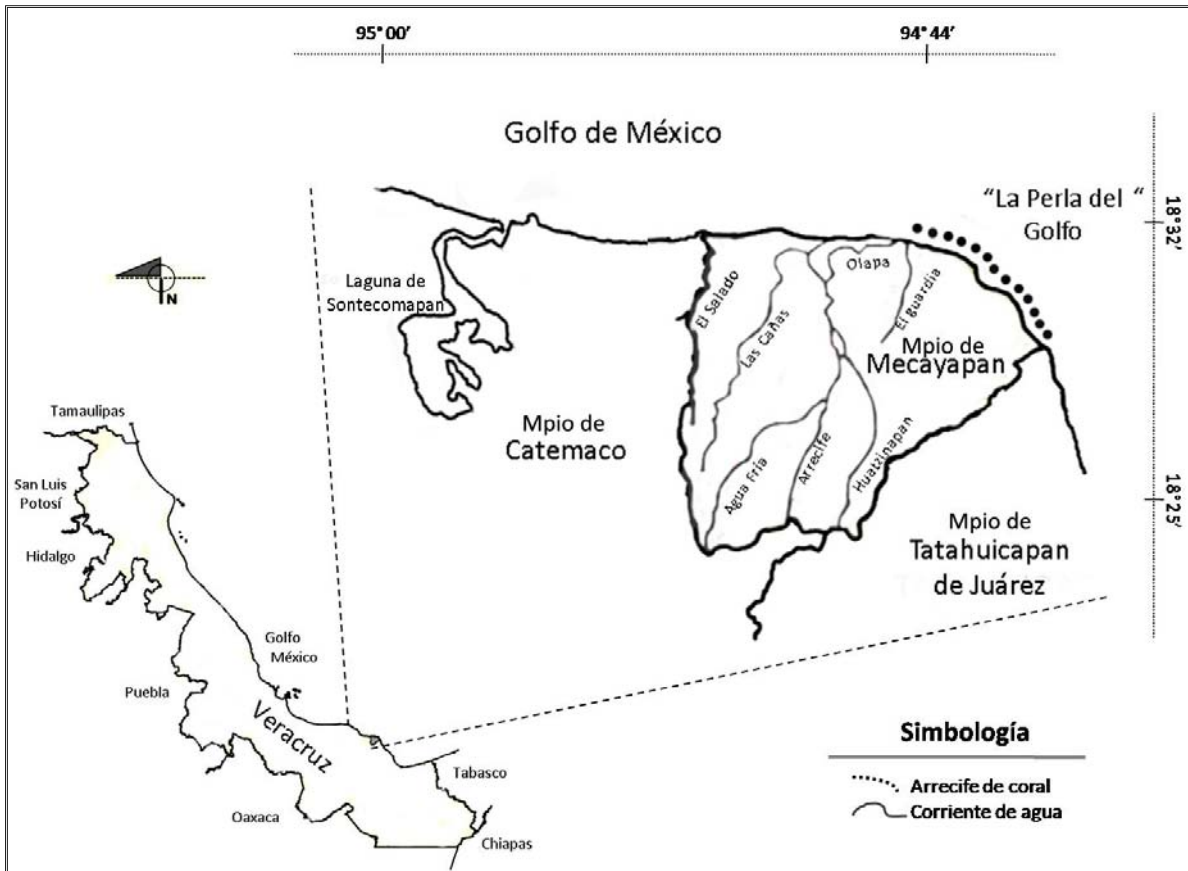


Figura. 1. Mapa de la ubicación del arrecife de coral “La Perla del Golfo”, modificado de INEGI, 2009.

El clima es cálido húmedo Am (f), presenta lluvias en verano con influencia de monzón y se distinguen tres épocas: lluvias en verano y parte de otoño (junio-octubre); nortes, con una gran cantidad de lluvia invernal y fuertes vientos (octubre-febrero) y secas (febrero-junio), donde mayo corresponde al mes más cálido del año (Guerra-Martínez y Lara-Villa, 1996). Su temperatura media anual es mayor de 22°C, mientras que la temperatura del mes más frío es mayor a los 18°C, el promedio de la precipitación anual es mayor a 1,000 mm, donde la precipitación en los meses más húmedos es de 69.1% respecto a la anual, mientras que la precipitación del mes más seco es de 14.7% y va de 0-60mm (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).



MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Los muestreos realizados en el arrecife “La Perla del Golfo” se llevaron a cabo el: 24 de mayo (secas) y 29 de agosto (lluvias) del 2013, y 14 de febrero (nortes) de 2014. Por accesibilidad, se seleccionó un punto ubicado en las coordenadas 18°32'37.60" N, 94°49'54.87" W, en el cual se llevaron a cabo los tres muestreos.

En cada uno de los muestreos mediante buceo libre se obtuvieron dos muestras (muestra y réplica) de rocas sueltas de coral muerto, las cuales fueron elegidas al azar. Cada muestra al igual que la réplica, consistió de una cubeta de 20kg, ambas cubetas fueron llenadas con agua de mar y transportadas al laboratorio.

Este tipo de muestreos ha sido utilizado para estudiar a los bivalvos asociados a las rocas del coral por Morán *et al.* (2014), sin embargo, la complejidad estructural del sustrato permite que se obtengan organismos asociados a las oquedades y grietas formadas en las rocas coralinas.

Trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio se realizó en tres laboratorios distintos, pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La primera parte del trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, Veracruz, donde utilizando un dinamómetro y una cubeta graduada con agua, se obtuvo el peso y volumen de las muestras de roca, respectivamente. Posteriormente con los datos obtenidos, se calculó la densidad de cada una de las muestras de roca y el agua de mar fue sustituida por etanol al 70%.

En la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB) de la UNAM, las rocas se fragmentaron utilizando cincel y martillo, para extraer todos los invertebrados asociados a este sustrato, después de lo cual fueron colocados en frascos con etanol al 70% para su preservación, y todos los moluscos fueron separados por morfotipos. Cada uno de los moluscos bivalvos fue medido con vernier y los más pequeños fueron observados a través de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss, donde fueron medidos.

Por último, en el Laboratorio de Malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM, todos los moluscos fueron observados a través de



un microscopio estereoscópico Carl Zeiss, para hacer posible su identificación. Para tal efecto, se observaron las características morfológicas de las conchas y se utilizaron las claves taxonómicas de Abbot (1966, 1974, 1994); Sabelli (1982); Kaas y Van Belle (1985a, 1985b, 1987, 1990, 1994); Lyons (1988); Redfern (2001); Dance (2002); Harald (2002); García-Ríos (2003); García-Cubas (2004, 2007); Behrens y Hermosillo (2005); García *et al.* (2008) y Tunnell *et al.* (2010) para realizar la identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible.

Análisis de datos

Se calculó la densidad de moluscos por volumen (medido como capacidad), equivalente a un litro de roca (1000 cm³) en cada una de las muestras tomadas. Además se calcularon los índices de riqueza, diversidad, abundancia, equidad y el promedio de distinción taxonómica, utilizando la abundancia total de individuos de todas las clases y empleando el programa Primer v6.

El número de especies presentes en cierta comunidad, por sí solo, no es un buen descriptor de la diversidad presente (Rodríguez, 2014), ya que la diversidad se compone tanto de la variación como de la abundancia relativa de especies (Magurran, 1989). Sin embargo, existen diversos índices que no sólo consideran el número de especies, sino también la abundancia de éstas y la diversidad de categorías taxonómicas.

Índice de Margalef (d). Este índice estima la diversidad a partir del número de especies con base al número total de individuos (Clarke y Warwick, 2001).

$$d = \frac{(S-1)}{\log N}$$

Donde

N= número total de individuos

S= número de especies

Índice de Shannon (H'). Propuesto por Shannon y Weaver (1949), considera indefinido el tamaño de una población y que los individuos fueron muestreados al azar. Asume que todas las especies están incluidas en la muestra (Rodríguez, 2014).



$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \log_2(p_i)$$

Donde

S= Número de especies.

p_i = Proporción de individuos en la especie i ($i=1, \dots, S$)

$p_i = n_i/N$

Índice de Simpson (D). Propuesto por Simpson (1949), calcula la probabilidad de que dos individuos en una comunidad al ser extraídos independientemente al azar, pertenezcan a la misma especie (Magurran, 1989).

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \right)$$

Donde:

n_i = es el número de individuos en la especie i ($i=1, \dots, S$)

N= número total de individuos

Índice de equidad (J["]) de Pielou (1975). Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada (Magurran, 1989).

$$J'' = \frac{H'}{H_{max}}$$

Promedio de distinción taxonómica (Δ^+). Este índice propuesto por Clarke y Warwick (1995), calcula la distancia promedio entre las especies, considerando no solo la riqueza y diversidad, sino también el arreglo taxonómico de éstas, basándose en la presencia/ausencia de las especies (Clarke y Warwick, 1999). Según Warwick y Clarke (1995) se define como:

$$\Delta^+ = \frac{(\sum_{i>j} w_{ij})}{\binom{s(s-1)}{2}}$$

Donde:

i y j = par de especies a ser analizadas



w_{ij} = peso dado por la distancia de la especie i y j relacionadas en una jerarquía taxonómica

k = número de la jerarquía taxonómica correspondiente

s = número total de especies

Variación en la distinción taxonómica (λ^+). Se basa en las diferencias de longitud de las ramas del árbol hipotético entre pares de especies, y así refleja la uniformidad en la jerarquización de los niveles taxonómicos a los que pertenecen las especies. Se define como:

$$\lambda^+ = \frac{\sum \sum_{i \neq j} \omega_{ij}^2}{s(s-1)} = -\tilde{\omega}$$

$$-\tilde{\omega} = \frac{\sum \sum_{i \neq j} \omega_{ij}}{s(s-1)} = \Delta^+$$

Donde:

i y j = par de especies a ser analizadas

ω_{ij}^2 = cuadrado del peso asignado a las distancia taxonómica entre cada par de especies dentro de la categoría taxonómica

Δ^+ = promedio de distinción taxonómica

s = número total de especies

Para caracterizar a las especies a partir de su frecuencia de aparición y la abundancia relativa, se utilizó el diagrama de Olmstead-Tukey en el programa Statistics SPSS 22. También se realizó una curva de acumulación de especies considerando la muestra y la réplica de cada muestreo, y utilizando el programa Primer v6 se aplicó el estimador Jackknife 2.

Jackknife 2. Este estimador no paramétrico utiliza el número de *Uniques* y *Duplicates* (especies que aparecen en una o dos muestras, respectivamente), está basado en la frecuencia, ya que utiliza la presencia y ausencia de las especies para cuantificar la rarefacción. Además por medio de la cuantificación de la rareza de especies



colectadas estima el número de especies que faltan por encontrar (Colwell y Coddington 1994; Colwell, 2013).

Se analizó la similitud en riqueza y abundancia de especies de moluscos presentes en La Perla del Golfo, con respecto a las que se presentan en otros arrecifes. Se utilizaron los registros de gasterópodos en los trabajos realizados en el arrecife Anegada de Adentro por García (1992), Anegada de Afuera de Jacome (1992), Arrecife Lobos de Vicencio (2013) e Isla Verde de Aguilar-Estrada *et al.* (2014). Además, se comparó el número de especies obtenidas en La Perla del Golfo, con las reportadas por Castillo-Rodríguez (2014) para el Golfo de México en general.

Adicionalmente se realizó un catálogo fotográfico con las especies de moluscos del arrecife “La Perla del Golfo”, incluidas en este trabajo. La mayor parte de las fotografías se tomaron en el laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad del IB de la UNAM con la asesoría técnica de la Biol. Susana Guzmán, el resto de las fotografías se tomaron en el laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos.

RESULTADOS

Composición específica

En total para los tres muestreos, se recolectaron 80.5 kg de roca de coral, que correspondieron a 47 L en volumen. Se encontraron 2,614 moluscos, pertenecientes a cuatro clases, 18 órdenes, 49 familias, 71 géneros y 86 morfotipos (Tabla 1). De estos 86 morfotipos, se identificaron 72 especies, 13 a nivel de género y uno se identificó sólo a nivel de familia. Las 86 especies se agruparon en las clases: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora y Scaphopoda.

La clase Bivalvia representó la mayor abundancia con 2,258 individuos, seguida por las clases Gastropoda y Polyplacophora con 216 y 138 individuos respectivamente. Finalmente, la clase Scaphopoda presentó solo dos individuos (Fig. 2a). Gastropoda fue la clase con mayor riqueza específica al presentar 48 especies, la



siguió la clase Bivalvia, con 31 especies, posteriormente se encontraron las clases Polyplacophora y Scaphopoda con seis y una especie, respectivamente (Fig. 2b).

Las 48 especies de gasterópodos, se ordenan en 41 géneros, 25 familias y 11 órdenes (Tabla 1). Los gasterópodos que fueron identificados hasta el nivel taxonómico menos pertenecen a Doridae, a nueve morfoespecies se les asignó únicamente el género y el resto fueron identificadas hasta nivel de especie. La especie con mayor abundancia fue *Lottia leucopleura* (Gmelin, 1791) con 59 individuos, seguida de *Trachypollia nodulosa* (C. B. Adams, 1845) y *Lithopoma tecta americana* (Gmelin, 1791) con 27 y 14 individuos, respectivamente (Fig. 3). Sin embargo, *Petalconchus* sp. no fue incluida en la cuantificación de la abundancia debido a la dificultad de identificar la concha completa para un solo individuo, sin embargo, estuvo presente en todos los muestreos.

Las 31 especies de bivalvos pertenecen a 25 géneros, 15 familias y cinco órdenes (Tabla 1). Solo *Strigilla* sp. y *Cymatinoa* sp. fueron identificadas a nivel de género, y las 29 restantes a nivel de especie. *Isognomon* fue el género más abundante con las especies *Isognomon bicolor* (C. B. Adams, 1845) e *I. radiatus* (Anton, 1839) que presentaron 694 y 675 individuos respectivamente, seguidas de estas especies se encuentra *Acar domingensis* (Lamarck, 1819) con 315 individuos. Mientras que *Botula fusca* (Gmelin, 1791) y *Papyridea semisulcata* (Gray, 1825) solo presentaron un individuo en todo el estudio (Fig. 4).

Mientras tanto, la clase Polyplacophora estuvo representada por seis especies que correspondieron a cuatro géneros, cuatro familias y un orden (Tabla 1). La especie más abundante fue *Acanthochitona* sp. con 73 individuos, seguida de *Chaetopleura (Chaetopleura) apiculata* (Say, 1834) con 35 individuos (Fig. 5).

En la clase Scaphopoda, la familia Rhabdidae, del orden Dentaliida (Fig. 5) estuvo representada por dos individuos del género *Rhabdus* sp., siendo así el único género perteneciente a esta clase.



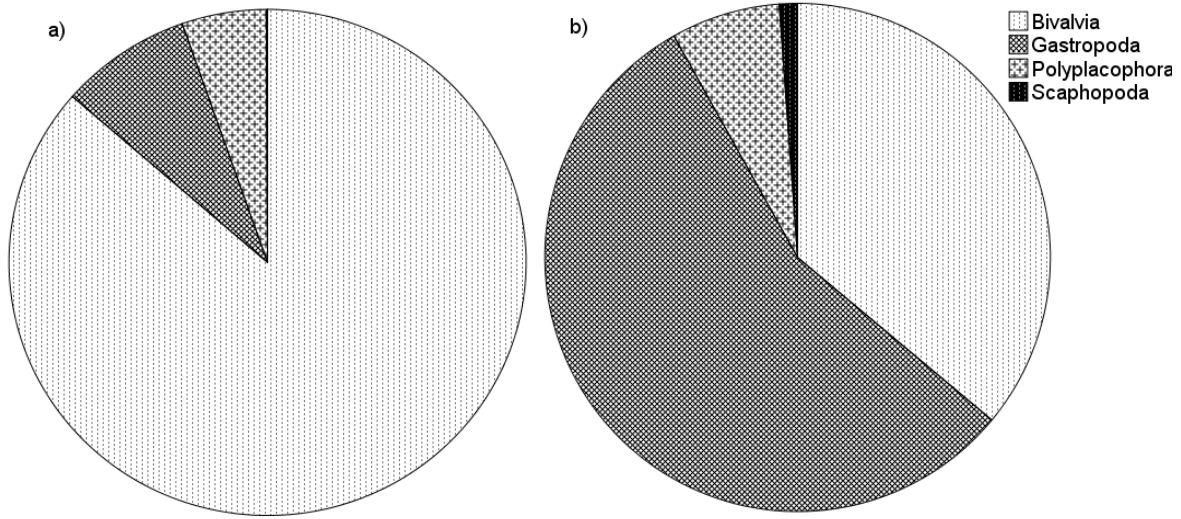


Figura 2. a) abundancia relativa y b) riqueza específica de las clases Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora y Scaphopoda del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz.

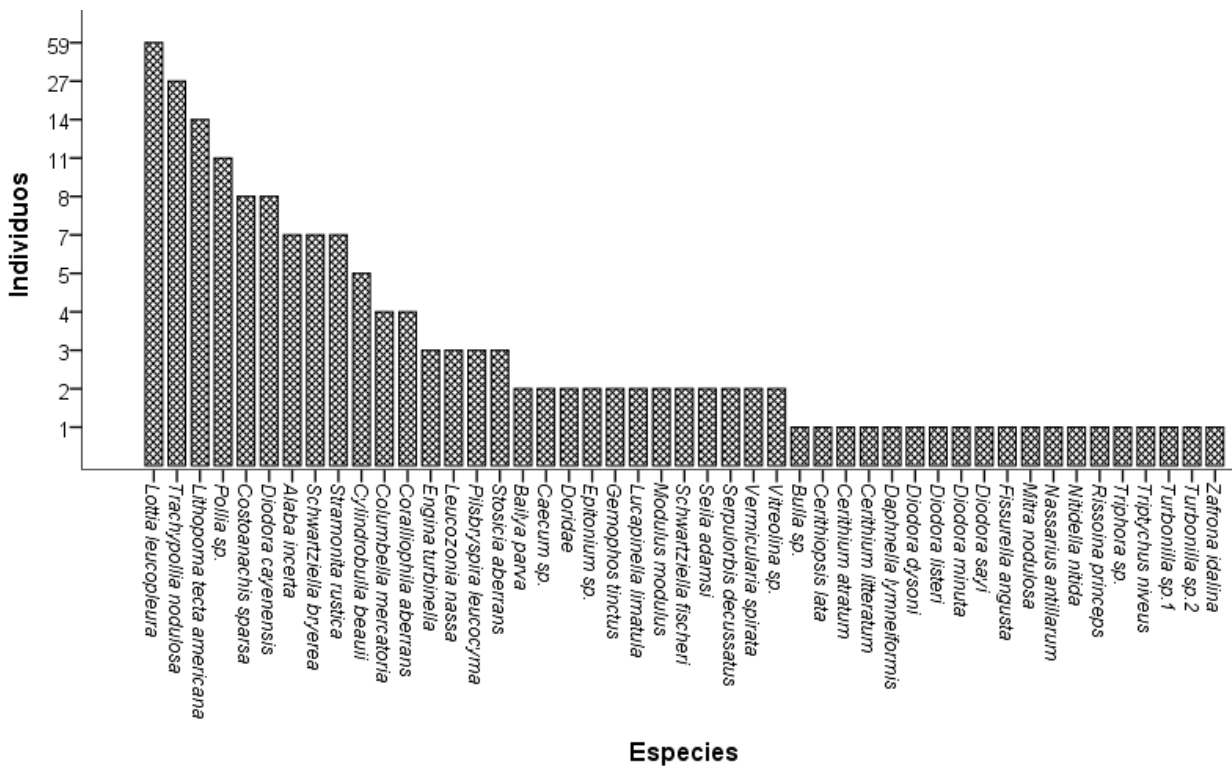


Figura 3. Abundancia de especies de gasterópodos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz (escala arbitraria, con fines visuales).



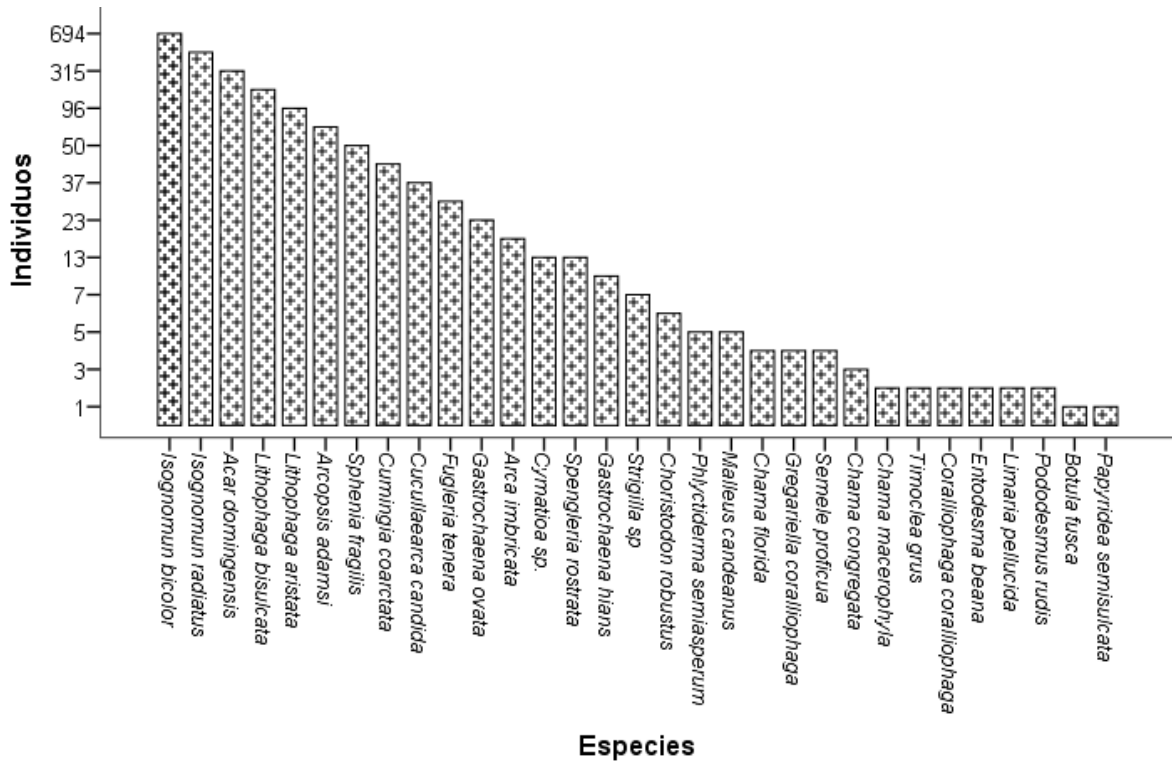


Figura 4. Abundancia para cada una de las especies de bivalvos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz (escala arbitraria, con fines visuales).

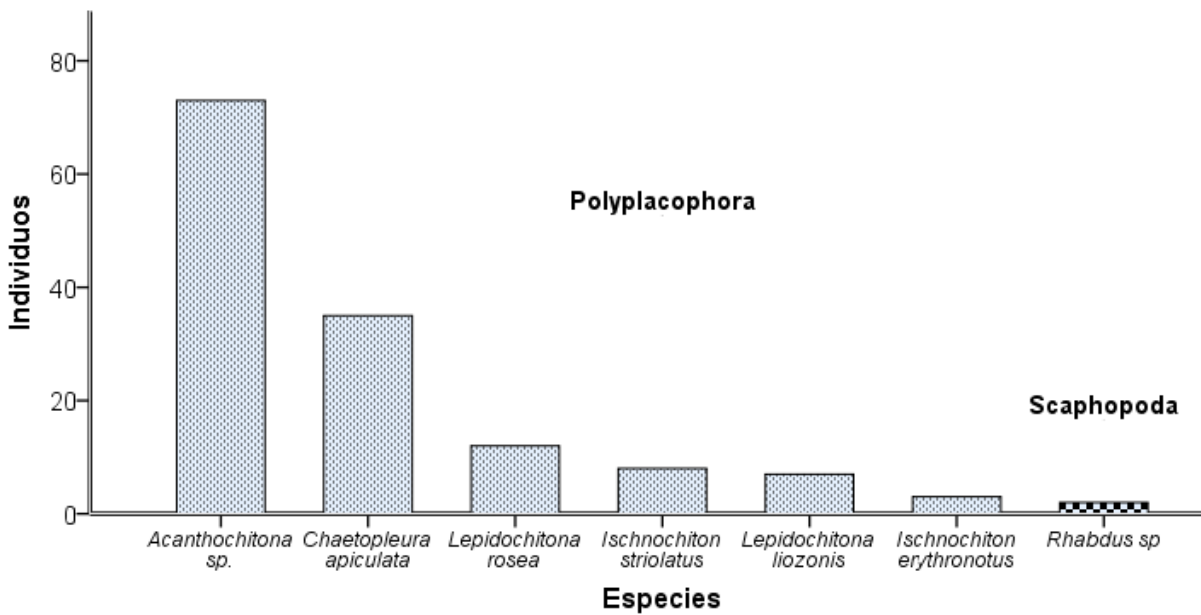


Figura 5. Abundancia total de especies de poliplacóforos y escafópodos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz.



Composición taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las especies de moluscos presentes en “La Perla del Golfo”, actualizado según Rosenberg (2009). Se siguió la clasificación taxonómica propuesta por Bouchet y Rocroi (2005) para el caso de gasterópodos, para bivalvos se siguió el orden propuesto por Abbott (1974), para poliplacóforos Kaas y Van Belle (1985), mientras que para escafópodos se siguió a Scarabino (2015).

-
- Clase Gastropoda Cuvier, 1795
 - Clado Patellogastropoda
 - Superfamilia Lottioidea Gray, 1840
 - Familia Acmaeidae Carpenter, 1857
 - Género *Lottia* Gray, 1833
 - Especie ***Lottia leucopleura*** (Gmelin, 1791)
 - Clado Vetigastropoda
 - Superfamilia Fissurelloidea Fleming, 1822
 - Familia Fissurellidae Fleming, 1822
 - Subfamilia Diodorinae Odhner, 1932
 - Género *Diodora* Gray, 1821
 - Especie ***Diodora cayenensis*** (Lamarck, 1822)
 - Especie ***Diodora minuta*** (Lamarck, 1822)
 - Especie ***Diodora sayi*** (Dall, 1899)
 - Especie ***Diodora dysoni*** (Reeve, 1850)
 - Especie ***Diodora listeri*** (d^o Orbigny, 1847)
 - Subfamilia Emarginulinae Children, 1834
 - Género *Lucapinella* Pilsbry, 1890
 - Especie ***Lucapinella limatula*** (Reeve, 1850)
 - Subfamilia Fissurellinae Fleming, 1822
 - Género *Fissurella* Bruguière, 1789
 - Especie ***Fissurella angusta*** (Gmelin, 1971)
 - Superfamilia Turbinoidea Rafinesque, 1815
 - Familia Turbinidae Rafinesque, 1815
 - Subfamilia Astrapaeinae Davies, 1933
 - Género *Lithopoma* Gray, 1850
 - Especie ***Lithopoma tecta americana*** (Lightfoot, 1786)
 - Clado Littorinimorpha
 - Superfamilia Rissoidea Gray, 1847
 - Familia Rissoinidae Stimpson, 1865
 - Género *Rissoina*
 - Especie ***Rissoina pulchra*** (C. B. Adams, 1850)
 - Especie ***Rissoina princeps*** (C. B. Adams, 1850)
 - Género *Schwartziella* G. Nevill, 1881
 - Especie ***Schwartziella bryerea*** (Montagu, 1803)
 - Especie ***Schwartziella fischeri*** (Desjardin, 1949)
 - Género *Stosicia* Brusina, 1870



- Especie ***Stosicia aberrans*** (C. B. Adams, 1850)
 - Familia Caecidae Gray, 1850
 - Género ***Caecum*** Fleming, 1813
- Superfamilia Vermetoidea Rafinesque, 1815
 - Familia Vermetidae Rafinesque, 1815
 - Género ***Petalconchus*** H. C. Lea, 1843
 - Género *Serpulorbis* Sassi, 1827
 - Especie ***Serpulorbis decussatus*** (Gmelin, 1791)
- Clado Sorbeconcha
 - Superfamilia Cerithioidea Fleming, 1822
 - Familia Cerithiidae Fleming, 1822
 - Subfamilia Cerithiinae Fleming, 1822
 - Género *Cerithium* Bruguière, 1789
 - Especie ***Cerithium litteratum*** (Born, 1778)
 - Especie ***Cerithium atratum*** (Born, 1778)
 - Familia Litiopidae Gray, 1847
 - Género *Alaba* H. Adams y A. Adams, 1853
 - Especie ***Alaba incerta*** (d'Orbigny, 1841)
 - Familia Modulidae Fischer, 1884
 - Género *Modulus* Gray, 1842
 - Especie ***Modulus modolus*** (Linnaeus, 1758)
 - Familia Turritellidae Clarke, 1851
 - Género *Vermicularia* Lamarck, 1799
 - Especie ***Vermicularia spirata*** (Philippi, 1836)
- Grupo Ptenoglossa
 - Superfamilia Eulimoidea Philippi, 1853
 - Familia Eulimidae Philippi, 1853
 - Género ***Vitreolina*** Monterosato, 1884
 - Superfamilia Triphoroidea Gray, 1847
 - Familia Cerithiopsidae H. Adams y A. Adams, 1853
 - Género *Cerithiopsis* Forbes y Hanley, 1850
 - Especie ***Cerithiopsis lata*** (C. B. Adams, 1850)
 - Género *Seila* A. Adams, 1861
 - Especie ***Seila adamsii*** (H. C. Lea, 1845)
 - Familia Triphoridae Gray, 1847
 - Género ***Triphora*** Blainville, 1828
 - Superfamilia Epitonioidae Berry, 1920 (1812)
 - Familia Epitoniidae S. S. Berry, 1910
 - Género ***Epitonium*** Röding, 1798
- Clado Neogastropoda
 - Superfamilia Buccinoidea
 - Familia Buccinidae
 - Género *Bailya* M. Smith, 1944
 - Especie ***Bailya parva*** (C. B. Adams, 1850)



- Género *Engina* Gray, 1839
 - Especie ***Engina turbinella*** (Kiener, 1835)
- Género *Gemophos* Olsson y Harbison, 1953
 - Especie ***Gemophos tinctus*** (Conrad, 1846)
- Género ***Pollia*** Gray, 1834
- Familia Columbellidae Swainson, 1840
 - Género *Columbella* Lamarck, 1799
 - Especie ***Columbella mercatoria*** (Linnaeus 1758)
 - Género *Costoanachis* Sacco, 1890
 - Especie ***Costoanachis sparsa*** (Reeve, 1859)
 - Género *Nitidella* Swainson, 1840
 - Especie ***Nitidella nitida*** (Lamarck, 1822)
 - Género *Zafrona* Iredale, 1916
 - Especie ***Zafrona idalina*** (Duclos, 1840)
- Familia Fasciolariidae Gray, 1853
 - Subfamilia Peristerniinae Tryon, 1880
 - Género *Leucozonia* Gray, 1847
 - Especie ***Leucozonia nassa*** (Gmelin, 1791)
- Familia Nassariidae Iredale, 1916
 - Género *Nassarius* Duméril, 1806
 - Especie ***Nassarius antillarum*** (d" Orbigny, 1847)
- Superfamilia Muricoidea Rafinesque, 1815
 - Familia Muricidae da Costa, 1776
 - Género *Trachypollia* Woodring, 1928
 - Especie ***Trachypollia nodulosa*** (C. B. Adams, 1845)
 - Género *Stramonita* Schumacher, 1817
 - Especie ***Stramonita rustica*** (Lamarck, 1822)
 - Subfamilia Coralliophilinae Chenu, 1859
 - Género *Coralliophila* H. y A Adams, 1853
 - Especie ***Coralliophila aberrans*** (C. B. Adams, 1850)
- Familia Mitridae Swainson, 1831
 - Subfamilia Mitrinae Swainson, 1831
 - Género *Mitra* Lamarck, 1798
 - Especie ***Mitra nodulosa*** (Gmelin, 1791)
- Superfamilia Conoidea
 - Familia Pseudomelatomidae Morrison, 1966
 - Género *Pilsbryspira* Bartsch, 1950
 - Especie ***Pilsbryspira leucocyma*** (Dall, 1884)
 - Género *Daphnella* Hinds, 1844
 - Especie ***Daphnella lymneiformis*** (Kiener, 1840)
- Clado Heterobranquia
 - Superfamilia Pyramidelloidea Gray, 1840
 - Familia Pyramidellidae Gray, 1840
 - Género *Triptychus* Mörch, 1875



Especie ***Triptychus niveus*** (Mörch, 1875)
 Género *Turbonilla* Risso, 1826
 Especie ***Turbonilla sp. 1***
 Especie ***Turbonilla sp. 2***

Clado Cephalaspidea
 Superfamilia Bulloidea Gray, 1827
 Familia Bullidae Rafinesque, 1815
 Género ***Bulla*** Linnaeus, 1758

Grupo Cyndrobullida
 Superfamilia Cyndrobulloidea Thiele, 1931
 Familia Cyndrobullidae Thiele, 1931
 Género *Cyndrobulla* P. Fischer, 1857
 Especie ***Cyndrobulla beauii*** P. Fischer, 1857

Clado Euctenidiacea
 Subclado Doridacea
 Superfamilia Doridoidea Rafinesque, 1815
 Familia **Dorididae** Rafinesque, 1815

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758
 Subclase Pteriomorpha Beurlen, 1944
 Orden Arcoida Stoliczka, 1871
 Superfamilia Arcacea Lamarck, 1809
 Familia Arcidae Lamarck, 1809
 Subfamilia Arcinae Lamarck, 1809
 Género *Arca* Linnaeus, 1758
 Especie ***Arca imbricata*** Bruguière, 1789
 Género *Acar* Gray, 1842
 Especie ***Acar domingensis*** (Lamarck, 1819)
 Género *Fugleria* Reinhart, 1937
 Especie ***Fugleria tenera*** (C. B. Adams, 1845)
 Género *Cucullaearca* Conrad, 1865
 Especie ***Cucullaearca candida*** (Helbling, 1779)
 Subfamilia Striarcinae MacNeil, 1938
 Género *Arcopsis* von Koenen, 1885
 Especie ***Arcopsis adamsi*** (Dall, 1886)

Orden Mytiloida Rafinesque, 1815
 Superfamilia Mytilacea Rafinesque, 1815
 Familia Mytilidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Lithophaginae H. y A. Adams, 1857
 Género *Lithophaga* Röding, 1798
 Especie ***Lithophaga aristata*** (Dillwyn, 1817)
 Especie ***Lithophaga bisulcata*** (Orbigny, 1842)
 Género *Gregariella* Monterosato, 1884
 Especie ***Gregariella coralliophaga*** (Gmelin, 1791)
 Subfamilia Modiolinae Keen, 1985



Género *Botula* Mörch, 1853
 Especie ***Boluta fusca*** (Gmelin, 1791)
 Orden Pterioida Newell, 1965
 Suborden Pteriina Newell, 1965
 Superfamilia Pteriacea Gray, 1847
 Familia Isognomonidae Woodring, 1925
 Género *Isognomon* Lightfoot, 1786
 Especie ***Isognomon bicolor*** (C. B. Adams, 1845)
 Especie ***Isognomon radiatus*** (Anton, 1839)
 Familia Malleidae Lamarck, 1799
 Género *Malleus* Lamarck, 1799
 Especie ***Malleus candeanus*** (d'Orbigny, 1842)
 Superfamilia Anomiacea Rafinesque, 1815
 Familia Anomiidae Rafinesque, 1825
 Género *Pododesmus* Philippi, 1837
 Especie ***Pododesmus rudis*** (Broderip, 1834)
 Superfamilia Limacea Rafinesque, 1815
 Familia Limidae Rafinesque, 1815
 Género *Limaria* Link, 1807
 Especie ***Limaria pellucida*** (C. B. Adams, 1848)
 Subclase Heterodonta Neumayr, 1884
 Orden Veneroidea Gray, 1854
 Superfamilia Chamacea Lamarck, 1809
 Familia Chamidae Lamarck, 1809
 Género *Chama* Linnaeus, 1758
 Especie ***Chama macerophylla*** (Gmelin, 1791)
 Especie ***Chama congregata*** Conrad, 1833
 Especie ***Chama florida*** Lamarck, 1819
 Superfamilia Cardioidea Lamarck, 1809
 Familia Cardiidae Lamarck, 1809
 Género *Papyridea* Swainson, 1840
 Especie ***Papyridea semisulcata*** (Gray, 1825)
 Superfamilia Galeommatoidea Gray, 1840
 Familia Galeommatidae Gray, 1840
 Género *Cymatioa* Berry, 1964
 Especie ***Cymatioa sp.***
 Superfamilia Solenacea Lamarck, 1809
 Familia Tellinidae Blainville, 1814
 Subfamilia Tellininae Blainville, 1814
 Género *Strigilla* Turton, 1822
 Especies ***Strigilla sp.***
 Familia Semelidae Stoliczka, 1870
 Género *Semele* Schumacher, 1817
 Especie ***Semele proficua*** (Pulteney, 1799)



Género *Cumingia* Sowerby, 1833
 Especie ***Cumingia coarctata*** Sowerby, 1833
 Familia Trapezidae Lamy, 1920
 Género *Coralliophaga* Blainville, 1824
 Especie ***Coralliophaga coralliophaga*** (Gmelin, 1791)
 Superfamilia Ungulinoidea Gray, 1854
 Familia Ungulinidae H. y A. Adams, 1857
 Género *Phlyctiderma* Dall, 1899
 Especie ***Phlyctiderma semiasperum*** (Philippi, 1836)
 Superfamilia Pandoroidea
 Familia Lyonsiidae Fischer, 1887
 Género *Entodesma* Philippi, 1845
 Especie ***Entodesma beana*** (d'Orbigny, 1853)
 Superfamilia Veneracea Rafinesque, 1815
 Familia Veneridae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Chioninae Frizzell, 1936
 Género *Timoclea* T. Brown, 1827
 Especie ***Timoclea grus*** (Holmes, 1858)
 Subfamilia Petricolinae d'Orbigny, 1840
 Género *Choristodon* Jonas, 1844
 Especie ***Choristodon robustus*** (Sowerby, 1834)
 Orden Myoida Stoliczka, 1870
 Superfamilia Myacea Lamarck, 1809
 Familia Myidae Lamarck, 1809
 Género *Sphenia* Turton, 1822
 Especie ***Sphenia fragilis*** (H. Adams y A. Adams, 1854)
 Superfamilia Gastrochaenacea Gray, 1840
 Familia Gastrochaenidae, Gray, 1840
 Género *Gastrochaena* Spengler, 1783
 Especie ***Gastrochaena ovata*** Sowerby, 1834
 Especie ***Gastrochaena hians*** (Gmelin, 1791)
 Género *Spengleria* Spengler, 1783
 Especie ***Spengleria rostrata*** Spengler, 1783
 Clase Polyplacophora Gray, 1821
 Orden Chitonida Thiele, 1909
 Familia Acanthochitonidae Pilsbry, 1883
 Género ***Acanthochitona*** Gray, 1821
 Familia Chaetopleuridae Plate, 1899
 Género *Chaetopleura* Shuttleworth, 1853
 Subgénero *Chaetopleura* (Shuttleworth, 1853)
 Especie ***Chaetopleura (Chaetopleura) apiculata***
 (Say, 1834)
 Familia Lepidochitonidae Iredale, 1914
 Género *Lepidochitona* Gray, 1821



Subgénero *Lepidochitona* Gray, 1821
 Especie ***Lepidochitona (Lepidochitona) rosea*** Kaas, 1972
 Especie ***Lepidochitona (Lepidochitona) liozonis*** (Dall y Simpson, 1901)
 Familia Ischnochitonidae Dall, 1889
 Género *Ischnochiton* Gray, 1847
 Subgénero *Ischnochiton* Gray, 1847
 Especie ***Ischnochiton (Ischnochiton) striolatus*** Gray, 1821
 Especie ***Ischnochiton (Ischnochiton) erythronotus*** (C. B. Adams, 1845)

Clase Scaphopoda Bronn, 1862
 Orden Dentaliida Starobogatov, 1974
 Familia Rhabdidae Chistikov, 1975
 Género *Rhabdus* Pilsbry y Sharp, 1897

Tabla 2. Densidad de las rocas obtenidas en cada muestreo

Muestreo	Secas (24 mayo)		Lluvias (29 agosto)		Nortes (14 febrero)	
Peso (kg)	12	13	14	15	14	12.5
Volumen (L)	7	5.5	8	8	9.5	9
Densidad (g/cm ³)	17.14	23.63	17.5	18.75	14.73	13.88

Densidad de la roca de coral

Se fragmentaron 80.5 kg de roca que fue extraída en las muestra y la réplica en los tres muestreos, de los cuales, la que presentó mayor densidad fue la réplica del primer muestreo realizado el 24 mayo de 2013 (Tabla 2), con una densidad de 23.63 g/cm³.

Correlación entre la densidad de la roca y el número de individuos

Se encontró una correlación negativa entre la densidad de la roca en cada una de las muestras, y el número total de individuos, así como con el número de individuos por separado para las tres clases que aparecieron en todos los muestreos (Fig.6).



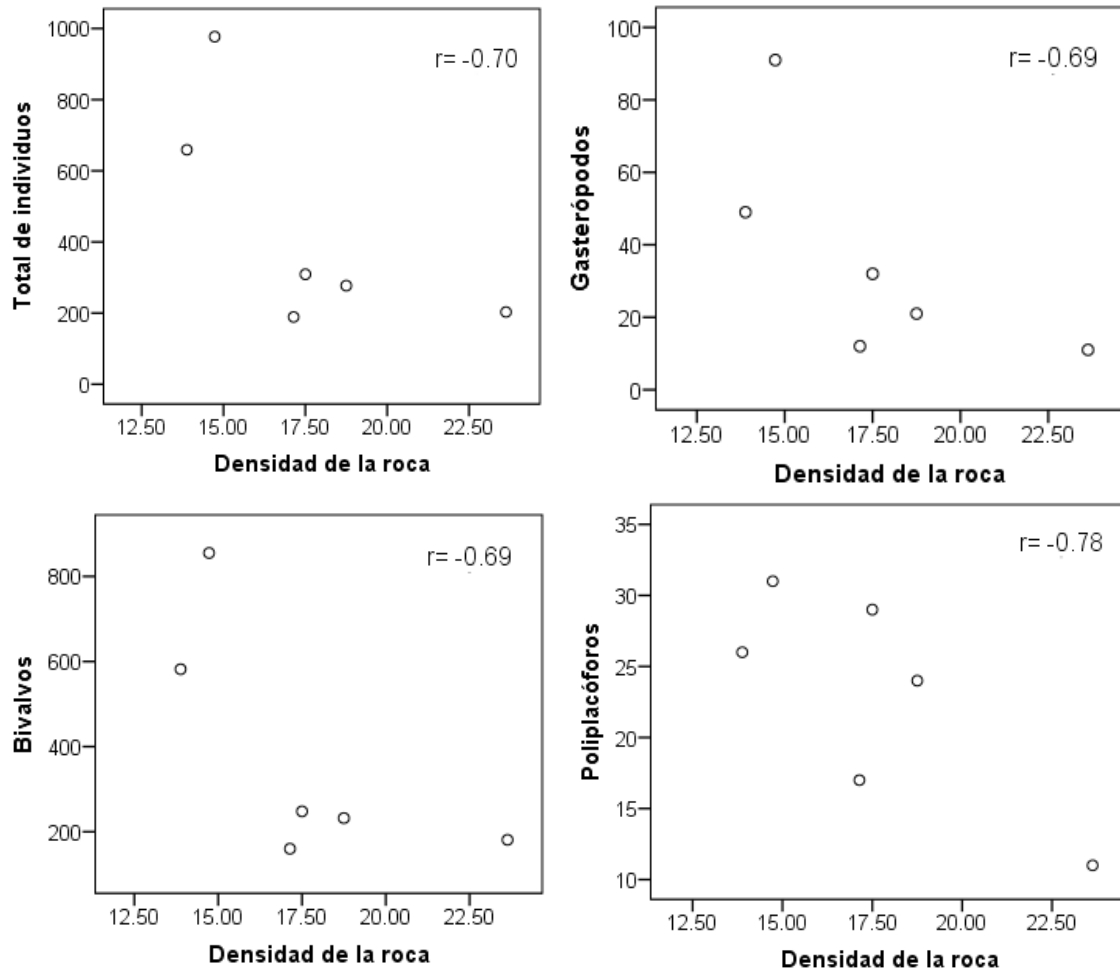


Figura 6. Correlación de la densidad de la roca vs el total de individuos, para cada una de las clases de moluscos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz.

Variación estacional

Riqueza específica

El número de especies para la clase Gastropoda fue de 16 en secas, 15 en lluvias y 36 en nortes, de la clase Bivalvia se encontraron 22 especies tanto en secas como en lluvias y 29 en nortes. Mientras tanto para la clase Polyplacophora el número de especies fue de cuatro, cinco y seis en secas, lluvias y nortes, respectivamente. La clase Scaphopoda por su parte, sólo se registró en nortes con sólo una especie (Fig. 7).



Abundancia

Gastropoda presentó 23, 53 y 140 individuos en la temporada de secas, lluvias y nortes, respectivamente. Bivalvia fue la clase con mayor abundancia en todos los muestreos, en la muestra de secas se encontraron 341 individuos, 480 en lluvias y 1,437 individuos en la muestra de nortes. En secas se registraron 28 individuos de la clase Polyplacophora, 53 en lluvias y 25 en nortes, mientras que la clase Scaphopoda sólo presentó dos individuos en la muestra de lluvias (Fig. 7).

Densidad de individuos

La densidad para la muestra de secas fue de 189 individuos por litro de roca (ind/L), siendo así la densidad más baja registrada para las seis muestras, mientras que la muestra con mayor densidad fue la de nortes con 977 ind/L. La densidad promedio fue de 55.6 ind/L (Fig. 8).

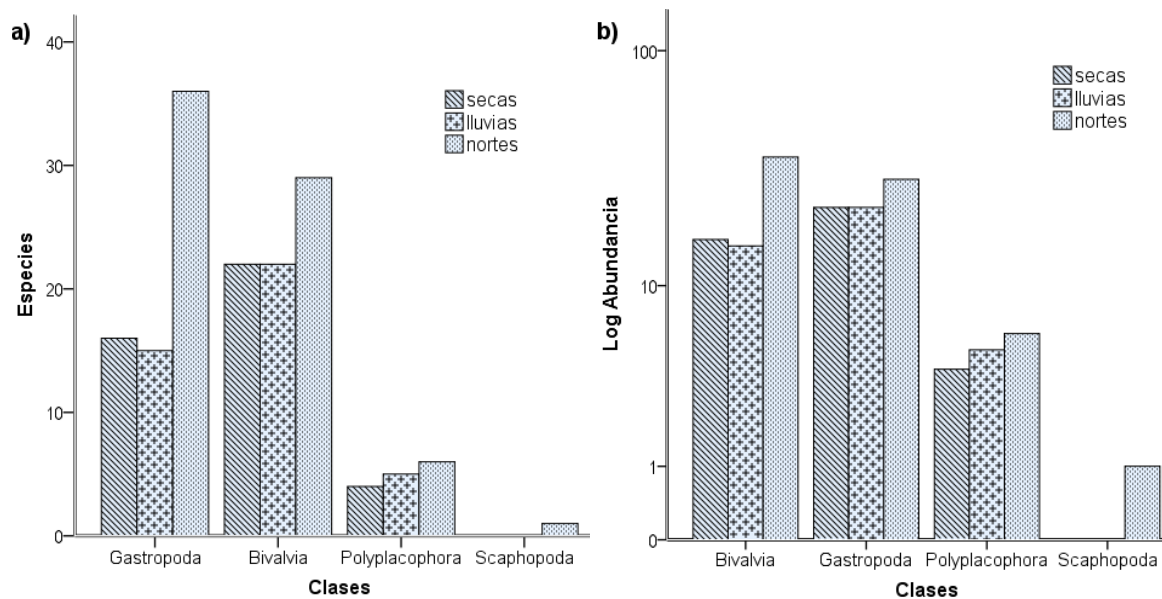


Figura 7. Variación estacional de las clases de moluscos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz. a) riqueza y b) abundancia.



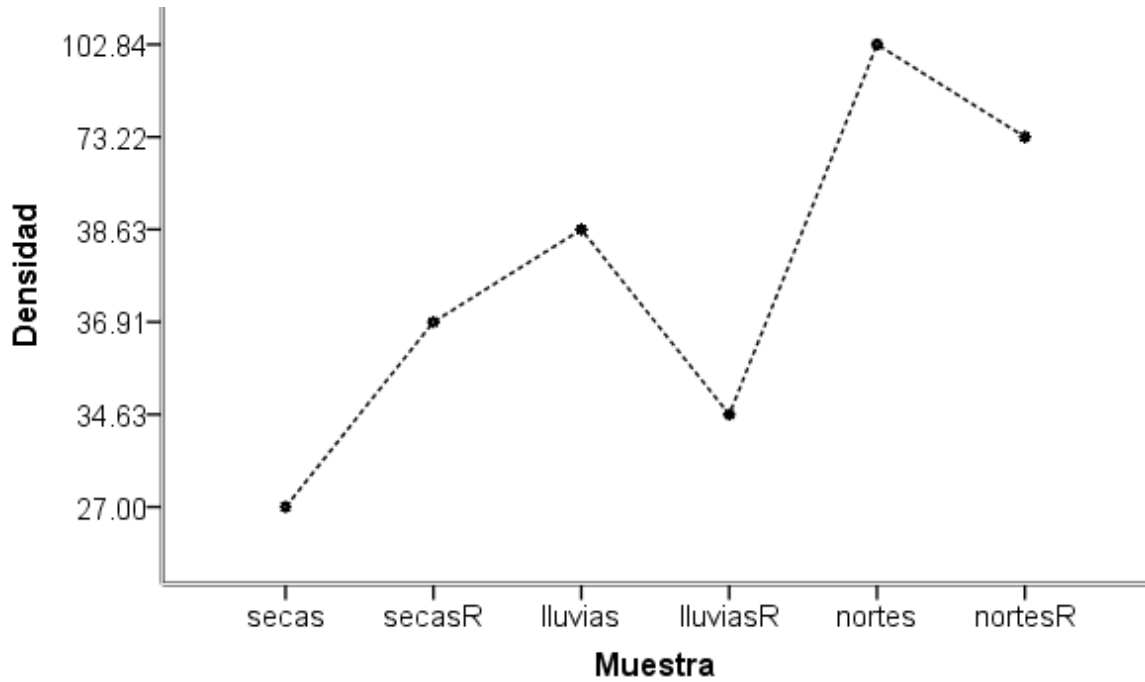


Figura 8. Densidad de individuos para las cuatro clases de moluscos en cada una de las muestras y réplicas, del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz.

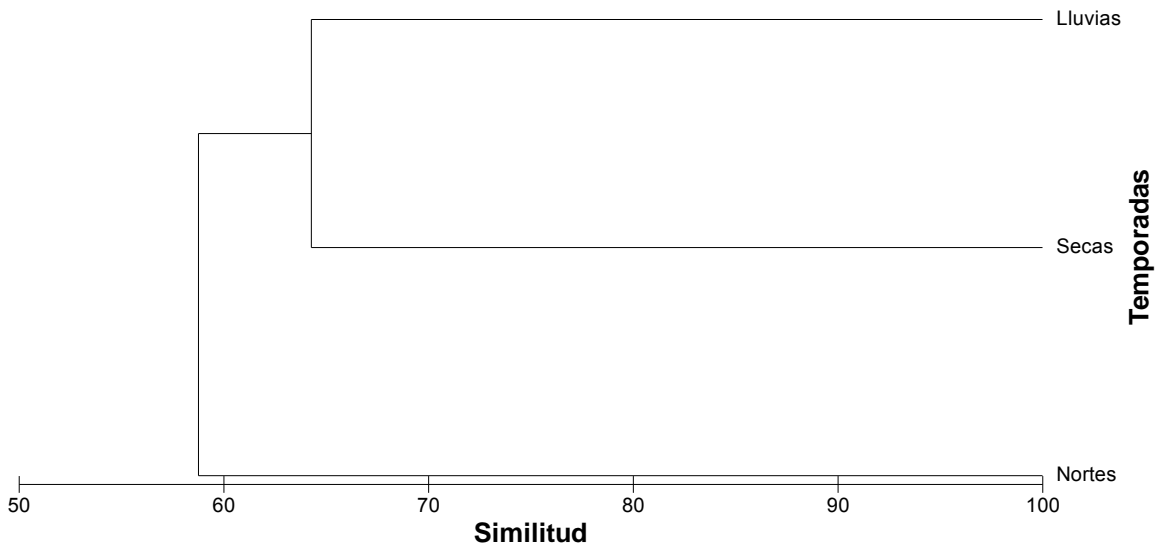


Figura 9. Diagrama de similitud de Bray Curtis para las tres diferentes épocas del año en el Arrecife La Perla del Golfo.



Según el diagrama de similitud de Bray Curtis realizado con el número de especies que se encontraron en cada una de las temporadas, lluvias y secas se forman un grupo, y este grupo se une con la temporada de nortes (Fig. 9).

Índices de diversidad, abundancia, equidad, promedio de distinción taxonómica y variación de la distinción taxonómica.

Los índices ecológicos calculados para el phylum, mostraron valores relativamente altos para diversidad, ya que se obtuvo $H'' = 3.65$ para el de diversidad de Shannon $d = 10.68$ para el índice de riqueza de Margalef; también se obtuvo un alto valor de dominancia según el índice de Simpson $D = 0.84$; un valor medio de equidad $J'' = 0.57$ en el índice de Pielou y una alta distinción taxonómica con un valor de $\Delta^+ = 82.62$, que presenta una alta variación en la distinción taxonómica con un valor de $\lambda^+ = 465$. Al considerar los valores obtenidos en cada una de las temporadas, estos variaron muy poco entre ellos, mientras que al considerar los índices para cada una de las clases, los valores más altos se obtuvieron para gasterópodos $d = 8.6$, $H'' = 4.3$, $D = 0.9$, $J'' = 0.78$ y $\Delta^+ = 61.3$ (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de Margalef (d), Shannon (H''), Simpson (D), Pielou (J''), promedio de distinción taxonómica (Δ^+) y λ^+ = variación en la distinción taxonómica por temporadas, clases y para la muestra global.

		Especies	Individuos	d	H''	D	J''	Δ^+	λ^+
Temporadas	Secas	41	392	6.7	3.9	0.8	0.72	83.5	471
	Lluvias	41	586	6.3	3.7	0.86	0.68	83.3	507
	Nortes	71	1636	9.5	3.4	0.81	0.55	83.7	467
Clases	Gasterópodos	47	216	8.6	4.3	0.9	0.78	61.3	167
	Bivalvos	31	2258	3.9	2.9	0.8	0.58	59.5	206
	Poliplacóforos	6	138	1.0	1.9	0.7	0.72	35.6	128
Global para phylum		86	2614	10.7	3.7	0.8	0.57	82.6	465



Frecuencia de aparición y abundancia

El diagrama de Olmstead-Tukey agrupó 12 especies como dominantes, 22 comunes y 52 especies raras (Fig. 10).

Dominantes: *Lottia leucopleura*, *Acanthochitona* sp., *Chaetopleura apiculata*, *Acar domingensis*, *Cucullaearca candida*, *Arcopsis adamsi*, *Lithophaga aristata*, *L. bisulcata*, *Isognomon bicolor*, *I. radiatus*, *Cumingia coarctata* y *Sphenia fragilis*.

Comunes: *Lithopoma tecta americana*, *Petalconchus* sp. *Engina turbinella*, *Pollia* sp., *Columbella mercatoria*, *Trachypollia nodulosa*, *Stramonita rustica*, *Coralliophila aberrans*, *Cylindrobulla beauui*, *Lepidochitona rosea*, *Lepidochitona liozonis*, *Ischnochiton striolatus*, *Arca imbricata*, *Fugleria tenera*, *Phyctiderma semiaspera*, *Chama florida*, *Cymatinoa* sp., *Strigilla* sp., *Choristodon robustus*, *Gastrochaena ovata*, *G. hians* y *Spengleria rostrata*.

Raras: *Diodora cayenensis*, *D. minuta*, *D. sayi*, *D. dysoni*, *D. listeri*, *Lucapinella limatula*, *Fisurella angusta*, *Rissoina princeps*, *Schwartziella bryerea*, *S. fischeri*, *Stosiia aberrans*, *Caecum* sp. *Serpulorbis decussatus*, *Cerithium litteratum*, *C. atratum*, *Alaba incerta*, *Modulus modulus*, *Vermicularia spirata*, *Vitreolina* sp., *Cerithiopsis lata*, *Seila adamsi*, *Triphora* sp., *Epitonium* sp. *Bailya parva*, *Gemophos tinctus*, *Costoanachis sparsa*, *Nitidella nitida*, *Zafrona idalina*, *Leucozonia nassa*, *Nassarius antillarum*, *Mitra nodulosa*, *Pilsbryspira leucocyma*, *Daphnella lymneiformis*, *Triptychus niveus*, *Turbonilla* sp.1, *Turbonilla* sp.2, *Bulla* sp., *Doridae*, *Ischnochiton erythronotus*, *Gregariella coralliphaga*, *Botula fusca*, *Malleus candeanus*, *Pododesmus rudis*, *Limaria pellucida*, *Chama macerophyla*, *C. congregata*, *Papyridea semisulcata*, *Semele proficua*, *Coralliophaga coralliophaga*, *Entodesma beana*, *Timoclea grus* y *Rhabdus* sp.



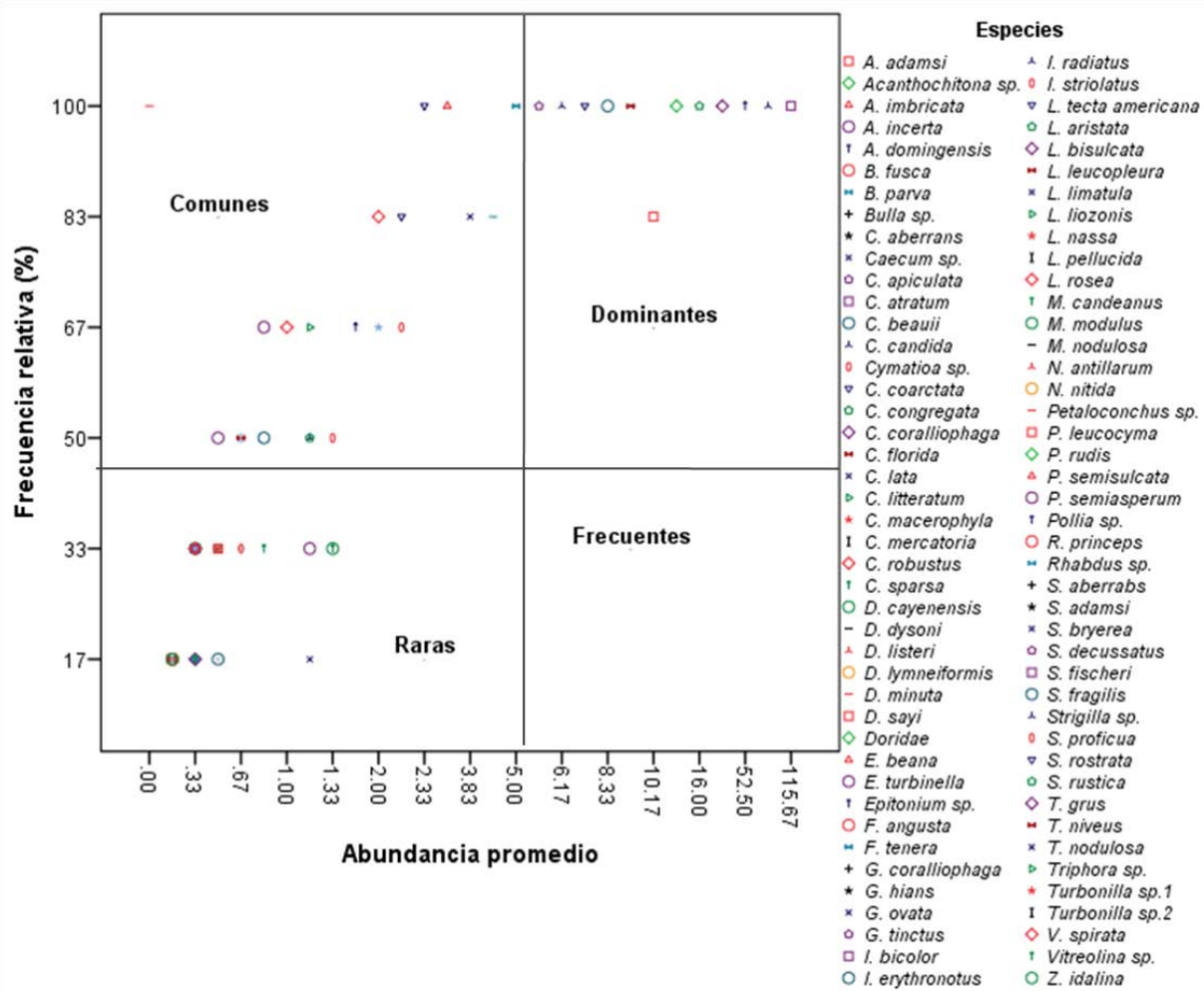


Figura 10. Diagrama de Olmstead-Tukey para las especies de moluscos del arrecife La Perla del Golfo, Veracruz.

El diagrama de Olmstead-Tukey agrupó a 12 especies como dominantes, entre las cuales, se encuentran un gasterópodo, nueve bivalvos y dos poliplacóforos, representando el 14 % del total de las especies. Se agruparon nueve gasterópodos, 19 bivalvos y tres poliplacóforos como comunes, estas 22 especies representaron 26 % del total. Las 52 especies restantes fueron agrupadas como raras, de estas especies, 38 fueron gasterópodos, 12 bivalvos, un escafópodo y solo un poliplacóforo, representando en conjunto el 60 % del total de los moluscos. La prueba no presentó ninguna especie frecuente.



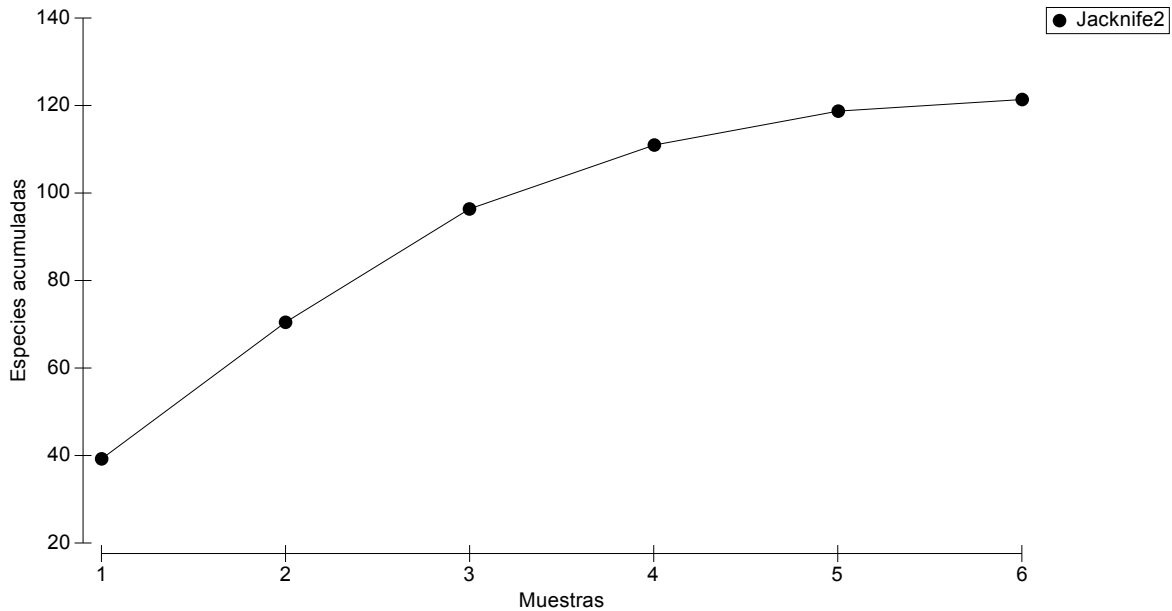


Figura 11. Curva de acumulación de especies a partir de las muestras y las réplicas de los tres muestreos realizados en el estudio.

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies, muestra una tendencia a volverse asintótica con 120 especies, por lo que según Jackknife 2 faltan aproximadamente 34 especies por encontrar (Fig. 11).

Estructura trófica

Las 47 familias de las cuatro clases de moluscos se clasifican en ocho categorías tróficas según Kraeuter (2005), Lyons y Moretzsohn (2006), Turgeon *et al.* (2006) y Rosenberg *et al.* (2007). Los filtradores y carnívoros se compusieron de 11 familias cada uno, siendo las categorías tróficas que más familias presentaron, estuvieron seguidas por herbívoros con 9 familias, detritívoros con 6, suspensívoros y parásitos con dos familias cada una y solo una familia de comensales (Tabla 4).

Al considerar el número de especies, las categorías más abundantes fueron los filtradores, seguidos de los carnívoros y los herbívoros, mientras que los menos abundantes fueron los suspensívoros y comensales. Los filtradores son los más abundantes, con 1,904 individuos, seguidos por los horadores y por los herbívoros



con 227 y 242 individuos, respectivamente. Mientras tanto los parásitos son los menos abundantes con cuatro individuos (Tabla 5).

Similitud de La Perla del Golfo con otros arrecifes coralinos del Golfo de México

La comparación entre arrecifes considerando composición de especies de gasterópodos (análisis de Bray Curtis), agrupa el arrecife de Isla Verde con Arrecife Lobos, estos dos arrecifes se agrupan en conjunto con La Perla del Golfo, y los tres arrecifes en conjunto se agrupan con el conjunto que forman los arrecifes Anegada de Adentro y Anegada de Afuera (Fig. 12).

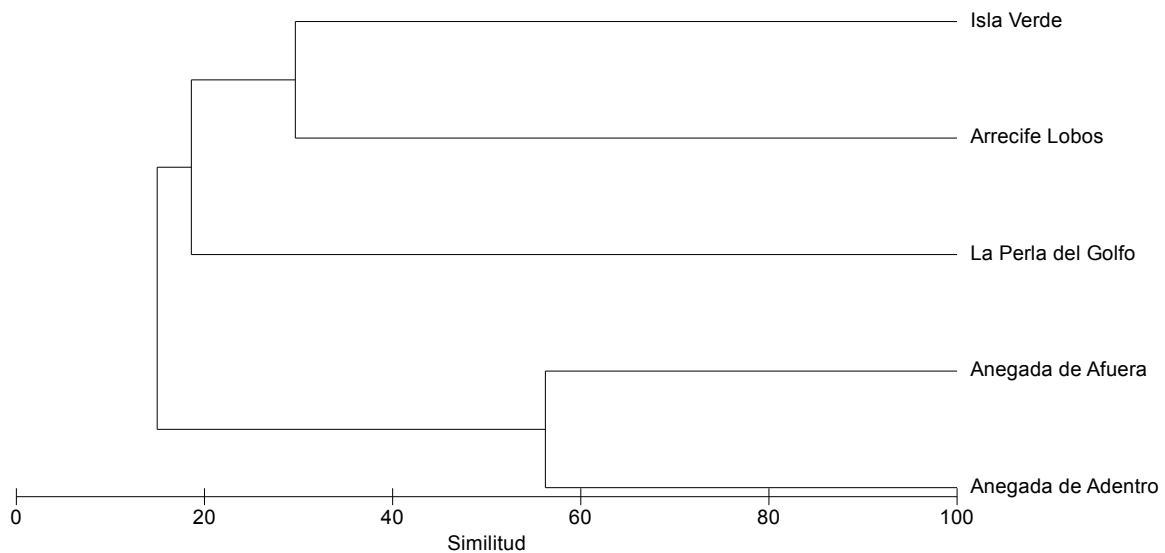


Figura 12. Diagrama de similitud de Bray Curtis para La Perla del Golfo y otros arrecifes de Veracruz.



Tabla 5. Categorías tróficas de las familias de moluscos del arrecife La Perla del Golfo.

Filtradores	Horadores	Suspensívoros	Detritívoros	Herbívoros	Carnívoros	Parásitos	Comensales
Arcidae	Arcidae	Vermetidae	Rissoinidae	Acmaeidae	Cerithiopsidae	Eulimidae	Trapezidae
Isognomonidae	Mytilidae	Turritellidae	Caecidae	Fissurellidae	Triphoridae	Pyramidellidae	Lyonsiidae
Malleidae	Veneridae		Cerithiidae	Turbinidae	Epitoniidae		
Anomiacea	Gastrochaenidae		Litiopidae	Columbellidae	Buccinidae		Galeommatidae
Limidae			Modulidae	Bullidae	Fasciolariidae		
Ungulinidae			Columbellidae	Cylindrobullidae	Nassariidae		
Chamidae					Muricidae		
Tellinidae				Acanthochitonidae	Mitridae		
Semelidae				Chaetopleuridae	Pseudomelatomidae		
Veneridae				Lepidochitonidae	Doridae		
Myidae				Ischnochitonidae			
					Rhabdidae		

Tabla 6. Número de especies, géneros y familias de moluscos arrecife La Perla del Golfo según su categoría trófica.

	Filtradores	Horadores	Suspensívoros	Detritívoros	Herbívoros	Carnívoros	Parásitos	Comensales
Individuos	1, 904	227	4	30	242	75	5	17
Especies	18	10	3	10	20	18	4	3
Familias	11	4	2	6	10	11	2	3



Tabla 6. Representación porcentual de los moluscos bénticos presentes en La Perla del Golfo, con respecto a los reportados para el golfo de México, por Castillo-Rodríguez (2014).

Clase	Golfo de México y Caribe	La Perla del Golfo	Porcentaje (%)
Gastropoda	1, 415	48	3
Bivalvia	534	31	6
Polyplacophora	26	6	23
Scaphopoda	20	1	5

Según el número de especies reportadas por Castillo-Rodríguez (2014), para el golfo de México, las especies que se reportan para La Perla del Golfo, representan: 3% de los gasterópodos, 6% de bivalvos, 23% de polioplacóforos y 5% de los escafópodos reportados para el golfo de México (Tabla 6).

DISCUSIÓN

Composición específica

Según los resultados obtenidos Gastropoda contó con mayor riqueza específica, ya que del total de especies, 56% perteneció a esta clase, 36% a Bivalvia, 7% a Polyplacophora y 1% a Scaphopoda. En diversos trabajos de riqueza de especies asociadas a arrecifes de coral se han obtenido proporciones similares a las observadas en La Perla del Golfo; López-Rivas (2000), obtuvo 77% de gasterópodos, 21% de bivalvos y 2% de polioplacóforos. Landa-Jaime *et al.* (2013) obtuvieron del total de moluscos: 71% de gasterópodos, 19% de bivalvos, 9% de polioplacóforos y 1% de cefalópodos. Mientras que en costas rocosas Ríos *et al.* (2003), encontraron que del total de moluscos el 68% pertenecían a gasterópodos, 21% a bivalvos, 6% a polioplacóforos, 4% y 1% a cefalópodos y aplacóforos, respectivamente; en los resultados de Zamorano *et al.* (2008), 70% del total de moluscos correspondió a gasterópodos, 28% a bivalvos y 2% a polioplacóforos. Estas comparaciones indican que la clase Gastropoda siempre es la clase con mayor riqueza, seguida de Bivalvia y Polyplacophora, lo cual se ajusta a lo obtenido en este trabajo.



La abundancia alta que se observó para los bivalvos se debe a que el género *Isognomon* resultó ser muy abundante en todos los muestreos. Este género estuvo representado por *I. bicolor* e *I. radiatus*, el total para ambas especies fue de 1,369 individuos, lo cual representó más de la mitad del total de individuos en todo el estudio. Almanza *et al.* (2003) obtuvieron 3,068 individuos de *Isognomon bicolor*, los cuales representaron 15.4 % del total de invertebrados encontrados en dos zonas de una franja litoral rocosa, además señalan que estos bivalvos por sus hábitos encuentran en las grietas de las rocas protección del oleaje, de la desecación y la variación de la temperatura

Composición taxonómica

No se empleó la clasificación de un solo autor, ya que no existen trabajos actuales en los que se incluya a todas las clases de moluscos. La clasificación de Bouchet y Rocroi (2005), de gasterópodos, utiliza la jerarquía taxonómica lineana hasta el nivel de superfamilia, superior a este nivel emplea clados sin rango jerárquico. Esta clasificación fue la utilizada en este trabajo para gasterópodos, con la intención de crear una consistencia con los trabajos de gasterópodos que se realizan en la actualidad por la comunidad malacológica.

Los gasterópodos que no fueron identificados hasta especie, se dejaron sólo en género porque las conchas estaban rotas como en el caso de *Triphora* sp. o erosionadas como ocurrió en *Epionium* sp. y *Vitreolina* sp. Mientras tanto otros gasterópodos no fueron identificados porque la bibliografía incluye poca información para algunos géneros como fue el caso de *Pollia* sp., *Bulla* sp., *Turbonilla* sp.1 y *Turbonilla* sp.2. *Petalconchus* sp. se identificó hasta el nivel de género, ya que no fue posible extraer de la roca organismos completos, puesto que se encuentran adheridos a ella, esto también impidió reconocer individuos completos, por lo tanto este género sólo fue incluido en la cuantificación de riqueza y no así en los índices de diversidad, abundancia y equidad.

Los bivalvos del género *Strigilla* se identificaron solo a este nivel taxonómico, ya que los individuos no se acoplaron a ninguna descripción disponible. *Cymatioa* sp. se mantuvo hasta ese nivel taxonómico ya que sus características no coincidieron con



la descripción de ninguna especie, sin embargo, esto puede deberse a que se trata de un género del cual existen pocos registros. Redfern (2001), sólo ha reportado a *C. bibsae* para este género, además de otras once especies de Galeommatidae, de las cuales siete se quedaron hasta el nivel taxonómico de familia; mientras tanto, Turgeon *et al.* (2009) no incluyeron ningún registro del género *Cymatioa* para el Golfo de México y la única especie de esta familia fue *Aclistothyra atlantica*.

La especie *Acanthochitona* sp. a pesar de presentar 73 individuos, se identificó a nivel de género, ya que los individuos que se encontraron en el arrecife La Perla del Golfo presentan una escultura del tegumento, que se ajusta a la descripción de *A. zebra* según Lyons (1988). Sin embargo, esta descripción indica que *A. zebra* presenta de 8 a 10 espículas en los 18 mechones que se encuentran en el cinturón, no obstante, todos los poliplacóforos de La Perla del Golfo se forman de 18 mechones con espículas muy abundantes (ver fotografía de la especie, en Anexo), dicha característica, es la única que corresponde a la descripción para *A. lineata*. Esta discordancia, indica que los individuos no pertenecen a *A. lineata*, y que presentan mayor afinidad con *A. zebra*, pero que sus características no se ajustan completamente a la descripción original de ninguna de las dos especies.

Rhabdus sp. no fue identificado hasta especie ya que las conchas encontradas están erosionadas y no presentan escultura. Sin embargo, la forma de la concha permite identificar a los individuos como parte de este género; no obstante, el género *Rhabdus* en México sólo se ha reportado para el Pacífico (Saldaña-Monroy, 2013). Adicionalmente, Kraeuter (2005), reportó 18 especies de cuatro familias del orden Dentaliida para el Golfo de México, mientras que Castillo-Rodríguez (2014), ha citado 20 especies de escafópodos para la zona. Los datos indican que el hecho de no tener reportes de *Rhabdus* para el Golfo de México, puede deberse a la falta de estudios de este grupo y no a que el género sea exclusivo del Pacífico.

Correlación entre la densidad de la roca y el número de individuos

En todos los casos la densidad de la roca y el número de individuos muestra una correlación negativa, es decir, cuando aumenta la densidad de la roca, el número de individuos presentes, desciende. Este resultado es consistente con lo observado



en la variación del número de individuos en cada uno de los muestreos, puesto que, en el muestreo de lluvias se encontró el mayor número de individuos y fue la muestra en la que la roca presentó una menor densidad. Lo anterior indica que el sustrato con menor densidad provee mejores condiciones, que permiten que el número de especies de moluscos (y de otros invertebrados) colonicen dicho sustrato. Por lo tanto, cabe mencionar que los biohoradadores se encargan de este cambio de sustrato que provee espacios para otros organismos y, en el caso de moluscos, los biohoradadores son algunos bivalvos.

Los horadadores juegan un papel importante en el cambio de densidad del sustrato, ya que la bioerosión es un agente determinante en la forma y formación del arrecife (Hutchings, 1986); los principales biohoradadores son esponjas, sipuncúlidos, algunos bivalvos y algunos poliquetos (Hutchings, 1986; Perry, 1998; Perry *et al.*, 2012). La actividad de los horadadores produce nuevos sedimentos, modificando así el sustrato original, lo cual incrementa la superficie disponible y crea nuevos hábitats (Hutchings, 1986), e incluso el cambio del sustrato puede influir en el reclutamiento de otras especies de corales (Norström *et al.*, 2007).

Según Hutchings (1986), Mytilidae y Gastrochaenidae son las principales familias de bivalvos biohoradadores. Por lo que, cabe resaltar la importancia de la presencia de los moluscos biohoradadores en La Perla del Golfo, donde están presentes: *Lithophaga aristata*, *L. bisulcata*, *Gregariella coralliophaga* y *Botula fusca*, de la familia Mytilidae, así como *Gastrochaena ovata*, *G. hians* y *Spengleria rostrata*, de la familia Gastrochaenidae.

Variación estacional

Riqueza específica y abundancia

Las clases Gastropoda y Bivalvia presentaron la mayor abundancia en nortes y la menor en secas, mientras que los polioplacóforos presentaron la mayor abundancia en lluvias y la menor en nortes. La abundancia de individuos puede variar entre temporadas; García-Hernández (2014), observó una mayor abundancia de moluscos en verano, en un estudio realizado en el Pacífico mexicano.



La abundancia de bivalvos aumentó más del doble en la muestra de nortes, ya que se encontraron 1, 437 individuos y la mayoría de ellos fueron de las dos especies de *Isognomon*. La alta abundancia de esta clase en nortes, puede deberse a que durante esta época la acumulación de sedimentos aumenta por la turbulencia del agua (Olabarria *et al.*, 2001), favoreciendo así a este grupo de moluscos. Además, la presencia de ríos en la zona podría estar influyendo, ya que la descarga de ríos representa ingresos de materia orgánica disuelta y particulada (Rodríguez-Gómez *et al.* 2013).

La riqueza de los gasterópodos varió entre temporadas, y la mayor se observó en nortes, mientras que la riqueza de bivalvos no presentó variación muy marcada entre temporadas y también fue mayor en nortes. Sin embargo, los gasterópodos pueden desplazarse según sus necesidades y/o los cambios en las condiciones ambientales. La variación espacio-temporal de los moluscos se ha visto influida por la disponibilidad de fuentes de alimento y resguardo, como las algas (Underwood *et al.*, 1983; Vega *et al.*, 2008). Mientras tanto, los bivalvos al ser sésiles deben soportar los cambios ambientales, y ésta puede ser la razón de la variación en la abundancia y no así en la riqueza, ya que la composición temporal de la comunidad se puede ver afectada por cambios ambientales que influyan en el reclutamiento y presencia de especies pequeñas (Olabarria *et al.*, 2001).

De acuerdo con el número de especies que se encontraron en cada una de las temporadas, el diagrama de similitud de Bray Curtis agrupó el muestro de lluvias con el de secas, y ambos en conjunto se unieron al muestreo de nortes. Este resultado es consistente con el obtenido por Aguilar-Estrada (2012) en el arrecife de Isla Verde, ya que los muestreos de secas y lluvias se agruparon, y se unieron al grupo formado por dos muestreos realizados en nortes. Mientras tanto, Luviano (2013) obtuvo un grupo formado por secas y nortes, unido al grupo formado por lluvias y nortes, estos resultados se obtuvieron en la costa rocosa de Montepío, y difieren de los obtenidos para La Perla del Golfo. Estos diagramas se forman a partir de las especies en común entre los diferentes muestreos, lo que se traduce en un recambio en la composición de especies en las diferentes temporadas, por lo que, en La Perla del Golfo la composición específica no es tan variable de secas a lluvias, pero sí cuando llegan los



nortes. Sin embargo, los cambios en las condiciones ambientales no son iguales en todos los años y de ahí que existan variaciones en los diferentes estudios realizados en otras localidades.

Densidad de individuos

La densidad más baja fue la que se obtuvo en secas y la más alta correspondió a la de nortes. Luviano (2013) obtuvo una densidad de 233.93 ind/L, que fue la más alta, mientras que la más baja fue de 197.82 ind/L, ambas correspondientes a la época de nortes, de diferentes años en la costa rocosa de Montepío, Veracruz. La estructura de una comunidad depende tanto del espacio disponible, como de factores físicos y biológicos; además, en el caso de los sustratos duros, al ser irregulares, deben proveer espacio y alimento (García-Sanz, 2013). Lo anterior puede deberse a que la roca del coral como sustrato provee más recursos a los invertebrados y de ahí que en el coral se encuentre una mayor densidad de individuos en comparación con el basalto del que se forma la playa rocosa en Montepío.

Índices de diversidad, abundancia, equidad, promedio de distinción taxonómica y variación de la distinción taxonómica

La diversidad de una comunidad depende de distintos componentes de ésta, y las diferencias en estos componentes permiten emplear diferentes medidas para analizar la influencia de los procesos ecológicos en la abundancia y diversidad de especies (Moreno *et al.*, 2011). Según el índice de Margalef, la diversidad en la comunidad de moluscos en el arrecife es alta, ya que se obtuvo $d = 10.7$, y este índice considera a las comunidades con alta biodiversidad donde se obtienen valores superiores a cinco. Además los valores obtenidos por clases indican que la comunidad de gasterópodos también es considerada con alta diversidad, ya que el valor fue $d = 8.6$, pero no así para bivalvos y poliplacóforos.

El índice de Shannon fue 3.84, lo que también indica que la diversidad en La Perla del Golfo es alta. Los valores más altos de diversidad utilizando este índice se han observado en comunidades donde la abundancia de especies es uniforme (Magurran, 2004), sin embargo, en este caso se obtuvieron dos especies que fueron muy abundantes; también se han obtenido valores cercanos a 5 en selvas y arrecifes



de coral. A pesar de la alta abundancia de las especies de *Isognomon*, y de sólo haber considerado moluscos, se obtuvieron valores altos para este índice al considerar a todos los moluscos. Lo anterior se respalda con lo mencionado por Vega *et al.* (2008), quienes indican que las comunidades asociadas a sustratos rocosos en arrecifes poseen una riqueza considerable y su estructura favorece la existencia de comunidades distintas en composición, abundancia y diversidad. Por su parte, Aguilar-Estrada (2012), obtuvo una diversidad de $H' = 2.8$, en el arrecife de Laguna Verde, no obstante, él consideró distintos sustratos y únicamente gasterópodos. En este caso al considerar solo a los gasterópodos se obtuvo un valor de $H' = 4.3$ lo que indica que es una comunidad diversa, pero para bivalvos es media y para poliplacóforos baja.

Si bien los altos valores en la abundancia de las especies de *Isognomon* en el arrecife influyen directamente en la dominancia y equidad en el arrecife, los valores del índice de Simpson $D = 0.8$ y de Pielou $J' = 0.57$ indican que la comunidad de moluscos del arrecife tiene una alta dominancia ya que el valor es cercano a uno y la equidad es intermedia. Los valores calculados para cada clase indican que todas tienen una alta abundancia, ya que todas son cercanas a uno, mientras que la equidad indica que la clase con menor equidad es Bivalvia con $J' = 0.58$. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Zamorano *et al.* (2008), quienes obtuvieron valores distintos, ya que la comunidad de moluscos de la playa Agua Blanca en Oaxaca, presentó alta equidad, $J' = 0.84$ y baja dominancia $D = 0.1$. Sin embargo, Vicencio (2013), ha mencionado que la equidad en las comunidades en ambientes rocosos indica que este sustrato está proporcionando recursos alimenticios, además de una amplia variedad de espacios.

El índice de distinción taxonómica trabaja a partir de la abundancia de especies y provee la misma información que el promedio de distinción taxonómica, sin embargo, este último al trabajar solo con presencias y ausencias de las especies permite ser comparado con los resultados de distintos estudios (Warwick, 2005).

Al considerar los valores de este índice obtenidos en cada una de las temporadas fue de 83 en los tres muestreos y varían muy poco entre ellos. Sin embargo, al considerar el valor global para el phylum fue de 82.6, y fue un valor más



bajo. Lo anterior se debe a que aún cuando se consideró el total de especies de moluscos, todas ellas pertenecen al mismo phylum, y por lo tanto el valor no aumenta ya que existe una categoría taxonómica que relaciona a todas las especies, ya que el valor de la variación de la distinción taxonómica para el phylum fue más bajo que los que se obtuvieron para cada temporada, y ya que los valores bajos representan una mayor parentesco entre las especies, indicaron la estrecha relación que guardan todas las clases de moluscos. No obstante, la diferencia entre los valores del promedio de distinción taxonómica entre temporadas y el global solo es de uno, y se considera alto.

Mientras tanto, los valores de este promedio variaron entre las clases, el valor más bajo se obtuvo para poliplacóforos y el más alto para gasterópodos, es decir, la clase con el mayor número de especies fue a clase que obtuvo el valor más alto en el promedio de distinción taxonómica, dichos resultados indican que cada una de las clases contribuye a que se obtenga un valor alto en el promedio de distinción taxonómica para todo el phylum, ya que los valores obtenidos para cada clase están por debajo del valor global. Además el valor de la variación de distinción taxonómica para bivalvos muestra que aunque no se trató de la clase con mayor riqueza específica, las especies que la representaron no se encuentran tan emparentadas como las especies de gasterópodos, ya que esta última clase a pesar de presentar una mayor riqueza específica las especies se encuentran más emparentadas entre sí.

El alto valor del promedio de distinción taxonómica indicó que se tiene una alta diversidad en el orden taxonómico al que pertenecen las especies de moluscos, pues se incluyeron a cuatro clases. Además, se ha observado que las comunidades con mayor número de niveles tróficos, presentan valores más altos en este índice (Magurran, 2004).

Frecuencia de aparición y abundancia

Los resultados mostraron que, el 14% de las especies fueron dominantes, 26% comunes y 60% raras. Según los resultados de Luviano (2013), en la costa rocosa de Montepío el 47% de las especies fueron raras, el 40% comunes y el 13% dominantes. Dichos resultados coinciden con los que se obtuvieron en La Perla del Golfo al haber



encontrado la menor proporción de especies dominantes y ninguna especie frecuente en todo el estudio. Sin embargo, en los resultados obtenidos en la playa de Montepío *Lithophaga aristata*, *Isognomon radiatus* y *Barbatia domingensis* fueron especies comunes, mientras que en La Perla del Golfo fueron dominantes; *Trachypollia nodulosa* y *Stramonita rustica* fueron raras en la playa de Montepío mientras que en La Perla del Golfo fueron comunes y solo *A. imbricata* e *I. bicolor* son común y dominante, respectivamente para ambas localidades. Lo anterior puede deberse a que estos ambientes rocosos proveen condiciones diferentes por lo que ciertos procesos ecológicos así como factores bióticos y abióticos varían entre ambas localidades y éstos influyen localmente en las abundancias de las especies (Begon *et al.*, 2006), aunado a esto, existen procesos evolutivos que modifican la ocupación de nichos (Tokeshi, 1999), los cuales intervienen en los patrones de distribución y abundancia de las especies influyendo así en la proporción de las especies en las localidades.

Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies en los últimos muestreos, según *Jackknife 2* comienza a mostrar una tendencia a volverse asintótica, no obstante, dicha tendencia se presenta con 120 especies, por lo que hacen falta alrededor de 34 especies por encontrar, y así conocer la totalidad “teórica” de moluscos en el arrecife La Perla del Golfo. Sin embargo, la composición de especies en un sitio puede variar con el tiempo, ya que las especies pueden ampliar o reducir su distribución según los cambios en el ambiente (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). A pesar de tener una idea de cuantas especies hacen falta por encontrar, el tamaño de muestra debe seguir siendo el mismo para que los resultados sean comparables con los que se han obtenido hasta ahora.

Los resultados en Laguna Verde, obtenidos por Aguilar-Estrada (2012), arrojan una curva de acumulación que no tiende a hacerse asintótica, dicha curva se realizó con 48 especies de gasterópodos encontrados en cuatro muestreos de la epifauna en el arrecife de dicha localidad. Por otra parte, Luviano (2013) en la playa rocosa de Montepío obtuvo una curva de acumulación de especies que alcanza la asintota, en los resultados se incluyen 15 especies, obtenidas en cinco muestreos. Lo anterior



nuevamente indica que el coral como sustrato, permite la oportunidad de que más especies de invertebrados se encuentren en dicho hábitat y por lo tanto sea probable que falten especies por conocer.

Estructura trófica

Los bivalvos se agruparon solo en tres categorías tróficas, los gasterópodos en cinco, los poliplacóforos y escafópodos en una sola, sin embargo, Taylor y Reid (1984) señalan que los gasterópodos son diversos en el número de categorías tróficas y entre estos, los carnívoros son los más comunes, en este estudio de las 25 familias, diez son carnívoras, lo que corresponde a 18 especies. Mientras tanto once de las 15 especies de bivalvos son filtradores y todos los poliplacóforos son herbívoros. La alta diversidad de invertebrados asociados a corales se atribuye a la alta diversidad de hábitats y complejos espaciales que crean los corales (Stella *et al.*, 2011).

En las familias encontradas, se incluyen casi todas las categorías tróficas, sin embargo, es claro que los moluscos se unen con otros grupos de invertebrados, vertebrados y algas por medio de la cadena alimenticia. Según Taylor y Reid (1984), si bien las siguientes familias se componen de especies carnívoras, pueden hallarse especializaciones, de forma que Muricidae se alimenta principalmente de anfípodos, cangrejos y estomatópodos, Fasciolaridae de poliquetos, Buccinidae de poliquetos, gasterópodos y crustáceos, Nassaridae de poliquetos y crustáceos y Mitridae de sipuncúlidos. Las familias Pyramidelidae y Eulimidae se han reportado como parásitos de poliquetos, bivalvos y gasterópodos. Todas las familias de moluscos mencionadas, están presentes en el arrecife La Perla del Golfo, y este registro sobre los grupos de los que se alimentan dichas familias, indica la unión trófica potencial que existe con otros grupos de invertebrados presentes en el arrecife, ya que el papel funcional de los invertebrados tróficamente es ser unión entre los corales y otros organismos, además influye potencialmente en la salud del arrecife (Stella *et al.*, 2011) y a la vez la estructura y organización trófica de la comunidad está influida por la complejidad del hábitat (Ángel y Ojeda, 2001).



Similitud de La Perla del Golfo con otros arrecifes coralinos del Golfo de México

Para realizar el diagrama de Bray Curtis se tomaron en cuenta solo las especies de gasterópodos, ya que al considerar los registros de bivalvos de los trabajos utilizados de Jacome-Pérez (1992) y García-Salgado (1992) que incluyen registros sobre esta clase en arrecifes de coral, los diagramas resultantes no arroja ningún tipo de información, pues no se formaban grupos al interior del diagrama; y por otro lado, la bibliografía no incluye información sobre poliplacóforos. La anterior fue la razón por la que solo se incluyó información de gasterópodos para construir dicho diagrama, y aunque se trata únicamente de una clase, el diagrama obtenido arroja mayor información.

Según el diagrama de Bray Curtis formado con las especies de gasterópodos presentes en La Perla del Golfo, existen especies que también se presentan en otros arrecifes que se incluyen en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Estas especies permiten agrupar a La Perla del Golfo con algunos arrecifes de dicho sistema, además de ser un indicio de las posibles similitudes, tanto de la composición faunística como de las propiedades abióticas y bióticas compartidas con estos arrecifes. Chávez-Hidalgo (2009), ha mencionado que los arrecifes al sur de Veracruz son menos afectados por los huracanes, permitiendo así una progresiva acumulación de especies provenientes del Caribe, por lo que es posible que La Perla del Golfo tenga más similitudes con los arrecifes del Caribe mexicano que el resto de sistemas que se encuentran más al norte. Sin embargo, la información disponible puede estar generando un sesgo, ya que no es la misma para todos los arrecifes, lo cual podría modificar los grupos formados por el diagrama obtenido.

El porcentaje en la composición por clases de moluscos reportados para el golfo de México por Castillo-Rodríguez (2014), es similar al que se obtuvo para los moluscos de La Perla del Golfo. El 68.45% de los moluscos del golfo de México y Mar Caribe son gasterópodos, mientras que en La Perla del Golfo los gasterópodos conforman un 55.81% del total de moluscos. El total de los bivalvos reportados para el golfo de México representan 25.73% del total, mientras que en La Perla del Golfo, los bivalvos representan 36.04% del total. El total de poliplacóforos y escafópodos reportados en el golfo de México representan un 1.26% y 0.96% respectivamente,



mientras que para La Perla del Golfo, el porcentaje de poliplacóforos es de 6.97% y de 1.16% de escafópodos (Tabla 8).

Los registros de poliplacóforos en el estado de Veracruz, son escasos, ya que según Alarcón-Chavira (2014) sólo se tienen registradas tres especies, entre éstas se incluyen *Acanthochitona zebra* e *Ischnochiton erythronothus*. Además se sabe que también existe *Chaetopleura apiculata* en este estado (com. pers. Erika Alarcón-Chavira). Por lo anterior *Lepidochitona liozonis*, *L. rosea*, e *Ischnochiton striolatus* y *Chaetopleura apiculata* son nuevos registros de poliplacóforos para Veracruz.

Los resultados de este trabajo indican que la comunidad de moluscos de La Perla del Golfo en Veracruz, tiene una alta riqueza y diversidad específica, así como alta abundancia, alto promedio de distinción taxonómica, y una equidad intermedia. Por lo tanto este arrecife puede estar jugando un papel de suma importancia, al permitir la dispersión de los moluscos entre los arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano y los del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Lo anterior ya que la asociación de invertebrados con corales, indica un alto grado de especialización del hábitat (Stella *et al.*, 2011).

Este trabajo incluye un inventario de especies en el arrecife La Perla del Golfo, al sur de Veracruz así como el estudio faunístico. Los inventarios en grupos tan diversos como los moluscos, son importantes ya que la riqueza de especies representa una variable descriptiva de la biodiversidad y la importancia de su estudio radica en el papel ecológico de ésta (Castillo-Rodríguez, 2014). Y ya que la franja costera de México es amplia, el sumar estudios que contribuyan al conocimiento de la biodiversidad en el país es de gran importancia para el conocimiento de su biodiversidad.



CONCLUSIONES

- Se obtuvieron 2, 614 moluscos de las clases: Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora y Scaphopoda, que pertenecieron a: 18 órdenes, 49 familias, 71 géneros y 86 especies.
- La clase con mayor abundancia fue Bivalvia con 2,258 individuos. La clase con mayor riqueza específica fue Gastropoda con 48 especies.
- La mayor densidad de individuos se observó en temporada de nortes. También nortes, fue la temporada del año que presentó mayor abundancia y mayor riqueza para las cuatro clases, excepto la abundancia de Polyplacophora, ya que fue mayor en lluvias.
- El estimador Jackknife 2 mostró que la curva de acumulación de especies, alcanzó la asíntota con 120 especies, por lo que faltan 34 especies de moluscos por encontrar en el arrecife La Perla del Golfo.
- Los índices indican que la comunidad de moluscos tiene una alta diversidad, abundancia, equidad y también que existe un alto promedio de distinción en la taxonomía a la que pertenecen los moluscos.
- Los bivalvos biohoradores juegan un rol importante en la modificación de sustrato rocoso del arrecife, permitiendo así el asentamiento de otras especies. Esto conlleva al aumento de diversidad y funcionamiento correcto en las comunidades que habitan en el arrecife de coral.
- *Strigilla* sp. y *Cymatoia* sp, son posibles nuevas especies de bivalvos.
- *Acanthochitona* sp. puede ser una especie nueva de poliplacóforo.
- *Lepidochitona rosea*, *L. liozonis* e *Ischonochiton striolatus*, representan nuevos registros de poliplacóforos para Veracruz.



- *Rhabdus* sp. representa un nuevo registro del género para el Golfo de México, y probablemente una nueva especie, sin embargo, se recomienda un estudio particular para este escafópodo.

- Los altos valores de diversidad, riqueza, abundancia y distinción taxonómica de las especies de moluscos en el arrecife, permite equiparar a La Perla del Golfo con otros arrecifes incluidos en los sistemas arrecifales, e incluso el dendograma de Bray-Curtis agrupa a este arrecife con otros que forman parte del Sistema Arrecifal Veracruzano.

- Todos los moluscos que se incluyen en este trabajo son los primeros registros de especies para el arrecife "La Perla del Golfo". Además la alta diversidad observada indica que el arrecife es un sitio potencial para futuros proyectos, y que su estudio es fundamental para contribuir al conocimiento de la biodiversidad del Golfo de México.



LITERATURA CITADA

- Abbott, R. T. 1966. Seashells of North America. A guide to field identification. St. Martin's Press. New York. 280 p.
- Abbott, T. R. 1974. American seashells The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific coasts of North America, Segunda Edición, Van Nostrand Reinhold Company, New York. 411p.
- Abbott, R. T. 1994. Conchas marinas del mundo. Trillas. México. 173 p.
- Aguilar-Estrada, L. G., 2012. Estructura comunitaria de los gasterópodos de la Laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, 82 p.
- Aguilar-Estrada, L. G., D. Ortigosa, B. Urbano y M. Reguero. 2014. Análisis histórico de los gasterópodos de la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 502-512.
- Alarcón-Chavira, E. 2014. Sistemática y distribución de los quitones (Mollusca:Polyplacophora) de México. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, 124 pp.
- Almanza, L., F. Bolívar, S. Borrero, I. Caiafa, K. de las Salas, M. G. Luque y J. C. Valdelamar. 2003. Estudio preliminar de la comunidad macrobentónica del mesolitoral rocoso de bahía concha (Parque Nacional Natural Tayrona, Magdalena, Colombia) en agosto de 2002. Acta Biológica Colombiana 1(9): 3-9.
- Angel, A. y P. F. Ojeda. 2001. Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the northern Chilean coast: the effect of habitat complexity. Marine Ecology Progress Series 217: 81-91.
- Ardisson, P.-L., M. A. May-Kú, M. T. Herrera-Dorantes y A. Arellano-Guillermo. 2011. El Sistema Arrecifal Mesoamericano-México: consideraciones para su designación como Zona Marítima Especialmente Sensible. Hidrobiológica 21(3): 261-280.



- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2003. Phylum Mollusca. En Brusca R. C. y G. J. Brusca. Invertebrates 2ª ed. McGraw-Hill, Interamericana. 757-832 pp.
- Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. 4ta edición. Blackwell, Oxford, 738 p.
- Behrens, D. W y A. Hermsillo. 2005. Eastern Pacific Nudibranchs, A guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America, Sea Challengers, USA, 137 pp.
- Bouchet, P. y J. P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclátor of gastropod families. Malacologia 47(1-2): 1-397.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. 2014. Biodiversidad de moluscos marinos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 419-430.
- Chávez-Hidalgo, A. 2009. Conectividad de los arrecifes coralinos del Golfo de México y Caribe mexicano. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S., 167 p.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. Marine Ecology Progress Series 184: 21-29.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. Diversity measures, dominance curves and other graphical analyses. En Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth 75-86 pp.
- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society B 345:101-118.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples, Version 9.1, User's Guide. En línea: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>. Fecha de consulta: abril de 2015.



- Dance, P. 2002. Smithsonian handbooks Shells. The photographic recognizing guide to seashells of the world. Dorling kindersley book. New York. 256 p.
- Felder, D. L., D. K. Camp. y J. W. Tunnell. 2009. An Introduction to Gulf of Mexico Biodiversity Assessment. En Felder, D. L. y D. K. Camp (Eds.), 2009. Gulf of Mexico Origin, waters and biota, Volume I, Biodiversity. 559-749 pp.
- García-Cubas, A., M. Reguero, L. Jácome, J. Rosado, M. García, R. Raigoza. 1991. Moluscos Arrecifales de Veracruz, México. Informe final del proyecto CONACyT-UNAM. ICMYL, 35 p.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2004. Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 168 p.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2007. Catálogo ilustrado de moluscos bivalvos del Golfo de México y del Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 94 p.
- García, G. F., M. Domínguez y J. S. Troncoso. 2008. Opistobranquios de Brasil, Descripción y distribución de Opistobranquios del litoral de Brasil y del Archipiélago Fernando de Noronha. Edit. Feito. España. 215 pp.
- García-Hernández, V. C. 2014. Análisis de la biodiversidad en arrecifes rocosos en la zona de transición tropical-subtropical del Pacífico mexicano. Tesis profesional. Centro de Investigaciones Biológicas del noroeste, S. C. La Paz Baja California Sur. 91 p.
- García-Ríos, C. 2003. Los Quitones de Puerto Rico. Isla Negra Editores. San Juan Puerto Rico. 208 p.
- García-Ríos, C. y M. Álvarez-Ruiz. 2007. Comunidades de quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Revista de Biología Tropical 55(1): 177-182



- García, S. M. A. 1992. Moluscos bentónicos del Arrecife coralino Anegada de Adentro, Veracruz, México. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.
- García-Sanz, S. 2013. Patrones de colonización de organismos bentónicos en hábitats litorales de Gran Canaria. Tesis doctoral, Programa de doctorado de gestión costera. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 59 p.
- Guerra-Martínez, S. L. y M. A. Lara-Villa, 1996. "Florecimiento" de *Ceratium furca* (Peridiniales: Ceratiaceae) en un ambiente salobre: Laguna de Sontecomapan, México. *Biología Tropical* 44:23-30.
- Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez-Ríos (Eds). 2004. Los Tuxtlas. El paisaje de la sierra, Instituto de Ecología, A. C., Unión Europea. Xalapa, Veracruz. 288p.
- Harald, A. R. 2002. Field Guide to Shell. National Audubon Society. Chanticleer Press. New York, USA. 864 p.
- Hernández, C., F. Alvarez y J. L. Villalobos. 2010. Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 141-151.
- Hickman, C., L. Roberts y A. Parson. 1998. Principios Integrales de Zoología 10ª Ed. McGraw-Hill. 324-353pp.
- Hutchings, P. A. 1986. Biological destruction of coral reefs. *Coral Reefs*. 4:239-252
- Hutchings, P. A. 2012. Changes to coral reef communities: more than just fish and corals. *Wildlife and climate change: towards robust conservation strategies for Australian fauna*. D. Lunney (ed). Maxine Kauter (ed). pp unknown In *Wildlife and climate change: towards robust conservation strategies for Australian fauna*.. Royal Zoological Society of NSW, Mosman.
- INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Mecayapan, Veracruz de Ignacio de la Llave. En línea: <http://www-3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30104.pdf>. Fecha de consulta: enero de 2015.



- Jacome, P. L. 1992. Análisis de las comunidades malacológicas asociadas al arrecife Anegada de Afuera, Veracruz, México. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. 62 p.
- Jimenez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Jondán D. E. 1993. El Ecosistema Arrecifal Coralino del Atlántico Mexicano. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44: 157- 176.
- Jones, A. M. y J. M. Baxter. 1987. Molluscs: Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora and Scaphopoda: Keyes and notes for the identification of species, The Linnean Society of London and the Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Great Britain, 123p.
- Kaas, P. y R. A. Van Belle. 1985a. Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 1. Order Neoloricata: Lepidopleurina. Brill-Backhuys. Leiden. 240 p.
- Kaas, P. y R. A. Van Belle. 1985b. Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 2. Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae. Schizoplacinae, Callochitoninae and Lepidochitoninae. Brill-Backhuys. Leiden. 198 p.
- Kaas, P. y R. A. Van Belle. 1987. Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 3. Suborder Ischnochitonidae. Chaetopleurinae and Ischnochitoninae. Addition to vols 1 and 2. Brill-Backhuys. Leiden. 302 p.
- Kaas, P. y R. A. Van Belle. 1990. Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 4. Suborder Ischnochitonina: Ischnochitonidae: Ischnochitoninae. (cont.). Addition to vols. 1, 2 and 3. Brill-Backhuys. Leiden. 315 p.
- Kaas, P. y R. A. Van Belle. 1994. Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 5. Suborder Ischnochitonina: Ischnochitonidae:



Ischnochitoninae. (concluded); Callistoplacinae; Mopaliidae. Addition to vols. 1-4. Brill-Backhuys. Leiden. 407 p.

Kraeuter, J. N. 2005. Scaphopoda. En Felder, D. L. y D. K. Camp (Eds.), 2009. Gulf of Mexico Origin, waters and biota, Volume I, Biodiversity. 559-749 pp.

Landa-Jaime, V., E. Michel-Morfin, J. Arciniega-Flores, S. Castillo-Vargasmachuca y M. Saucedo-Lozano, 2013. Moluscos asociados al arrecife de Tenacatita, Jalisco, en el Pacífico central mexicano. Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 1121-1136.

Lara-Domínguez, A. L., J. López-Portillo; A. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Sontecomapan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.

Lara-Lara, J.R., J. A. Arreola, L. E. Calderón, V. Camacho, G. de la Lanza, A. Escofet, M. I. Espejel, M. Guzmán, L. Ladah, M. López, E. A. Meling, P. Casasola, H. Bonilla, E. Ríos y J. A. Zertuche. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, 120-121 pp.

López, K., D. Bone, C. Rodríguez y F. Padilla, 2008. Biodiversity of cryptofauna associated with reefs of the Los Roques Archipelago National Park, Venezuela, 11th International Coral Reefs Symposium, Ft. Lauderdale, Florida 1352-1354.

López-Rivas, C. E. 2000. Malacofauna asociada a corales en el sur de Nayarit. Tesis profesional. Maestría en ciencias. Biología de sistemas y Recursos acuáticos. Universidad Nacional Autónoma de México, 82 p.

Luviano, A. N. 2013, Ecología de la comunidad de moluscos de la criptofauna (Bivalvia, Gastropoda) de la zona intermareal rocosa de Montepío, Veracruz. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, 75p.



- Lyons, W. G. 1988. A review of caribbean Acanthochitonidae (Mollusca: Polyplacophora) with descriptions of six new species of Acanthochitona Gray, 1821. American Malacological Bulletin 6(1): 79-114.
- Lyons, W. G. y F. Moretzsohn. 2006. Polyplacophora. En Felder, D. L. y D. K. Camp (Eds.), 2009. Gulf of Mexico Origin, waters and biota, Volume I, Biodiversity. 559-749 pp.
- Malpica, C. A, 2000, Distribución de los constructores primarios en el arrecife Lobos, Veracruz. Tesis profesional, Universidad Veracruzana, 31 p.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona. 200p.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publising, Australia. 256 p.
- Morán, L., H. Severyn y H. Barrios-Garrido. 2014. Moluscos bivalvos perforadores de rocas coralinas submareales de La Alta Guajira, Golfo de Venezuela. Interciencia 39(2): 136-139.
- Moreno-Casasola, P. (Ed.). 2006. Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México, 381pp.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista mexicana de biodiversidad 82: 1249-1261.
- Norström, A. V., J. Lokrantz, M. Nyström y H. T. Yap. 2007. Influence of deal coral substrate morphology on patterns of juvenile coral distribution. Marine Biology 150: 1145-1152
- Olabarria, C., J. L. Carballo y C. Vega. 2001. Cambios espaciotemporales en la estructura trófica de asociaciones de moluscos del intermareal rocoso en un sustrato tropical. Ciencias Marinas 27(2): 235-254.



- Perry, C. T. 1998. Macrobores within coral framework at Discovery Bay, north Jamaica: species distribution and abundance, and effects on coral preservation. *Coral Reefs* 17: 277-258.
- Perry, C. T., E. N. Edinger, P. S. Kench, G. N. Murphy, S. G. Smithers, R. S. Steneck y P. J. Mumby. 2012. Estimating rates of biologically driven coral reef framework production and erosion: a new census-based carbonate budget methodology and applications to the reefs of Bonaire. *Coral Reefs* 31:853-868.
- Ponder, W. F. y D. R. Lindberg. 2008. *Phylogeny and evolution of the Mollusca*. University of California Press. 1 pp.
- Ramesh, D. A., R. Jeyabacharan y A. L. Pandian, 1996, *Gastropods and Bivalves associated with reef building corals, Palk Bay, Southeastern India*, Phuket Marine Biological Center, Special Publication 16:257-260.
- Rawat, R. 2010. *Anatomy of Mollusca*, Mittal Publications, India, 35 pp.
- Redfern, C., 2001. *Bahamian Seashells A thousand species from Abaco, Bahamas*, Bahamian seashells. Inc, Boca Radon, Florida. 571pp.
- Reaka-Kudla, M. L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. En Reaka-Kudla, M. L. y Wilson E. O. (eds.), *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Washington, DC: J H Press, 83–108 pp.
- Ríos, C., E. Mutschke y E. Morrison, 2003. Biodiversidad bentónica sublitoral en el estrecho de Magallanes, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 38(1): 1-12.
- Rodríguez-Gómez, C. F., J. A. Aké-Castillo y G. Campos-Bautista. 2013. Productividad primaria bruta y respiración planctónica en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Hidrobiológica* 23(2): 143-153.
- Rodríguez, M. J. 2014. *Ecología*, 3ra edición. Ediciones Pirámide. España. 437-441 pp.



- Rosenberg, G., F. Moretzsohn y E. F. García. 2007. Gastropoda. En Felder, D. L. y D. K. Camp (Eds.), 2009. Gulf of Mexico Origin, waters and biota, Volume I, Biodiversity. 559-749 pp.
- Rosenberg, G. 2009. 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca. En línea: <http://www.malacolog.org/findsnail.html>. Fecha de consulta: mayo de 2015.
- Sabelli, B. 1982. Moluscos. Grijalbo Mondadori. Barcelona. 512 p.
- Saldaña-Monroy, F. E. 2013. Revisión sistemática de la clase Scaphopoda (Mollusca, Scaphopoda) en México, Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, 47 p.
- Scarabino, V. 2015. Rhabdus Pilsbry & Sharp, 1897. En MolluscaBase En línea: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=343668> Fecha de consulta: febrero de 2015.
- Stearley, R. F. y A. A. Ekdale. 1989. Modern marine bioerosion by microinvertebrates, Northern Gulf of California. *Palaios* 4: 453-467.
- Stella, J. S., G. P. Jones y M. S. Pratchett. 2010. Variation in the structure of epifaunal invertebrate assemblages among coral hosts. *Coral reefs*. 29: 957-973.
- Stella, J. S., M. S. Pratchett, P. A. Hutchings y G. P. Jones. 2011. Coral-associated invertebrates: diversity, ecological importance and vulnerability to disturbance. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 49: 43-104.
- Tokeshi, M. 1999. Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives. Blackwell Sciences, Oxford. 454 p.
- Underwood, A. J., E. J. Denley y M. J. Moran. 1983. Experimental analyses of structure and dynamics of mid-shore rocky intertidal communities in New South Wales. *Oecologia* 56: 202-219
- Vargas-Hernández, J. M. y Román-Vives M. A., 2002. Corales pétreos de Veracruz, México Guía de identificación. Acuario de Veracruz. 63 p.



- Vasallo, A., Y. Dávila, N. Luviano, S. D. Amozurrutia, X. G. Vital, C. A. Conejeros, L. Vázquez y F. Álvarez. 2014. Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, Méxco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:349-362.
- Vega, C., C. Olabarria y J. L. Carballo. 2008. Variación espacio-temporal de moluscos y macroalgas en sustratos rocosos intermareales en la bahía de Mazatlán. *Ciencia y Mar* 12(34): 3-16
- Vera, P. J., M. C. Lozano y A. Guerra-Merchán, 1993. Escafópodos (Mollusca, Scaphopoda) del Plioceno de la Provincia de Málaga, España. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 3: 117-156
- Vicencio, C. F. 2013. Estructura de las comunidades macrobentónicas y nectónicas asociadas a los sustratos rocosos coralinos del arrecife Lobos, Veracruz, México. Tesis profesional. Universidad Veracruzana. 97 p.
- Taylor, J. D. y D. G. Reid. 1984. The abundance and trophic classification of molluscs upon coral reefs in the Sudanese Red Sea. *Journal of Natural History* 18(2): 175-209.
- Tribollet, A. y S. Golubic. 2011. Reef Bioerosion: Agents and Processes. En Dubinsky Z. y N. Stambler (Eds.). 2011. *Coral Reefs: an ecosystem in transition*, Springer, Nueva York. 435-449 pp.
- Tunnell, J. W., J. Andrews, N. C. Barrera y F. Moretzsohn. 2010. *Encyclopedia of Texas Seashells. Identification, ecology, distribution and history*. Texas A. and M. University Press. Texas, USA. 512 p.
- Turgeon, D. D., W. G. Lyons, P. Mikkelsen, G. Rosenberg y F. Moretzsohn. 2006. Bivalvia. En Felder, D. L. y D. K. Camp (Eds.), 2009. *Gulf of Mexico Origin, waters and biota, Volume I, Biodiversity*, 559-749 pp.
- Warwick, R. M. y K. R. Clarke. 1995. New „biodiversity“ measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series* 129: 301-305.



Warwick, R. 2005. Taxonomic distinctness as an indicator of stress in the Marine Macrobenthos en Magni, P., J. Hyland, G. Manzella, H. Rumohr, P. Viaroli y A. Zenetos (eds.). 2005. Indicators of stress in the marine benthos, Proceedings of an International workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems. UNESCO Workshop report No. 195. Italy, 10-11 pp.

Zamorano, P. N. A. Barrientos-Luján y S. Ramírez-Luna, 2008, Malacofauna del infralitoral rocoso de Agua Blanca, Santa Elena Cozoaltepec, Oaxaca. Ciencia y Mar 12(36):19-33.



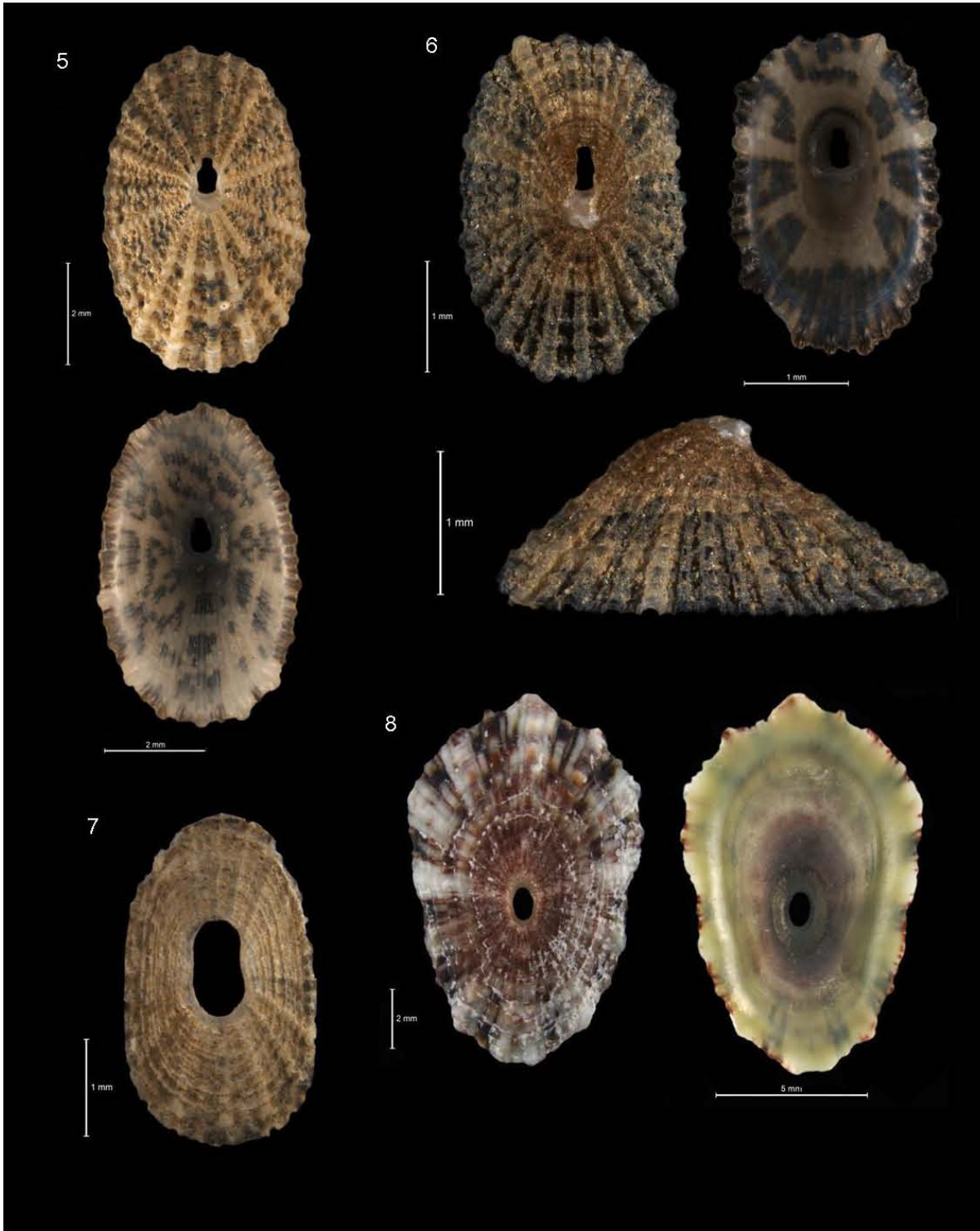


Clase Gastropoda



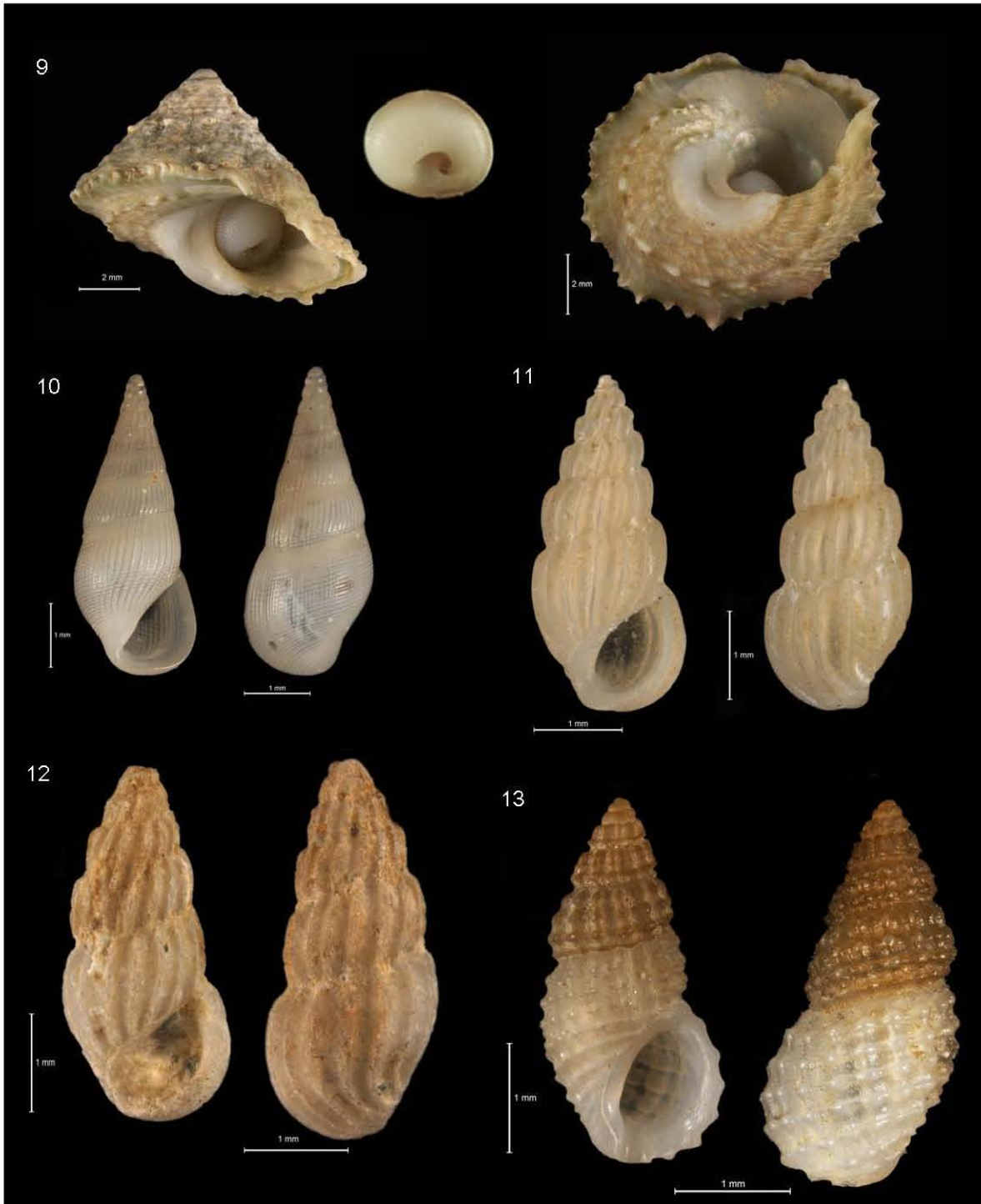
1. *Lottia leucopleura* 2. *Diodora cayenensis* 3. *Diodora minuta* 4. *Diodora sayi*





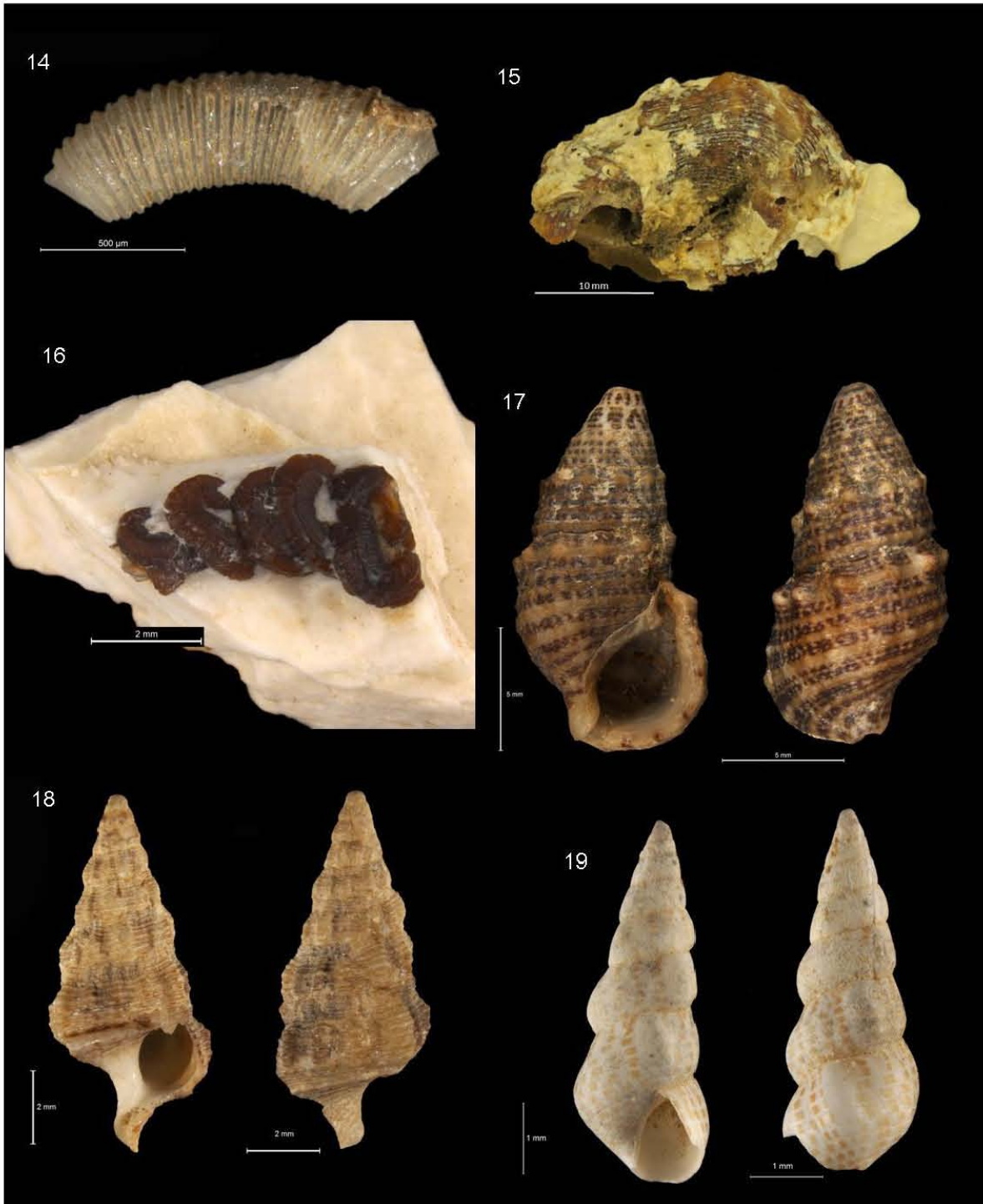
5. *Diodora dysoni* 6. *Diodora listeri* 7. *Lucapinella limatula* 8. *Fissurella angusta*





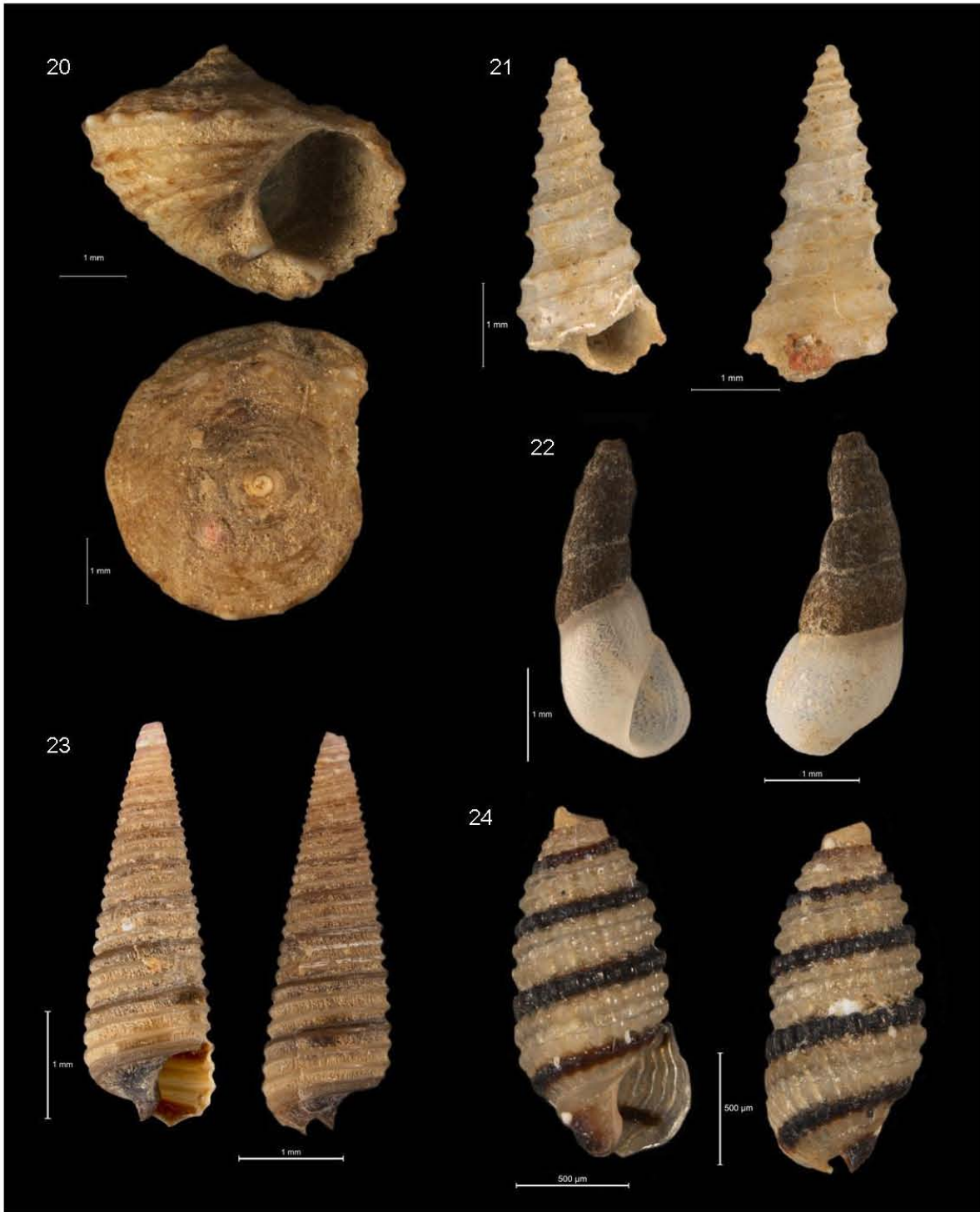
9. *Lithopoma tecta americana* 10. *Rissoinia princeps* 11. *Schwartziella bryera* 12. *Schwartziella fischeri* 13. *Stosicia aberrans*





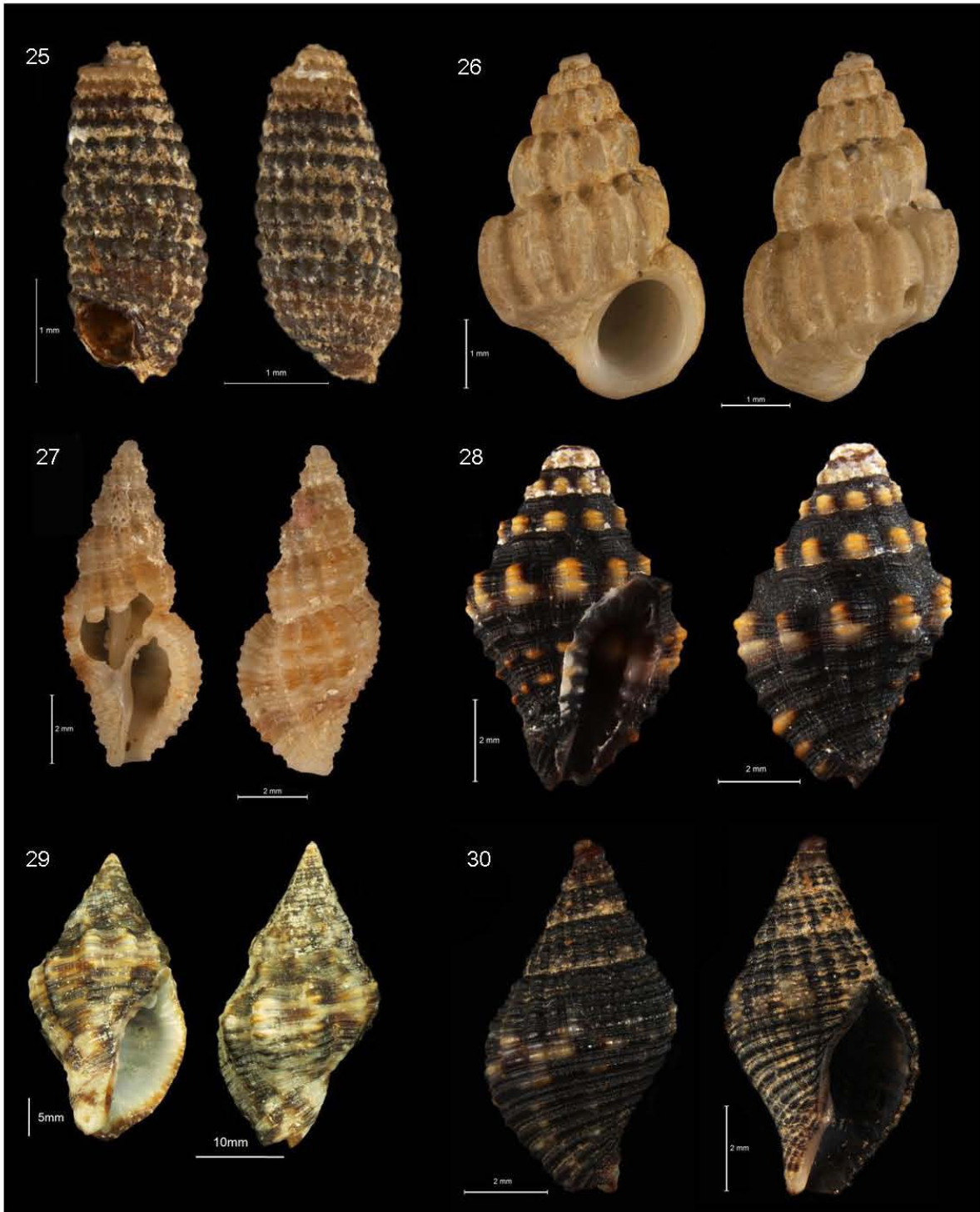
14. *Cacum* sp. 15. *Petalococonchus* sp. 16. *Serpulorbis decussatus* 17. *Cerithium litteratum*
 18. *Cerithium atratum* 19. *Alaba incerta*





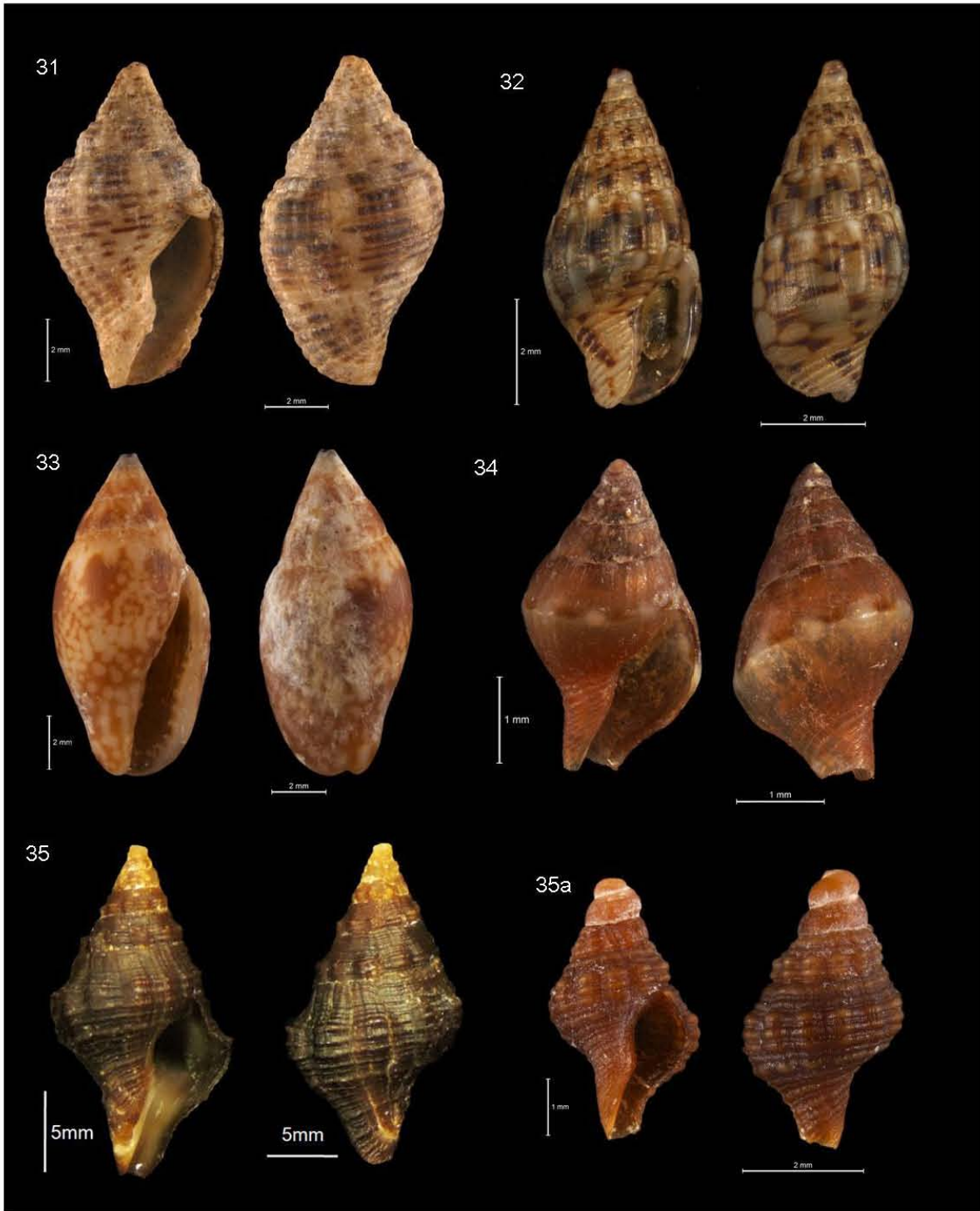
20. *Modulus modulus* 21. *Vermicularia spirata* 22. *Vitreolina* sp. 23. *Seila adamsi* 24. *Cerithiopsis lata*





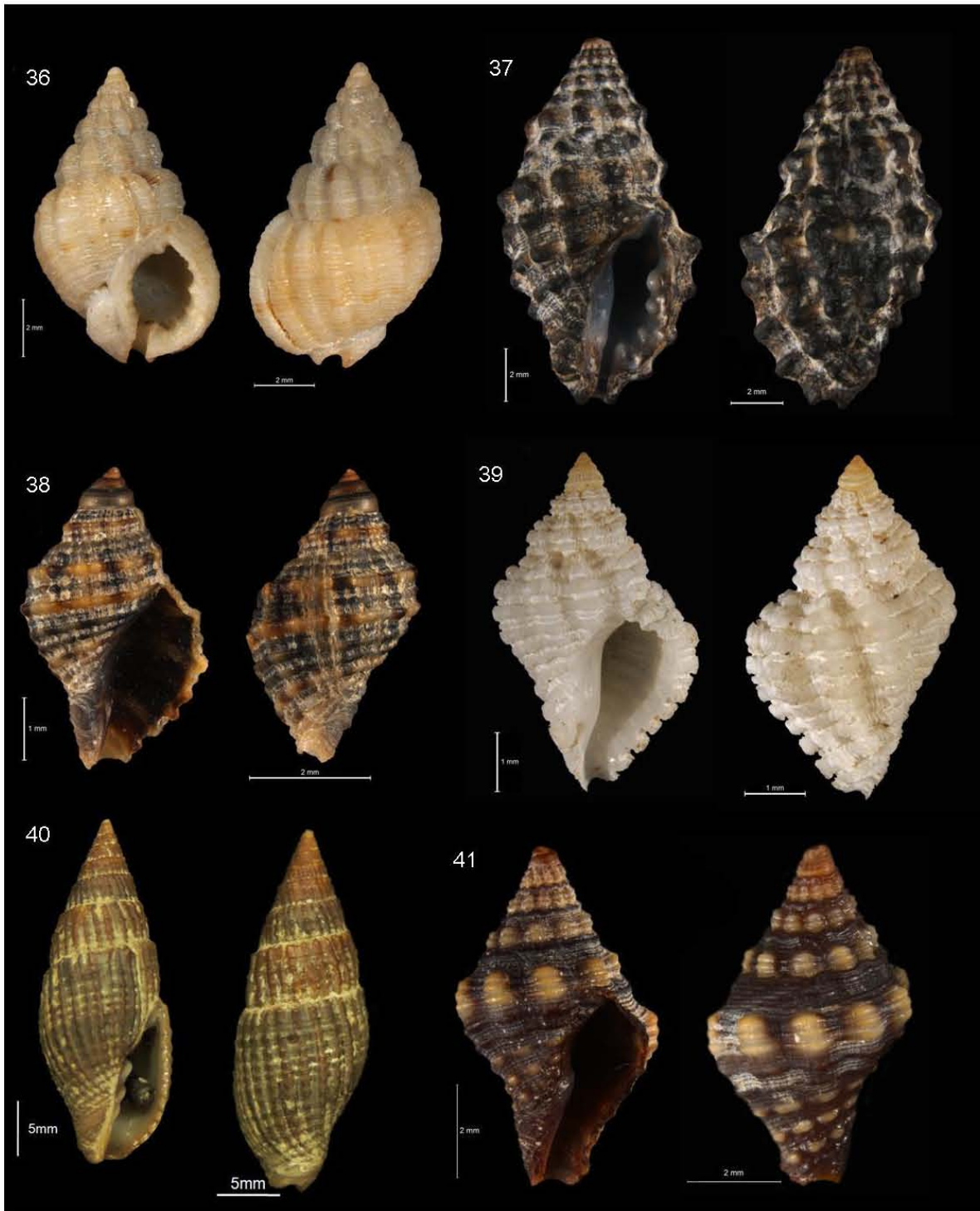
25. *Triphora* sp. 26. *Epitonium* sp. 27. *Bailya parva* 28. *Engina turbinella* 29. *Gemophos tinctus*
 30. *Pollia* sp.





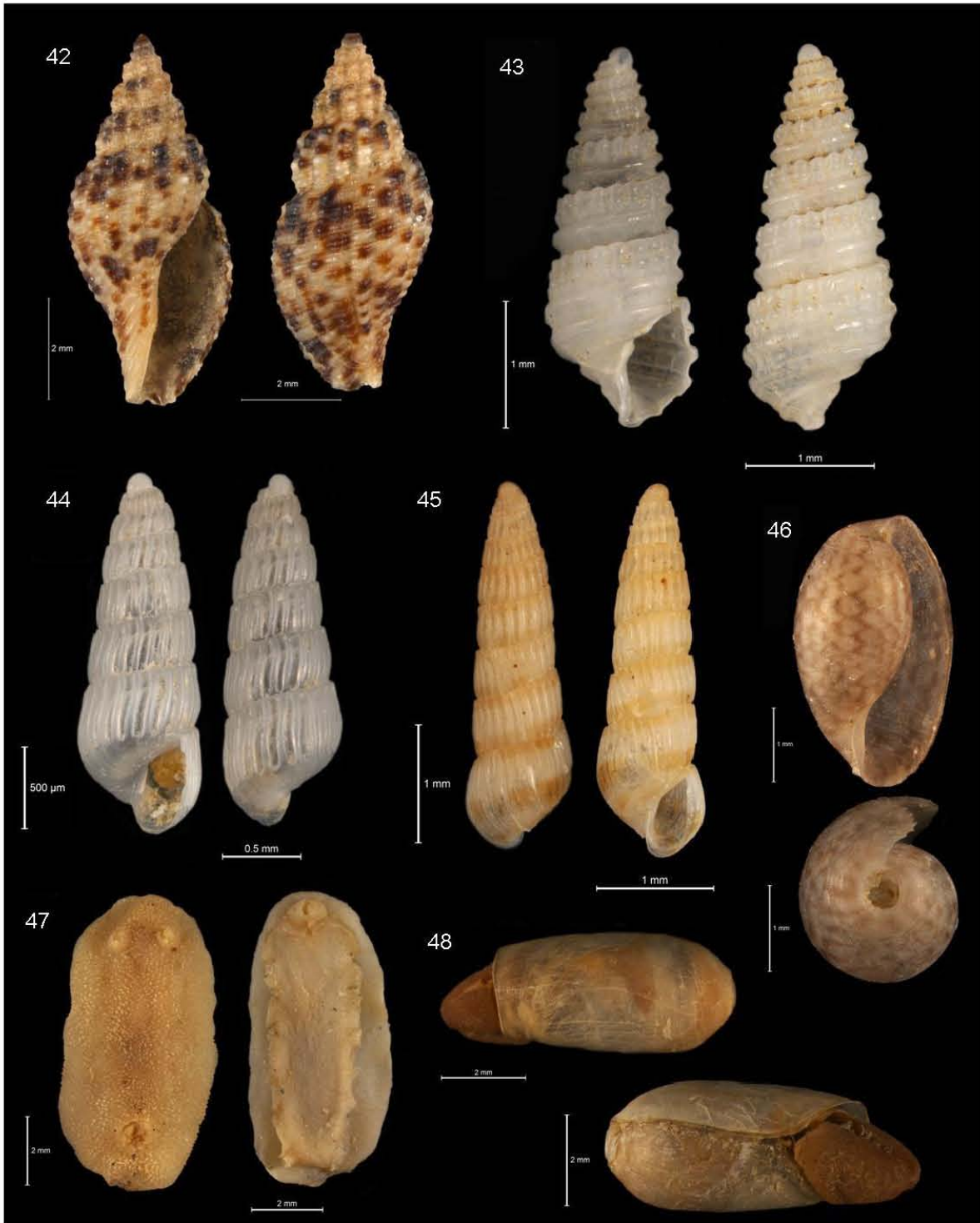
31. *Columbella mercatoria* 32. *Costoanachis sparsa* 33. *Nitidella nitida* 34. *Zafrona idalina*
 35. *Leucozonia nassa* 35a. *Leucozonia nassa* (juvenil)





36. *Nassarius antillarum* 37. *Trachypollia nodulosa* 38. *Stramonita rustica* 39. *Coralliophilla aberrans* 40. *Mitra nodulosa* 41. *Pilsbryspira leucocyma*



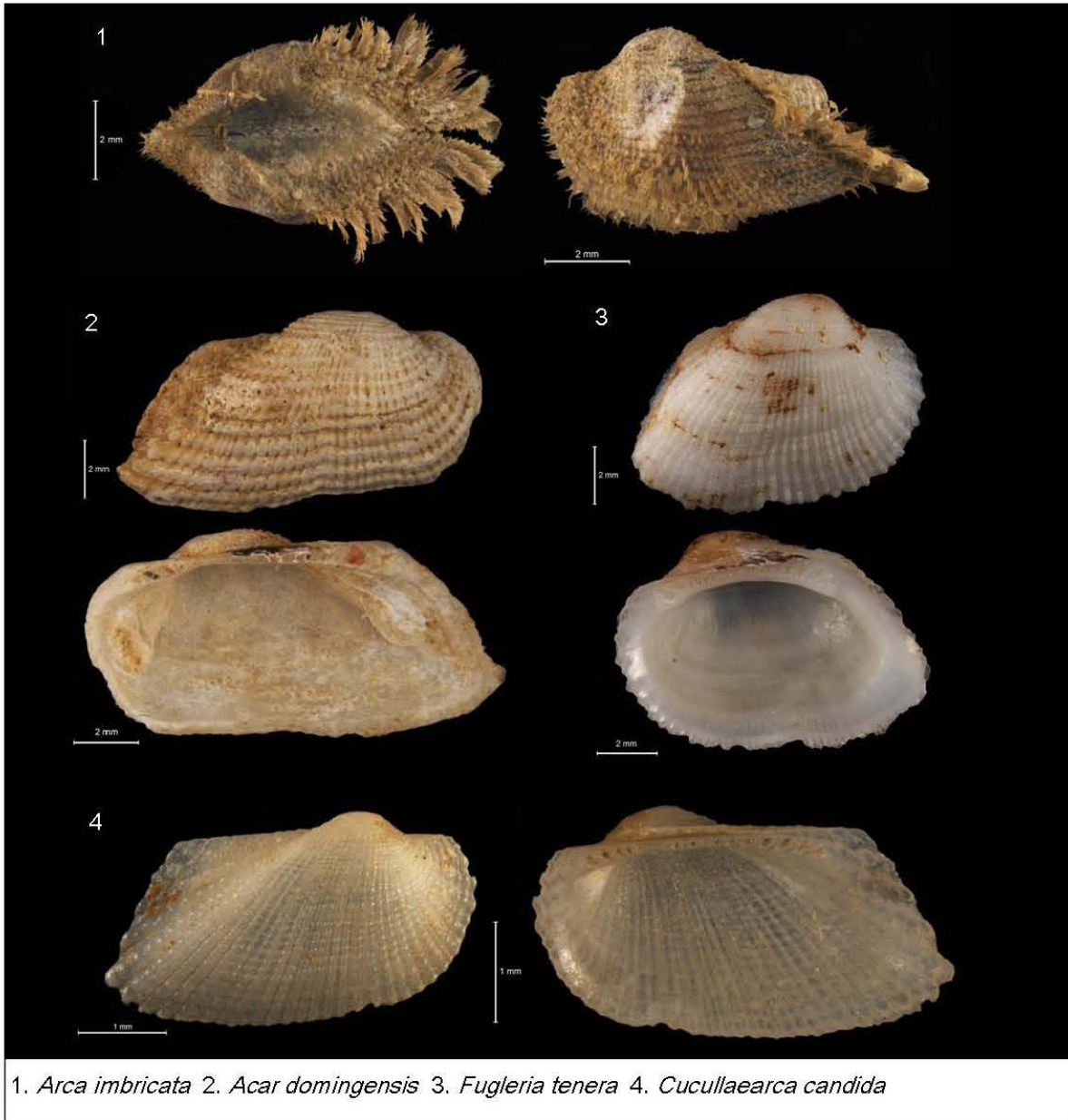


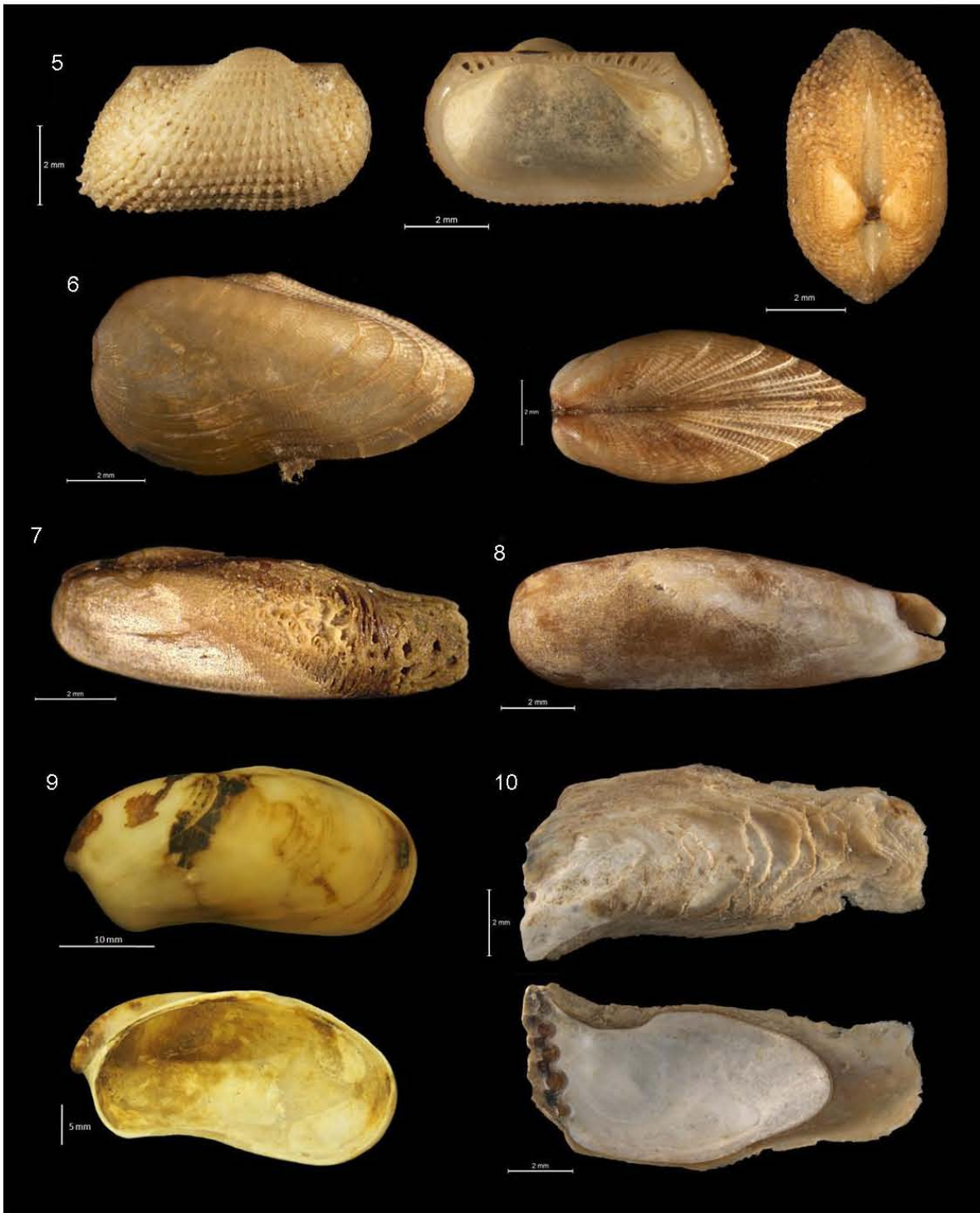
42. *Daphnella lymneiformis* 43. *Triptychus niveus* 44. *Turbonilla* sp. 1 45. *Turbonilla* sp 2
 46. *Bulla* sp. 47. *Cylindrobulla beauii* 48. Doridae





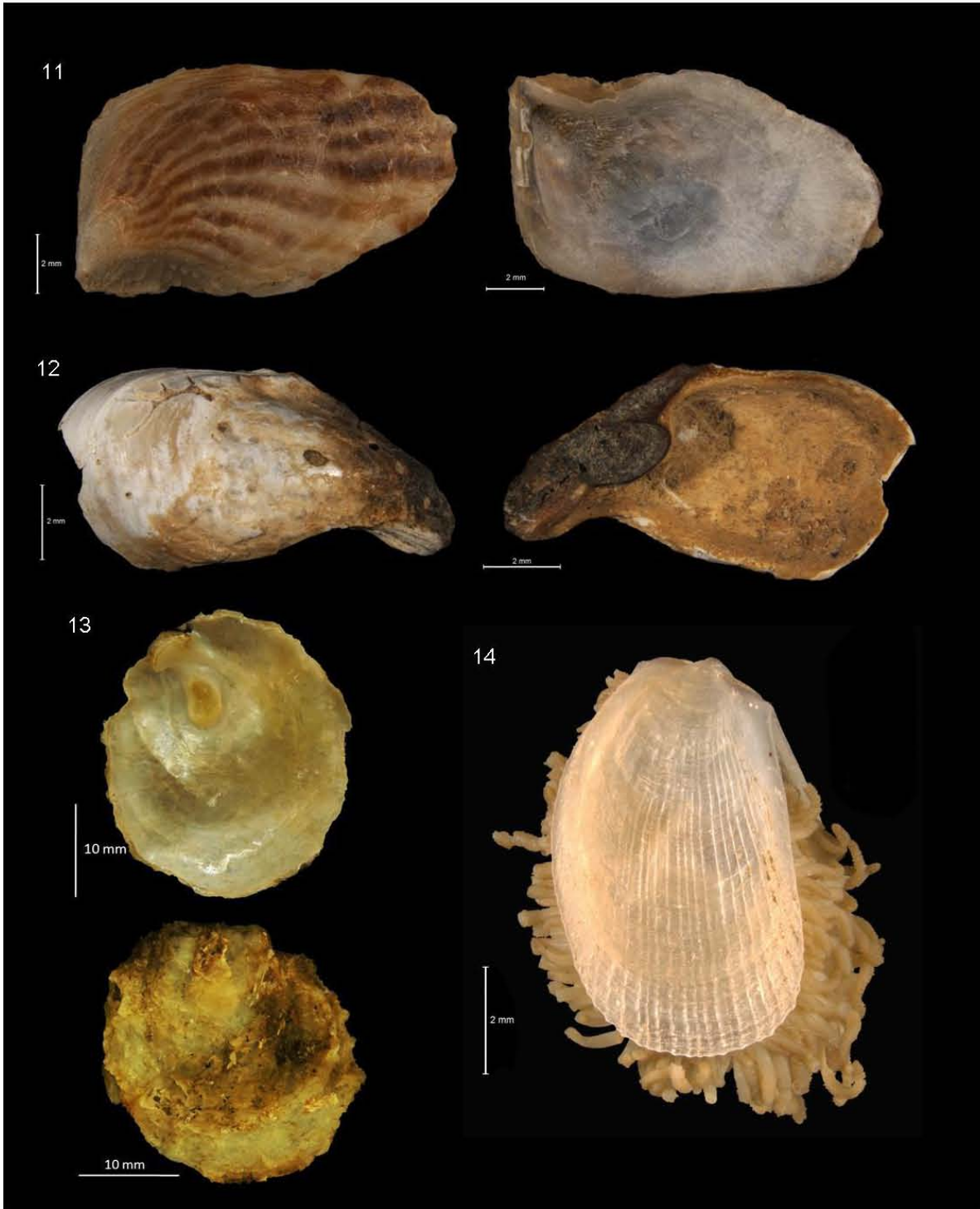
Clase Bivalvia





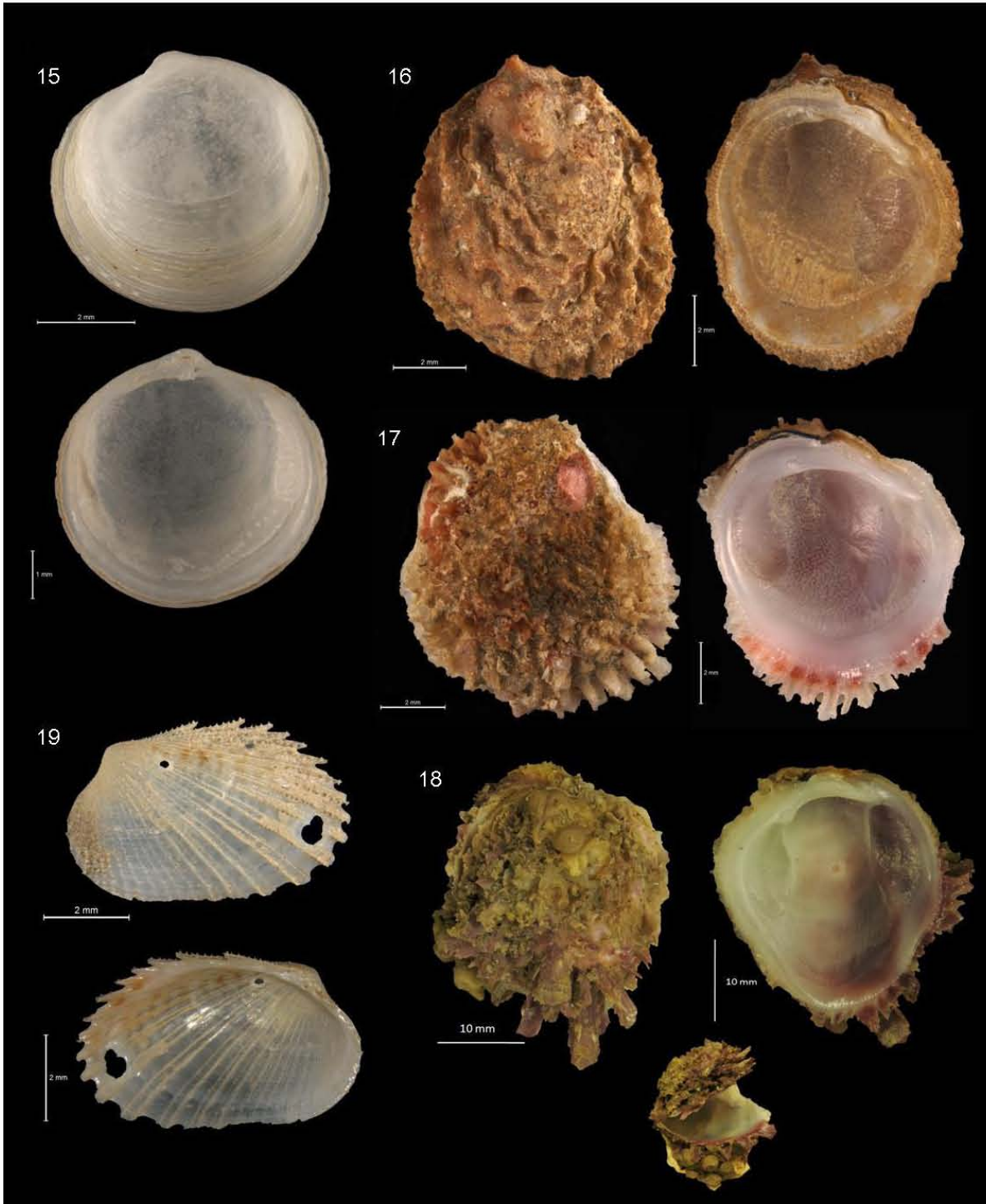
5. *Arcopsis adamsi* 6. *Gregariella coralliophaga* 7. *Lithophaga bisulcata* 8. *Lithophaga aristata*
 9. *Botula fusca* 10. *Isognomon bicolor*





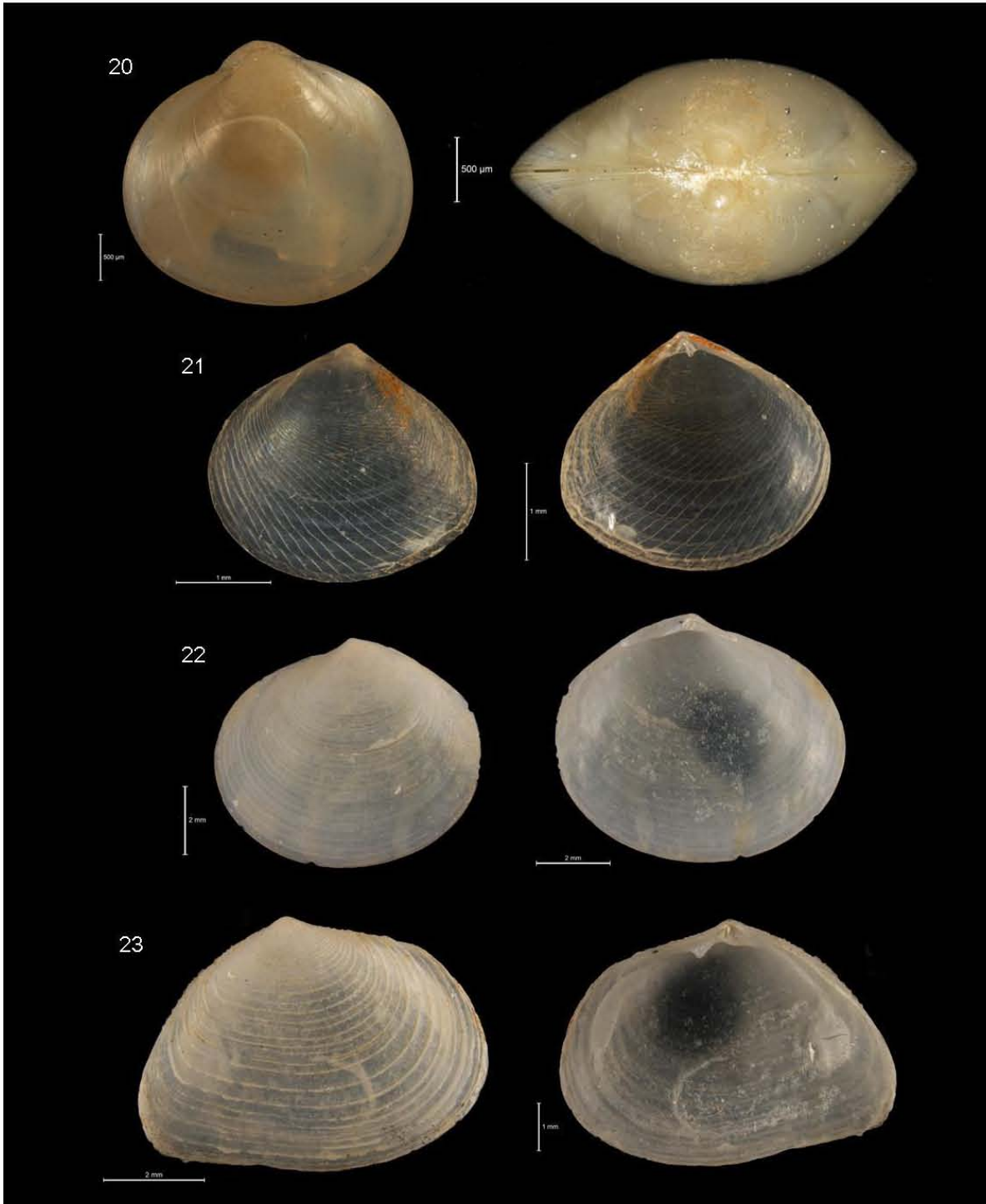
11. *Isognomon radiatus* 12. *Malleus candeanus* 13. *Pododesmus rudis* 14. *Limaria pellucida*





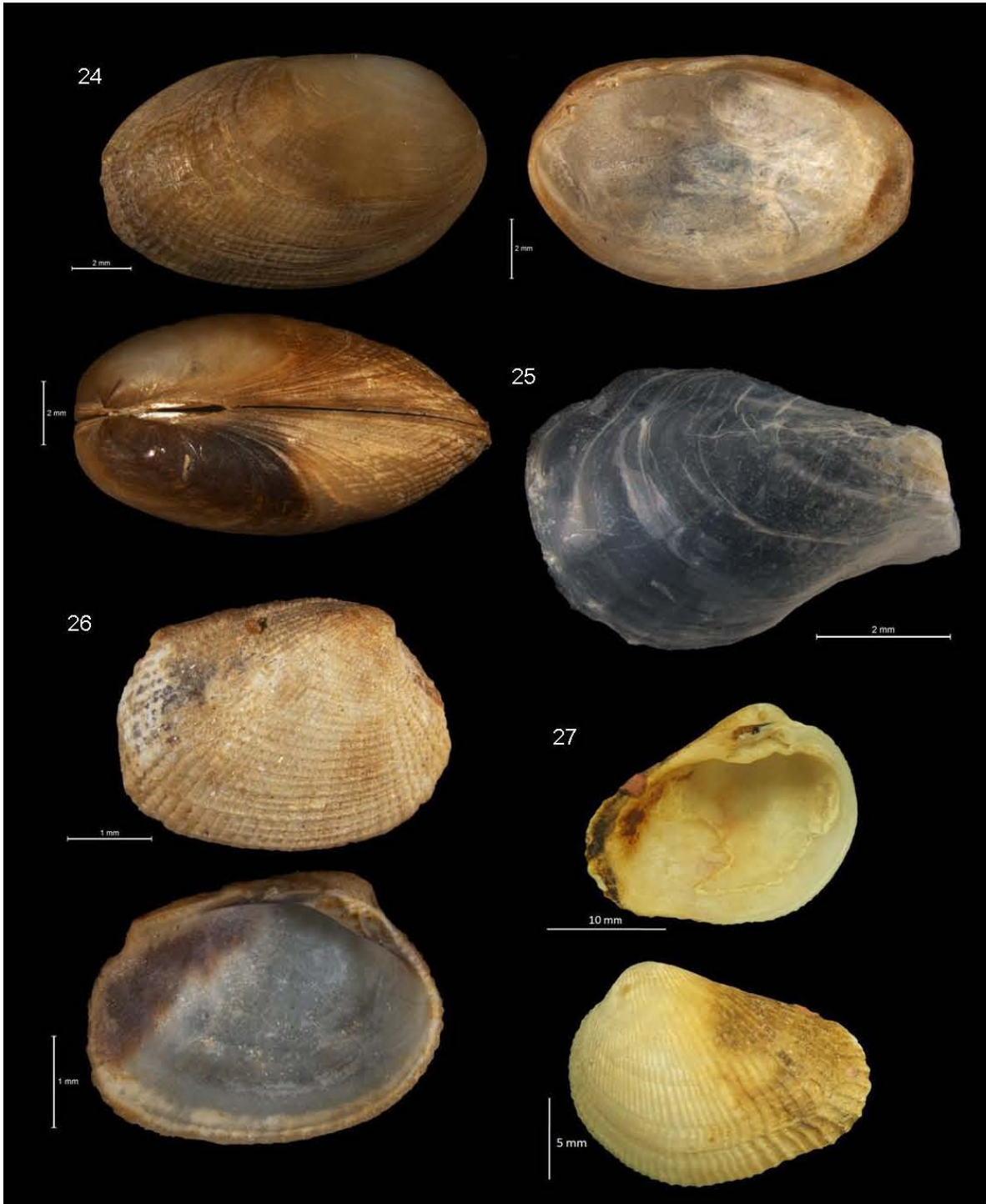
15. *Phlyctederma semiasperum* 16. *Chama congregata* 17. *Chama florida* 18. *Chama macerophyla* 19. *Papyridea semisulcata*





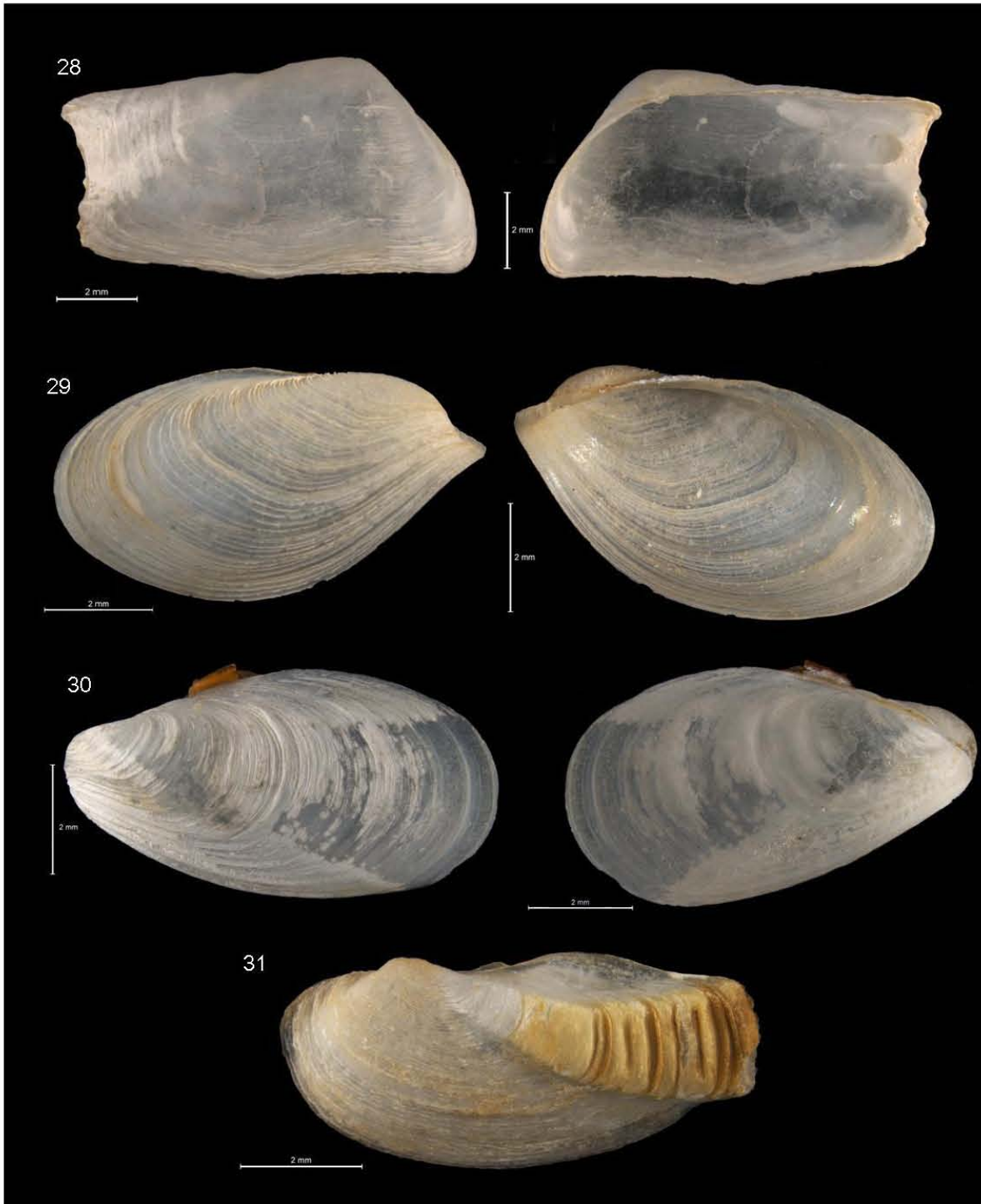
20. *Cymatinoa* sp. 21. *Strigilla* sp. 22. *Semele proficua* 23. *Cumingia coarctata*





24. *Coralliophaga coralliophaga* 25. *Entodesma beana* 26. *Timoclea grus*
27. *Choristodon robustus*





28. *Sphenia fragilis* 29. *Gastrochaena ovata* 30. *Gastrochaena hians* 31. *Spengleria rostrata*

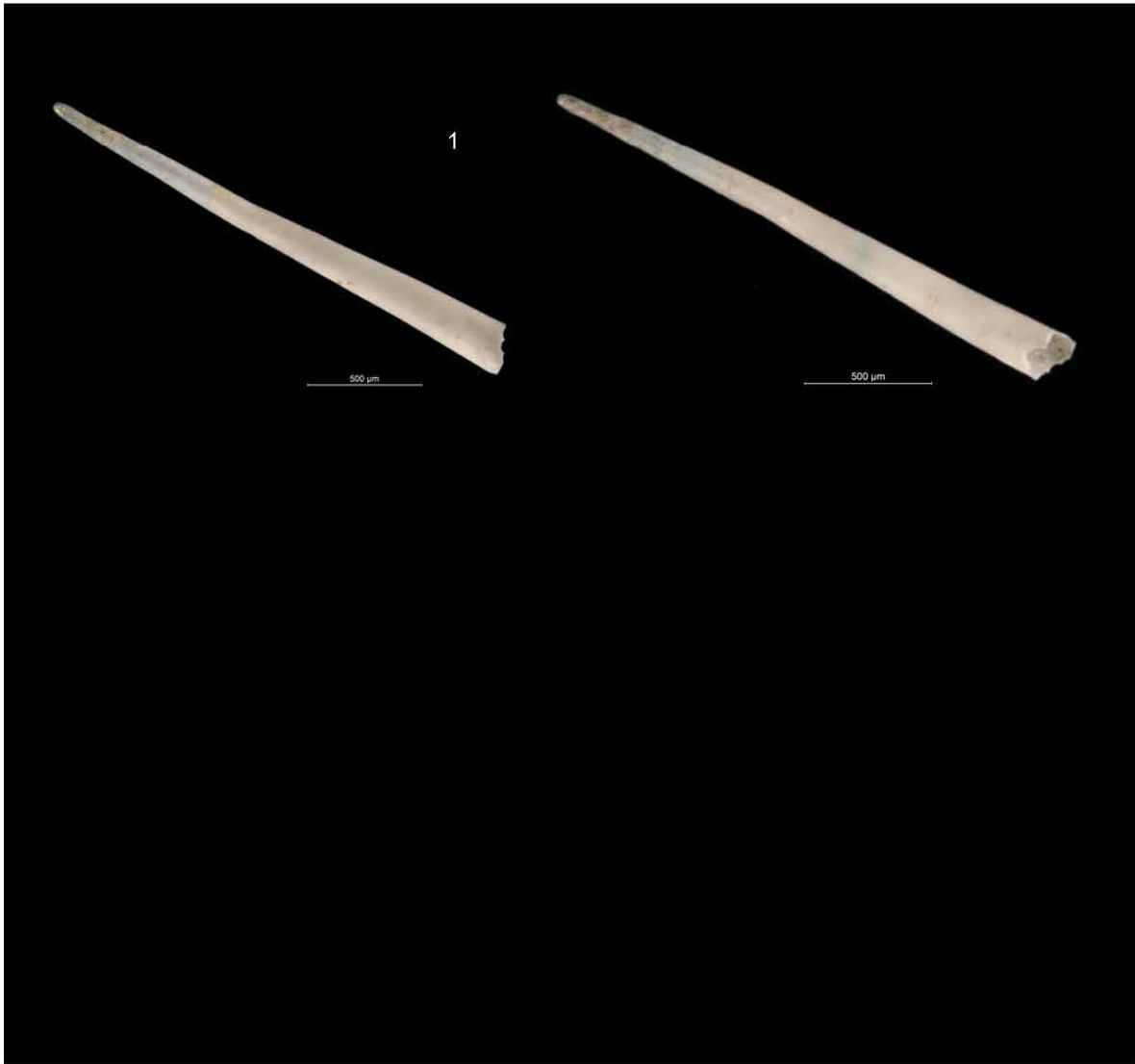


Clase Polyplacophora



1. *Acanthochitona* cf. *zebra* 2. *Chaetopleura apiculata* 3. *Lepidochitona liozonis* 4. *Lepidochitona rosea* 5. *Ischnochiton erythronotus* 6. *Ischnochiton striolatus*

Clase Scaphopoda



1. *Rhabdus* sp.

