



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**MORFOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS BALANOS (Cirripedia:
Thoracica) DE LA PLAYA MONTEPIÓ, 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:

FERNANDA NAHOMI PALACIOS GALINDO



**DIRECTORA DE TESIS:
M. EN C. GEMA YOLANDA ARMENDÁRIZ
ORTEGA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

Palacios
Galindo
Fernanda Nahomi
5527151758
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
316164777

2. Datos del tutor

M. en C.
Gema Yolanda
Armendáriz
Ortega

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Pablo
Hernández
Alcántara

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Brian
Urbano
Alonso

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
María Berenit
Mendoza
Garfias

6. Datos del sinodal 4

Dr.
Fernando
Alvarez
Noguera

7. Datos del trabajo escrito

Morfología y ecología de los balanos (Cirripedia: Thoracica) de la playa Montepío, Veracruz,
México
96 pp
2024

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias, por ser clave fundamental en mi desarrollo profesional.

A la Colección Nacional de Crustáceos por abrirme sus puertas y brindarme su completo apoyo para poder llevar a cabo este trabajo.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera, por sus comentarios, apoyo y paciencia durante este proceso.

Al Taller de Invertebrados de la Zona Costera y Arrecifal del Golfo de México. Así como a mis profesores del taller el Dr. José Luis Villalobos Hiriart y la M. en C. Gema Y. Armendáriz Ortega por todos los conocimientos que me brindaron a lo largo de este tiempo.

A mi tutora la M. en C. Gema Yolanda Armendáriz Ortega, por la paciencia, apoyo, comprensión y tiempo dedicado. Gracias por ser una pieza fundamental en este trabajo y por nunca dejarme sola durante todo este camino.

A mis sinodales la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias, al M. en C. Brian Urbano Alonso y al Dr. Pablo Hernández Alcántara gracias por su apoyo y tiempo invertido para que yo pudiera llevar a cabo este trabajo.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis a mi madre, una mujer excepcional. Gracias por ser mi ejemplo a seguir, por nunca dejarme caer, por creer en mí y por siempre impulsarme a ser una mejor persona. Nunca terminaré de agradecerte por todo el esfuerzo, amor y dedicación que me has dado para poder convertirme en la persona que soy, sin ti nada de esto sería posible.

A mis abuelos, por ser pieza fundamental en mi vida, por su infinito apoyo y cariño. Gracias por siempre cuidarme y por brindarme los recuerdos más bonitos de mi infancia. Quiero agradecerle a mi abuelo por ser un ejemplo para mí, espero que te sientas orgulloso de hasta donde he llegado. Siempre estarás presente en mi vida.

A mi tía Julie por siempre estar para mí, por creer en mí y por impulsarme a querer ser mejor cada día. También me gustaría agradecer a Alfonso por ser una persona importante en mi vida, por ayudarme y apoyarme siempre, pero sobre todo por ser una figura paterna en mi vida.

Gracias a mis mejores amigos Samara, Andrea y Ricardo por escucharme cada vez que lo necesitaba, por apoyarme en los momentos más difíciles y no dejarme sola. Por todas las risas y bonitos momentos que hemos pasado juntos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	9
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVOS.....	16
ÁREA DE ESTUDIO.....	17
MATERIAL Y MÉTODO	20
Trabajo de campo.....	20
Trabajo de gabinete.....	21
<i>Toma de mediciones.....</i>	22
<i>Análisis de epibiontes.....</i>	22
<i>Análisis de densidad.....</i>	23
<i>Disección de las muestras.....</i>	23
<i>Registro fotográfico en el microscopio electrónico de barrido.....</i>	24
<i>Análisis de fotografías del MEB.....</i>	25
<i>Identificación de epibiontes.....</i>	26
RESULTADOS.....	28
I. Identificación de especies de balanos.....	28
II. Talla de los organismos.....	30
<i>Diámetro de la base de la concha.....</i>	30
<i>Altura de la concha</i>	32
III. Número de organismos recolectados por mes de muestreo.....	33

IV. Análisis de densidad.....	33
V. Análisis de epibiontes.....	35
<i>Porcentaje de epibiosis en Tetraclita stalactifera</i>	35
<i>Número de epibiontes en Tetraclita stalactifera por mes de muestreo</i>	37
<i>Invertebrados epibiontes de Tetraclita stalactifera</i>	39
<i>Identificación de las especies de epibiontes</i>	48
VI. Análisis de cerdas.....	53
<i>Número de segmentos en endópodo y exópodo</i>	53
<i>Tipos de cerdas en los cirros</i>	53
<i>Tipos de cerdas en el cono bucal</i>	63
<i>Tipos de cerdas en el órgano copulador</i>	65
DISCUSIÓN.....	68
I. Identificación de especies de balanos.....	68
II. Talla de los organismos.....	69
III. Análisis de densidad.....	70
IV. Análisis de epibiontes.....	71
<i>Balanos como epibiontes de Tetraclita stalactifera</i>	71
<i>Invertebrados epibiontes de Tetraclita stalactifera</i>	73
V. Análisis de cerdas	77
CONCLUSIONES	81
LITERATURA CITADA.....	82
GLOSARIO.....	89

RESUMEN

La subclase Cirripedia, se divide en tres infraclases: Acrothoracica, Rhizocephala y Thoracica. La infraclase Thoracica presenta modificaciones en sus seis pares de toracópodos en cirros, los cuales ayudan en la captura de alimento. Presentan una pared formada por cuatro, seis u ocho placas y un opérculo formado por el tergum y el scutum. Cuando el opérculo se abre, los cirros quedan expuestos, permitiendo la captura de alimento. Son animales hermafroditas que se caracterizan por presentar seis estadios naupliares y un estadio larval de cipris. Los objetivos de este estudio fueron realizar un análisis morfológico y ecológico de los cirripedios torácicos del orden Balanomorpha, identificar las especies presentes en playa Montepío, Veracruz, analizar la talla de los organismos y la densidad de *Tetraclita stalactifera*, analizar su porcentaje de epibiosis y los invertebrados epibiontes de *T. stalactifera*, así como determinar el tipo de cerdas presentes en los cirros, cono bucal y órgano copulador. Para llevar a cabo este estudio se realizaron cuatro muestreos en diferentes meses: mayo, agosto y diciembre 2022 y abril 2023, cada uno con dos réplicas, utilizando un cuadrante de 10 x 10 cm. Con ayuda de una espátula se desprendieron los organismos adheridos a las rocas de la zona intermareal. Se midió el diámetro de la base y la altura de todos los organismos. Se analizó el número de organismos que presentaron epibiontes. Se encontró la presencia de dos especies de balanos: *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*. En diciembre se encontró un mayor número de especies de epibiontes. La especie dominante fue *C. fragilis*, la cual presentó un rol ecológico como epibionte, mientras que *T. stalactifera* presentó un papel ecológico como basibionte y epibionte. Se encontraron ocho especies de moluscos, tres especies de gusanos poliquetos y una especie de crustáceo tanaidáceo que fungen como epibiontes de *T. stalactifera*. Es probable que las agregaciones de balanos estén creando un espacio de protección para otros invertebrados contra depredadores, las altas temperaturas, la intensidad del oleaje y la desecación. Se describieron ocho tipos de cerdas en los cirros de *T. stalactifera*, dos tipos de cerdas en el cono bucal y un tipo de cerda en el órgano copulador.



INTRODUCCIÓN

Los crustáceos son un subfilo de animales invertebrados que se encuentran dentro del filo Arthropoda, tienen un plan corporal diverso a diferencia de otros grupos de artrópodos, además de presentar una larva nauplio exclusiva del grupo. Estos se caracterizan por un cefalón con un par de anténulas, antenas, mandíbulas, maxílulas y maxila, además de un cuerpo dividido en tórax o pereion y abdomen o pleón. En todos los grupos de crustáceos se encuentra presente el tórax. Sin embargo, en el caso del abdomen se ha observado que este puede estar reducido o ausente como en el caso de los Cirripedios. En algunas ocasiones existe una fusión de uno o más segmentos de la parte anterior del tórax con el cefalón formando unos apéndices denominados como maxilípedos. Esto principalmente en la clase Remipedia y Malacostraca (Schram, 1986; Covich *et al.*, 2009; Brusca *et al.*, 2023).

En los crustáceos los apéndices que se encuentran en la región del tórax se denominan toracópodos o pereiópodos y aquellos que están en la región del abdomen se conocen como pleópodos. La principal función de estos apéndices es la natación y locomoción. Sin embargo, también se ha propuesto que se encuentran relacionados con la alimentación, respiración, limpieza, recepción sensorial, reproducción o defensa (Covich *et al.*, 2009).

Se estiman alrededor de 72,000 especies de crustáceos en el mundo, las cuales se encuentran distribuidas en diferentes hábitats. La mayoría de las especies son marinas, aunque también existen algunas de agua dulce, agua salobre y terrestres. Dentro de las formas de vida de los crustáceos se ha descrito el parasitismo como en el caso de algunos copépodos, isópodos, branquiuros y cirripedios (Brusca *et al.*, 2023).

Dentro del subfilo Crustacea se encuentra la clase Thecostraca, constituida por las subclases Ascothoracida, Cirripedia y Facetoteca. Los individuos de esta última solo se conocen en su forma larvaria (Brusca *et al.*, 2023). La clase Thecostraca se caracteriza por la presencia de su larva cipris, la cual presenta un par de anténulas prensiles altamente especializadas en la búsqueda del sitio de asentamiento, para llevar a cabo su metamorfosis al estadio juvenil y adulto (Brusca *et al.*, 2023).



La subclase Cirripedia está constituida por un grupo de crustáceos de vida sésil que se encuentran exclusivamente en ambientes marinos. Se distribuyen desde la zona intermareal hasta grandes profundidades (Chi-Ho *et al.*, 2021). Presentan diferentes formas de vida, ya sea adheridos a diferentes sustratos o como parásitos de otros crustáceos (Pérez *et al.*, 2009). Se han descrito alrededor de 1,300 especies de cirripedios, de los cuales más de 1,000 especies son balanos (Brusca *et al.*, 2023). Los balanos habitan principalmente en la zona rocosa intermareal o bien como organismos epibiontes de manglares, animales o en estructuras artificiales construidas por el hombre, como embarcaciones, boyas y muelles (Pérez *et al.*, 2014).

Por mucho tiempo la clasificación de los cirripedios fue incierta. En un principio fueron clasificados dentro del filo Mollusca por Linnaeus y llamados cirripedios por Lamarck. En 1830 Vaughan Thompson descubrió que dentro de su ciclo de vida presentaban una larva nauplio, lo cual permitió reconocer a este grupo dentro de los crustáceos. Por otra parte, Darwin dedicó casi 10 años de su vida en investigaciones sobre este grupo, dando como resultado cuatro volúmenes de monografías sobre las especies de percebes pedunculados y balanos (Schram, 1986).

Actualmente los cirripedios se dividen en tres infraclases: Acrothoracica (percebes excavadores), Rhizocephala (endoparásitos de otros crustáceos) (Høeg *et al.*, 2015) y Thoracica (balanos o percebes pedunculados). Las especies de las infraclases Acrothoracica y Thoracica presentan modificaciones en sus seis pares de toracópodos en cirros, los cuales ayudan en la captura del alimento. Esta modificación fue la que permitió denominar a la clase como Cirripedia. La morfología en el estadio adulto de los cirripedios es diferente en comparación con la de otros crustáceos (Høeg *et al.*, 2009).

Los balanos son animales hermafroditas con fecundación interna. Por lo tanto, llevan a cabo la reproducción apareándose unos con otros, gracias a un órgano copulador extensible, el cual les permite alcanzar a los individuos más cercanos (Castro y Huber, 2007). Una vez que se llevó a cabo la fecundación, los huevos son incubados en la cavidad del manto, para después eclosionar como larva nauplio (McCarthy *et al.*, 2020).



El ciclo de vida de los cirripedios presenta seis estadios naupliares (larvas planctotróficas de vida libre), las cuales permiten la dispersión y posteriormente un estadio larval cipris, encargado de buscar el sustrato adecuado para asentarse e iniciar su metamorfosis al estadio juvenil y adulto (Fig. 1) (Liang *et al.*, 2019). La larva nauplio de este grupo es distintiva de otros grupos de crustáceos debido a la presencia de un par de cuernos frontolaterales que se proyectan de forma anterolateral desde el escudo de la cabeza. La larva nauplio utiliza los exópodos del segundo par de antenas y las mandíbulas para desplazarse en la columna de agua, estos apéndices también se encuentran relacionados con la alimentación (Høeg y Møller, 2006).

La larva nauplio I es de tamaño pequeño, con un ojo nauplio y con cuernos frontolaterales. Conforme avanzan los estadios larvales, la larva nauplio aumenta su tamaño. Además, se ha observado que a partir del estadio II las cerdas de los apéndices, incrementan en número. En el estadio VI la parte trasera del cuerpo se vuelve más pronunciada, los apéndices son más evidentes y se observan un par de ojos compuestos con un ojo nauplio (Chan, 2003). En este último estadio naupliar la larva sufre un proceso de ecdisis, el cual da como resultado a una larva cipris (Høeg *et al.*, 2015).

La metamorfosis del estadio cipris al juvenil, puede variar de acuerdo con el taxón. En el caso de los Acrothoracica la metamorfosis resulta en una hembra grande o en un macho de tamaño pequeño que se encuentra unido a la hembra por la parte externa del cuerpo. En los rizocéfalos, la larva cipris hembra se adhiere al cuerpo del hospedero para iniciar con la etapa endoparásita. Los cirripedios pedunculados después de la metamorfosis, dan como resultado una hembra con placas alrededor del cuerpo, formando una concha, o bien machos de menor tamaño que se posan en el borde de la abertura del manto. En el caso de los balanos, a partir de la metamorfosis se origina un organismo sésil hermafrodita (Høeg *et al.*, 2015).



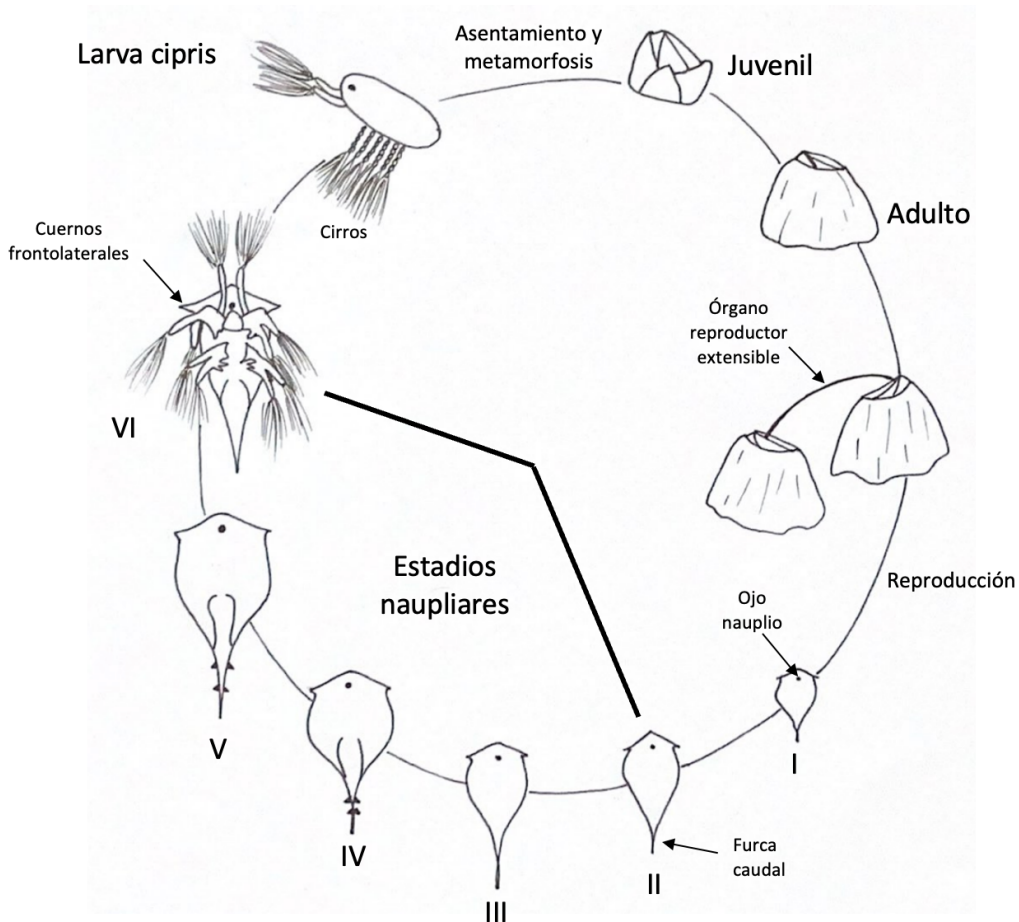


Figura 1. Ciclo de vida de un cirripedio balanomorfo. Estadio I a VI, larva nauplio. Estadio VII, larva cipris. Juvenil y adulto. Tomado y modificado de Liang *et al.*, 2019.

La larva cipris tiene una morfología muy parecida a la de los ostrácodos, debido a que presentan un caparazón bivalvo, además de un par de anténulas, mandíbulas y toracópodos. Estas larvas tienen la capacidad de caminar con las anténulas, mientras que los toracópodos los utilizan para nadar. Ambas estructuras les permiten desplazarse para encontrar el mejor sustrato para asentarse (Høeg y Møller, 2006).

Durante el proceso de metamorfosis de la larva cipris a organismo juvenil, ocurren una serie de cambios morfológicos y fisiológicos importantes. Cuando la cipris encuentra el sustrato indicado para asentarse, sus anténulas secretan una sustancia cementante que servirá como pegamento para llevar a cabo su proceso de anclaje al sustrato. Posteriormente la epidermis de la larva cipris comienza a separarse de la cutícula del caparazón bivalvo, lo que permite que este sea desechado y se secreta una cutícula delgada o manto que envuelve al



juvenil. El manto es el encargado de secretar las placas operculares y las placas calcáreas de la concha. Los toracópodos que se encontraban frente al sustrato, giran 180° y se transforman en apéndices birrámeos conocidos como cirros, los cuales son apéndices encargados de filtrar el alimento. Durante el estadio juvenil de los balanos se puede observar la pérdida del par de anténulas y la formación de nuevas estructuras como el cono bucal constituidos por los palpos mandibulares, el labrum, la mandíbula, la primera y segunda maxila (Høeg *et al.*, 2015).

El estadio adulto se caracteriza por presentar un cuerpo altamente modificado, dividido en una parte blanda y una concha, la cual presenta una pared formada por cuatro, seis u ocho placas calcáreas y un opérculo formado por el tergum y el scutum (Fig. 2). Las placas de la concha en el estadio juvenil, se desarrollan por medio de mineralizaciones en áreas específicas de la cutícula, aumentando gradualmente tanto en el grosor como en el área (Walley, 1969). La parte blanda del animal presenta un tórax dividido en seis segmentos con apéndices birrámeos (con un endópodo y un exópodo), con un abdomen y telson ausentes (Fig. 3) (Brusca *et al.*, 2023).

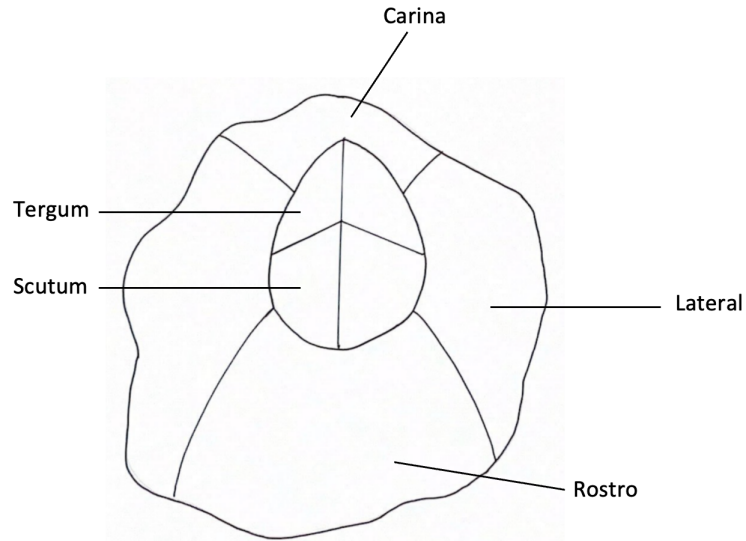


Figura 2. Morfología de un cirripedio balanomorfo.



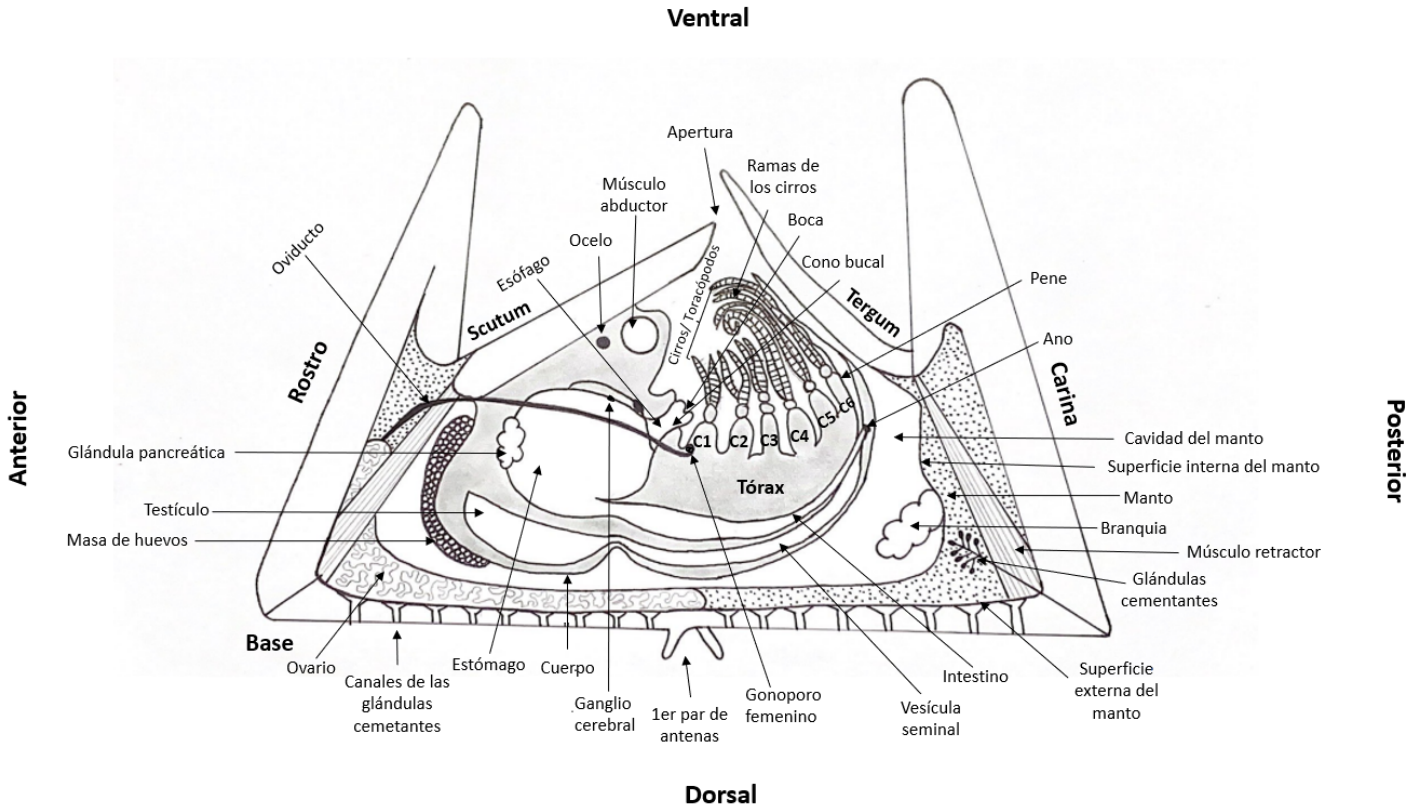


Figura 3. Anatomía de un cirripedio balanomorfo en vista lateral. Tomado y modificado de Brusca *et al.*, 2023.

En el caso de los balanos y otros cirripedios, los toracópodos de la larva cipris sufren una metamorfosis, transformándose en cirros, los cuales presentan una gran cantidad de cerdas especializadas para llevar a cabo la alimentación (Schram, 1986). La actividad cirral tiene tres funciones principales: 1) llevar a cabo la captura de alimento mediante la extensión de sus cirros, 2) filtrar las partículas de comida y 3) el intercambio gaseoso (Walker, 1992).

Los primeros tres pares de cirros están modificados como maxilípedos, por lo que son más cortos que los tres cirros posteriores, sus cerdas son especializadas para llevar a cabo la función de microfiltración (Walker, 1992). En la alimentación los tres pares de cirros posteriores (IV a VI) son los que se extienden por fuera del opérculo para atrapar con las cerdas las partículas de comida suspendidas en la columna de agua. Posteriormente las partículas son transportadas por los tres pares de cirros anteriores (III a I) hasta llegar a la boca. Estos animales se alimentan de bacterias, algas y zooplancton (Brusca *et al.*, 2023).



En diversos artículos se han descrito a los balanos como epibiontes de otros organismos como: corales vivos, esponjas de mar, crustáceos, moluscos, tortugas, delfines, ballenas, raíces de mangle o estructuras artificiales como barcos o plataformas petroleras. La acumulación de balanos en estructuras artificiales se conoce como bioincrustación. En el caso de los barcos, este fenómeno ocasiona que la potencia requerida para el desplazamiento del barco aumente, al igual que el consumo del combustible (Townsin, 2003) (Fig. 4).

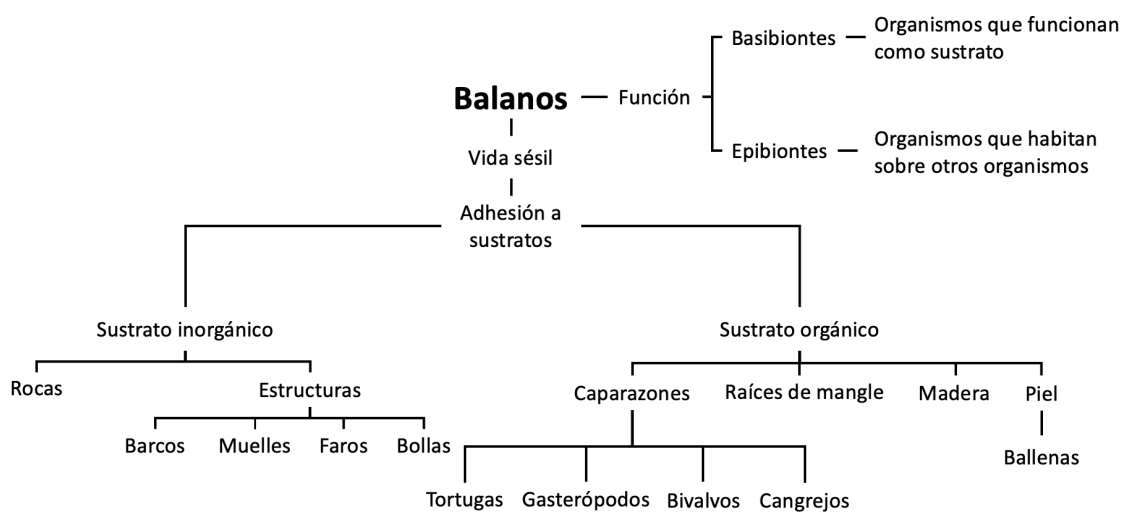


Figura 4. Rol ecológico de los balanos.

Algunas de las especies del género *Balanus* han sido utilizados como biomonitores de contaminación por metales en aguas costeras, a través del análisis del tejido blando del animal (Reis *et al.*, 2011). Los cirripedios pertenecientes a la infraclase Thoracica han sido objeto de estudio por la producción de su sustancia cementante, con el fin de crear un adhesivo más beneficioso con el ambiente (Liang *et al.*, 2019).



JUSTIFICACIÓN

En México los estudios sobre la ecología de balanos son escasos, debido a que la mayor parte de la información se centra en la taxonomía del grupo. De acuerdo con diferentes autores, se han reportado cinco especies de balanos para la playa Montepío, Veracruz las cuales son *Balanus sp*, *Chthamalus fragilis* Darwin, 1854, *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758), *Tetraclita floridana* Pilsbry, 1916 y *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818). En este trabajo se pretende realizar un estudio ecológico de los balanos en playa Montepío, Veracruz para conocer su importancia como sustrato para diferentes invertebrados y analizar el tipo de cerdas que presentan cada uno de los seis pares de cirros, el cono bucal y el órgano copulador.



ANTECEDENTES

Darwin, en 1854, publicó el tercer volumen de una serie de monografías sobre los cirripedios, el cual se centró en los cirripedios balanomorfos. Incluyó observaciones sobre la morfología de estos animales, así como una serie de ilustraciones. Además, describió tres de los 18 géneros y 56 especies de las 110 especies que incluyó. Y caracterizó un total de 52 variedades (Salazar-Vallejo y Molina-Ramírez, 2009).

Inclán (1989) llevó a cabo un estudio ecológico sobre la epibiosis de balanos en las raíces de *Rhizophora mangle* en cinco estaciones en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. Se realizaron dos muestreos por mes en abril y junio de 1987, y examinaron 90 raíces de *R. mangle* con una composición de 40 especies, dentro de las cuales se encontró el balano *Balanus amphitrite*.

Hernández-Vázquez y Valadez-González (1998) realizaron un estudio de organismos epizoarios en seis hembras de la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*. Este estudio se llevó a cabo en la playa La Gloria, Jalisco, México. Encontrando que el segundo grupo con mayor abundancia relativa fueron los balanos pertenecientes a las especies *Platylepis hexus* y *Chelonibia testudinaria*.

Gómez (2003) describió algunas especies de balanos y determinó las variaciones intra e interespecífica de éstas en la región sur de la península de Baja California. Se llevaron a cabo recolectas en las costas rocosas de la Bahía de La Paz, hasta la Bahía Magdalena Baja California Sur, abarcando la zona de salpicadura, intermareal y submareal. Gómez logró determinar 15 especies, de las cuales 12 se determinaron a nivel específico, así como un nuevo género con una especie y dos nuevas especies.

Celis (2004) realizó una revisión de 88 lotes de cirripedios pertenecientes a la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, dentro de los cuales, 27 pertenecían a siete diferentes localidades del Golfo de México, incluyendo la laguna de Tamiahua, la laguna de Alvarado y la playa de Balzapote, San Andrés Tuxtla, Veracruz. A



partir de este estudio se identificaron 18 especies del orden Balanomorpha para las localidades analizadas.

Cárdenas-Palomo y Maldonado-Gasca (2005) contabilizaron el número de epibiontes en 37 tortugas *Eretmochelys imbricata* durante los meses de julio y agosto de 1999. El estudio fue realizado en el Santuario de Tortugas Marinas de Ría Lagartos, Yucatán, México. Encontrando que los balanos fueron el grupo de organismos con mayor abundancia relativa y que se encontraban adheridos principalmente al cuello y aletas de la tortuga. Dentro de los balanos descritos se encontraron *Chelonibia testudinaria*, *Platylepas sp.* y *Lepas sp.*

Gómez-Daglio y Van (2006) describieron un nuevo género y especie de la familia Tetracitidae en el Golfo de California, México. Examinaron alrededor de 11 paratipos de diferentes localidades de Baja California Sur. Encontraron que estos organismos pertenecían a *Lissaclita melaniae* una nueva especie de balano. Además, se realizó una comparación entre la nueva especie propuesta y las restantes especies del género *Tesseropora*.

Celis *et al.* (2007) llevaron a cabo el primer estudio faunístico sobre los balanos torácicos de aguas someras en las costas de Tamaulipas, México. Se identificaron 11 especies de balanos, dentro de las cuales, ocho especies coinciden con las reportadas por Celis (2004) en Veracruz. Ampliando el conocimiento de las zonas de distribución de estas especies.

Chan *et al.* (2008) analizaron la morfología de las cerdas de los seis pares de cirros de seis diferentes especies de cirripedios, de la cuales cuatro eran cirripedios pedunculados: *Capitulum mitella*, *Ibla cumingi*, *Oclomasmis warwickii* y *Pollicipes polymerus* y dos cirripedios balanomorfos: *Megabalanus volcano* y *Tetracitita japonica japonica*. Encontraron un total de siete diferentes tipos de cerdas, siendo los cirripedios balanomorfos los que presentaron una mayor diversidad de tipos de cerdas, por lo que se plantea que esto puede estar relacionado con los hábitos alimenticios de estos organismos.

Celis (2009) realizó un estudio sobre las especies de cirripedios distribuidos en México, utilizando el material depositado en la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) de la UNAM y de la Colección de Artrópodos no Insecta: Sección Crustacea, Facultad de



Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Además, revisó la base de datos de cirripedios depositada en la Academy of Science, Invertebrate Zoology (CASIZ), San Francisco, California, así como los registros hechos en la literatura. Encontró un total de 92 especies de cirripedios para las costas mexicanas, de las cuales 40 especies se distribuyeron al sur del Golfo de México, 63 en el Pacífico mexicano y 11 especies se encontraron en ambas costas.

Hernández *et al.* (2010) realizaron un estudio con muestreos mensuales de febrero 1996 a febrero 1997 y bimestralmente de julio 2004 a julio 2005, para conocer la riqueza específica de crustáceos en la zona intermareal de Montepío, Veracruz. A partir de este estudio se identificaron 4,437 organismos, dentro de los cuales se encontraron cinco especies de balano: *Balanus sp*, *Chthamalus fragilis*, *Megabalanus tintinnabulum*, *Tetraclita floridana* y *Tetraclita stalactifera*.

Hernández-Trujillo *et al.* (2010) analizaron la variación diaria de la abundancia de zooplancton a partir de muestreos realizados durante diez días en febrero del 2002 en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Observaron que las larvas cipris de balanos fueron unas de las más comunes y abundantes en los muestreos. A pesar de esto no se pudieron identificar a nivel de especie.

Montalvo-Urge *et al.* (2010) estudiaron la diversidad y abundancia de especies de invertebrados en estructuras físicas emergentes del sustrato. En este caso el estudio se centró en troncos hundidos, debido a que se consideran como sitios de refugio, alimentación y reproducción de diversas especies. Realizaron dos muestreos en la temporada de máxima inundación y uno en la de mínima inundación en 18 lagunas de Pantanos de Centla, Tabasco. Encontraron que la segunda especie con mayor número de organismos fue *Balanus improvisus*, también registrada para Veracruz.

Winfield *et al.* (2010) analizaron la biodiversidad y los patrones de abundancia y distribución de los macrocrustáceos incrustantes en seis sitios de muestreo en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz. Dentro de los 8,161 organismos de



macrocrustáceos incrustantes, 6,085 (74.56%) pertenecían a la especie *Amphibalanus amphitrite*. Concluyendo que era la especie con mayor abundancia en esa zona.

Nájera-Hillman *et al.* (2012) caracterizaron la distribución y el efecto del balano *Chelonibia testudinaria* en la salud de la tortuga verde *Chelonia mydas*, en la Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Encontraron una distribución agregada y la posición de los balanos, se veía influenciada por el flujo de agua. En cuanto a su reproducción se describió que ésta se ve beneficiada en los meses de verano. Además, las tortugas más sanas presentaban un menor número de balanos.

Ruíz y López-Portillo (2014) describieron las variaciones espacio-temporal en la estructura y composición de los macroinvertebrados que viven en las raíces de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en la laguna La Mancha, Veracruz. Para llevar a cabo este estudio, colectaron cuatro raíces de mangle cada tres meses durante un año. Obteniendo un total de 59,632 organismos de los cuales 8,609 (14.43 %) pertenecieron a las especies *Amphibalanus eburneus*, *Amphibalanus amphitrite* y *Semibalanus cf. balanoides*. Adicionalmente encontraron que la hidrodinámica de la entrada estuarina puede influenciar las condiciones ambientales y la variación espacio-temporal de los epibiontes.

Mingüer (2016) realizó un estudio sobre la variación estacional y espacial de la comunidad de invertebrados asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* en tres sitios diferentes de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México. Encontró un total de 17 especies pertenecientes a los phyla Annelida, Mollusca y Arthropoda. Dentro de estas especies se registró que las especies con mayor número de organismos fueron el cirripedio *Balanus subalbidus* y el molusco *Ischadium recurvum*.

Álvarez-Cerrillo *et al.* (2017) describieron los epibiontes y endobiontes del quitón *Chiton articulatus*. Los organismos para este estudio fueron colectados en Guerrero, México. Álvarez-Cerrillo y colaboradores encontraron, que los epibiontes y endobiontes cubrían el 90% del área de las valvas de este molusco, siendo los balanos de las familias Chthamalidae y Balanidae los dos grupos con mayor número de organismos.



De la Cruz-Francisco *et al.* (2017) desarrollaron una lista florística y faunística a partir de diversos muestreos desde el año 2013, hasta el año 2016, en periodos de marea baja, en la zona intermareal de la playa El Pulpo, localizada en el municipio de Cazes, Veracruz. De las 186 especies de invertebrados encontradas en esta zona, se registraron dos especies de balanos: *Tetraclita stalactifera* y *Chthamalus fragilis*.

Ávila *et al.* (2018) realizaron un estudio sobre el estado invasivo del balano *Amphibalanus amphitrite* en dos poblaciones naturales de especies nativas de ostras en la Laguna de Términos, Campeche. Ellos determinaron la frecuencia, densidad y la cobertura de *A. amphitrite* en las valvas de *Crassostrea virginica* y *Crassostrea rhizophorae*. Además, compararon los valores con otras tres especies de balanos (*Amphibalanus eburneus*, *Amphibalanus improvisus* y *Amphibalanus venustus*) con las que coexiste. Observaron que las variables de salinidad y sedimentación se encuentran relacionadas con la distribución de las especies de *Amphibalanus* en esta zona estuarina.

Lucas y De la Cruz-Francisco (2018) determinaron la diversidad, abundancia y similitud de la composición florística y faunística asociada a raíces de *Rhizophora mangle* en la laguna Tampamachoco, Veracruz. Establecieron cuatro sitios de muestreo y en cada uno se revisaron diez raíces de *R. mangle*. Se registraron dos especies de balanos *Megabalanus coccopoma* y *Amphibalanus sp.* pertenecientes a la familia Balanidae, esta última se consideró como una de las especies más abundantes.

Rubí (2018) analizó y comparó la estructura de las comunidades endobiontes de dos especies de esponjas *Agelas clathrodes* y *Aplysina muricyana*, a partir de la recolección de cinco individuos de cada especie por arrecife. El estudio se realizó en los arrecifes Pantepec y Blake ubicados al norte de la zona costera de Veracruz. Se encontró que *Balanus sp.* fue una de las dos especies de endobiontes con mayor abundancia en ambas esponjas.

Hendricks y Ramírez-Félix (2019) realizaron un estudio sobre el asentamiento del balano *Balanus trigonus* sobre *Panulirus gracilis*. Para llevar a cabo el estudio se capturó a



un organismo de *P. gracilis* en el sudeste del Golfo de California, posteriormente se contabilizó el número de balanos que se encontraban adheridos al cuerpo de *P. gracilis*, dando como resultado un total de 2,765 organismos, de los cuales 1,019 eran larvas en estadio cipris.

Álvarez-Carrillo *et al.* (2021) analizaron los cambios espacio-temporales en los patrones de biodiversidad de epibiontes que se encuentran en la superficie del quitón comestible *Chiton articulatus*. El estudio se llevó a cabo en siete sitios del Pacífico mexicano: Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En este estudio encontraron que uno de los grupos más abundantes eran los balanos del género *Chthamalus*, los cuales tendían a disminuir su abundancia hacia el sur.

San Martín-del Ángel *et al.* (2021) estudiaron la composición y abundancia de la macrofauna bentónica de los bancos ostrícolas de *Crassostrea virginica* en las lagunas Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, Veracruz. Se estimó la riqueza, abundancia, equitatividad y diversidad en cada laguna de manera mensual. Observaron que los bancos ostrícolas de la laguna de Tampamachoco fueron más diversos y abundantes en comparación con las lagunas Pueblo Viejo y Tamiahua. Además, registraron que el balano *Amphibalanus eburneus* fue uno de los epibiontes filtradores característicos de los bancos ostrícolas.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis morfológico y ecológico de los cirripedios balanomorfos presentes en la playa rocosa Montepío, Veracruz, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar las especies de balanos presentes en la playa rocosa Montepío, Veracruz, México.
2. Evaluar y analizar la talla de los organismos.
3. Realizar un análisis de densidad de *Tetraclita stalactifera*.
4. Determinar y analizar el porcentaje de epibiosis y los grupos de invertebrados epibiontes en *Tetraclita stalactifera*.
5. Determinar el tipo de cerdas presentes en los cirros, como bucal y órgano copulador de *Tetraclita stalactifera*.



ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Veracruz se encuentra en el Golfo de México y colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al sur con los estados de Oaxaca y Chiapas, al oeste con los estados de Hidalgo y Puebla y al sureste con el estado de Tabasco. Dentro del estado de Veracruz se encuentra la playa rocosa de Montepío (Fig. 5), ubicada en el municipio de San Andrés Tuxtla ($18^{\circ}28'31''\text{N}$, $95^{\circ}17'58''\text{W}$), al sur del golfo de México (Hernández *et al.*, 2010).

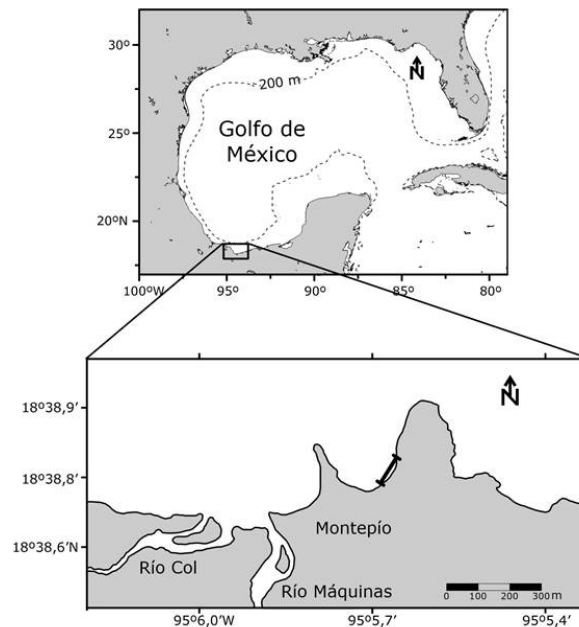


Figura 5. Playa rocosa Montepío, Veracruz, México. Tomado de Sanvicente-Añorve *et al.*, 2018.

La playa de Montepío se caracteriza por ser una playa rocosa (Fig. 6), formada principalmente por los derrames de lava de la región de los Tuxtlas, que alcanzan hasta 1.5 m de profundidad en el mar (Vassallo *et al.*, 2014). Esta zona se caracteriza por la presencia de diferentes centros de erupción, de los cuales se destacan los volcanes de San Martín Pajapan, Santa Marta y San Martín Tuxtla (Andrle, 1964). Las playas rocosas se caracterizan por la ausencia de acumulación de sedimentos, así como la presencia de organismos que viven sobre la superficie de rocas en la zona intermareal (Castro y Huber, 2007).





Figura 6. Vista panorámica de la playa rocosa de Montepío, Veracruz, México.

La playa rocosa de Montepío presenta un clima cálido húmedo (A) con una temperatura media anual mayor a 22 °C. Las temperaturas más altas se alcanzan de mayo a septiembre y la temperatura más baja se presenta en el mes de enero. La precipitación anual en esta área es mayor a 4,500 mm con una época de lluvias de junio a febrero y una época de secas que va de marzo a mayo (Vassallo *et al.*, 2014).

La costa del estado de Veracruz se encuentra bajo la influencia de la corriente marina de Lazo, la cual se forma a partir de los giros anticiclónicos. Esta corriente marina transporta agua cálida y de alta salinidad. Además, en la periferia de esta corriente se forman núcleos de agua fría. En verano se observa una máxima intrusión de la corriente y una menor en el invierno, en algunas ocasiones esto puede tener una ligera variación (Monreal *et al.*, 2004).

Las mareas del Golfo de México suelen ser débiles, pero de gran importancia para la existencia de diversos organismos. En Montepío el régimen de marea es de tipo diurno, con una amplitud media de 26 cm (SMN, 2009). Entre los meses de octubre y abril suelen presentarse frentes fríos, los cuales provocan que el oleaje sea de mayor intensidad. Este cambio en la intensidad del oleaje puede llegar a ocasionar un estrés fisiológico en algunos organismos que habitan en la zona (Hernández *et al.*, 2010).



Dentro de la hidrología de esta zona, se destaca el río Máquinas, el cual tiene origen en la laguna Escondida y desemboca en la playa de Montepío. La profundidad depende de cada zona, en algunas partes alcanza medio metro y en otras hasta los dos metros. El río Máquinas tiene una longitud aproximada de cinco kilómetros y una velocidad de corriente que puede alcanzar los 27 km/h (Álvarez *et al.*, 2019).

Observaciones personales

La playa de Montepío, Veracruz, México cuenta con una zona arenosa y otra rocosa, siendo la zona arenosa la de mayor extensión. En el caso del oleaje este puede variar dependiendo del mes. En este estudio se pudo observar que, en mayo y agosto, el oleaje fue moderado, mientras que en diciembre y abril fue de moderado a ligeramente intenso. Estas variaciones en el oleaje y el ritmo de marea, influyen en la cantidad de roca expuesta en la zona intermareal. El turismo en la zona es de mediana intensidad, ocasionando que la contaminación en la playa sea moderada, ya que durante los muestreos realizados se observó la presencia de basura.



MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se realizaron cuatro muestreos en la playa de Montepío, Veracruz, cada uno con dos réplicas en mayo, agosto y diciembre 2022 y abril 2023. Los muestreos fueron realizados en la zona intermareal, la cual fue recorrida previamente en la búsqueda de diferentes especies de balanos. Una vez identificados los organismos se utilizó un cuadrante de 10x10 cm para determinar la densidad de los organismos contenidos en el cuadrante (esto se realizó únicamente con los balanos de mayor tamaño). Una vez colocado el cuadrante en la roca con balanos, se tomó una fotografía para facilitar el conteo de organismos. Posteriormente con la ayuda de una espátula se desprendieron algunos organismos que se encontraban dentro del cuadrante para posteriormente llevar a cabo su identificación en el laboratorio (Fig. 7). Una vez que se desprendieron, los organismos fueron colocados en bolsas de plástico con agua de mar y etiquetados con el número de cuadrante, para su traslado al laboratorio.

En mayo se recolectó una muestra de roca debido a que los organismos que se encontraban adheridos a ella eran de menor tamaño. Para llevar esto a cabo se utilizó un cincel y martillo para desprender un pedazo de roca. Posteriormente, la muestra fue colocada en una cubeta con agua de mar. Todas las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”, del Instituto de Biología, UNAM, para su procesamiento.





Figura 7. Materiales empleados para el desprendimiento de los organismos y muestreos. a) Cuadrante 10x10 cm, b) Espátula, c) Martillo y Cincel, d) Mayo 2022, e) Agosto 2022, f) Diciembre 2022 y g) Abril 2023.

Trabajo de gabinete

Una vez en el laboratorio de la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas” del Instituto de Biología, UNAM, los organismos fueron colocados en frascos de plástico con capacidad de 250 ml con alcohol etílico al 96% y etiquetados con el número de cuadrante, localidad y fecha.



Toma de mediciones

Los organismos fueron trasladados al laboratorio de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) del Instituto de Biología (IB) de la UNAM, para llevar a cabo su identificación con las claves taxonómicas de Celis (2004). Con la ayuda de un vernier (marca Steren) se midió el diámetro de la base (Fig. 8a) y la altura (Fig. 8b) de los organismos obtenidos en cada uno de los muestreos.

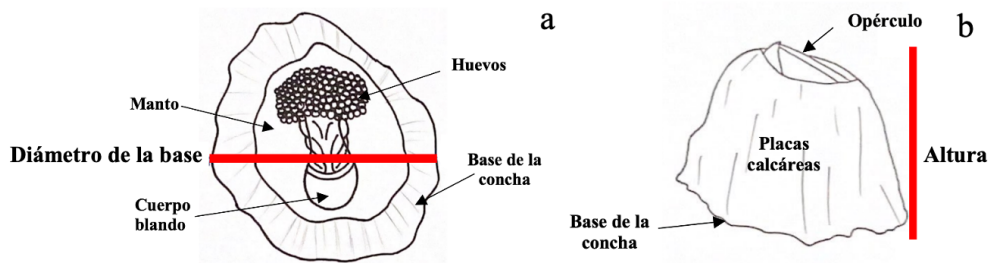


Figura 8. Toma de mediciones. a) Diámetro de la base y b) Altura.

Análisis de epibiontes

Para llevar a cabo el análisis de epibiontes se utilizó un microscopio estereoscópico para determinar el número de organismos (basibiontes) que presentaron epibiontes y el número de organismos que no los presentaron. Después se determinó el número de organismos que presentaron uno, dos, tres o más de tres epibiontes. Por último, se determinó el número de epibiontes por especie (Fig. 9).

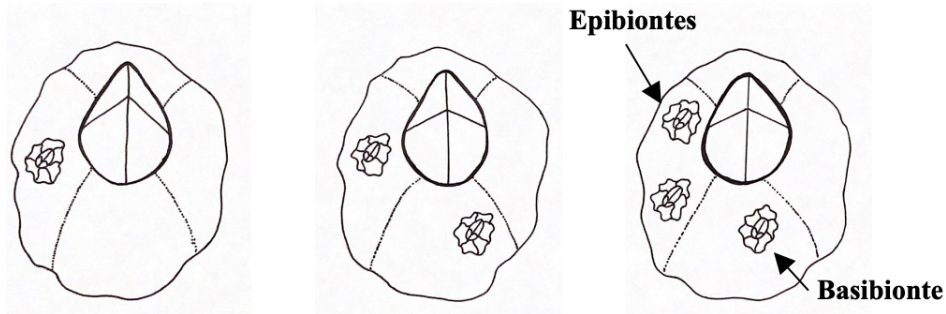


Figura 9. Epibiontes de balanos.



Análisis de densidad

Para determinar la densidad de balanos se utilizaron fotografías tomadas en cada uno de los muestreos. Primero se contabilizó el número de organismos contenidos en un cuadrante de 10x10 cm para cada muestreo, con sus respectivas réplicas. Posteriormente se obtuvo el promedio de los organismos por mes de muestreo. Finalmente se extrapolaron los datos para conocer el número de balanos contenidos en 1 m^2 .

Para calcular la densidad de los organismos de menor tamaño, se calculó el número de balanos contenidos en 20 cuadrantes de 1x1 cm y se obtuvo el promedio de individuos. Posteriormente se extrapolaron los datos para conocer el número de balanos contenidos en 1 m^2 (Fig. 10).



Figura 10. Número de balanos en un cuadrante de 1x1 cm.

Disección de las muestras

Las bases de los organismos fueron limpiadas con un cepillo de dientes. Esto se llevó a cabo únicamente en la zona de las placas calcáreas, evitando la parte blanda de los organismos. Posteriormente se tomaron fotografías de las placas calcáreas de la concha, la base y placas operculares. Más tarde, se separó el cuerpo del animal de las placas calcáreas de la concha y con la ayuda de un microscopio estereoscópico se disectaron las siguientes partes del cuerpo: los seis cirros (C1-C6) del lado izquierdo del animal, el órgano copulador y el cono bucal formado por: los palpos mandibulares (PM), el labrum (Lb), las mandíbulas



(MD), el primer par de maxilas (MX1) y el segundo par de maxilas (MX2). Cada una de las muestras fueron colocadas en tubos de microcentrífuga de 200 µl con alcohol al 70% y etiquetadas con la nomenclatura dada en un pequeño trozo de papel albanene que se colocó dentro del tubo de microcentrífuga. Posteriormente los tubos de microcentrífuga fueron colocados dentro de un frasco de vidrio con capacidad de 250 ml con alcohol al 70%.

Registro fotográfico en el microscopio electrónico de barrido (MEB)

Para llevar a cabo la toma de fotografías en el microscopio electrónico de barrido (MEB), se colocó el frasco de vidrio con los tubos de microcentrífuga que contenían las partes blandas disectadas de los balanos en un sonicador, el cual contenía agua hasta la mitad de su capacidad, esto se realizó por un ciclo de cinco minutos. Una vez terminado el ciclo del sonicador, se elaboraron sobres de aproximadamente dos centímetros con papel arroz, los cuales fueron etiquetados con el nombre de la estructura y con el número de registro de muestra (cirros: MEB 4147-MEB 4152; órgano copulador: MEB 4153 y cono bucal: MEB 4246-MEB 4254) y se utilizó una caja petri con alcohol al 80% para mantener los sobres húmedos.

Cada una de las estructuras contenidas en los tubos de microcentrífuga fueron colocadas en los sobres de papel de arroz. Se colocó al primer cirro (C1) en el sobre con un número de registro (MEB 4147). Una vez colocada la estructura en el sobre, éste fue sellado con una grapa. El mismo procedimiento se realizó con el resto de las muestras. Una vez que las muestras fueron colocadas en cada uno de los sobres, fueron llevados a un proceso de deshidratación mediante un tren de alcohol a diferentes concentraciones de menor a mayor (80%, 90% y 100%) por media hora cada una. Posteriormente las muestras fueron llevadas a un aparato de secado a punto crítico Emitech K859 durante una hora (Fig. 11).





Figura 11. a) Sonicador, b) Sobres de arroz en alcohol al 80% y c) Frascos con alcohol al 90% y 100%.

Para llevar a cabo el montaje de las muestras se utilizó una cinta de carbón adherida a un portamuestras metálico redondo para microscopía electrónica. Posteriormente fueron llevadas a un metalizador marca Quorum modelo Q150R ES, en el cual se recubrieron de una capa de oro para ser llevadas al microscopio electrónico de barrido marca Hitachi SU1510 y realizar la toma de fotografías de las estructuras que se analizaron (Fig. 12).



Figura 12. a) Aparato de secado a punto crítico, b) Metalizador y c) Microscopio electrónico de barrido.

Análisis de fotografías del MEB

Para los cirros (C1-C6), el cono bucal y el órgano copulador se realizó un registro fotográfico de las cerdas asociadas a estos, el cual nos permitió llevar a cabo la descripción de los tipos de cerdas presentes en cada una de las estructuras. Se tomó en cuenta longitud, ancho, forma, presencia o ausencia de setulas, así como cantidad, posición y forma de las



setulas, si el socket (sitio de inserción de la setula) era evidente o no. También se observó si existía la presencia y forma de escamas en los cirros, el cono bucal y el órgano copulador.

Identificación de epibiontes

Para llevar a cabo la extracción y el análisis de epibiontes se observaron detalladamente las agrupaciones de balanos y el sitio en el que se encontraba cada uno de los epibiontes, como el opérculo de la concha, las placas calcáreas de la concha o bien entre los espacios de contacto entre los organismos que forman agregaciones. También se consideraron los organismos encontrados en el sobrenadante de cada uno de los frascos que contenían las muestras. Una vez que se extrajeron los epibiontes, se colocaron en tubos para microcentrífuga y posteriormente en frascos de vidrio, separándolos por grupos de invertebrados: balanos, gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y crustáceos tanaidáceos.

Los organismos epibiontes fueron llevados al microscopio de capas del laboratorio de Microscopía y Fotografía de la Biodiversidad II del Instituto de Biología de la UNAM, para realizar un registro fotográfico y ayudar en la identificación de las especies. En el caso de los bivalvos y gasterópodos, estos fueron llevados a la Colección de Malacología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM para llevar a cabo su identificación a nivel específico, esto con ayuda de las claves taxonómicas de Warmke y Abbott (1961), Abbott (1974) y García-Cubas y Reguero (2004, 2007).

Para llevar a cabo la identificación de los gusanos poliquetos, fueron llevados a la Colección Nacional de Anélidos Poliquetos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Los organismos fueron observados bajo un microscopio estereoscópico para llevar a cabo su identificación a nivel familia, utilizando la clave taxonómica De-León González *et al.* (2021). Para llevar a cabo la identificación a nivel de género y especie se realizaron disecciones de los parápodos (uno de la región anterior, media y posterior del cuerpo) de diferentes organismos. Cada uno de los parápodos fueron colocados en un portaobjetos con una gota de glicerol y cubiertos con un cubreobjetos. Posteriormente las muestras fueron fijadas con esmalte transparente y llevadas a un microscopio óptico para observar el



notopodio, neuropodio, acículas y setas. Con ayuda de la clave taxonómica de Uebelacker y Johnson (1984) se identificó el género y especie de los organismos.

Para llevar a cabo la identificación del crustáceo tanaidáceo este fue observado bajo un microscopio estereoscópico utilizando las claves taxonómicas de Jarquín (2009) y Abarca-Ávila *et al.* (2019).



RESULTADOS

Identificación de especies de balanos

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se encontraron dos especies de balanos en la playa rocosa de Montepío, Veracruz, México. Las cuales son *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*. A continuación, se muestra la clasificación taxonómica de ambas especies. En este estudio nos centramos en la especie *T. stalactifera* debido a su condición como basibionte de otros invertebrados.

Reino Animalia

Phylum Arthropoda von Siebold, 1948

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Clase Thecostraca Gruvel, 1905

Subclase Cirripedia Burmeister, 1834

Infraclase Thoracica Darwin, 1854

Superorden Thoracicalcarea Gale, 2015

Orden Balanomorpha Pilsbry, 1916

Superfamilia Chthamaloidea Darwin, 1854

Familia Chthamalidae Darwin, 1854

Género *Chthamalus* Ranzani, 1817

Especie *Chthamalus fragilis* Darwin, 1854

Superfamilia Coronuloidea Leach, 1817

Familia Tetraclitidae Gruvel, 1903

Género *Tetraclita* Schumacher, 1817

Especie *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818)

En la figura 13 se muestra la morfología de las placas de la concha de *T. stalactifera*, las cuales son utilizadas en la diagnosis de la especie. Se pueden observar las placas que conforman el opérculo: el tergum (Fig. 13a) y el scutum (Fig. 13b). El tergum se caracteriza por presentar un ápice puntiagudo marcado y el scutum por presentar una forma triangular y gruesa. Además, se presenta la morfología de la base de las placas de la concha (Fig. 13c) y la vista lateral del organismo (Fig. 13d). La morfología de la parte blanda de *T. stalactifera*, tanto en vista lateral como dorsal se puede apreciar en la figura 14.



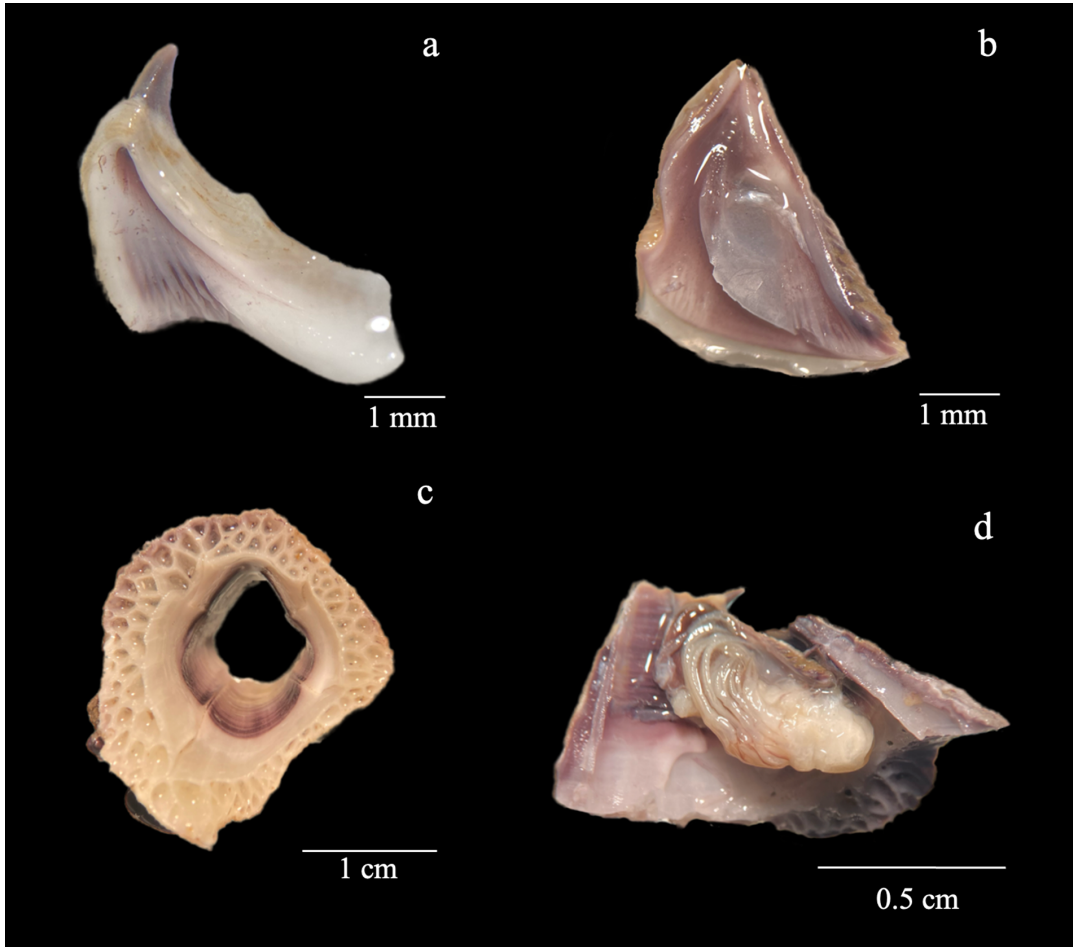


Figura 13. Morfología de las placas de la concha de *Tetraclita stalactifera*. a) Vista interna del *tergum*, b) Vista interna del *scutum*, c) Base de la concha y d) Vista lateral del organismo, mostrando la parte blanda.

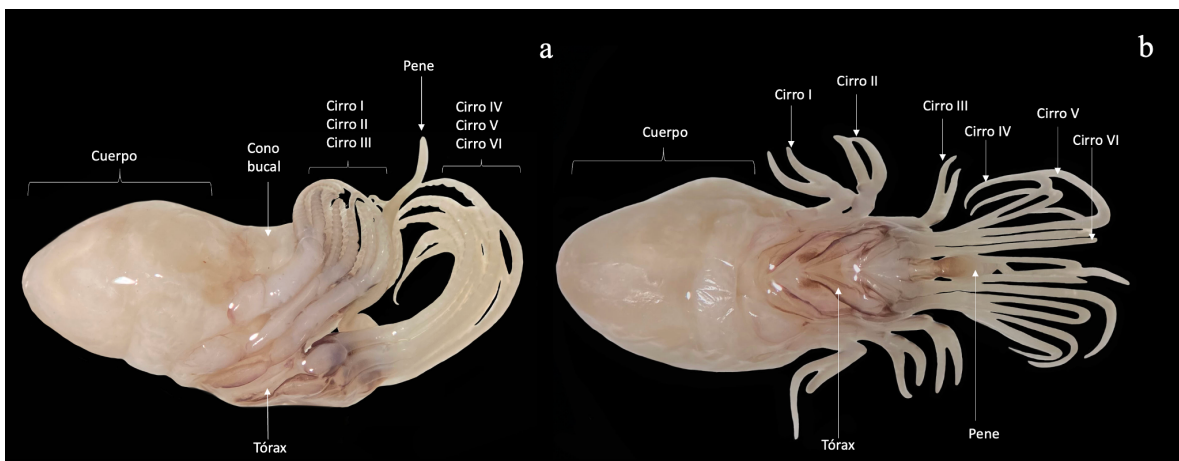


Figura 14. Morfología de la parte blanda de *Tetraclita stalactifera*. a) Vista lateral y b) Vista dorsal.



Las bases de los balanos tienen distintos patrones morfológicos. Por lo cual, este se considera un carácter morfológico de importancia taxonómica, utilizado para el reconocimiento de las familias. En este estudio el patrón morfológico de la base permitió reconocer dos principales familias Chthamalidae y Tetraclitidae (Fig.15).

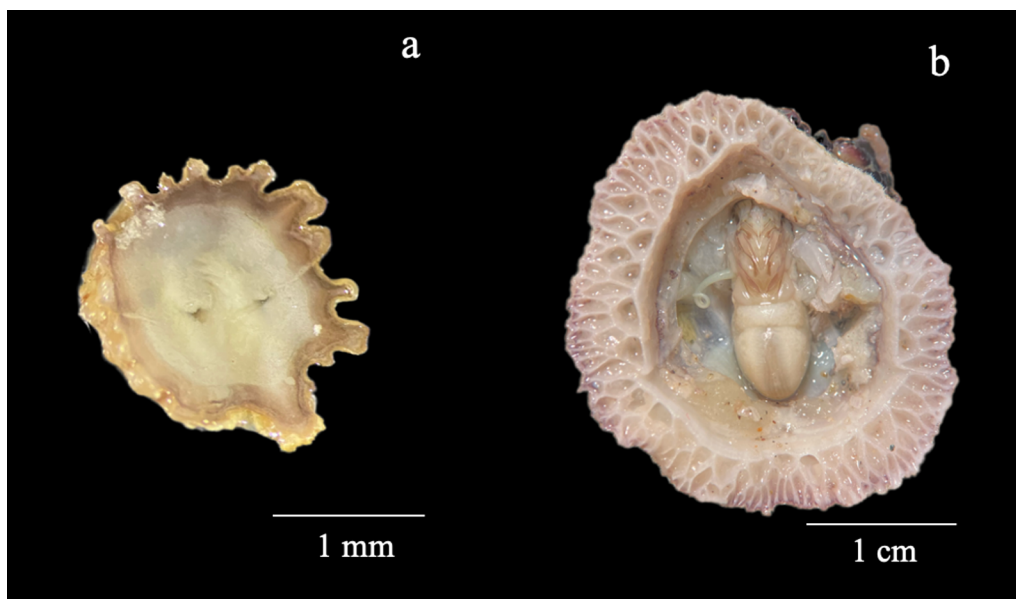


Figura 15. Patrones morfológicos de las bases. a) *Chthamalus fragilis* y b) *Tetraclita stalactifera*.

Talla de los organismos

a) *Diámetro de la base de la concha*

Se realizó un análisis de la talla de los organismos de *T. stalactifera* mediante dos mediciones de las placas de la concha: 1) diámetro de la base y 2) altura de la concha, para determinar la talla mínima y máxima que alcanzan los individuos. Los análisis del diámetro de la base y altura se realizaron con *T. stalactifera* debido a que fue la especie de mayor tamaño.

El diámetro de la base de la concha con más frecuencia en mayo 2022, fue el intervalo que va de 10.5 a 13.7 mm con nueve organismos. Mientras que el intervalo con menor frecuencia fue de 17.1 a 20.3 mm con un organismo. Para agosto 2022 el intervalo con mayor frecuencia fue de 13.8 a 17 mm con 21 organismos, no se encontró ningún organismo en el



intervalo de 20.4 a 23.6 mm. En el mes de diciembre 2022 se encontró que el intervalo de mayor frecuencia fue de 13.8 a 17 mm con 18 organismos, no se encontró a ningún organismo en el intervalo de 20.4 a 23.6 mm. Por último, para abril 2023 el intervalo con mayor frecuencia fue de 10.5 a 13.7 mm, con un total de 30 organismos y no se encontraron organismos en los intervalos de 17.1 a 20.3 mm y 20.4 a 23.6 mm, como se puede ver en la figura 16.

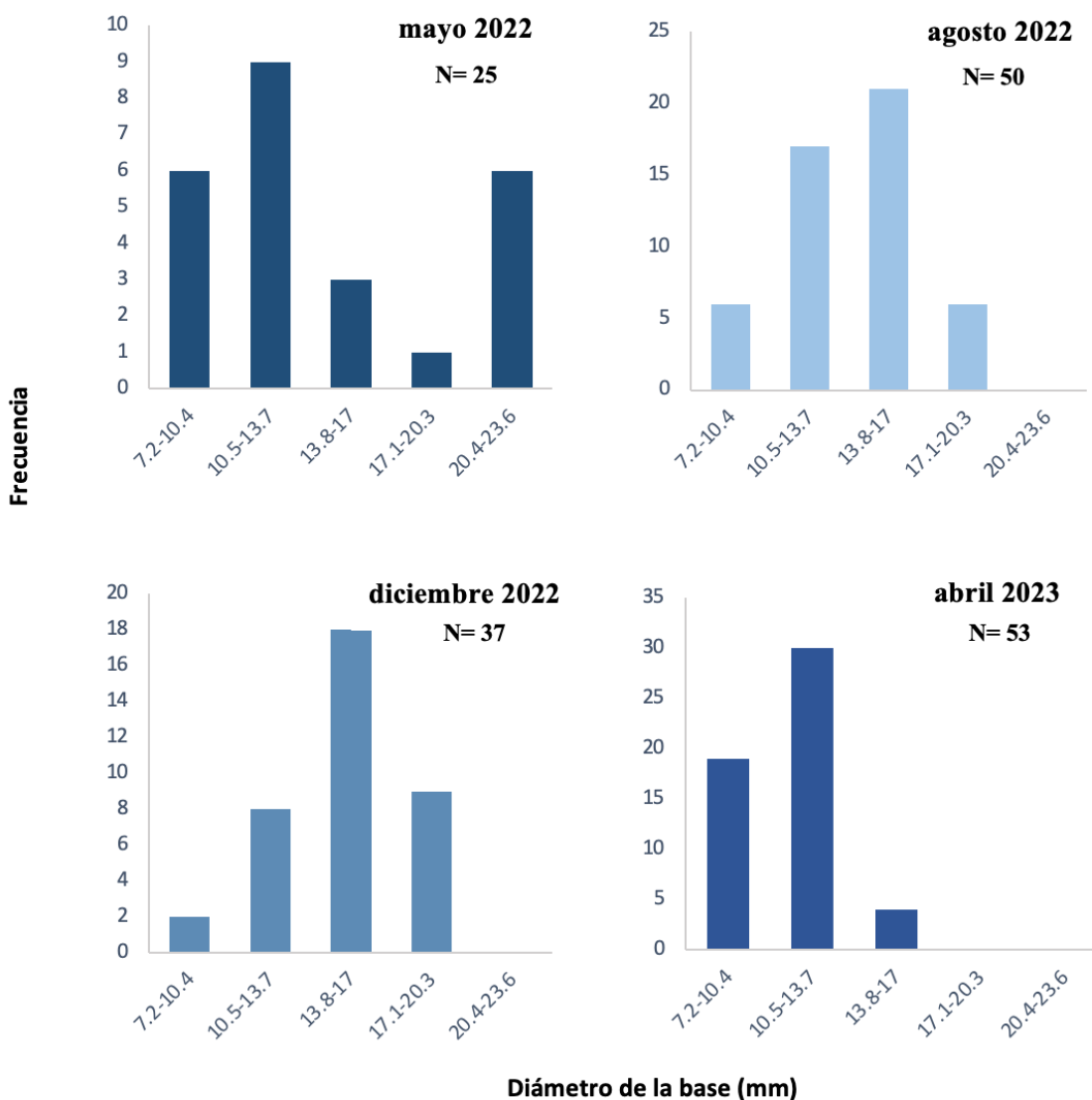


Figura 16. Variación del diámetro de la base de *Tetraclita stalactifera* en: mayo 2022, agosto 2022, diciembre 2022 y abril 2023.



b) *Altura de la concha*

Para la altura de los organismos el intervalo con mayor frecuencia se presentó en mayo 2022 y fue de 5.9 a 8.7 mm con ocho organismos, no se encontró a ningún organismo en el intervalo de 14.6 a 17.4 mm. En agosto 2022 el intervalo con mayor frecuencia fue de 8.8 a 11.6 mm con 20 organismos y no se encontró a ningún organismo en el intervalo de 14.6 a 17.4 mm. Para diciembre 2022 el intervalo con mayor frecuencia fue de 8.8 a 11.6 mm con 14 organismos y el intervalo con menor frecuencia fue de 14.6 a 17.4 mm con un organismo. Para abril 2023 el intervalo con mayor frecuencia fue de 3 a 5.8 mm con 32 organismos, no se encontró a ningún organismo en los intervalos de 11.7 a 14.5 y 14.6 a 17.4 mm. Se observó que los organismos con mayor intervalo de altura sólo se presentaron en diciembre 2022 (Fig. 17).

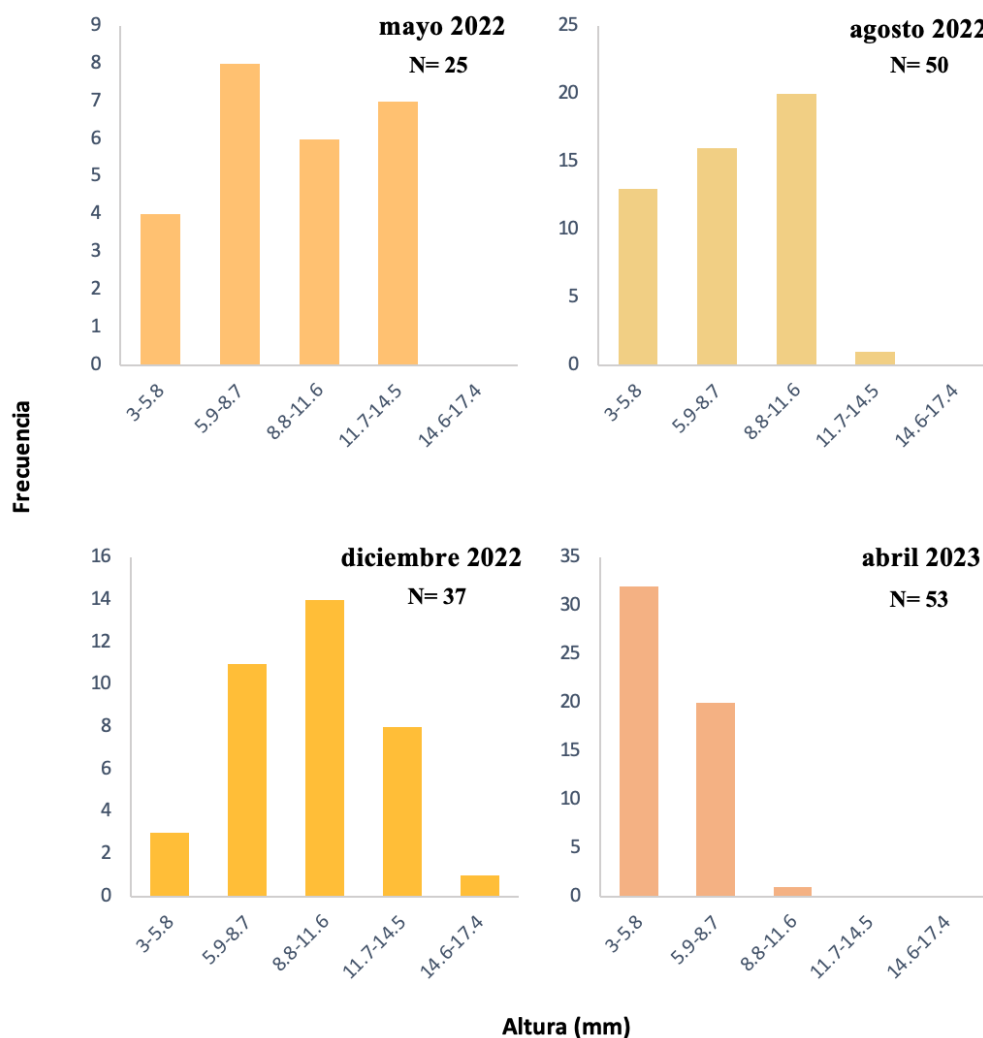


Figura 17. Variación de la altura de *Tetracita stalactifera* en: mayo 2022, agosto 2022, diciembre 2022 y abril 2023.



Número de organismos recolectados por mes de muestreo

En el presente estudio se registraron las especies de balanos presentes en el sistema: *Chthamalus fragilis* y *T. stalactifera*. Sin embargo, nos centramos en *T. stalactifera* debido a que fue la especie de mayor tamaño y la que actúa como basibionte para otros invertebrados. Se contabilizó el número de organismos de *T. stalactifera* por mes de muestreo, encontrando un total de 165 organismos de *T. stalactifera*: 25 para mayo 2022, 50 para agosto 2022, 37 para diciembre 2022 y 53 para abril 2023 (Fig. 18).

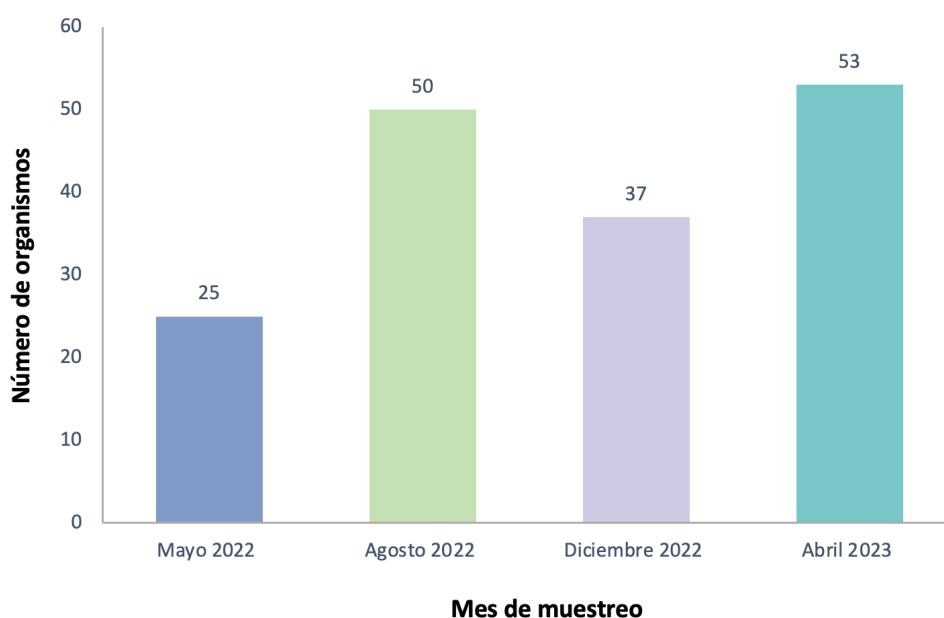


Figura 18. Número de organismos de *Tetracita stalactifera* por mes de muestreo.

Análisis de densidad

De acuerdo con los análisis de densidad para *T. stalactifera* se encontró que en diciembre 2022 fue el mes que presentó la mayor densidad de individuos con un máximo de 690 ind/m², seguido de mayo 2022 con 663 ind/m². Los meses que presentaron menor densidad de individuos fueron agosto 2022 con un máximo de 406 ind/m² y abril 2023 con 330 ind/m² (Fig. 19). El promedio de la densidad de *T. stalactifera* en 1 cm² por mes de muestreo se muestra en la tabla 1.



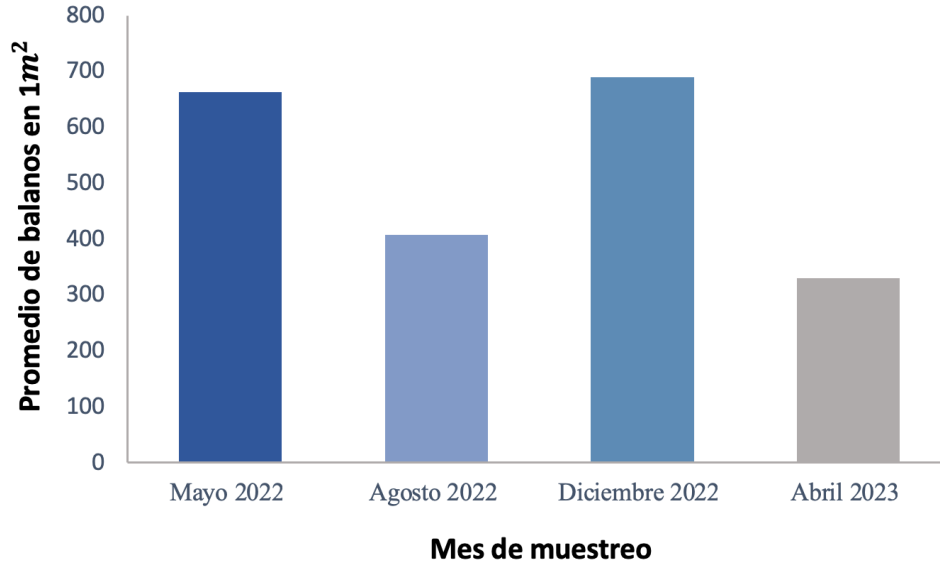


Figura 19. Promedio de la densidad de *Tetraclita stalactifera* en 1 m² por mes de muestreo.

Tabla 1. Promedio de la densidad de *Tetraclita stalactifera* en 1 cm² por mes de muestreo.

Mes de muestreo	Promedio de balanos en 1 cm ²
Mayo 2022	7
Agosto 2022	4
Diciembre 2022	7
Abril 2023	3

En el caso de *Chthamalus fragilis* se realizó un análisis de densidad tomando en cuenta el número de organismos contenidos por cm² debido a que el tamaño de los organismos es menor en comparación con *T. stalactifera*. De acuerdo con nuestros resultados del cálculo de la densidad de *Chthamalus fragilis*, existe un mínimo de 2org/cm² y un máximo de 14, con un promedio de 6 org/cm². Comparando los datos de densidad por mes de muestreo de las dos especies de balanos, obtuvimos que el resultado es muy parecido entre sí. Encontramos seis organismos de *C. fragilis* por cm², mientras que encontramos cinco organismos de *T. stalactifera* por cm². Esto quiere decir que sin importar el tamaño de los organismos y por tanto de su especie, las agregaciones de balanos están conformadas entre cinco y seis organismos por cm².



Análisis de epibiontes

a) Porcentaje de epibiosis en *Tetraclita stalactifera*

Se encontró que la especie *T. stalactifera*, está actuando como sustrato de anclaje para otros invertebrados (basibionte), como balanos, gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo.

Como se puede ver en la figura 20 y la tabla 2, dentro de la interacción de epibiosis que existe entre balanos y otros invertebrados se encontró que en mayo 2022 el 72% de los organismos basibiontes presentaron epibiontes. Para agosto se encontró que el 96% de los organismos tenían epibiontes, mientras que para diciembre 2022 el 97% de los organismos presentaban epibiontes. Para el último muestreo realizado se encontró que un 53% presentó epibiontes.



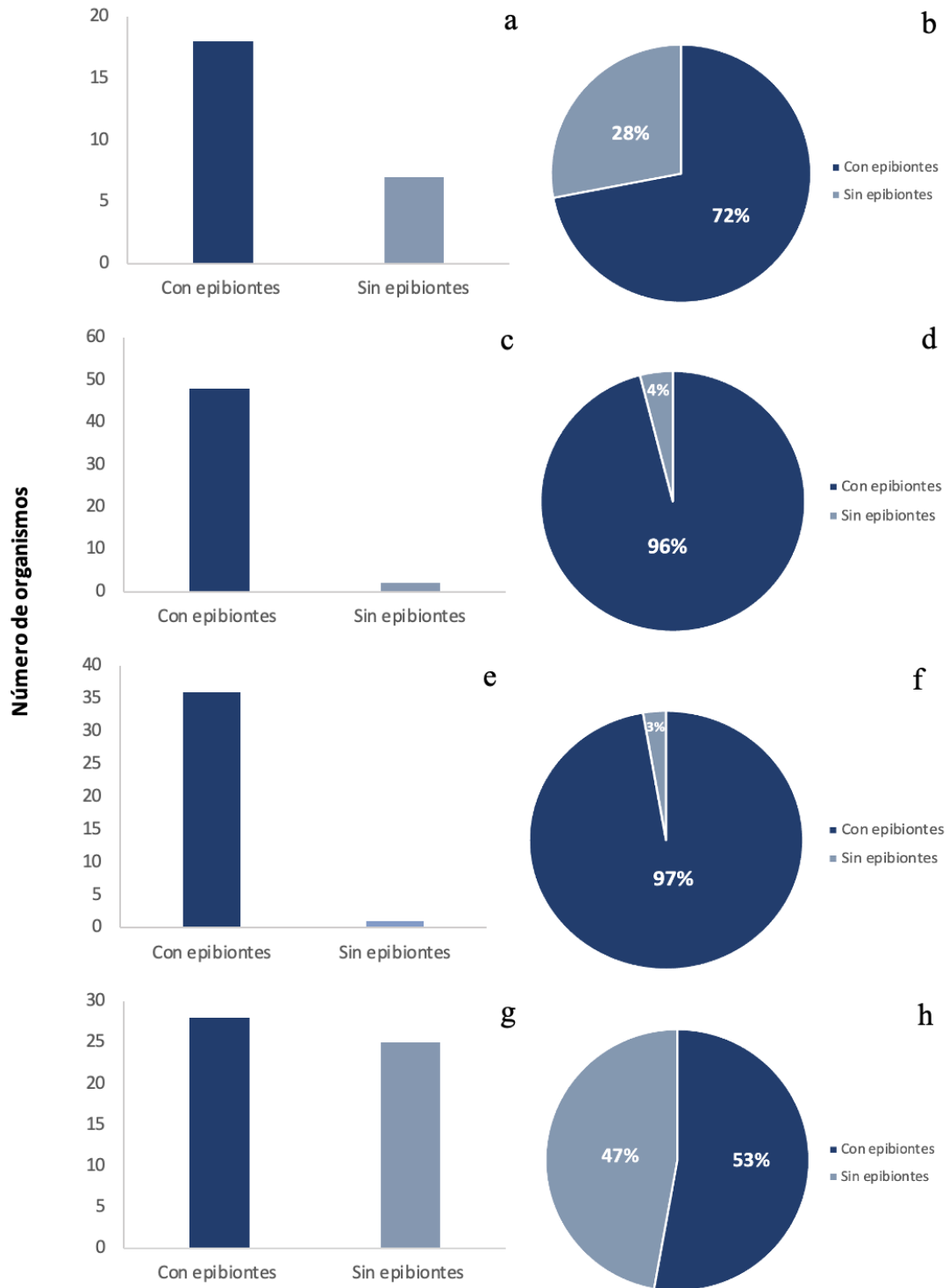


Figura 20. a) Organismos de *Tetraclita stalactifera* con y sin epibiontes, valores absolutos (izquierda), porcentajes (derecha). a y b) mayo 2022, c y d) agosto 2022, e y f) diciembre 2022 y h y g) abril 2023.



Tabla 2. Organismos de *Tetracilita stalactifera* con y sin epibiontes con sus porcentajes totales por mes de muestreo.

	Con epibiontes	%	Sin epibiontes	%
Mayo 2022	18	72%	7	28%
Agosto 2022	48	96%	2	4%
Diciembre 2022	36	97%	1	3%
Abril 2023	28	53%	25	47%

b) Número de epibiontes en *Tetracilita stalactifera* por mes de muestreo

Debido a la condición como basibionte de *T. stalactifera*, se observó que, para mayo 2022, los balanos podían presentar entre uno o más de cuatro epibiontes. Se encontró que lo más frecuente era que siete individuos (39%) presentaran un solo epibionte, mientras que cinco individuos (28%) registraron dos o más de cuatro epibiontes cada uno. Finalmente, se encontró que solo un individuo (5%) presentó tres epibiontes (Figs. 21a y 21b).

Para agosto 2022 se observó que *T. stalactifera* podía presentar tres o más de cuatro epibiontes por balano. Siendo lo más frecuente encontrar más de cuatro epibiontes (49 organismos; 98%), mientras que los balanos que presentaban tres epibiontes fueron los menos frecuentes para este mes (un organismo; 2%) (Figs. 21c y 21d).

Para diciembre 2022 se observó que *T. stalactifera* presentó entre uno o más de cuatro epibiontes. Siendo los más frecuente encontrar más de cuatro epibiontes por balano (28 organismos; 76%), seguido de dos epibiontes por balano (cuatro organismos; 11%) y un epibionte por balano (tres organismos; 8%). Los balanos que presentaron tres epibiontes fueron los menos frecuentes (dos organismos; 5%) (Figs. 21e y 21f).

Para abril 2023 se encontró que *T. stalactifera* podía presentar entre uno o más de cuatro epibiontes. Siendo lo más frecuente encontrar a un solo epibionte por balano (11 organismos; 39%), seguido de más de cuatro epibiontes (ocho organismos, 29%) y dos epibiontes por balano (cinco organismos; 18%). Se observó que al igual que en los meses anteriores lo menos frecuente fue encontrar tres epibiontes por balanos (cuatro organismos; 14%) (Figs. 21g y 21h).



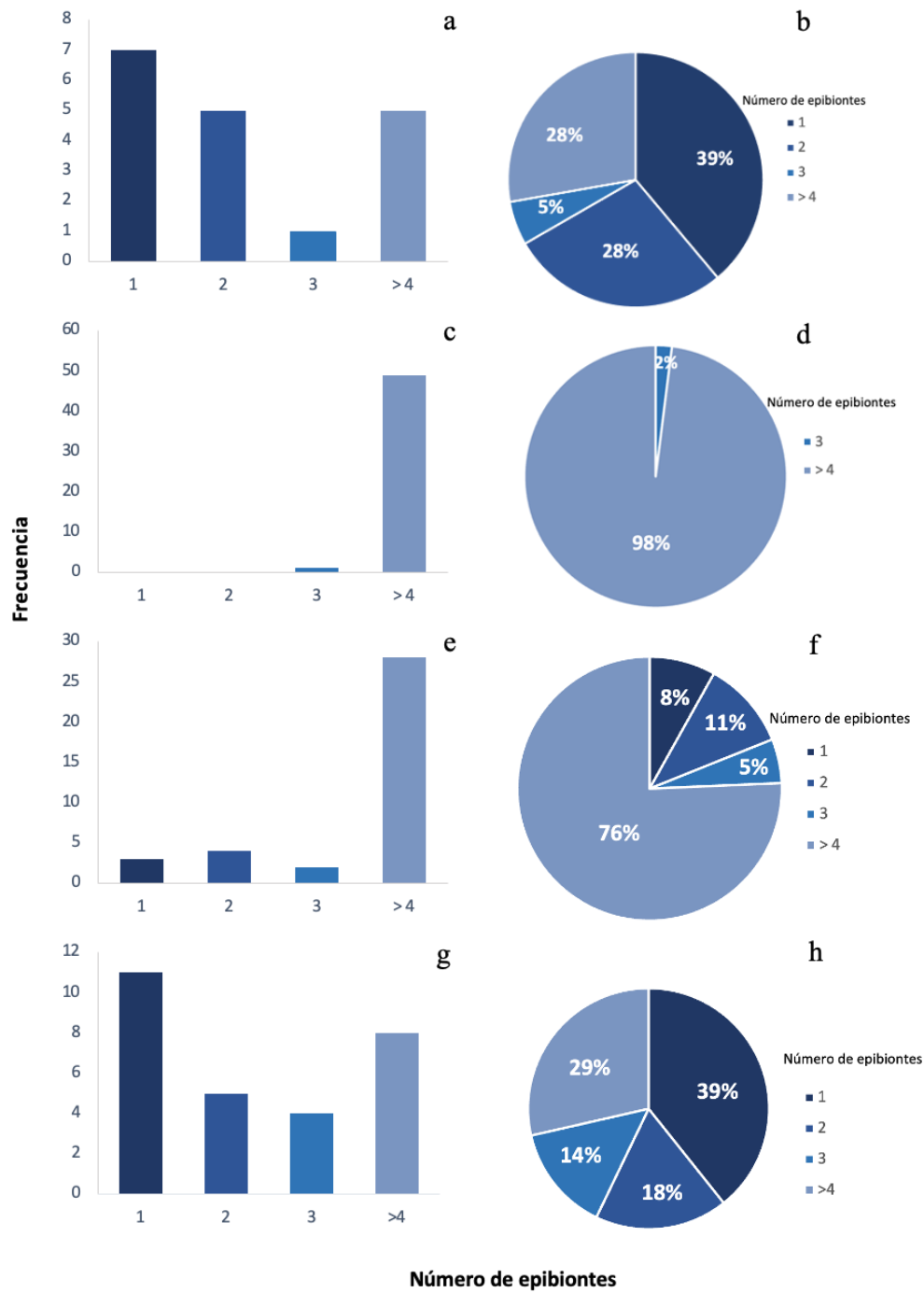


Figura 21. a) Frecuencia del número de epibiontes encontrados en *Tetraclita stalactifera*, valores absolutos (izquierda) y porcentajes (derecha). a y b) Mayo 2022, c y d) Agosto 2022, e y f) Diciembre 2022 y h y g) Abril 2023.



c) Invertebrados epibiontes de *Tetraclita stalactifera*

Los crustáceos balanomorfos en su condición de animales sésiles, requieren forzosamente de un sustrato duro al cual adherirse para poder pasar el resto de su ciclo de vida. Pero al mismo tiempo, los balanos cumplen una función ecológica como sustrato. En ese sentido los balanos están siendo colonizados por otros invertebrados, utilizándolos como sustrato o superficie de anclaje. Los invertebrados epibiontes registrados fueron individuos de los mismos balanos *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*, y gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo.

De las dos especies de balanos encontradas como epibiontes en el sistema se obtuvo un total de 1,184 organismos. La especie epibionte dominante en los cuatro diferentes muestreos fue *C. fragilis* con un total de 959 organismos, siendo agosto 2022 el mes en el que se presentó el mayor número de epibiontes (Fig.22).

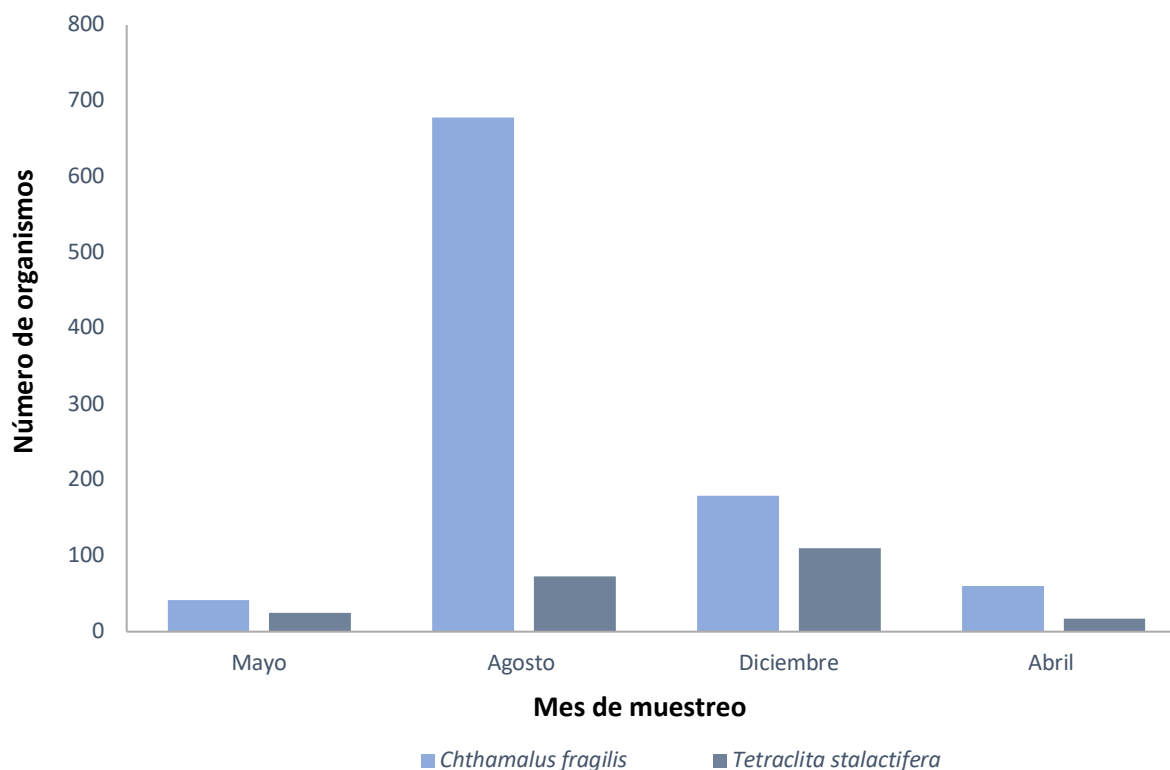
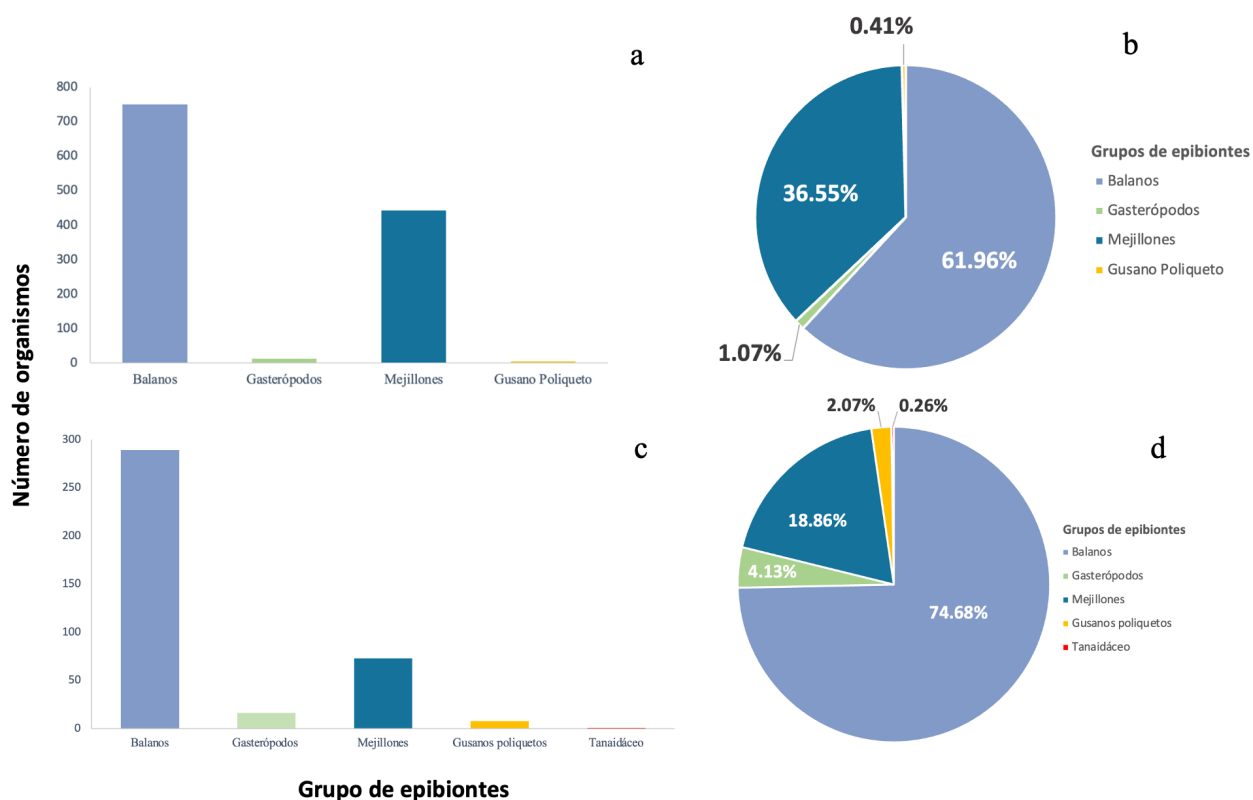


Figura 22. Número de organismos de balanos *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera* que funcionan como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*.



En agosto 2022 se encontró que el grupo de invertebrados epibiontes con mayor número de organismos fueron los balanos con 751 organismos (61.96%), seguido de mejillones con 443 organismos (36.55%) y gasterópodos con 13 organismos (1.07%). El grupo con el menor número de organismos fueron los gusanos poliquetos con cinco organismos (0.41%) (Figs. 23a y 23b).

Para diciembre 2022, los epibiontes más abundantes fueron balanos con 289 organismos (74.68%), seguido de mejillones con 73 organismos (18.86%), gasterópodos con 16 organismos (4.13%) y gusanos poliquetos con ocho organismos (2.07%). Además, se encontró un crustáceo tanaidáceo (0.26%) contenido en el sobrenadante del frasco de la muestra. Para mayo 2022 y abril 2023 los únicos epibiontes en *T. stalactifera* fueron organismos de esta misma especie y de *C. fragilis* (Figs. 23c y 23d). Sin embargo, para agosto y diciembre 2022, además de los balanos también se encontraron otros grupos de invertebrados como epibiontes (gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo).



La tabla 3 muestra el análisis estadístico de los epibiontes de *T. stalactifera*, así como el mes de muestreo, el tipo de epibionte, el número de epibiontes, el valor mínimo y máximo, el promedio, la varianza y la desviación estándar.

Para mayo 2022 se encontró que los balanos fueron el único grupo de epibiontes en *T. stalactifera* con un total de 67 organismos. El valor mínimo de balanos epibiontes encontrados para este mes, fue entre uno y 16 balanos, con una media de 3.722 balanos.

Para agosto 2022 se observó que fue el mes con el mayor número de organismos epibiontes. Se obtuvo un total de 751 balanos, con un valor mínimo de tres y un valor máximo de 48 organismos con una media de 15.646. En el caso de los gasterópodos se obtuvo un total de 13 organismos, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de cuatro organismos por balano, la media fue de 1.625. El total de mejillones como epibiontes de *T. stalactifera* fue de 443 organismos, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de 29 organismos, con una media de 12.657 organismos.

En diciembre 2022 se obtuvieron un total de 289 balanos como epibiontes, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de 27 organismos, con una media de 8.5. El total de epibiontes gasterópodos fue de 16 organismos, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de dos, con una media de 1.231. El total de mejillones como epibiontes de balanos fue de 73 organismos, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de 16 organismos, con una media de 3.65. En el caso de los gusanos poliquetos se encontró un total de ocho organismos, con un valor mínimo de uno y un valor máximo de tres, con una media de 1.6 organismos.

Finalmente, para abril 2023 se encontró que los balanos fueron el único grupo de invertebrados que actuaban como epibiontes de *T. stalactifera* con un total de 77 organismos. El valor mínimo de balanos fue de uno y ocho como valor máximo, con una media de 2.75 organismos.



Tabla 3. Análisis estadístico de los epibiontes de *Tetraclita stalactifera*.

Mes de muestreo	Epibiontes	Número de epibiontes	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio	Varianza	Desviación estándar
Mayo 2022	Balanos	67	1	16	3.722	17.154	4.142
Agosto 2022	Balanos	751	3	48	15.646	90.106	9.492
	Gasterópodos	13	1	4	1.625	1.125	1.061
	Mejillones	443	1	29	12.657	51.114	7.149
Diciembre 2022	Balanos	289	1	27	8.5	48.803	6.986
	Gasterópodos	16	1	2	1.231	0.359	0.599
	Mejillones	73	1	16	3.65	15.292	3.911
	Gusanos poliquetos	8	1	3	1.6	0.80	0.894
Abril 2023	Balanos	77	1	8	2.75	3.972	1.993

De acuerdo con los resultados obtenidos se encontró una variación en la presencia de grupos de invertebrados epibiontes de *T. stalactifera* durante los cuatro meses de muestreo, así como el número de organismos presentes. En mayo 2022 (Fig. 24a) se encontró únicamente al grupo de los balanos como epibiontes de *T. stalactifera*, el valor mínimo fue de un organismo, mientras que el valor máximo fue de 16 balanos.

En agosto 2022 (Fig. 24b) se encontraron entre tres y 48 balanos como epibiontes de *T. stalactifera*. En el caso de los gasterópodos se registraron entre uno y cuatro organismos por basibionte. En cuanto a los mejillones, se encontraron entre uno y 29 organismos.

En diciembre 2022 (Fig. 24c) se encontró que el valor mínimo de balanos fue de un organismo y un valor máximo de 27 organismos por basibionte. Para los gasterópodos el valor mínimo fue de un organismo y un valor máximo de dos organismos. En el caso de los gusanos poliquetos el valor mínimo fue de un organismo y un valor máximo tres. En cuanto a los mejillones se encontró que el valor mínimo fue de un organismo, mientras que el valor máximo fue de 16 organismos.

En abril 2023 (Fig. 24d) se encontró que el valor mínimo fue de un organismo, mientras que el valor máximo fue de ocho balanos. A diferencia de los dos meses anteriores en este mes únicamente se encontraron como epibiontes a los balanos.



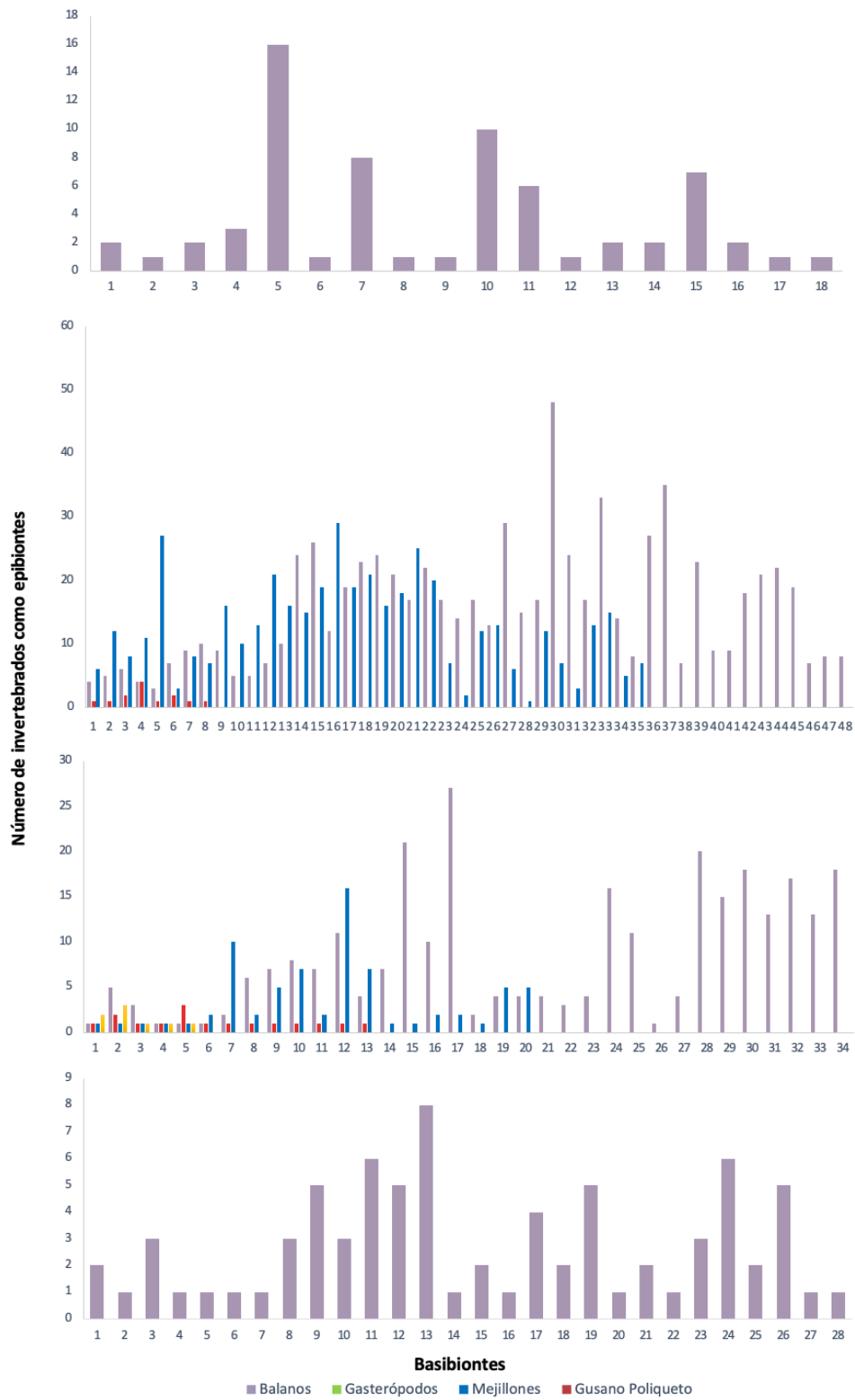


Figura 24. Invertebrados como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*. a) Mayo 2022, b) Agosto 2022, c) Diciembre 2022 y d) Abril 2023.



De las muestras obtenidas se encontró un organismo de *Tetraclita stalactifera* que fungía como basibionte. El cual presentó el número máximo de epibiontes que se registraron en este estudio. Se contabilizaron 48 balanos epibiontes de las especies *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*, los cuales se encontraban sobre las placas de la concha, ocupando aproximadamente un 75% de la superficie total de las placas de la concha. Además, se encontró un gasterópodo, 21 bivalvos y un gusano poliqueto (Fig. 25).

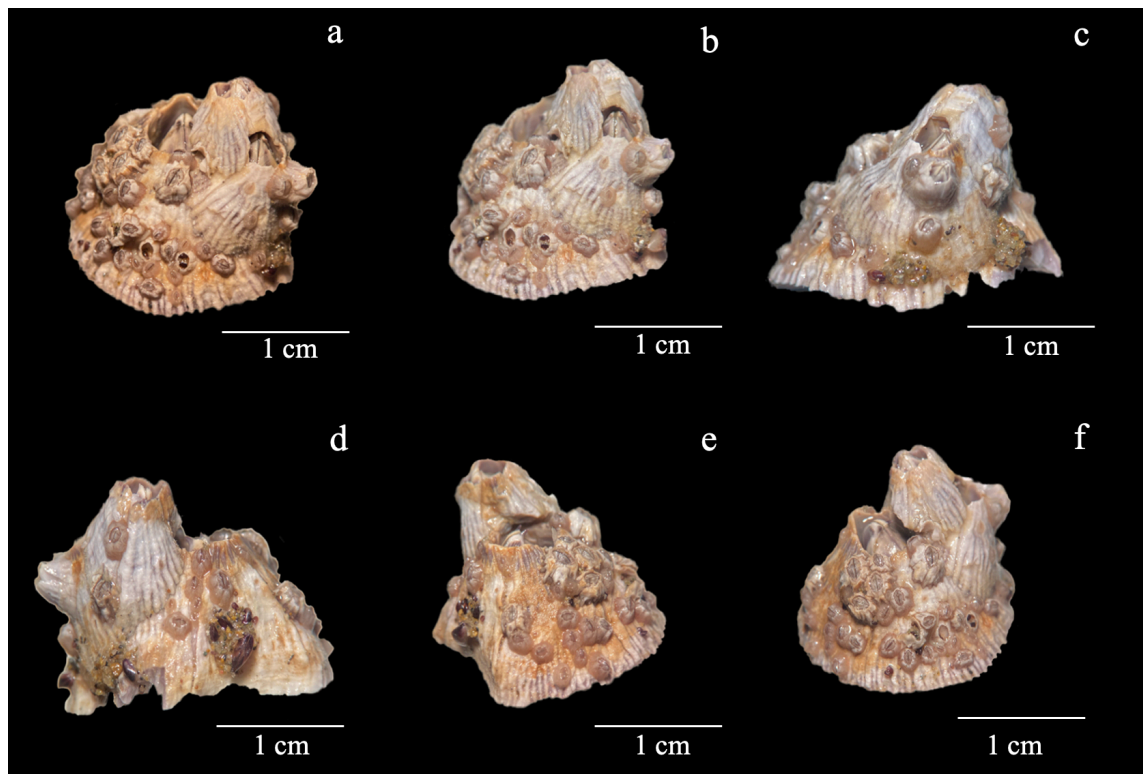


Figura 25. *Tetraclita stalactifera* como basibionte de 48 balanos. a) Vista frontal; b-f) vista lateral de alrededor de todas las placas del manto.

Se observó que en el caso de *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera* la epibiosis forma niveles de agregación, en donde *T. stalactifera* funge como basibionte y a su vez como epibionte. Mientras que *C. fragilis* solo funge como epibionte en el sistema. Cuando existe un primer nivel de agregación se puede encontrar a *C. fragilis* y *T. stalactifera* como epibiontes. La presencia de ésta última especie es la que permite crear un segundo e incluso un tercer nivel de agregación. Esto debido a que las placas de la concha presentaron una mayor superficie de asentamiento. No se observó que organismos de *C. fragilis* se asentaran sobre otro organismo de esta misma especie (Fig. 26).



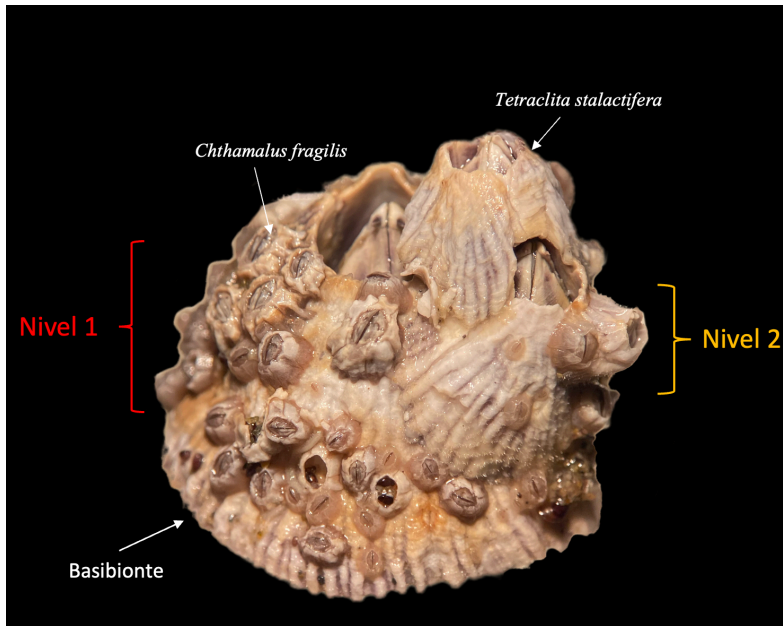


Figura 26. Niveles de agregación de *Tetracrita stalactifera*.

En la figura 27 se muestra el número de epibiontes por grupo de invertebrados encontrados en *T. stalactifera*. Se encontró un total de 1,743 organismos que funcionan como epibiontes de *T. stalactifera*, de los cuales 1,184 son balanos, 516 mejillones, 29 gasterópodos, 13 gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo. Siendo el grupo de los balanos el que presentó el mayor número de organismos.

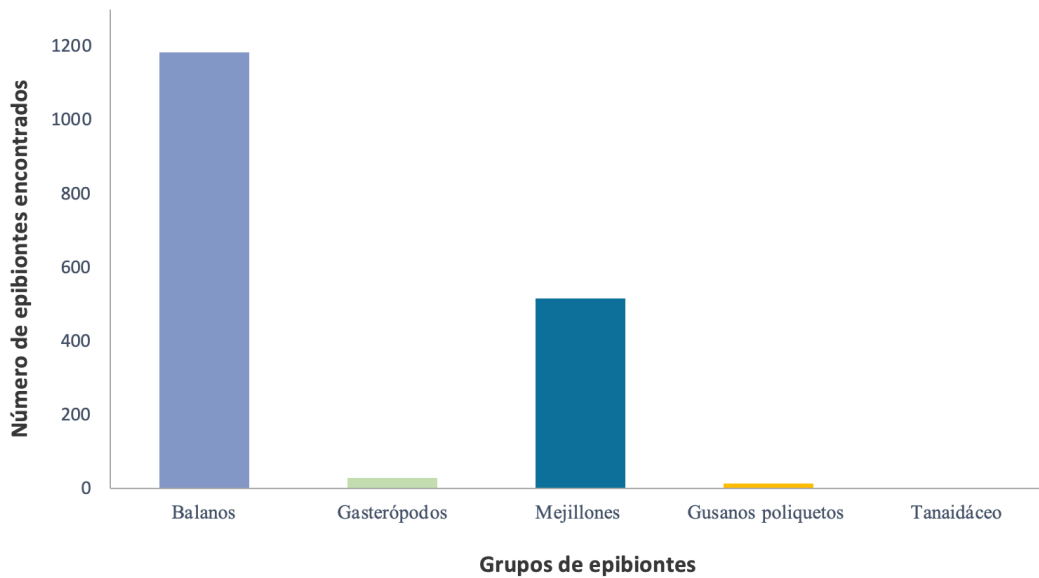


Figura 27. Número de epibiontes por grupo de invertebrados encontrados en *Tetracrita stalactifera*.



A continuación, se presentan una serie de fotografías que muestran las diferentes agrupaciones de invertebrados que fueron encontrados como epibiontes de *T. stalactifera*. En la figura 28 y figura 29 se puede observar al grupo de los gusanos poliquetos y moluscos como epibiontes de *T. stalactifera*, entre estos últimos, los mejillones fueron predominantes en cuanto número de organismos.

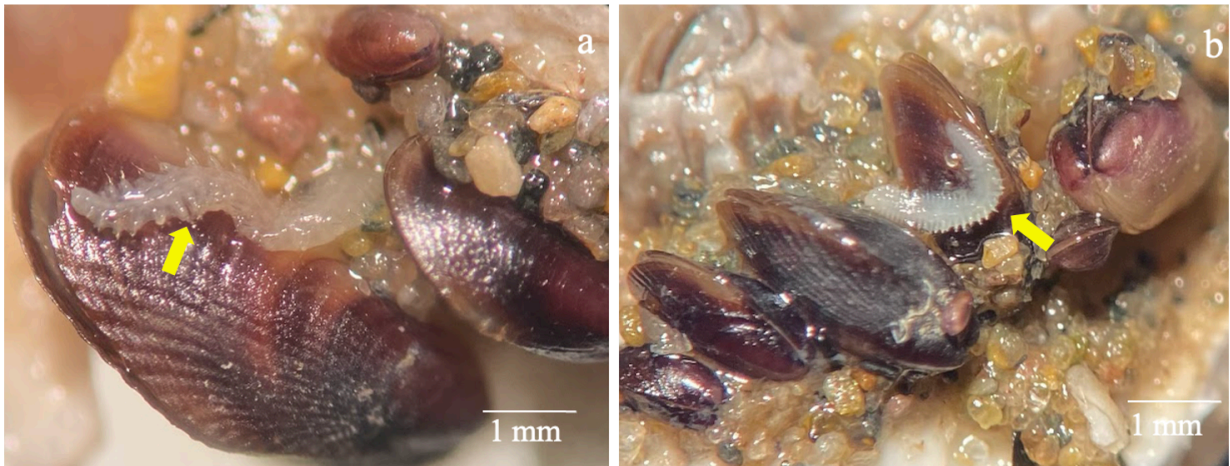


Figura 28. Gusanos poliquetos como epibiontes de *Tetractylia stalactifera*.





Figura 29. Agrupaciones de moluscos como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*. a-e) Gasterópodos y f-h) Mejillones.



d) Identificación de las especies de epibiontes

Se identificaron y contabilizaron un total de 14 especies que fungen como epibiontes de *T. stalactifera*, de las cuales dos especies pertenecen a balanos, ocho especies de moluscos, tres especies de gusanos poliquetos y una especie de crustáceo tanaidáceo. A continuación, se presenta un listado taxonómico de las especies de invertebrados epibiontes encontradas en *Tetraclita stalactifera*.

Reino Animalia

Phylum Mollusca

Clase Gastropoda Cuvier, 1795

Subclase Patellogastropoda Lindberg, 1986

Superfamilia Lottioidea Gray, 1840

Familia Acmaeidae Eschscholtz, 1833

Género *Acmaea* Eschscholtz, 1833

Especie ***Acmaea sp.***

Subclase Caenogastropoda L. R. Cox, 1960

Orden Littorinimorpha Golikov & Starobogatov, 1975

Superfamilia Rissooidea Gray, 1847

Familia Rissoidae Gray, 1847

Género *Alvania* Risso, 1826

Especie ***Alvania sp.***

Superfamilia Littorinoidea Children, 1834

Familia Littorinidae Children, 1834

Subfamilia Littorininae Children, 1834

Género *Echinolittorina* Habe, 1956

Especie ***Echinolittorina aff. lineolata*** (d'Orbigny, 1840)

Especie ***Echinolittorina meleagris*** (Potiez y Michaud, 1838)

Superfamilia Cerithioidea J. Fleming, 1822

Familia Planaxidae Gray, 1850

Subfamilia Fossarinae A. Adams, 1860

Género *Fossarus* R. A. Philippi, 1841

Especie ***Fossarus orbignyi*** P. Fischer, 1864

Orden Neogastropoda Wenz, 1938

Superfamilia Muricoidea Rafinesque, 1815

Familia Muricidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Rapaninae Gray, 1853

Género *Stramonita* Schumacher, 1817

Especie ***Stramonita rustica*** (Lamarck, 1822)



Clase Bivalvia Linnaeus, 1758
 Subclase Autobranchia Grobben, 1894
 Infraclasse Pteriomorpha Beurlen, 1944
 Orden Mytilida Férussac, 1822
 Superfamilia Mytiloidea Rafinesque, 1815
 Familia Mytilidae Rafinesque, 1815
 Subfamilia Brachidontinae F. Nordsieck, 1969
 Género *Ischadium* Jukes-Browne, 1905
 Especie ***Ischadium recurvum*** (Rafinesque, 1820)
 Orden Ostreida Férussac, 1822
 Superfamilia Pterioidea Gray, 1847 (1820)
 Familia Margaritidae Blainville, 1824
 Género *Pinctada* Röding, 1798
 Especie ***Pinctada imbricata*** Röding, 1798
 Phylum Annelida Lamarck, 1802
 Clase Polychaeta Grube, 1850
 Subclase Errantia Audouin & H Milne Edwards, 1832
 Orden Phyllodocida Dales, 1962
 Familia Nereididae Blainville, 1818
 Subfamilia Nereidinae Blainville, 1818
 Género *Alitta* Kinberg, 1865
 Especie ***Alitta succinea*** (Leuckart, 1847)
 Familia Syllidae Grube, 1850
 Subfamilia Syllinae Grube, 1850
 Género *Syllis* Lamarck, 1818
 Especie ***Syllis sp.***
 Orden Eunicida
 Familia Eunicidae Berthold, 1827
 Género *Lysidice* Lamarck, 1818
 Especie ***Lysidice sp.***
 Phylum Arthropoda von Siebold, 1948
 Subphylum Crustacea Brünnich, 1772
 Clase Malacostraca Latreille, 1802
 Superorden Peracarida Calman, 1904
 Orden Tanaidacea Dana, 1849
 Suborden Tanaidomorpha Sieg, 1980
 Familia Tanaididae Nobili, 1906
 Género *Zeuxo* Templeton, 1840
 Especie ***Zeuxo sp.***



Se observó que el grupo de los moluscos fue el que presentó un mayor número de especies, esto en comparación con los otros grupos de invertebrados (Tabla 4).

Tabla 4. Valores absolutos y porcentajes por especie de invertebrados epibiontes encontrados sobre *Tetraclita stalactifera*.

Especies	Valores absolutos	Porcentajes
Balanos		
<i>Chthamalus fragilis</i>	959	55.02%
<i>Tetraclita stalactifera</i>	225	12.90%
Gasterópodos		
<i>Acmaea sp.</i>	2	0.11%
<i>Alvania sp.</i>	1	0.05%
<i>Echinolittorina aff. lineolata</i>	3	0.17%
<i>Echinolittorina meleagris</i>	17	0.97%
<i>Fossarus orbigny</i>	1	0.05%
<i>Stramonita rustica</i>	5	0.28%
Bivalvos		
<i>Ischadium aff. recurvum</i>	513	29.4%
<i>Pinctada imbricata</i>	3	0.17%
Gusanos poliquetos		
<i>Alitta succinea</i>	10	0.57%
<i>Lysidice sp.</i>	1	0.05%
<i>Syllis sp.</i>	2	0.11%
Crustáceo Tanaidáceo		
<i>Zeuxo sp.</i>	1	0.05%

De las ocho especies de moluscos encontradas, seis fueron gasterópodos y dos fueron bivalvos. Dentro de las especies de gasterópodos encontramos a *Acmaea sp.*, *Alvania sp.*, *Echinolittorina aff. lineolata*, *Echinolittorina meleagris*, *Fossarus orbigny* y *Stramonita rustica* (Fig. 30). En el caso de los bivalvos se encontraron únicamente a *Ischadium aff. recurvum* y *Pinctada imbricata* (Fig. 31), de las cuales la primera fue la especie con mayor número de organismos (513; 29.4%) en comparación con las otras especies de moluscos. Dentro de la identificación taxonómica de algunas especies se utilizó el término *aff.* que significa *affinis* o afín. Esto debido a que existe una incertidumbre con la identificación taxonómica a nivel específico, debido al tamaño pequeño que presentaron los organismos, lo cual imposibilitó su determinación a nivel específico.



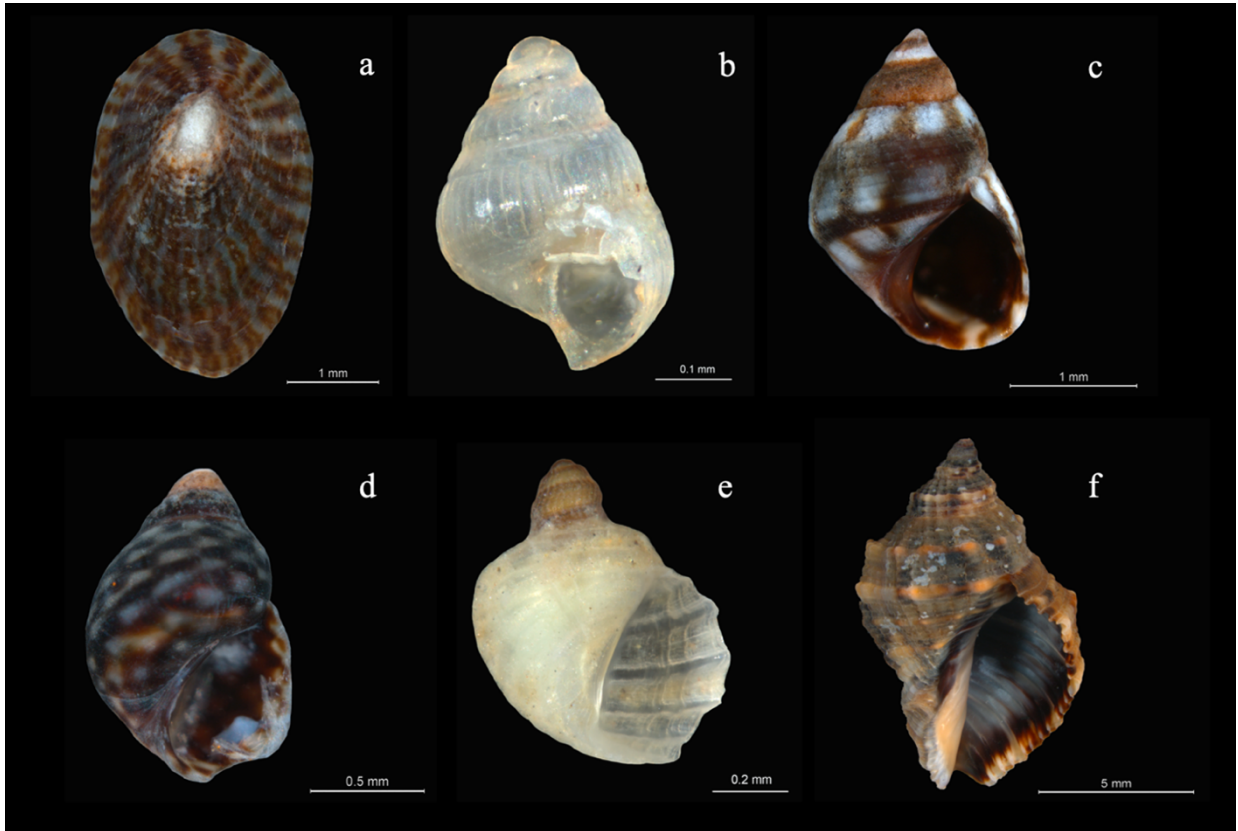


Figura 30. Gasterópodos encontrados como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*. a) *Acmaea* sp., b) *Alvania* sp., c) *Echinolittorina* aff. *lineolata*, d) *Echinolittorina meleagris*, e) *Fossarus orbigny* y f) *Stramonita rustica*.

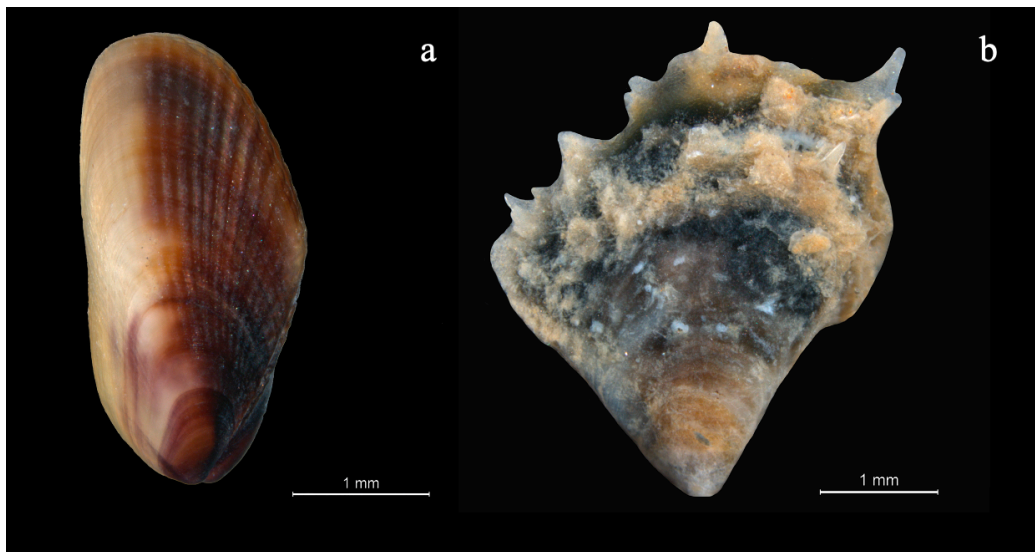


Figura 31. Bivalvos encontrados como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*. a) *Ischadium* aff. *recurvum* y b) *Pinctada imbricata*.

Se registraron 13 organismos pertenecientes a la clase Polychaeta, agrupados en dos órdenes, tres familias, tres géneros y tres especies: *Alitta succinea*, *Lysidice* sp. y *Syllis* sp.



(Fig. 32). Además, se encontró un solo organismo perteneciente al orden Tanaidacea, género *Zeuxo*, el cual se consideró como un organismo incidental en las muestras (Fig. 33).

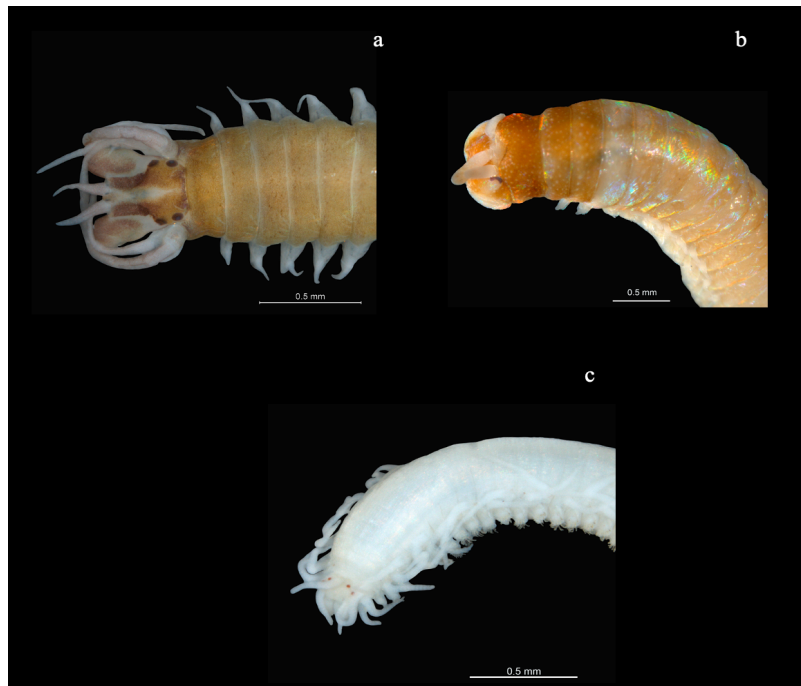


Figura 32. Gusanos poliquetos encontrados como epibiontes de *Tetraclita stalactifera*. a) *Alitta succinea*, b) *Lysidice sp.* y c) *Syllis sp.*

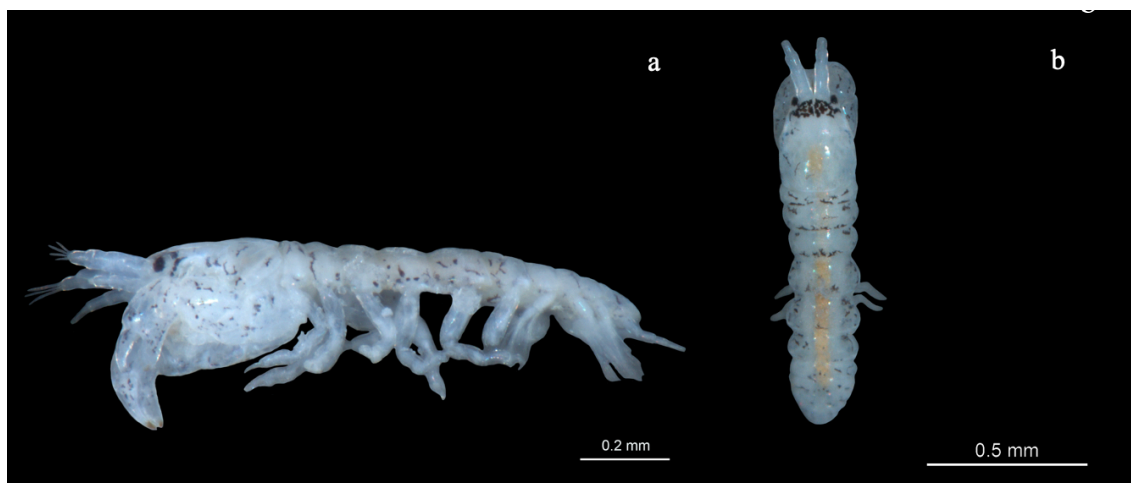


Figura 33. *Zeuxo sp.* crustáceo tanaidáceo presente en el sobrenadante de las muestras de *Tetraclita stalactifera*. a) Vista lateral y b) Vista dorsal.



Análisis de las cerdas

a) Número de segmentos en endópodo y exópodo

Los apéndices torácicos o cirros están formados por un protopodito y dos ramas (endópodo y exópodo), las cuales están formadas por cierto número de segmentos. El número de segmentos que forman al endópodo y exópodo de los tres primeros pares de cirros (CI-CIII) puede variar, ya sea que el exópodo presente un mayor número de segmentos que el endópodo o bien que el endópodo tenga un mayor número de segmentos que el exópodo.

En la tabla 5 se indicó el número de segmentos por rama (endópodo y exópodo) de los seis pares de cirros de *T. stalactifera*. Se encontró que en los dos primeros pares de cirros (C1 y CII), el endópodo presentó un menor número de segmentos (13) en comparación con el exópodo (CI: 21 y CII:14), mientras que en el tercer par de cirros (CIII), el endópodo presentó un mayor número de segmentos (16) en comparación con el exópodo (11). En los últimos tres pares de cirros (CIV-CVI) el número de segmentos del exópodo y endópodo fueron iguales (CIV:23 y CV-CVI: 25).

Tabla 5. Número de segmentos por ramas de los cirros de *Tetraclita stalactifera*.

	Endópodo	Exópodo
Cirro I	13	21
Cirro II	13	14
Cirro III	16	11
Cirro IV	23	23
Cirro V	25	25
Cirro VI	25	25

b) Tipos de cerdas en los cirros

Los balanos se caracterizan por llevar a cabo su alimentación por medio de filtración, con ayuda de sus seis pares de cirros, por lo que en este estudio se buscó describir los tipos de cerdas presentes en cada par de cirros de *T. stalactifera*. Se encontraron ocho diferentes tipos de cerdas: cerda simple, cerda serrulada tipo 1, cerda serrulada tipo 2, cerda cúspide, cerda



aserrada, cerda aserrada tipo 2, cerda simple-aplanada y cerda aserrada-aplanada (Figs. 34-40). También se observaron escamas tipo 1 en el margen superior de los segmentos de las ramas de los cirros.

En la tabla 6 se presenta una descripción de las principales características de cada tipo de cerda y escama presentes en los seis pares de cirros de *T. stalactifera*. Por otra parte, en la tabla 7 se presenta el tipo de cerdas presentes en cada uno de los pares de cirros, así como el tipo de cerdas que comparten (Fig. 41).



Tabla 6. Caracterización de los diferentes tipos de cerdas y escamas en los cirros de *Tetraclita stalactifera*.

Tipos de cerdas	Características
Cerde simple	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda • Alargada • Es tan gruesa/ancha desde la base hasta la punta • Ausencia total de setulas • Socket poco evidente
Cerde serrulada tipo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda • Alargada, base ligeramente más gruesa que la punta • Setulas no muy abundantes, forma triangular cuya base es más gruesa que la punta • Las setulas comienzan a partir de la mitad de la cerda • Setulas más delgadas conforme se acercan a la punta • Socket poco evidente
Cerde serrulada tipo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda • Alargada, aproximadamente 1.5 más larga de la cerda serrulada tipo 1 • Socket evidente
Cerde cúspide	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda en la base, muy aplanada solo en la punta • Número de setulas escaso • Setación a partir del último tercio de la cerda • Setulas en forma de espinas engrosadas • Socket evidente
Cerde aserrada	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda en la base y aplanada a partir de que comienza la setación (forma de cuchillo) • Setulas cortas en forma de espinas, poco abundantes, presentes en un solo margen • Socket evidente •
Cerde aserrada tipo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda • Alargada • Setulas largas y gruesas en forma de barbas en ambos márgenes • Setación a partir de la mitad de la cerda
Cerde simple-aplanada	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda en la base, a partir de la mitad de la cerda se comienza a aplanar • Ausencia de setulas • Socket evidente
Cerde aserrada-aplanada	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda en la base y aplanada a partir de donde empieza la setación • La setación empieza un poco después de la mitad • Setación discreta y únicamente en los márgenes • Socket evidente
Escama tipo 1	<ul style="list-style-type: none"> • Forma redonda y aplanada, asemejando un peine • El margen que forma las puntas es redondeado, en forma de abanico



En el estadio adulto, los balanos se caracterizan por presentar un cuerpo altamente modificado. Una de las características más importantes de este grupo es la presencia de seis pares birrámeos de cirros. Los tres primeros pares (CI-CIII) son más cortos en comparación con los tres pares posteriores (CIV-CVI). En el caso de *T. stalactifera* se observó en el primer cirro (CI) (Fig. 34a) cuatro diferentes tipos de cerdas: cerda simple, cerda serrulada tipo 1, cerda serrulada tipo 2 y cerda aserrada aplanada. Los cuatro tipos de cerdas se observaron en los márgenes superiores de la parte interna de cada uno de los segmentos que forman las ramas de los cirros (Figs. 34b, 34c, 34d). Además, se observó la presencia de escamas tipo 1 en los márgenes superiores de los segmentos.

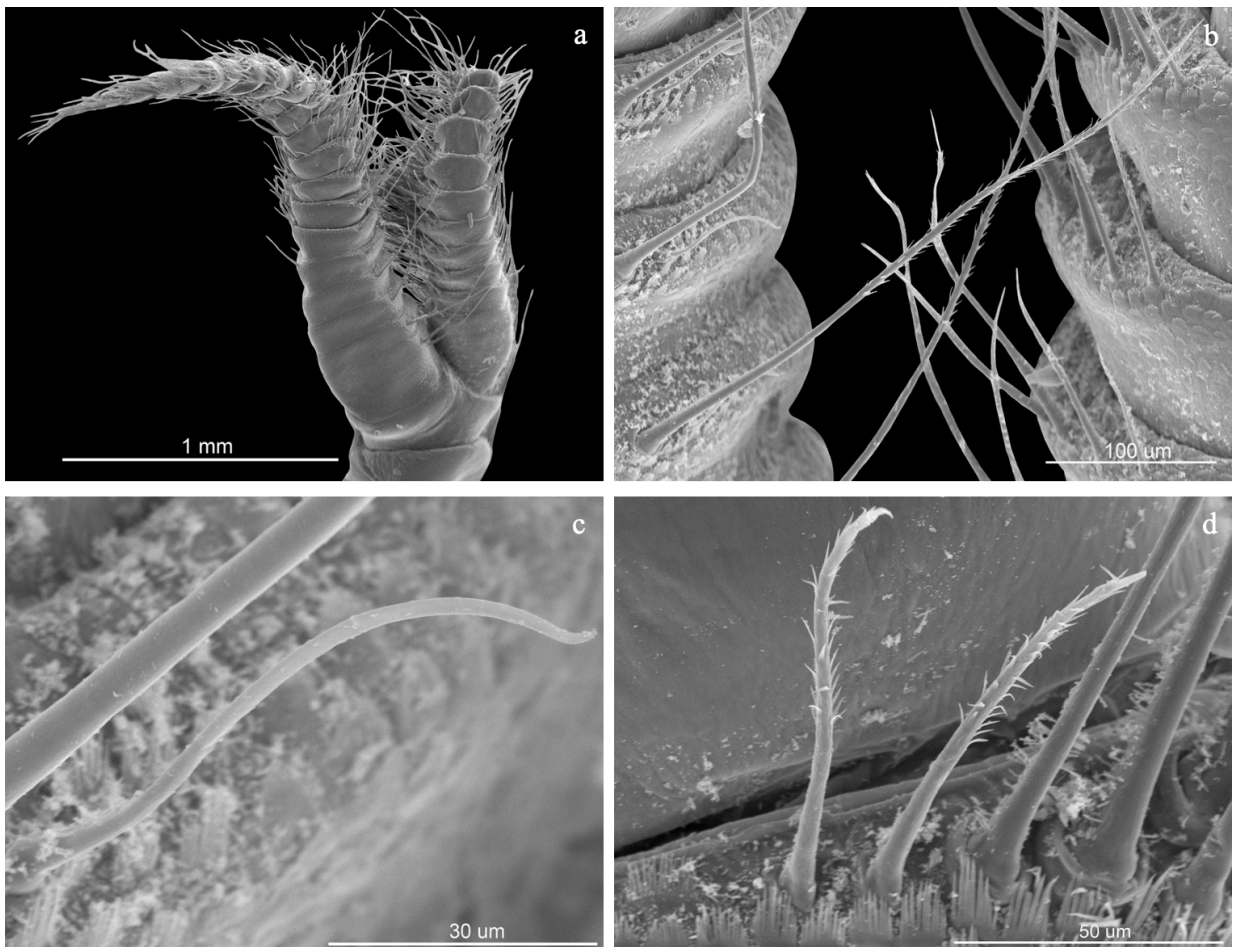


Figura 34. a) Cirro I, b) Cerda serrulada tipo 2 y cerda aserrada aplanada, c) Cerda simple y d) Cerda serrulada tipo 1.



En el segundo par de cirros (CII) (Fig. 35a) se observó la presencia de tres tipos de cerdas: cerda serrulada tipo 1, cerda aserrada tipo 2 y cerda aserrada aplanada. Los tres tipos de cerdas se observaron en los márgenes superiores de la parte interna de cada uno de los segmentos que forman las ramas de los cirros y en el mechón de cerdas presentes en el protopodito (Figs. 35b y 35c). También se observó la presencia de escamas tipo 1 en los márgenes superiores de los segmentos de los cirros (Fig. 35d).

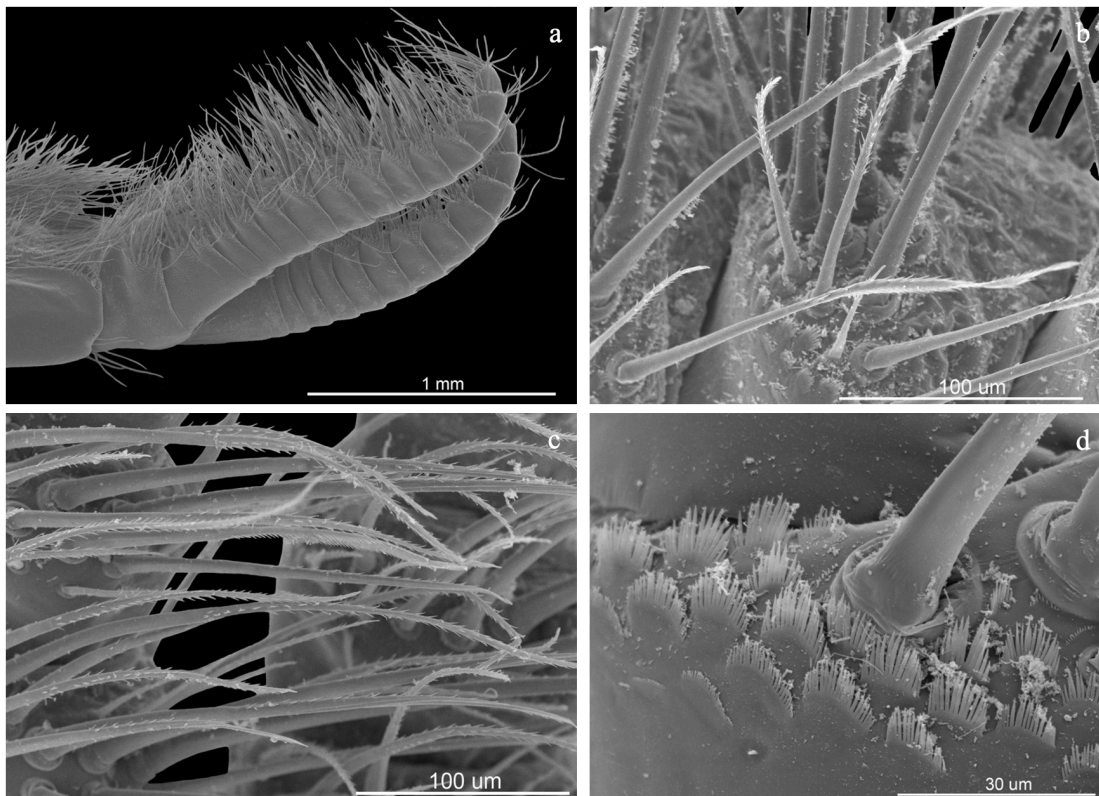


Figura 35. a) Cirro II, b) Cerda serrulada tipo 1 y cerda aserrada aplanada, c) Cerda aserrada tipo 2 y d) Escamas tipo 1.

En el tercer par de cirros (CIII) (Fig. 36a) se observó la presencia de tres tipos de cerdas: cerda serrulada tipo 1, cerda serrulada tipo 2 y cerda aserrada tipo 2. Los tres tipos de cerdas se observaron en los márgenes superiores de la parte interna de cada uno de los segmentos que forman las ramas de los cirros y en el mechón de cerdas presentes en el protopodito (Figs. 36b, 36c y 36d). En los márgenes superiores de los segmentos de los cirros se observó la presencia de escamas tipo 1.



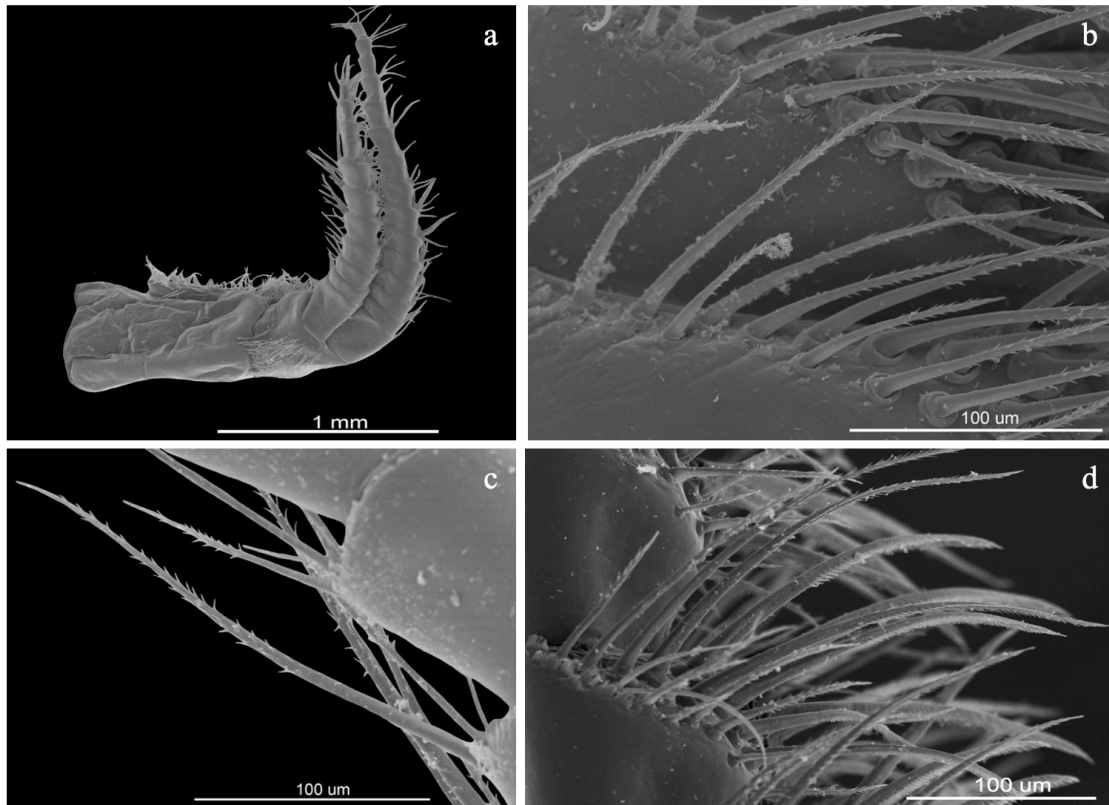


Figura 36. a) Cirro III, b) Cerda serrulada tipo 1, c) Cerda serrulada tipo 2 y d) Cerda serrulada tipo 1, cerda serrulada tipo 2 y aserrada tipo 2.

En los tres pares de cirros posteriores (CIV-CVI) de *T. stalactifera*, el número de segmentos del exópodo y endópodo fueron iguales. En el caso de los cirros IV, V y VI (Fig. 37a) se presentaron cuatro tipos de cerdas diferentes: cerda simple, cerda cúspide, cerda simple aplanada y cerda aserrada tipo 1. Las cerdas simples y aserradas tipo 1 se encuentran en el margen interno de los cirros, formando tres carriles de cerdas, dos laterales de cerdas aserradas tipo 1 y uno en la parte media formado por cerdas simples cortas (Figs. 37b, 37c, 38b, 38c y 39d). Las cerdas cúspide y simples aplanadas se ubican en el margen externo de los cirros, en la parte media del margen superior de los segmentos (Figs. 37d, 39b y 39c). Además, se observó la presencia de escamas tipo 1 en los márgenes superiores de los segmentos de los cirros.



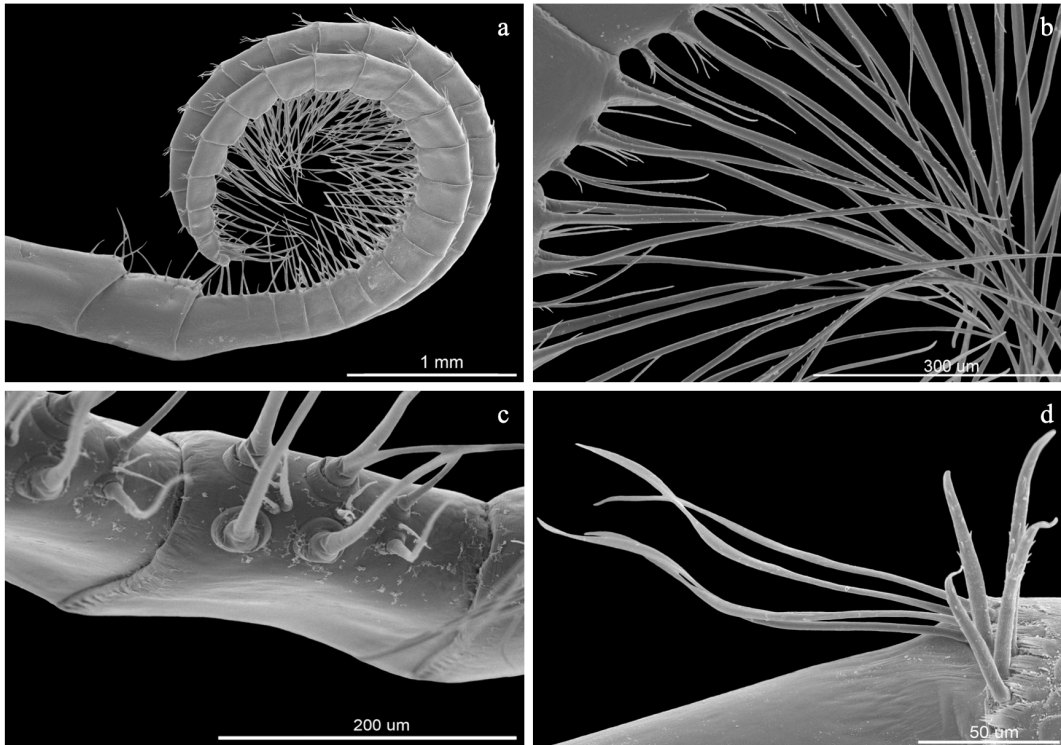


Figura 37. a) Cirro IV, b) Cerda aserrada tipo 1, c) Cerda simple y d) Cerda cúspide y cerda simple aplanada.

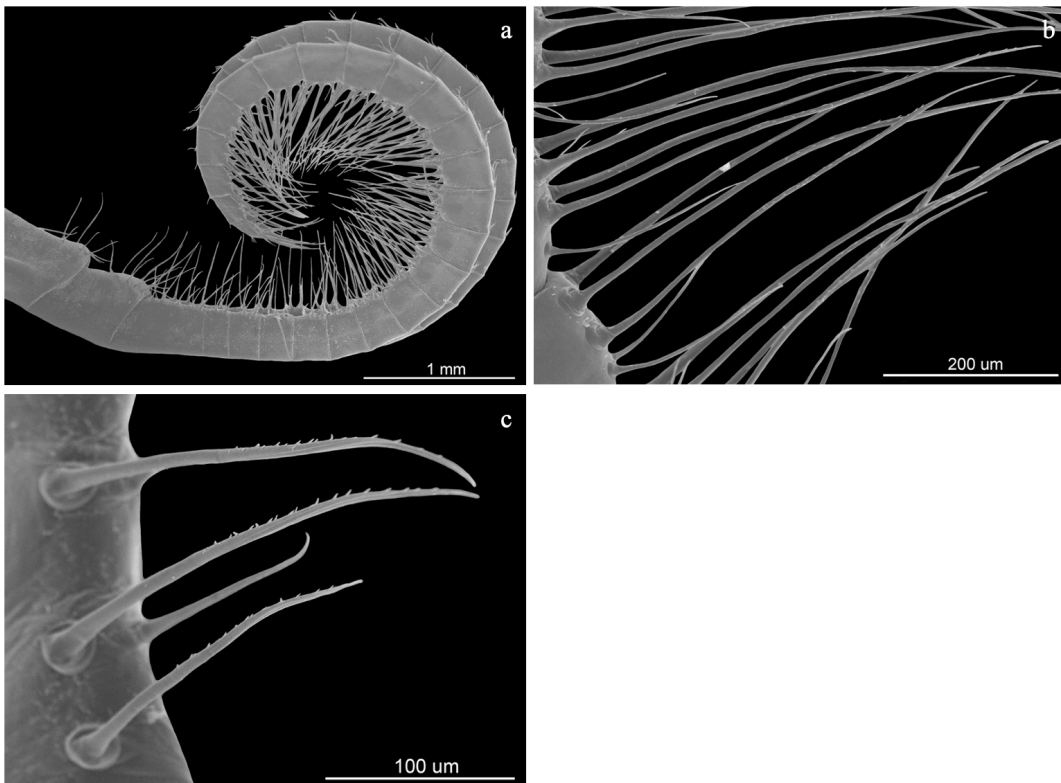


Figura 38. a) Cirro V, b) Cerda simple y aserrada, y c) Cerda aserrada.



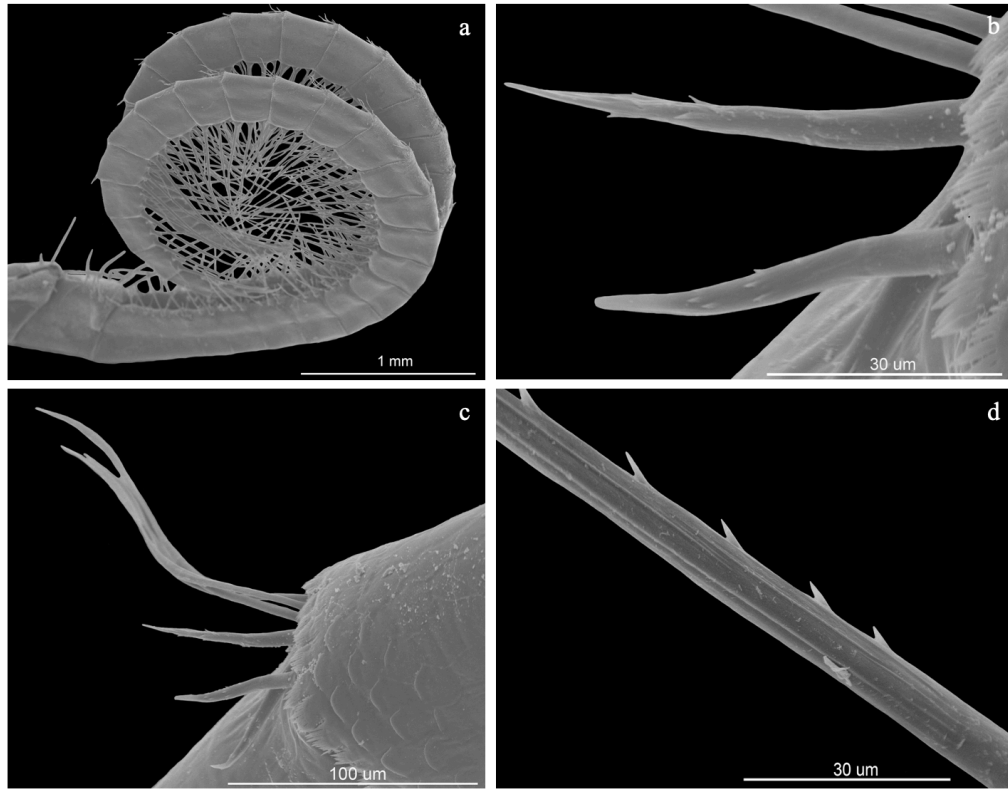


Figura 39. a) Cirro VI, b) Cerda cúspide, c) Cerda simple aplanada y d) Cerda aserrada tipo 1.



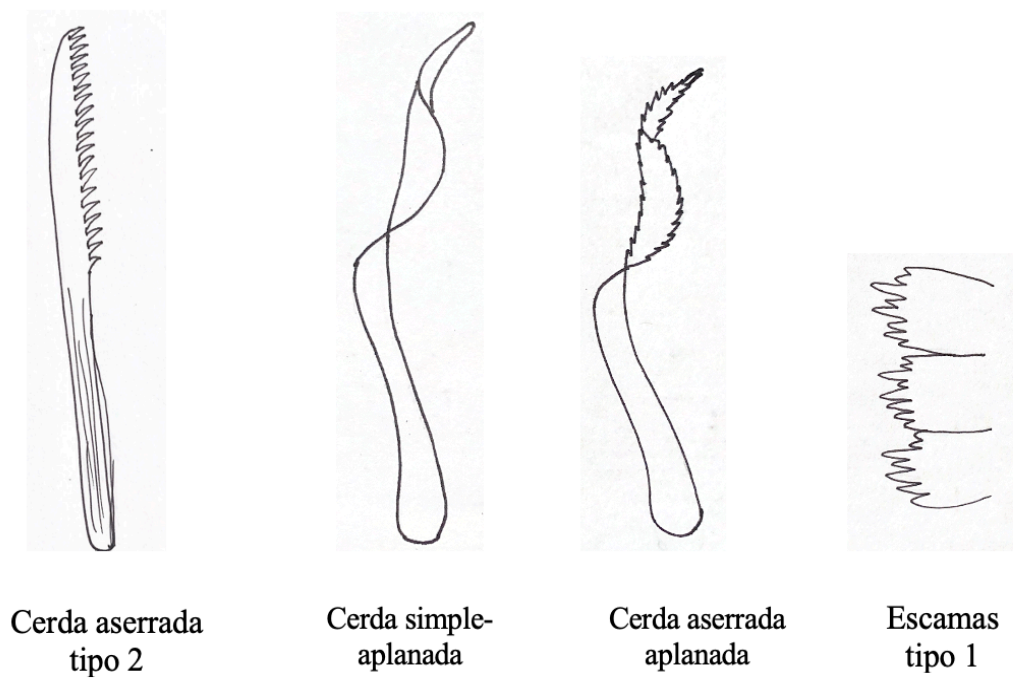
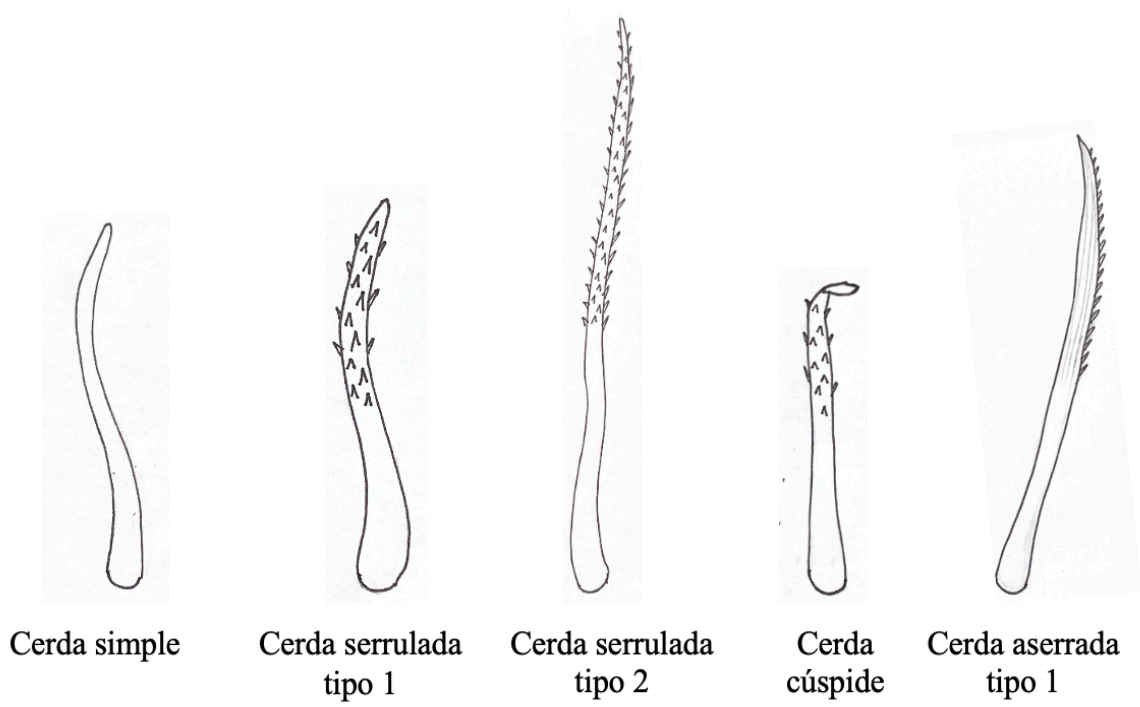


Figura 40. Tipos de cerdas y escamas presentes en los cirros de *Tetraclita stalactifera*.



Tabla 7. Tipos de cerdas en los cirros de *Tetraclita stalactifera*.

	Cerda simple	Cerda serrulada tipo 1	Cerda serrulada tipo 2	Cerda cúspide	Cerda aserrada tipo 1	Cerda aserrada tipo 2	Cerda simple-aplanada	Cerda aserrada-aplanada	Total
Cirro 1	*	*	*					*	4
Cirro 2		*				*		*	3
Cirro 3		*	*			*			3
Cirro 4	*			*	*		*		4
Cirro 5	*			*	*		*		4
Cirro 6	*			*	*		*		4
Total	4	3	2	3	3	2	3	2	

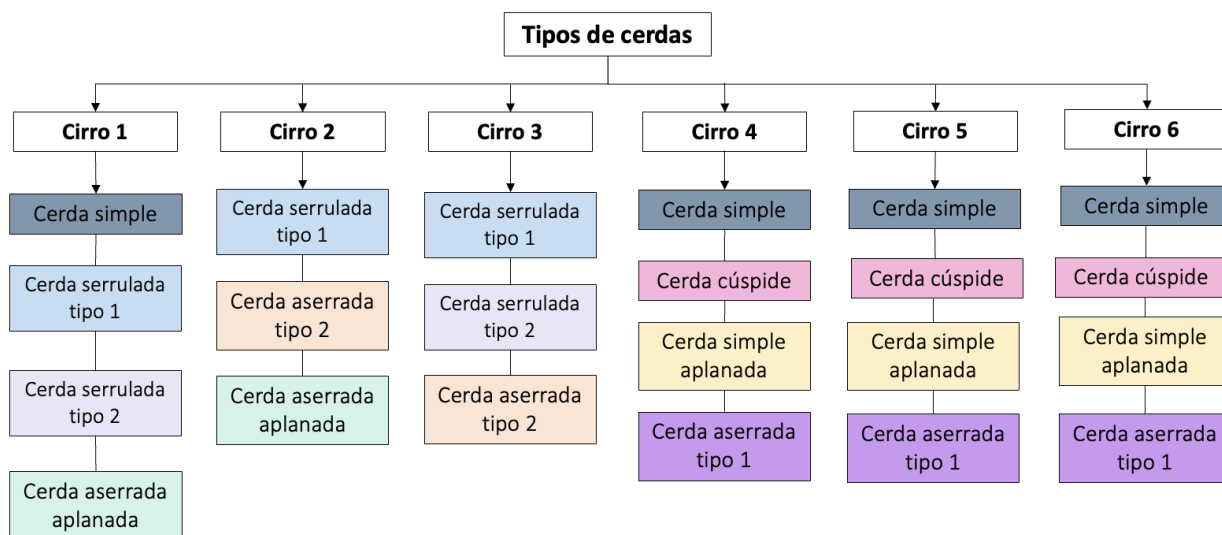


Figura 41. Tipos de cerdas que se comparten entre los cirros de *Tetraclita stalactifera*.



c) Tipos de cerdas en el cono bucal

El cono bucal (Fig. 42a) de los balanos está situado en el cuerpo del animal, este se encuentra constituido por un par de palpos mandibulares (PM), un labrum (Lb), un par de mandíbulas (MD), un par de primeras maxilas (MX1) y un par de segundas maxilas (MX2). Para *T. stalactifera* se encontró un total de tres tipos de cerdas en el cono bucal: cerda serrulada tipo 2, cerda plumosa y cerda cúspide aserrada, así como escamas tipo 2 (Figs. 42 y 43). En la tabla 8 se presenta una descripción de las características de cada tipo de cerda presente en el cono bucal de *T. stalactifera*. En los palpos mandibulares de *T. stalactifera* se observó la presencia de cerdas serruladas tipo 2 tanto en el margen basal, como en el margen distal (Figs. 42b y 42c). Además, se observaron escamas tipo 2 en el margen superior del palpo mandibular (Fig. 42d). En el caso de la mandíbula (Fig. 42e) se observó la presencia de cinco dientes en el margen distal y cerdas tipo cúspide aserrada (Fig. 42f). El primer par de maxilas (Fig. 42g) presentó espinas en el margen distal y cerdas cúspides aserradas en el margen basal y distal (Figs. 42h). Por último, en el segundo par de maxilas (Fig. 42i) se observó la presencia de cerdas plumosas (Fig. 42j) cubriendo más de la mitad de la superficie externa de la maxila 2.

Tabla 8. Caracterización de los diferentes tipos de cerdas y escama en el cono bucal de *Tetraclita stalactifera*.

Tipos de cerdas	Características
Cerde plumosa	<ul style="list-style-type: none"> • Alargada • Es tan gruesa/ancho desde la base hasta la punta • Setulas delgadas y largas en forma de pluma • Socket poco evidente
Cerde cúspide aserrada	<ul style="list-style-type: none"> • Corta • Base más gruesa que el ápice • Forma laminar • Setulas gruesas y cortas, más abundantes de la mitad hacia el ápice • Socket evidente
Escama tipo 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bien desarrolladas, delgadas y con puntas agudas • El margen que forman es recto



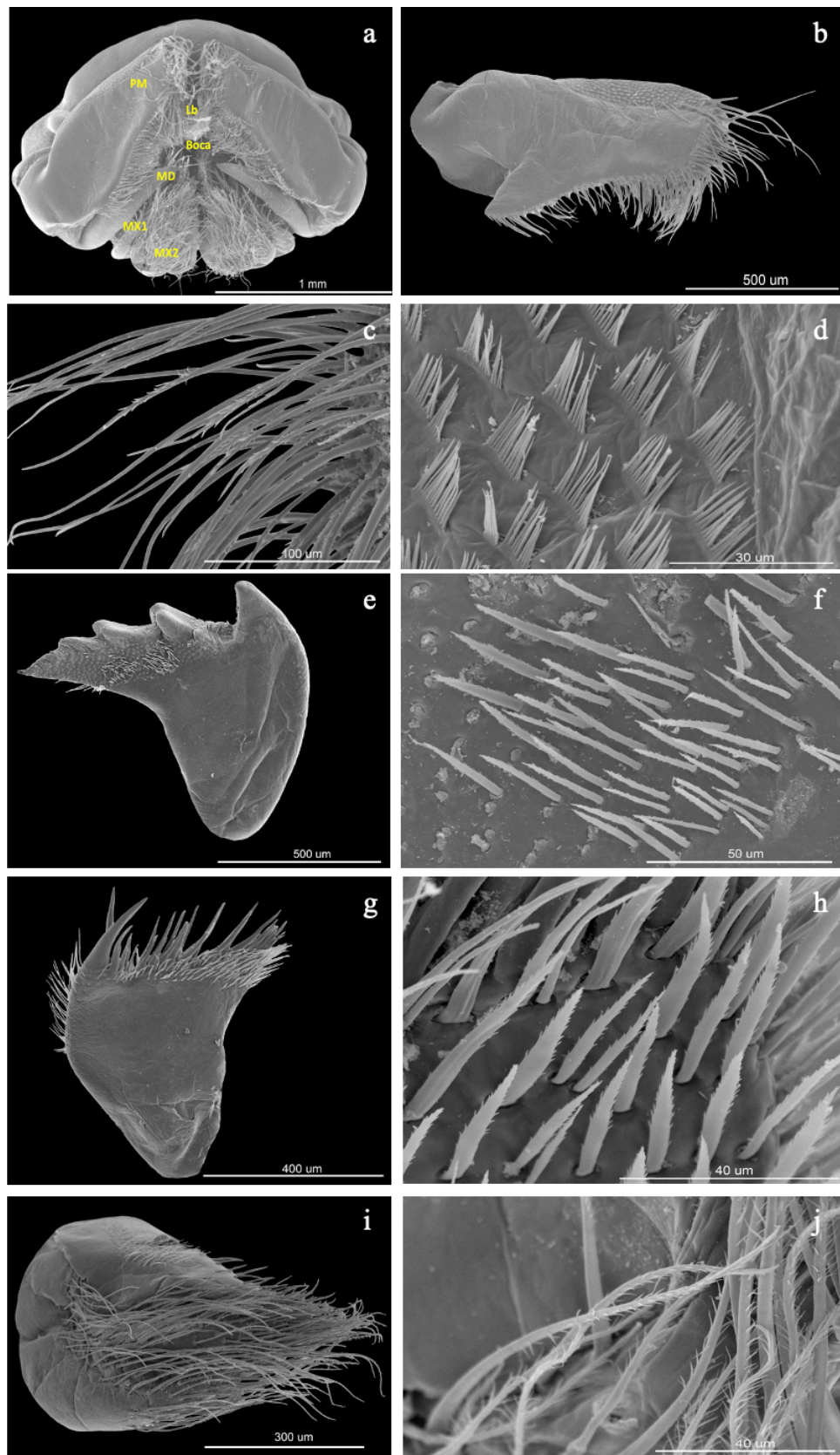
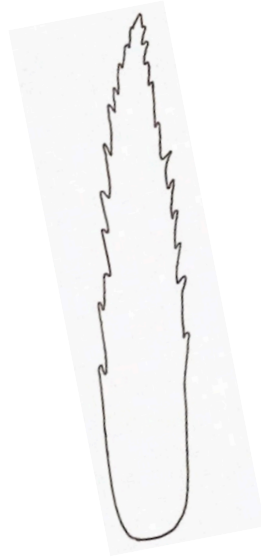


Figura 42. a) Cono bucal completo: palpos mandibulares (PM), labrum (Lb), mandíbula (MD), maxila 1 (MX1), maxila 2 (MX2), b) Palpo mandibular, c) Cerda aserrulada tipo 2 del palpo mandibular, d) Escamas tipo 2 del palpo mandibular, e) Mandíbula, f) Cerda cúspide aserrada de la mandíbula g) Maxila 1, h) Cerda cúspide aserrada de la maxila 1, i) Maxila 2 y j) Cerda plumosa de la maxila 2.

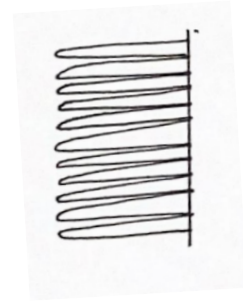




Cerda
plumosa



Cerda cúspide
serrada



Escama tipo 1

Figura 43. Tipos de cerdas y escamas presentes en el cono bucal de *Tetraclita stalactifera*.

d) Tipos de cerdas en el órgano copulador

Los balanos al ser animales sésiles llevan a cabo la fecundación interna por medio del órgano copulador, el cual es un órgano reproductor extensible que permite la transferencia de espermatozoides, a los individuos más cercanos. En este estudio se encontró que *T. stalactifera* presentó cerdas simples en el ápice del órgano copulador y escamas de tipo 3 en la base de este (Figs. 44 y 45). En la tabla 9 se presentan las principales características del tipo de cerda y escama presentes en el órgano copulador de *T. stalactifera*.



Tabla 9. Caracterización del tipo de cerda en el órgano copulador de *Tetraclita stalactifera*.

Tipos de cerdas	Características
Cerde simple	<ul style="list-style-type: none"> • Redonda • Alargada • Más anchas de la base que de la punta • Ausencia de setulas • Socket poco evidente
Escama tipo 3	<ul style="list-style-type: none"> • Todas bien desarrolladas, en los extremos son más cortas y la del medio más alargadas • Rectas • Puntas agudas

El órgano reproductor de los balanos es extensible (Fig. 44a) y se ubica en la parte posterior del animal, entre el último par de cirros. De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que el órgano copulador de *T. stalactifera* presenta un anillo de cerdas simples únicamente en el ápice (Figs, 44b y 44c) y escamas tipo 3 en la base (Fig. 44d).

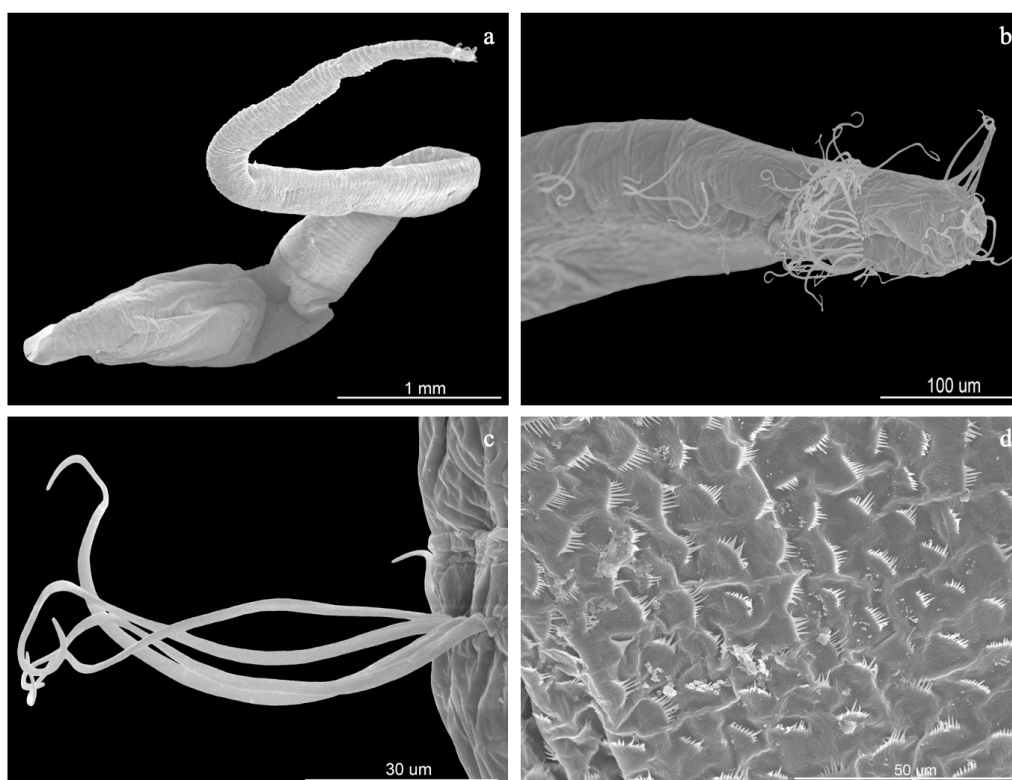
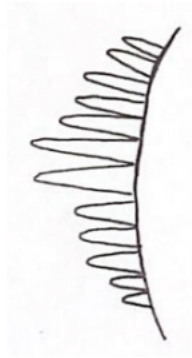


Figura 44. a) Órgano copulador, b) Ápice del órgano copulador con cerdas simples, c) Cerdas simples y d) Escamas tipo 3.





Cerde simple



Escama tipo 3

Figura 45. Tipos de cerda y escama presentes en el órgano copulador de *Tetraclita stalactifera*.



DISCUSIÓN

Identificación de especies de balanos

De acuerdo con las investigaciones previas que se han realizado de las especies de balanos en la playa Montepío, encontramos tres únicos estudios realizados en la zona. El pionero de las investigaciones de balanos fue Celis (2004), que registró una única especie en dicha localidad: *Tetraclita floridana*.

Hernández *et al.* (2010) registraron para la playa de Montepío cinco especies de balanos, las cuales son: *Balanus sp.*, *Chthamalus fragilis*, *Megabalanus tintinnabulum*, *T. floridana* y *T. stalactifera*. Posteriormente Vassallo *et al.* (2014) recopilaron la información obtenida por Hernández *et al.* (2010) y asumieron la existencia únicamente de estas cinco especies. En este estudio se logró recolectar dos únicas especies: *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*, lo cual representa el 40% del total de las especies reportadas para la playa Montepío, Veracruz, México.

La morfología de las placas de la concha de los balanos limita mucho la identificación de las especies en campo, debido a que las especies se asemejan mucho entre sí. La determinación a nivel específico se ve comprometida más aún en individuos juveniles o de menor tamaño. Por ejemplo, los límites de las placas de la concha no están definidos o marcados, además la identificación de las especies se dificulta todavía más por la presencia de epibiontes.

Con respecto a los muestreos realizados en este estudio es importante destacar que se centraron en la zona intermareal, por lo que la distribución de las especies de balanos puede estar influenciada por las adaptaciones de cada una de las especies a los diferentes factores abióticos del lugar de asentamiento. Se ha planteado la existencia de una distribución vertical de las especies de balanos. La especie *C. fragilis* presentó una mayor densidad de organismos en la zona supralitoral, mientras que *T. stalactifera* se observó a partir de la zona mesolitoral. Hoch y Reyes (2015) reportaron la presencia de estas dos especies en las costas del sur de



Florida, en donde observaron a *T. stalactifera* en la parte baja de la zona intermareal y a la especie *C. fragilis* desde la zona supralitoral.

De acuerdo con Anil *et al.* (2012) el género *Chthamalus* se puede observar con mayor frecuencia en la zona supralitoral debido a que presenta una tasa metabólica más baja, lo cual les permite sobrevivir a la desecación y altas temperaturas. En cuanto al género *Tetraclita* se ha observado que se encuentra desde la zona mesolitoral hasta la zona sublitoral (Del Monaco y Capelo, 2000).

Talla de organismos

Las variaciones del diámetro de la base y la altura de los balanos pueden estar asociados con las relaciones intraespecíficas. Se ha observado que las agregaciones y la densidad de balanos, también pueden influir en las tallas de diámetro y altura (Leslie, 2005). Cuando los bancos de balanos presentan mayor densidad de organismos provocan la formación de lo que se conoce *hummocks*, ocasionando que los individuos incrementen su altura, adoptando una forma más cilíndrica (Roig-Juñent *et al.*, 2014).

La relación del diámetro de la concha de los individuos de *T. stalactifera* está asociada con la tasa de crecimiento, lo cual permite identificar si los individuos se encuentran en un estadio juvenil o adulto. Esto debido a que el crecimiento en balanos es por medio de mineralizaciones de las placas calcáreas de la concha, lo que provoca el aumento gradual en el grosor del diámetro de la concha (Walley, 1969).

Se ha observado que las altas densidades de balanos influyen en las tallas del diámetro. En este estudio se encontró que en mayo 2022 la densidad de organismos de *T. stalactifera* era mayor, al igual que la frecuencia de organismos que presentaban tallas menores al diámetro de la concha. En agosto 2022 se encontró que la densidad de organismos era menor, y la frecuencia era mayor en el número de organismos que presentaban tallas mayores del diámetro de la concha.



Lo anterior se relaciona a lo mencionado por Leslie (2005) que, a densidades bajas de balanos de la misma o diferente especie, el diámetro de la concha puede alcanzar tallas más grandes. No se encontró una relación entre el diámetro de la concha y la densidad de *T. stalactifera* para los meses de diciembre 2022 y abril 2023. Es importante resaltar que la mayoría de las investigaciones de balanos se centran en su taxonomía, por lo que variables como el diámetro de la concha no son frecuentemente utilizados.

En cuanto a la altura de los individuos de *Tetraclita stalactifera* se encontró que para mayo y diciembre 2022, se presentó una mayor frecuencia de organismos con alturas mayores a 8.8 mm, mientras que para agosto 2022 y abril 2023, el mayor número de organismos presentó alturas menores a 8.8 mm. Esto se correlaciona con la densidad de los organismos por muestreo, siendo mayo y diciembre 2022 los meses con mayor densidad de organismos, mientras que agosto 2022 y abril 2023, los meses con menor densidad de organismos. De acuerdo con los datos obtenidos se puede establecer que, a mayor densidad, la altura de los balanos será mayor.

La forma de la concha del balano de una misma especie puede presentar ligeras variaciones morfológicas, debido a la alta densidad de balanos, así como las agregaciones que forman estos. Estas variaciones morfológicas pueden ocasionar repercusiones directas en la reproducción de los balanos. Cuando la densidad de balanos es baja, el área disponible para crecer es mayor, permitiendo a los individuos incrementar su diámetro, adoptando una forma cónica. Por lo que, cuando la densidad de balanos es alta, el espacio disponible para crecer es menor, provocando una reducción en el diámetro y un incremento en la altura de la concha. Por lo que la concha del balano adopta una forma más cilíndrica. De acuerdo con Leslie (2005) se ha observado una relación entre el diámetro de la concha y el tamaño de la masa de huevos, a mayores tallas del diámetro de la concha, el tamaño de la masa de huevos será mayor.

Análisis de densidad

En cuanto a la densidad de las dos especies de balanos encontradas, se determinó que *C. fragilis*, presentó un mayor número de organismos que *T. stalactifera* en la playa rocosa Montepío, Veracruz. Esto está relacionado con el tamaño de los individuos de ambas especies



C. fragilis al ser la especie de menor tamaño presenta un mayor número de organismos por unidad de área, es decir, ocupa una mayor área de asentamiento.

Por otra parte, la distribución de *C. fragilis* desde la zona supralitoral hasta la zona mesolitoral permite una mayor área de asentamiento para esta especie. Otro factor a considerar es la baja competencia interespecífica en la zona supralitoral, la cual podría estar jugando un papel importante en la distribución de *C. fragilis* provocando una mayor densidad poblacional.

Análisis de epibiontes

Balanos como epibiontes de Tetracilita stalactifera

En su condición de animales sésiles los balanos deben estar adheridos a un sustrato durante toda su vida, excepto durante sus fases larvales, las cuales son las únicas fases móviles de su ciclo de vida. Es importante recalcar que primero pasan por seis estadios larvales llamados larva nauplio I-VI. Al alcanzar el estadio naupliar VI, la larva sufre una metamorfosis para pasar al siguiente estadio larval llamado cipris. En este estadio se realiza el establecimiento del organismo en un sustrato adecuado y se crean las agregaciones entre balanos. Una vez que ocurre el establecimiento del individuo, comienza la adhesión al sustrato mediante glándulas que se sitúan en el par de antenas, las cuales secretan unas sustancias cementantes que mantienen al individuo juvenil adherido al sustrato hasta su etapa adulta.

Dentro de la relación de epibiosis entre balanos, *T. stalactifera* tiene una función de basibionte, pero también como epibionte, mientras que *C. fragilis* solo funge como epibionte de *T. stalactifera*. Con base en esto, se observó que lo más frecuente fue encontrar al menos un balano como epibionte de *T. stalactifera*. Sin embargo, en agosto y diciembre 2022, lo más frecuente fue encontrar más de cuatro epibiontes por balano.

La tendencia de los balanos a formar agregaciones llamadas *hummocks* está dada por la detección de las larvas cipris a una proteína presente en los balanos adultos. Sin embargo, la selección de sustrato por parte de las larvas cipris, también se puede dar por las huellas de adhesivo temporal que dejan las cipris cuando están explorando los sitios potenciales de



asentamiento. Estas huellas se generan a través del pegamento secretado por las glándulas cementantes de los discos antenulares de las larvas cypriis (Anil *et al.*, 2012).

Se ha observado que las larvas cypriis tienen preferencia por las superficies con balanos o con marcas de asentamiento (Knight-Jones, 1953). Estas marcas de asentamiento están dadas por el residuo del pegamento cementante que permanece cuando un balano adulto es desprendido de su sitio de asentamiento. Knight-Jones (1953) encontró que, en presencia de varias especies de balanos, las larvas cypriis eligen a su propia especie para asentarse. No obstante, se ha observado en menor medida el asentamiento de larvas cypriis en especies de balanos diferentes a la suya. Por lo que el asentamiento de balanos ocurre con mayor facilidad en presencia de balanos (de la misma o diferente especie) que en ausencia de ellos.

Es probable que la agregación de diferentes especies está dada por una afinidad entre ellas o bien por la necesidad de llevar a cabo el proceso de metamorfosis. Cuando las larvas cypriis llevan un tiempo prolongado sin asentarse, su capacidad de asentamiento y metamorfosis disminuye, impidiéndoles seguir con su ciclo de vida (Knight-Jones, 1953).

Las agregaciones de balanos confieren ciertas ventajas ante la desecación, el impacto de las olas y la reproducción. La proximidad física entre balanos reduce la pérdida de agua, debido a la acumulación de agua entre los espacios formados entre concha y concha. Por otra parte, esta proximidad física les permite a los individuos llevar a cabo la fecundación cruzada. El tiempo de vida de los balanos varía dependiendo de la especie, en algunas puede durar semanas y en otras hasta años.

La proximidad física entre balanos es de suma importancia para poder llevar a cabo la reproducción. Las densidades bajas de balanos ocasionan dificultades para llegar a otros balanos, por lo que las tasas de crecimiento poblacional se reducen. En algunas especies como *Semibalanus balanoides* se ha observado la capacidad de incrementar el tamaño del órgano copulador, cuando existe cierta distancia entre balano y balano (Hoch, 2008). Sin embargo, esta condición no se ha observado en *T. stalactifera* (Hoch y Reyes, 2015). Por otra parte, las densidades altas de balanos podrían ocasionar una competencia por interferencia



para llevar a cabo la reproducción, debido a que los balanos que están encima del basibionte pueden interferir para que este abra con facilidad el opérculo y así afectar la reproducción con otros organismos. Puede ocurrir que la fertilización de los ovocitos de un individuo, sean fertilizados por más de un organismo.

Se han observado una serie de consecuencias relacionadas con las agregaciones de balanos. Cuando la densidad de individuos es alta, algunas especies de balanos forman agregaciones, provocando variaciones morfológicas, es decir, hay un incremento en la altura de la concha, en lugar de la longitud del diámetro de la base. A menores tallas del diámetro de la concha, la masa de huevos será menor. Asimismo, aumenta la probabilidad de desprendimiento de la concha del sustrato por el debilitamiento estructural de la concha.

De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio, no todas las especies de balanos forman agregaciones. En el caso de la especie *C. fragilis* no se observó la tendencia a formar agregaciones con individuos de su misma especie. Únicamente se observó la formación de tapetes de organismos en las rocas de la zona supralitoral. Sin embargo, para *T. stalactifera* se observó una condición diferente, esta especie tiende a formar agregaciones en lugar de tapetes.

Las ventajas y desventajas que se observan como resultado de las agregaciones de balanos, puede estar relacionado con la densidad de organismos. Cuando la densidad de balanos es alta se sobrepasan los límites óptimos para vivir, provocando desventajas para los organismos, como la pérdida de balanos ante un disturbio, así como la pérdida del microhábitat para otros invertebrados. Por lo que, se podría considerar esencial mantener un equilibrio en el número de organismos que forman *hummocks* o agregaciones de balanos.

Invertebrados epibiontes de *Tetraclita stalactifera*

La aparición de animales en la zona intermareal va a depender de las condiciones abióticas del lugar. Los organismos sésiles son los que experimentan una mayor tasa de mortalidad, en comparación con los organismos vágiles. Esto debido a que se encuentran expuestos a mayores tasas de estrés (Roig-Juñent *et al.*, 2014). La tendencia general de los organismos sésiles es a competir por un sustrato en el cual establecerse.



Los balanos al ser organismos sésiles se encuentran limitados en su distribución, debido a la competencia por el espacio, la desecación o la depredación (Roig-Juñent *et al.*, 2014). Sin embargo, se ha observado una preferencia a llevar a cabo una interacción de epibiosis, incluso cuando existe espacio disponible (sustrato) alrededor de ellos. Este hábito conlleva una serie de desventajas para aquellos organismos que actúan como basibiontes de otros invertebrados como: dificultad en la apertura del opérculo y debilitamiento estructural de las placas de la concha. Sin embargo, existen ventajas para aquellos que actúan como epibiontes como: protección contra depredadores o cambios abióticos.

Los balanos son uno de los primeros grupos en colonizar los sustratos rocosos, los cuales facilitan la colonización por otros organismos como mejillones y algas. Por lo que la heterogeneidad del ambiente aumenta (Farrell, 1991). Las agregaciones de balanos forman un microhábitat para otros invertebrados, al igual que la concha vacía que permanece adherida al sustrato aún y cuando el balano muere. Mientras los balanos muertos sigan adheridos a la roca, la estructura arquitectónica que forma la agregación de balanos, funcionará como un sustrato para otras especies de invertebrados, como balanos, bivalvos, gasterópodos, gusanos poliquetos y crustáceos. La permanencia de la concha vacía depende de las condiciones abióticas del lugar (intensidad del oleaje, régimen de mareas, estacionalidad, lluvias, temperatura, fenómenos naturales como huracanes, nortes y frentes fríos). Sin embargo, eventualmente la concha se desprenderá por el debilitamiento del pegamento debido a que ya no existe producción de este.

Los microhábitats formados por las agregaciones de balanos confieren un espacio de protección para otros invertebrados contra depredadores, las altas temperaturas, la intensidad del oleaje y la desecación. La formación de *hummocks* reduce la pérdida de agua en los organismos, debido a la acumulación de agua entre los espacios formados por la unión de balanos, originado por el oleaje intenso o las lluvias ocasionales en el lugar (Roig-Juñent *et al.*, 2014). Esta acumulación de agua evita la desecación de otros invertebrados asociados a los bancos de balanos que están expuestos a las altas radiaciones solares.



La formación de *hummocks* también permiten la acumulación de materia orgánica que funge como alimento para invertebrados detritívoros. La fijación de algas en las placas calcáreas es otro factor importante dentro de las agregaciones de balanos debido a que sirven como alimento para moluscos y gusanos poliquetos (Reimer, 1976; Gibson y Barnes, 2003).

Por otra parte, se han encontrado factores negativos para aquellos organismos que fungen como basibiontes. La alta densidad de epibiontes sobre las placas calcáreas de la concha del basibionte ocasiona un debilitamiento estructural, debido al peso extra de los organismos o por la presencia de organismos excavadores. El debilitamiento estructural provoca la pérdida de balanos ante un disturbio como el fuerte oleaje, dejando áreas extensas libres de balanos sobre las rocas (Reimer, 1976; Roig-Juñent *et al.*, 2014). La pérdida del microhábitat formado por las agregaciones de balanos ocasiona una reducción en el área de asentamiento para otros invertebrados y a su vez, disminuye su protección contra depredadores, radiación solar y desecación. Además, se ha considerado que la alta densidad de epibiontes puede impedir la apertura del opérculo de los balanos, evitando la entrada de agua y procesos vitales como la alimentación y la reproducción de los organismos.

En este estudio se encontró que los invertebrados que actúan como epibiontes de *T. stalactifera* pertenecen a los grupos de balanos, gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo. Siendo el grupo de balanos y mejillones los más abundantes sobre las placas calcáreas de la concha de *T. stalactifera*. Los tres grupos de invertebrados restantes (gasterópodos, gusanos poliquetos y crustáceos tanaidáceos) presentaron claramente una menor densidad que los balanos y bivalvos.

Reimer (1976) realizó un estudio sobre la comunidad de invertebrados asociados a las conchas vacías de *T. stalactifera panamensis*, y encontró que los grupos más frecuentes en el sistema fueron balanos, moluscos y gusanos poliquetos. Mientras que las especies más abundantes fueron *Balanus amphitrite*, *B. inexpectatus* y *B. tintinnabulum*, *Sphenia fragilis* (bivalvo) y *Pseudonereis gallapagensis* (poliqueto). Los grupos de invertebrados encontrados en las conchas vacías de *T. stalactifera panamensis* coinciden con los registros en el presente trabajo.



Dentro de los resultados obtenidos en nuestro trabajo se observó la presencia de dos gusanos poliquetos del género *Syllis*, en los espacios formados entre balano y balano. Este género se considera muy abundante en la zona intermareal, donde coloniza sustratos duros y suaves (Góngora, 2021). Reimer (1976) encontró que la especie *Syllis gracilis* presenta una alta abundancia en los canales parietales de las conchas vacías de *T. stalactifera panamensis*.

Es importante destacar que todas las especies de moluscos registradas en el presente estudio se encontraron en estadio juvenil, por lo que la relación de epibiosis con *T. stalactifera* puede estar relacionada con mecanismos de protección contra depredadores o cambios abióticos del ambiente. Esto se debe a que, en estadio juvenil, los organismos son más vulnerables y presentan altas tasas de mortalidad.

De los diferentes grupos de invertebrados que se encontraron como epibiontes de *T. stalactifera*, se observó que el segundo grupo con mayor cantidad de organismos fueron los bivalvos, en particular *Ischadium aff. recurvum*. Se ha planteado la posibilidad de que exista una relación biótica estrecha entre balanos y bivalvos, debido a que estos dos grupos de invertebrados suelen estar presentes de manera conjunta en un solo sustrato. Al igual que los balanos los bivalvos son organismos sésiles que soportan variaciones de las condiciones abióticas del lugar, como el aumento de la temperatura, la alta radiación solar y la desecación. Se ha observado que algunas especies de bivalvos forman agregaciones para evitar la pérdida de agua, confiriéndoles un alto índice de tolerancia a la desecación (Landa-Jaime *et al.*, 2013).

Con relación a las variaciones temporales, se observó que en mayo 2022 y abril, *C. fragilis* y *T. stalactifera* se registraron como epibiontes de *T. stalactifera*, mientras que en agosto y diciembre 2022 se encontraron cinco grupos de invertebrados como epibiontes de *T. stalactifera*. En mayo 2022 y abril 2023 se presentaron condiciones abióticas similares debido a que la época de secas en la playa Montepío, Veracruz va de marzo a mayo (Hernández *et al.*, 2010). La época de secas provoca un aumento en la temperatura, una alta radiación solar y un oleaje de menor intensidad, ocasionando un alto estrés fisiológico para las especies que se encuentran en la zona intermareal.



Por otra parte, agosto y diciembre 2022 presentaron condiciones abióticas similares debido a que la temporada de nortes se da de octubre a marzo (Hernández *et al.*, 2010), provocando una disminución en la temperatura y un aumento en el oleaje. Es importante destacar que el establecimiento de otros invertebrados en los microhábitats formados por balanos está dado por su transporte asociado con las mareas altas (Reimer, 1976).

La ausencia de epibiontes en *T. stalactifera* durante ciertas épocas puede estar relacionada con el estadio en que se encuentran los basibiontes. Los individuos en estadio juvenil presentan menor superficie de asentamiento para otros invertebrados, es decir, las placas calcáreas que forman las conchas, son de menor tamaño en comparación con las placas calcáreas de un individuo adulto. El crecimiento en balanos puede tardar años en alcanzar las tallas requeridas para que estos puedan ser utilizados como sustrato para otros invertebrados y así forman un microhábitat (Reimer, 1976).

Análisis de las cerdas

Las cerdas juegan un papel importante en los crustáceos debido a sus funciones mecanorreceptoras y quimiorreceptoras. Las cerdas presentan una diversa morfología, que se observa con mayor facilidad al comparar las cerdas presentes en diversas especies. Se ha planteado que la similitud o diferencias entre cerdas está relacionada con funciones compartidas. La mayoría de las cerdas se encuentran en los apéndices, en especial aquellos que forman parte del aparato bucal, en donde suelen presentar su mayor densidad (Garm y Watling, 2012). Los estudios sobre cerdas han sido realizados principalmente en decápodos, por lo que su morfología y función pueden variar dependiendo del grupo de crustáceos.

En *T. stalactifera* se encontraron ocho diferentes tipos de cerdas y un tipo de escama en los cirros: cerda simple, cerda serrulada tipo 1, cerda serrulada tipo 2, cerda cúspide, cerda aserrada, cerda aserrada tipo 2, cerda simple-aplanada, cerda aserrada aplanada y escama tipo 1. Nuestro trabajo incluye el primer análisis detallado de la diversidad de cerdas en *T. stalactifera*. Hasta el momento este tipo de análisis de cerdas se ha realizado en otras especies de balanos como *Megabalanus volcano* y *Tetraclita japonica japonica*, y en especies de cirripedios pedunculados como *Capitulum mitella*, *Ibla cumingi*, *Oclomasmis warwickii* y



Pollicipes polymerus (Chan *et al.*, 2008). En particular, se han descrito siete diferentes tipos de cerdas en los cirros de *Tetraclita japonica japonica*: cerda simple, cerda plumosa, cerda paposa, cerda serrulada, cerda aserrada, cerda cúspide y cerda multicúspide, de ellas, cuatro tipos de cerdas también se observaron en *T. stalactifera*.

De acuerdo con Chan *et al.* (2008) los balanos presentan una mayor diversidad de cerdas en comparación con los cirrípedos pedunculados, debido a que los balanos presentan hábitos alimenticios más diversificados. La diversidad de cerdas presentes en los balanos se asocia a que son animales sésiles de mayor tamaño, los cuales habitan en costas rocosas expuestas, por lo que la captura de alimento depende de la fuerte acción de las olas y de la especialización de sus cerdas.

Las cerdas simples, serruladas, aserradas y cúspides presentan una función mecánica asociada en la locomoción, excavación, aseo y alimentación, esto en el caso de los decápodos. En el caso de los balanos, estas cerdas se asocian principalmente con la alimentación. Se ha encontrado en el intestino de algunas especies de *Tetraclita* rastros de anfípodos y copépodos, por lo que la presencia de cerdas simples, serruladas y aserradas están relacionadas con el manejo de las presas, debido a que en decápodos esta es una de las principales funciones de este tipo de cerdas (Hunt y Alex, 1991; Gram, 2004; Garm y Watling, 2012). En el caso de las cerdas simples también se ha descrito una función sensorial en *Amphibalanus improvisus*, debido a su posición en el borde posterior de los cirros CIV-CVI, estas cerdas podrían ser las responsables de detectar las posibles partículas de alimento que quedan atrapadas en los cirros (Hindenberg *et al.*, 2022).

La alimentación por filtración es el proceso mejor descrito en balanos. Los cirros CIV-CVI se extienden por el opérculo para atrapar el fitoplancton y zooplancton. Una vez atrapado el alimento este es llevado hacia los cirros anteriores (CI-CIII), los cuales llevan a cabo una microfiltración más especializada (Chan *et al.*, 2008). Las cerdas encargadas del proceso de microfiltración, son las cerdas aserrada y cúspide debido a sus funciones descritas por Garm y Watling (2012).



También se observó la presencia de una cerda simple aplanada (terminología usada en este estudio) en los márgenes superiores de los segmentos del endópodo y exópodo. Si se compara con las cerdas presentes en el balano *T. japonica japonica* es probable que se trate de una cerda serrulada. Sin embargo, para comprobar esto sería necesario realizar un análisis más detallado del ápice de esta cerda. Asimismo, se encontró una cerda aserrada aplanada en el CIII, no se encontró este tipo de cerda en lo reportado por Chan *et al.* (2008) para *T. japonica japonica* y *Megabalanus volcano*.

Además, se observó la presencia de escamas en los márgenes superiores de los segmentos de los cirros. Estas mismas estructuras fueron reportadas para las seis especies de cirrípedos descritas por Chan *et al.* (2008), en donde se describen como setulas en forma de abanico. Sin embargo, Garm y Watling (2012) mencionaron la presencia de escamas en diversos crustáceos. Estos autores describen a las escamas como crecimientos cuticulares con una forma generalmente más ancha que larga, no presentan una función sensorial debido a que no se encuentran inervadas, pero no se especifica la función de estas estructuras.

En el cono bucal de *T. stalactifera* se encontraron tres tipos de cerdas y un tipo de escama: cerda serrulada tipo 2, cerda plumosa, cerda cúspide aserrada y escama tipo 2. La función de estos tipos de cerdas se asocia con los mecanismos de filtración. En el caso del órgano copulador se encontraron cerdas simples en el ápice formando un anillo y escamas tipo 3 en la base del órgano copulador. Estas cerdas se han encontrado en otras especies de cirrípedos torácicos como *Ibla quadrivalvis*, *Chthamalus stellatus* y *Semibalanus balanoides*. En cada una de las especies puede variar el arreglo y la densidad de estas cerdas, se ha planteado que presentan una función sensorial (Hoch *et al.*, 2016) encargadas de encontrar el lugar específico para llevar a cabo la reproducción.

Muchas especies de crustáceos presentan diferentes tipos de cerdas, con diferentes funciones dependiendo de la parte del cuerpo en la que se encuentren. Siendo las funciones principales las mecanorreceptoras y quimiorreceptoras. Pero también las cerdas sirven para fijar material de decoración, específicamente en un grupo de cangrejos conocidos como cangrejos decoradores. Los cuales emplean diversos materiales, principalmente algas,



esponjas y briozoos para adherirlas a las cerdas del caparazón y pereiópodos, para obtener un camuflaje ante los depredadores. Generalmente estas cerdas tienen una morfología curvada, cuyo margen interno de la curva presenta unas protuberancias denominadas denticulos que sirven para la adhesión de ciertos materiales (Luna, 2023).

Como ya se ha mencionado el estudio de cerdas se ha centrado en decápodos y en menos medida en cirripedios como los balanos. Por lo que es importante seguir realizando este tipo de estudios para conocer la diversidad de cerdas presentes en diferentes especies de balanos y su función específica.



CONCLUSIONES

- En la playa rocosa de Montepío sólo se encontraron dos especies de balanos: *Chthamalus fragilis* y *Tetraclita stalactifera*.
- Las tallas de *T. stalactifera* fueron: diámetro de la base de la concha de 7.2 mm a 23.6 mm y altura de 3 mm a 17.4 mm. Su densidad osciló entre 330 organismos/m² a 690 organismos/m².
- *Tetraclita stalactifera* fungió como basibionte y como epibionte, mientras que *Chthamalus fragilis* siempre se encuentra como epibionte de *T. stalactifera*.
- El porcentaje de epibiosis de *T. stalactifera* fue de 53% a 97%.
- Los epibiontes encontrados en *T. stalactifera* fueron: ambas especies de balanos, gasterópodos, mejillones, gusanos poliquetos y un crustáceo tanaidáceo.
- Dependiendo de la temporada, *T. stalactifera* puede o no tener otros invertebrados como epibiontes.
- El segundo grupo de epibiontes más abundante fueron los mejillones, especialmente la especie *Ischadium aff. recurvum*.
- El crustáceo tanaidáceo fue considerado como un organismo incidental.
- Se describieron ocho tipos de cerdas en los cirros de *T. stalactifera*: simple, serrulada tipo 1, serrulada tipo 2, cúspide, aserrada, aserrada tipo 2, simple-aplanada, aserrada aplanada, así como escamas tipo 1.
- Los cirros pueden tener de tres a cuatro tipos de cerdas.
- El cono bucal presentó tres tipos de cerdas: serrulada tipo 2, plumosa y cúspide aserrada, así como escamas tipo 2.
- El órgano copulador cuenta solo con cerdas simples y escama tipo 3.



LITERATURA CITADA

- Abbott, R.T. 1974. American Seashells: The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America Van Nostrand Reinhold Co, New York. 68-69.
- Abarca-Ávila, M.M., M.T. Herrera-Dorantes., I. Winfield., y P.L. Ardisson. 2019. Updated checklist and identification key of benthic tanaidaceans (Crustacea: Peracarida) of the sublittoral zone of the northern Yucatán Peninsula, México. *Zootaxa*, 4711(1): 51-76.
- Álvarez-Cerrillo, L., P. Valentich-Scott. y W. Newman. 2017. A remarkable infestation of epibionts and endobionts of an edible chiton (Polyplacophora: Chitonidae) from the Mexican tropical Pacific. *THE NAUTILUS*, 131(1): 87-96.
- Álvarez-Cerrillo, L. R., F. Benítez-Villalobos., S. Garcia-Ibanez., y O. H. Avila-Poveda. 2021. Biodiversity patterns of epibiotic invertebrates occupying an edible polyplacophoran across a latitudinal gradient of the Mexican Pacific. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 545. 1-12.
- Álvarez, F., G. Armendáriz., B. Jiménez., L. Millán., J. C. Ojeda. y J. L. Villalobos. 2019. Conservación de dos ríos en Los Tuxtlas, Veracruz: la aplicación de índices de integridad biótica. En Ornelas-García, C. P., Álvarez, F. A. y Wegier, A. (Eds.), *Antropización: primer análisis integral*, IBUNAM, CONACYT: 221-242.
- Andrle, R. F. 1964. A Biogeographical Investigation of the Sierra of Los Tuxtlas in Veracruz, México. *LSU Historical Dissertations and Theses*, 931.1-7.
- Anil, A.C., D. V. Dattesh., L. Khandeparker y C. A. Gaonkar. 2012. Barnacles and Their Significance in Biofouling. In Rajagopal, S., H. A. Jenner y V. P. Venugopala. *Operational and Environmental Consequences of Large Industrial Cooling Water Systems*. 65-85. Springer.
- Ávila, E., O. R. Araujo-Leyva., M. A. Rodríguez-Santiago y H. López-Rosas. 2018. Alien barnacle *Amphibalanus amphitrite* epizoic on two native oyster species in the southern Gulf of Mexico: spatio-temporal variability and current status of its epibiosis. *Marine Biology Research*, 14(6): 581-589.
- Brusca, R., G. Giribet. y W. Moore. 2023. *Invertebrates*. 4 ed. New York: Oxford University Press, ISBN: 9780197554418.
- Cárdenas-Palomo, N. y A. Maldonado-Gasca. 2005. Epibiontes de tortugas de carey juveniles *Eretmochelys imbricata* en el Santuario de tortugas marinas de Río Lagartos, Yucatán, México. *CICIMAR Oceanides*, 20(1, 2): 29-35.
- Castro, P. y M. Huber. 2007. *Biología Marina*. 6 ed. McGraw Hill. España: 138-141.



- Celis, A. 2004. Taxonomía y patrones de distribución de los cirripedios (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) sublitorales de la parte sur del Golfo de México. Tesis de Maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 2-122.
- Celis, A. 2009. Análisis panbiogeográfico y taxonómico de los cirripedios (Crustacea) de México. Tesis de Doctorado, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 1-270.
- Celis, A., G. Rodríguez-Almaráz. y F. Álvarez. 2007. Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, **78**(2): 325-337.
- Covich, A. P., J. H. Thorp. y C. D. Rogers. 2009. Introduction to the Subphylum Crustacea. In: Thorp, JH. y Covich, AP (ed). *Ecology and Classification of North America Freshwater Invertebrates*. Academic Press, 3 ed: 695-723.
- Chan, B. 2003. Studies on *Tetraclita squamosa* and *Tetraclita japonica* II: larval morphology and development. *Journal of Crustacean Biology*, **23**: 522-547.
- Chan, B., A. Garm. y J. T. Høeg. 2008. Setal morphology and cirral setation of thoracican barnacle cirri: adaptations and implications for thoracican evolution. *Journal of Zoology*, **275**: 294-306.
- Chi-Ho, J., J. W. Qiu. y B. Chan. 2021. Genomic insights into the sessile life and biofouling of barnacles (Crustacea: Cirripedia). *Heliyon*, **7**(2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07291>. 1-9.
- De la Cruz-Francisco, V., R. E. Orduña-Medrano., J. E. Paredes-Flores., R. I. Vázquez-Estrada., M. González-González. y L. Flores-Galicia. 2017. Una aproximación a la florística y faunística de la costa rocosa El Pulpo, Cazes, Veracruz, México. *CICIMAR. Océánides*, **32**(1): 39-58.
- De León González, J. A., J. R. Bastida Zavala., L. F. Carrera Parra., M. E. García Garza., S. I. Salazar-Vallejo., V. Solís Weiss. y M. A. Tovar Hernández. 2021. Anélidos marinos de México y América tropical. *Universidad Autónoma de Nuevo León*. 1-31.
- Del Monaco, C. y J. Capelo. (2000). Los géneros *Balanus*, *Chtamalus* y *Tetraclita* (Crustacea: Cirripedia) en las costas de Nueva esparta, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 154. 77-97.
- Farrell, T.M. 1991. Models and mechanisms of succession: an example from a rocky intertidal community. In Roig-Juñent., S, L. E. Claps y J. J. Morrone. 2014. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos Volumen 3. Editorial INSUE, Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales.



- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2004. Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. México: *Universidad Nacional Autónoma de México*. 42-43.
- García-Cubas, A. y M. Reguero. 2007. Catálogo ilustrado de moluscos bivalvos del Golfo de México y Mar Caribe. *Universidad Nacional Autónoma de México*. 17-33.
- Garm, A. 2004. Mechanical functions of setae from the mouth apparatus of seven species of decapod crustaceans. *Journal of morphology*, 260(1): 85-100.
- Garm, A. y L. Watling. 2012. The crustacean integument: setae, setules, and other ornamentation. In Watling, L y M. Thiel. 2012. *Functional Morphology and Diversity*. 167-189. Oxford University Press.
- Gibson, R. N. y M. Barnes. 2003. The use of intertidal barnacle shells. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 157-187.
- Gómez-Daglio, L. y R. Van. 2006. A new genus and species of high intertidal barnacle (Cirripedia, Tetraclitidae) from Baja California Sur, México. *Zootaxa*, **1118**: 57-68.
- Gómez, L. 2003. Sistemática de los Balanomorfos (Cirripedia, Thoracica) de la región Sur de la Península de Baja California, México. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional] <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14648>. 1-83.
- Góngora, G. 2021. Syllidae. En De León González, J. A., J. R. Bastida Zavala., L. F. Carrera Parra., M. E. García Garza., S. I. Salazar-Vallejo., V. Solís Weiss. y M. A. Tovar Hernández. 2021. Anélidos marinos de México y América tropical. *Universidad Autónoma de Nuevo León*. 957-958.
- Hendrickx, M. E. y E. Ramírez-Félix. 2019. Settlement of the barnacle *Balanus trigonus* Darwin, 1854, on *Panulirus gracilis* Streets, 1871, in western Mexico. *Nauplius*, **27**: 1-9.
- Hernández, C., F. Álvarez. 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.
- Hernández-Trujillo, S., G. Esqueda-Escárcega., J. R. Hernández-Alfonso. y R. Pacheco-Chávez. 2010. Daily cycle of zooplankton abundance in Magdalena Bay, BCS Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, **81**(3): 913-920.
- Hernández-Vázquez, S. y C. Valadez-González. 1998. Observaciones de los epizoarios encontrados sobre la tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* en la Gloria, Jalisco, México. *Ciencias Marinas*, **24**(1): 119-125. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v24i1.733>.



- Hindenberg, L. M., S.N. Gorb. y S. Büsse. (2022). Functional morphology of cirri in the barnacle *Amphibalanus improvisus* (crustacea: Balanidae). *Journal of Morphology*, **283**(11): 1439-1450.
- Hoch, J. M. 2008. Variation in penis morphology and mating ability in the acorn barnacle, *Semibalanus balanoides*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **359**(2): 126-130.
- Hoch, J. M. y K. V. Reyes. 2015. Effects of tidal height and wave exposure on cirrus and penis morphology of the acorn barnacle *Tetraclita stalactifera*. *Invertebrate Biology*, **134**(3): 231-241.
- Hoch, J. M., D.T. Schneck. y C.J. Neufeld. 2016. Ecology and evolution of phenotypic plasticity in the penis and cirri of barnacles. *Integrative and Comparative Biology*, **56**(4): 728-740.
- Høeg, J. T. y O. S. Møller. 2006. When similar beginnings lead to different ends: Constraints and diversity in cirripede larval development. *Invertebrate Reproduction & Development*, **49**(3): 25-142. DOI: 10.1080/07924259.2006.9652204.
- Høeg, J. T., M. Pérez., H. Glenner., G. Kolbasov. y K. Crandall. 2009. Evolution of Morphology, Ontogeny and Life Cycles within the Crustacea Thecostraca. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, **67**(2): 199-217.
- Høeg, J. T., J. Deutsch., B. K. Chan. y Le H. Semmler. 2015. "Crustacea": Cirripedia. In: Wanninger A. (eds) *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates 4*. Springer, Viena. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1853-5_5.
- Hunt, M. J. y C.G. Alexander. 1991. Feeding mechanisms of the barnacle *Tetraclita squamosa* (Bruguière). In Chan, B., A. Garm. y J. T. Høeg. 2008. Setal morphology and cirral setation of thoracican barnacle cirri: adaptations and implications for thoracican evolution. *Journal of Zoology*, **275**: 294-306.
- Inclán, R. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas*, **15**(1): 1-20.
- Jarquín, J. 2009. Tanaidáceos (Crustacea: Peracarida) litorales de las costas de Guerrero y Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca. 3-93.
- Knight-Jones, E. W. 1953. Laboratory experiments on gregariousness during setting in *Balanus balanoides* and other barnacles. *Journal of Experimental Biology*, **30**(4): 584-598.



- Landa-Jaime, V., E. Michel-Morfin., J. Arciniega-Flores., S. Castillo-Vargasmachuca. y M. Saucedo-Lozano. 2013. Moluscos asociados al arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco, en el Pacífico central mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **84**(4), 1121-1136.
- Leslie, H.M. 2005. Positive intraspecific effects trump negative effects in high-density barnacle aggregations. *Ecology* 86(10): 2716-2725.
- Liang C, J. Strickland., Z. Ye., W. Wu., B. Hu. y D. Rittschof. 2019. Biochemistry of Barnacle Adhesion: An Updated Review. *Frontiers in Marine Science*, **6**. doi: 10.3389/fmars.2019.00565.
- Lucas, E. y V. De la Cruz-Francisco. 2018. Macroflora y macrofauna asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), en la laguna Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, **10**(1): 31-42.
- Luna, J. C. 2023. Ornamentación de setas en el cangrejo decorador *Omalacantha bicornuta* (Latreille, 1825) (Malacostraca:Mithracidae) en la playa rocosa de Montepío Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 3-59.
- McCarthy, D. A., K. C. Lindeman., D. B. Snyder. y K. G. Holloway-Adkins. 2020. Invertebrates. *In: Islands in the Sand. Springer, Cham:* 105-203. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40357-7_4
- Mingüer, A. 2016. Variación estacional y espacial de la comunidad de invertebrados asociados a las raíces de mangle rojo (*Rizophora mangle*) en la Laguna de Sontecomapan, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México: 1-61.
- Monreal, M. A., D. A. Salas de León. y A. Garcia. 2004. Golfo de México: circulación y productividad. *Ciencias*, **76**: 25-33.
- Montalvo-Urgel, H., A. J. Sánchez., R. Florido. y A. Macossay-Cortez. 2010. Lista de crustáceos distribuidos en troncos hundidos en el humedal tropical Pantanos de Centla, al sur del golfo de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, **81**: 121-131.
- Nájera-Hillman, E., J. Bass. y S. Buckham. 2012. Distribution patterns of the barnacle, *Chelonibia testudinaria*, on juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in Bahía Magdalena, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **83**: 1171-1179. DOI: 10.7550/rmb.27444.
- Pérez, M., J. T. Høeg. y K. A. Crandall. 2009. Remarkable convergent evolution in specialized parasitic Thecostraca (Crustacea). *BMC Biology*, **7**:(15). <https://doi.org/10.1186/1741-7007-7-15>.



- Pérez, M., J. T. Høeg., N. Simon-Blecher., Y. Achituv., D. Jones. y K. A. Crandall. 2014. Molecular phylogeny, systematics and morphological evolution of the acorn barnacles (Thoracica: Sessilia: Balanomorpha). *Molecular phylogenetics and evolution*, **81**: 147-158.
- Reimer, A. A. 1976. Succession of invertebrates in vacant tests of *Tetraclita stfactifera panamensis*. *Marine Biology*, **35**: 239-251.
- Reis, P. A., M. A. Salgado. y V. Vasconcelos. 2011. Barnacles as biomonitors of metal contamination in coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **93**(4): 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2010.12.022>.
- Roig-Juñent., S, L. E. Claps. y J. J. Morrone. 2014. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos Volumen 3. 167-184. Editorial INSUE, Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales.
- Rubí, Y. D. 2018. Estudio comparativo de los endobiontes asociados a esponjas marinas, en los arrecifes Pantepec y Blake, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. 8-59.
- Ruíz, M. y J. López-Portillo. 2014. Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, **62**(4): 1309-1330.
- Salazar-Vallejo, S. I. y A. Molina-Ramírez. 2009. Bicentenario de Darwin: Cirrípedos y contribuciones en taxonomía. *Ciencia y Mar*, **13**(37): 47-55.
- San Martín-del Ángel, P., R. Cuervo-González., V. Cruz-Francisco. y R. I. Hernández-Herrera. 2021. Microfauna bentónica asociada a bancos ostrícolas (*Crassostrea virginica*) en las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco, Veracruz, México. *NOVITATES CARIBAEA*, **18**: 78-94.
- Sanvicente-Añorve, L., R. Rodríguez-Vázquez., E. Lemus-Santana., M. Alatorre-Mendieta y M. Reguero. 2018. Variaciones estacionales de la comunidad de quitones (Mollusca: Polyplacophora) en una zona intermareal rocosa del sur del Golfo de México. *Revista de biología marina y oceanografía*. **53**: 19-26.
- Schram, F. 1986. *Crustacea*. New York Oxford University Press, ISBN: 0-19-503742-1.
- SMN. 2009. Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. <http://www.mareografico.unam.mx>.
- Townsin, R.L. 2003. The ship hull fouling penalty. *Biofouling*. **19**: 9-15.



- Uebelacker, J. M. y P. G. Johnson. 1984a. Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. (vol.4). Minerals Management Service U.S Department of the Interior: 1-151.
- Uebelacker, J. M. y P. G. Johnson. 1984b. Taxonomic guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. (vol.5). Minerals Management Service U.S Department of the Interior: 1-42.
- Vassallo, A., Y. Dávila., N. Luviano, S. Deneb-Amozurrutia., X. G, Vital., C. A, Conejeros., L. Vázquez. y F. Álvarez. 2014. Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, **85**(2): 349-362.
- Walker, G. 1992. Cirripedia. *In*: Harrison, F, W. y Humes, A, G (ed). *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Wiley Liss*, **9**: 249-311.
- Walley, L. J. 1969. Studies on the larval structure and metamorphosis of *Balanus balanoides* (L.). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, **256**(807): 237-280.
- Warmke, G. L. y R. T. Abbott. 1961. Caribbean seashells: a guide to the marine mollusks of Puerto Rico and other west Indian Islands, Bermuda and Lower Florida Keys. *New York, Livingston*.
- Winfield, I., S. Cházaro-Olvera, G. Horta-Puga., M. Lozano-Aburto. y V. Arenas-Fuentes. 2010. Macrocrustáceos incrustantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: biodiversidad, abundancia y distribución. *Revista mexicana de Biodiversidad*, **81**: 165-175.



GLOSARIO

A

Abdomen: Tercer tagma ubicado en la región posterior del cuerpo, dividido en segmentos y acompañado por apéndices denominados pleópodos.

Abundancia: Número de individuos en una muestra.

Acrothoracica: Infraclasse de cirripedios que habitan en sedimentos carbonatados y en el esqueleto de otros invertebrados marinos. Se caracterizan por la ausencia de placas calcáreas, así como la presencia de un dimorfismo sexual en el cual la hembra es de mayor tamaño.

Adulto: Fase del ciclo de vida de un organismo en el que se alcanza una madurez sexual para llevar a cabo la reproducción.

Antenas: Apéndices cefálicos con función sensorial. En los crustáceos se conocen también como segundo par de antenas.

Anténulas: Apéndices ubicados en la primera somita de la región cefálica con función sensorial. En los crustáceos se denominan primer par de antenas.

Anterior: Extremo del cuerpo donde se ubica la cabeza de un organismo.

Anterolateral: Delimitada por la región cefálica y la región lateral del organismo.

Apéndices: Estructuras articuladas ubicadas en la parte externa del cuerpo. Cada segmento del cuerpo de los crustáceos cuenta con un par de apéndices.

Arthropoda: Phylum de animales invertebrados con el mayor número de especies descritas. Se caracterizan por presentar un cuerpo segmentado, un exoesqueleto compuesto de quitina y apéndices articulados.

Ascothoracica: Organismos parasitarios de corales y equinodermos, con un caparazón bivalvo y un cuerpo segmentado, se consideran como los tecostráceos más primitivos.

Asentarse: Acción de un organismo de establecerse en un sitio.

B

Balanomorfo: Organismo sésil con un cuerpo altamente modificado con una parte blanda y una concha formada por placas calcáreas que varían entre 4, 6 y 8, un opérculo formado por un scutum y tergum, además de seis pares de apéndices birrámeos denominados cirros.

Balanomorpha: Orden de cirripedios sésiles que carecen de un pedúnculo, formado por placas calcáreas y un opérculo.



Base: Estructura en la región dorsal del cuerpo que permite el anclaje del balano al sustrato. Además, presenta una importancia taxonómica debido a que permite identificar a los organismos a nivel de familias.

Basibionte: Organismo que sirve como sustrato para el asentamiento de otro organismo epibionte.

Bellotas de mar: Animales de vida sésil que carecen de un pedúnculo.

Biocorrosión: Microorganismos que influyen en la corrosión de una superficie metálica.

Bioincrustación: Fijación y crecimiento de un organismo en un sustrato.

Biomonitores: Especies que permiten conocer la exposición a contaminantes en una zona, debido a la acumulación de estos en sus tejidos.

Branquia: Estructura formada por una membrana delgada que permite el intercambio gaseoso en animales acuáticos.

C

Caparazón: Estructura rígida quitinizada que se encuentra de forma externa cubriendo el cefalón, pereion y los apéndices. Tiene función de protección.

Caparazón bivalvo: Caparazón formado por dos valvas que cubren casi por completo o por completo el cuerpo del animal.

Cefalón: Primer tagma del cuerpo de los crustáceos que lleva los ojos, el primer y segundo par de antenas y estructuras bucales como mandíbulas, maxílulas y maxilas.

Cirripedia: Crustáceos de vida sésil con seis pares de apéndices birrámeos torácicos modificados en cirros y presentan una larva cipris.

Cirros: Apéndices plumosos del tórax que se encargan de filtrar partículas orgánicas y crear corrientes en el agua para la alimentación de los organismos cirripedios.

Ciclo de vida: Conjunto de etapas de desarrollo de un organismo, desde su nacimiento hasta su muerte.

Cono bucal: Estructura en la región anterior formada por palpos mandibulares, primeras maxilas, segundas maxilas, mandíbulas y el labrum.

Cuernos frontales: Protuberancias cefálicas laterales presentes en la larva nauplio de todos los cirripedios, formados por glándulas unicelulares y nervios, se piensa que tienen una función sensorial.



Crustacea: Subfilo perteneciente al filo Arthropoda, que se caracteriza por poseer una larva nauplio, dos pares de antenas, apéndices birrámeos y un exoesqueleto de quitina con impregnaciones de carbonato de calcio.

Crustáceo: Artrópodos con dos pares de antena, exoesqueleto calcificado, branquias y una larva nauplio.

D

Desarrollo larvario: Etapas de desarrollo de un organismo antes del estadio adulto, en el que se producen cambios morfológicos, anatómicos y fisiológicos.

Dispersión: Distribución de un organismo en diferentes áreas.

Diversidad: Variedad de especies que habitan en un área específica.

Dorsal: Los crustáceos tienen una simetría bilateral la cual tiene como resultado tres diferentes planos, uno de ellos es el plano frontal el cual divide al animal en una región dorsal y ventral.

Endobionte: Organismo que habita de forma interna en el cuerpo de su hospedero.

Endoparásito: Parásito que se establece en el interior de su hospedero.

Endópodo: Rama interna del apéndice birrámeo de los crustáceos.

Epibiontes: Organismos que viven sobre otros organismos.

Epibiosis: Interacción no simbiótica de un organismo que habita sobre otro.

Epizoarios: Organismos que habitan en la parte externa del cuerpo del hospedero.

Estadio: Fase dentro del ciclo de vida del desarrollo de un organismo.

Estadios naupliares: Diferentes cambios morfológicos en la larva nauplio.

Exópodo: Rama externa del apéndice birrámeo de los crustáceos.

Facetoteca: Organismos pertenecientes a la clase Thecostraca, identificados únicamente en su estadio larval.

Fecundación interna: Unión de un espermatozoide con un óvulo dentro del cuerpo del animal.

Filo: División de un reino que agrupa a los organismos con ascendencia común.

Furca caudal: Conjunto de ramas caudales con forma de espinas situadas en el telson.



G

Ganglio cerebral: Concentraciones de tejido nervioso encargados de recibir y enviar información.

Gonópodo: Apéndice utilizado para llevar a cabo la reproducción, ubicado en la región abdominal en el caso de los crustáceos.

Glándula cementante: Se encarga de secretar una sustancia cementante que funciona como pegamento para la adhesión del balano a una superficie.

Glándula pancreática: Glándula presente en los crustáceos, asociada al sistema digestivo con funciones enzimáticas que ayudan a la degradación del alimento.

H

Hábitat: Sitio donde se establece un organismo.

Hermafrodita: Organismo con gónadas masculinas y femeninas.

Hummocks: Montículos o agregaciones sobre una superficie. En biología hace referencia a las agregaciones de balanos sobre un sustrato.

I

Intermareal: Zona comprendida entre las líneas de pleamar y bajamar.

Invertebrados: Animales que carecen de vértebras.

J

Juvenil: Etapa del ciclo de vida de un organismo donde aún no se alcanza la madurez sexual, por lo que no puede llevar a cabo el proceso de reproducción.

L

Larva nauplio: Larva característica de los crustáceos formada por un par de anténulas, un par de antenas birrámeas, un par de mandíbulas y un ojo nauplio.

Larva cipris: Larva características de los cirripedios la cual presenta un caparazón bivalvo, un par de anténulas, mandíbulas y toracópodos.

Larva planctotrófica: Larva que se alimenta del plancton y que tienen una gran capacidad de dispersión.



M

Malacostraca: Clase del subphylum Crustacea en la que se ubican los decápodos, estomatópodos, eufausiáceos, anfípodos e isópodos.

Mandíbulas: Tercer par de apéndices cefálicos posteriores a las antenas, usadas para triturar el alimento.

Manglares: Vegetación arbórea o arbustiva de estuarios y lagunas costeras, que se encuentran en regiones tropicales y subtropicales.

Manto: Capa interna de tejido que recubre la parte blanda del balano, la cual secreta las sustancias necesarias para la formación de las placas calcáreas de la concha.

Maxilas: Apéndices ubicados en la quinta somita de la región cefálica, ayudan a llevar a cabo la alimentación.

Maxílulas: Primer par de maxilas ubicadas en la cuarta somita de la región cefálica.

Maxilípedos: Apéndices ubicados en la región del tórax, tienen como función sujetar a las presas y a la manipulación del alimento.

Metamorfosis: Cambios morfológicos y fisiológicos drásticos que permiten alcanzar el estadio juvenil o adulto. En algunas ocasiones estos cambios también se pueden hacer presentes en los diferentes estadios larvales de un organismo.

Músculo abductor: Músculo situado en el scutum encargado de la apertura y cierre de este.

Músculo retractor: Músculo que va del tergum hacia la base del animal, encargado de retraer el tergum para cerrar.

O

Ocelo: Ojo simple común en los invertebrados que percibe estímulos de luz, pero que no es capaz de llevar a cabo la formación de imágenes.

Ojo nauplio: Ojo simple que se encuentra en el estadio larval nauplio, formado por ocelos y encargado de percibir estímulos de luz.

Opérculo: Estructura con función semejante a la de una tapadera que sirve para cubrir al animal. Se encuentra conformado por dos placas el scutum y el tergum, las cuales abren y cierran para permitir que el balano extienda los cirros o saque el órgano reproductor en los eventos reproductivos.

Orden Balanomorpha: Se caracteriza por la presencia de placas calcáreas dispuestas en forma de cono secretadas por el manto, así como dos pares de placas operculares denominadas como tergum y scutum.



Órgano copulador: En el caso de los balanos se refiere al pene del animal, órgano extensible encargado de llevar a cabo la reproducción. El pene de los balanos se ha considerado como el más grande en la naturaleza en relación con el cuerpo del animal. Debido a que el pene de estos organismos tiene una capacidad extensible se puede llevar a cabo la reproducción con organismos vecinos. Se introduce a la pareja por el opérculo.

Ostrácodos: Crustáceos de tamaño pequeño con un caparazón bivalvo que cubre la cabeza y el cuerpo del animal, con seis a ocho pares de apéndices. También son conocidos como camarón almeja.

Oviducto: En los balanos es el conducto que permite el paso de los huevos hacia la cavidad del manto.

P

Parásito: Organismo que vive sobre otro organismo o en su interior, obteniendo un beneficio y causando un daño al huésped.

Península: Extensión de tierra rodeada casi por completo de agua a excepción de una parte que se encuentra unida a otra extensión de tierra de mayor tamaño.

Percebes pedunculados: Animales de vida sésil que se adhieren al sustrato por medio de un pedúnculo.

Pereion: Tagma del cuerpo ubicado en la parte media del cuerpo, entre el cefalón y el pleón. Región del cuerpo de los crustáceos correspondiente al tórax.

Pereiópodos: Apéndices torácicos utilizados para la locomoción.

Posterior: Extremo del cuerpo donde se ubica la región caudal.

Placas calcáreas: Estructuras secretadas por el manto de los balanos que rodean toda la parte blanda del animal, sirven de protección y varían en número entre cuatro, seis u ocho placas.

Pleón: Tercer tagma del cuerpo denominado también como abdomen.

Pleópodos: Apéndices del abdomen, en las hembras estos se encargan del transporte de huevos.

Q

Quitón: Molusco caracterizado por presentar un cuerpo cubierto por ocho placas calcáreas articuladas entre sí, rodeadas por un cinturón.



R

Remipedia: Clase dentro del subfilo Crustacea. Crustáceos primitivos que se caracterizan por presentar un cuerpo dividido en un cefalón con un escudo cefálico y un tronco con un número de segmentos variados. Habitan en sistemas anquihalinos.

Riqueza específica: Número de especies en un área determinada.

Rhizocephala: Infraclasse de cirripedios compuesta por parásitos, principalmente de crustáceos decápodos.

S

Sésil: Organismo que vive adherido a un sustrato.

Scutum: Dos placas operculares cercanas al rostro.

Subclase Cirripedia: Animales de vida sésil, con apéndices birrámeos modificados en cirros, sin abdomen y con una larva cipris.

Subfilo: Categoría inferior derivada del filo.

Sustancia cementante: Sustancia similar a un adhesivo compuesto por diferentes proteínas que le permiten al animal adherirse al sustrato.

Sustrato: Superficie biótica o abiótica en la que se asienta un organismo.

T

Taxón: Grupo de organismos definidos por caracteres compartidos.

Taxonomía: Clasificación jerárquica en grupos que permite la organización de los organismos que comparten caracteres morfológicos, tomando como base un ancestro común.

Theostraca: Grupo de animales que incluyen a los percebes, ascotorácidos y las larvas “y” de Facetoteca. Se caracterizan por sus larvas pelágicas con anténulas especializadas en la localización y asentamiento al sustrato.

Tergum: Dos placas operculares cercanas a la carina.

Toracópodos: Apéndices del tórax, cuya función principal es la alimentación. En otros grupos de crustáceos, los toracópodos también están involucrados en el desplazamiento y la respiración.

Tórax: Segundo tagma del cuerpo situado entre el cefalón y abdomen, acompañado de pereopodos, quelípedos y en algunas ocasiones por maxilípedos.



Thoracica: Infracase de cirripedios que se caracterizan por presentar placas calcáreas dispuestas alrededor de las partes blandas del animal, las cuales son secretadas por el manto y cuya función es la de fijar al animal al sustrato y dar protección al cuerpo blando.

V

Valvas: Estructuras unidas por unas articulaciones que rodean el cuerpo de un animal y que sirven de protección. Las valvas forman la concha del animal.

Variaciones intraespecíficas: Diferencias fenotípicas dentro de una misma especie.

Variaciones interespecíficas: Diferencias fenotípicas entre diferentes especies.

Ventral: Parte inferior de un animal donde se localiza el abdomen.

Vesícula seminal: Vesícula encargada de secretar el líquido seminal y almacenar los espermatozoides.

Vida sésil: Organismos que viven adheridos a un sustrato durante todo su ciclo de vida y que no presentan desplazamiento.

Z

Zooplankton: Animales y protozoos que habitan en el plancton.

Zona intermareal: Zona que se encuentra entre las líneas de marea alta y marea baja.

Zona de salpicadura: Zona supralitoral donde llega únicamente el rocío de las olas. Nunca se encuentra sumergida.

Zona submareal: Zona que se encuentra permanentemente sumergida.

