

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



“ZONACIÓN VERTICAL DE CIRRIPIEDIOS TORÁCICOS (CRUSTACEA) EN EL LITORAL ROCOSO DE
PUNTA AMAPALA, LA UNIÓN, EL SALVADOR”.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:

GILMA VIOLETA ALVARADO GUERRA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO 2019.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“ZONACIÓN VERTICAL DE CIRRIPIEDIOS TORÁCICOS (CRUSTACEA) EN EL LITORAL ROCOSO DE
PUNTA AMAPALA, LA UNIÓN, EL SALVADOR”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:

GILMA VIOLETA ALVARADO GUERRA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

DOCENTE ASESORA:

M.SD. MARTHA NOEMI MARTÍNEZ

ASESORA EXTERNA:

M.Sc. JOHANNA VANESSA SEGOVIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO 2019.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

“ZONACIÓN VERTICAL DE CIRRIPIEDIOS TORÁCICOS (CRUSTACEA) EN EL LITORAL ROCOSO DE
PUNTA AMAPALA, LA UNIÓN, EL SALVADOR”.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

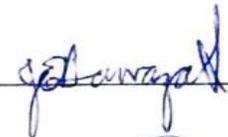
PRESENTADO POR:

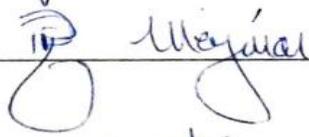
GILMA VIOLETA ALVARADO GUERRA

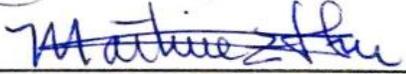
PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

TRIBUNAL CALIFICADOR:

DR. JOSÉ ENRIQUE BARRAZA:  _____

LIC. RODOLFO FERNANDO MENJIVAR:  _____

M.s.D. MARTHA NOEMI MARTÍNEZ:  _____

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO 2019.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS

VICERRECTOR ACADÉMICO

DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. NELSÓN BERNABÉ GRANADOS

SECRETARIO/A GENERAL

LIC. CRISTOBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FISCAL GENERAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

DECANO

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

VICEDECANO

LIC. CARLOS ANTONIO QUINTANILLA APARICIO

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO 2019.

DEDICATORIA

A Dios,
por edificar mis fuerzas, y nunca rendirse conmigo en todo momento.

A mi familia, especialmente a mi madre,
Por ser mi mayor motivación, por su apoyo, su amor y su paciencia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios principalmente, porque sin Él muchas cosas no hubieran sido posibles en el transcurso de mi carrera. Por su paciencia, comprensión y por estar conmigo en tiempos buenos y no tan buenos.

A mi madre Catalina, a mi hermano Walter, a mis hermanas Cindy y Julia, y mis sobrinos (Eduardo, Dani, Armando, Christopher y Laura), porque llenan de alegría y motivación mis días, y porque sin su apoyo y su presencia no sé qué haría.

Al Padre Paul Schindler, por su apoyo económico durante el desarrollo de toda mi carrera.

Un agradecimiento muy especial a Gina López, por sus ánimos, sus aportes, y por su apoyo incondicional desde el principio y durante todo este proceso.

Le agradezco enormemente a Don Napo, a Sofía Solórzano y a Laura Guerra, por haberme brindado su tiempo y su apoyo durante mi fase de campo, y a Carlos Mario Pacheco, por brindarme estadía en Punta Amapala.

Sumamente agradecida con la M.Sc. Johanna Segovia, por ser una de las personas que me inspiraron en el estudio de las ciencias del mar, por su apoyo y por compartir sus conocimientos.

Mi sincero agradecimiento a mis asesoras: M.Ds. Martha Martínez y M.Sc. Johanna Segovia por sus asistencias y aportes durante todo mi proceso de trabajo de graduación.

Me encuentro sumamente agradecida con el Dr. Jeffrey Alejandro Sibaja-Cordero por dedicación, por sus valiosos aportes y por abonar a mi conocimiento.

Gracias a mis chicas marinas (mis sirenas) por apoyarme y animarme en esta etapa tan importante, y al ICMARES por permitirme hacer uso de sus instalaciones.

Un caluroso agradecimiento a Claudia González, Victoria Hernández, Maythé Morán, Ale Trejo, Marcela Puro, y a mi pequeña comunidad de jóvenes (Lux Ambulatis), por animarme en este caminar y estar pendientes del progreso de mi trabajo de tesis.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	v
2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	OBJETIVOS	3
	General	3
	Específicos	3
4.	MARCO TEÓRICO	4
	4.1 Generalidades	4
	4.2 Antecedentes históricos	5
	4.3 Clasificación taxonómica de los cirripedios torácicos	5
	4.4 Morfología interna y externa de los torácicos	6
	4.5 Pedunculados (Lepadiformes, Ibliformes y Scapelliformes)	7
	4.6 Sin pedunculo (Sessilia)	7
	4.7 Ecología	7
	4.8 Alimentación	8
	4.9 Reproducción	8
	4.10 Distribución	9
	4.11 Abundancia y cobertura	9
	4.12 Zonación vertical del litoral rocoso	10
5.	METODOLOGÍA	13
	5.1 Descripción del área de estudio	13
	5.1.1 Sitio de estudio	14
	5.1.2 Área de muestreo	14
	5.2 Fase de campo	15
	5.2.1 Recolecta de cirripedios torácicos	15
	5.2.2 Muestreo de abundancia y cobertura béntica	15
	5.2.3 Medición de parámetros físico-químicos	16

5.3	Fase de laboratorio	16
A.	Identificación de riqueza de especies	16
B.	Análisis de muestras de agua para salinidad	17
6	RESULTADOS	18
6.1	Riqueza de especies	18
6.2	Descripción taxonómica	19
6.2.1	Superorden THORACICA Darwin, 1854.....	19
6.3	Abundancia de cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala.....	31
6.4	Similitud de playas del litoral rocoso de Punta Amapala según abundancia de cirripedios torácicos	32
6.5	Relación de abundancia de cirripedios torácicos con variables físico-químicas y cobertura béntica.....	34
7	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
8	CONCLUSIONES	43
9	RECOMENDACIONES	44
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
11	ANEXOS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Morfología de un cirripedio torácico.	6
FIGURA 2. Ciclo de vida de un cirripedio balanomorfo.	9
FIGURA 3. Secciones de zonas rocosas de entre mareas según los promedios de los niveles de las mareas.	12
FIGURA 4. Ubicación geográfica de Punta Amapala, La Unión, El Salvador.	14
FIGURA 5. Esquema de un cirripedio sésil.	20
FIGURA 6. <i>Amphibalanus eburneus</i>	21
FIGURA 7. <i>Balanus trigonus</i>	22
FIGURA 8. <i>Fistulobalanus sp.</i>	23
FIGURA 9. <i>Chthamalus cf. alani</i>	24
FIGURA 10. <i>Chthamalus cf. aniposoma</i>	25
FIGURA 11. <i>Chthamalus cf. newmani</i>	26
FIGURA 12. <i>Chthamalus panamensis</i>	27
FIGURA 13. <i>Chthamalus sp.</i>	28
FIGURA 14. <i>Microeuraphia imperatrix</i>	29
FIGURA 15. <i>Tetraclita stalactifera</i>	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Abundancia de cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala. EF= El Faro, LC=La Construcción, LP= La Pulgosa.	31
GRÁFICO 2. Porcentajes de abundancias por género según posición del cuadrante en las rocas.	32
GRÁFICO 3. Disimilitud de playas por abundancia de cirripedios torácicos, basado en el índice de Bray Curtis. LC: La Construcción, LP: La Pulgosa, EF: El Faro.	33
GRÁFICO 4. Promedio de abundancias de cirripedios torácicos en tres secciones del transecto vertical.	34
GRÁFICO 5. Análisis de componentes principales de los cuadrantes sobre abundancia de cirripedios y su relación con los parámetros físico-químicos: temperatura, profundidad, altura del cuadrante.	36
GRÁFICO 6. Análisis de componentes principales: secciones agrupadas según relación entre abundancia de cirripedios y parámetros físico-químicos: temperatura, profundidad, altura del cuadrante.	36
GRÁFICO 7. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa La Construcción.	37
GRÁFICO 8. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa El Faro.	37
GRÁFICO 9. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa La Pulgosa.	38

1. RESUMEN

Los cirripedios son conocidos a nivel mundial como balanos o percebes. Su nombre se origina por el número de cirros en sus patas. Viven adheridos en cuerpos duros, conchas o caparazones de organismos, incluso en otros crustáceos y cetáceos. Se alimentan de plancton, por filtración utilizando sus cirros.

El objetivo principal de este estudio fue describir la zonación vertical que presentan los cirripedios torácicos sobre el litoral rocoso de Punta Amapala. Para lograrlo, se conoció la riqueza de especies, la relación que existe entre su abundancia con algunos factores físicos y químicos (temperatura, salinidad, profundidad, altura a nivel del cuadrante), y su relación con la cobertura béntica.

Este estudio se llevó a cabo entre octubre y noviembre de 2017, se programaron viajes de acuerdo a días de marea baja y negativa en horas matutinas. El esfuerzo de campo se dividió en dos: en la recolecta de individuos y muestreo de abundancias. Posteriormente se fijaron e identificaron las especies.

La cobertura béntica se midió utilizando un cuadrante de 25 cm², empleado por Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora (2006) y Sibaja-Cordero (2008), y se utilizó un segundo cuadrante de 10x2.5 cm² para la medición de abundancias de cirripedios, obteniendo un total de 50 cuadrantes traslapados en tres transectos sobre una extensión del litoral rocoso de 250 m. Las especies se identificaron a través de características morfológicas de sus placas parietales (forma de la concha, forma del opérculo, el color, el número de placas), y de la morfología de sus placas.

La riqueza de cirripedios se presenta a través de un listado taxonómico. Las densidades se representan con gráfico de barras y error (desviación estándar) por playa. Además, se identifica la similitud de playas con análisis de conglomerados basado en matriz del índice de disimilitud Bray-curtis sobre las densidades por cuadrante. La relación entre abundancias de cirripedios y los parámetros físicos y químicos se realiza a través del análisis de componentes

principales (ACP); y finalmente, se identifica si existe relación entre la abundancia de cirripedios con la cobertura béntica con la prueba Mantel. El software que se utilizó fue PAST 3.12.

Se documentaron 10 especies, de las cuales todas representan nuevos registros para la zona de Punta Amapala: *Fistulobalanus sp.*, *Amphibalanus eburneus*, *Balanus trigonus*, *Chthamalus cf. alani*, *Chthamalus cf. anisopoma*, *Microeuraphia imperatrix*, *Chthamalus cf. newmani*, *Chthamalus panamensis*, *Tetraclita stalactifera* y *Chthamalus sp.*

A nivel local, playa El Faro obtuvo mayor abundancia de cirripedios en los 250 m, en contraste con playa La Pulgosa y La Construcción. Playa La Pulgosa registró números más bajos de abundancia. En referencia a los parámetros físico-químicos medidos, se registró datos similares de temperatura, con una mínima de 27 °C y una máxima de 34 °C. La salinidad rondó un 33 %.

Y finalmente, se registró mayor cobertura de cirripedios en aquellos sectores con mayor tiempo de exposición durante marea baja, que cubrían aproximadamente 150 m del área de muestreo. La zonación vertical de ciertos grupos de organismos puede atribuirse principalmente a factores físicos, pues al bajar la marea produce desecación en secciones altas de la zona entre mareas, donde pocos organismos presentan adaptaciones y ámbitos de tolerancia para sobrevivir (Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora 2006). El grupo de los cirripedios puede considerarse como indicador del tipo de zonación vertical en las playas rocosas de Punta Amapala.

2. INTRODUCCIÓN

Los litorales rocosos como ecosistemas presentan características particulares que propician el desarrollo de organismos con adaptaciones de fijación en el sustrato y supervivencia (Little y Kitching 1996). Estos ecosistemas proporcionan bienes y servicios, así como hábitats y micro hábitats para el establecimiento de la biodiversidad, y de la productividad primaria (Lara-Lara 2008). Los organismos que habitan estos litorales, viven expuestos a cambios asociados con la temperatura, salinidad, y a otro tipo de gradientes que guardan relación con el tiempo de exposición de los organismos durante la marea baja (deseccación), provocando distribución en bandas horizontales, muchas veces visibles a simple vista, a esto se le conoce como **zonación vertical** (Sibaja-Cordero 2006). La zonación vertical permite identificar cambios marcados entre las comunidades que habitan sobre el litoral rocoso, desde las partes más altas y menos influenciadas por el mar, hasta las zonas que reciben continuamente la acción de las olas, que se da de manera desigual (López-Victoria et al. 2004).

Una de las comunidades colonizadoras de los litorales rocosos, es la de los cirripedios torácicos; la cual, es abundante y dominante (Riquelme-Basso 2015). Estos organismos son de vida libre en fase juvenil, y en fase adulta se adhieren a un sustrato fijo. Se distribuyen sobre el sustrato rocoso; sin embargo, se pueden observar sobre sustratos artificiales como pilotes, barcos y plástico. Además, se han encontrado sobre ballenas, tortugas, otros crustáceos. En el grupo, se reconocen alrededor de 1 500 especies a nivel mundial (Celis 2009), y su nombre deriva del número de cirros en sus patas (Salazar-Vallejo y Molina-Ramírez 2009). Son organismos filtradores que se alimentan de partículas suspendidas en el agua. Se les reconoce como indicadores de contaminación y competidores primarios de alto nivel entre las comunidades primarias en litorales rocosos (Raimondi 1990). Compiten por espacio (Calcagno 2014), por lo que inciden en la abundancia de poblaciones de otros organismos típicos de los sustratos rocosos.

Profundizar sobre las poblaciones de diversos grupos de invertebrados marinos se vuelve una tarea importante, tanto a nivel ecológico como taxonómico, ya que por medio de ellos comprendemos el funcionamiento de las comunidades y el papel, la dominancia o influencia que mantienen dentro del ecosistema.

Este estudio tiene como objetivo describir la **zonación vertical** que presentan los cirripedios torácicos sobre el litoral rocoso de Punta Amapala, para ello, se planteó conocer la riqueza de especies, la relación entre su abundancia con algunos factores físicos y químicos (temperatura, salinidad, profundidad, altura a nivel del cuadrante), y la relación entre su abundancia y cobertura béntica presente.

3. OBJETIVOS

General

Describir la **zonación vertical** de cirripedios torácicos (Crustacea) del litoral rocoso de Punta Amapala, La Unión, El Salvador.

Específicos

1. Identificar la riqueza de cirripedios torácicos del litoral rocoso de Punta Amapala.
2. Estimar la abundancia de cirripedios torácicos del litoral rocoso de Punta Amapala.
3. Relacionar la abundancia de cirripedios torácicos con las variables físico-químicas y la cobertura béntica del litoral rocoso de Punta Amapala.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades

Las especies que forman el Subfilo Crustacea, son animales que presentan un exoesqueleto que da protección a los órganos vitales internos del cuerpo, como también, apéndices articulados y con modificaciones, los cuales les facilitan realizar diversas tareas, por ejemplo: caminar, nadar, raspar, excavar, cortar, etc.; en las primeras fases de desarrollo, las madres dan protección a sus crías, y esto implica una ventaja para el grupo, ya que les permite habitar en lugares difíciles de colonizar, y gracias a todas sus adaptaciones morfológicas, se establecen en gran variedad de ambientes, desde suelos forestales, cauces de ríos, hasta ecosistemas marinos (Thiel 2009).

Dentro del Sub filo Crustacea, se encuentra la infraclase Cirripedia, que consta de tres superordenes principales: Acrothoracica (cirripedios excavadores), Rhizocephala (cirripedios parásitos), y Thoracica (cirripedios verdaderos) (Ruggiero et al. 2015), siendo este último el grupo más abundante y diversificado a nivel mundial (Celis et al. 2007). Al super orden Thoracica pertenecen los animales conocidos como balanos y lepas, que están representados por unas 1.500 especies a nivel mundial (Del Monaco y Capelo 2002). Se caracterizan porque solo las larvas son de vida libre en tanto que los adultos son sésiles, son los más conspicuos y abundantes sobre el litoral rocoso, pueden ser filtradores sésiles o pedunculados que viven en el interior de una concha (Spivak y Schwindt 2014).

El nombre cirripedios deriva de un número de cirros en sus patas, mismos que les sirven para agitar el agua adyacente y atrapar partículas para alimentarse, y a diferencia de muchos otros grupos de crustáceos, ellos viven envueltos por una serie de placas calcáreas ligeramente articuladas o cementadas entre sí (Salazar-Vallejo y Molina-Ramírez 2009). Son residentes comunes en cuerpos duros, conchas o caparazones de organismos de interés comercial, por lo que pueden ser introducidos en nuevas regiones del mundo por el transporte marítimo (Carlton 2011).

4.2 Antecedentes históricos

Varios naturalistas del tiempo de Charles Darwin (1854), colocaron al grupo dentro del Filo Mollusca por la semejanza externa de la concha, por una parte, entre *Lepas* y *Teredo*, y por el otro lado, entre un *Balanus* y la composición de un molusco entre la rótula y túnica. Fue el descubrimiento de sus mandíbulas laterales, apéndices articulados, y el sistema nervioso ganglionar regular, que menciona Darwin (1858) en “A monograph on the sub-class Cirripedia”, realizados por Straus en 1819, y Thompson en 1830, lo que favoreció al grupo, para ser introducido finalmente dentro de los crustáceos. Gracias a Thompson (1830), un cirujano dedicado a la historia natural en su tiempo libre, que al recolectar plancton cerca de Cork, Irlanda, describió lo que en tiempos de Darwin (1854) se conoció como *cypris* o larva *cypris*, que hoy en día, es la larva que se presenta en el ciclo de vida de todos los crustáceos.

4.3 Clasificación taxonómica de los cirripedios torácicos

Según Ruggiero et al (2015), la clasificación taxonómica de los cirripedios torácicos es la siguiente:

Subfilo Crustacea

Clase Maxillopoda

Subclase: Thecostraca

Infraclase: Cirripedia

Super Orden: Thoracica

Orden Lepadiformes

Orden: Sessilia

Orden Ibliformes

Orden Scalpelliformes

4.4 Morfología interna y externa de los torácicos

Los cirripedios pedunculados se caracterizan por tener el cuerpo dividido en un capitulum o uña que contiene los apéndices tróficos (seis pares de cirros y los apéndices bucales), la mayoría de los órganos del animal sostenidos en un pedúnculo con el cual se agarra al sustrato; mientras que las placas de los cirripedios sin pedúnculo están directamente fijas al sustrato (**Figura 1**), pudiendo tener una base membranosa o calcárea (Cruz et al. 2015).

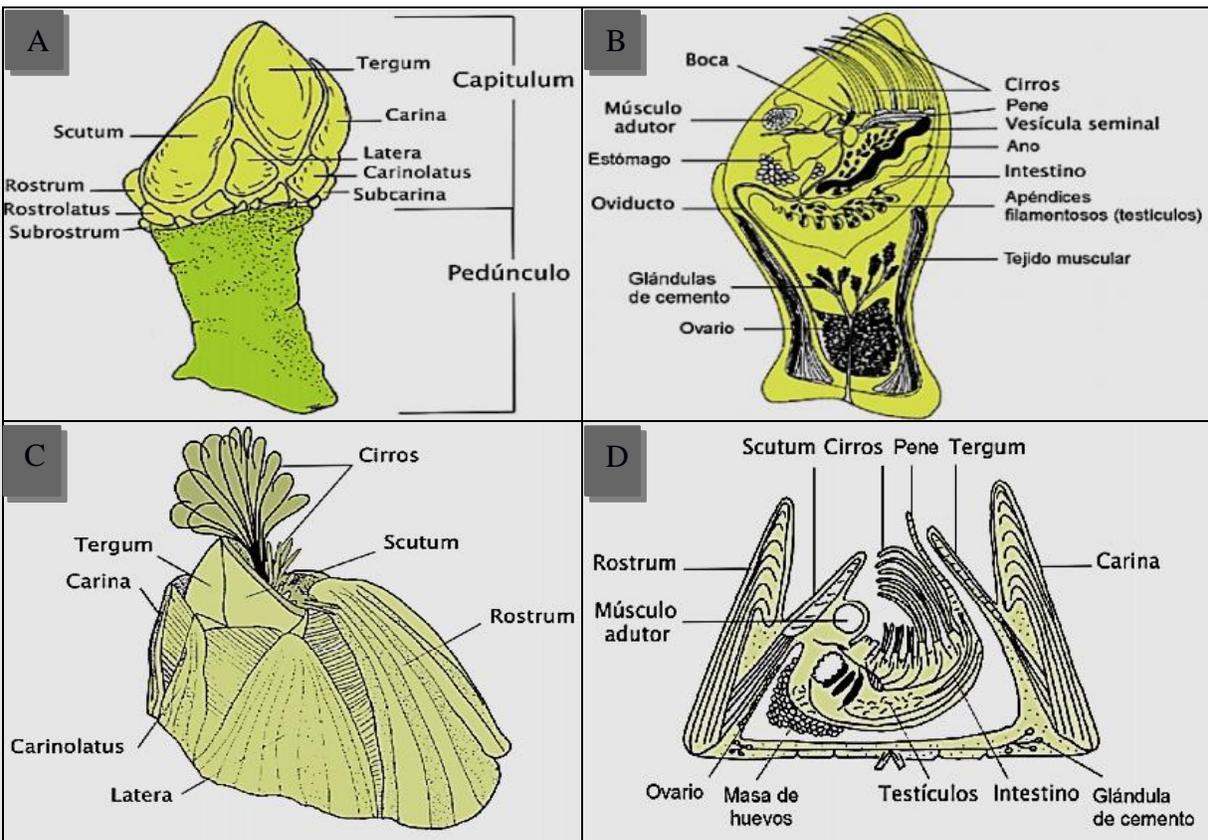


FIGURA 1. Morfología de un cirripedio torácico: A) Morfología externa del perche B) morfología interna del perche C) Morfología externas del balano D) Morfología interna del balano. Tomado de Cruz et al. 2015, adaptado de Anderson (1994) y Rainbow (1984).

4.5 Pedunculados (Lepadiformes, Ibliformes y Scapelliformes)

Externamente (**Figura 1, A**), se observa el Capitulum, que está formado por una serie de cinco placas calcáreas principales (carina, dos placas scutum y dos placas tergum), placas secundarias de diferente tamaño; que pueden ser pares (el latera), o impares (el rostrum) (Cruz et al. 2015), y el pedúnculo, aquella parte morfológica externa, cuya función es fijarse al sustrato, éste sostiene cada parte del cuerpo del animal. La cavidad interna del *capitulum* también denominada cavidad del manto (**Figura 1, B**), encierra el prosoma, que está constituido por el cono oral, esófago, estómago y primer apéndice torácico; el tórax y abdomen vestigial, constituidos por los apéndices caudales, el ano y pene (Anderson 1994).

4.6 Sin pedunculo (Sessilia)

En la mayoría de los balanos, externamente es visible un opérculo móvil, formado por las placas scutum y tergum, y una muralla rígida formada por las placas restantes (**Figura 1, C**), éstas presentan un grado de mayor o menor superposición (parte no superpuesta -paries; superposiciones externas - radii; superposiciones internas -alae) que son las que envuelven el cuerpo y la cavidad del manto, las cuales pueden estar organizadas de forma asimétrica (Verruciformes) o simétrica (Balaniformes); mientras que en la parte interna (**Figura 1, D**), pueden distinguirse fácilmente los cirros, el cono oral, el intestino y un pene, los testículos que están localizados entre el tejido conjuntivo del cuerpo del animal, y el ovario, y sus glándulas del cemento están localizadas en la base del balano (Cruz et al. 2015).

4.7 Ecología

El rol de los cirripedios en las cadenas tróficas marinas depende del grado de selectividad y la proporción relativa de fitoplancton y zooplancton presentes en la dieta (Lanas et al. 2011), el cual está determinado por la estructura de los cirros y los factores ambientales que generan complejos mecanismos de captura de las partículas (Riisgård y Larsen 2010).

Dependiendo del mecanismo de dispersión (natural o a través de medios marítimos), o a la abundancia con que se presenten en determinado sitio, llegan a ser considerados como animales exóticos o invasores. Poseen agresividad y resistencia a los sistemas de control, por lo que se relacionan a incrustaciones biológicas (Spivak et al. 1974), y bajo estas condiciones pueden generar impactos negativos a nivel ecológico, ecosistémico, social y económico; además de tener efectos en la abundancia y distribución de otras especies, como también en los procesos ecológicos que ocurren dentro de otras comunidades de especies (Spivak y Schwindt 2014). Reclutan y crecen de forma agregada, generando micro-hábitats que proveen protección a condiciones ambientales estresantes a invertebrados que los utilizan como refugio; además, pueden intervenir en la dinámica poblacional de otras especies proveyéndoles nuevo sustrato para el reclutamiento (Méndez 2013).

4.8 Alimentación

Debido a su condición sésil, estos organismos se alimentan de plancton (Newman et al. 1969), y lo hacen por filtración a través de los cirros. Estas estructuras pueden batir de forma rítmica o permanecer extendidos durante algún tiempo (Cruz et al. 2015). Capturan organismos del fitoplancton, principalmente diatomeas y flagelados, así como partes del zooplancton, particularmente larvas meroplanctónicas de invertebrados bentónicos (Anderson 1994).

4.9 Reproducción

Animales de vida libre en fase juvenil, y en fase adulta se adhieren al sustrato por el resto de sus vidas (**Figura 2**). La mayoría son hermafroditas con fertilización cruzada, los huevos son incubados por los adultos. El proceso inicia con la liberación de la larva *Nauplius*, ésta se dispersa en medio del plancton donde se desarrolla y alimenta. Luego procede la larva *Cypris*, que puede durar meses sin alimentación (Smith y Simpson 2002).

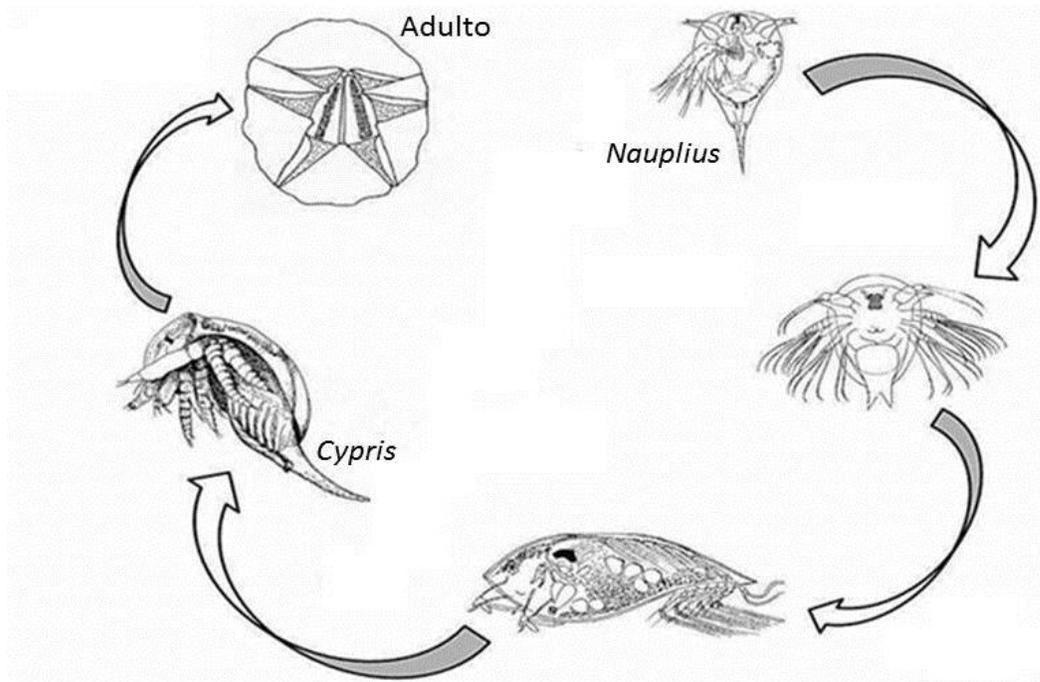


FIGURA 2. Ciclo de vida de un cirripedio balanomorfo. Modificado de Spivak, 2005.

Las larvas *están* protegidas por dos valvas y tienen frecuentemente, un comportamiento gregario; cuando las *Cypris* localizan un ambiente apropiado, se adhieren a una superficie por medio de la secreción de las glándulas antenulares, mientras encuentran el lugar adecuado para comenzar a segregar el exoesqueleto calcáreo y asentarse (Spivak y Schwindt 2014).

4.10 Distribución

Los cirripedios están presentes en todos los ambientes de estuarios y mar del mundo, desde las zonas intermareales hasta las fosas abisales, incluyendo fuentes hidrotermales (Cruz et al. 2015).

4.11 Abundancia y cobertura

Los cirripedios son uno de los grupos colonizadores primarios sobre el litoral rocoso, de los más abundantes y dominantes de las zonas intermareales (Riquelme-Basso 2015) y con alta presencia de sus poblaciones en zonas supramareales (Lagos 2003). Conforman grupos de altas densidades en estratos bajos del litoral medio, pero presentes sobre todo el litoral rocoso (Sibaja-Cordero 2006; Sibaja-Cordero y Cortés 2010). En aguas tropicales se

encuentran en grandes densidades, compitiendo por el sustrato con otras formas sésiles (macroalgas, zoántidos como *Zooanthus* y *Palithoa*, moluscos bivalvos y poliplacóforos entre otros), sin embargo, representan patrones de distribución vertical menos amplios que los de los mares templados, lo cual probablemente se deba a las altas temperaturas que deben soportar los organismos durante la marea baja cuando quedan expuestos a la desecación (Foster 1974).

Existe un patrón de cobertura y distribución bien marcado entre las comunidades de zonas más expuestas al oleaje y corrientes, y zonas protegidas entre mareas, y este cambio no es observable solamente en especies dominantes sobre las rocas, sino también en aquellas que habitan o refugian bajo las mismas (Sibaja-Cordero y García-Méndez 2014), ya que la exposición al oleaje es un factor que genera cambio en escalas métricas sobre este patrón (Smith y Simpson 2002); son los factores abióticos, como la amplitud de mareas, acción del oleaje, temperatura, luz, salinidad y concentración de oxígeno disuelto, que determinan la estructura de la comunidad (Hernández et al. 2010). Por lo tanto, cabe mencionar que la estructura y **distribución** de cirripedios responde a factores físico-químicos a los que se ven expuestos, como el oleaje, la temperatura, la salinidad, y la interacción o disposición que presente con las demás comunidades colonizadoras del litoral rocoso.

4.12 Zonación vertical del litoral rocoso

El litoral rocoso está formado por las unidades ecológicas ubicadas en la transición entre el mar y la tierra, constituidas por comunidades biológicas desarrolladas sobre sustratos rocosos, presentando periodos de exposición e inmersión producidos por los cambios de marea, causados por factores climático-oceanográficos (“El Niño” y “La Niña”), geológicos y planetarios (INVEMAR 2008). Proporciona bienes y servicios, dentro de los que se destacan alimento (recurso pesquero), fibras, materiales para la construcción, fármacos, recursos genéticos y de ornamento (servicios de aprovisionamiento), como también una variedad de servicios de soporte, hábitat y micro hábitats para el establecimiento de la biodiversidad, y la productividad primaria (Lara-Lara 2008).

En los litorales rocosos como biotopos, los efectos de la competencia por el espacio son muy evidentes debido a la alta densidad de las poblaciones, sobre todo las sésiles, especialmente aquellas caracterizadas por colonizaciones masivas; como los cirripedios, que compiten principalmente por la obtención de alimento; por otro lado, estos biotopos ofrecen, la posibilidad de una fácil visualización de los efectos de la competencia, brindando buenas posibilidades de experimentación (Spivak et al. 1974).

Los cirripedios, debido a su ciclo de vida tan complejo (de vida libre y estado sésil), se desarrollan en dos hábitats espacialmente diferenciados (Roughgarden et. al 1988), y su asentamiento sobre el litoral rocoso es afectado por varios componentes, tanto biológicos (competencia, depredación), como físico-químicos (deseccación, salinidad, temperatura, profundidad, etc.). La composición y distribución vertical de cirripedios, y demás organismos marinos (moluscos, equinodermos, cnidarios, comunidad de algas), se relaciona con una variedad de factores como: la inclinación de la roca, el tipo de sustrato, exposición solar (Fischer 1981).

El gradiente ambiental asociado o el tiempo de exposición durante la marea baja, hace que estos organismos se distribuyan formando bandas horizontales, lo cual es típico en costas rocosas de entremareas a nivel mundial, y se le conoce como zonación vertical (Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora 2006). En este tipo de zonación, los organismos más tolerantes al gradiente ocupan bandas superiores, y los menos tolerantes, bandas inferiores (Tait y De Santo 1972). Kensler (1967), menciona que la principal causa de la zonación, es la desecación.

Sobre el litoral rocoso se identifican tres zonas: 1) supralitoral, muestra amplitud variable dependiendo del oleaje, constituye una transición entre la tierra y el mar, y solamente recibe humedad por la aspersion o vaporización de la ola; 2) mesolitoral, esta se encuentra cubierta por el agua de mar durante marea alta pero que permanece descubierta y expuesta a condiciones aéreas durante la marea baja; 3) infralitoral, permanentemente sumergido o sólo excepcionalmente expuesto por períodos de tiempo cortos (Taylor 1978; Little y Kitching 1996).

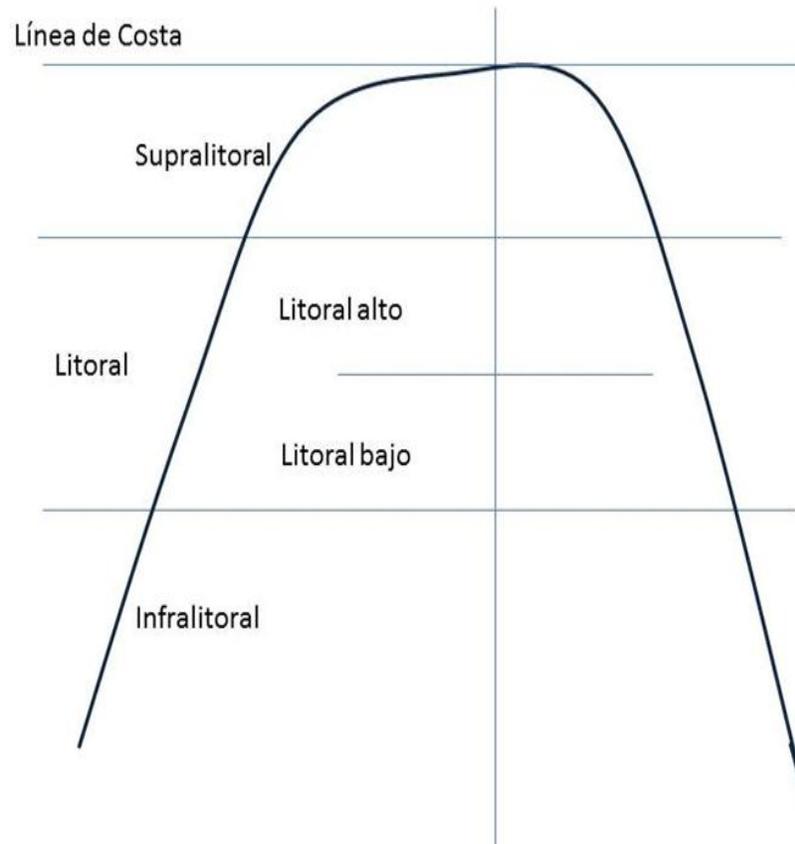


FIGURA 3. Secciones de zonas rocosas de entre mareas según los promedios de niveles de mareas. Tomado de Sibaja-Cordero (2005), adaptado de Fisher (1981) y Little y Kitching (1996).

5. METODOLOGÍA

5.1 Descripción del área de estudio

El Salvador se extiende desde la desembocadura del río Paz entre los $13^{\circ}44'39''$ N y $90^{\circ}07'58''$ O, punto limítrofe con la República de Guatemala, hasta la desembocadura del río Goascorán entre los $13^{\circ}30'10''$ N y $87^{\circ}43'13''$ O, punto limítrofe con la República de Honduras (Guevara 1985).

El país, según Gierloff- Emden (1976), presenta cuatro secciones en su zona costera:

La sección occidental (entre el río Paz y el río Grande de Sonsonate): posee una docena de ríos costeros cortos que fluyen hacia el sur, así como esteros pequeños y lagunas; que forman la franja angosta del propio paisaje costero; la sección este de La Libertad (desde el borde de la Sierra del Bálsamo hasta el límite oriental de la Sierra de Jucuarán): posee una planicie costera a ambos lados del río Lempa; la sección occidental, a ambos lados del río Lempa se localizan los dos grandes estuarios tidales: Estero de Jaltepeque (oeste) y Bahía de Jiquilísco (este); y la sección este (costa acantilada de Amapala hasta la Punta Amapala), en la cual se sitúa nuestra zona de estudio, es el punto oriental de la costa pacífica de El Salvador. Punta Amapala es la esquina occidental de la entrada al Golfo de Fonseca.

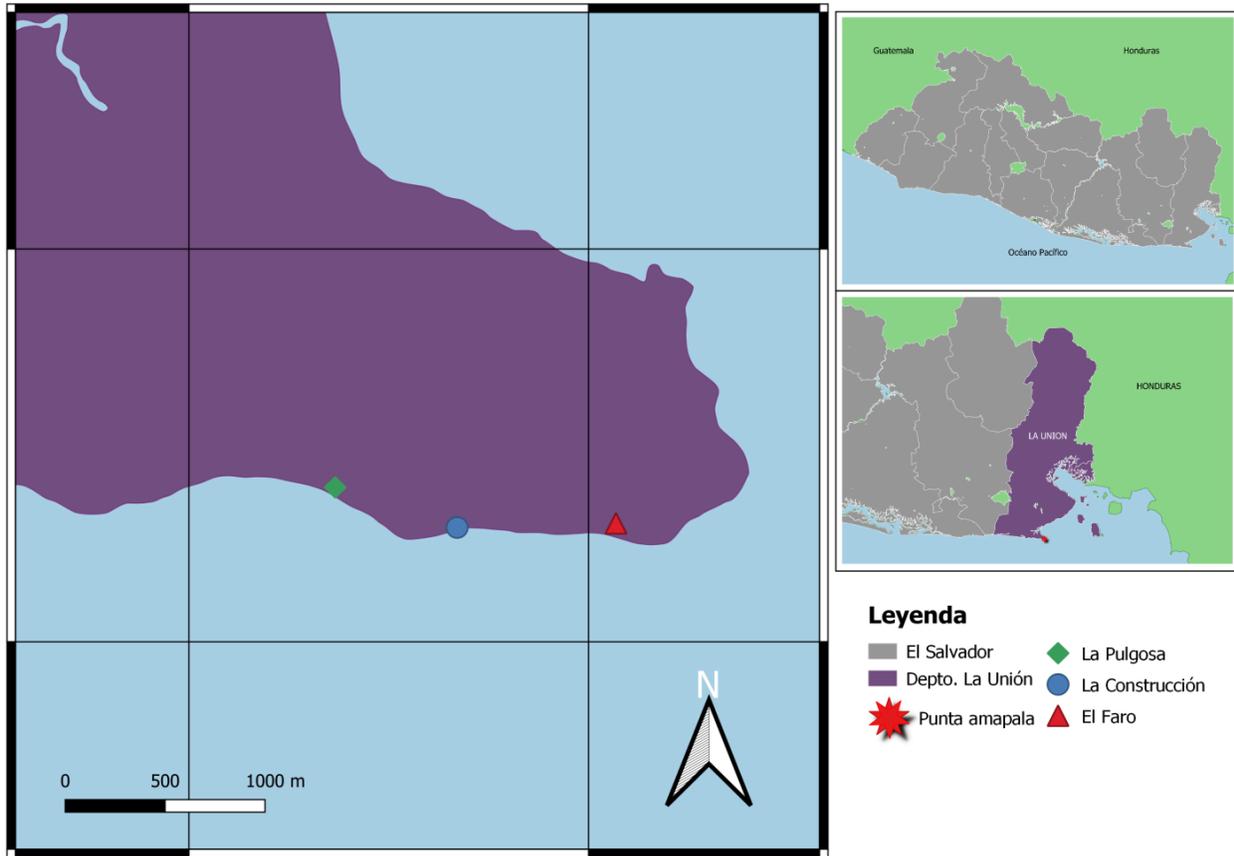


FIGURA 4. Ubicación geográfica de Punta Amapala, La Unión, El Salvador, a los $13^{\circ} 09' 20.21''$ Norte y $87^{\circ} 54' 5.38''$ Oeste.

5.1.1 Sitio de estudio

Punta Amapala (Figura 4), está ubicada a 188 km de San Salvador en el departamento de La Unión, entre los $13^{\circ} 09' 20.21''$ N y $87^{\circ} 54' 5.38''$ O (Gierloff-Emden 1976). Corresponde a una sección de la Planicie Costera salvadoreña en el extremo oriental del litoral pacífico, que colinda con la cadena costera de la Sierra de Jucuarán al oeste, al norte con una angosta extensión de la Gran depresión central, y al noreste con el Volcán de Conchagua; parte de la Cadena Volcánica Joven (República de El Salvador, 2004, citado por Domínguez, 2011).

5.1.2 Área de muestreo

Del litoral rocoso de Punta Amapala fueron muestreadas tres playas: La Pulgosa ($13^{\circ}09'20.8''$ N y $87^{\circ}54'75.6''$ O), La Construcción ($13^{\circ}09'21.6''$ N y $87^{\circ}54'9.2''$ O) y El Faro ($13^{\circ}09'27.4''$ N $87^{\circ}54'55.9''$ O).

5.2 Fase de campo

El estudio se dividió en dos esfuerzos de trabajo en campo: en el primero se desarrolló la recolecta de individuos para la posterior identificación de riqueza de especies; y en el segundo, se realizó el muestreo de abundancia de cirripedios. Las actividades se desarrollaron de la siguiente manera:

5.2.1 Recolecta de cirripedios torácicos

La recolecta de individuos se llevó a cabo en octubre 2017, con ayuda de un cincel y martillo se separó cada ejemplar del sustrato, y se registraron las características del mismo y su entorno, tales como:

- Ubicación del individuo en el estrato.
- Lugar en la roca donde se observó (sobre, debajo o en los laterales de la roca)
- Categorías de sustratos bénticos asociados (alga, turf, arena y roca); y
- Profundidad (exceptuando la zona supralitoral, que se manejara como cero).

Posteriormente se colocaron en botes de vidrio con agua de mar, y se refrigeraron en una hielera.

Luego, se transportaron al laboratorio del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES) en la Universidad de El Salvador para su posterior identificación.

5.2.2 Muestreo de abundancia y cobertura béntica

Los muestreos se realizaron en noviembre de 2017, y con el objetivo de facilitar el trabajo y la visualización de los organismos, los viajes de campo se programaron de acuerdo a días de marea baja y negativa, y por la mañana (ANEXO 1).

Para la medición de cobertura béntica se utilizó un cuadrante de 25cm^2 , empleado por Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora (2006) y Sibaja-Cordero (2008); sin embargo, en este estudio, se hizo uso de un segundo cuadrante de $10 \times 2.5\text{cm}^2$ para la medición de abundancias de cirripedios, obteniendo un total de 50 cuadrantes traslapados en tres transectos sobre una extensión del litoral rocoso, en una línea vertical a la costa de 250m (ANEXO 2). Por ser

primera vez que se aplicaba la metodología para este grupo de individuos como unidad, y la falta de información sobre las especies, como por tiempo de mareas; el muestreo de abundancia se realizó únicamente por género, con la contabilización de individuos *in situ*. Se elaboró una matriz general con cada una de las variables obtenidas en los tres sitios de muestreo. Los datos recopilados se ajustaron de acuerdo a la transformación de logaritmo natural ($\ln(X+1)$) para aplicar los diferentes análisis estadísticos.

5.2.3 Medición de parámetros físico-químicos

Para cada uno de los cuadrantes se registraron los siguientes parámetros físico-químicos:

- Temperatura: se hizo uso de termómetro ambiental, la temperatura se registró dentro o fuera del agua, según donde estuviera el área del cuadrante.
- Altura del estrato: se utilizó una cinta de 5 metros, y se registró la altura del cuadrante sobre roca.
- Profundidad: fue tomada con la cinta métrica desde el sustrato donde fue colocado el cuadrante hasta la superficie, en caso que se encontrara cubierto de agua.
- Para la muestra de salinidad: se tomó una muestra de agua en viales por cada transecto establecido, y se trasladó al laboratorio del ICMARES para analizarse con el refractómetro óptico (HAND-HIELD marca ATAGO).

5.3 Fase de laboratorio

La fase de laboratorio se dividió en (a) Identificación de riqueza de especies, y (b) Análisis de muestras de agua para medir salinidad.

A. Identificación de riqueza de especies

Los ejemplares recolectados en campo, fueron analizados en el laboratorio del ICMARES, en la Universidad de El Salvador. Siguiendo el proceso que se detalla a continuación:

Preservación: Se tomó una fotografía a la muestra, cuidando de no causarle daños al momento de la manipulación, se colocó al individuo en un bote de vidrio con agua de mar.

Fijación: A la muestra se le agregó alcohol al 70%, con el objeto de mantener sus características morfológicas en el mejor estado posible, con su debida etiqueta de recolecta de campo, con la descripción de los datos *in situ*.

Identificación taxonómica: La identificación de organismos se llevó a cabo a través de características morfológicas de sus placas parietales (forma de la concha, forma del opérculo, el color, el número de placas), y de la morfología de sus placas operculares: tergo y escutelo (Figura 5). Que también fue la práctica empleada por Gómez-Daglio (2003) en su estudio de Sistemática de Balanomorfos. Apoyados con descripciones taxonómicas de Laguna (1985) y Chan et al. (2016).

Confirmación de especies: Fueron enviadas una serie de fotografías al exterior del país con todas las características taxonómicas de las especies encontradas, y en colaboración con Dr. Jeffrey Alejandro Sibaja-Cordero, investigador del CIMAR en Costa Rica, logró confirmarse el listado de especies identificadas en esta investigación.

Los ejemplares recolectados fueron depositados en la colección de Invertebrados del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), y en el museo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

B. Análisis de muestras de agua para salinidad

Las muestras de agua para la medición de salinidad obtenida en campo, fueron analizadas por medio de un refractómetro óptico (HAND-HIELD marca ATAGO).

6. RESULTADOS

La riqueza de cirripedios se presenta a través de un listado taxonómico, el cual, refleja la presencia y ausencia de especies por playa. Las densidades (cantidad de individuos por unidad espacial) se representan con gráfico de barras y error (desviación estándar) por playa. Además, se identifica la similitud de playas con análisis de conglomerados basado en matriz del índice de disimilitud Bray-curtis sobre las densidades por cuadrante.

La relación entre densidades de cirripedios y los parámetros físicos y químicos se realiza a través del Análisis de Componentes Principales (ACP); y finalmente, se identifica si existe relación entre la abundancia de cirripedios con la cobertura béntica con la prueba Mantel. El software a utilizar será PAST 3.12.

6.1 Riqueza de especies

El litoral rocoso de Punta Amapala representado por las playas: El Faro, La Pulgosa y La Construcción; registró un total de 10 especies, agrupadas en un orden, tres familias y tres géneros.

- Listado sistemático de los cirripedios torácicos de Punta Amapala, La Unión, El Salvador; en orden alfabético.

Superorden THORACICA Darwin, 1854

Orden SESSILIA Lamarck, 1818

Familia BALANIDAE Leach, 1817

Género *Amphibalanus* Pitombo, 2004

Amphibalanus eburneus Gould, 1841

Género *Balanus* Costa, 1778

Balanus trigonus Darwin, 1854

Género *Fistolubalanus* Zullo, 1984

Familia CHTHAMALIDAE Darwin, 1854

Género *Chthamalus* Ranzani, 1817

Chthamalus cf. alani Chan 2016

Chthamalus cf. anisopoma Pilsbry, 1916

Chthamalus cf. newmani Chan, 2016

Chthamalus panamensis Pilsbry, 1916

Chthamalus sp.

Microeuraphia Poltarukha, 1997

Microeuraphia imperatrix Pilsbry, 1916

Familia TETRACLITIDAE Gruvel, 1903

Género *Tetraclita* Schumacher, 1817

Especie *Tetraclita stalactifera* Lamark, 1818

6.2 Descripción taxonómica

6.2.1 Superorden THORACICA Darwin, 1854

Descripción: Cirripedios verdaderos, ecológicamente importantes en virtud de su abundancia y tamaño. Están usualmente cubiertos por placas calcáreas fijas y móviles: las partes móviles son las placas operculares (tergo y escutelo), el resto de las placas se encuentran entrelazadas formando una estructura rígida (pared) que rodea por completo al animal, que se mantienen unidas por medio de tejidos vivos, dientes intercalados o están fusionadas en algunas partes, y pueden ser sólidas o porosas (Calcagno 2014).

Distribución: Ampliamente a nivel mundial.

Orden SESSILIA Lamarck, 1818

Descripción: Las placas de los Sessilia limitan un orificio superior (opérculo), y están unidas a una base inferior (región preoral del animal) que puede ser calcárea o membranosa, y se adhiere al sustrato por un cemento muy resistente secretado por las glándulas cementantes de las anténulas.

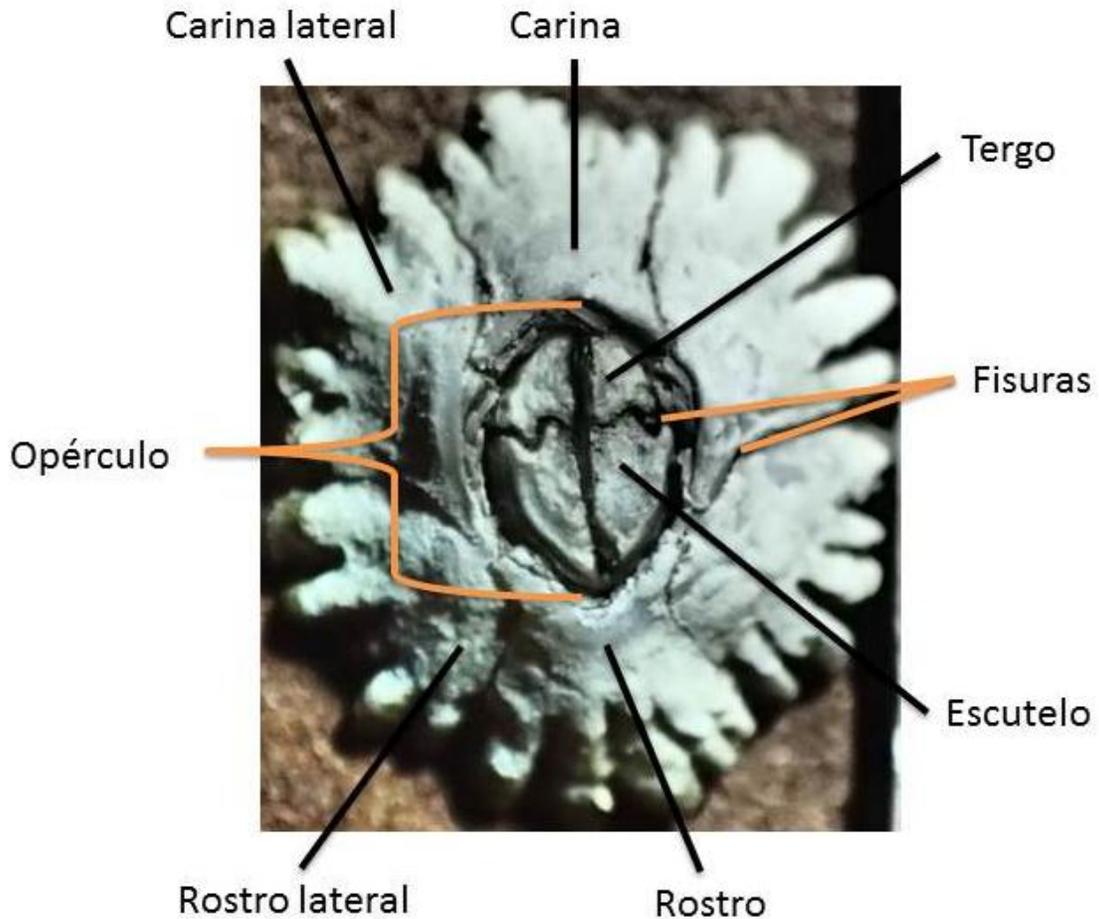


FIGURA 5. Estructura de un cirripedio sésil mostrando sus placas fijas (carina, carina lateral, rostro y rostro lateral), sus fisuras (unión entre placas) y sus placas operculares (tergo y escutelo).

Familia: BALANIDAE Leach, 1817

Amphibalanus eburneus Gould, 1841

Descripción: El “balanus de marfil” puede presentar una concha con un aspecto cónico y algunas veces cilíndrico, más grande en la base. Las placas que la forman son blancas y sólidas, con un opérculo en forma de diamante, protegido por una tapa móvil compuesta por dos mitades triangulares simétricas; cada una de estas mitades contiene dos placas (tergo y escutelo). Posee una talla de 5 mm.

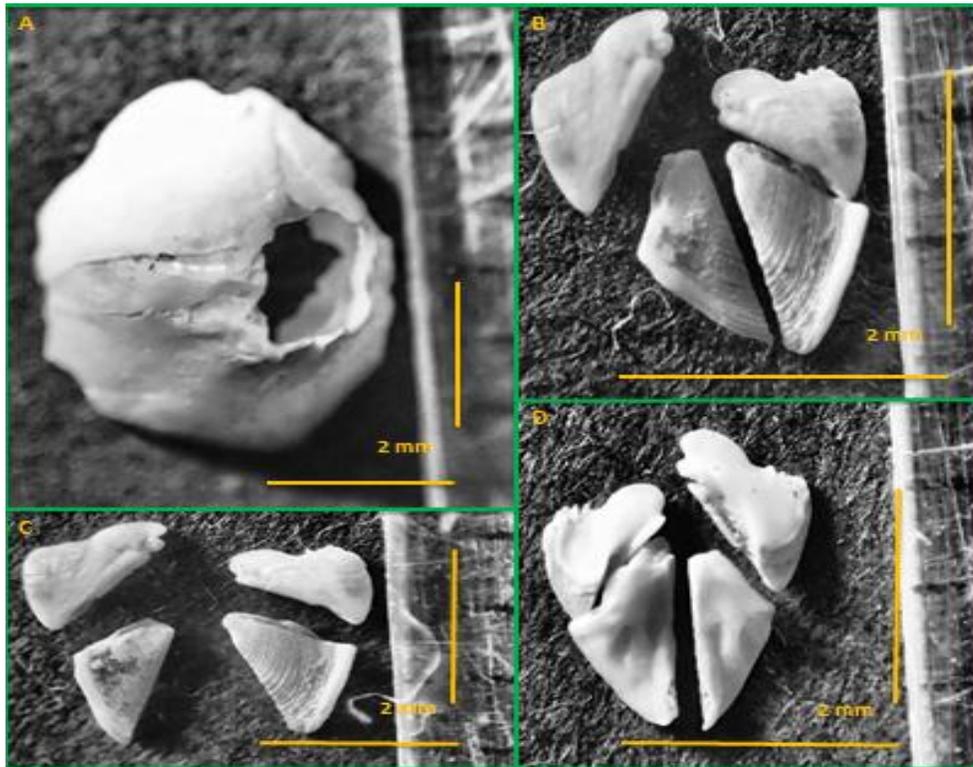


FIGURA 6. *Amphibalanus eburneus*: A) Placas fusionadas (blancas, lisas y sólidas), opérculo en forma de diamante B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa El Faro, entre los 200 y 250 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca y asociado a macroalgas (turf), y en una profundidad de 14 cm durante marea baja.

Balanus trigonus Darwin, 1854

Descripción: Este organismo presenta placas con una serie de costillas de color rojizo a púrpura, los radios son anchos con estrías longitudinales y de color blanquecino, poseen una serie de tubos con septos transversales en su parte final; su base es porosa y muy delgada. El opérculo es de forma triangular, y en algunos casos presenta una forma poligonal con una muesca notoria en la porción de la carina. Posee una talla aproximada de 10 mm.

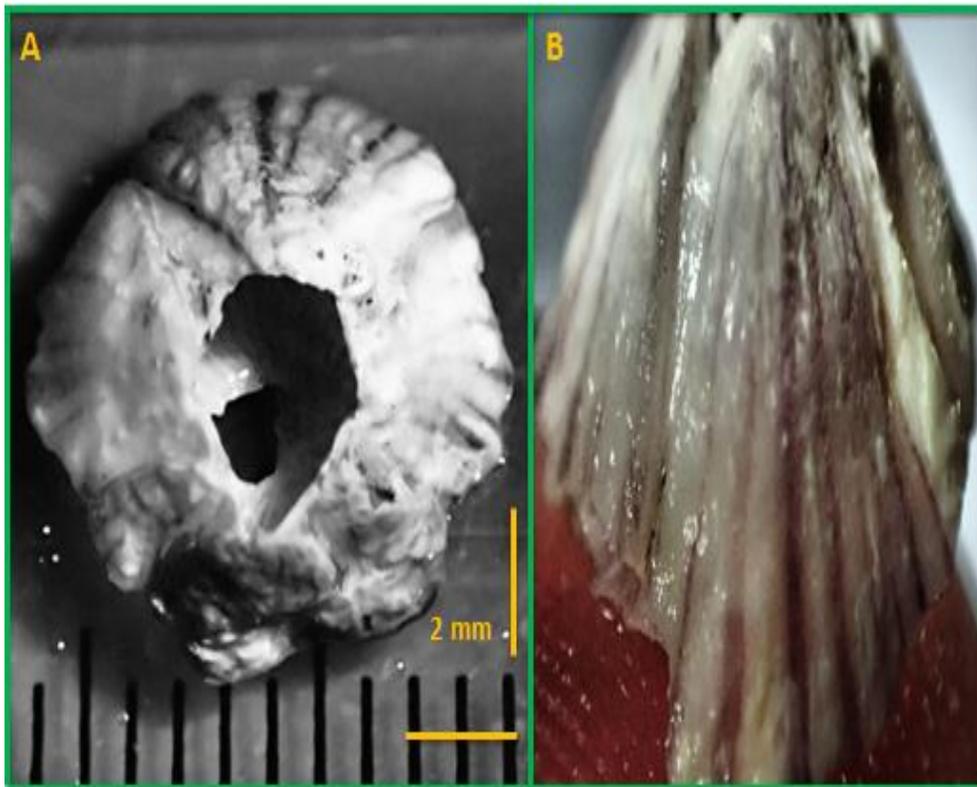


FIGURA 7_ *Balanus trigonus*: A) Vista del orificio opercular en forma de triángulo. B) Placas con una serie de costillas color rojizo a púrpura.

Distribución: Se registró en playa La Construcción, entre los 200 y 250 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, y a profundidad de 35 cm durante marea baja.

Fistulobalanus sp. Zullo, 1984

Descripción: Es un organismo que posee una concha y base porosa, con seis placas parietales. En la parte externa del escutelo se observan estrías radiales. Las especies de este género tienen dos o más filas de tubos parietales secundarios fuera de los tubos primarios. Posee una talla de 6 mm.

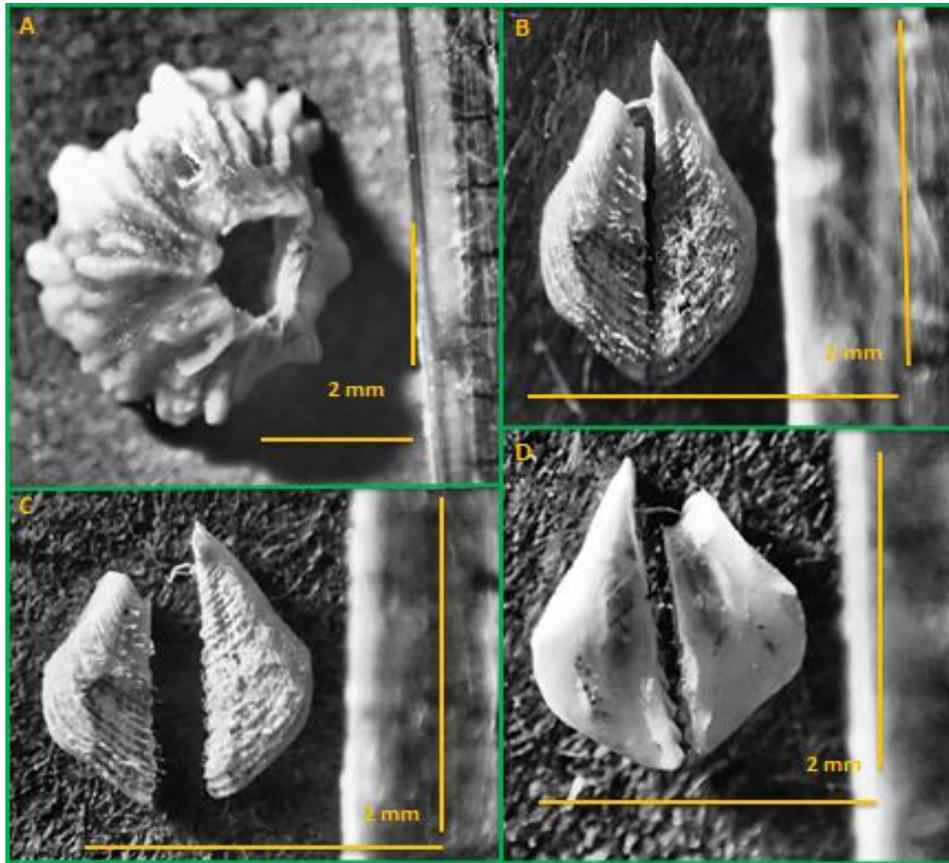


FIGURA 8. *Fistulobalanus sp.*: A) Vista de concha cilíndrica y/o cónica. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del escutelo.

Distribución: Se registró en playa El Faro, entre los 200 y 250 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, asociado a macroalgas (Turf), y a profundidad de 26 cm durante marea baja.

Familia CHTHAMALIDAE Darwin, 1854

Chthamalus cf. alani Chan, 2016

Descripción: Este crustáceo posee una concha deprimida y con suturas visibles entre sus placas. Color interno de la pared es blanco. Con un orificio opercular ovalado. El tergo y escutelo son articulados con un ángulo marcado, y su color varía de naranja a marrón cuando está vivo. Escutelo triangular, margen basal aproximadamente el doble que el margen tergal. Posee tallas desde 5 hasta 7 mm.

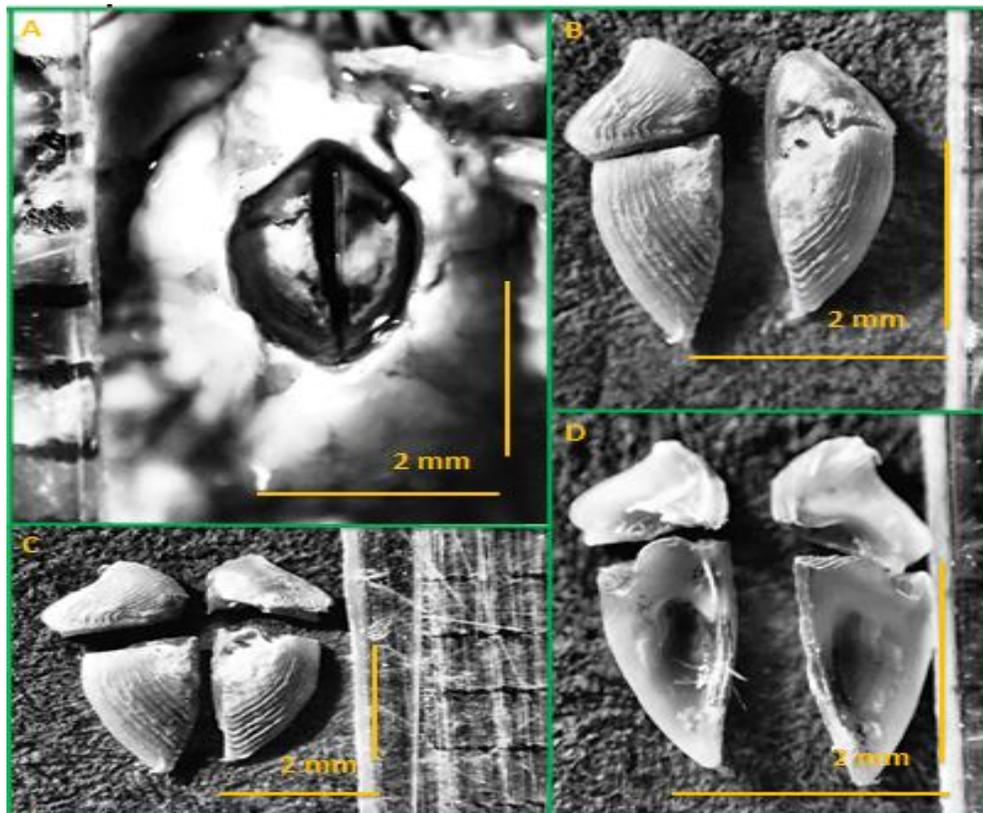


FIGURA 9. *Chthamalus cf. alani*: A) Vista del orificio opercular oval. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo) D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Pulgosa, entre los 100 y 200 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre el género *Tetraclita*, en condiciones de desecación durante marea baja.

Chthamalus cf. aniposoma Pilsbry, 1916

Descripción: La concha de este individuo tiene forma cónica, en su mayoría aplanados en el sentido apical. Con base membranosa y con coloración entre beige y blanco, sin embargo puede encontrarse cubierto por una película con tonalidad amarillenta. Posee placas sólidas y el rostro con alas. Radios poco desarrollados. Placas parietales presentan ondulaciones en su parte basal. Con una talla aproximada de 5 mm.



FIGURA 10. *Chthamalus cf. aniposoma*: A) Vista del orificio opercular ovalado. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Construcción, entre los 100 y 200 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, en condiciones de desecación durante marea baja.

Chthamalus cf. newmani Chan, 2016

Descripción: Presenta concha deprimida de color blanco a marrón claro. Está compuesto de seis placas con radios ausentes. Un orificio opercular elíptico. El tergo y escutelo son simétricos. Escutelo triangular y tergo estrecho. Con aletas tergoscutales de color marrón cuando están vivos. Con tallas desde 5 hasta 7 mm.

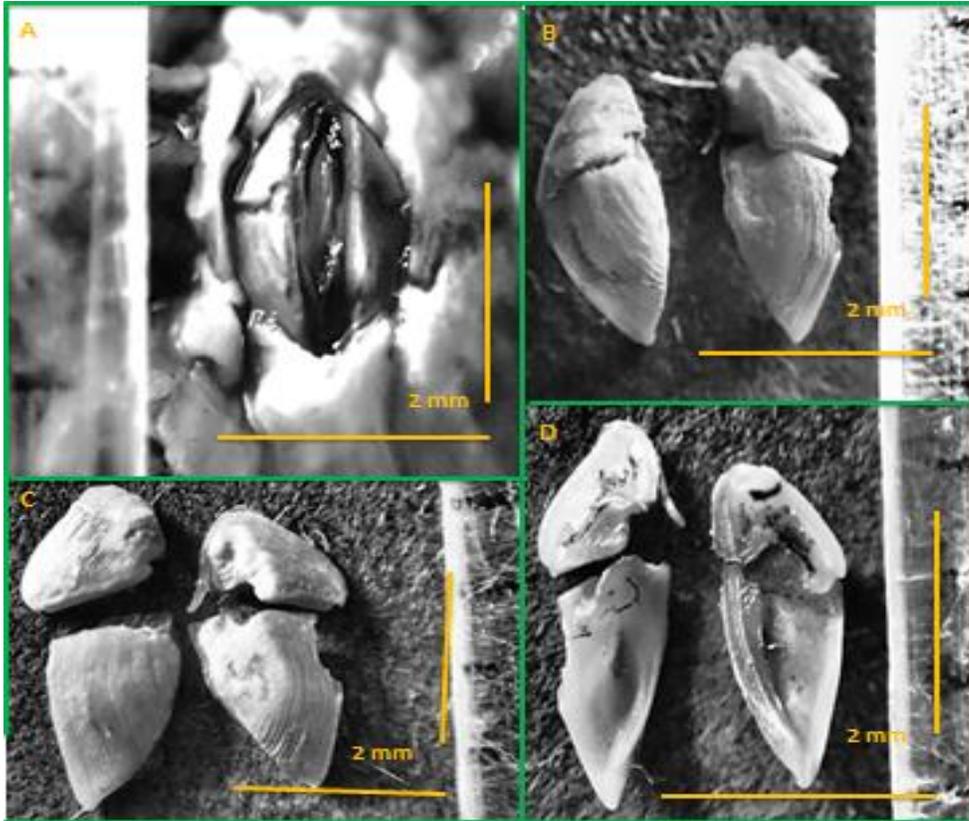


FIGURA 11. *Chthamalus cf. newmani* : A) Vista del orificio opercular elíptico. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Construcción y La Pulgosa, entre 100 y 200 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, y en condiciones de desecación durante marea baja.

Chthamalus panamensis Pilsbry, 1916

Descripción: En ejemplares vivos este crustáceo posee una concha que puede variar entre rosa a púrpura, de lo contrario blanco, con orificio opercular elíptico. Escutelo y tergo articulados y ligeramente oblicuos. Escutelo triangular, margen basal dos veces la longitud del margen tergal. Tergo triangular a trapezoidal. Posee tallas desde 2 hasta 6 mm.

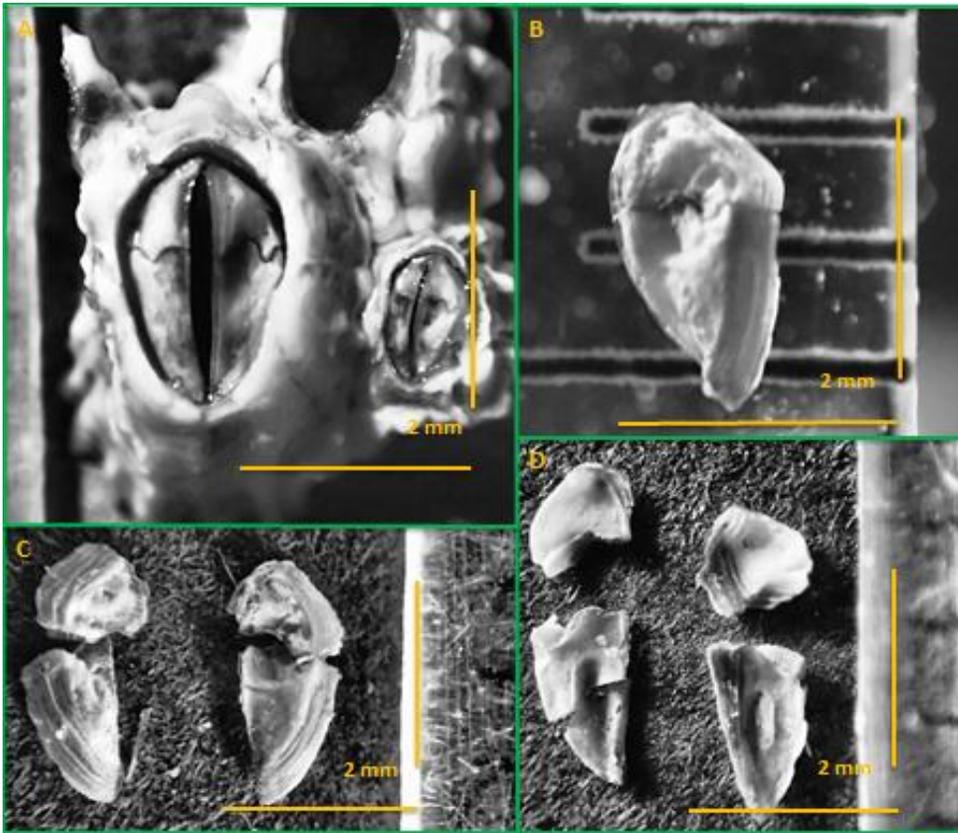


FIGURA 12. *Chthamalus panamensis*: A) Vista del orificio opercular elíptico. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Construcción y La Pulgosa, entre los 100 y 200 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, y en condiciones de desecación durante marea baja.

Chthamalus sp. Ranzani, 1817

Descripción: Este organismo presenta una pared compuesta por seis placas lisas de color púrpura. Tergo y escutelo simétricos. Posee un orificio opercular en forma de cometa. Presentó tallas desde los 9 hasta 12 mm.

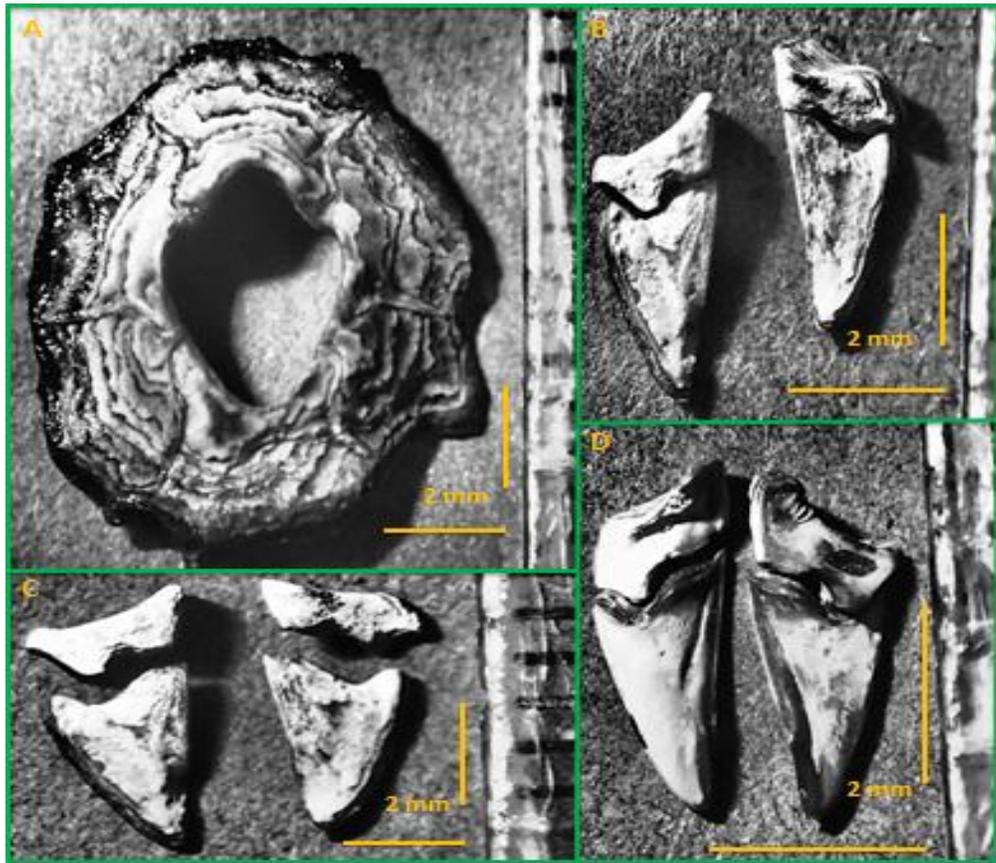


FIGURA 13. *Chthamalus sp.*: A) Vista del orificio en forma de cometa. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Construcción, entre los 0 y 100 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, y en condiciones de desecación durante marea baja.

Microeuraphia imperatrix Pilsbry, 1916

Descripción: La concha de este organismo presenta forma cónica y deprimida en sentido apical, el margen del rostro presenta dos alas, el orificio apical ovalado y alargado. Su coloración es muy característica, entre azul marino y violeta tanto en la parte interior como su exterior, y la base es membranosa. El escutelo es triangular (más largo que ancho), en su parte externa se observan estrías transversales muy delgadas, mientras que el tergo es muy delgado y angosto. Con tallas desde 6 hasta 15 mm.

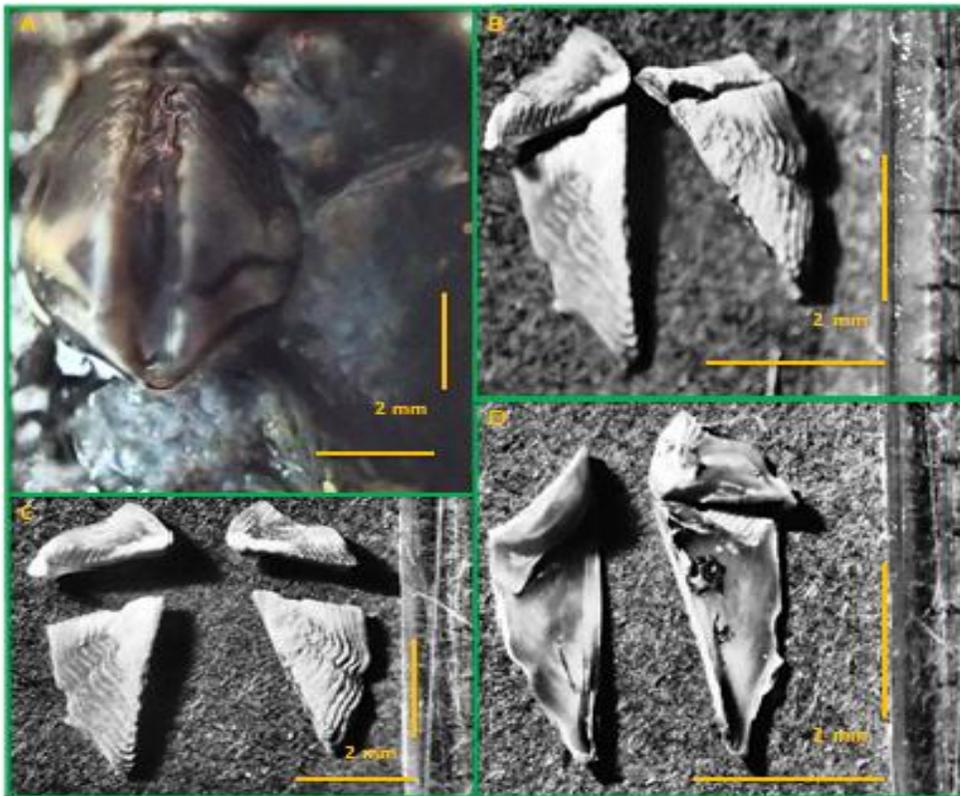


FIGURA 14. *Microeuraphia imperatrix*: A) Vista del orificio apical ovalado y alargado B) Articulación entre placas operculares (tergo [delgado y angosto] y escutelo [triangular]). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en playa La Construcción, entre los 100 y 200 m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, y sobre *Tetraclita stalactifera*, en condiciones de desecación durante marea baja.

Familia TETRACLITIDAE Gruvel, 1903

Tetraclita stalactifera Lamark, 1818

Descripción: La superficie de la concha en este organismo de un color verdoso grisáceo con costillas longitudinales muy marcadas en todas las placas, el opérculo es muy pequeño. El escutelo es de color oscuro entre negro y morado con estrías transversales bien marcadas. El tergo presenta una cúspide puntiaguda y es claramente muy angosto. El margen del escutelo está muy curvado en el sentido del margen tergal. Con tallas desde 5 hasta 25 mm.



FIGURA 15. *Tetraclita stalactifera*: A) Vista de opérculo pequeño y costillas longitudinales en placas. B) Articulación entre placas operculares (tergo y escutelo). C) Suturas visibles (unión entre tergo y escutelo). D) Vista interna del tergo y escutelo.

Distribución: Se registró en Punta Amapala, entre los 100 y 250m.

Nota ecológica: Se encontró sobre roca, en condiciones de desecación durante marea baja.

6.3 Abundancia de cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala

La suma total de individuos muestreados entre ambos géneros (*Tetraclita* y *Chthamalus*) en Punta Amapala fue 4067, pero con mayor representatividad del género *Chthamalus*, con 3905 individuos. Playa El Faro obtuvo mayor abundancia del género *Chthamalus* (1768 individuos), a diferencia de La Construcción y La Pulgosa. Por otra parte, el género *Tetraclita* obtuvo mayor abundancia en playa La Pulgosa, con 73 individuos.

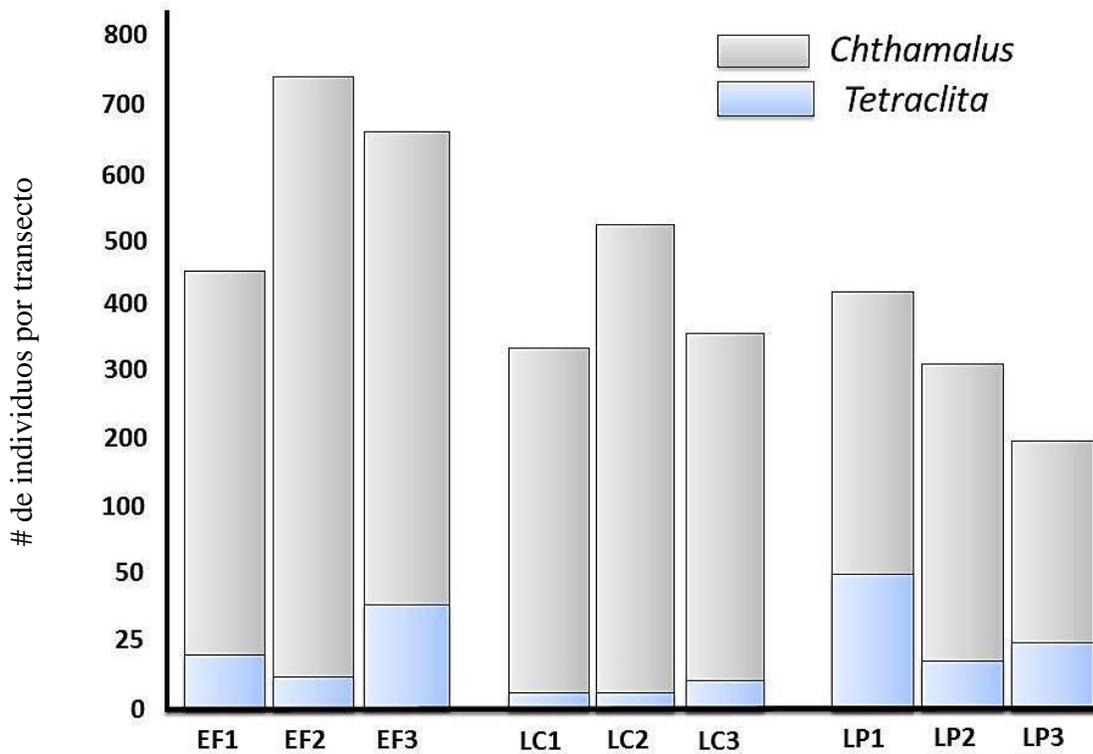


GRÁFICO 1. Abundancia de cirripedios torácicos en el litoral rocoso de Punta Amapala. EF= El Faro, LC=La Construcción, LP= La Pulgosa.

La abundancia de individuos de *Chthamalus* y *Tetraclita* en Punta Amapala según posición del cuadrante fue mayor sobre roca. Que son sitios sometidos en maneja baja a condiciones de desecación durante varias horas del día.

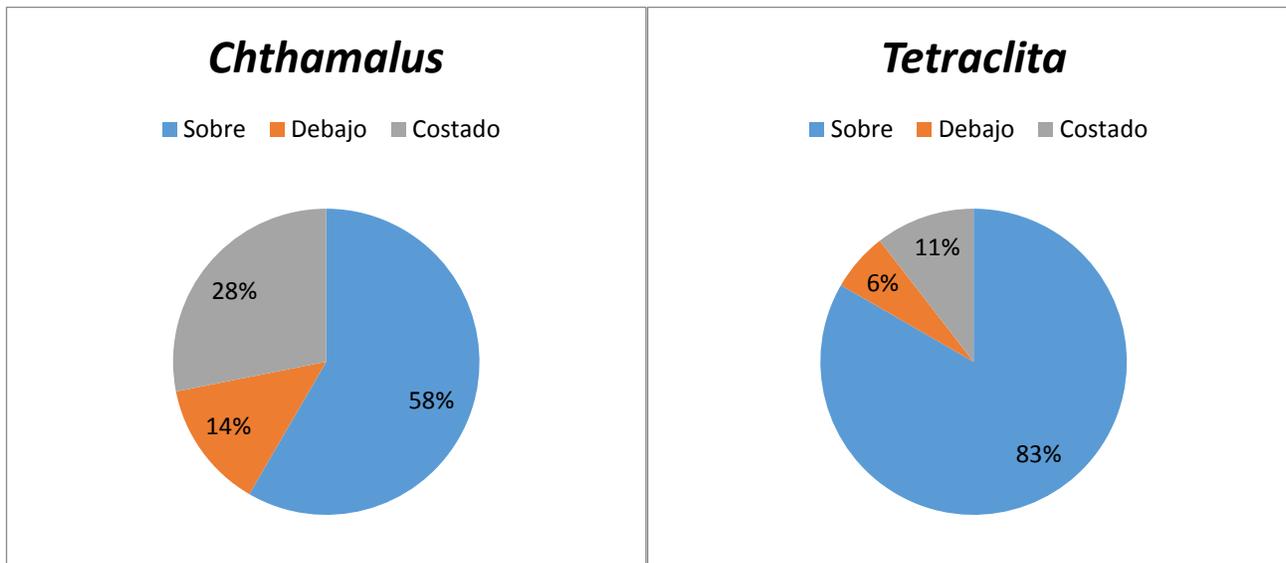


GRÁFICO 2. Porcentajes de abundancias por género según posición del cuadrante en las rocas.

6.4 Similitud de playas del litoral rocoso de Punta Amapala según abundancia de cirripedios torácicos

El análisis de disimilitud de playas bajo el índice de Bray Curtis posee una Correlación Cofenética de 0.883 (88.3 %), distinguiéndose dos agrupaciones (Gráfico 3) divididos de la siguiente manera:

El **Grupo A** se encuentra compuesto por transectos pertenecientes a la playa La Pulgosa y playa El Faro con el 82% de disimilitud, distinguiéndose dos subgrupos:

En el **Subgrupo A1** encontramos los transectos La Pulgosa 1 y La Pulgosa 3, pertenecientes a la playa La Pulgosa, los cuales registraron menor abundancia de *Tetraclita* y *Chthamalus*. El subgrupo posee el porcentaje de disimilitud del 93 %.

En el **Subgrupo A2** se encuentran presentes los transectos La Pulgosa 1 de playa La Pulgosa; El Faro 1, El Faro 2 y El Faro 3, de playa El Faro, que fueron los que registraron mayor

abundancia del género *Tetraclita*. Los cuatro transectos registraron mayor abundancia del género *Chthamalus*. El subgrupo posee el porcentaje de disimilitud del 85%.

El **Grupo B** lo conforman los transectos La Construcción 1, La Construcción 2 y La Construcción 3 de la playa La Construcción; y los cuales registraron menor abundancia de *Tetraclita*, donde La Construcción 2, presentó mayor abundancia de *Chthamalus*. El grupo posee un porcentaje de disimilitud del 90%. Esta playa posee una amplitud de plataforma un poco más corta en marea baja que la playa El Faro y playa La Pulgosa.

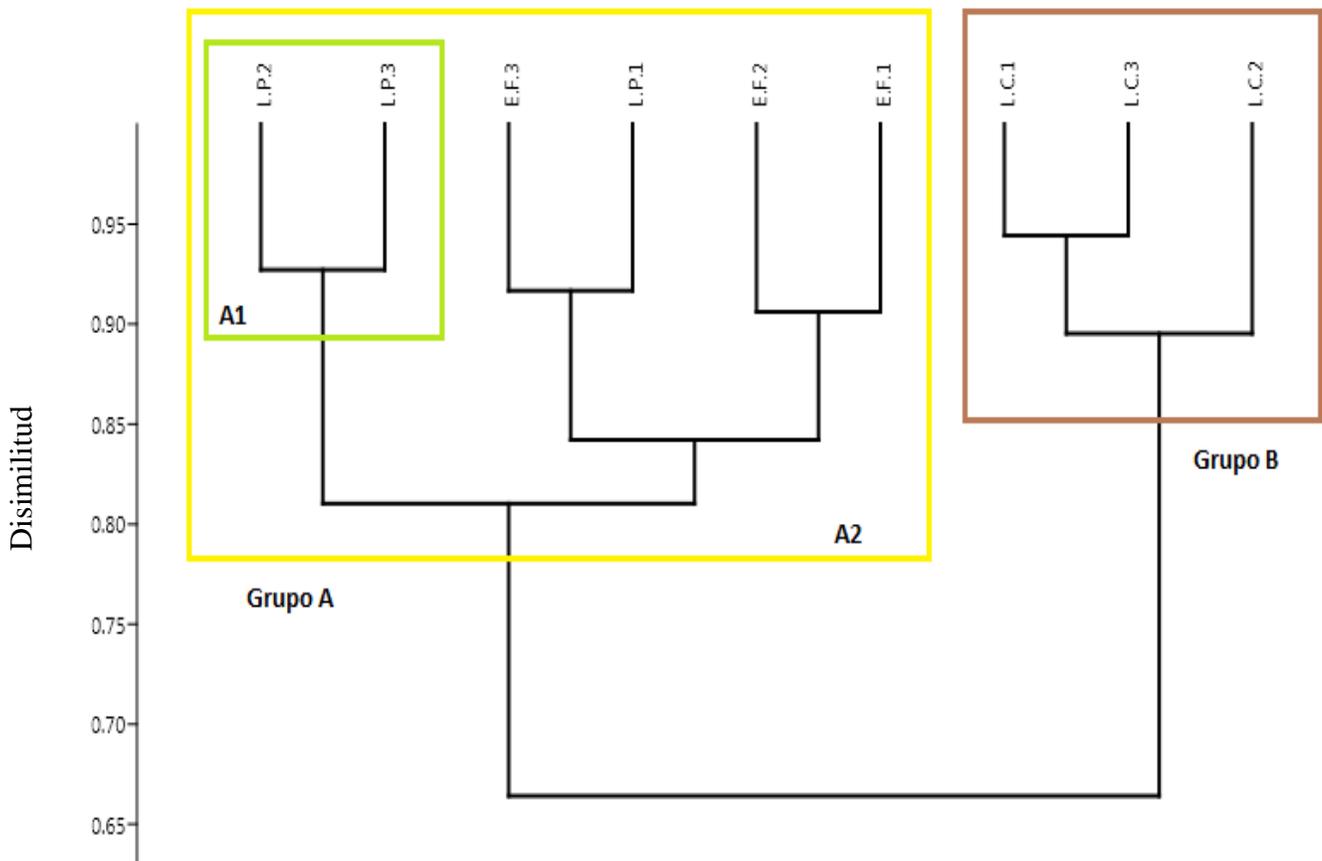


GRÁFICO 3. Disimilitud de playas por abundancia de cirripedios torácicos, basado en el índice de Bray Curtis. LC: La Construcción, LP: La Pulgosa, EF: El Faro.

6.5 Relación de abundancia de cirripedios torácicos con variables físico-químicas y cobertura béntica

a. Variables: Abundancia, temperatura, profundidad, altura del cuadrante.

Los rangos mínimos y máximos de las variables registradas en la fecha del 04 al 06 de noviembre de 2017 en los 250 m del transecto vertical para las tres playas muestreadas se presentan de la siguiente manera:

Primera sección: entre los 0 y 70 m. Con una profundidad entre 0-17 cm, una altura entre 0-62cm y una T° 29-34 °C.

Segunda sección: entre los 70 y 190 m. Con una profundidad entre 0-57cm, una altura entre 0-110cm y una T° entre 27-32 °C.

Tercera sección: entre los 190 y 250 m. Con una profundidad entre 0-60cm, una altura entre 2-78cm, y una T° entre 27-32 °C.

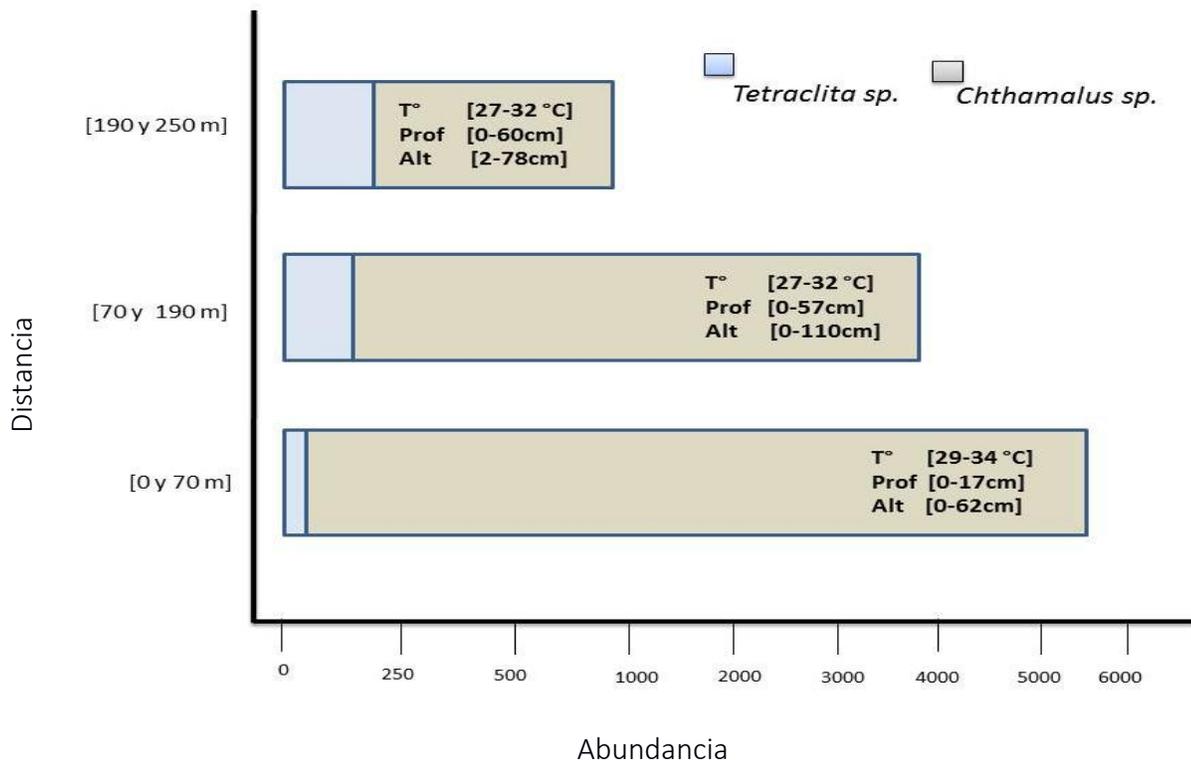


GRÁFICO 4. Promedio de abundancias de cirripedios torácicos en tres secciones del transecto vertical.

Como resultado, el análisis de componentes principales registró en la suma de sus dos primeros componentes una variabilidad de 62.1 %. Las variables con mayor peso para el componente uno: profundidad y temperatura, y para el componente dos: altura y la abundancia del género *Tetraclita*.

Se distinguen **5 secciones** de cuadrantes (ANEXO 3) en 4 grupos: **G1, G2, G3** y **G4**; los cuales se representan de la siguiente manera:

En el **G1** se encuentran agrupados los cuadrantes de la sección C30 y C40, que registraron bajas abundancias y profundidades intermedias (25 y 40 cm), y con temperaturas bajas (entre 27 y 29 °C).

En el **G2** encontramos la mayor parte de la sección F40, F50, P40, P50, y algunos P30. Estos registraron mayor abundancia de individuos en relación a *Chthamalus* y *Tetraclita*. Con una mayor altura por cuadrante (entre 80 y 113 cm).

En el **G3** encontramos la sección de C30, C40 Y C50. Donde los datos de abundancia resultaron menores, al igual que las temperaturas, pero a diferencia de los demás grupos, estos registraron profundidades mayores (entre los 40 y 60 cm).

El **G4** agrupa cuadrantes de la sección C10; C20; F10; F20; P10 y P20. Estos cuadrantes registraron abundancias considerables, no mayores al **G2**; pero que responden a temperaturas altas (entre 32 y 34 °C) y profundidades bajas (entre 0 y 20 cm).

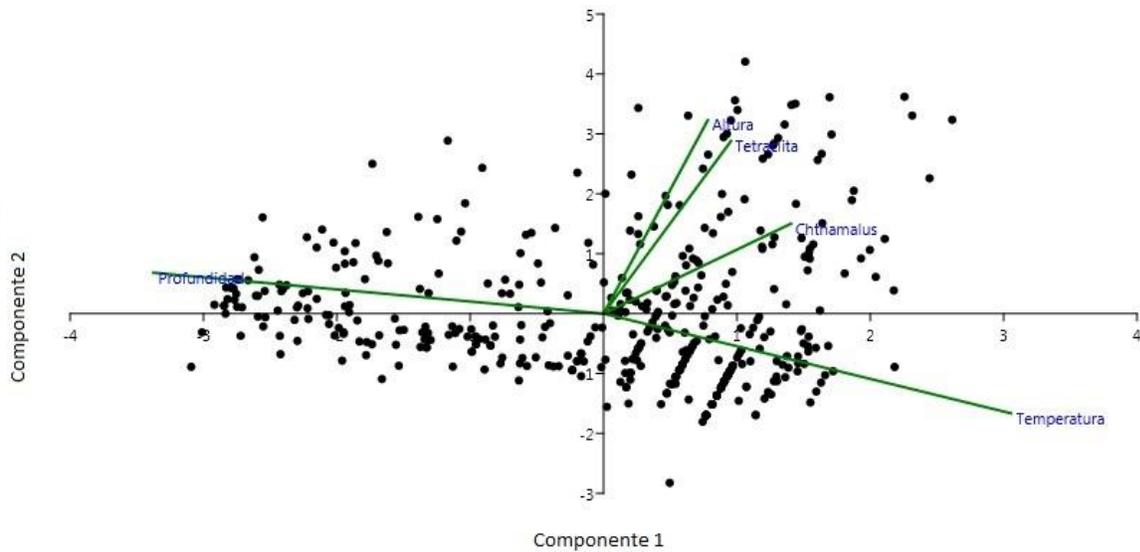


GRÁFICO 5. Análisis de componentes principales de los cuadrantes sobre abundancia de cirripedios y su relación con los parámetros físico-químicos: temperatura, profundidad, altura del cuadrante. En 250 m. sobre una línea vertical a la costa. F= El Faro P= La Pulgosa C= La Construcción.

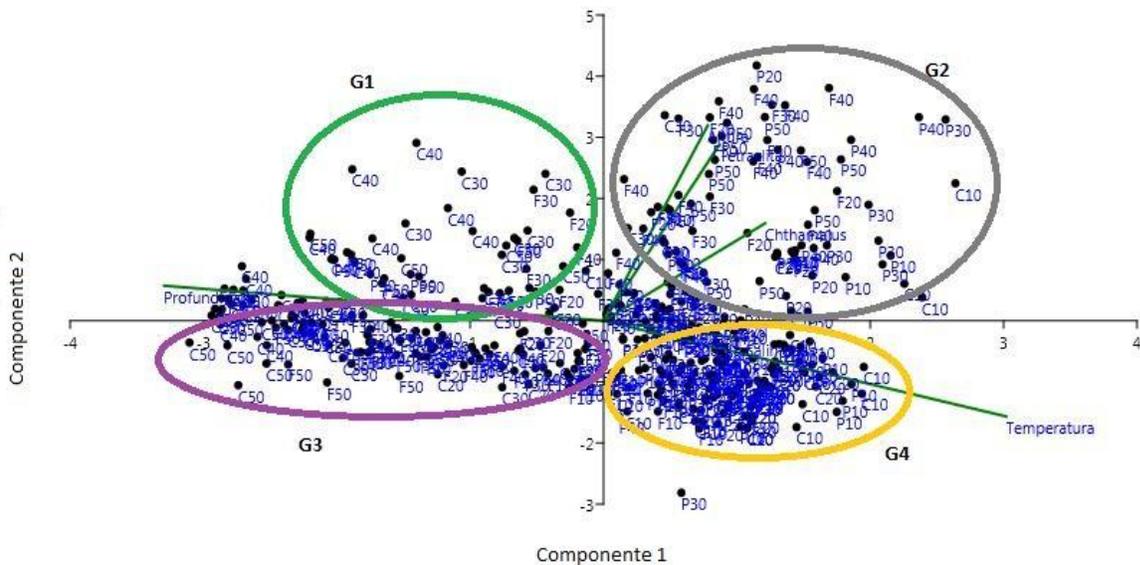


GRÁFICO 6. Análisis de componentes principales: secciones agrupadas según relación entre abundancia de cirripedios y parámetros físico-químicos: temperatura, profundidad, altura del cuadrante. En 250 m. sobre una línea vertical a la costa. F= El Faro P= La Pulgosa C= La Construcción.

b. Variable de cobertura béntica

La cobertura béntica muestreada en los 250 m del transecto vertical para los tres sitios estuvo representada mayormente por la variable roca (La Pulgosa 82 %, La Construcción 64 % y El Faro 76 %), seguido del turf (La Pulgosa 2 %, La Construcción 15 % y El Faro 13 %) y el alga calcárea (La Pulgosa 2 %, La Construcción 9% y El Faro 5 %). Se tomó en cuenta la variable alga roja, sin embargo, registró un 0 % en la dimensión del área muestreada, mientras que alga parda, solo se registró en playa La Construcción y El Faro.

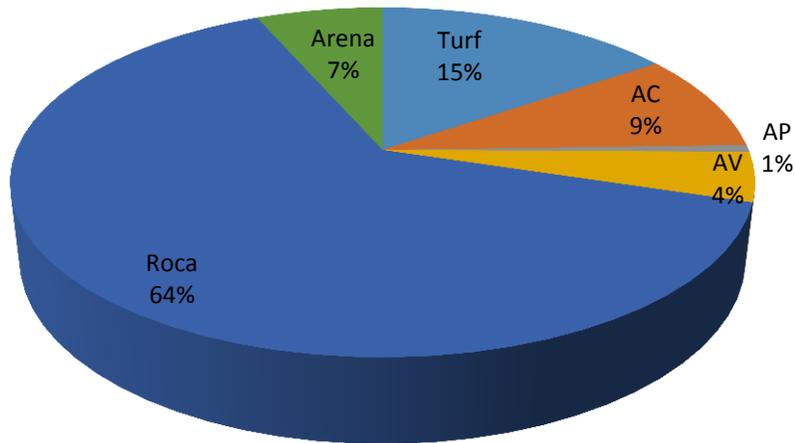


GRÁFICO 7. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa La Construcción.

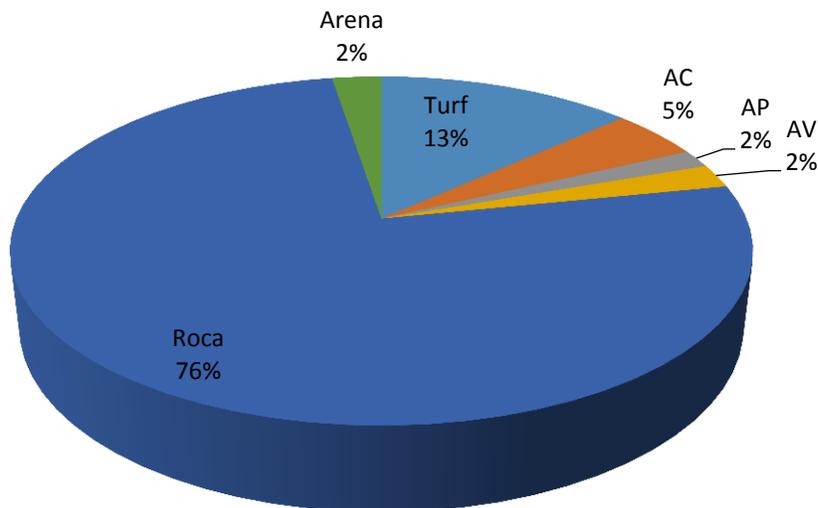


GRÁFICO 8. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa El Faro.

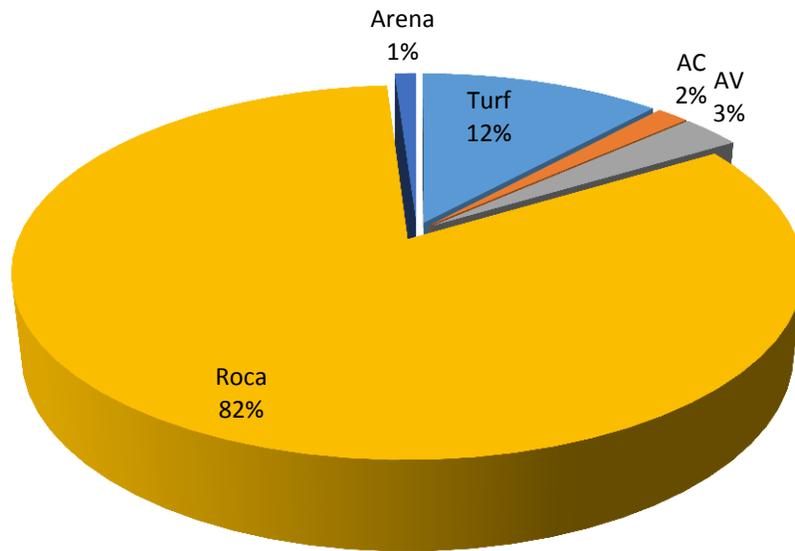


GRÁFICO 9. Porcentaje total de cobertura béntica observada en playa La Pulgosa.

Según la Prueba de Mantel, la relación entre abundancia de cirripedios y cobertura béntica sobre el litoral rocoso resultó relativamente baja ($R=0.08481$); con un valor de $p < 0.05$, se comprueba la significancia estadística de los valores obtenidos.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según Chan et al. (2016), las especies de cirripedios torácicos que están registrados para El Salvador desde 1978 son cuatro: *Balanus inexpectatus*, *Chthamalus cf. newmani*, *Chthamalus panamensis* y *Tetraclita panamensis*. De los cuales, uno se registró para Estero el Zapote (Barra de Santiago, Ahuachapán); dos para playa La Shalpa (La Libertad); y cuatro para Gualpirque (Conchagua, La Unión). En el presente estudio se encontraron únicamente dos especies de las previamente registradas: *Chthamalus cf. newmani* y *Chthamalus panamensis*.

En esta investigación se incorporan un total de **10 especies**, de las cuales, todas representan nuevos registros para la zona de Punta Amapala (*Fistulobalanus sp.*, *Amphibalanus eburneus*, *Balanus trigonus*, *Chthamalus cf. alani*, *Chthamalus cf. anisopoma*, *Microeuraphia imperatrix*, *Chthamalus cf. newmani*, *Chthamalus panamensis*, *Tetraclita stalactifera* y *Chthamalus sp.*), mientras que para El Salvador los nuevos registros fueron únicamente **ocho** (*Amphibalanus eburneus*, *Balanus trigonus*, *Chthamalus cf. alani*, *Chthamalus cf. anisopoma*, *Microeuraphia imperatrix*, *Tetraclita stalactifera*, *Fistulobalanus sp.* y *Chthamalus sp.*).

La identificación de especies, en este trabajo, se realizó con base en caracteres morfológicos, de manera similar a lo realizado por Laguna (1985) y Gómez-Daglio (2003). Sin embargo, se ha observado que una misma especie puede presentar variaciones morfológicas dependiendo de la región y del lugar donde habita, lo cual puede generar confusiones al momento de identificarla como otra especie cuando no lo es, especialmente las del género *Chthamalus* (Chan et al. 2016), por tal razón, algunas investigaciones complementan la identificación mediante sus características morfológicas con análisis moleculares como secuenciación de ADN mitocondrial y ribosomal en los individuos (Meyers et al. 2013) para descartar algún tipo de confusión y confirmar las especies.

Los géneros registrados en la medición de abundancias para este estudio fueron los cirripedios *Tetraclita* y *Chthamalus*, ambos con presencia significativa en zonas medias (específicamente entre las secciones de los 20 y 30 primeros cuadrantes), mismas que presentaron formaciones rocosas altas (con alturas aproximadas de 1,15 m). Sin embargo, la

abundancia del género *Chthamalus* fue mayor a lo largo de los 250 m muestreados durante el estudio, que es algo común para la región (Sibaja-Cordero y García-Méndez 2014).

Entre los tres sitios de estudio muestreados, playa El Faro obtuvo mayor abundancia de cirripedios (principalmente del género *Chthamalus*) en los 250 m durante marea baja, en contraste con playa La Pulgosa y La Construcción, esto podría deberse a la forma del perfil de playa, ya que El Faro registró mayores datos de altura (entre 80 y 113 cm) en la posición del cuadrante sobre rocas. Playa La Pulgosa registró números más bajos de abundancia, probablemente a que posterior a ella se encuentran próximas una serie de pozas intermareales (entre ellas la llamada poza “Las gatas”), y también de playa Maculis, que en su estructura está formada mayormente por arena. Entre las tres playas la abundancia de individuos según posición del cuadrante predominó mayormente sobre las rocas (*Tetraclita* con un 83% y *Chthamalus* con 58%), seguido a un costado de las rocas (*Tetraclita* con un 11% y *Chthamalus* con un 28%), lo que marcó cierta preferencia de cirripedios en zonas altas del litoral rocoso a lo largo de los transectos de 250 m.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) refleja que entre los sectores muestreados, se registró mayor abundancia de cirripedios en aquellos sectores que presentaron mayor tiempo de exposición a condiciones de desecación durante marea baja, es decir; entre los 10 y 30 primeros cuadrantes, que cubrían aproximadamente 150 m del área de muestreo, mismos que registraron mayores datos de temperatura ambiente (entre los 32 y 34 °C). Mientras que en los sitios que registraron profundidades considerables (entre 40 y 60 cm), y baja temperatura ambiente, correspondientes a la sección de los primeros 40 y 50 cuadrantes en las tres playas muestreadas, se registró abundancia relativamente baja. La zonación vertical de los organismos puede atribuirse principalmente a factores físicos, pues al bajar la marea produce desecación en secciones altas de la zona entre mareas, donde pocos organismos presentan adaptaciones y ámbitos de tolerancia para sobrevivir (Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora 2006), por lo tanto, podría considerarse al grupo como indicador de este tipo de zonación en las playas rocosas de Punta Amapala.

A pesar que existió relación entre cobertura béntica y abundancia de cirripedios, esta fue relativamente baja para los tres sitios muestreados a lo largo del transecto vertical. A mayor cobertura béntica (predominando la variable roca, seguida del turf y alga calcárea) menor fue la abundancia de cirripedios, sobre todo en zonas donde se registró presencia de turf y alga calcárea.

A nivel regional, los resultados obtenidos sobre abundancia de cirripedios para este estudio, de cierta forma concuerdan con investigaciones hechas por Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora (2006) y Sibaja-Cordero y Cortés (2010), que a pesar que su unidad de investigación fue la epifauna residente en localidades rocosas, el taxón Cirripedia registró mayor abundancia en niveles medios (intermareal alto y bajo), con presencia en niveles altos (supralitoral) pero en menor cantidad, y disminuyendo en zonas bajas (Inframareal); en esta última, registrando mayor presencia de algas. Y para este estudio, según la disposición de los cuadrantes sobre la división de franjas del litoral rocoso de Punta Amapala; la mayor abundancia de cirripedios estuvo presente sobre niveles altos y medios del litoral rocoso (entre los 10 y 30 primeros cuadrantes del transecto vertical), entre la zona supra en intermareal, pero con mayor abundancia sobre el nivel medio (entre los 20 y 30 primeros cuadrantes del transecto vertical). La abundancia disminuyó en niveles bajos del intermareal (entre los 40 y 50 primeros cuadrantes del transecto vertical), cerca de la zona inframareal, donde predominó la cobertura de algas, y las profundidades oscilaban entre los 40 y 60 cm durante marea baja.

Generalmente los rangos intermareales para el Pacífico, a diferencia del Caribe, poseen una mayor amplitud, presentándose grandes movimientos verticales y horizontales, generando cambios drásticos durante el día que afectan a la comunidad biótica residente (López-Victoria et al. 2004), provocando que diferentes especies de organismos desarrollen variedad de adaptaciones para sostenerse en el sustrato y sobrevivir. A pesar de ser común la competitividad de *Chthamalus* por el espacio en la región del Pacífico Centroamericano, este patrón es visible para otras partes, por ejemplo, en Colombia, Herrera-Paz et al. (2013) menciona en su estudio sobre ensamblaje de macroinvertebrados asociados al litoral rocoso, que la mayor abundancia que registró durante toda su investigación, fueron los moluscos:

Nerita, *Littorina* y *Fisurella*, y el cirripedio *Chthamalus*. Sin embargo, *Tetraclita* también se posiciona en zonas intermareales (López-Victoria et al. 2004).

Para finalizar, a pesar que la zonación vertical sobre los diferentes tipos de organismos, desde tierra a la costa ya ha sido descrita incluyendo todo tipo de plantas y animales (Castilla 2012), las investigaciones sobre zonación vertical de cirripedios torácicos como tal, son escasas, sin embargo, se vienen realizando estudios sobre su morfología y adaptación al sustrato (Spivak et al. 1974), sobre riqueza (Paredes et al. 1999; Celis et al. 2007), y otros que relacionan su abundancia, reclutamiento y/o competición por el espacio con otras especies, o entre las mismas, como es en el caso de Chile (Riquelme 2015) que trabajó con los géneros *Jehlius* y *Notochthamalus*, y que Lagos (2003) posiciona como los más comunes en el intermareal medio-alto del litoral Chileno. En conjunto, las investigaciones anteriores sitúan al grupo, como altamente abundante y dominante sobre las zonas supra e intermareal rocoso (alto y bajo) en todo el Pacífico.

8. CONCLUSIONES

- Este estudio contribuyó con reportar **10 especies** nuevas de cirripedios para la zona de Punta Amapala, y **ocho para El Salvador** pertenecientes al orden Thoracica, con las siguientes familias: Balanidae; Chthamalidae y Tetraclitidae; con los géneros: *Amphibalanus*, *Balanus*, *Chthamalus*, *Fistulobalanus*, *Microeuraphia* y *Tetraclita*.
- La abundancia estuvo predominada por los géneros *Tetraclita* y *Chthamalus*, ambos con presencia significativa en zonas medias con formaciones rocosas altas, sin embargo, la abundancia de *Chthamalus* fue mayor a lo largo de los 250 m muestreados.
- La abundancia estuvo relacionada directamente con sitios que registraron mayores temperaturas en zonas expuestas, y con dominancia a los costados y sobre las rocas, donde existe mayor exposición a condiciones de desecación durante marea baja.
- Entre los tres sitios de muestreo: playa La Construcción reportó cuatro de los cinco géneros; playa El Faro cuatro, y playa La Pulgosa dos. Los géneros *Amphibalanus* Y *Fistulobalanus* se reportaron únicamente para El Faro, y *Microeuraphia* para La Construcción.
- Por su cercanía a pozas intermareales, playa La Pulgosa registró menos abundancia de cirripedios en contraste con playa La Construcción y El Faro, sin embargo, fue la que reportó mayor abundancia del género *Tetraclita*.
- La cobertura béntica en las tres playas muestreadas se posicionó mayormente por roca, turf y alga calcárea.
- Respecto a la relación entre cobertura béntica y abundancia de cirripedios, el estudio reportó una relación significativamente baja, con un 8.48 %; la abundancia fue mayor en zonas donde predominó el componente roca, y disminuyó en zonas donde la cobertura algal fue mayor, donde hubo más contacto con el agua.

9. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar investigaciones en temas de taxonomía, ecología y biología del grupo, para incrementar el enriquecimiento de información sobre del taxón.
- Se recomienda ampliar los sitios de muestreo en la costa para conocer la riqueza, abundancia y distribución del grupo en El Salvador.
- Debido a la dificultad para identificar las especies, se recomienda a futuros investigadores formarse en el área de taxonomía del grupo, que facilite la identificación de éstos *in situ* y en laboratorio.
- Fomentar el estudio a nivel molecular para la identificación y confirmación de especies, tanto de cirripedios, como otros grupos representativos para los ecosistemas marinos de El Salvador.
- Realizar nuevas investigaciones que describan las diferentes interacciones (competencia por espacio, depredación, etc.) del taxón en estudio con otros grupos de organismos que residen sobre el litoral rocoso de El Salvador.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson DT. 1994. Barnacles: structure, function, development and evolution. Chapman & Hall, London, 352 pp.
- Calcagno J. 2014. Cirripedia. National Scientific and Technical Research Council.
- Carlton JT. 2011. The global dispersal of marine and estuarine crustaceans, en B.S. Galil, P.F. Clark y J.T. Carlton (eds.) In the wrong place-alien marine crustaceans: Distribution, biology and impacts. [Invadin Nature – Springer Series in Invasion Ecology: volume 6.] pp. 3-23.
- Carlton JT, Newman WA, Pitombo FB. 2011. Barnacle invasions: introduced, cryptogenic, and range expanding Cirripedia of North and South America. In: Galil, B. S., Clark, P. F. & Carlton, J.T. (eds), In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. Springer Netherlands, 159-213.
- Castilla JC, 2012. Una guía para la observación del litoral. Tercera Edición. Impresora Valus S.A.
- Celis A. 2009. (Tesis doctoral). Análisis panbiogeográfico y taxonómico de los cirripedios (Crustacea) de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional de México. México.
- Celis A, Rodríguez-Almaráz G, Álvarez F. 2007. Los cirripedios torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 325-337
- Chan BKK, Chen H-N, Dando PR, Southward AJ, Southward EC. (2016). Biodiversity and Biogeography of Chthamalid Barnacles from the North-Eastern Pacific (Crustacea Cirripedia). PLoS ONE 11(3): e0149556. Doi: 10.1371/journal.pone.0149556
- Cruz T, Fernandes JN, Robert JVS, Newman WA. 2015. Ordenes Lepadiformes, Scalpelliformes, Verruciformes y Balaniformes. Revista IDE@ - SEA, nº 99ª.
- Darwin CR. 1854. A monograph on the sub-class Cirripedia, with figures of all the species. The Balanidae, (or sessile cirripedes); the Verrucida. Ray Society, London, 684pp.1–30.

- Del Mónaco C. y Capelo J. 2002. Los géneros *Balanus*, *Chthamalus* y *Tetraclita* (Crustacea: Cirripedia) en las costas de Nueva Esparta, Venezuela. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales.
- Domínguez J. 2011. Caracterización biofísica del área marina frente a playa Las Tunas, playas Negras, playas Blancas, playa Maculís, y Las Mueludas, Municipio de Conchagua, Departamento de La Unión, El Salvador. San Salvador, El Salvador: USAID/IMCCW.
- Fischer R. 1981. Bioerosion of basalt of the Pacific coast of Costa Rica. *Senckenb. Marit.* 13: 1-41
- Foster B. 1974. The barnacles of Fiji with observations on the ecology of barnacles on tropical shore. *Pacific Science* 28 (1): 35-36.
- Gierloff-Emden, H. G. 1976. La Costa de El Salvador, monografía oceanográfica. Dirección de Publicaciones, Ministerio de Educación, San Salvador, El Salvador. 247 p.
- Guevara JA. 1985. El Salvador-Perfil Ambiental- Estudio de Campo EMTEC S.A. de C.V. División Consultoría. San salvador, El Salvador. P 79-89
- Hernández C, Álvarez F. Villalobos JL. 2010. Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81. S141- S151
- Herrera-Paz DL, Londoño-Cruz E, Blanco JF. 2013. Distribución espacial del ensamblaje de macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del PNN Ensenada de Utría, Pacífico colombiano
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis. 2008. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y costeros en Colombia. No 8. Pp: 111-146
- Kensler CB. 1967. Desiccation resistance of intertidal crevice species as a factor in their zonation. *J. Animal Ecol.* 36: 391-406
- Lagos N. 2003. Dinámica espacial del reclutamiento de cirripedios intermareales: una exploración empírica de la formación de patrones espacio-temporales en el acople bento oceánico. Tesis Dr. Pontif. Univ. Católica Chile 145 pp.

- Laguna GJ. 1985. Systematics, Ecology and Distribution of Barnacles (Cirripedia; Thoracica) of Panama. Including an Analysis of Provincialism in the Tropical Eastern Pacif. University of California, San Diego.
- Lanas P, Riera M, Kowal R, López BA, López DA. 2011. Alimentación natural de *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1782) (Cirripedia: Balanidae) en el Golfo de San Jorge (Chubut, Argentina)
- Lara-Lara JR. 2008. Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad Conabio México, pp. 135-159.
- Little C. y Kitching JA. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University Press, Nueva York, 240 p.
- López DA, López BA, González ML. 2008. Shellfish culture in Chile. International Journal of Environment and Pollution 33 (4): 401-431.
- López-Victoria M, Cantera JR, Díaz JM, Rozo DM, Posada BO, Osorno A. 2004. Estado de los litorales rocosos en Colombia: acantilados y playas rocosas: 171-182. En INVEMAR: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003. INVEMAR, Santa Marta, 329 p.
- Margalef R. 1993. Exploring alternative models of populations, resources and ecosystems. In: The system in the sea. Applying ecosystems principles to Marine Fisheries. David D. Platt (Ed.). The Island Institute conference at Harvard University. pp: 2/ 174-184
- Méndez MM. 2013. El rol del cirripedio introducido *Balanus glandula* como ingeniero ecosistémico en intermareales de Patagonia, Argentina. Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Biología. Universidad Nacional del Comahue Centro Regional Universitario Bariloche
- Meyers MK, Pankey MS, Wares JP. 2013. Genealogical approaches to the temporal origins of the Central American gap: Speciation and divergence in Pacific *Chthamalus* (Sessilia: Chthamalidae). Revista De Biología Tropical.; 61:75–88. PMID: 23894964

- Newman WA. y McConnaughey RR. 1987. A tropical Eastern Pacific barnacle, *Megabalanus coccopoma* (Darwin), in southern California, following El Niño 1982-1983. *Pac. Sci.* 41:31-36.
- Newman WA, Zullo VA, Winters TH. 1969. Cirripedia. In *Treatise on Invertebrate Palaeontology, Part R, Arthropoda 4*, vol. 1, R. C. Moore (ed.). University of Kansas, The Geological Society of America. p. 206-295.
- Raimondi PT. 1990. Patterns, mechanisms, consequences of variability in settlement and recruitment of an intertidal barnacle.
- Rainbow PS. 1984. An introduction to the biology of British littoral barnacles. *Field studies*, 6 (1): 1-51.
- Riquelme-Basso AC. 2015. (Tesis de Licenciatura). Variación espacio-temporal del reclutamiento de los cirrípedos *Notochthalamus scabrosus* (Darwin 1854) y *Jehlius cirratus* (Darwin 1854) y su relación con factores ambientales en el centro-sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Escuela de Biología.
- Riisgård HU. y Larsen PS. 2010. Particle capture mechanisms in suspension feeding invertebrates. *Marine Ecology Progress Series* 418: 255–293.
- Roughgarden J, Gaines S, Possingham H. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science* 241: 1460-1466.
- Ruggiero MA, Gordon DP, Orrell TM, Bailly N, Bourgoin T, Brusca RC, et al. 2015. A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE* 10(4): e0119248. doi: 10.1371/journal.pone.0119248
- Sálazar-Vallejo SI. y Molina-Ramírez A. 2009. Bicentenario de Darwin: Cirripedos y contribuciones en taxonomía.
- Segovia J. 2012. Octocorales de El Salvador. (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, San José, Costa Rica.
- Serejo C, Secchin Young P, Azevedo Cardoso I, Rodrigues Tavares C, Rodrigues de Abreu C. 2016. Capítulo 8. Filo Arthropoda. Subfilo Crustácea. In: LAVRADO, H.P. & IGNACIO, B.L. (Eds.). *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 299-337 (Série Livros n. 18)

- Sibaja-Cordero JA. 2005. Distribución Vertical de la epifauna en zonas rocosas de entre mareas, Golfo de Nicoya, Costa Rica. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología.
- Sibaja-Cordero JA. 2006. Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica.
- Sibaja-Cordero JA. 2008. Vertical zonation in the rocky intertidal at Cocos Island (Isla del Coco), Costa Rica A comparison with other tropical locations. *Revista de Biología Tropical*, 56 (Suplemento 2), 171-187
- Sibaja-Cordero JA. y Cortés J. 2008. Vertical zonation in the rocky intertidal at Cocos Island (Isla Del Coco), Costa Rica: A comparison with other tropical locations.
- Sibaja-Cordero JA. y Cortés J. 2010. Comparación temporal de la composición y zonación de organismos en el intermareal rocoso del Parque Nacional Isla del Coco, Pacífico de Costa Rica.
- Sibaja-Cordero JA, Camacho-García YE, Vargas-Castillo R. 2014. Riqueza de especies de invertebrados en playas de arena y costas rocosas del Pacífico Norte de Costa Rica.
- Sibaja-Cordero JA. y García-Méndez K. 2014. Variación espacial y temporal de los organismos de un intermareal rocoso: Bahía Panamá, Pacífico Norte, Costa Rica.
- Sibaja-Cordero JA. y Vargas-Zamora JA. 2006. Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica
- Smith SDA. y Simpson RD. 2002. Spatial variation in the community structure of intertidal habitats at Macquarie Island (sub-Antarctic). *Antarctic Science*, 14, 374-384.
- Spivak E, Bastidia R, L'Hoste SG, Adabbo H. 1974. Los organismos incrustantes del Puerto de Mar del plata ii. *Biología y ecología de Balanus amphitrite y Balanus trigonos (crustacea-cirripedia)*.
- Spivak, E. 2005. Los cirripedios litorales (Cirripedia, Thoracica, Balanomorpha) de la región del Río de la Plata y las costas adyacentes. En: Penchaszadeh, P. E. (Ed.). 60 Invasores. *Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*. EUDEBA, Buenos Aires, VII: 251-309.

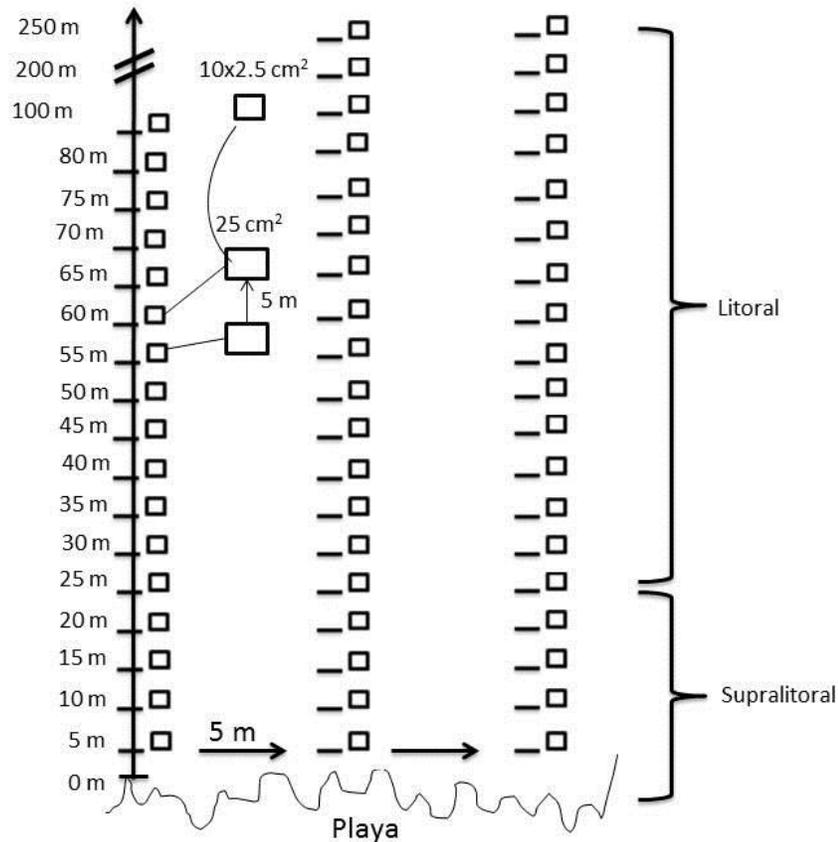
- Spivak ED. y Schwindt E. 2014. CRUSTACEA: Balanomorfos (Cirripedia: Thoracica). En Roig-Juñent, S.; L.E. Claps & J.J. Morrone (Directores). 2014. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos volumen 3. Editorial INSUE - UNT, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Stephen H. y Hugn J. 1992. Marine Field Course Guide 1 - Rocky Shores. Marine Conservation Society. IMMEL Publishing. Pp: 144.
- Tait RV. y De Santo RS. 1972. Elements of marine ecology. Springer. New York. EE UU. 327 p.
- Taylor WR. 1978. Pimelodidae. In W. Fischer (ed.) FAO species identification sheets for fishery purposes. West Atlantic (Fishing Area 31). Volume 3. [pag. var.]. FAO, Rome.
- Thiel M. 2009. Sub Phylum Crustacea. Introducción a los crustáceos, fauna marina bentónica.
- Thompson J V. 1830. Memoir IV. On the cirripedes, or barnacles; demonstrating their deceptive character; the extraordinary metamorphosis they undergo, and the class of animals to which they indisputably belong Zoological Researches 3: 69–82

11. ANEXOS

ANEXO 1. Tabla 1: Calendarización de viajes de campo para identificación de riqueza y medición de abundancia de cirripedios y cobertura béntica.

No	Fecha	Lugar	Hora de marea	Baja	Objetivo
1	oct-06	Playa El Faro	09:04	-0.1	Riqueza de especies
2	oct-07	Playa La Construcción	09:48	-0.2	Riqueza de especies
3	oct-08	Playa La Pulgosa	10:31	-0.3	Riqueza de especies
4	nov-04	Playa El Faro	08:38	-0.2	Registro de cobertura y abundancia
5	nov-05	Playa La Construcción	09:24	-0.3	Registro de cobertura y abundancia
6	nov-06	Playa La Pulgosa	10:11	-0.4	Registro de cobertura y abundancia

ANEXO 2. Esquema de metodología para medición de abundancia de cirripedios torácicos y cobertura béntica del litoral rocoso de Punta Amapala.



ANEXO 3. Tabla 2: Secciones de cuadrantes en 250 m. en una línea vertical a la costa.

Cuadrantes en una línea vertical a la costa en un perímetro de 250 m.	
*F10; P10; C10	Los primeros 10 cuadrantes en un perímetro de 250 m. sobre una línea vertical a la costa.
*F20; P20; C20	Los primeros 20 cuadrantes en un perímetro de 250 m. sobre una línea vertical a la costa.
*F30; P30; C30	Los primeros 30 cuadrantes en un perímetro de 250 m. sobre una línea vertical a la costa.
*F40; P40; C40	Los primeros 40 cuadrantes en un perímetro de 250 m. sobre una línea vertical a la costa.
*F50; P50; C50	Los primeros 50 cuadrantes en un perímetro de 250 m. sobre una línea vertical a la costa.

GLOSARIO

- Carina: placa solitaria ubicada en la parte anterior.
- Rostro: placa solitaria ubicada en la parte posterior.
- Rostro-lateral: placas ubicadas a los lados del rostro.
- Carina-lateral: placas ubicadas a los lados de la carina.
- Opérculo: orificio que se encuentra en la parte apical de la concha, y está cubierto por dos pares de placas llamadas: tergo y escutelo.
- Cirro: apéndice segmentado birrameos de los balanos.
- Ciprida: último estadio larval de los balanos.
- Crestas del músculo depresor: proyecciones en el margen basal del tergo.
- Cúspide: ángulo superior del tergo y el escutelo
- Placas operculares: placas calcáreas y móviles que protegen el orificio.
- Parietales: placas que rodean el cuerpo de los balanos.
- Placa: estructura de carbonato de calcio que cubre parcial o totalmente el cuerpo de los balanos.
- Tubíferos: tubos presentes entre la lámina interna y externa de las placas parietales.