

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



“Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

GINA LEONOR LÓPEZ FLORES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2017.

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

“Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador”


TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

GINA LEONOR LÓPEZ FLORES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

ASESORA DE LA INVESTIGACIÓN:



M.Sc. JOHANNA VANESSA SEGOVIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2017.

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

“Composición y estructura de opistobranquios (Gastropoda: Heterobranchia) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

GINA LEONOR LÓPEZ FLORES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

JURADO EVALUADOR:



M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN



M.Sc. MARTA NOEMÍ MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2017.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO/A GENERAL

M.Sc. CRISTOBAL RÍOS

FISCAL GENERAL

LIC. BEATRIZ MELÉNDEZ

DECANO

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2017.

DEDICATORIA

A Dios,
por nunca abandonarme y darme las fuerzas para hacerle frente a todo.

Para mi familia,
mis papás y mis hermanos,
por su apoyo y comprensión en esta etapa que requirió de mucho esfuerzo y paciencia.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, le agradezco a Dios, por ser ese ser que me dio las fuerzas para nunca desfallecer en el camino.

A mis papás Luis y Georgina, y mis hermanos Luis y Diego López, por haberme brindado ánimos y motivación, y por haberme acompañado a algún viaje en modo de hacerme sentir apoyada.

Le agradezco, también, a Isabel Santos, que considero parte de mi familia, por haber madrugado cuando yo tenía que salir temprano de casa a algún viaje, y haberme ayudado con lo que necesitaba.

Me encuentro enormemente agradecida con Don Napoleón, que sin un por qué, me ayudó en mis muestreos cada vez que llegué a Punta Amapala. Estoy agradecida, de igual manera, con la familia que me atendió y brindó comida en Punta Amapala, como con la familia que atiende el hotel Los Cóbanos. Y, a las personas que acabo de mencionar les agradezco nuevamente por haberme enseñado una lección de buena disposición hacia los demás, al haberme atendido de una manera muy amable, sin antes haberme conocido.

No puedo dejar de darle GRACIAS a Gilma Guerra, mi amiga incondicional que siempre se mantuvo ayudándome en toda mi fase de campo, y animándome en el resto, tanto en lo profesional como en lo personal.

Le agradezco inmensamente a Carlos Mario Pacheco, por brindarme estadía y ayuda en Punta Amapala, a Adriana Jannet Ramírez, por su compañía y ayuda en los viajes, y a Sofía Solorzano, por haberme brindado su ayuda en los viajes también.

Deseo hacer un especial agradecimiento a mi asesora M.Sc. Johanna Segovia, por guiarme y ayudarme en esta tesis, pero también por inspirarme en el mundo de las ciencias marinas.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), por permitirme usar las instalaciones e instrumentos de su laboratorio.

Al Dr. Ángel Valdés, Dr. Hans Bertsch, Dra. Yolanda Camacho y M.Sc. Kimberly García, por sus valiosos aportes y ayuda a mi conocimiento.

A los guardarecursos del MARN en Los Cóbano, así como a FUNDARRECIFE por la amable prestación de sus instalaciones.

Y, les doy un afectuoso agradecimiento a Claudia Ortiz, Tatiana Ortiz y Silvia Magaña de Ferrufino por estar pendientes del progreso de mi trabajo en esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS.....	10
TABLA DE CUADROS.....	11
TABLA DE GRÁFICOS.....	12
RESÚMEN.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo general.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. MARCO TEÓRICO.....	18
3.1. Antecedentes.....	18
3.2. Clasificación taxonómica.....	19
3.2.1. Subclase Heterobranchia.....	19
3.2.2. Opistobranchia.....	20
3.2.3. Criterios taxonómicos.....	21
3.3. Ciclo de vida.....	22
3.4. Clasificación de opistobranquios según su ciclo de vida.....	23
3.5. Distribución y hábitat.....	23
3.6. Hábitos alimenticios.....	23
3.7. Mecanismos de defensa.....	24
3.8. Importancia ecológica y socio-económica.....	25
4. METODOLOGÍA.....	26
4.1. Descripción del área de estudio.....	26
4.1.1. Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, departamento de Sonsonate.....	27
4.1.2. Punta Amapala, departamento de La Unión.....	28
4.2. Áreas de muestreo.....	29
4.3. Fase de campo.....	29

4.3.1. Método de recolecta.....	30
4.3.2. Método de muestreo.....	31
4.4. Fase de laboratorio.....	33
4.4.1. Análisis de datos.....	33
5. RESULTADOS.....	35
5.1. Riqueza de especies.....	35
5.1.1. Listado sistemático.....	35
5.1.2. Descripción taxonómica.....	37
5.2. Análisis de la estructura de opistobranquios.....	65
5.2.1. Diversidad de opistobranquios.....	65
5.2.2. Abundancia de opistobranquios.....	66
5.2.3. Similitud entre las playas por composición de especies.....	67
5.2.4. Similitud entre las especies por abundancia.....	69
5.3. Patrones de distribución espacial y selección de hábitat.....	70
5.3.1. Rugosidad.....	70
5.3.2. Patrones de distribución espacial.....	71
5.3.3. Patrones de selección de hábitat (sustrato).....	74
6. DISCUSIÓN.....	76
7. CONCLUSIONES.....	80
8. RECOMENDACIONES.....	81
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
10. ANEXOS.....	92

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Caracteres de los opistobranquios con importancia taxonómica.....	22
Figura 2. Playas muestreadas en el Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano.....	27
Figura 3. Playas muestreadas en Punta Amapala.....	29
Figura 4. <i>Aplysia parvula</i>	39
Figura 5. <i>Dolabrifera dolabrifera</i>	41
Figura 6. <i>Stylocheilus striatus</i>	42
Figura 7. <i>Navanax aenigmaticus</i>	45
Figura 8. <i>Diaulula greeleyi</i>	47
Figura 9. <i>Jorunna osae</i>	49
Figura 10. <i>Doriprismatica sedna</i>	51
Figura 11. <i>Felimida dalli</i>	53
Figura 12. <i>Felimida sponi</i>	54
Figura 13. <i>Taringa aivica</i>	56
Figura 14. <i>Elysia diomedea</i>	59
Figura 15. <i>Elysia pusilla</i>	60
Figura 16. <i>Polybranchia viridis</i>	62

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Listado sistemático de los opistobranquios registrados en el ANP Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.....	35
Cuadro 2. Englobamiento de las características taxonómicas de los opistobranquios estudiados.....	63
Cuadro 3. Comparación de abundancia de especies entre playas.....	66
Cuadro 4. Cálculo del porcentaje acumulado de los componentes que representan mayor variabilidad en la distribución de los opistobranquios.....	71
Cuadro 5. Datos de los parámetros físico-químicos y biológicos con mayor variabilidad en la distribución de los organismos.	71
Cuadro 6. Análisis de la variabilidad de los parámetros físico-químicos sobre la distribución de los opistobranquios.....	72

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de acumulación de especies.....	65
Gráfico 2. Abundancia de opistobranquios en los sitios de muestreo.....	67
Gráfico 3. Dendograma del Análisis Cluster sobre comparación de riqueza de opistobranquios entre Punta Amapala y el ANP Complejo Los Cóbanos.....	67
Gráfico 4. Técnica de escalamiento multidimensional que representa la similitud de las especies por abundancia.....	69
Gráfico 5. Índice de rugosidad de las secciones muestreadas en cada playa.....	70
Gráfico 6. Gráfico de dispersión del Análisis de Correspondencia para la descripción de posibles patrones de distribución.....	73
Gráfico 7. Porcentaje del patrón de selección de hábitat por parte de los opistobranquios.....	75

RESÚMEN

Los opistobranquios, conocidos comúnmente como babosas marinas, son un grupo de moluscos que poseen un rol muy importante en los ambientes costeros, al ser depredadores de distintos organismos bentónicos, incluyendo a otras especies de opistobranquios, llegando a modificar la distribución y abundancia de especies como las macroalgas.

El objetivo de este estudio fue determinar la composición y estructura de opistobranquios registrados en época de lluvia en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida (ANP) Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.

Este estudio se llevó a cabo durante la época de lluvia, entre junio a octubre de 2015, en el intermareal de tres playas rocosas (La Construcción, La Pulgosa y Maculís) de la zona oriental (Punta Amapala), y tres playas rocosas (El Amor, Las Veraneras y La Privada) de la zona occidental (ANP Complejo Los Cóbanos) de El Salvador. El área de estudio en cada playa comprendió 30 m paralelo y 225 m perpendicular a la línea costera (6,750 m²).

El método empleado para identificar a las especies fue por observación de los caracteres morfológicos de los opistobranquios cuando estos aún no se encontraban preservados, comparando sus características morfológicas con una clave taxonómica; y, también se diseccionaron, extrayéndoles la masa bucal dentro de la cual se encuentra la rádula de los especímenes, y esta permite la confirmación de las especies debido a que cuenta con un promedio similar y único del número de dientes radulares entre los individuos de cada especie que la posee.

La metodología utilizada para estudiar a los organismos en el intermareal fue de buzo errante, censándose 641 individuos en total, agrupados en 13 especies, que pertenecen a cuatro órdenes: Anaspidea (*Aplysia parvula*, *Dolabrifera dolabrifera* y *Stylocheilus striatus*), Cephalaspidea (*Navanax aenigmaticus*), Nudibranchia (*Diaulula greeleyi*, *Doriprismatica*

sedna, *Felimida dalli*, *Felimina sphoni*, *Jorunna osae* y *Taringa aivica*) y *Sacoglossa* (*Elysia diomedea*, *Elysia pusilla* y *Polybranchia viridis*).

Las especies documentadas en este estudio como nuevos reportes para El Salvador suman cinco, las cuales son: *Diaulula greeleyi*, *Polybranchia viridis*, encontradas únicamente para Punta Amapala; *Jorunna osae*, *Taringa aivica*, registradas sólo para el ANP Complejo Los Cóbano, y *Elysia pusilla*, reportada tanto para Punta Amapala como para el ANP Complejo Los Cóbano. Las especies anteriormente mencionadas se encuentran registradas también para diferentes regiones del Pacífico.

La similitud entre las playas por composición de especies se obtuvo por medio de un análisis de conglomerado, presentando un grupo de playas con tres subgrupos, de las cuales, la subagrupación con mayor porcentaje de similitud (77%) fue playa La Privada y playa La Construcción, al compartir el mayor número de especies en común (cinco especies). Y, la similitud entre las especies por abundancia, se obtuvo aplicando un Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS).

El Análisis de Componentes Principales (ACP), dio como resultado que las variables biológicas y físico-químicas estudiadas tienen peso en la distribución de los organismos; y por medio del Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), se logró establecer una relación de variables que evidencia un patrón de distribución con respecto a estas.

Por otro lado, las rocas, así como las macroalgas marinas (alga calcárea, alga roja, alga verde y TURF), fueron los sustratos más recurrentes en los que se observaron a la mayoría de especies.

1. INTRODUCCIÓN

Las babosas de mar comprenden al grupo Opisthobranchia, situado en la super clase Heterobranchia, de la clase Gastropoda, en el filo Mollusca (Schrödl, Jörger, Klussmann-Kolb & Wilson, 2011). Los opistobranquios son en su mayoría, organismos exclusivamente marinos, dividiéndose actualmente en diez órdenes: Rhodopemorpha, Acteonoidea, Nudipleura, Tyrodinoidea, Runcinacea, Cephalaspidea, Anaspidea, Pteropoda, Sacoglossa y Acochliadia (Wägele, Klussmann-Kolb, Verbeek & Schrödl, 2013).

Recientemente, la clasificación de Opisthobranchia fue reestructurada debido a la confirmación de la naturaleza polifilética del grupo, el cual era considerado antes como monofilético (Schrödl, Jörger, Klussmann-Kolb & Wilson, 2011); por tanto, para este estudio, el grupo se considerará como un grupo artificial e informal.

Los opistobranquios se pueden encontrar en todos los mares, desde los polos hasta el trópico, presentándose un mayor número de especies en las zonas subtropicales (Gosliner, 1992). Las babosas marinas son uno de los grupos más diversos morfológica y ecológicamente en los océanos (Camacho, 2009). En el Pacífico Oriental Tropical existen algunos estudios de taxonomía y diversidad de opistobranquios, como el de Camacho-García junto a Gosliner en Costa Rica, en el que registraron nuevas especies para el Pacífico costarricense, así como nuevas especies de opistobranquios para la ciencia (Camacho-García & Gosliner, 2006; Camacho-García & Gosliner, 2007); y también hay otros estudios similares, como el de Ardila, Baéz y Valdés (2007) en el Pacífico colombiano; y el de Zamora y Naranjo (2008) en Baja California Sur (México).

Debido a la reducción y consecuente pérdida de la concha, los opistobranquios han desarrollado otros métodos de defensa, donde el color juega un papel importante. Bien sea para camuflarse (criptosis) con el medio y evitar ser detectado, desarrollando estrategias

conocidas como halocromía y/o semejanza especial, contrasombreado, coloración disruptiva (Ferreira & Bertsch, 1975; Trowbridge, 1993); como también estrategias conductuales, morfológicas y químicas (Ávila, 1995). Para la región del Pacífico Oriental Tropical, específicamente para el pacífico costarricense, un ejemplo sobre investigación de uno de los aspectos previamente mencionados, lo realizó García en el año 2015, estudiando la conducta de asocio de parte de los opistobranquios a las distintas especies de macroalgas.

Ecológicamente, los opistobranquios representan un componente importante dentro de una comunidad arrecifal, participando en las redes tróficas como depredadores activos de invertebrados y peces pequeños, estableciendo relaciones simbióticas con algas y protozoos para generar fuentes metabólicas alternas. Socio-económicamente, el grupo posee importancia para las poblaciones humanas, debido a que son fuentes naturales de sustancias útiles en farmacología (Zamora & Ortigosa, 2012).

El presente estudio describe la riqueza y abundancia de especies de opistobranquios en la zona intermareal de las playas rocosas del ANP Complejo Los Cóbano y Punta Amapala de El Salvador, entre junio a octubre de 2015, en la época de lluvia; empleando la metodología de buzo errante para estudiar a los organismos, y claves taxonómicas para comparar las características morfológicas, como también midiendo parámetros físico-químicos para comprender la relación entre la abundancia de organismos, tipo de sustrato, salinidad, temperatura y rugosidad del sustrato.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la composición y estructura de opistobranquios registrados en época de lluvia en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar la descripción taxonómica de las especies de opistobranquios registrados en época de lluvia en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.
- Comparar la riqueza y abundancia de especies de opistobranquios registrados en época de lluvia entre la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.
- Describir patrones de distribución de las especies registradas y su selección de hábitat, a través de las relaciones entre abundancia de organismos y el tipo de sustrato, salinidad, temperatura y rugosidad de las playas rocosas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos y Punta Amapala, El Salvador.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes.

Los estudios conquiológicos de moluscos motivaron durante largo tiempo a que los opistobranquios fueran un grupo clásicamente relegado por su condición de animales desnudos, y aún cuando algunos de ellos son testáceos, sus conchas siempre en regresión no son tan llamativas como las de otros grupos de moluscos. A pesar de ello, la primera referencia bibliográfica de estos animales desnudos data de 1554 y se debe a Guillaume Rondelet en su tratado "*Libri de piscibus marinis*" (Urgorri, 1982). Linneo (1758) en la décima edición del *Systema Naturae* describió y nominó algunas especies de opistobranquios (*Doris verrucosa*, *Acteon tornatilis*, *Scaphander lignarius*, *Scyllae apelagica*, etc.) que pasan a ser los primeros científicamente reconocidos.

El estudio de opistobranquios en el Pacífico Oriental inicio a finales del siglo antepasado y principios del pasado, las primeras colecciones fueron realizadas por Bergh (1894), MacFarland (1924) y Baker y Hanna (1927). Después de mucho tiempo surgen nuevas investigaciones en la década de los sesenta, donde se retoman aspectos de taxonomía y biogeografía de los opistobranquios del Pacífico Oriental (Sánchez, 2000).

Algunos países que poseen costa en el Pacífico Oriental, han realizado estudios de riqueza y abundancia de opistobranquios, por lo que ahora han procedido a estudiar aspectos ecológicos, conductuales y hasta evolutivos, como es el caso de Ardila, Baéz y Valdés (2007), con su estudio sobre las Babosas y Liebres de mar que habitan el Pacífico de Colombia. Por otro lado, Franz (1970) y Clark (1975), consideran que aspectos químicos, como la temperatura, juegan un papel importante en la distribución de opistobranquios.

En El Salvador, los estudios sobre opistobranquios son prácticamente escasos. En 1972, Ferreira fue uno de los primeros investigadores en reportar una especie de opistobranquio para el país, la cual fue *Dolabrifera dolabrifera* (Ferreira & Bertsch, 1975). Segovia y

Navarrete (2007), en su estudio sobre biodiversidad a nivel de ecosistema en parches de corales hermatípicos, reportaron 4 especies de opistobranquios (*Elysia diomedea*, *Dolabrifera dolabrifera*, *Doriprismatica sedna* e *Hypselodoris agazissi*) para la zona intermareal del ANP Complejo Los Cóbanos durante la época de lluvia.

Barraza (2014) ha reportado 27 especies de opistobranquios para El Salvador, observadas desde pozas intermareales poco profundas hasta profundidades de 40 m. Por su lado, López, para su estudio realizado en época seca de 2015, suma el registro de una especie de opistobranquio para el país; lo que, hace un total de 28 especies de babosas marinas reportadas en El Salvador.

3.2. Clasificación taxonómica.

El filo Mollusca es uno de los más amplios de todos los filos animales, incluyendo un aproximado de 110,000 especies. Estas especies están distribuidas entre los organismos de morfología disimilar más extrema, haciendo el plano del cuerpo de los moluscos probablemente el más maleable de todo el reino animal. La clase Gastropoda es la más amplia de los moluscos, conteniendo aproximadamente 75,000 especies de caracoles y babosas marinas, distribuidos en ambientes terrestres, marinos y de agua dulce (Pechenik, 1985).

3.2.1. Subclase Heterobranchia.

La clasificación sistemática de la subclase Heterobranchia es:

(Gofas, 2016)

-Reino:	ANIMALIA
-Filo:	MOLLUSCA
-Clase:	GASTROPODA Cuvier, 1797
-Subclase:	HETEROBRANCHIA Burmeister, 1837

Los moluscos heterobranquios constituyen uno de los grupos de gastrópodos más diversos distribuidos globalmente, habitando ambientes acuáticos. Los miembros de esta subclase

exhiben una gran variedad de formas, las cuales se acompañan de diferentes adaptaciones a nivel ecológico, fisiológico y anatómico, considerándoseles la subclase más heterogénea dentro de la clase Gastropoda (Dinapoli & Klussmann-Kolb, 2010; Schrödl et al., 2011). Los clados que conforman a esta subclase son los heterobranquios inferiores y los miembros de Opisthobranchia y Pulmonata (Euthyneura) (Schrödl et al., 2011).

3.2.2. Opisthobranchia.

Particularmente, en el caso de Opisthobranchia, hasta hace poco este grupo de moluscos era considerado como monofilético; sin embargo, recientemente diferentes estudios moleculares y morfológicos confirman la naturaleza polifilética del grupo, y en consecuencia, su clasificación se reestructuró considerablemente (Schrödl et al. 2011).

El grupo Opisthobranchia, para este trabajo, se considerará como un grupo artificial e informal, dentro del cual están incluidas las babosas marinas o caracoles con concha globosa o con forma de lapa, según la terminología de Schrödl et al. (2011). Estos presentan una tendencia a la reducción o internalización de la concha, y han sufrido un proceso de distensión de su masa visceral. Externamente, estos moluscos se caracterizan por su simetría bilateral, con la presencia de un par de tentáculos cefálicos o bien un escudo cefálico (Schrödl et al., 2011).

Los opisthobranquios muestran muchas características biológicas que son únicas o consideradas raras en el reino animal, y que a menudo están relacionadas con la búsqueda de alimento o estrategias defensivas (Wägele, 2004).

Algunas de sus características evolutivas importantes son: (1) la tendencia con respecto a la reducción, internalización o pérdida de la concha, con sólo muy pocas especies en las que la concha es lo suficientemente grande para que el animal pueda retraerse completamente; (2) reducción o pérdida del opérculo; (3) torsión limitada durante la embriogénesis; (4) reducción o pérdida de la cavidad del manto; y (5) reducción o pérdida de la ctenidia (Pechenik, 1985).

Los opistobranquios actualmente se caracterizan por la presencia de una branquia detrás del corazón. Casi todas las especies son hermafroditas (Ardila, Baéz & Valdés, 2007). La cópula es normalmente recíproca (Thompson, 1988; Hayward & Ryland, 1995) y los órganos reproductores están presentes en todos los adultos en el lado derecho del cuerpo (Hayward & Ryland, 1995).

La mayoría de las especies desovan huevos que eclosionan como nadadores libres, y sin concha (Thompson, 1988; Hayward & Ryland, 1995). Con la pérdida de la concha varias estructuras adicionales externas están presentes, como las ceratas, tentáculos sensoriales y rinóforos. Estas estructuras cumplen funciones sensoriales, defensivas y respiratorias (Gosliner, 1994). La mayoría de estos organismos poseen una simetría bilateral y lóbulos parapodiales (Thompson, 1976).

Actualmente se conocen diez órdenes de opistobranquios: Rhodopemorpha, Acteonoidea, Nudipleura, Tylodinoidea, Runcinacea, Cephalaspidea, Anaspidea, Pteropoda, Sacoglossa y Acochlidia (Wägele, Klussmann-Kolb, Verbeek & Schrödl, 2013).

3.2.3. Criterios taxonómicos.

Los opistobranquios desde el punto de vista taxonómico, en su clasificación poseen dos tipos de caracteres: externos e internos.

Entre los externos, están la forma del cuerpo (ovalada, circular, delgado, limaciforme, etc), el patrón de coloración, la forma y posición de las branquias, los órganos sensoriales localizados en la cabeza, como los tentáculos orales (Figura 1A) y cefálicos, y los tipos de rinóforos (Figura 1A) (lisos, arrugados, lanceolados, etc). Y, caracteres internos como: el tipo de aparato reproductor, el número de ganglios cerebrales, y la masa bucal (mandíbula y rádula (Figura 1B)), y el número y tipo de dientes de la rádula, como el diente raquidiano (Figura 1C), (Gosliner, 1994), que son utilizados para clasificarlos a nivel de familias e incluso a nivel de especies.

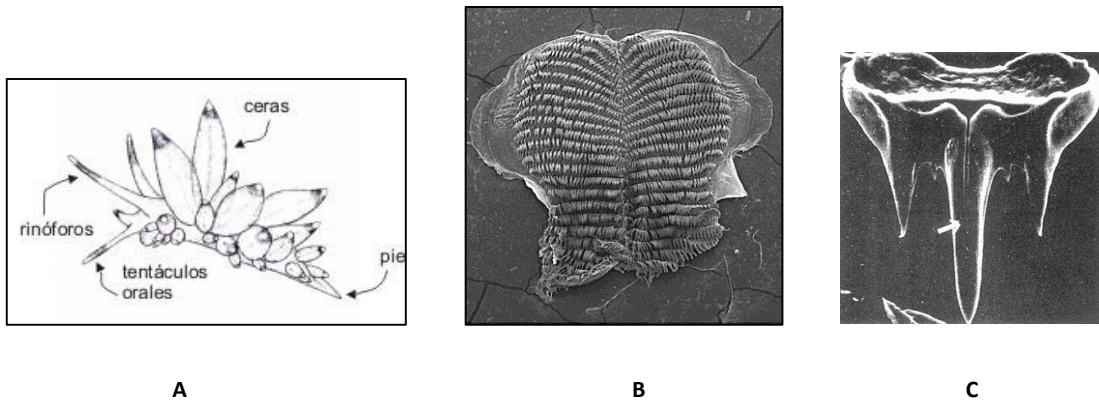


Figura 1. Caracteres de los opistobranquios con importancia taxonómica. A, B y C: La figura A (Asturnatura, s.f.) muestra algunos caracteres externos como los rinóforos y los tentáculos orales. La figura B (INBio, s.f.) muestra la rádula de un nudibranquio, incluido dentro de los opistobranquios. Y la figura C (Castillo, 1992) muestra el diente raquidiano, que es el diente que va en el medio de la rádula de algunas babosas marinas.

3.3. Ciclo de vida.

Varias etapas del ciclo de vida de los moluscos opistobranquios han servido para la investigación en áreas tan diversas como el comportamiento, desarrollo y ecología (Bonar & Hadfield, 1974; Bonar, 1976; Faucci, Toonen & Hadfield, 2007). Las babosas de mar dentro del suborden Nudibranchia, caracterizadas por presentar coloraciones extravagantes, y sus branquias expuestas, producen larvas planctónicas que se quedan en su fase larvaria por períodos de minutos a meses, a veces dispersándose a grandes distancias antes de establecerse sobre sustratos adecuados (Hadfield & Miller, 1987; Todd, 1991).

Muchas larvas de invertebrados marinos son influenciadas para su asentamiento y metamorfosis por señales químicas y físicas específicas que aseguran sitios adecuados para el crecimiento de juveniles y la reproducción eventual (Hadfield & Paul, 2001).

El estadio de larva veliger, durante la fase planctónica de los moluscos, posiblemente refleja los ciclos de vida de las especies de opistobranquios, indicando el ciclo anual que tienen algunas especies, y variando la densidad poblacional en las diferentes estaciones; los adultos de algunas especies probablemente mueren en algún ciclo del año para después presentarse la fijación de los juveniles de la siguiente generación (Sánchez, 2000).

3.4. Clasificación de opistobranquios según duración del ciclo de vida.

Los opistobranquios se han clasificado en tres grupos de acuerdo con la duración de su ciclo de vida (Nybakken, 1974):

El primero, denominado “subanuales”, “oportunistas” o “r”, produce varias generaciones en el año, con grandes fluctuaciones en su abundancia en un corto período de tiempo, alimentándose de fuentes efímeras (algas u otros opistobranquios) (Franz, 1975).

El segundo grupo, denominado “anuales”, “de equilibrio” o “k”, presenta una sola generación durante un año y sus integrantes se alimentan de fuentes estables (esponjas, briozoarios, tunicados) (Franz, 1975).

Posteriormente, Todd (1981), propuso un tercer grupo, denominado “bianual”, el cual presenta un sólo período de reproducción, con la muerte de los organismos adultos. Este grupo de moluscos se caracteriza por presentar una alta diversidad, pero bajas densidades (Angulo, 2003).

3.5. Distribución y hábitat.

La distribución del taxón es amplia, abarcando desde las aguas frías del Antártico hasta las aguas tropicales, tanto saladas como salobres. Casi todas las especies son epifaunicas y se desarrollan en diversos hábitats: arena, rocas, corales, esponjas, hidrozoarios, vegetación acuática, como parásitos de otros invertebrados o incluso sobre huevecillos (Ortigosa, Simões & Calado, 2010).

3.6. Hábitos alimenticios.

Una característica altamente especializada y posiblemente crucial para la evolución en los opistobranquios está representada por su diversa dieta (Thompson, 1976; Mikkelsen, 2002; Wägele, 2004). Muchos de los caracteres potenciales de la evolución de este grupo están relacionados con su dieta alimenticia, y supuesto a desencadenar la exploración de nuevas fuentes alimenticias (Wägele, 2004).

De forma general, se sabe que algunos de estos moluscos completan su ciclo de vida en el sustrato del cual se alimentan, y que las relaciones tienden a ser del tipo uno a uno, es decir, un tipo de opistobranquio para un tipo de sustrato (Göbbeler & Klusmann-Kolb, 2011).

Los opistobranquios se alimentan de una gran variedad de organismos sésiles o de movilidad limitada. Muchas especies son rumiadoras de algas o de pastos marinos, otras son omnívoras, pero la mayoría de ellas son carnívoras, alimentándose de esponjas, briozoos, hidroideos, corales blandos, gorgonias, tunicados, anémonas, crustáceos, microorganismos, u otros opistobranquios (Camacho-García, Gosliner & Valdés, 2005).

Ciertas especies de opistobranquios presentan notables adaptaciones a una fuente especial de alimentos, como algunos miembros del suborden Nudibranchia que viven en simbiosis mutualista con dinoflagelados fotosintéticos y compartiendo metabolitos con ellos; ó, los sacoglosos incorporando cloroplastos de algas en su propia glándula digestiva y usando los metabolitos que han extraído de las algas (Rumpho, Summer & Manhart, 2000; Händeler, Grzybowski, Krug & Wägele, 2009).

Posiblemente la prueba más concluyente de la relación del alimento con los opistobranquios, es el hecho de que muchas babosas marinas muestran homocromía nutricional, es decir, son del mismo color e incluso forma que el sustrato del cual se alimentan, lo cual se traduce en una estrategia de camuflaje contra ataques de depredadores (Gosliner & Behrens, 1990), y las preferencias alimenticias específicas son probablemente el resultado de una compleja interacción de la filogenia, estructura de la presa y hábitat (Mikkelsen, 1996).

3.7. Mecanismos de defensa.

La pérdida evolutiva del órgano más característico de los moluscos con respecto a su defensa mecánica y pasiva, trae consigo varios problemas, con una reducción gradual en la importancia del sistema opérculo-concha, como ha ocurrido en los opistobranquios, la defensa se vuelve química y biológica, no mecánica; activa, no pasiva (Thompson, 1976).

Muchas especies de opistobranquios de diferentes órdenes hacen uso de sustancias ácidas que segregan a través de la piel para disuadir a muchos de sus enemigos potenciales, como el mucus que segregan a través de glándulas, lo cual ha sido considerado como mecanismo de defensa (Thompson, 1969).

Otro mecanismo de defensa encontrado en muchos opistobranquios, especialmente en los nudibranquios, es la utilización de los nematocistos, los cuales son extraídos al alimentarse de cnidarios. Al haber ingerido los nematocistos de su presa, la mayoría han presentado descarga antes o durante la digestión, y los nematocistos restantes que no presentaron descarga son ingeridos por un grupo de células que los almacenan hasta que requieren utilizarlos (Thompson, 1976).

La coloración y forma del cuerpo que presentan los opistobranquios son otra manera de disminuir su atractivo como comida para los depredadores (Thompson, 1976).

3.8. Importancia ecológica y socio-económica.

Los opistobranquios juegan un papel importante en los ambientes costeros, en especial en las zonas intermareales y submareales, interactuando con otras especies bentónicas, ya que estos organismos son los depredadores tope que en algunas circunstancias llegan a modificar la distribución y abundancia de macroalgas, briozoarios, tunicados, esponjas e incluso otras especies de opistobranquios (Angulo, 2003).

La única pesquería comercial de opistobranquios se encuentra en las regiones costeras de China. La utilización de químicos provenientes de los opistobranquios data desde tiempos romanos (Thompson, 1976). La búsqueda de sustancias químicas de interés farmacológico en opistobranquios se ha convertido en un negocio muy importante para la industria farmacéutica y médica. Muchos de los químicos utilizados por opistobranquios para su propia defensa, son investigados por oncólogos para usos farmacéuticos potenciales (Flam, 1994).

4. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del área de estudio.

La superficie de la franja costera de El Salvador es de 7,186 km², que constituye el 34% del territorio nacional continental (Secretaría Técnica de la Presidencia, 2013), y posee 321 km lineales de costa en el Océano Pacífico. Al noroeste del país, en Guatemala y en el sur de México, predominan extensas playas arenosas y lagunas costeras. Al sureste de El Salvador, en Nicaragua y Costa Rica, la costa presenta una serie de golfos, penínsulas, acantilados y formaciones rocosas (Gierloff, 1976).

Por su ubicación geográfica, El Salvador representa una transición de ambos tipos de costa, ya que posee estuarios, extensas playas arenosas, acantilados rocosos, playas con cantos rodados y arrecifes rocosos con formaciones coralinas. La diversidad de biotopos costeros presenta un gran potencial para el desarrollo de estudios sobre la diversidad marino-costera de este país (Barraza & Hasbún, 2005).

El Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano alberga el único arrecife de coral de El Salvador, estructurado por la especie de coral *Porites lobata* y la cobertura muerta de géneros de *Pocillopora*, en una franja coralina entre las playas El Faro y Acajutla (Gierloff, 1976; ICMARES, 2007; Segovia, 2012). Los arrecifes rocosos (sustrato rocoso basáltico) se distribuyen a lo largo de la línea costera del país, identificando áreas de mayor extensión en el ANP Complejo Los Cóbano, playas rocosas y acantiladas del departamento de La Libertad, playas rocosas de Punta Amapala, y en las Islas Meanguera y Pirigallo del Golfo de Fonseca, ubicadas en el Departamento de La Unión. Los arrecifes de coral y rocosos son significativos para la economía local en turismo y pesca de crustáceos, moluscos y peces (Segovia, 2012).

4.1.1. Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, Acajutla, Departamento de Sonsonate.

La mayor extensión de playas rocosas se encuentra dentro del ANP Complejo Los Cóbano ($13^{\circ} 12' N$ y $89^{\circ} 30' O$), esta se encuentra a 11 km al oriente del Puerto de Acajutla (ICMARES 2007). El clima corresponde a la zona térmica conocida como Sabanas tropicales calientes o zona calurosa con temperatura promedio anual de $27.6^{\circ}C$ (Arrivillaga, 2009).

El área de estudio presenta una gran diversidad de ecosistemas que incluyen bosques secos costeros, pantanos, sabanas de morro, manglares, estuarios, bosques de galería, playas arenosas y rocosas, y formaciones arrecifales de coral, arenoso y rocoso. Una característica única del ANP Complejo Los Cóbano es la presencia de arrecifes de corales (Arrivillaga, 2009).

Las playas rocosas del ANP Complejo Los Cóbano en que se realizará el estudio, son: playa El Amor, playa Las Veraneras y playa Privada (Figura 2).

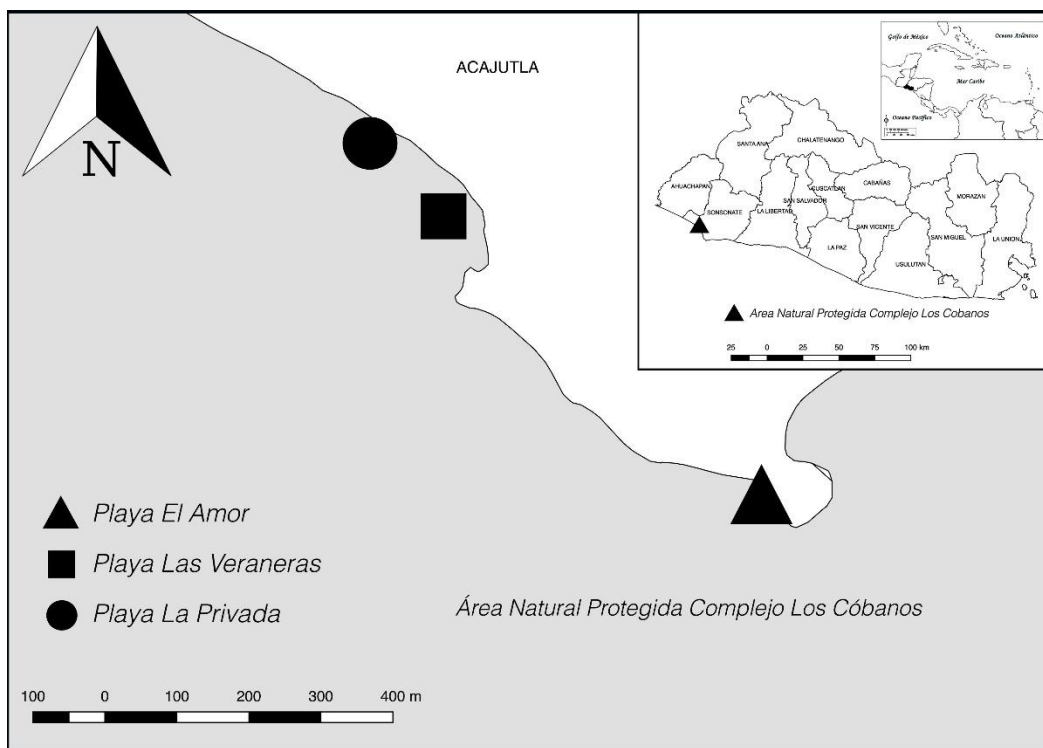


Figura 2. Playas muestreadas en el ANP Complejo Los Cóbano: El Amor ($13^{\circ}31'25.9'' N$ y $89^{\circ}48'21.9'' O$), Las Veraneras ($13^{\circ}31'37.08''N$ y $89^{\circ}48'35.33'' O$) y Privada ($13^{\circ}31'40.05''N$ y $89^{\circ}48'36.93'' O$), Municipio de Acajutla, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

4.1.2. Punta Amapala, La Unión.

Punta Amapala se encuentra en el departamento de La Unión a 188 km de San Salvador (Domínguez, 2011). Geomorfológicamente, el área de estudio corresponde a una sección de la Planicie Costera salvadoreña, aislada en el extremo oriental del litoral pacífico por la cadena costera de la Sierra de Jucuarán al oeste, una angosta extensión de la Gran depresión central al norte y el Volcán de Conchagua (parte de la Cadena Volcánica Joven) al noreste (República de El Salvador, 2004, citado por Domínguez, 2011). La costa en el área de estudio es de tipo acantilada, aunque muy baja (Gierloff, 1976).

Geológicamente, Punta Amapala está formada mayormente por efusivas básicas, intermedias, y piroclastitas volcánicas subordinadas (estratos no diferenciados, correspondientes a edificios volcánicos antiguos). Hacia el oeste existe una franja estrecha de depósitos sedimentarios del período cuaternario que se corresponde con la playa Maculís, seguido de un depósito relativamente extenso de epiclastitas volcánicas y piroclastitas, que continúa hacia el oeste, incluyendo playas Blancas, playas Negras y parte de Las Tunas, mientras que una delgada franja, interrumpida por afloramientos rocosos, corresponde a la playa de arena; la parte de Las Tunas que limita con el Estero El Encantado se asienta sobre depósitos de este estuario (República de El Salvador, 2002, citado por Domínguez, 2011).

Las playas que posee cuentan con comunidades de algas, octocorales, esponjas, ostras y abulones en fondos de arenales y lodazales con rocas dispersas (Domínguez 2011, Segovia 2012). Las playas rocosas que se muestrearon para este estudio son: playa Maculís, playa La Pulgosa y playa La construcción (Figura 3).

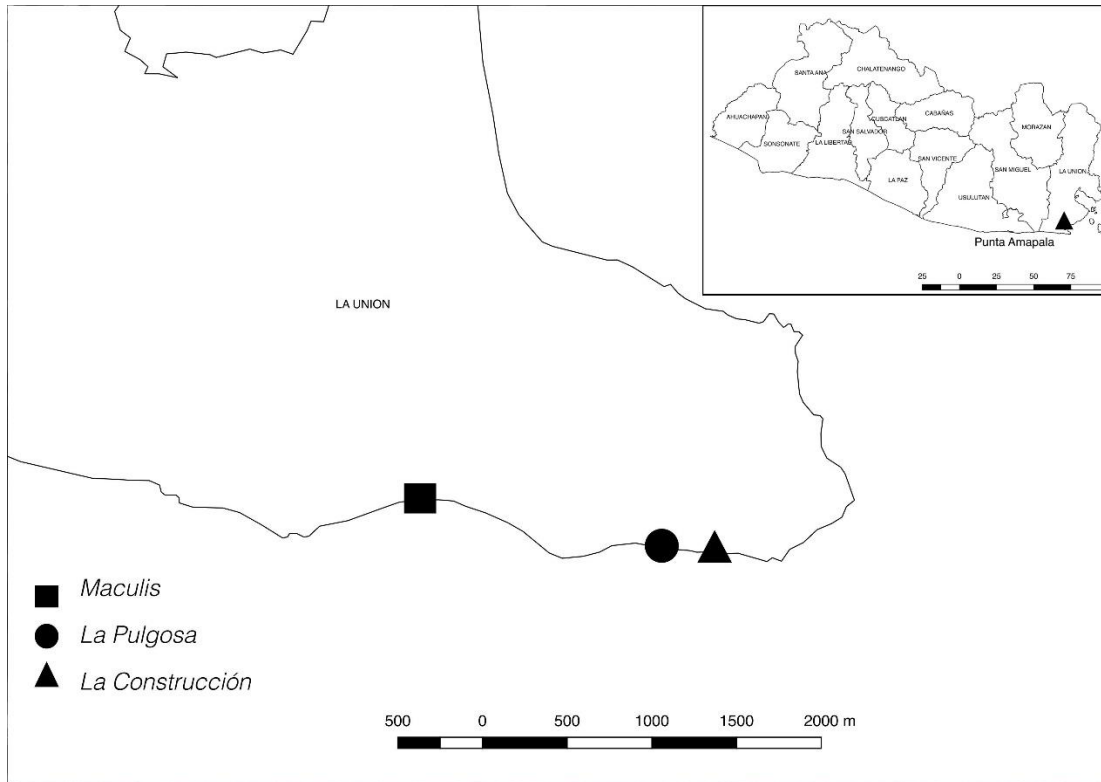


Figura 3. Playas muestreadas en Punta Amapala: Maculís ($13^{\circ}9'29.32''N$ y $87^{\circ}55'11.61''O$), La Pulgosa ($13^{\circ}9'20.8''N$ y $87^{\circ}54'75.6''O$) y La Construcción ($13^{\circ}09'21.6''N$ y $87^{\circ}54'9.2''O$), Municipio de Conchagua, Departamento de La Unión, El Salvador.

4.2. Áreas de muestreo.

Los sitios donde se efectuó el estudio de composición y estructura de opistobranquios se determinaron en base a características del hábitat, tipo de fondo, y la zonificación de la playa, delimitándose a ecosistemas de arrecife rocoso y de coral, en la zona intermareal y fondo rocoso. Bajo estas características se seleccionaron las seis playas rocosas del ANP Complejo Los Cóbano y Punta Amapala.

4.3. Fase de campo.

Las visitas a campo se programaron en días de marea baja, durante la época de lluvia, entre junio a octubre del 2015.

Los datos a registrar fueron: fecha, lugar, coordenadas, parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad y rugosidad del sustrato) y biológicos (riqueza de especies y abundancia de individuos), además del tipo de sustrato en que se encontró cada individuo.

4.3.1. Método de recolecta.

Se empleó una búsqueda de los organismos con la técnica de buzo errante en un área de muestreo de 225 m perpendiculares por 30 m paralelos a la costa (6,750 m²), con un esfuerzo de búsqueda con duración de 4 horas por día en la mitad de cada playa, o sea, en un área de 112.50 m x 30 m (3,375 m²), cuando hubo marea baja, durante los meses de junio y julio. En el lugar en donde se encontraba algún organismo, se recolectaron dos individuos por cada especie observada para fines taxonómicos, por el método de recolecta manual, y se anotó en una tabla de acrílico la especie recolectada, asignándole un número correlativo a cada individuo, anotando también, el lugar, coordenadas, fecha, hora de inicio, hora de finalización, esfuerzo de muestreo, distancia aproximada en que fue encontrado y algunas características ecológicas (Anexo 1).

Con la ayuda de una careta, y para la facilitación y claridad de la observación bajo agua, se procedió a levantar rocas y revisarlas minuciosamente para localizar a los organismos y recolectarlos, con el cuidado de regresar las rocas a su posición original según las recomendaciones de Nybakken (1974). Así como también, se buscó a los organismos minuciosamente, en la medida de lo posible, en las macroalgas marinas que se encontraban adheridas a algún sustrato.

Técnica de “estudio *en vivo*”. Los opistobranquios, a diferencia de los demás moluscos, carecen en su mayoría de estructuras conquiológicas que permitan la identificación de ejemplares muertos o preservados. De ahí que para su determinación adquiera gran importancia el estudio *en vivo* y las anotaciones de todos aquellos datos de su morfología perecederos tras la fijación, tales como la coloración, medidas, forma del cuerpo, de las papilas, etc. Por lo que se procedió a la observación de las características morfológicas de los organismos y se les realizó una toma de fotografías *in situ*, con una cámara Olympus tg-4.

Identificación. Para la identificación de los ejemplares recolectados, se les pasó una clave taxonómica, utilizando la guía de identificación para el Pacífico Tropical Este de Camacho-García, Gosliner y Valdés (2005), tratando de llegar a nivel de especie en cuanto fue posible.

Relajación de organismos. Los opistobranquios fueron relajados colocándolos en una disolución de $MgCl_2$ (80 g de reactivo sólido en 1L de agua de mar) para minimizar la contracción muscular excesiva (García, 2015).

4.3.2. Método de muestreo.

Al haber aplicado distintos métodos en los pre-muestreos para conocer el que mejor encajaba para esta investigación, se decidió aplicar la metodología de buzo errante, estimándose la abundancia de opistobranquios por medio de un conteo visual de individuos en un área de 225 m perpendiculares por 30 m paralelos a la línea costera (6,750 m²), dividiendo el área en 3 secciones consecutivas y perpendiculares a la costa, con un área de 75 m x 30 m (2,250 m²) cada sección. El conteo de todos los individuos en cada sección, se realizó durante una hora, mediante el método de buzo errante. El objetivo era obtener una muestra significativa del área de cada playa.

Parámetros biológicos.

Riqueza de especies. Los datos obtenidos se anotaron en una tabla de acrílico, indicando el número de cada sección, y colocando en una columna cada una de las diferentes especies que se podía esperar observar, además se categorizó el sustrato en el que los opistobranquios fueron encontrados (Anexo 2).

El sustrato se clasificó en los siguientes grupos: macroalgas marinas (algas verdes, algas pardas y algas rojas, alga calcárea y TURF), esponja, roca y arena.

Medición de abundancia. La abundancia de opistobranquios se anotó en un cuadro que contenía una columna con los diferentes sustratos en los que se esperaba observar a los organismos, enumerando en el mismo cuadro, el número de secciones en que se había

dividido el sitio de muestreo para trabajar, y también los datos físico-químicos registrados en cada sección (Anexo 3).

El estudio de abundancia de especies se llevó a cabo durante tres meses (agosto, septiembre y octubre), y se asistió una vez por mes a una playa por cada zona de trabajo, es decir, llevándose a cabo en dos playas por mes (una playa del ANP Complejo Los Cóbanos y una playa de Punta Amapala), cuando hubo marea baja.

Parámetros físico-químicos.

Los parámetros físico-químicos se registraron para cada sección de la playa en estudio. Se midió la variable de temperatura mediante un termómetro, registrándola tres veces para cada sección, para luego calcular la media de esta; también se recolectó una muestra de agua de mar con un vial, para posteriormente medir las unidades prácticas de salinidad (psu) en laboratorio.

La rugosidad del sustrato se registró dos veces para cada sección, a una distancia prudente entre cada medida, utilizando una cadena de eslabones de 10 m de longitud, y colocándola paralelo a la costa para la posterior medición de esta variable. La cadena se colocó ajustándola al contorno de las rocas y grietas, y después se tomó la medición de la longitud del extremo a extremo de la cadena de eslabones con una cinta métrica. La relación entre la longitud de la cadena extendida y encogida se utilizó como índice de rugosidad (IR) (Luckhurst & Luckhurst, 1978), cuya fórmula es:

$$C = 1 - d/l$$

En donde:

d = distancia horizontal cubierta por la cadena que delinea el contorno del sustrato

l = longitud de cadena totalmente extendida

La valoración del índice de rugosidad (IR) va de 0 a 1, los valores que más se acerquen a cero indicarán la existencia de una rugosidad alta para el sustrato de cada sección, y los valores que más se acerquen a uno indicarán una rugosidad baja.

4.3.3. Fase de laboratorio.

La fase de laboratorio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador (UES).

Parámetros biológicos.

Fijación. Posterior a la relajación, tras verificar que no hubo ninguna respuesta a algún estímulo externo de parte de los especímenes, se sustituyó el agua de mar por formol al 5% (Gosliner, 1987).

Preservación. Subsiguiente a la fijación, los organismos se preservaron en alcohol al 70% (García, 2015).

Confirmación de clasificación de especies. Se procedió a realizar disecciones de las estructuras anatómicas, tal como la rádula de los organismos, propia para poder determinar la confirmación de su especie y clasificarlos, a través de un microscopio óptico; verificando y describiendo dicho carácter anatómico.

Todos los ejemplares recolectados fueron depositados en la colección de Invertebrados del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES), y en el museo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.

Parámetros físico-químicos. Se midieron las unidades prácticas de salinidad (psu) de las muestras tomadas en la fase de campo, por medio de un refractómetro de salinidad.

4.3.4. Análisis de datos.

La riqueza de taxones de opistobranquios se analizó con una curva de acumulación de especies, en el programa EstimateS; esta curva, representa el número de especies observadas frente al esfuerzo de muestreo empleado, con el estimador no paramétrico Chao 1. Además, se estimó la abundancia por especie y playa, así como, la desviación estándar como medida de error.

Luego, la similitud entre las playas por composición de especies, se analizó con el Índice de Jaccard y se agrupó con análisis de Conglomerado o Cluster, basado en una matriz de presencia/ ausencia. La similitud entre las especies por abundancia se estudió con el Índice de Bray curtis y se ordenó en un escalamiento multidimensional (NMDS).

Finalmente, se identificaron las variables que presentan variabilidad en los datos con el Análisis de Componentes Principales (ACP), sobre la matriz de correlación de variables biológicas y físico-químicas. Y, estas variables fueron utilizadas en el Análisis de Correspondencia Canónica para identificar la relación entre variables y el ordenamiento de las especies; y así, identificar posibles patrones de distribución. El paquete estadístico utilizado fue PAST 3.0.

5. RESULTADOS

5.1. RIQUEZA DE ESPECIES.

5.1.1. Listado sistemático.

En el estudio de composición de opistobranquios para la zona intermareal de las playas rocosas del ANP Complejo Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador, se registraron 13 especies, agrupadas en 4 órdenes, 6 familias y 11 géneros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado sistemático ordenado alfabéticamente de los opistobranquios registrados en el ANP Complejo Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador.

Orden ANASPIDEA Fischer, 1883
Familia APLYSIIDAE Lamarck, 1809
Género *Aplysia* Linnaeus, 1767

Especie *Aplysia parvula* Mörch, 1863

Género *Dolabrifera* Gray, 1847

Especie *Dolabrifera dolabrifera* Rang, 1828

Género *Stylocheilus* Gould, 1852

Especie *Stylocheilus striatus* Quoy & Gaimard, 1832

Orden CEPHALASPIDEA P. Fischer, 1883
Familia AGLAJIDAE Pilsbry, 1895
Género *Navanax* Pilsbry, 1895

Especie *Navanax aenigmaticus* Bergh, 1893

Orden NUDIPLEURA Wägele & Willan, 2000
Suborden NUDIBRANCHIA Odhner, 1984
Infraorden ANTHOBRANCHIA Wägele & Willan, 2000
Familia DISCODORIDIDAE Bergh, 1891
Género *Diaulula* Bergh, 1878

Especie *Diaulula greeleyi* MacFarland, 1909

Género *Jorunna* Bergh, 1876

Especie *Jorunna osae* Camacho-García & Gosliner, 2008

Familia CHROMODORIDIDAE Bergh, 1891

Género *Doriprismatica* d'Orbigny, 1839

Especie *Doriprismatica sedna* Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967

Género *Felimida* Ev. Marcus, 1971

Especie *Felimida dalli* Bergh, 1879

Felimida sphoni Ev. Marcus, 1971

Género *Taringa* Er. Marcus, 1955

Especie *Taringa aivica* Ev. Marcus, 1967

Orden SACOGLOSSA Ihering, 1876

Suborden PLAKOBRANCHACEA Rang, 1829

Superfamilia PLAKOBRANCHOIDEA Gray, 1840

Familia PLAKOBRANCHIDAE Gray, 1840

Género *Elysia* Risso, 1818

Especie *Elysia diomedea* Bergh, 1984

Elysia pusilla Bergh, 1871

Superfamilia LIMAPONTIOIDEA Gray, 1847

Familia CALIPHYLLIDAE Tiberi, 1881

Género *Polybranchia* Pease, 1860

Especie *Polybranchia viridis* Deshayes, 1857

5.1.2. Descripción taxonómica

Orden ANASPIDEA Fischer, 1883

Descripción: Poseen un pene armado con pequeños bloques de ganchos con forma de espinas (Marcus, 1962; Rudman, 1974; Gosliner, 1994). Se caracterizan por la ausencia de un escudo cefálico. Poseen dos extensiones en la piel con forma de alas o parapodios que se extienden desde el pie, y se levantan hacia la parte posterior donde hay una branquia plegada sobre el lado derecho. Los anaspideos son herbívoros, se alimentan de algas, especialmente de Chlorophyceas, y se restringen a plataformas de aguas continentales someras (Thompson, 1976; Gosliner, 1992).

Distribución: Este orden se encuentra bien representado en el Pacífico oriental y alcanza su diversidad más alta en el Caribe (Thompson, 1976; Gosliner, 1992).

Familia APLYSIIDAE Lamarck, 1809

Descripción: Rinóforos y tentáculos orales en la cabeza. Parapodios lateralmente extendidos y con dos glándulas únicas de defensa. La tinta y glándulas opalinas caracterizan a esta familia (Rudman & Willan, 1998).

Distribución: Poseen una distribución mundial (Carefoot, 1987), pero la mayoría de sus especies se encuentran en aguas tropicales o subtropicales. A pesar de ello, la mayoría de los estudios sobre ellas se ha llevado a cabo en aguas templadas (Eales, 1960).

Género *Aplysia* Linnaeus, 1767

Sinonimias: *Aplysia (Aplysia)* Linnaeus, 1767; *Aplysia (Neaplysia)* J. G. Cooper, 1863; *Aplysia (Phycophila)* A. Adams, 1861; *Aplysia (Pruvotaplysia)* Engel, 1936; *Aplysia (Tullia)* Pruvot-Fol, 1933; *Aplysia (Varria)* Eales, 1960; *Laplysia* Linnaeus, 1767; *Neaplysia* J. G. Cooper, 1863; *Phycophila* A. Adams, 1861; *Pruvotaplysia* Engel, 1936; *Tethys (Aplysia)*; *Tullia* Pruvot-Fol, 1933; *Varria* Eales, 1960.

Descripción: Denominadas generalmente liebres de mar. Presentan especies que alcanzan el mayor tamaño entre las babosas marinas (Behrens, 1980).

Aplysia parvula Mörch, 1863

Sinonimias: *Aplysia allochroa* Bergh, 1908; *Aplysia anguilla* Sowerby G.B. II, 1869; *Aplysia atromarginata* Bergh, 1905; *Aplysia australiana* Clessin, 1899; *Aplysia concava* G.B. Sowerby I, 1833; *Aplysia intermedia* Farran, 1905; *Aplysia japonica* Sowerby G.B. II, 1869; *Aplysia lobata* Bergh, 1908; *Aplysia norfolkensis* G. B. Sowerby II, 1869; *Aplysiopsis juanina* Bergh, 1898; *Syphonota elongata* Pease, 1860.

Material identificado: ICMARES UES-CI 52, ICMARES UES-CI 62.

Descripción: Cuerpo pequeño, color rojizo, con diminutos puntos blancuzcos o amarillentos diseminados por todo el cuerpo, algunos aglomerados en forma circular, con dos franjas lineales de puntos en el rostro, comenzando desde los tentáculos cefálicos y pasando por los rinóforos, hasta la parte posterior de la cabeza. Rinóforos delgados. Delante de los rinóforos se sitúan los ojos. Tentáculos cefálicos auriculados. Parapodios ligeramente desarrollados y fusionados posteriormente, con el extremo de los bordes con líneas rojo, azul y negro. Concha recubierta parcialmente por el manto, con forma levemente ovalada, de color anaranjado y con una línea color negro bordeándole. Cola puntiaguda (Cuadro 2). La longitud del cuerpo es de 18 mm (Figura 4B) – 26 mm.

Fórmula radular: 20 (9.1.9) para organismos de 18 mm, y 29 (10.1.10) para organismos de 26 mm (Figura 4C y 4D).

Notas ecológicas: Los organismos se observaron solitarios, en sustrato de alga roja (Figura 4A) y alga calcárea.

Distribución en El Salvador: La distribución de esta especie en la costa salvadoreña, según este estudio, se registró desde los 108 m a los 210 m perpendiculares a la costa, en la zona oriental y occidental del país; en la playa La Pulgosa, en Punta Amapala, y playa El Amor, del ANP Complejo Los Cóbano.

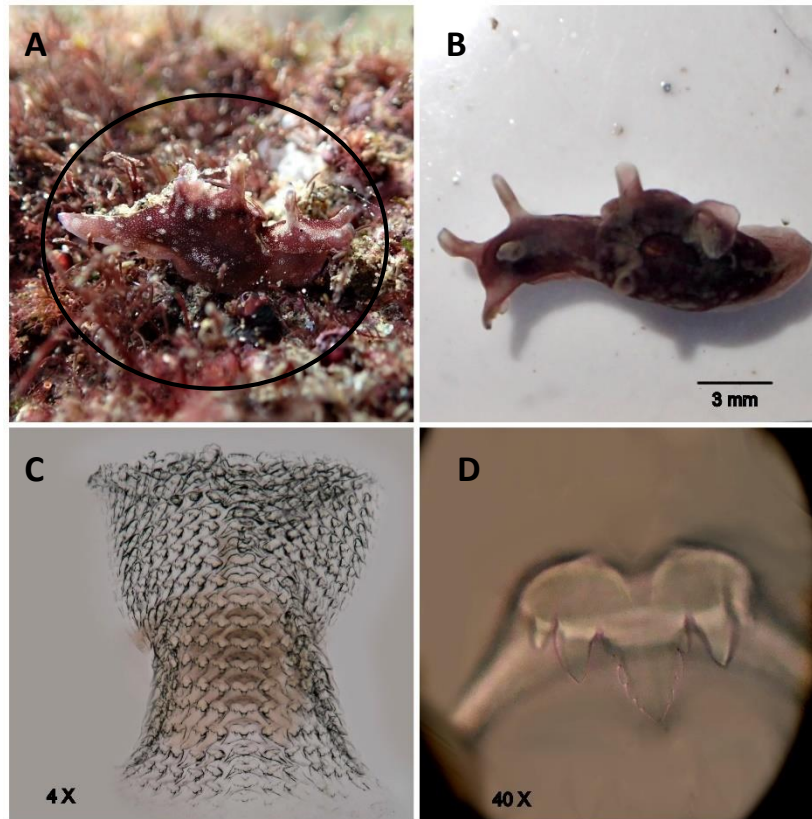


Figura 4. *Aplysia parvula*. A) *A. parvula* sobre sustrato de alga roja. B) Ejemplar recolectado y procesado en laboratorio. C) Rádula completa del espécimen en microscopio óptico. D) Diente raquidiano de la rádula en microscopio óptico.

Género *Dolabrifera* Gray, 1847

Descripción: Animal oblongo-ovalado o en forma de saco, estrechándose hacia la cabeza. Ojos como en *Tethys*. Lóbulos parapodiales situados detrás de la parte media del cuerpo, apenas móviles, encerrando una cavidad grande donde se encuentran las branquias. Manto pequeño. Pie ancho. Concha pequeña en relación al cuerpo, sin espiral, sólida y calcárea (Dall & Simpson, 1901).

Dolabrifera dolabrifera Rang, 1828

Sinonimias: *Aplysia ascifera* Rang, 1828; *Aplysia dolabrifera* Rang, 1828; *Aplysia oahuensis* Souleyet, 1852; *Dolabella dolabrifera* Rang, 1828; *Dolabrifera ascifera* Rang, 1828; *Dolabrifera cuvieri* Adams & Adams, 1854; *Dolabrifera maillardi* Deshayes, 1863; *Dolabrifera nicaraguana* Pilsbry, 1896; *Dolabrifera olivacea* Pease, 1860; *Dolabrifera sowerbyi* Sowerby II, 1868; *Dolabrifera swiftii* Pilsbry, 1896; *Dolabrifera virens* Verrill, 1901.

Material identificado: ICMARES UES-CI 46, ICMARES UES-CI 55.

Descripción: La forma del cuerpo es oblonga-ovalada, estrechándose hacia la cabeza. Ojos distinguibles. El manto tiene como base el color negro con diminutos puntos blancos, recubierto en su totalidad de círculos imperfectos color verde; revestido, también, de tubérculos color rosa suave con el ápice color blanco translúcido. El color del borde del manto es verde suave con algunos puntos blancos. Parapodios semi-plegados en la parte dorsal del cuerpo, un poco detrás de la cabeza, lo cual protege a las branquias. Rinóforos detrás de los ojos, y tentáculos orales un poco más adelante de los ojos (Cuadro 2). Ambas estructuras presentan un doblez y color similar al del borde del manto. Pie con tonalidad verde suave. El tamaño registrado del largo del cuerpo es de 13 mm a 85 mm (Figura 5C).

Fórmula radular: 52-55 (96.1.96), para especímenes de 50 mm – 60 mm (Figura 5B).

Notas ecológicas: Se les observó mayoritariamente en pozas intermareales, registrándolas al descubierto en marea baja, pero bajo rocas cuando la marea subía. Se encontraban en grupo, y algunos individuos presentaban un leve cambio de coloración. El hábitat en el que se reportó principalmente fue el TURF, como también en alga calcárea (Figura 5A), alga roja y roca.

Distribución en El Salvador: Se encontró desde los 4 a los 100 m perpendiculares a la línea costera, en la región oriental y occidental; en las playas La Construcción y La Pulgosa, El Amor, Las Veraneras y La Privada.

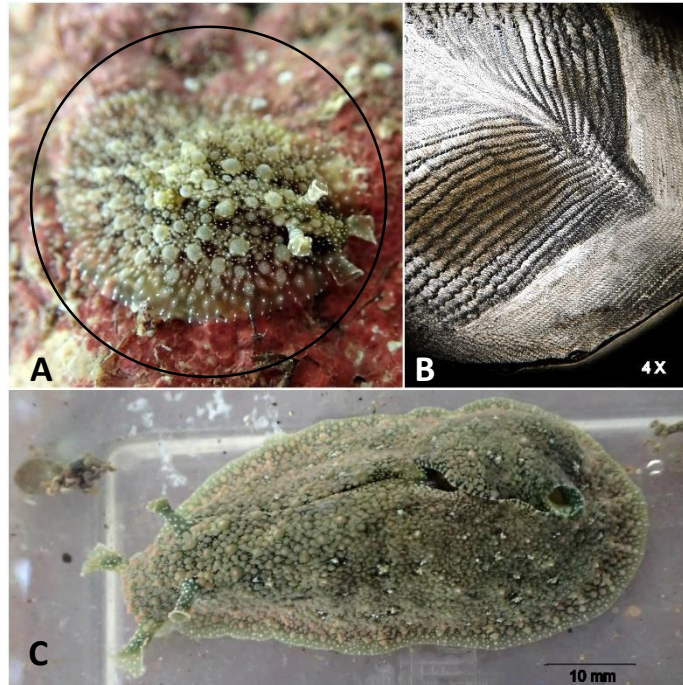


Figura 5. *Dolabrifera dolabrifera*. A) *D. dolabrifera* en sustrato de alga calcárea. B) Parte de su rádula observada en microscopio óptico. C) Ejemplar procesado en laboratorio.

Género *Stylocheilus* Gould, 1852

Stylocheilus striatus Quoy & Gaimard, 1832

Sinonimias: *Aplysia striata* Quoy & Gaimard, 1832; *Aplysia longicauda* Quoy & Gaimard, 1825; *Notarchus polyomma* Mörch, 1863; *Stylocheilus citrinus* Rang, 1828; *Stylocheilus lineolatus* Gould, 1852; *Stylocheilus longicauda* Quoy & Gaimard, 1825.

Material identificado: ICMARES UES-CI 53, ICMARES UES-CI 58.

Descripción: El cuerpo es elongado. Color del cuerpo entero es crema con líneas o formas semi-ovales longitudinales de color café. Posee algunos círculos de tamaño regular esparcidos por todo el cuerpo, de coloración anaranjada y un punto en medio de esos círculos naranja de color azul que posee un delgado borde café. Ojos distinguibles. Rinóforos y tentáculos orales, largos y tubulares; ambas estructuras con el mismo color que el resto del cuerpo. El manto, rinóforos y tentáculos orales son villosos, con papilas simples y papilas ramificadas abundantes en toda la parte dorsal del cuerpo; estas últimas

observándose más en los bordes de los parapodios. Cola larga y puntiaguda (Cuadro 2). El largo del cuerpo osciló entre 14 mm – 32 mm de longitud (Figura 6A).

Fórmula radular: 23-24 (16-23.1.16-23) (Figura 6B).

Notas ecológicas: Esta especie se observa en grupo en el ANP Complejo Los Cóbano, sin embargo, en Punta Amapala se observan solitarios los organismos. Se registraron sobre alga calcárea (Figura 6C), alga parda, alga verde y TURF.

Distribución en El Salvador: En este estudio, esta especie se encontró distribuida desde los 7 m a los 213 m perpendiculares a la costa, en la región oriental (playas La Construcción y Maculís) y occidental del país (playas El Amor, Las Veraneras, y La Privada).

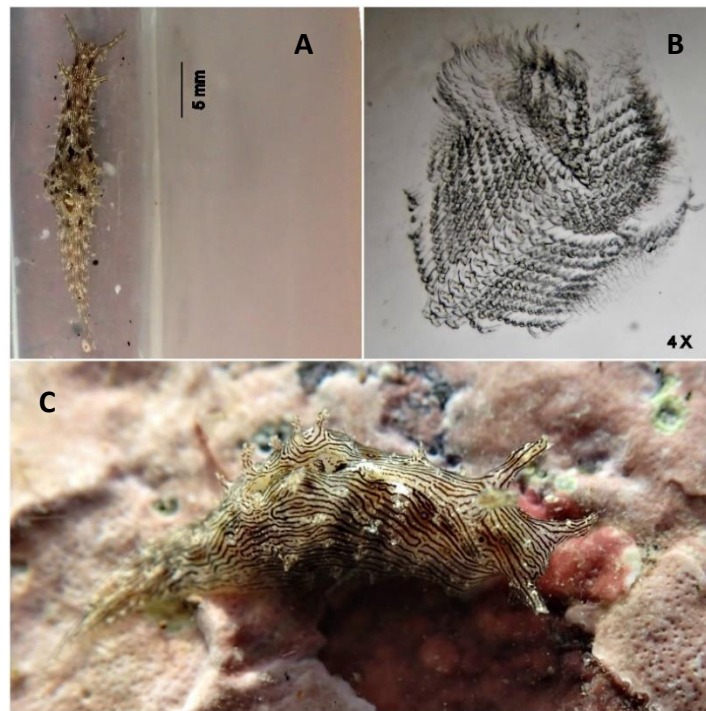


Figura 6. *Stylocheilus striatus*. A) Ejemplar procesado en laboratorio. B) Rádula del organismo observada al microscopio óptico. C) Organismo en sustrato de alga calcárea.

Orden CEPHALASPIDEA P. Fischer, 1883

Descripción: Todos los miembros de Cephalaspidea son animales globulares con cabezas suaves, ojos y escudo cefálico bien desarrollados, y con presencia de una concha externa en la mayoría. Los “caracoles burbuja” son caracterizados por dos sinapomorfías morfológicas: la presencia de tres placas del buche, y bandas ciliadas para la circulación del agua (Mikkelsen, 2002). Las estrategias alimentarias son diversas dentro de este grupo. La herbivoría es bien conocida en los cefalaspideos, los cuales mediante las placas del buche trituran las algas filamentosas, mientras que la carnivoría es ampliamente desarrollada en otros cefalaspideos que incluyen en su dieta presas como bivalvos, gusanos, y en pocos casos, otros congéneres (Mikkelsen, 2002; Wägele & Klussmann-Kolb, 2005).

Familia AGLAJIDAE Pilsbry, 1895

Descripción: Generalmente de colores pardos. Estructura corporal exterior muy simple y alargada. Dorso separado en dos partes por un ligero surco transversal. Manto prolongado hacia la parte posterior en dos lóbulos. Sin mandíbula ni rádula. Concha limitada a la mitad posterior del cuerpo, y reducida en una única espira muy abierta, plana, fina (Zamora & Naranjo, 2008) e interna. Fibras sensoriales ubicadas a cada lado de la abertura bucal (Gosliner, 1994).

Distribución: Mares tropicales y cálidos principalmente.

Género *Navanax* Pilsbry, 1895

Sinonimia: *Posterobranchaea* d'Orbigny, 1835.

Descripción: Bigotes sensoriales en la cabeza. Glándulas dorsales y ventrales o sólo ventrales. Sin diafragma. Concha interna con una espira abierta, calcificada sólo en esta región, con una membrana transparente descalcificada desde el borde de la espira y hasta aproximadamente 2 a 4 mm. Lóbulos caudales similares, y lóbulos posteriores iguales. Lóbulos del pie simétricos o el izquierdo formando un flagelo delgado. Filamentos sensoriales en el antro bucal. Bulbo bucal periforme, más grande que la glándula digestiva.

Esófago romboidal separado de la glándula digestiva. Con papila peneana. Próstata granular bifurcada en dos brazos simétricos bien separados o con una división poco definida, que define ligeramente dos regiones en la glándula. Glándula de la mucosa enrollada con las vueltas abiertas sin que sus bordes estén unidos (Ortea, Moro & Espinosa, 2007).

Distribución: Pacífico oriental tropical y subtropical, y el Atlántico. En el Pacífico se extiende desde el sur de México hasta Chile (Skoglund, 2002).

Navanax aenigmaticus Bergh, 1893

Sinonimia: *Navarchus aenigmaticus* Bergh, 1893

Material identificado: ICMARES UES-CI 31, ICMARES UES-CI 47.

Descripción: Cuerpo cilíndrico dividido en escudo cefálico y escudo posterior. Color del cuerpo café con manchas color crema. Ojos distinguibles a simple vista. Parapodios envolviendo la mayor parte del cuerpo (Cuadro 2). Bordes de los parapodios con líneas interrumpidas color negro, y continuamente pequeños puntos alineados longitudinalmente de coloración turquesa. Concha interna. Algunos individuos presentan color rojo violeta en el borde de los tentáculos orales y la punta de la cola. Textura de la piel lisa. La longitud de esta especie esde 10 mm a 54 mm (Figura 7B).

Descripción de la concha: La concha (Figura 7C y 7D) se encuentra internamente, con una espira dispuesta de manera abierta, y una membrana transparente resaltando en el borde de la espira.

Notas ecológicas: Se encuentran bajo roca (Figura 7A), solitarios o usualmente en pareja, sobre TURF o alga calcárea.

Distribución en El Salvador: En esta investigación se encontró distribuida desde los 40 m a los 90 m perpendiculares a la costa. Se registró la región occidental; en las playas El Amor, Las Veraneras y La Privada del ANP Complejo Los Cóbanos.

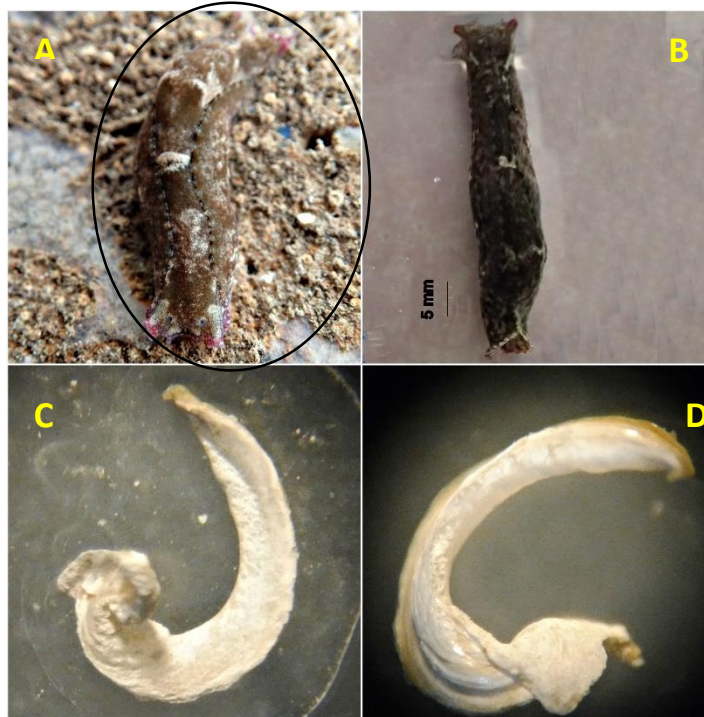


Figura 7. *Navanax aenigmaticus* A) *N. aenigmaticus* en sustrato rocoso. B) Ejemplar procesado en laboratorio. C) Concha del organismo. D) Vista del envés de la concha.

Orden NUDIPLEURA Wägele & Willan, 2000

Suborden NUDIBRANCHIA Odhner, 1984

Descripción: Este orden contiene a las especies más variadas y grandes de los opistobranquios. Son carnívoros, y su dieta incluye a los principales filos de animales marinos exceptuando Echinodermata. Se caracterizan por la pérdida completa de la concha y el opérculo, simetría bilateral, múltiples branquias, la cabeza y el pie diferenciado, un par de tentáculos orales gustatorios y rinóforos. En este grupo se estiman aproximadamente 3000 especies que presentan la mayor diversidad de formas desde zonas intermareales hasta grandes profundidades (Wägele & Klussmann-Kolb, 2005; Wägele & Willan, 2000).

Distribución: Tienen una amplia distribución mundial en todos los océanos (Wägele & Klussmann-Kolb, 2005; Wägele & Willan, 2000).

Familia DISCODORIDIDAE Bergh, 1891

Género *Diaulula* Bergh, 1878

Sinonimia: *Anisodoris* Bergh, 1898.

Descripción: Posee cariofilideos alargados. Próstata grande con dos partes diferenciadas. El pene y la vagina se encuentran desarmados. Cutícula labial lisa. Dientes radulares ganchudos y lisos (Valdés, 2004).

Distribución: Océano Atlántico, Pacífico, Indo-Pacífico y Mar Caribe (Valdés, 2004).

Diaulula greeleyi MacFarland, 1909

Sinonimias: *Montereina greeleyi* MacFarland, 1909; *Peltodoris greeleyi* MacFarland, 1909.

Material identificado: ICMARES UES-CI 33.

Descripción: La forma del cuerpo es oval. Los bordes del manto con ondulaciones. El pie presenta una ranura y muesca. El cuerpo es amarillo opaco (Figura 8A). En el manto se observan manchas color café distribuidas en toda esta estructura, pero con más presencia en los bordes del manto, y unas pocas manchas blancas en los bordes también. Presenta 12 hojas branquiales muy unidas dispuestas de forma erecta, y los rinóforos, con forma de dedo, presentan 10-12 lamelas o placas; ambas estructuras antes mencionadas son de color café pálido con un punto color crema en el ápice, y pueden contraerse en una cavidad donde se encuentran posicionadas, cavidad que posee una línea café en el borde (Cuadro 2). El largo del cuerpo del único espécimen recolectado para esta especie fue de 15 mm.

Fórmula radular: 30 (40.1.40) (Figura 8B).

Notas ecológicas: Se observó bajo roca, junto a *Polybranchia viridis*.

Distribución en El Salvador: En este estudio se encontró a los 214 m perpendiculares a la línea costera, presente únicamente en la región oriental; en playa La Construcción que se ubica en Punta Amapala.

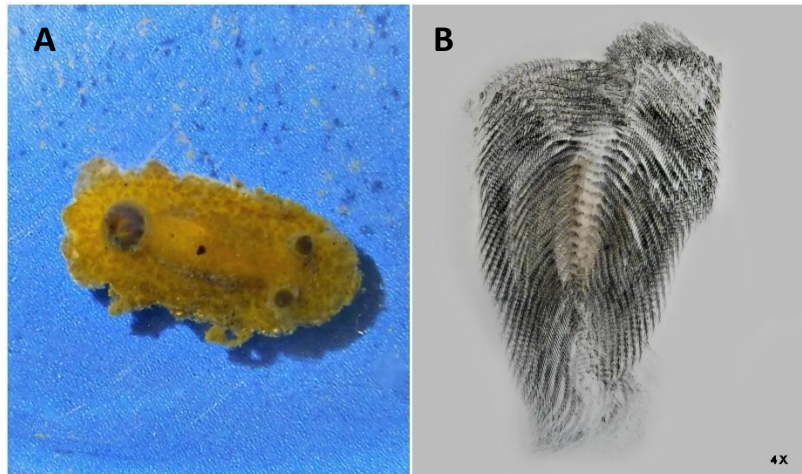


Figura 8. *Diaulula greeleyi*. A) Espécimen procesado en laboratorio, observado con un estereoscopio. B) Rádula observada en el microscopio óptico.

Género *Jorunna* Bergh, 1876

Sinonimias: *Audura* Bergh, 1878; *Awuka* Er. Marcus, 1955; *Centrodoris* P. Fischer, 1883; *Kentrodoris* Bergh, 1874.

Descripción: Cuerpo oval-elongado, flexible. Dorso cubierto con cariofilideos elongados. Vaina branquial y rinoforal reducida. Hojas branquiales unipinnadas a tripinnadas. Próstata masiva, con dos porciones. Vagina desarmada. Pene ocasionalmente con ganchos. Glándula accesoria larga con una espina copulatoria. Cutícula labial lisa o armada con pequeñas estructuras en forma de bastoncillos en la mandíbula (Camacho-García & Gosliner, 2008).

Distribución: Atlántico, Indo-Pacífico, aguas templadas del Pacífico de California y Pacífico Este Tropical (Camacho-García & Gosliner, 2008).

Sinonimias: *Doris tomentosa* Cuvier, 1804; *Jorunna tomentosa* Bergh, 1876; *Doris obvelata* Johnston, 1838; *Doris johnstoni* Alder & Hancock, 1845; *Jorunna johnstoni* var. *alba* Bergh, 1881.

Material identificado: ICMARES UES-CI 37.

Descripción: El cuerpo presenta una forma elongada y ovalada (Figura 9A y 9B), con una coloración blanca translúcida. El manto está parchado de manchas color café, con mayor acumulación en el borde del manto, formando una línea alrededor de este. Abundancia espículas muy delgadas y cortas en el manto. El pie posee una ranura y muesca. El pie se observa un poco sobresaliente visto desde el dorso del animal. Rinóforos cónicos (Figura 9D), transparentes, con 9 placas o lamelas que van desde enmedio del rinóforo hasta el ápice, en donde se torna café pálido (Cuadro 2). Presenta 12 hojas branquiales (Figura 9C) que se logran observar pinnadas, transparentes de la base, y, de la mitad de la hoja branquial al ápice, color café claro. Tanto los rinóforos como las hojas branquiales se retraen levemente. Tentáculos orales pequeños y cónicos debajo del manto. La longitud del cuerpo del único individuo recolectado para este espécimen es de 13 mm.

Fórmula radular: 20 (17.0.17). Rádula y diente radular lateral mostrados en Figura 9E y 9F.

Notas ecológicas: Organismos solitarios, se encuentra bajo roca y sobre TURF.

Distribución en El Salvador: El patrón de distribución es a los 43 m perpendiculares a la línea costera, encontrándose solamente en la región occidental; en la playa Las Veraneras del ANP Complejo Los Cóbanos.

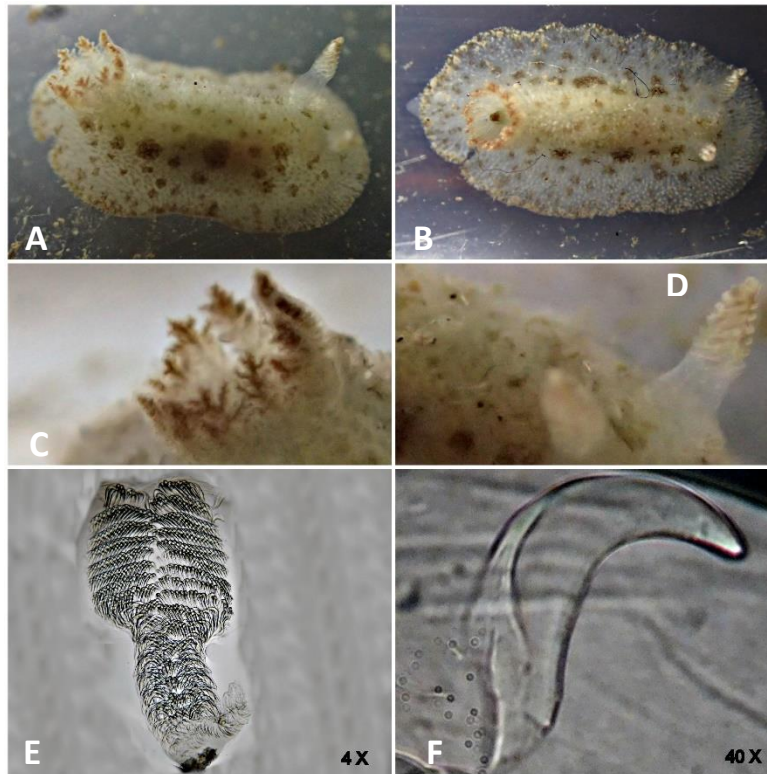


Figura 9. *Jorunna osae* A) Vista semi-lateral del organismo procesado en laboratorio. B) Vista dorsal. C) Hojas branquiales. D) Acercamiento de rinóforos. E) Rádula del organismo observada al microscopio óptico. F) Diente radular lateral.

Familia CHROMODORIDIDAE Bergh, 1891

Descripción: Usualmente poseen colores brillantes, y en relación a ello, se detectan fácilmente. No obstante, a pesar de su aspecto llamativo, son casi inmunes a la depredación, debido a que contienen componentes químicos que causan el alejamiento de los depredadores. En cuanto a su alimentación, casi todos los miembros de esta familia son muy selectivos en cuanto al sustrato del que se alimentan (Cimino, Fontana & Gavagnin, 1999).

Distribución: Se encuentra distribuida en los mares templados.

Género *Doriprismatica* d'Orbigny, 1839

Sinonimia: *Crepidodoris* Pagenstecher, 1877.

Doriprismatica sedna Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967

Sinonimias: *Casella sedna* Marcus & Marcus, 1967; *Chromodoris fayae* Lance, 1968; *Chromodoris sedna* Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967; *Chromolaichma sedna* Marcus & Marcus, 1967; *Glossodoris sedna* Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967.

Material identificado: ICMARES UES-CI 51, ICMARES UES-CI 61.

Descripción: Forma del cuerpo elongada. Coloración del cuerpo blanca. Manto liso, con bordes que tienen una ligera ondulación, y una línea amarilla delgada en el extremo del borde, seguida por una línea anaranjada. Cuenta con 10 hojas branquiales formando un círculo, y una hoja branquial pequeña al centro. Tanto las hojas branquiales como los rinóforos (Figura 10C) son pinnados, de color blanco translúcido en la mitad inferior y de color rojo en la mitad superior; ambas estructuras se pueden retraer levemente (Cuadro 2). Pie medianamente sobresaliente del manto, con bordes con misma coloración que los colores del manto. La menor longitud registrada en este organismo fue de 15 mm y la mayor longitud de 45 mm (Figura 10B).

Fórmula radular: 96 (36.1.36) para un organismo de 45 mm. Y, 117 (49.1.49), para espécimen de 15 mm (Figura 10D).

Notas ecológicas: Organismos registrados solitarios, bajo roca y sobre alga roja, alga calcárea, esponja y talpetate rocoso (Figura 10A). Algunos individuos en pozas con nivel de agua baja y caliente.

Distribución en El Salvador: Se localizó de los 76 m a los 200 m perpendiculares a la línea costera, en la región oriental y occidental del país; en las playas La Construcción, La Pulgosa y Maculís, de Punta Amapala, y playas Las Veraneras y La Privada, del ANP Complejo Los Cóbanos.

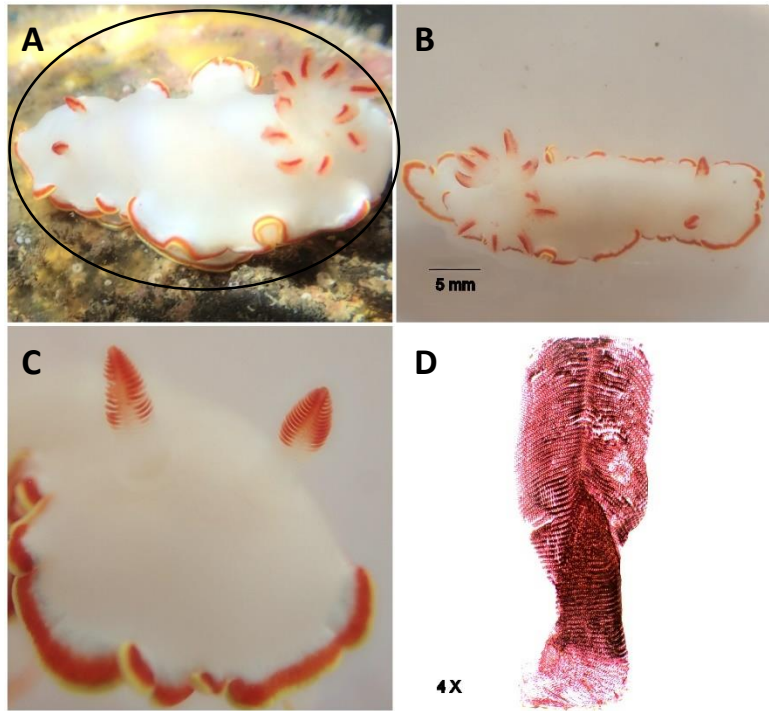


Figura 10. *Doriprismatica sedna*. A) Espécimen en sustrato de talpetate rocoso. B) Espécimen procesado en laboratorio. C) Acercamiento de rinóforos. D) Rádula observada en el microscopio óptico.

Género *Felimida* Ev. Marcus, 1971

Felimida dalli Bergh, 1879

Sinonimias: *Chromodoris banksi* Farmer, 1963; *Chromodoris banksi banksi* Farmer, 1963; *Chromodoris banksi sonora* Er. Marcus & Ev. Marcus, 1967; *Chromodoris dalli* Bergh, 1879; *Chromodoris sonora* Marcus & Marcus, 1967; *Chromolaichma dalli* Bergh, 1879; *Glossodoris dalli* Bergh, 1879.

Material identificado: ICMARES UES-CI 36.

Descripción: Cuerpo con forma elongada (Cuadro 2). Color del manto es gris, con puntos blancos y negros, presentando tubérculos sobresalientes de coloración rosa, con una línea delgada y blanca en el borde del manto, y continuamente una línea anaranjada.

Se observaron 22 placas o lamelas en los rinóforos (Figura 11D), los cuales son color negro en la base, blanco translúcido en la parte media del rinóforo, y anaranjado o rojo violeta desde la parte media hasta el ápice, con un punto blanco en la punta del ápice. Con 20 hojas branquiales (Figura 11E) unipinnadas, que poseen alrededor de 11 placas o lamelas, variando en cada hoja branquial; formándose dos grupos de hojas branquiales, y algunas solitarias entre esos dos grupos, de color blanco translúcido la mayor parte de la estructura y anaranjado o rojo violeta a partir desde un poco más de la mitad, con la punta del ápice blanca. Ambas estructuras antes mencionadas sin poder contraerse.

Pie muy sobresaliente del manto, con la misma coloración del manto en la parte dorsal del pie, y blanco translúcido de la parte ventral; con una ranura y muesca. La longitud del cuerpo del animal vivo fue de 24 mm (Figura 11B).

Fórmula radular: 130 (34.1.34). Imagen de rádula se puede observar en Figura 11C.

Notas ecológicas: Organismos observados solitarios, sobre alga calcárea (Figura 11A) y arena.

Distribución en El Salvador: Se encontró presente a los 30 m perpendiculares a la línea costera, para la región occidental, en playa El Amor del ANP Complejo Los Cóbano.

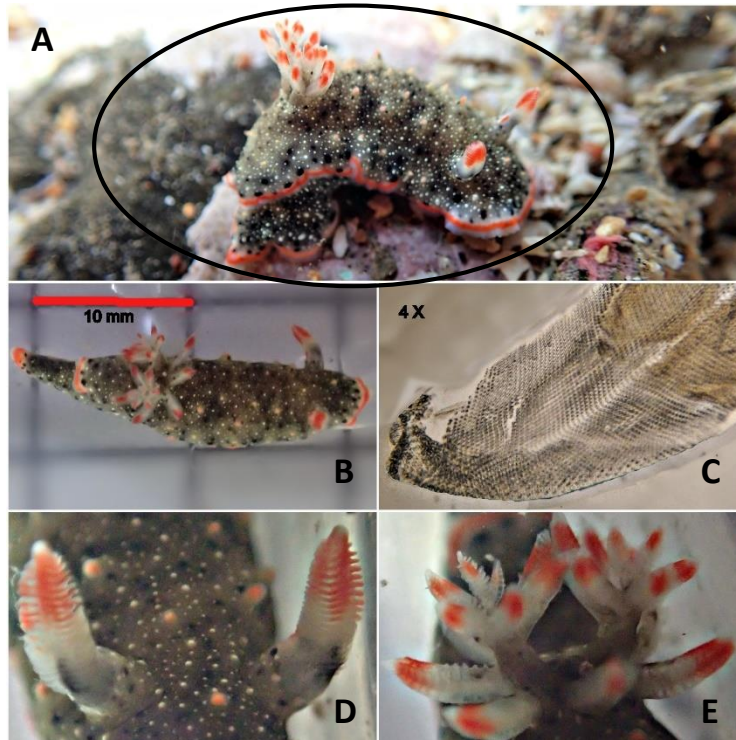


Figura 11. *Felimida dalli*. A) *F. dalli* en sustrato de alga calcárea. B) Espécimen procesado en laboratorio. C) Rádula observada en el microscopio óptico. D) Acercamiento de rinóforos. E) Acercamiento a las hojas branquiales.

Felimida sphoni Ev. Marcus, 1971

Sinonimia: *Chromodoris sphoni* Ev. Marcus, 1971

Material identificado: ICMARES UES-CI 44.

Descripción: La disposición de la forma del cuerpo es ovalada y alargada (Figura 12A), y con coloración roja (Cuadro 2). El manto posee un borde blanco translúcido, y a la par de ese borde, un patrón de líneas blancas; continuamente, hacia la parte dorsal mas central, un borde oval dividido en dos, color verde menta, y en el centro del dorso varios puntos amarillos difuminados. El pie (Figura 12B), por su lado, solamente posee un borde blanco translúcido y puntos amarillos difuminados en el centro. Los rinóforos son delgados, de longitud mediana en comparación a su cuerpo, y con protuberancias en forma de anillo, presentando una coloración blanca translúcida con el ápice color ocre. Las branquias (Figura 12C) presentan, también, color blanco translúcido, cada una con el ápice ocre. El individuo

recolectado poseía ocho branquias, que no se contraen. Esta especie presentó una longitud del cuerpo de 10 mm.

Fórmula radular: 43 (27.1.27) (Figura 12D).

Notas ecológicas: Organismos solitarios. El sustrato en que se le observó fue alga calcárea y arena.

Distribución en El Salvador: Para este estudio se encontró distribuida a los 30 m perpendiculares a la costa, únicamente en la zona occidental, exclusivamente en la playa Las Veraneras del ANP Complejo Los Cóbano.

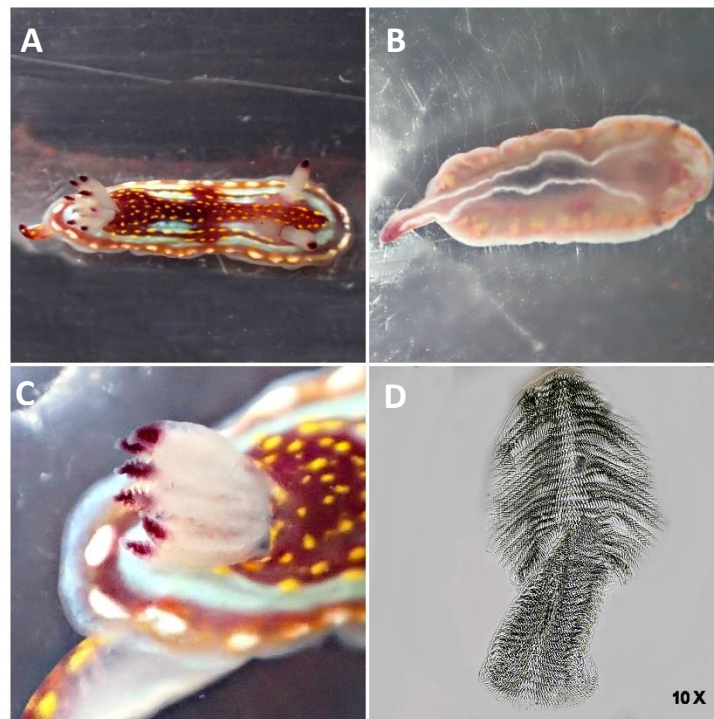


Figura 12. *Felimida sphoni*. A) Especimen procesado en laboratorio. B) Vista ventral del espécimen, mostrándose la muesca que presenta en el pie. C) Acercamiento de las hojas branquiales. D) Rádula del organismo observada en un microscopio óptico.

Género *Taringa* Er. Marcus, 1955

Taringa aivica Ev. Marcus, 1967

Sinonimia: *Taringa aivica aivica* Ev. Marcus & Er. Marcus, 1967.

Material identificado: ICMARES UES-CI 34.

Descripción: El cuerpo tiene forma oval (Cuadro 2). Manto color amarillo pálido (Figura 13D) u ocre (Figura 13B) en diferentes individuos, recubierto de tubérculos del color del manto, pero el ápice de estos color crema translúcido; tubérculos de mayor tamaño son abundantes en el manto y de color crema. Rinóforos cortos y cónicos, con manchas color café si es que el manto del individuo posee coloración amarillo pálido, pero, con manchas color crema, si el manto del individuo posee una coloración ocre; presentando alrededor de 14 placas o lamelas. Branquias compuestas de 6 hojas branquiales tripinnadas color crema con pequeños puntos dispersos de color café a negro. Rinóforos y hojas branquiales pueden retraerse en una cavidad. Pie con ranura y muesca, color amarillo suave. La longitud del cuerpo es de 22 mm - 24 mm (Figura 13E).

Fórmula radular: 31 (39-40.0.39-40) (Figura 13F).

Notas ecológicas: Registrados en pareja, sobre alga calcárea (Figura 13A Y 13C).

Distribución en El Salvador: Se distribuye a los 150 m perpendiculares a la costa, solamente en la zona occidental; en la playa Las Veraneras, del ANP Complejo Los Cóbanos.

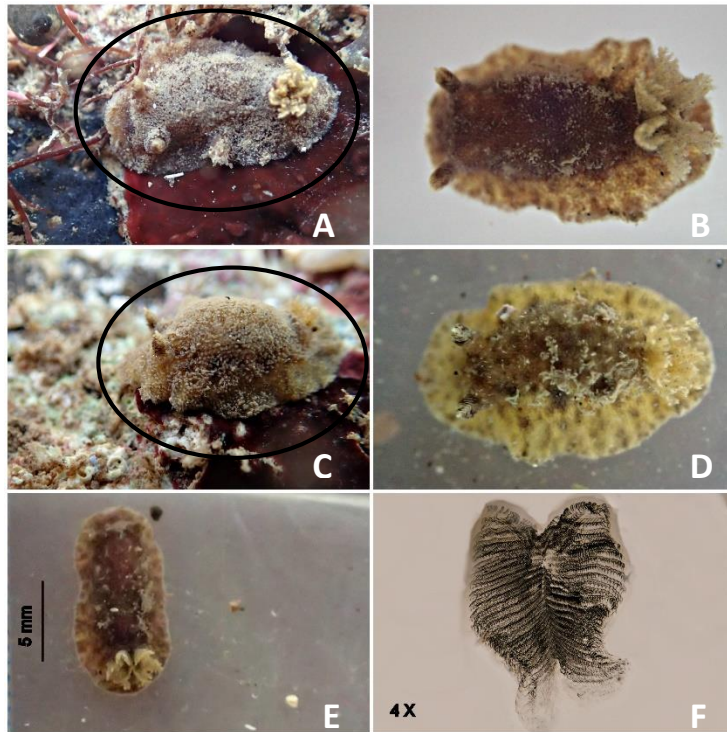


Figura 13. *Taringa aivica*. A) Evidencia de coloración ocre de parte de un individuo sobre sustrato de alga calcárea. B) Vista dorsal del individuo de coloración ocre. C) Espécimen evidenciando coloración amarillo opaco sobre sustrato de alga calcárea. D) Vista dorsal del espécimen con coloración amarillo opaco. E) Uno de los individuos procesados en laboratorio. F) Rádula de *T. aivica* observada en un microscopio óptico.

Orden SACOGLOSSA Ihering, 1876

Descripción: Los miembros del orden Sacoglossa muestran una serie evolutiva completa de los moluscos con concha (grupo Oxynoacea), con una concha larga o reducida, a especies sin concha (grupo Placobranchacea) (Jensen, 1996). Todos los sacoglosos son succionadores especializados. Con pocas excepciones son herbívoros, principalmente asociados con el orden de algas Siphonales. Muchos de ellos tienen la habilidad de retener en sus tejidos cloroplastos fotosintéticamente funcionales de las algas y de utilizarlos para producir metabolitos secundarios, incluyendo compuestos para defensa (Cimino, Fontana & Gavagnin, 1999).

Distribución: Las especies viven principalmente en el Océano Pacífico Central, donde frecuentan las costas de las islas tropicales. Diversas extensiones de especies también son conocidas en el Caribe e Indomalaya. Estas tres provincias tienen distintos rangos de

especies, indicando un alto grado de separación biogeográfica. Más lejos de la línea ecuatorial donde los sacoglosos se encuentran presentes, en lugares como Australia o Japón, la diversidad es menor, y las especies presentes son típicamente especies tropicales que tienen una mayor tolerancia a las variaciones de temperatura. Su distribución templada corresponde estrechamente a la distribución de su fuente importante de alimento: *Caulerpa* (Jensen, 2006). Por lo general viven en densidades de población muy bajas, por lo que el estudio científico del grupo difícil (Jensen, 1997).

Familia PLAKOBRANCHIDAE Gray, 1840

Descripción: La familia Plakobranchidae es la que cuenta con más especies en el orden Sacoglossa, por lo tanto, es la más grande (Jensen, 1997a). La concha en esta familia está ausente. Poseen cuerpo liso, aplanado, con forma de hoja y lóbulos parapodiales anchos (ausentes en ejemplares juveniles). Los tentáculos orales están ausentes, pero la cabeza tiene tentáculos rinoforales.

La abertura anal es antero-lateral, en el lado derecho. Los dientes radulares llevan a menudo denticulaciones finas. El pene está desarmado (Adams & Adams, 1854). Entre los plakobranquidos (= Elysiidae) sin concha, las especies más primitivas se alimentan de algunas siphonales y fijan carbono, mientras que las especies más "avanzadas" tienen una dieta alimentaria más amplia. La mayoría de estas especies "avanzadas" son incapaces de fijar carbono debido a que los cloroplastos de las algas, su fuente de alimento, se rompen mecánicamente durante la ingestión (Marín & Ross, 2004).

Género *Elysia* Risso, 1818

Sinonimias: *Actaeon* Rang, 1829; *Aplysiopterus* Delle Chiaje, 1830; *Checholysia* Ortea, Caballer, Moro & Espinosa, 2005; *Elysiella* Bergh, 1871; *Pterogasteron* Pease, 1860; *Thallepus* Swainson, 1840; *Thridachia* P. Fischer, 1883; *Tridachia* Deshayes, 1857; *Tridachiella* MacFarland, 1924.

Descripción: Las especies que pertenecen al género *Elysia* tienen un pie estrecho y un par de parapodios laterales en forma de hoja, a menudo de color verde, en el que se conservan

los cloroplastos secuestrados de algas. Muchas especies se encuentran generalmente en asociación con algas verdes, pero algunas especies incluyen otro tipo de algas e incluso pastos marinos en su dieta (Marin & Ros, 2004).

Elysia diomedea Bergh, 1984

Sinonimias: *Tridachia diomedea* Bergh, 1894; *Tridachiella diomedea* Bergh, 1894.

Material identificado: ICMARES UES-CI 50, ICMARES UES-CI 54.

Descripción: Manto liso. Cuerpo color verde con puntos entre blanco y celeste fluorescente en la parte central del manto, y con líneas longitudinales blancas en el manto (Cuadro 2). Parapodios fuertemente plegados en el borde, con líneas color rojo, negro y azul, y a veces también amarillas. Los rinóforos son largos y enrollados, con líneas blancas y negras. La menor longitud del cuerpo de los especímenes recolectados fue de 30 mm (Figura 14B), y la mayor longitud de los especímenes fue de 60 mm.

Fórmula radular: 0.1.0. Imagen de la rádula, como el acercamiento de su diente radular se observan en Figura 14C y 14D.

Notas ecológicas: Los organismos se observaron solitarios o con cierta cercanía de unos pocos individuos de su misma especie, con leves cambios de coloración entre algunos individuos. Se registraron sobre alga calcárea, alga verde (Figura 14A), arena, roca y TURF.

Distribución en El Salvador: Para esta investigación, se encontró distribuida de los 50 m a los 225 m perpendiculares a la línea costera, en la zona occidental y oriental; en las playas La Construcción y Maculís, de Punta Amapala, y en las playas El Amor, Las Veraneras y La Privada, del ANP Complejo Los Cóbano.

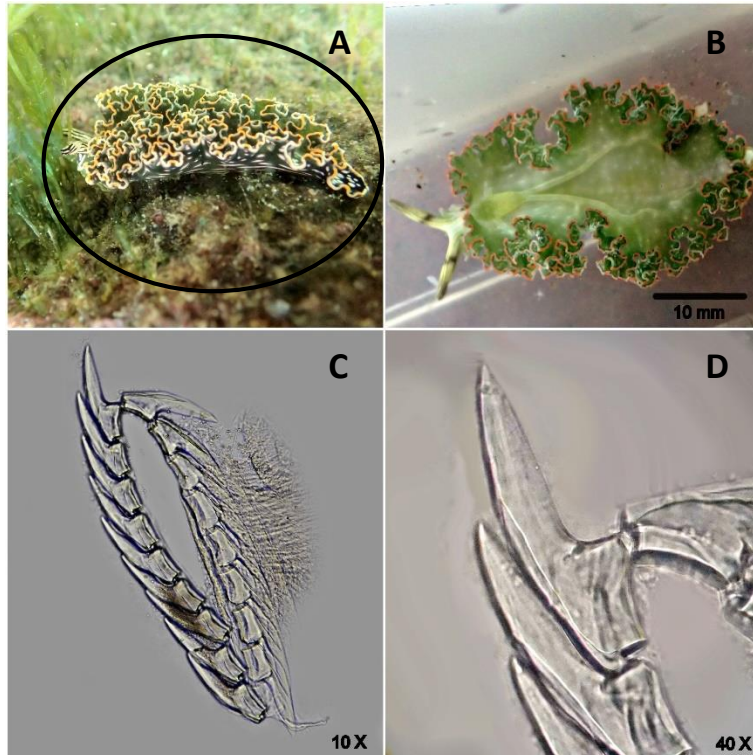


Figura 14. *Elysia diomedea* A) Organismo observado en sustrato rocoso recubierto de alga verde. B) Espécimen procesado en laboratorio. Se exhibe el dorso del espécimen mostrando el manto, lográndose observar las nervaduras que le conectan al parapodio. C) Rádula del organismo observada en un microscopio óptico. D) Diente radular observado en el microscopio óptico.

Elysia pusilla Bergh, 1871

Sinonimias: *Elysia halimeda* Macnae, 1954; *Elysiella pusilla* Bergh, 1871.

Material identificado: ICMARES UES-CI 32, ICMARES UES-CI 39.

Descripción: La forma del cuerpo cuando se encuentra en movimiento es alargada (Figura 15C), no obstante, cuando se observa sin movimiento en el sustrato de *Halimeda sp.*, adopta una forma circular y aplanada dorso-ventralmente (Figura 15A y 15B), parecida a la hoja de esa especie de macroalga, debido a que es una especie muy críptica (Cuadro 2). El cuerpo posee coloración verde claro dispuesto de manera resquebrajada en su mayoría, con minúsculos puntos blancos y negros. Los rinóforos (Figura 15D) son transparentes con pequeños puntos blancos y rojos. *Elysia pusilla* fue la especie con menor longitud entre todas las especies de esta investigación, con 3 mm el individuo más pequeño y 9 mm el individuo más grande.

Fórmula radular: Debido al diminuto tamaño del organismo, se presentaron dificultades técnicas para la observación y extracción de la rádula, por lo que no se logró observar el diente radular de esta especie. Sin embargo, se conoce que la forma radular de todos los sacoglossos, incluyendo a *E. pusilla*, es 0.1.0.

Notas ecológicas: Observados sobre el alga verde *Halimeda* sp. Algunos individuos encontrados incluso en marea muy baja, al borde de la película de agua.

Distribución en El Salvador: Se encontró distribuida de los 100 m a los 225 m perpendiculares de la costa, en la región oriental y occidental del Pacífico salvadoreño; en las playas La Construcción y La Pulgosa, de Punta Amapala, y para playa La Privada, en el ANP Complejo Los Cóbano.

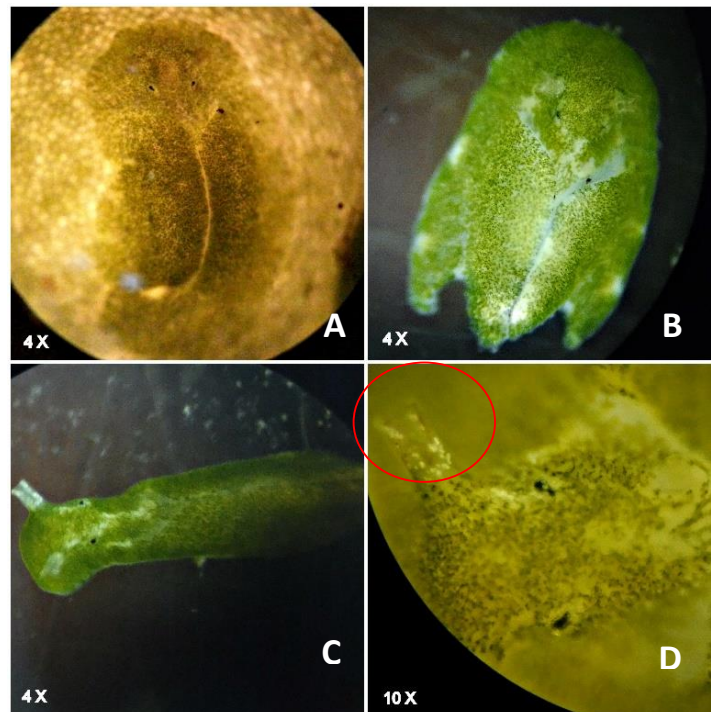


Figura 15. *Elysia pusilla* A) Espécimen adoptando una posición semi-circular u ovalada que presentaba al posarse en el sustrato algal de *Halimeda* sp. B) Fotografía que muestra un color más preciso del organismo (Aclarando que este espécimen había perdido gran parte de su “cola”). C) Forma y posición alargada que presenta cuando se encuentra en movimiento. D) Rinóforo señalado en el círculo.

Familia CALIPHYLLIDAE Tiberi, 1881

Descripción: La familia Caliphyllidae incluye especies relativamente largas, con ceratas aplanadas y rinóforos bífidos. Se alimentan de una gran variedad de algas verdes. Nocturnamente activas. La mayoría autotomiza sus ceratas cuando se siente amenazadas.

Género *Polybranchia* Pease, 1860

Sinonimias: *Branchophyllum* Pruvot-Fol, 1947; *Lobifera* Pease, 1866; *Phyllobranchillus* Pruvot-Fol, 1933.

Polybranchia viridis Deshayes, 1857

Sinonimias: *Hermaea viridis* Deshayes, 1857; *Phyllobranchillus viridis* Deshayes, 1857.

Material identificado: ICMARES UES-CI 35.

Descripción: Cuerpo color verde olivo translúcido en su mayoría (Figura 16A). Ceratas con manchas blancas y puntos negros. Bordes de los parapodios revestidos en abundancia de ceratas (Figura 16B), las cuales poseen forma de hojas con papilas sobre ellas (Cuadro 2). En el centro del manto se presentan dos manchas blancas (Figura 16C), y una de ellas recubre la parte donde se ubica el pericardio. Los rinóforos son dobles y enrollados, de color verde olivo translúcido, con puntos negros y blancos. La longitud del cuerpo del animal vivo es de 20 mm.

Fórmula radular: 0.1.0. La imagen de la rádula y el acercamiento de su diente radular, se observa en Figura 16D y 16E.

Notas ecológicas: Hallada bajo roca, junto a *Diaulula greeleyi*.

Distribución en El Salvador: Se encontró distribuida a los 213 m perpendiculares a la línea costera, únicamente en la zona oriental del país; en playa La Construcción, ubicada en Punta Amapala.

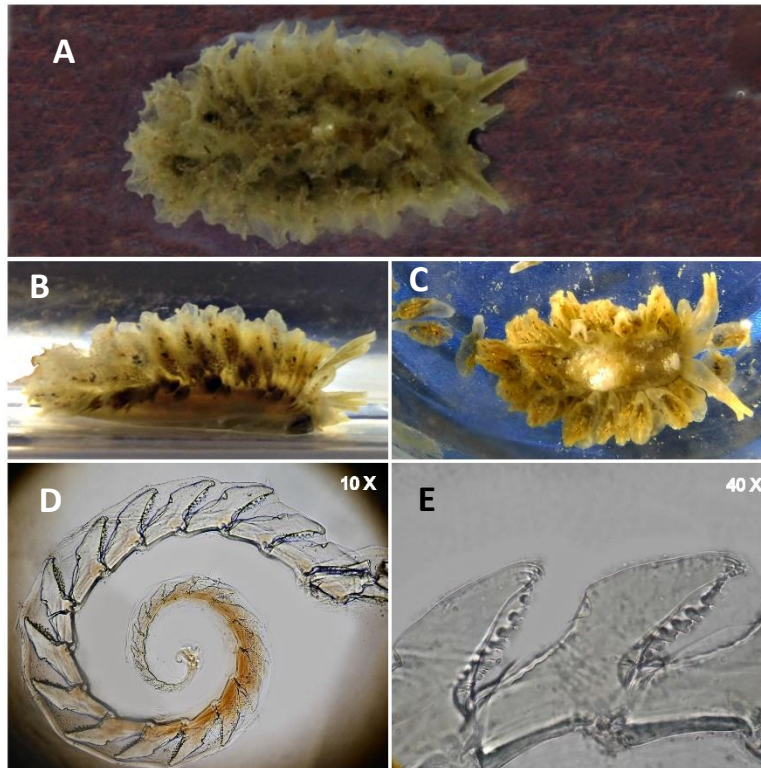


Figura 16. *Polybranchia viridis*. A) Vista dorsal del organismo. B) Vista lateral del espécimen, donde se observa de manera un poco más clara sus rinóforos bífidos y ceratas. C) *P. viridis* al haber desprendido sus ceratas después de colocarse en formalina al 4 %. D) Hilera de dientes radulares uniseriados observada en el microscopio óptico. E) Diente radular observado en un microscopio óptico.

Cuadro 2. Englobamiento de las características taxonómicas de los opistobranquios estudiados.

Especie	Forma del cuerpo	Coloración del cuerpo	Forma de rinóforos	Rádula	Concha	Branquias
<i>Aplysia parvula</i>	Oblongo-ovalado, estrechándose en la cola	Rojo con diminutos puntos blancuzcos ó amarillos esparcidos en el manto, algunos aglomerados, y otros formando líneas latidunales. Borde de parapodios con líneas de color negro, azul y rojo	Semi-alargados y enrollados	Presente	Semi-externa	Internas
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	Oblongo-ovalado, estrechándose en la cola	Manto color negro con diminutos puntos blancos, recubierto en su totalidad de círculos imperfectos color verde, revestido de tubérculos color rosa suave con el ápice color blanco translúcido. Color del borde del manto es verde suave con algunos puntos blancos	Cortos y enrollados	Presente	Presente (internamente)	Internas
<i>Diaulula greeleyi</i>	Ovalado	Cuerpo amarillo opaco, manto con manchas esparcidas color café, pero con más presencia en los bordes del manto, y con pocas manchas blancas en los bordes también	Semi-cortos, en forma de dedo, estrechándose del ápice.	Presente	Ausente	Externas
<i>Doriprismatica sedna</i>	Elongado	Cuerpo blanco, manto con línea amarilla delgada en el extremo del borde, seguida por una línea anaranjada	Alargados, estrechándose en el ápice	Presente	Ausente	Externas
<i>Elysia diomedea</i>	Elongado	Cuerpo color verde de base, con puntos entre blanco y celeste fluorescente en la parte central del manto, y con líneas longitudinales blancas en el manto. Parapodios con líneas rojas, negras y azules, y a veces amarillas	Largos, cilíndricos y enrollados	Presente	Ausente	Externas
<i>Elysia pusilla</i>	La forma del cuerpo cuando se encuentra en movimiento es de forma alargada, mientras que cuando se observa sin movimiento en el sustrato de <i>Halimeda sp.</i> adopta una forma aplanada dorso-ventralmente y circular	El cuerpo posee coloración verde claro dispuesto de manera resquebrajada en su mayoría, con minúsculos puntos blancos y negros	Cortos y enrollados	Presente	Ausente	Externas

<i>Felimida dalli</i>	Elongado	Gris con puntos blancos y negros, tubérculos sobresalientes color rosados, línea blanca delgada en el borde del manto y continuamente una línea anaranjada	Semi-largos, en forma de dedos, estrechándose en el ápice	Presente	Ausente	Externas
<i>Felimida sphoni</i>	Ovalado, alargado y delgado	Rojo con borde del manto color blanco translúcido, y a la par de ese borde, un patrón de líneas blancas, continuamente, hacia la parte dorsal mas central, un borde oval dividido en dos, color verde menta, y en el centro del dorso varios puntos amarillos difuminados	Largos, cilíndricos y estrechándose en el ápice	Presente	Ausente	Externas
<i>Jorunna osae</i>	Elongado-ovalado	Coloración blanca translúcida, manto parchado de manchas color café, más acumuladas en el borde del manto formando una línea alrededor de este	Semi-largos y estrechándose en el ápice	Presente	Ausente	Externas
<i>Navanax aenigmaticus</i>	Cilíndrico dividido en escudo cefálico y escudo posterior	Color café con manchas color crema. Algunos individuos con rojo violeta en el borde de los tentáculos orales y la punta de la cola	Ausentes	Ausente	Presente (internamente)	Internas
<i>Polybranchia viridis</i>	Oblongo-ovalado	Color verde olivo translúcido en su mayoría, ceratas con manchas blancas y puntos negros	Dobles, largos, cilíndricos y enrollados	Presente	Ausente	Externas
<i>Stylocheilus striatus</i>	Oblongo-ovalado, estrechándose en la cola	Crema con líneas o formas semi-ovales longitudinales de color café; con algunos círculos anaranjados esparcidos por todo el cuerpo, y un punto en medio de esos círculos naranja de color azul con un delgado borde café	Alargados y enrollados	Presente	Ausente	Internas
<i>Taringa aivica</i>	Ovalado	Manto color amarillo pálido a ocre en diferentes individuos, recubierto de tubérculos del color del manto, pero el ápice color crema translúcido; tubérculos de mayor tamaño de color crema	En forma de dedo, estrechándose en el ápice	Presente	Ausente	Externas

5.2. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE OPISTOBRANQUIOS.

5.2.1. Diversidad de opistobranquios.

La diversidad de opistobranquios se describe a través de la curva de acumulación de especies, la cual se basó en los datos de abundancia en un área de 6,750 m², muestreada durante 66 horas en total, por 1 hora – 4 horas al día, entre 6:30 AM y 5:30 PM, dependiendo de la hora de la marea baja, entre junio a octubre de 2015. El valor de riqueza observado (S est) se representa por la curva de color morado (Gráfico 1), y el ajuste del indicador no paramétrico Chao 1, está representado con la curva color azul. El eje X constituye el tiempo de esfuerzo (en horas), y el eje Y, los datos del número de especies observadas. En el gráfico se observa la disposición de la asíntota de Chao 1 Mean, la cual es una curva bastante pronunciada, indicando que la tendencia del número de especies de opistobranquios que se esperaría observar en las playas muestreadas, estaría entre 16 a 17 especies, lo que no está muy alejado del número de especies que representa la asíntota de S(est), siendo 13 especies; lo que sugiere sólo un poco más de esfuerzo de muestreo para encontrar de 3 a 4 especies que no fueron observadas, según el estimador CHAO 1 Mean.

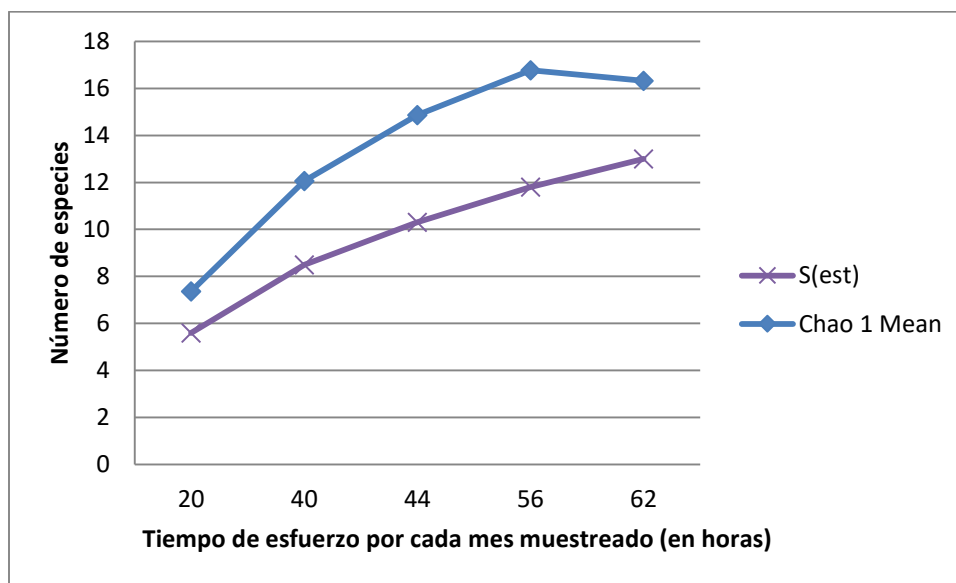


Gráfico 1. Curva de acumulación de especies.

5.2.2. Abundancia de opistobranquios.

Se contabilizó un total de 641 individuos para todo el estudio, indicando cual es la abundancia total de cada una de las especies, así como también la abundancia total de cada una de las especies por playa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de abundancia de especies entre playas.

Especie	Playas de Punta Amapala			Playas del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos			Abundancia total de cada una de las especies
	La Construcción	La Pulgosa	Maculís	El Amor	Las Veraneras	La Privada	
<i>Aplysia parvula</i>	0	1	0	1	0	0	2
<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	135	87	0	19	82	36	359
<i>Diaulula greeleyi</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Doriprismatica sedna</i>	1	3	1	0	1	1	7
<i>Elysia diomedea</i>	9	0	5	40	15	24	93
<i>Elysia pusilla</i>	3	4	0	0	0	2	9
<i>Felimida dalli</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Felimida sphoni</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Jorunna osae</i>	0	0	0	0	1	0	1
<i>Navanax aenigmaticus</i>	0	0	0	4	2	1	7
<i>Polybranchia viridis</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Stylocheilus striatus</i>	7	0	1	128	18	3	157
<i>Taringa aivica</i>	0	0	0	0	2	0	2
Abundancia total de las especies por playa	157	95	7	193	122	67	
Total							641

En Punta Amapala se contabilizó 259 individuos en total, y en el ANP Complejo Los Cóbanos, 389 individuos. Las especies con mayor abundancia fueron *D. dolabrifera*, *E. diomedea* y *E. striatus* (Gráfico 2), y de estas, *D. dolabrifera* fue la que presentó mayor abundancia para ambos sitios, con 359 individuos. Por otro lado, el resto de las especies presentaron bajas abundancias, con un individuo por especie en algunas ocasiones, como en *D. greeleyi*, *F. dalli*, *F. sphoni*, *J. osae* y *P. viridis*, e incrementando a dos individuos por especie en *A. parvula* y *T. aivica*; y *D. sedna*, *E. pusilla* y *N. aenigmaticus* entre cinco a nueve individuos por especie.

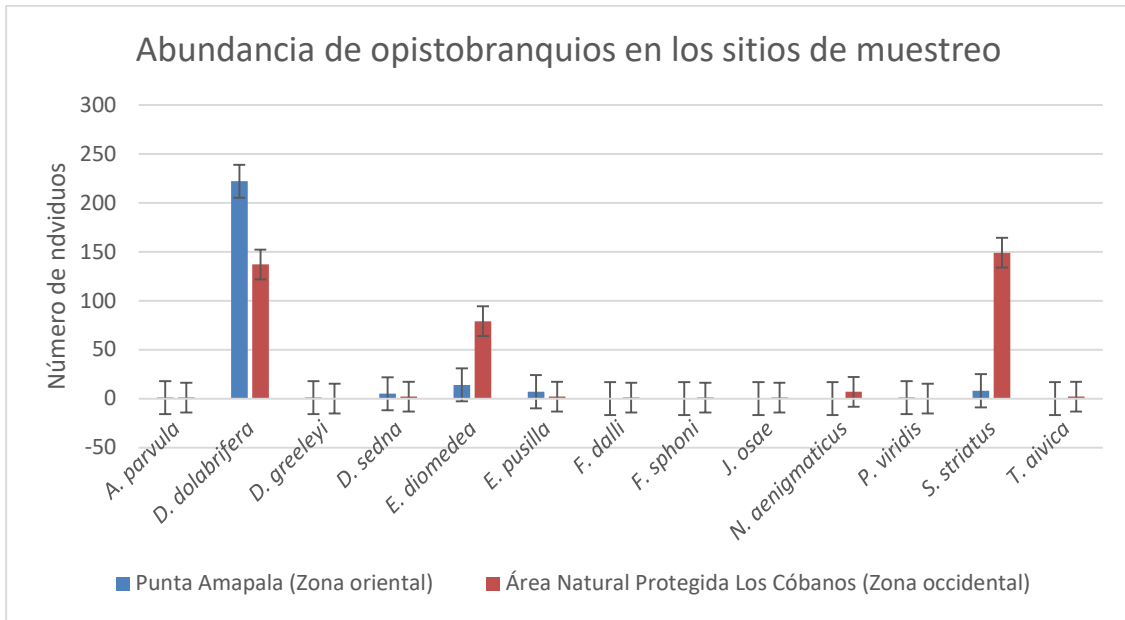


Gráfico 2. Abundancia de opistobranquios en los sitios de muestreo.

5.2.3. Similitud entre las playas por composición de especies.

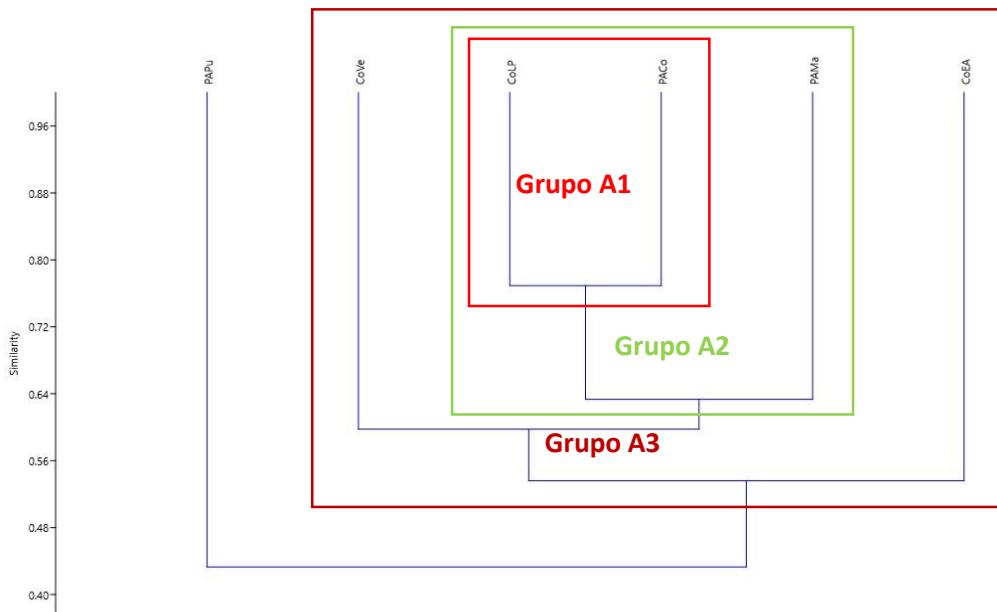


Gráfico 3. Dendrograma del Análisis Cluster sobre comparación de riqueza de opistobranquios entre Punta Amapala y el ANP Complejo Los Cóbanos.

*Descripción de acrónimos en el dendrograma, que representan cada playa muestreada: PAPu = La Pulgosa, Punta Amapala; CoVe = Las Veraneras, ANP Complejo Los Cóbanos; CoLP = La Privada, ANP Complejo Los Cóbanos; PACo = La Construcción, Punta Amapala; PAMa = Maculís, Punta Amapala; CoEA = El Amor, ANP Complejo Los Cóbanos.

El análisis de similitud de opistobranquios bajo el índice de Jaccard, el cual posee una correlación de 0.73 (73%), muestra tres subagrupaciones (Gráfico 3), las cuales se dividen de la siguiente manera:

El **grupo A.1.** Está conformado por dos playas: La Privada y La Construcción. Presentando el mayor porcentaje de similitud con 77%. Esto se debe a que comparten el mayor número de especies, las cuales son: *Dolabrifera dolabrifera*, *Doriprismatica sedna*, *Elysia diomedea*, *Elysia pusilla* y *Stylocheilus striatus*.

El **grupo A.2.** Posee tres playas: La Privada, La Construcción y Maculís. Esta agrupación tiene un porcentaje de similitud de 64%. El grupo comparte tres especies en común: *Doriprismatica sedna*, *Elysia diomedea* y *Stylocheilus striatus*.

El **grupo A.3.** Se forma debido a que la playa El Amor, posee un porcentaje de similitud de un 60 %, el cual resultó ser el menor porcentaje en todas las agrupaciones, con las playas Las Veraneras, La Privada, La Construcción y Maculís.

60% es un porcentaje que representa una correlación media-alta entre esos sitios de muestreo, por la razón de que poseen tres especies en común, de 13 especies en total observadas para este estudio.

Al finalizar de analizar este dendograma, cabe mencionar que la playa La Pulgosa no se añadió en ninguno de los grupos, por la razón que, como se observa en el gráfico 3, al agruparle con las demás playas, se obtiene el porcentaje de similitud más bajo, siendo este de 54 %, y sin presentar alguna especie en común con todas ellas en conjunto.

5.2.4. Similitud entre las especies por abundancia.

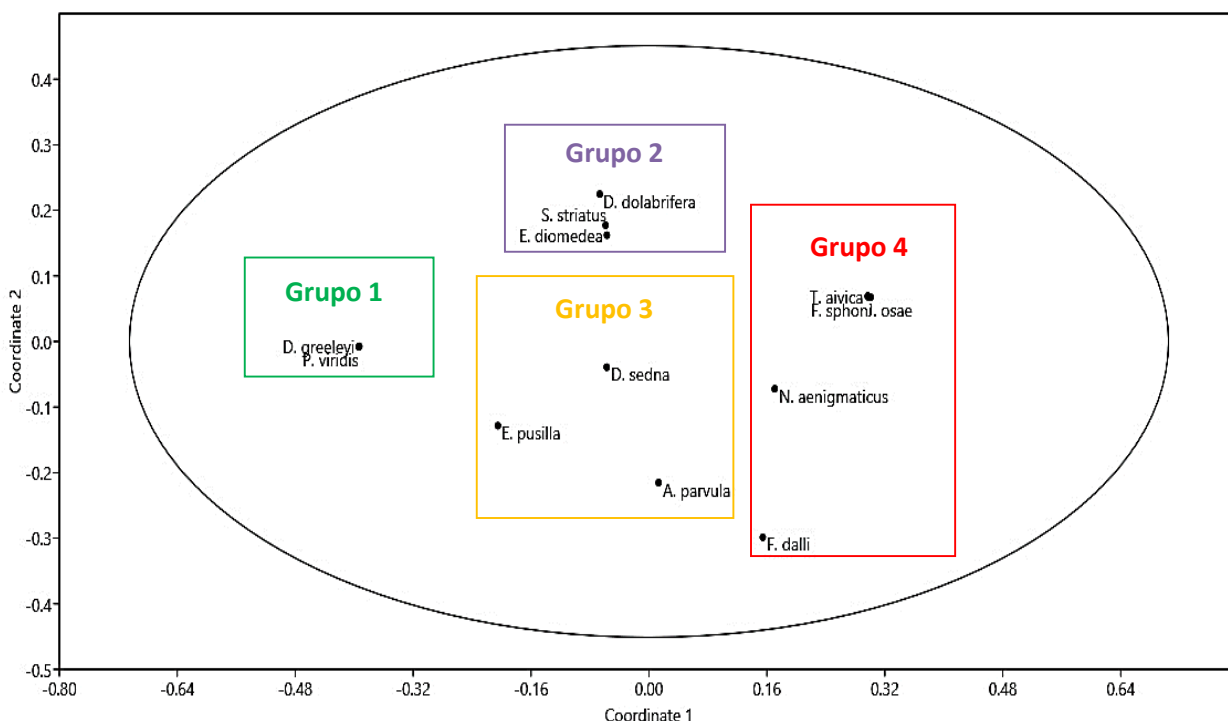


Gráfico 4. Técnica de escalamiento multidimensional que representa la similitud de las especies por abundancia.

En el gráfico 4, se observan cuatro asociaciones evidentes, las cuales se basan en la similitud de las abundancias de las especies. Las agrupaciones se componen de la siguiente manera:

Grupo 1. *D. greeleyi* y *P. viridis* se agrupan debido a ser especies que presentaron un individuo por especie y que se encontraron únicamente en playa La Construcción.

Grupo 2. *D. dolabrifera*, *S. striatus* y *E. diomedea*, asociadas en el gráfico debido a que son las especies que presentan una mayor cantidad de individuos por especie para este estudio, y haber tenido ocurrencia en ambos sitios de muestreo.

Grupo 3. Agrupación de *A. parvula*, *D. sedna* y *E. pusilla*, debido a que son especies que presentan baja abundancia (2-9 individuos por especie), y por ocurrir en ambos sitios.

Grupo 4. Se agrupa a *F. dalli*, *F. sphoni*, *J. osae*, *N. aenigmaticus*, y *T. aivica*, por ser organismos que presentaron baja abundancia (uno o dos individuos por especie), y por tener en común haber tenido ocurrencia únicamente en el ANP Complejo Los Cóbanos.

5.3. Patrones de distribución espacial y selección de hábitat.

5.3.1. Rugosidad.

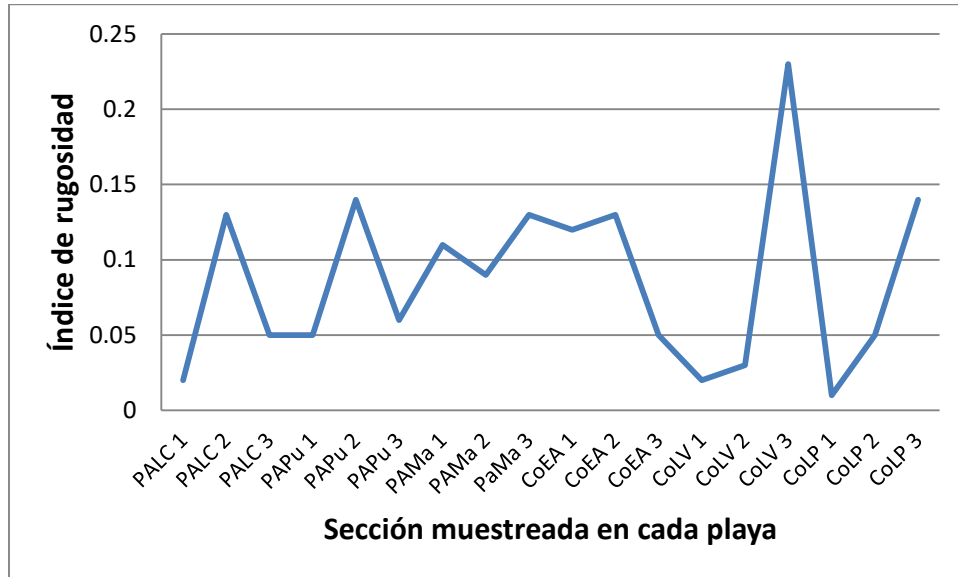


Gráfico 5. Índice de rugosidad de las secciones muestreadas en cada playa.

*Descripción de acrónimos del gráfico que representan cada sección muestreada de las playas: PAPu = La Pulgosa, Punta Amapala; CoVe = Las Veraneras, ANP Complejo Los Cóbano; CoLP = La Privada, ANP Complejo Los Cóbano; PACo = La Construcción, Punta Amapala; PAMa = Maculís, Punta Amapala; CoEA = El Amor, ANP Complejo Los Cóbano.

La rugosidad del sustrato registrada para cada sección de las playas muestreadas, mostró datos numéricos muy bajos para cada una de ellas (Gráfico 5). La sección 3 (150 m – 225 m) de la playa Las Veraneras, resultó ser la que presenta un poco más de rugosidad, sin embargo, siempre resultando ser baja, con el dato de 0.23, lo cual indica bajos niveles de rugosidad debido a que los datos del índice de Rugosidad (IR) van de 0 a 1; el 0 representando niveles bajos, y el 1, representando niveles altos, y, el dato anterior es cercano a 0.

5.3.2. Patrones de distribución espacial.

Para conocer las variables que tienen más peso en la distribución de los opistobranquios, se realizó un Análisis de Componentes Principales, y se le aplicó una matriz de correlación. Para ello, se calculó el porcentaje (%) acumulado de la varianza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cálculo del porcentaje acumulado de los componentes que representan mayor variabilidad en la distribución de los opistobranquios.

Componentes	Variabilidad de datos	% varianza	% varianza acumulada
1	1.68265	33.653*	36.653*
2	1.21169	24.234*	60.887*
3	1.09197	21.839*	82.726*
4	0.574883	11.498	94.224
5	0.438803	8.7761	103.0001

* Componentes que poseen los porcentajes de varianza que hacen más peso en la distribución de los opistobranquios estudiados.

Al analizar el porcentaje acumulado de varianza, se observó que el componente 3 tiene un dato de 82.726 %, que es un dato significativo para considerar que ese componente y los componentes anteriores, o sea, los componentes 1, 2 y 3 de este análisis, son los que producen mayor variabilidad en los patrones de distribución de los opistobranquios.

Al analizar el porcentaje de cada variable en los componentes que poseen mayor variabilidad al establecer un posible patrón de distribución de los organismos en estudio, como se estableció anteriormente en los componentes 1, 2 y 3, se puede manifestar que: La rugosidad con -0.64855 en el componente 1, la temperatura con -0.60615 y el número de especies por sección con 0.5861 en el componente 2, y la salinidad con -0.61508 y la densidad de especies en cada sección con 0.67881 en el componente 3 (Cuadro 5), poseen una influencia en la distribución de opistobranquios en el área intermareal de las playas estudiadas, al presentar un rango mayor a 0.5.

Cuadro 5. Datos de los parámetros físico-químicos y biológicos con mayor variabilidad en la distribución de los organismos.

	Componente Principal 1	Componente Principal 2	Componente Principal 3	Componente Principal 4	Componente Principal 5
T°	0.4244	-0.60615*	-0.27671	-0.1527	0.59378
S	0.24403	0.51472	-0.61508*	0.50898	0.19528
R	-0.64855*	0.15369	0.16965	0.08389	0.72107
Número de especies por sección	0.41063	0.5861*	0.23568	-0.60424	0.25925
Abundancia de especies por sección	0.41364	-0.022605	0.67881*	0.58777	0.14877

* Valores de los parámetros físico-químicos y biológicos de los componentes 1, 2 y 3 que hacen peso en la distribución de las babosas marinas observadas en este estudio.

Por otra parte, se realizó también un Análisis de Correspondencia Canónica (Cuadro 6), mostrando el eje con mayor porcentaje de variabilidad de datos y con significancia estadística (p), lo cual permite conocer los aspectos físico-químicos y biológicos que poseen mayor variabilidad en la distribución de cada organismo (especie). Y, mediante un gráfico de dispersión (Gráfico 6), se plantea el análisis de los posibles patrones de distribución de los opistobranquios con respecto a las variables físico-químicas.

Cuadro 6. Análisis de la variabilidad de los parámetros físico-químicos sobre la distribución de los opistobranquios.

Eje	Variabilidad de datos	%	p
1*	0.4462	98.92*	0.023*
2	0.004868	1.079	0.989
3	1.216E-05	0.002696	0.621

* Ejes que posee el porcentaje de variabilidad de datos más alto y el valor p con mayor significancia estadística.

Conociendo el valor aceptable de p (< 0.05) se observa que el eje 1, con valor p de 0.023, posee significancia estadística, confirmando junto a su porcentaje de variabilidad de 98.92%, es el que posee un mayor porcentaje con respecto a los dos restantes, lo que quiere decir que es el eje más relevante para la interpretación del gráfico de dispersión de este análisis.

sección 1, 2 y 3 de playa Maculís. Las condiciones físico-químicas bajo las que se encuentran estas especies son: zonas con las temperaturas más bajas registradas en este estudio, con una temperatura promedio de 32.56°, unidades prácticas de salinidad (psu) entre 27.96 – 33.20 con un promedio de 30.27, y un Índice de Rugosidad (IR) promedio de 0.09.

Grupo 2. Este grupo se forma debido a tener en común su presencia en la mayor parte en zonas donde: la Temperatura promedio es de 35.44°, las unidades prácticas de salinidad (psu) promedio son de 28.91 y el Índice de Rugosidad (IR) promedio es de 0.06; siendo las especies *Diaulula greeleyi*, *Dolabrifera dolabrifera*, *Elysia pusilla*, *Felimida sphoni*, *Jorunna osae* y *Polybranchia viridis*, las que se encuentran bajo estas condiciones, ocurriendo en mayor abundancia en la sección 1 de las playas Las Veraneras y La Privada; sección 1 y 2 de la playa La Pulgosa; y sección 1, 2 y 3 de La Construcción.

5.3.3. Patrones de selección de hábitat (sustrato).

El mayor patrón de selección de hábitat por parte de los opistobranquios resultó ser las rocas (Gráfico 7), sumando siete especies que se observaron sobre ese sustrato. Consecutivamente, el alga calcárea y TURF son también de los más seleccionados por cinco especies; siguiendo, el alga roja y verde, con tres especies vistas en esos sustratos; y por último, con baja selección por parte de los organismos, están el alga parda, arena y esponja, con tan sólo una especie seleccionando cada hábitat previamente mencionado.

D. sedna, *E. diomedea* y *S. striatus* fueron las especies que se observaron con preferencia a una miscelánea de los sustratos estudiados, y entre estas, *E. diomedea* resultó ser encontrada en un mayor número de sustratos, seis específicamente, los cuales fueron: alga calcárea, arena, roca, alga roja, alga verde y TURF. Y, por otro lado, el resto de las especies presentaron un rango de selección de hábitat menor, observándose en uno o dos sustratos únicamente.

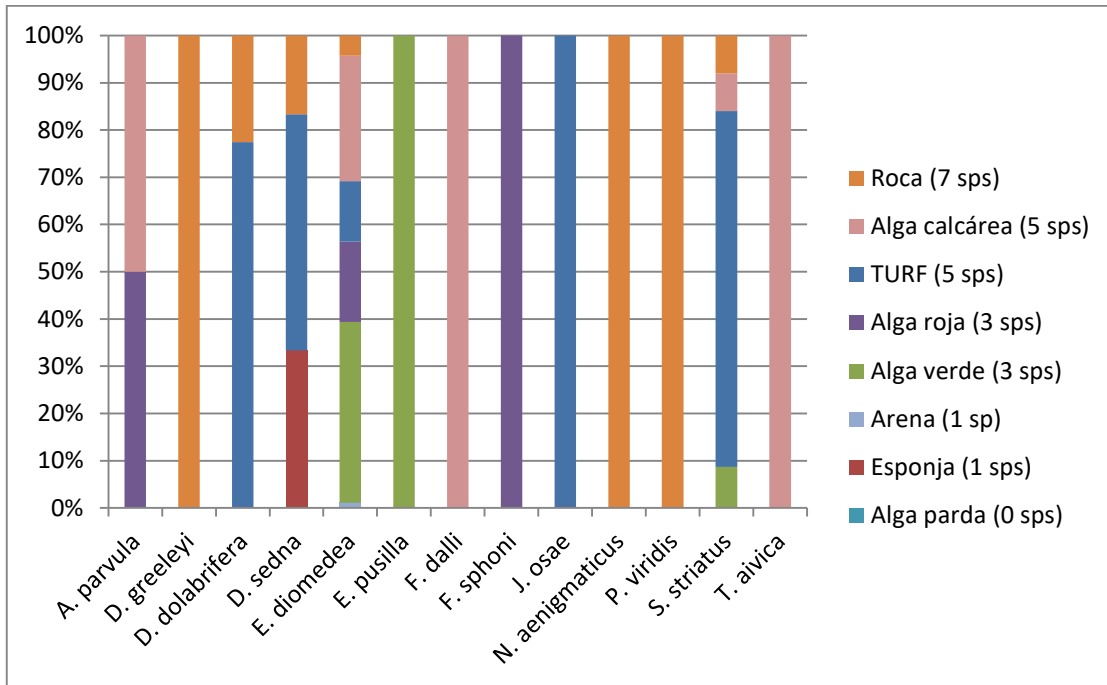


Gráfico 7. Porcentaje del patrón de selección de hábitat por parte de los opistobranquios.

6. DISCUSIÓN

Los opistobranquios registrados para El Salvador son 28 (Barraza, 2014; López, 2015), de estos, 17 especies cuentan con reporte en el Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano y dos en Punta Amapala (Barraza, 2014; López, 2015). En esta investigación se registraron 13 especies de babosas marinas en total, de las cuales se observaron 11 de ellas en las playas del ANP Complejo Los Cóbano (con tres registros nuevos para la zona), y ocho de ellas se observaron en las playas de Punta Amapala (con siete registros nuevos para la zona).

Las especies documentadas en este estudio como nuevos reportes para El Salvador, suman cinco, las cuales son: *Diaulula greeleyi*, *Polybranchia viridis*, documentadas únicamente para Punta Amapala; *Jorunna osae*, *Taringa aivica*, registradas sólo para el ANP Complejo Los Cóbano, y *Elysia pusilla*, reportada tanto para Punta Amapala, como para el ANP Complejo Los Cóbano. Las especies, anteriormente mencionadas, se encuentran registradas también para diferentes regiones del Pacífico, como el pacífico mexicano (Hermosillo, 2006) y el pacífico costarricense (Camacho-García & Valdés, 2003; Camacho-García & Gosliner, 2008; García, 2015).

La descripción morfológica de los organismos bajo estudio, al haberse contrastado con la información de guías de identificación taxonómica, como la de Camacho-García, Gosliner & Valdés (2005), resultan ser comparaciones efectivas sobre la morfología, para poder definir las especies de opistobranquios; y, otros artículos tales como el de Rivero, Martínez & Pauls (1998), fueron clave al contener información sobre la fórmula radular, y permitir compararla con la fórmula de las rádulas estudiadas.

Los opistobranquios del grupo Cephalaspidea, al no poseer rádula que permita confirmar la especie, tienen una concha, cuya descripción se utiliza para poder acercarse a la identificación de la especie, y en el artículo de Zamora y Naranjo (2008), se contrastó la descripción de la concha de *N. aenigmaticus*, que se ubica dentro de los cefalaspideos, y así poder confirmar la especie mediante esa información.

La abundancia de los organismos registrados por primera vez para el país, fue muy baja, observando en ocasiones únicamente un espécimen por especie. *J. osae*, por ejemplo, se encontró en baja abundancia, documentándose tan sólo un individuo, lo que igualo la cantidad de individuos para esta especie registrados en la investigación de García en 2015, en Costa Rica. Este organismo, anteriormente, había sido reportado únicamente para el Pacífico de Costa Rica y Baja California en México (Bertsch, 2014). *T. aivica* se documentó para esta investigación con dos individuos; y, en 2003, para el Pacífico mexicano, Angulo, también reportó la cantidad de dos especímenes.

Además, Bertsch, Angulo y Arreola (2000) reportaron a *D. greeleyi* para Baja California en México, con bajas abundancias en sus registros, al igual que Camacho-García y Valdés (2003) para Costa Rica, y, para este estudio, se documentó solamente un individuo, el cual se observó con cercanía a *P. viridis*, registrándose también sólo un espécimen para esta especie.

En la investigación que realizó García (2015) sobre opistobranquios asociados a macroalgas, *P. viridis* fue registrada también con una muy baja abundancia para el Pacífico Norte de Costa Rica (cuatro individuos); y, en el mismo estudio de García, se reporta a *E. pusilla* con 117 individuos para el Pacífico Norte, Sur y Central de Costa Rica, lo cual difiere con la abundancia de individuos encontrados de *E. pusilla* en este estudio, al haber observado solamente nueve, deduciendo que la razón se deba a que el estudio de García conllevó más años, muestras de macroalgas y áreas de muestreo.

Los opistobranquios con el promedio de abundancia más alto fueron *Dolabrifera dolabrifera*, *Elysia diomedea* y *Stylocheilus striatus*; lo que coincide con López (2015), quien realizó su estudio para la época seca para el ANP Complejo Los Cóbano. Sin embargo, hay claras diferencias en la reducción del número de individuos en *E. diomedea* y *S. striatus*, para época de lluvia y un aumento en *D. dolabrifera*. El resto de las especies presentó similitud con las de López, con respecto a las abundancias bajas.

No obstante, los motivos por lo que la comparación de abundancia de las especies anteriormente mencionadas, entre la presente investigación y la de López en 2015, pueden

atribuirse a que ambas investigaciones fueron realizadas con diferentes metodologías y en distintas estaciones del año, haciendo énfasis en que para la época en que se realizó este estudio, se registró el fenómeno de “El Niño- Oscilación del Sur” para el Pacífico Tropical Oriental (PTO), y debido a que causa grandes elevaciones de la temperatura del agua, esto pudo haber afectado o alterado el ciclo natural de los opistobranquios, por tanto, su riqueza y abundancia; y agregando que, según el ACP para esta investigación, uno de los aspectos físico-químicos con variabilidad en la influencia del patrón de distribución de las babosas marinas, fue la temperatura. Y, según Franz (1970) y Clark (1975) la temperatura juega un papel importante en la distribución de opistobranquios; como también la salinidad de acuerdo a Hermosillo (2006), influyendo en la diversidad de los opistobranquios, por tanto, en su distribución de igual manera.

Por otro lado, la similitud entre las abundancias por especie, analizada con el Escalamiento Multidimensional, muestra la formación de tres grupos. El grupo 1, compuesto por *D. greeleyi* y *P. viridis* presentando especies con baja abundancia, con ocurrencia en Punta Amapala; el grupo 2, conformado por *D. dolabrifera*, *S. striatus* y *E. diomedea*, resultando ser las especies más abundantes; el grupo 3, compuesto por *A. parvula*, *D. sedna* y *E. pusilla*, especies con baja abundancia, presentes en ambos sitios de muestreo; y el grupo 4, agrupando a *F. dalli*, *F. sphoni*, *J. osae*, *N. aenigmaticus*, y *T. aivica*, presentando baja abundancia y ocurrencia únicamente en el ANP Complejo Los Cóbano. Y, con los datos anteriores, podría deducirse que la rugosidad del sustrato donde se localizaban, jugaba un papel muy importante con respecto a su estructura, como lo analizado en el ACP. Y según Ricklefs & Lovette (1999), la complejidad del hábitat a través de estructuras físicas, tales como piedras, puede aumentar la abundancia, diversidad y distribución de los invertebrados bénticos, incluyendo a los opistobranquios.

La interpretación del ACP para esta investigación, respalda que lo anterior es acertado, al obtener como resultado que los factores importantes en la diversidad y abundancia de opistobranquios, fueron la temperatura, salinidad y rugosidad; y mediante el ACC, se comprueba un posible patrón de distribución de las especies que se encontraron en mayor abundancia, según el gráfico de dispersión aplicado.

Interpretando, mediante los análisis anteriores, que *D. dolabrifera* tiene mayor ocurrencia de los 0 m paralelos a 75 m perpendiculares a la línea costera y a *E. diomedea*, se le observa distribuida en todo el intermareal muestreado, pero sobre todo de los 75 m paralelos a 225 m perpendiculares a la costa, similar al estudio de López (2015), que en el ANP Complejo Los Cóbano observó a *D. dolabrifera* con mayor ocurrencia de los 0 m a los 100 m perpendiculares a la costa, y a *E. diomedea* con mayor ocurrencia de los 60 m paralelos a los 225 m perpendiculares de la costa. Y, comparando el patrón de distribución de *S. striatus* (localizada en todo el intermareal muestreado), con estudios en la región, como el de García (2015) en Costa Rica, se muestra similitud al haberle observado por todo el intermareal hasta los 10 m de profundidad.

Por último, el número de individuos por especie, que se observó en los distintos sustratos estudiados, permitió llegar a conocer que los hábitat más seleccionados por los opistobranquios fueron las rocas y las macroalgas; lo cual, si se contrasta con estudios sobre biogeografía alimenticia, realizado por Bertsch y Hermsillo (2007), en el que encuentran que muchas de las babosas marinas localizadas, tienen preferencias herbívoras, es decir, dentro de ello, macroalgas, se encuentra una similitud con las babosas marinas observadas en ese hábitat; sin embargo, de los opistobranquios que ellos encontraron, se dio una mayor preferencia sobre briozoos, cnidarios y esponjas, al contrario que con los resultados para este trabajo, que la selección de parte de los organismos por las esponjas, fue muy baja.

7. CONCLUSIONES

- El valor esperado de riqueza de especies de opistobranquios en esta investigación, calculado por medio del medidor no paramétrico CHAO 1 Mean, fue de 3-4 especies más sobre el valor calculado de las especies encontradas, por lo que se deduce que el esfuerzo fue significativo.
- El Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos fue el sitio que presentó mayor número de especies, y así mismo la abundancia total de especies más alta.
- A pesar de la lejanía de las zonas en que las playas fueron estudiadas, las playas rocosas de la zona oriental y de la zona occidental, comparten seis especies de babosas marinas en común, resultando ser casi la mitad de las especies en total.
- Punta Amapala y el ANP Complejo Los Cóbanos tienen en común que uno de los especímenes más abundantes para ambos sitios es *Dolabrifera dolabrifera*, siendo de las especies que contribuyó a que hubiese un aumento de la abundancia total de las especies en cada sitio.
- Los patrones de distribución para *D. dolabrifera*, *E. diomedea* y *S. striatus* se establecen en distintos sitios del intermareal rocoso. Sin embargo, *D. dolabrifera* se observa en mayor abundancia en sitios donde quedan muy expuestos a la superficie, la temperatura es alta y también en donde abunda el sustrato en el que más se observó, que fue el TURF.
- El sustrato en el que se encontraron con mayor abundancia la mayoría de babosas marinas fueron las rocas, consecutivamente, el alga calcárea y TURF, y, con preferencia media, el alga verde y roja, dejando como los sustratos menos seleccionados, a la arena y esponjas, por lo que se podría concluir que las rocas y las macroalgas marinas mencionadas, resultan ser hábitats que presentan una mayor selección por parte de los opistobranquios estudiados.

8. RECOMENDACIONES

- Tanto en Punta Amapala como en el ANP Complejo Los Cóbano se realizaron hallazgos de nuevas especies en época de lluvia para el pacífico salvadoreño, hallazgo que suma un aporte a la biodiversidad marina de El Salvador, y al haber resultado ser sólo 3-4 especies más las que pudieron haberse observado, sobre las observadas en este estudio, según la interpretación de los datos en la curva de acumulación de especies, se incita continuar con los estudios de riqueza y abundancia de los opistobranquios en el El Salvador.
- Se recomienda registrar la cobertura del sustrato en donde se encuentren los opistobranquios, para conocer de una manera más precisa si los distintos tipos de sustrato restringen la distribución de las babosas marinas en el intermareal rocoso.
- Se sugiere realizar estudios a mayor distancia de la costa respecto a la trazada para esta investigación, para comprender aún mejor la composición, estructura y conducta de los opistobranquios, así como la manera en que se distribuyen.
- Es recomendable que para estudios venideros, se abarque la búsqueda de opistobranquios en más sustratos de los que se registró a los organismos en esta investigación, como en briozoos, cnidarios, más esponjas e inclusive puestas de huevos de los mismos opistobranquios.
- Existen muchos opistobranquios, en especial, los del grupo Sacoglossa, que pasan la mayor parte de su vida asociados a un sustrato en específico, en muchas ocasiones, su fuente de alimento, que son las macroalgas marinas. Y, algunos organismos, siendo de un tamaño muy pequeño, resultan ser casi imperceptibles al ojo humano en condiciones agitadas que se presentan durante la marea, haciendo difícil su estudio. Sin embargo, una manera más sencilla es recolectar algas marinas para llevar al laboratorio, y buscar a los organismos entre ellas de una forma minuciosa y metódica. Por lo que es necesario un estudio profundo sobre la asociación de los sacoglossos con las macroalgas marinas para comenzar a conocer más sobre las babosas marinas de este grupo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, H. & Adams, A. (1854). The genera of recent Mollusca; arranged according to their organization. *London, van Voorst.*, 1: 257-484.; 2: 1-92.
- Angulo, O. (2003). *Variación espacio-temporal de las poblaciones de opistobranquios (Mollusca: Opisthobranchia) en tres localidades de B.C.S., México.* (Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marinos). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México.
- Ardila, N., Báez, D. & Valdés, A. (2007). Babosas y Liebres de mar (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) de Colombia. *Biota Colombiana* 8(2): 185 – 197.
- Arrivillaga, A. (2009). Propuesta de Plan de Manejo del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos.
- Asturnatura (s.f.). Opistobranquios: Anatomía. Recuperado de: <http://www.asturnatura.com/articulos/opisto/anatomia.php>
- Ávila, C. (1995): Natural products of opisthobranch molluscs: a biological review. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 33: 487-559.
- Baker, F. & Hanna D. (1927). Marine Mollusks of the order Opisthobranchiata. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, vol 4, 16 (5): 123-134.
- Barraza, J. (2014). *Invertebrados marinos de El Salvador.* El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 96 p.
- Barraza, J. (2009). Opistobranquios de El Salvador. Consultado 25 de marzo de 2015, Base de datos de Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Barraza, J. & Hasbún, C. (2005). Los equinodermos (Echinodermata) de El Salvador. *Rev. Biol. Trop.*, 53(3): 139-144.

- Behrens, D. (1980). *Pacific coast nudibranchs: A guide to the opisthobranchs of the northeastern Pacific*. Los Osos, Calif.: Sea Challengers.
- Bergh, R. (1894). Die Opisthobranchien. Reports on the dredging operations off the west coast of central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico, and in the Gulf of California. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard College*, 25(10): 123-233.
- Bertsch, H. (2014). Biodiversity in La Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes: Naming of a New Genus, Range Extensions and New Records, and Species List of Heterobranchia (Mollusca: Gastropoda), with Comments on Biodiversity Conservation within Marine Reserves. *The Festivus*, 46(5): 158-177.
- Bertsch, H. & Hermosillo, A. (2007). Biogeografía alimenticia de los opistobranquios del Pacífico Noreste. En E. Rios, M. Esqueda & C. Galván (Eds.), *Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México* (pp. 71-73). Universidad de Guadalajara, México.
- Bertsch, H., Angulo, O. & Arreola, J. (2000). New distributional records of Opisthobranchs from the Punta Eugenia region of the Baja California Peninsula: A report based on 1997-1998 CONABIO-Sponsored expeditions. *The Festivus*, 32(7): 99-104.
- Bonar, D. (1976). Molluscan metamorphosis: a study in tissue transformation. *Am. Zool.*, 16: 573–591.
- Bonar, D. & Hadfield, M. (1974) Metamorphosis of the marine gastropod *Phestilla sibogae* Bergh (Nudibranchia: Aeolidacea). 1. Light and electron microscopic analysis of larval and metamorphic stages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 16: 221–255.
- Camacho-García, Y. (2009). *Benthic opisthobranchs*. En I. S. Wehrtmann & J. Cortés (eds.), *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America* (pp. 371–386). Nueva York: Springer Science.

- Camacho-García, Y. & Gosliner, T. (2008). Systematic revision of *Jorunna* Bergh, 1876 (Nudibranchia: Discodorididae) with a morphological phylogenetic analysis. *Journal of Molluscan Studies*, 74: 143-181.
- Camacho-García, Y. & Gosliner, T. (2007). The genus *Paradoris* Bergh, 1884 (Nudibranchia: Discodorididae) from the Tropical Americas and South Africa with the description of a new species. *The Veliger*, 49 (3):105-119.
- Camacho-García, Y. & Gosliner, T. (2006). New species of zephyrinid genus *Janolus* Bergh, 1884 (Opisthobranchia: Nudibranchia) from North America and Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54(4): 1295-1305.
- Camacho-García, Y., Gosliner, T. & Valdés, A. (2005). Guía de campo de las babosas marinas del Pacífico Este Tropical. California Academy of Sciences, California. Allen Press Inc. 129 p
- Camacho-García Y. & Valdés, A. (2003). Caryophyllidia-bearing dorid nudibranchs (Mollusca, Nudibranchia, Doridacea) from Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 54(4): 65-79.
- Carefoot, T. (1987). Aplysia: its biology and ecology. *Oceanography and Biology, Annual Reviews*, 25: 176-284.
- Castillo, Z. (1992). Combinatio nova of *Phicopurpura pansa* (GOULD, 1853) (Prosobranchia: Muricoidea). Recuperado de: <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1992-1/articulo406.html>
- Clark, K. (1975). Nudibranch life cycles in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. *Helgoländer wiss. Meeresunters*, 27: 28-69.
- Dall, W. & Simpson, C. (1901). The Mollusca of Porto Rico. *Bulletin of the United States Fish and Fisheries Commission*, 20: 351–524.

- Dinapoli, A. & Klusmann-Kolb, A. (2010). The long way to diversity-phylogeny and evolution of the Heterobranchia (Mollusca: Gastropoda). *Mol. Phylogen. Evol.* 55: 60-76.
- 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.
- Eales, N. (1960). Revision of the world species of *Aplysia* (Gastropoda, Opisthobranchia). *Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) Zool.*, 5: 267-404.
- Fauci, A., Toonen, R. & Hadfield, M. (2007). Host shift and speciation in a coral-feeding nudibranch. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 274: 111–119.
- Ferreira, A. & Bertsch, H. (1975). Anatomical and distributional observations of some Opisthobranchs from the Panamic faunal province. *Veliger*, 17: 323-330.
- Flam, F. (1994). Chemical prospectors scour the seas for promising drugs. *Science*, 266(5189): 1324-1325.
- Franz, D. (1975). An ecological interpretation of nudibranch distribution in the north west Atlantic. *Veliger*, 18: 79-83.
- Franz, D. (1970). Zoogeography of Northwest Atlantic opisthobranch molluscs. *Mar. Biol.*, 7: 171-180.
- García, K. (2015). *Asociaciones entre moluscos Heterobranquios (Mollusca: Gastropoda) y macroalgas en el Pacífico de Costa Rica*. (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, San José, Costa Rica.
- Gierloff, H. (1976). *La Costa de El Salvador, monografía oceanográfica*. San Salvador, El Salvador: Dirección de Publicaciones, Ministerio de Educación, 286 p.

- Göbbeler, K. & Klussmann-Kolb, A. (2011). Molecular phylogeny of the Euthyneura (Mollusca, Gastropoda) with special focus on Opisthobranchia as a framework for reconstruction of evolution of diet. *Thalassas*, 27: 121–154.
- Gofas, S. (2016). Heterobranchia. In: MolluscaBase (2016). Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=14712>
- Gosliner, T. (1994). Gastropoda: Opisthobranchia. En F. Harrison & A. Khon (Eds.), *Microscopy Anatomy of Invertebrates* (pp. 235-355). Mollusca Vol. 5. Nueva York: John Wiley and Sons.
- Gosliner, T. (1992). Biodiversity of tropical opisthobranch gastropod faunas. En R. Richmond (eds.), *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium* (pp. 702-709). Guam, Vol. 2. University of Guam Press, Mangilao.
- Gosliner T. & Behrens, D. (1990). Special resemblance, aposomaticcoloration and mimicry in opisthobranch gastropods. In: M. Wicksten (Compiler). *Adaptative Coloration in Invertebrates*. Texas A & M University, Collage Station, Texas.
- Gosliner, T. (1987). *Nudibranchs of Southern Africa. A guide to Opisthobranch Molluscs of Southern Africa*. California, E.U.A.: Sea Challengers.
- Hadfield, M. & Paul, V. (2001). Natural chemical cues for settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae. En J. B. McClintock & W. Baker (Eds.), *Marine chemical ecology*. Boca Raton: CRC Press.
- Hadfield, M. & Miller, S. (1987). On developmental patterns of opisthobranchs. *Am. Malacol. Bull.*, 5: 197–214.
- Händeler, K., Grzybowski, Y., Krug, P. & Wägele, H. (2009). Functional chloroplasts in metazoan cells - a unique evolutionary strategy in animal life. *Frontiers in Zoology*, 6: 28.

- Hayward, P. & Ryland, J. (1995). Handbook of the Marine Fauna of North – West Europe. *Oxford University Press*. Oxford, New York, Tokyo.
- Hermosillo, A. (2006). *Ecología de los Opisthobranchios (Mollusca) de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- ICMARES (2007). Propuesta de Plan de Manejo para el Área natural protegida Arrecife Los Cóbanos.
- INBio (s.f.). Babosas Marinas Del Pacífico De Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de: <http://www.inbio.ac.cr/papers/babosasmarinas/images/radula.gif>
- Jensen, K. (2006). "Biogeography of the Sacoglossa (Mollusca, Opisthobranchia)". *Bonner zoologische Beiträge*, 55(3-4): 255–281.
- Jensen, K. (1997). "Evolution of the Sacoglossa (Mollusca, Opisthobranchia) and the ecological associations with their food plants". *Evolutionary Ecology*, 11 (3): 301–335.
- Jensen, K. (1997a). *Systematics, phylogeny and evolution of the Sacoglossa (Mollusca, Opisthobranchia)*. Dinamarca: Vestjydsk Forlag.
- Jensen, K. (1996). Phylogenetic systematics and classification of the Sacoglossan (Mollusca, Gastropoda, Opisthobranchia). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 351: 91-122.
- Linneo, C. (1758). *Systema Naturae*, ed. 10. Holmiae, Laurentii Salvii.
- López, R. (2015). *Distribución y abundancia de opisthobranchios (Mollusca) en el Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, Sonsonate, El Salvador*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.
- Luckhurst, B. & Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of substrate variable on coral reef fish communities. *Mar. Biol.* 49: 317-323.

- MacFarland, F. (1924). Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. Opisthobranchiate Mollusca. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, ser. 4, 13(25): 389-420.
- Marcus, Ev. (1962). Opisthobranchs from Florida and the Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean*, 12(3): 450–488.
- Marín, A., Ros, J. (2004). "Chemical defenses in Sacoglossan Opisthobranchs: Taxonomic trends and evolutionary implications". *Scientia Marina*, 68(Suppl. 1): 227–241.
- Mikkelsen, P. (2002). Shelled opisthobranchs Advances. En A. J. Southward (Ed.), *Marine Biology* [Molluscan Radiation Lesser Known Branches], 42: 67-136.
- Mikkelsen, P. (1996). The evolutionary relationships of Cephalaspidea s.l. (Gastropoda: Opisthobranchia): a phylogenetic analysis. *Malacologia*, 37: 375–442.
- Nybakken, J. (1974). A phenology of the smaller Dendronotacea, Arminacean and Aeolidacean Nudibranchs at Asilomar State Beach over a twenty-seven month period. *The Veliger*, 16 (4): 370-373.
- Ortea, J., Moro, L. & Espinosa, J. (2007). Descripción de dos nuevas especies de *Philinopsis* Pease, 1860 (Mollusca: Opisthobranchia: Cephalaspidea) de Cuba y Bahamas con comentarios sobre las especies atlánticas del género. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 18(4): 33-52.
- Ortigosa, J., Simões, N. & Calado, G. (2010). Gasterópodos opistobranquios. En: D. García, Rafael y M. Méndez González (Eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (p. 216). Mérida, Yuc.: CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma.
- Pechenik, J. (1985). Delayed metamorphosis of marine molluscan larvae: current status and directions for future research. *Am. Malacol. Bull.*, Special Edition 1: 85-91.
- ReVelle, P. & ReVelle, C. (1992). *The Global Environment: Securing a Sustainable Future*. Estados Unidos: Jones & Barlett Publishers, Inc.

- Ricklefs, R. & Lovette, I. (1999). The roles of island area *per se* and habitat diversity in the species–area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology*, 68: 1142–1160.
- Rivero, N., Martínez, R. & Pauls, S. (1998). Primer registro de *Aplysia* (*Pruvotaplysia*) *parvula* Mörch 1863 (Mollusca, Opisthobranchia, Aplysiidae) para Venezuela. *Acta Biológica Venezuelica*, 18 (1): 43-47.
- Rudman, W. & Willan, R. (1998). Opisthobranchia introduction. En: Beesley, P.; Ross G. & Wells, A. (eds), *Mollusca: The Southern Synthesis. Fauna of Australia*. (pp. 915-942). Melbourne: CSIRO Publishing, Vol. 5, Part B.
- Rudman, W. (1974). A comparison of *Chelidonura*, *Navanax* and *Aglaja* with other genera of the Aglajidae (Opisthobranchia: Gastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 54: 185-212.
- Rumpho, M., Summer, E. & Manhart, J. (2000). Solar powered sea slugs. Mollusc/algal chloroplast symbiosis. *Plant Physiology*, 123: 29-38.
- Sánchez, C. (2000). *Biodiversidad de moluscos opistobranquios (Mollusca: Opisthobranchiata), del Pacífico mexicano: Isla Cedros-Vizcaíno e islas del Golfo de California parte Sur*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L136. México, D.F.
- Secretaría Técnica de la Presidencia. (2013). *Estrategia de Desarrollo Integral y Sostenible de la Franja Costero-Marina de El Salvador*. San Salvador: Gobierno de El Salvador. 187.
- Segovia, J. (2012). *Octocorales de El Salvador*. (Tesis de Maestría). Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, San José, Costa Rica.

- Segovia, J. & Navarrete, M. (2007). *Biodiversidad en parches de corales hermatípicos (Porites lobata y Pocillopora sp.), de la Zona Intermareal del Sistema Arrecífal de Los Cóbanos, Departamento de Sonsonate, El Salvador*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, San Salvador, El Salvador.
- Schrödl, M., Jörger, K., Klussmann-Kolb, A., & Wilson, N. (2011). Bye bye “Opisthobranchia”! A review on the contribution of mesopsammic sea slugs to euthyneuran systematics. *Thalassas*, 27: 101-112.
- Skoglund, C. (2002). Panamic Province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III Gastropoda. *The Festivus*, 23: 1–286.
- Thompson, T. (1988). Molluscs: Benthic Opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda). *Lineann Society*, Synopses of the British fauna, 8(2): 1-356.
- Thompson, T. (1976). *Biology of Opisthobranch Molluscs. Vol. I*. Londres: The Ray Society.
- Thompson, T. (1969). Acid secretion in Pacific Ocean gastropods. *Aust. J. Zool.*, 17: 755-764.
- Todd, C. (1991). Larval strategies of nudibranch molluscs: similar means to the same end?. *Malacologia*, 32: 272–289.
- Todd, C. (1981). The ecology of nudibranch molluscs. *Oceanography and Marine Biology*, 17: 141–234.
- Trowbridge, C. (1993). Feeding ecology of the ascoglossan opisthobranch *Aplysiopsis enteromorphae* (Cockerell & Elliot): patterns of distribution and impact on tide pool-dwelling green algae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 169: 233-257.
- Urgorri, V. (1982). *Opisthobranchios de Galicia, estudio Faunístico y zoogeográfico*. (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela. Departamento de Zoología, Santiago de Compostela, España.

- Valdés, A. (2004). Tropical western Atlantic species of *Diaulula* Bergh, 1878 (Mollusca, Nudibranchia), with the description of a new species. *Contributions in Science*, 501: 1-7.
- Wägele, H., Klussmann-Kolb, A., Verbeek, E. & Schrödl, M. (2013). Flashback and foreshadowing—a review of the taxon Opisthobranchia. *Org. Divers. Evol.*, 14: 133-149.
- Wägele, H. & Klussmann-Kolb, A. (2005). Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) – more than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging. *Frontiers in Zoology*, 2(3): 1-18.
- Wägele, H. (2004). Potential key characters in Opisthobranchia Gastropoda, Mollusca enhancing adaptive radiation. *Org. Divers. Evol.*, 4: 175-188.
- Wägele, H. & R. Willan (2000). Phylogeny of the Nudibranchia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 130: 83-181.
- Zamora, A. & Ortigosa, D. (2012). Nuevos registros de opistobranquios en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83 (2): 359-369.
- Zamora, A., & Naranjo, E. (2008). Los opistobranquios de la Colección Nacional de Moluscos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 79 (2): 333-342.

10. ANEXOS

Anexo 1. Datos sobre riqueza de organismos y datos de localidad de cada especie.

Zona:												
Correlativo	Especie	Lugar	Coordenadas	Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Esfuerzo de muestreo (horas)	Distancia (aproximada)	Profundidad	Tamaño	Sustrato	Obs.
1												
2												
3												
4												
5												
6												

Anexo 2. Clasificación de especies y abundancia de opistobranquios encontrados.

Lugar	Coordenadas del lugar	Clase	Orden	Familia	Especie	# de individuos	Sustrato

Anexo 3. Datos sobre abundancia de organismos, y parámetros físico químicos y biológicos.

# de sección:			
Rugosidad:	Temperatura:	Salinidad	
Sustrato	Conteo de especies		
TURF	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Esponja	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Alga verde	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Alga roja	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Alga parda	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Alga calcárea	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Roca	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:
Arena	A:	F:	K:
	B:	G:	L:
	C:	H:	M:
	D:	I:	N:
	E:	J:	Ñ:

Anexo 4. Glosario.

Algas marinas: Nombre genérico para organismos que llevan a cabo la fotosíntesis y que viven en ambientes marinos.

Anaspideos: Opistobranquios que pertenecen al orden Anaspidea.

Ápice: Parte posterior de la concha que normalmente consiste en una protoconcha y las vueltas pequeñas de la espira. También se refiere a la punta de los apéndices y rinóforos.

Bífido: Dividido en dos partes, ramificado.

Bipinnado: Ramificado dos veces desde el tallo principal o eje de la branquia.

Branquia: Estructura respiratoria.

Calcáreo: Compuesto de carbonato de calcio o cal.

Cariofilídea: Tubérculos especializados compuestos de espículas y cilios, presentes en el dorso de algunos opistobranquios.

Cefalaspideos: Moluscos opistobranquios que pertenecen a al orden Cephalaspidea.

Cefálico: Perteneciente a la cabeza.

Cerata: Órgano en forma de dedo que contiene ramificaciones de la glándula digestiva, presenta funciones respiratorias y está localizado en el dorso de ciertos nudibranquios eólidos.

Circumtropical: Que se distribuye a través de las regiones tropicales del mundo.

Cloroplasto: Orgánulo celular que contiene clorofila, y tiene presencia en células vegetales y también en algunos opistobranquios.

Cosmopolita: Ampliamente distribuidos en el mundo.

Conquiológico: Estudio científico de las conchas de los moluscos.

El Niño: Fenómeno climático relacionado con el calentamiento del Pacífico oriental ecuatorial, el cual se manifiesta erráticamente cíclico y consiste en realidad en la fase cálida del patrón climático del Pacífico ecuatorial.

Escudo cefálico: Expansión gruesa de la superficie dorsal de la cabeza.

Espira: La parte visible de las vueltas de la concha de los gastrópodos, con excepción de la última vuelta.

Hojas branquiales: Estructuras respiratorias que forman la branquia de algunos nudibranquios, usualmente localizadas en la parte posterior del dorso.

Intermareal: Parte de la línea de costa, la cual se muestra descubierta de acuerdo con el cambio de marea.

Lamela: Una expansión delgada en forma de lámina, como por ejemplo en un rinóforo perfoliado.

Listado Taxonómico: Listado de organismos identificados hasta el mayor nivel posible.

Lóbulos: Parte redondeada o aplanada que se proyecta o cuelga, a menudo cada una de las dos partes o más están divididas por una fisura.

Manto: La parte carnosa o aplanada en forma de capa en los moluscos que secreta la concha calcárea o que protege las partes blandas internas.

Nudibranquios: Miembros del orden Nudibranchia, o babosas marinas que carecen de una concha en el estado adulto y usualmente tienen apéndices respiratorios externos en la superficie dorsal.

Opérculo: Estructura en forma de tapa en gastrópodos que sirve para cerrar la abertura cuando el animal se retrae dentro de la concha.

Papila: Proyección cónica pequeña y carnosa.

Parapodio: Extensión lateral del cuerpo en forma de aleta que se levanta ventralmente.

Pericardio: Cámara llena de fluido que envuelve al corazón, y se conecta al sistema excretor vía el canal renopericárdico.

Pie: Una estructura muscular que se proyecta anteriormente y es usada para la locomoción.

Pinnado: Que se asemeja a una pluma.

Rádula: Órgano bucal de muchos gastrópodos con forma de cinta y compuesto de dientes unidos.

Rinóforos: Tentáculos quimiorreceptores que se localizan en la cabeza.

Sacoglossos: Moluscos opistobranquios que pertenecen al orden Sacoglossa.

Tentáculos orales: Apéndices flexibles alrededor de la boca.

Tubérculo: Proyección pequeña y redonda.

TURF: Macroalgas juveniles y especies filamentosas de rápido crecimiento, acompañadas por las ubicuas verde-azules, diatomeas y sedimentos detríticos.

Unipinnado: Que se ramifica una vez a partir del tallo principal o eje.

Viloso: Cubierto por vello o procesos cortos en forma de pelo.