

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



**“Composición y Estructura de poblaciones de epibiontes en las raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:**

**Cecilia Mercedes Guerrero Campos**

**Andrea Eugenia Planas Orellana**

**Johanna Osiris Elizabeth Tejada Alegría**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADAS EN BIOLOGÍA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2010.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**“Composición y Estructura de poblaciones de epibiontes en las raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”**

**PRESENTADO POR:**

**Cecilia Mercedes Guerrero Campos**

**Andrea Eugenia Planas Orellana**

**Johanna Osiris Elizabeth Tejada Alegría**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**LICENCIADAS EN BIOLOGÍA**

**2010**

**ASESORA:**

**M.Sc. OLGA LIDIA TEJADA RIVAS**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2010.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**“Composición y Estructura de poblaciones de epibiontes en las raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán”**

**PRESENTADO POR:**

**Cecilia Mercedes Guerrero Campos**

**Andrea Eugenia Planas Orellana**

**Johanna Osiris Elizabeth Tejada Alegría**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

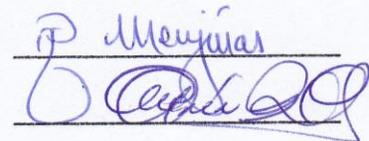
**LICENCIADAS EN BIOLOGÍA**

**2010**

**JURADO EXAMINADOR:**

**LIC. RODOLFO FERNANDO MENJIVAR**

**LICDA. ANA MARÍA RIVERA QUEVEDO**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 2010.**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**ING. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ**

**FISCAL**

**DR. RENÉ MADECADEL PERLA JIMÉNEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**DECANO**

**DR. RAFAEL GÓMEZ ESCOTO**

**SECRETARIA**

**LICDA. MARÍA TRINIDAD TRIGUEROS DE CASTRO**

**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**M.Sc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO**

**ASESORA:**

**M. Sc. OLGA LIDIA TEJADA RIVAS**

**JURADOS:**

**LIC. RODOLFO FERNANDO MENJIVAR**

**LICDA. ANA MARÍA RIVERA QUEVEDO**

## DEDICATORIA

A mis papas, Wilfredo y María Teresa, a mis hermanos, Wilfredo, María Teresa, Rebeca y a la Familia Campos Marcía.

Cecilia Mercedes Guerrero Campos.

A Dios y la Virgen María por permitirme finalizar este trabajo. A mis padres, Reyna Orellana de Planas y Mario Planas. A mis hermanos, Mario Edgardo Planas, Rodrigo Antonio Planas y a la Familia Sánchez Orellana por todo el apoyo brindado.

Andrea Eugenia Planas Orellana.

A mis padres, Salvador Lisandro Tejada, Rosa Alicia de Tejada, mis hermanos, Salvador Alexander Tejada, Lisandro Alberto Tejada y a mis compañeras de tesis por el apoyo brindado.

Johanna Osiris Elizabeth Tejada Alegría.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirnos finalizar este proyecto.

A nuestra Asesora y Jurados por la tutoría, observaciones y por todos los aportes brindados para mejorar nuestro trabajo.

A todas las instituciones que colaboraron con la investigación, AMBAS y los guardarecursos por toda la colaboración y apoyo en la fase de campo; al MARN por el préstamo de espacio y equipo; al MUHNES por el apoyo y préstamo del equipo; a la AGU (2007-2009) y la Facultad de Agronomía de la UES por el apoyo brindado y a la Escuela de Biología de la UES por el préstamo de equipo, laboratorios y por toda la formación académica a lo largo de la carrera.

A expertos colaboradores, por su invaluable ayuda: a M.Sc. Olga Tejada y Lic. Rodolfo Menjivar de la Escuela de Biología y al Dr. Francisco Pedroche de la UAM por el apoyo con las macro y microalgas; al Dr. Enrique Barraza del MARN por el apoyo con poliquetos; al Dr. Antonio Celis de la UNAM por el apoyo con cirripedios; a la Licda. Ana María Rivera del MUHNES por el apoyo con moluscos; al Ing. Miguel Sermeño, Ing. Leopoldo Serrano de la Escuela de Agronomía y Rubén Sorto de la Escuela de Biología por su apoyo con los insectos. A M.Sc. Cindy Fernández del CIMAR-UCR, Lic. Jorge Sayes y Lic. Francisco Chicas de la Escuela de Biología por sus observaciones al documento escrito y apoyo en la estadística.

Al Ing. Abel Argueta y Claudia Cornejo por la elaboración y modificación de mapas. A Licda. Rebeca Guerrero y Laura Navarro por la edición de imágenes.

Especialmente a nuestras Familias por su apoyo y comprensión a lo largo de nuestras vidas, por su motivación y ayuda constantes.

A nuestras amistades y todas las personas que nos motivaron, apoyaron y animaron para concluir este proceso.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xix</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>II. FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Ecosistema de Manglar .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. Factores ambientales de los manglares .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Factores Bióticos: Los Epibiontes .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. Comunidades de macroalgas epibentónicas en raíces de <i>Rhizophora</i> spp. ....</b>	<b>26</b>
<b>2.5. Comunidades de macroinvertebrados epibentónicos en raíces de <i>Rhizophora</i> spp. ....</b>	<b>28</b>
2.5.1. Phylum Porifera .....	29
2.5.2. Phylum Platyhelminthes .....	30
2.5.2.1. Clase Turbellaria .....	31
2.5.3. Phylum Annelida.....	32
2.5.3.1. Clase Polychaeta .....	33
2.5.4. Phylum Arthropoda .....	35
2.5.4.1. Subphylum Crustacea .....	35
2.5.4.1.1. Infraclasse Cirripedia .....	35
2.5.5. Phylum Mollusca.....	37
2.5.5.1. Clase Bivalva.....	37
2.5.5.2. Clase Gastropoda .....	38
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1. Descripción y ubicación del área de estudio .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2. Metodología de la fase de campo .....</b>	<b>41</b>

3.2.1.	Extracción de muestras .....	44
<b>3.3.</b>	<b>Fase de laboratorio .....</b>	<b>46</b>
3.3.1.	Medición de cobertura y conteo de organismos .....	46
3.3.2.	Preservación de muestras .....	47
3.3.2.1.	Macroalgas.....	47
3.3.2.2.	Macroinvertebrados.....	48
3.3.3.	Identificación de especímenes .....	48
3.3.3.1.	Macroalgas.....	48
3.3.3.2.	Macroinvertebrados.....	49
3.3.3.3.	Organismos asociados a los epibiontes.....	49
3.3.4.	Herbivoría e interacciones de organismos.....	49
<b>3.4.</b>	<b>Análisis de datos.....</b>	<b>50</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1</b>	<b>Identificación de especímenes .....</b>	<b>52</b>
4.1.1.	Macroalgas .....	52
4.1.1.1.	Descripción de las especies de macroalgas.....	53
4.1.2.	Macroinvertebrados.....	60
4.1.2.1.	Descripción de las especies de macroinvertebrados.....	62
<b>4.2</b>	<b>Organismos asociados a los epibiontes.....</b>	<b>98</b>
<b>4.3</b>	<b>Herbivoría e interacciones de los organismos sésiles.....</b>	<b>101</b>
<b>4.4</b>	<b>Distribución de organismos epibiontes en el manglar Barra de Santiago.....</b>	<b>104</b>
<b>4.5</b>	<b>Porcentaje de cobertura y abundancia de organismos.....</b>	<b>108</b>
4.5.1.	Cobertura de macroalgas .....	108
4.5.2.	Cobertura de macroinvertebrados .....	111
4.5.3.	Abundancia de macroinvertebrados .....	114
<b>4.6</b>	<b>Análisis de datos .....</b>	<b>116</b>
4.6.1.	Análisis de similitud entre estaciones.....	116
4.6.2.	Índices de Biodiversidad.....	119

<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>122</b>
<b>5.1. Herbivoría e interacciones de los organismos.....</b>	<b>130</b>
<b>5.2. Análisis de datos .....</b>	<b>131</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>135</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>138</b>
<b>VIII. GLOSARIO .....</b>	<b>139</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>145</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>167</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Estaciones de muestreo con su número de ubicación y respectiva georeferencia dentro del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. ....</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 2. Ubicación taxonómica de las especies de macroalgas encontradas sobre las raíces de <i>Rhizophora</i> spp., en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, durante marzo a junio de 2009. ....</b>	<b>52</b>
<b>Cuadro 3. Ubicación taxonómica de las especies de macroinvertebrados encontradas sobre las raíces de <i>Rhizophora</i> spp., en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, durante marzo a junio de 2009. <i>NI</i> significa “no identificado”. ....</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 4. Ubicación taxonómica de las especies de microalgas encontradas sobre los epibiontes en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009. <i>NI</i> significa “no identificado”. ....</b>	<b>98</b>
<b>Cuadro 5. Ubicación taxonómica de invertebrados encontrados sobre las especies de epibiontes en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009. <i>NI</i> significa “no identificado”. ....</b>	<b>100</b>
<b>Cuadro 6. Distribución de especies de macroalgas dentro del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. El sombreado en color gris representa la presencia de especies de macroalgas en las estaciones.....</b>	<b>105</b>
<b>Cuadro 7. Distribución de especies de macroinvertebrados dentro del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. El sombreado en color gris representa la presencia de especies de macroinvertebrados en las estaciones. ....</b>	<b>106</b>

**Cuadro 8. Porcentaje promedio y desviación estándar de la cobertura algal adherida a raíces de *Rhizophora* spp., en cada una de las estaciones en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. Los valores en paréntesis indican mínimos y máximos de cobertura de las doce raíces. Los guiones significan ausencia. .... 109**

**Cuadro 9. Porcentaje promedio y desviación estándar de cobertura de macroinvertebrados sobre raíces de *Rhizophora* spp., en cada una de las estaciones del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. Los valores en paréntesis indican mínimos y máximos de cobertura de las doce raíces. Los guiones significan ausencia..... 112**

**Cuadro 10. Frecuencia relativa porcentual de macroinvertebrados registrados sobre raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar de Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009..... 115**

**Cuadro 11. Estructura de los grupos (Clases) de macroinvertebrados estudiados durante el muestreo en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009..... 119**

**Cuadro 12. Biodiversidad de las estaciones de muestreo en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009..... 121**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área natural protegida Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: CNR.....	41
Figura 2. Ubicación de estaciones de muestro en el ecosistema de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Fuente: CNR. ....	43
Figura 3. a) Modelo de la metodología de extracción de raíces de <i>Rhizophora</i> spp., b) Montaje de transecto.....	44
Figura 4. a) Datos de campo registrados durante la fase de campo. b) Extracción de raíces desde el nivel de marea hasta la zona de inserción al sustrato.....	45
Figura 5. a) Metodología para transporte de raíces hacia el laboratorio. b) Rotulación de las raíces extraídas.....	46
Figura 6. a) Planímetro utilizado para la medición de cobertura de organismos epibiontes. b) Conteo de organismos de macroinvertebrados epibiontes.....	47
Figura 7. <i>Caloglossa</i> cf. <i>leprieurii</i> : a) Hábito de la especie. b) La flecha muestra nódulos ligeramente constrictos. c) Vena central en la dicotomía. d) Tetrasporangios inmersos en la lámina y ápice bifurcado.....	53
Figura 8. <i>Caloglossa</i> cf. <i>rotundata</i> : a) Hábito de la especie. b) Nódulos fuertemente constrictos, presentando rizoides. c) Vena central con células hexagonales transversales. d) Ápice de la hoja en horquilla.....	54
Figura 9. <i>Bostrychia calliptera</i> : a) Hábito de la especie. b) Talo polisifónico y la flecha muestra un cistocarpo en las ramas terminales. c) Estiquidios portando tetrasporangios en los ápices de las ramas. d) Corte transversal presentando células pericentrales con filamentos internos, corticado.....	55

- Figura 10. *Bostrychia radicans*: a) Hábito de la especie. b) Ramificación alterna y la flecha muestra a los estiquidos con tetrasporangios en los apices de las ramas. c) Formación del tetrasporofito. d) Corte transversal presentando células pericentrales en la médula hacia la periferia del corte, sin corteza..... 56
- Figura 11. *Catenella impudica*: a) Hábito de la especie. b) Ramificación dicotómica. c) Carpogonio. d) Corte transversal de talo mostrando médula con filamentos que surgen de la corteza y se unen a las células pericentrales..... 57
- Figura 12. *Rhizoclonium riparium*: a) Hábito de la especie. b) Talo uniseriado con paredes engrosadas en las células. c) Ramificación con filamentos laterales..... 58
- Figura 13. *Boodleopsis verticillata*: a) Talo de la especie. b) Ramificación verticilada de la especie. c) Gametangio sujeto al talo por un pedúnculo..... 59
- Figura 14. Esponja: a) Hábito en una raíz de *Rhizophora* spp. b) Ósculos de la especie. .... 62
- Figura 15. Polycladida: Vista dorsal de la especie perteneciente al Orden Polycladida con cuerpo dorsoventralmente aplanado. .... 63
- Figura 16. Vista dorsal de la especie perteneciente al Orden Tricladida. .... 64
- Figura 17. *Capitella capitata*: a) Sección dorsal anterior. b) La flecha muestra las setas capilares. c) Espinas genitales en el noveno segmento..... 65
- Figura 18. *Eteone* sp.: Vista dorsal de *Eteone* sp., con prostomio triangular. .. 66
- Figura 19. *Neanthes galeatae*: a) Cuerpo completo. b) Sección dorsal anterior observándose barras transversales de coloración marrón, parapodios y probóscide eversible. c) Sección ventral anterior mostrando la mandíbula con paragnatos cónicos y probóscide eversible..... 67

Figura 20. <i>Pseudonereis variegata</i> : a) Sección dorsal anterior con parapodios. b) Sección ventral anterior mostrando la mandíbula con paragnatos y probóscide.....	68
Figura 21. Especie de la Familia Nereidae: a) Cuerpo completo. b) Sección dorsal anterior. c) Sección ventral anterior. ....	69
Figura 22. Tubo calcáreo de una especie de la Familia Serpulidae.....	70
Figura 23. <i>Fistulobalanus</i> sp.: a) Placas calcáreas. b) y c) Placas operculares. ....	71
Figura 24. <i>Tetrabalanus polygenus</i> : a) Placas calcáreas. b) y c) Placas operculares.....	72
Figura 25. <i>Euraphia</i> sp.: a) Placas calcáreas. b) Sección exterior de placas operculares. c) Sección interior de placas operculares. ....	73
Figura 26. <i>Donax</i> sp.: a) Concha de textura lisa, con un umbo con punta pronunciada. B) Valva con dientes cardinales. ....	74
Figura 27. <i>Protothaca asperrima</i> : a) Concha completa. b) Concha con costillas radiales concéntricas.....	75
Figura 28. Familia Carditiidae: a) Sección de conchas exteriores. b) Sección interior de la concha. ....	76
Figura 29. Especie de la Familia Tellinidae con valvas de forma ovaladas y coloración blanca transparente. ....	77
Figura 30. <i>Isognomon recognitus</i> : Interior de color gris a azul metálico y exterior concéntrico.....	78
Figura 31. <i>Mytella guayanensis</i> : Valvas en forma de orejas; su exterior al tacto es liso y su interior blanco con tonalidades azul a violeta.....	79

Figura 32. <i>Crassostrea palmula</i> : a) Exterior de la valva con forma irregular. b) Interior de concha con borde filoso. ....	80
Figura 33. <i>Martesia</i> sp.: a) Concha mostrando su forma delgada y globular. b) La flecha muestra la sección del mesoplax. ....	81
Figura 34. <i>Solenosteira gatesi</i> : a) Espira cónica conteniendo de 5 a 6 vueltas. b) Apertura ovalada de color blanco a tonos azules y columela curva. ....	82
Figura 35. <i>Anachis albodonosa</i> : a) Sección dorsal mostrando una espira aguda. b) Apertura estrecha. ....	83
Figura 36. <i>Anachis</i> sp: a) Concha mostrando costillas axiales. b) Apertura estrecha con el interior del labio liso. ....	84
Figura 37. <i>Thais kiosquiformis</i> : a) Concha en forma romboidal con estrías transversales. b) Apertura ovalada con columela recta. ....	85
Figura 38. <i>Epitonium (Cirsotrema) vulpinum</i> : a) Costillas redondeadas con ápice agudo. b) Apertura con líneas transversales de color marrón. ....	86
Figura 39. <i>Cymatium (Linatella) wiegmanni</i> : a) Concha gris con espira pronunciada. b) Apertura ovalada, grande. ....	87
Figura 40. Especie de la Familia Ranellidae (Cymatiidae): a) Sección dorsal de concha. b) Sección ventral mostrando la apertura. ....	88
Figura 41. <i>Littoraria fasciata</i> : a) Espira terminada en punta, apertura ovalada de color café-amarillenta. b) Costillas lisas y espirales. ....	89
Figura 42. <i>Littoraria varia</i> : a) Espira terminada en punta, concha con costillas espirales pronunciadas. b) Apertura. ....	90
Figura 43. <i>Cerithidea valida</i> : a) Presencia de varices en las costillas axiales. b) Apertura redondeada. ....	91

Figura 44. <i>Cerithidea montagnei</i> : a) Concha con costillas axiales y en la base espirales. b) Apertura ovalada con borde liso.....	92
Figura 45. <i>Cerithidea californica mazatlanica</i> : Apertura ovalada, concha cónica alargada.....	93
Figura 46. <i>Natica</i> sp.: a) Concha globosa, de textura lisa y puntos blancos. b) Apertura ovalada y amplia.....	94
Figura 47. <i>Melampus corolianus</i> : Concha ovoide y espira achatada. ....	95
Figura 48. <i>Detracia</i> cf. <i>graminea</i> : a) Concha ovalada con bandas café rojizo. b) Apertura reducida. ....	96
Figura 49. <i>Theodoxus (Vittoclithon) luteofascatus</i> : a) Concha globosa. b) Apertura ovalada, con dientes en el labio interior. c) Corchete señalando dientes en el labio inferior de la apertura.....	97
Figura 50. a) <i>Lyngbya</i> sp., b) <i>Stigonema</i> sp. c) <i>Oedogonium</i> sp., d) <i>Achnanthes</i> sp., e) <i>Nitzschia</i> sp., f) y g) <i>Melosira</i> sp., y h) <i>Grammatophora marina</i> .....	99
Figura 51. a) <i>Vorticella</i> sp., b) <i>Tintinnus</i> sp., c) Decápodo, d) Isópodo, e) Díptero de la Familia Muscidae, y f) Lepidoptera de la Familia Pyralidae. ....	101
Figura 52. Herbivoría: a) Marcas de ramoneo en <i>Catenella impudica</i> . Interacciones entre organismos. b) <i>Bostrychia radicans</i> adherida a <i>Catenella impúdica</i> . c) <i>Bostrychia radicans</i> sobre <i>Euraphia</i> spp. d) Poliqueto entre macroalgas, e) <i>Tetrabalanus polygenus</i> sobre <i>Crassostrea palmula</i> . f) Especie de la Familia Tellinidae entre algas. g) <i>Crassostrea palmula</i> sobre <i>Crassostrea palmula</i> . h) <i>Littoraria fasciata</i> formando agrupaciones gregarias.....	103
Figura 53. Porcentaje de cobertura promedio de macroalgas asociadas a raíces de <i>Rhizophora</i> spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.....	110

<b>Figura 54. Porcentaje de cobertura promedio y desviación estándar de macroinvertebrados asociadas a raíces de <i>Rhizophora</i> spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.....</b>	<b>113</b>
<b>Figura 55. Frecuencia de organismos por estación de muestreo asociados a las raíces de <i>Rhizophora</i> spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. ....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 56. Dendograma de similitud de las especies de macroalgas entre las treinta estaciones muestreadas utilizando el Índice de Jaccard. Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. ....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 57. Dendograma de similitud de las especies de macroinvertebrados entre las treinta estaciones muestreadas utilizando el Índice de Jaccard. Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. ....</b>	<b>118</b>

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, durante marzo a junio de 2009. Para conocer la composición y estructura de los epibiontes que crecen en las raíces de *Rhizophora* spp., el manglar se estratificó con un gradiente de salinidad y se ubicaron 30 estaciones de muestreo. Se realizó una visita por estación y en cada una de ellas se colectaron 12 raíces. Se determinaron 7 especies de macroalgas y 43 especies de macroinvertebrados para hacer un total de 50 especies de epibiontes. Las especies que mostraron una amplia distribución en el manglar fueron *Bostrychia radicans* para las macroalgas y *Tetrabalanus polygenus* para los macroinvertebrados. Los mayores porcentajes de cobertura promedio obtenidos para los organismos coloniales, fueron para la asociación de macroalgas *Caloglossa* cf. *leprieurii*, *C.* cf. *rotundata*, *Bostrychia radicans*, *B. calliptera*, *Catenella impudica*, *Rhizoclonium riparium* y *Boodleopsis verticillata* con un valor de 40.26% y para la asociación de macroinvertebrados *Tetrabalanus polygenus* y *Euraphia* sp., mostraron los mayores valores de 22.82%. La especie más abundante fue el bivalvo *Crassostrea palmula* con 213 individuos y una frecuencia relativa porcentual de 44.01%. Solamente tres estaciones presentaron igual composición de especies de macroalgas y las estaciones que presentaron similar composición de especies de macroinvertebrados fueron dos, con un valor de 83%. El grupo con mayor riqueza y diversidad fue para los gastrópodos y el mayor valor de equitatividad lo presentó los poliquetos. Esta investigación aporta nuevos registros de macroalgas y macroinvertebrados, también genera información sobre aspectos taxonómicos y ecológicos que servirán de base para futuras investigaciones.

## I. INTRODUCCIÓN

Los mangles son plantas que se distribuyen en latitudes tropicales y subtropicales, situándose en zonas estuarinas. Dentro de estos bosques se presentan asociaciones de organismos y plantas que constituyen la comunidad del manglar. La alta productividad de biomasa, nutrientes y detritus que genera el bosque atrae una gran diversidad de organismos como peces, moluscos, crustáceos, aves y mamíferos (Hogarth, 2007).

Las raíces de *Rhizophora* spp., sirven como sustrato de fijación para numerosos organismos y hábitat para estadios larvales y juveniles de numerosas especies de peces, moluscos, crustáceos, entre otros. Los organismos que habitan sobre la superficie de cualquier sustrato vivo son llamados epibiontes (epiflora y epifauna) (Hogarth, 1999; Kathiresan & Bingham, 2001).

En El Salvador se han realizado importantes investigaciones sobre vegetación, poblaciones algales, fauna invertebrada, vertebrada y pesquería artesanal en los bosques de manglar (MARN, 2003). Sin embargo, no se han realizado estudios que incluyan poblaciones de organismos epibiontes en raíces de mangle. Así mismo, se le ha dado muy poca atención a estudios que contemplen aspectos taxonómicos y ecológicos de estas poblaciones.

Esta investigación se llevó a cabo en el manglar del Área Natural Protegida Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, que sirve de refugio para una gran cantidad de organismos epibiontes. Este estudio tuvo como objeto conocer la composición y estructura de la epiflora y epifauna presente en las raíces de *Rhizophora* spp. Además, lograr identificar el taxón más bajo posible y describir las especies encontradas. Donde se observó y describió la herbivoría e interacciones entre organismos. También se determinó la distribución y abundancia de los epibiontes, a lo largo de 30 estaciones de muestreo, con el propósito de conocer la similitud en la composición de especies en las estaciones.

La presente investigación se considera pionera en El Salvador y sin duda, la información generada será de mucha utilidad para estudios posteriores, propuestas de manejo y conservación para las diferentes especies que habitan en las raíces, al proporcionar un amplio conocimiento de las especies adheridas a raíces de *Rhizophora* spp., en uno de los ecosistemas de manglar de El Salvador.

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1. ECOSISTEMA DE MANGLAR

Los manglares son conocidos como agrupaciones vegetales costeras que crecen en la interfase de la tierra y el mar en latitudes tropicales y subtropicales. Las plantas y los organismos asociados, constituyen la comunidad del bosque de manglar. A su vez, esta comunidad biológica y los factores abióticos que influyen sobre este ambiente constituyen el ecosistema de manglar (Kathiresan & Bingham, 2001).

Los arboles de manglar son plantas leñosas que presentan determinadas características en común, las cuales les sirven para poder sobrevivir en condiciones adversas. Estas características son: embriones capaces de flotar que se dispersan al ser transportados por el agua, una marcada tolerancia al agua salada y salobre, sin ser plantas halófilas obligadas, diferentes adaptaciones para ocupar sustratos inestable y para el intercambio de gases en sustratos anaeróbicos (sin oxígeno), (Von Prahl *et al.*, 1990). Estas características y adaptaciones son el efecto de los factores abióticos y las interacciones de las especies dentro de la comunidad del manglar determinando patrones de zonación dentro del bosque (Hogarth, 1999).

Los patrones de zonación de la vegetación de manglar varían tanto global como localmente, siendo de gran influencia los gradientes ambientales tales como la salinidad intersticial, frecuencia y nivel de inundación, las mareas, naturaleza del sustrato, drenaje y geomorfología. Estos factores determinan la ocurrencia y abundancia de especies, que dependiendo de su capacidad de adaptación suelen distribuirse de forma diferenciada a través de gradientes desde la zona de la bocana del estuario hasta los canales internos del manglar cercanos a fuentes de agua dulce (FAO, 1994; McKee, 1996).

Las especies de árboles de *Rhizophora* generalmente se encuentran en las partes exteriores de las franjas del bosque de manglar y en los bordes de los

canales. La característica principal de estos árboles es su complejo sistema de raíces que pueden ser aéreas, fúlcreas o zancudas. Estas raíces ayudan en la fijación de sustrato limnofangoso y también sirven para atrapar sedimento de origen terrestre y marino, permitiendo la acumulación de sedimento y la colonización de especies de mangle (Von Prahll *et al.*, 1990; Jiménez, 1994; Holguin *et al.*, 1999).

Las raíces sumergidas de *Rhizophora* spp., sirven de sustrato de fijación a una infinidad de organismos. Estas raíces están colonizadas por animales filtradores, gusanos segmentados sésiles, esponjas, crustáceos, moluscos, entre otros organismos, que pueden llegar a cubrir las raíces. Además, se encuentran herbívoros que se alimentan de las algas que crecen sobre este sustrato (Von Prahll *et al.*, 1990; Barrios *et al.*, 2004).

## **2.2. FACTORES AMBIENTALES DE LOS MANGLARES**

El ambiente de los manglares presenta características físico-químicas distintivas como la salinidad, acción de las mareas, vientos, altas temperaturas y suelos lodosos anaeróbicos. Por lo tanto, los manglares están adaptados a vivir en condiciones muy adversas, con una excepción de áreas heladas (Kathiresan & Qasim, 2005).

En los manglares el desarrollo óptimo de la vegetación del manglar se da entre los 28 a 32°C; la temperatura más baja que se puede registrar es de 20°C. Las altas temperaturas (38 a 40°C), en combinación con una alta radiación solar, aumentan la evapotranspiración y por lo tanto aumenta los niveles de salinidad del suelo, condición que puede ser perjudicial para el desarrollo de los manglares (Kathiresan & Qasim, 2005).

Por lo general, los manglares crecen en ambientes cuya salinidad es una mezcla entre el agua dulce y agua marina, donde el desarrollo óptimo se da entre los 18 a 30 psu. (Hogarth, 1999; 2007). El cambio en la salinidad es normalmente controlado por el clima, hidrología, precipitación, topografía e inundación mareal, ya

que estas aguas pueden sufrir grandes variaciones por el efecto de los ríos que reducen el contenido de sal, o por el estancamiento y se da la evaporación de agua aumentando la salinidad. Este factor juega un rol vital en la productividad y crecimiento de los bosques de manglar y en la distribución de especies (Vegas, 1980; Kathiresan & Qasim, 2005).

Por otra parte los niveles de precipitación permiten altas o bajas tasas de disponibilidad de agua dulce dentro del manglar influyendo en el desarrollo y crecimiento del bosque. La precipitación también juega un papel fundamental en el control de la salinidad del suelo ya que altas tasas de precipitación reducen la salinidad (Kathiresan & Qasim, 2005).

En cuanto a los suelos del bosque de manglar, estos se pueden dividir en dos grandes categorías: los suelos inorgánicos y los orgánicos. Los suelos inorgánicos son generalmente ricos en nutrientes, tales como calcio, magnesio y potasio, los cuales son retenidos temporalmente del lavado. Por otra parte, los suelos orgánicos se forman por la alta acumulación de restos orgánicos, que se mantiene por procesos anaeróbicos y los nutrientes se liberan por la descomposición de la materia orgánica en las zonas aeróbicas, con una continua re-mineralización. Son inundados periódicamente, pero su drenaje interno es lento, por lo que mantiene una saturación permanente de agua (Von Prahll *et al.*, 1990).

### **2.3. FACTORES BIÓTICOS: LOS EPIBIONTES**

La epibiosis es una asociación cerrada entre dos o más organismos que pertenecen a una misma o diferentes especies, a través de interacciones directas e indirectas. Esta asociación tiene mayor influencia en las especies involucradas y en la dinámica de las comunidades ya que algunas especies sirven de alimento y refugio (Wahl & Mark, 1999).

Los epibiontes son organismos que crecen sobre cualquier superficie viva, sólida y expuesta en el ecosistema típicamente acuático y algunas veces las raíces

de los manglares litorales son el único sustrato que no está sujeto a la alta sedimentación y proveen un hábitat ideal para algas e invertebrados epibiontes (Rützel, 1969). Algunos de estos organismos han desarrollado un grado de especialización por el sustrato a colonizar, encontrándose un solo tipo de organismo en particular, mientras que otros no son selectivos en el sustrato a colonizar (Wahl & Mark, 1999; Arias *et al.*, 2006). Además, los organismos están clasificados, según el tamaño, en macroorganismos, meioorganismos y microorganismos. Los macroorganismos incluyen aquellos que tienen dimensiones mayor o igual a 0.5 mm (Vegas, 1980; Levinton, 1982).

Entre los organismos epibentónicos se encuentran los de vida sésil y sedentario. Los organismos sésiles son los que se fijan sobre una superficie generalmente sólida. El principal objetivo es evitar ser arrancados por la fuerza de las olas y corrientes, por lo tanto, la superficie de fijación, forma y consistencia dependerán del hábitat de la especie y sus necesidades específicas (Vegas, 1980). El reclutamiento de los organismos sésiles en el manglar está controlado por la abundancia de larvas existentes, las mareas, duración del ciclo de vida de la larva y las densidades de las poblaciones adultas (Ellison & Fransworth, 1990; Kathirsean & Bingham, 2001).

Los organismos sedentarios, son los que pueden moverse sobre el sustrato, pero con una pequeña amplitud. Para los sedentarios es importante tener en cuenta el sistema de traslación, que pueden ser: el caminar (crustáceos-decápodos), el deslizamiento (turbelarios, gasterópodos), la natación (poliquetos, crustáceos), el saltar (algunos anfípodos) y la utilización de la tensión superficial del agua que ocurre en algunos gasterópodos nudibranchios (Vegas, 1980).

Los epibiontes, tanto epiflora como epifauna, presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas a factores abióticos como los cambios mareales, exposición por largos periodos a factores como el viento, la humedad, salinidad, temperatura, etc., determinando la distribución de estos organismos dentro del bosque. Algunos

organismos son de afinidad marina, donde tienen la capacidad de soportar una vida aérea temporal y la mayor actividad se presenta durante la marea baja subiendo a zonas secas cuando se presenta la pleamar (Levinton, 1982; Von Prah *et al.*, 1990; Tejada, 2007).

Durante la marea baja, los organismos resisten la emersión y quedan expuestos a la acción del viento lo cual tiene como principal consecuencia la desecación. También se da un aumento en la temperatura y el nivel de CO<sub>2</sub>, provocando una disminución del O<sub>2</sub> disponible, pH y una disminución en los nutrientes. Por esta razón, las especies propias de los manglares poseen mecanismos que les ayudan a adaptarse a los cambios abruptos del medio (Jiménez, 1994), y han desarrollado mecanismos que permiten conservar el agua para sus principales funciones vitales. Estas adaptaciones incluyen desde modificaciones morfológicas del aparato respiratorio y excretor hasta patrones de comportamiento y distribución, encontrándose generalmente en áreas muy húmedas o en pozos que quedan en la superficie irregular del sustrato cuando baja la marea (Von Prah *et al.*, 1990).

#### **2.4. COMUNIDADES DE MACROALGAS EPIBENTÓNICAS EN RAÍCES DE *Rhizophora* spp.**

En el Océano Pacífico existe un número considerado de poblaciones de macroalgas asociadas a los bosques de manglar, ellas crecen de forma epífita en raíces y corteza de “mangle rojo” *Rhizophora* spp., o sobre los neumatóforos de “madresal” *Avicennia* spp. (Von Prah *et al.*, 1990). Sin embargo, estas poblaciones son relativamente pobres en número de especies, comparadas con las de ambientes marinos y aguas continentales, ya que se ven sometidas a cambios constantes de salinidad, irradiación, temperatura y desecación, controlados principalmente por la entrada y salida de las mareas (Tejada & Vieyetz, 2006).

Las algas en los manglares generalmente se encuentran formando densos mechones oscuros, creciendo en las raíces sumergidas de los árboles de mangle,

desde el nivel de marea alta hasta la zona intermareal baja, formando una asociación conocida como “Complejo Bostrychietum” denominado por Post, en 1936. Estas algas incluyen las Divisiones Cyanophyta (Cyanobacteria), Chlorophyta, Phaeophyta y están constituidas principalmente por Rhodophyta de los géneros *Bostrychia*-*Caloglossa*. Otras especies más comunes son *Catenella*, *Stictosiphonia* y *Murrayella* (Pedroche *et al.*, 1995; Hogarth, 1999). Según Von Pralh *et al.* (1990), las algas de la División Phaeophyta son poco abundantes en los manglares del Pacífico Colombiano, donde se encuentra la especie *Padina crispata* en asociación con *Bostrychia*.

Según Karsten & Kirst (1989), las algas que viven asociadas a los manglares se ven expuestas a rangos extremos de salinidad y desecación, es por eso que estructuralmente poseen un diseño anatómico esponjoso que presentan sustancias coloidales que en su interior les permite acumular grandes cantidades de agua y nutrientes. Algunas especies de algas rojas sintetizan polioles (alcoholes) que actúan imitando el agua como sustratos respiratorios primarios, y de esa manera mantienen un tipo de esfera de agua alrededor de las proteínas, para protegerlas de la desecación y evitar un daño en sus estructuras internas.

Por ejemplo, algunas especies de *Bostrychia* sintetizan D-sorbitol y D-dulcitol, mientras que las especies de *Caloglossa* solamente sintetizan D-manitol. Las cantidades de estos polioles en las algas varían con las diferentes salinidades, niveles de nutrientes y temperaturas a las que se ven expuestas, y ésta presencia de polioles permite la osmoaclimatación en los ambientes de manglares (West *et al.*, 1992).

### **Importancia dentro del manglar.**

Las macroalgas son uno de los organismos que forman parte de los productores primarios del ecosistema de manglar mediante el proceso fotosintético, ya que los valores de productividad neta pueden ser muy altos. Algunas veces este potencial fotosintético se ve reducido por altos niveles de herbivoría. También las

macroalgas contribuyen en el aporte de materia orgánica, ya que sus valores se pueden comparar con los de la caída de hojarasca anual que *Rhizophora mangle* aporta al ecosistema (Cordeiro-Marino *et al.*, 1992).

Estas algas sirven de alimento para otros organismos, como en el caso de *Aratus pisonii* que se alimenta de hojas de *Rhizophora* y grandes cantidades de algas, formando parte de la cadena alimenticia dentro del ecosistema (Orihuela *et al.*, 2004; Kon *et al.*, 2007). También las macroalgas proveen un hábitat y/o refugio para otros organismos (Von Prahll *et al.*, 1990).

## **2.5. COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS EPIBENTÓNICOS EN RAÍCES DE *Rhizophora* spp.**

Las especies animales que son exclusivas de los ecosistemas de manglar son pocas. A pesar de esto, los manglares presentan una alta diversidad biológica, la cual es sostenida en términos energéticos por la elevada productividad primaria que se presenta en estos bosques (Von Prahll *et al.*, 1990). La mayoría de los organismos son filtradores, pero también se encuentran depredadores y detritívoros, entre ellos se incluyen especies representantes de muchos filos, como en el caso de Phylum Porifera, Platyhelminthes, Arthropoda y Mollusca, siendo este último uno de los más notables (Hogarth, 1999).

La epifauna se distribuye a lo largo de marcados patrones de zonación y colonizan una variedad de microambientes específicos. Su distribución se ve afectada por gradientes de variables físicas, ya sea a escalas de clima o latitud; escalas verticales de la amplitud o rango mareal; o en escalas aún más pequeñas (Hogarth, 1999; Nagelkerken *et al.*, 2008).

Los macroinvertebrados que habitan en la zona intermareal del manglar son importantes en las cadenas alimenticias y la productividad secundaria, ya que ellos son conexiones entre los productores primarios y los niveles tróficos más altos (Kon *et al.*, 2007), y contribuyen a la degradación de la materia orgánica, la cual comienza

con la descomposición de la hojarasca por la acción mecánica de fragmentadores como los cangrejos, seguido por el ramoneo de los moluscos, poliquetos y anfípodos (Von Prah *et al.*, 1990). De acuerdo con Nagelkerken *et al.* (2008), la epifauna es fuente de alimento para las comunidades de peces que habitan en las aguas estuarinas y para los peces que arriban en marea alta, controlando la estructura de las comunidades bénticas.

### **2.5.1. PHYLUM PORIFERA**

El Phylum Porifera (del Latín *porus*, “poro”; *ferre*, “portador de”) está constituido por las esponjas, siendo los animales pluricelulares más primitivos. Estos organismos son sésiles, suspensivos o filtradores, utilizando células flageladas llamadas coanocitos para la circulación de agua en el sistema de canales acuíferos que componen el modelo corporal inusual de estas especies y que se relaciona con el modo de vida sésil del grupo. Las esponjas carecen de órganos pero la mayoría de las células corporales son totipotentes, lo cual les da la capacidad de cambiar su forma y función (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

Aproximadamente unas 5,500 especies de esponjas han sido descritas, de las cuales casi todas se presentan en ambientes marinos. Las esponjas son bénticas y se encuentran en todas las profundidades en las que hay rocas, conchas, maderos sumergidos o corales que les sirvan de sustrato; algunas especies también se pueden encontrar en fondos blandos, arenosos y fangosos. Casi todas las esponjas prefieren las aguas someras, aunque algunos grupos viven en aguas profundas, pero la mayor riqueza de esponjas se puede encontrar en litorales sin contaminación y en arrecifes tropicales y asociadas a las raíces de mangle (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003; Hogarth, 2007).

Las esponjas tienen un tamaño muy variado, presentando especies con dimensiones de unos pocos milímetros hasta unas especies que exceden un metro de altura y diámetro. La mayoría de las esponjas presentan una forma corporal

irregular, aunque algunas son radialmente simétricas, y exhiben formas de crecimientos masivos, erectos, incrustantes o ramificados (Ruppert & Barnes, 1996).

Las especies comunes tienen colores vivos, que incluyen diferentes tonalidades de morado, azul, amarillo, rojo y blanco, entre otros. La coloración del cuerpo de una esponja puede deberse a una relación simbiótica con una bacteria o un alga unicelular. Se cree que en algunos casos la coloración de algunas especies tiene una función de protección frente a la radiación solar o como advertencia (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

Los representantes de este phylum se distribuyen verticalmente en las raíces de los mangles y su distribución está determinada por la frecuencia de la exposición al aire (Rützler, 1995). La tasa de crecimiento y las defensas químicas que presentan contra la depredación son habilidades que permite que se encuentren en gran abundancia dentro de estos ecosistemas (Diaz *et al.*, 2004).

### **Importancia dentro del manglar.**

Algunas esponjas que se encuentran sobre las raíces de los mangles sirven de protección contra organismos incrustantes, donde las esponjas cubren la raíz y poseen sustancias alelopáticas que evitan el asentamiento de organismos excavadores, como por ejemplo los isópodos. También ayudan a estimular el crecimiento de la raíz incrementando los nutrientes disponibles mediante el traspaso de estos a las raíces de mangle (Ellison & Fransworth, 1990; Ellison *et al.*, 1996; Hogarth, 1999).

### **2.5.2. PHYLUM PLATYHELMINTHES**

El Phylum Platyhelminthes (del griego *platy*, "plano", y *helminos*, "gusano") incluye cerca de 20,000 especies de gusanos de vida libre y parásitos considerados como los más primitivos de todos los filos de organismos con simetría bilateral. Los platelmintos son exitosos habitantes de una amplia gama de ambientes y las características generales de estos organismos incluyen la ausencia de sistemas

circulatorios, el uso de cilios para la locomoción y la presencia de protonefridios (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

Los miembros del filo pueden ser pequeños (menores de un milímetro), pueden ser largos, anchos y cilíndricos; o representantes más grandes (de varios centímetros) y la mayoría son notablemente aplanados, aunque la forma del cuerpo varía de ovalados y alargados. Las formas de vida libre tienen un rango de menos de 30 cm a 1 mm de largo, aunque la mayoría son de 1-3 cm de largo. El filo de los platelmintos incluye cuatro clases de gusanos, los cuales son los trematodos, los monogenéticos, cestodos (tenias) y los turbelarios (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

#### **2.5.2.1. CLASE TURBELLARIA**

Se han descrito unas 3,000 especies de turbelarios, de las cuales casi todas son tropicales, pero unas pocas viven en regiones templadas. Los turbelarios son principalmente acuáticos, la mayoría se encuentra en un hábitat bentónico marino, viviendo en la arena o el fango, bajo piedras o conchas, o sobre algas, o en un hábitat bentónico dulceacuícola, siendo generalmente organismos de vida libre. También existen especies pelágicas. Algunas especies son terrestres y algunos de ellos forman una relación simbiótica sobre o dentro de otros invertebrados (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

Los turbelarios, en su mayoría, son de tamaño pequeño. Su rango puede oscilar desde un tamaño microscópico a más de 60 cm de longitud. La coloración de las especies presenta distintas tonalidades de negro, castaño y gris. Los representantes marinos son organismos con colores brillantes (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

Estos gusanos planos presentan gran variedad de adaptaciones locomotoras. La mayoría de turbelarios bénticos se desplazan ventralmente por medio de cilios, ocupando mucus secretado que provee lubricación para el organismo, sobre

superficies y a través del agua. Algunos de los organismos más grandes o más alargados, utilizan contracciones musculares para su locomoción (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

### **Alimentación.**

Los turbelarios son principalmente depredadores, carnívoros o carroñeros, alimentándose de casi cualquier material animal disponible. Sus presas incluyen invertebrados lo suficientemente pequeños para ser capturados e ingeridos, como los protistas, crustáceos, gusanos, larvas de insectos, anélidos y gastrópodos. Las especies marinas se alimentan de animales sésiles, como briozoos, esponjas y tunicados. Algunas especies se alimentan de ostras vivas y otras consumen la carne de percebes, dejando la concha vacía. La mayoría de turbelarios localizan su comida por medio de la quimiorrecepción. Algunos turbelarios son herbívoros, alimentándose de algas, especialmente de diatomeas y ciertas especies cambian sus hábitos alimenticios de herbivoría a carnívoros a medida que maduran (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

### **Importancia dentro del manglar.**

Según Hogarth (2007), los platelmintos junto con los crustáceos, moluscos, nematodos y anélidos, forman parte de la comunidad del manglar y a su vez de la producción secundaria.

A pesar de diversos estudios realizados sobre epibiontes no se conoce el rol específico de estos organismos dentro del ecosistema.

### **2.5.3. PHYLUM ANNELIDA**

Los anélidos (del griego *annulatus*, “anillo”) se distribuyen prácticamente en todos los hábitats en los que hay suficiente agua disponible, encontrándose en agua dulce, ambientes terrestres húmedos y en su mayoría en el mar. La principal característica de estos gusanos es tener un cuerpo segmentado, presentando una

condición denominada homología seriada (partes, tanto externas como internas, se repiten en cada uno de los segmentos) (Brusca & Brusca, 2003).

### **2.5.3.1. CLASE POLYCHAETA**

Dentro del Filo Annelida, se encuentra la Clase Polychaeta, la cual está compuesta por gusanos de arena, gusanos de tubo, nereidos, entre otros que se caracterizan por presentar numerosas quetas (sedas) en los segmentos del tronco (anexo 1a y b). Esta clase tiene representantes marinos, dulceacuícolas, terrestres y especies de formas errantes, excavadoras, tubícolas, intersticiales y planctónicas (Salazar-Vallejo *et al.*, 1988; Brusca & Brusca, 2003).

Los poliquetos suelen ser los animales más abundantes que viven dentro de la arena y lodo en la orilla del mar. Por lo tanto, rara vez pueden ser vistos en la superficie y solo unas pocas especies pueden sobrevivir a las condiciones adversas del medio ambiente al ser expuestas a superficies duras y debido a esto, algunas poliquetos viven en colonias protegidas dentro de tubos (Murugesan & Ajmal Khan, s.a.).

Los poliquetos se pueden dividir en dos grupos: forma errantia (de movimiento libre) y forma sedentaria, aunque la distinción entre los dos grupos no siempre es clara. Los poliquetos errantes o errantia, incluyen algunas especies que son estrictamente pelágicas, otras que se arrastran debajo de piedras y conchas; algunos son excavadores o formadores activos de madrigueras en la arena, lodo y muchas especies construyen y viven en tubos (Murugesan & Ajmal Khan, s.a.). Por otra parte, los poliquetos sedentarios o Sedentaria son mayormente habitantes de tubos o habitantes permanentes de madrigueras. (Ruppert & Barnes, 1996).

#### **Poliquetos tubícolas.**

En muchas familias de poliquetos se ha desarrollado un hábito tubícola. El tubo puede servirle al organismo como hábitat o escondite para acechar a sus presas. Además, el tubo puede abastecerle de agua limpia y oxigenada existente

encima del fondo lodoso o arenoso, y permitirle habitar en superficies duras y desnudas. Los tubos de los poliquetos pueden estar formados por material secretado, por granos de arena cementados entre sí o por una combinación de ambos. La mayoría de las especies tubícolas son poliquetos sedentarios que están especializados para dicha forma de vida. Los apéndices sensoriales prostomiales están reducidos o ausentes, y son frecuentes las estructuras anteriores para la alimentación (Ruppert & Barnes, 1996).

### **Alimentación.**

Los poliquetos son organismos que de una u otra forma explotan casi todos los recursos alimentarios marinos. Brusca y Brusca (2003), han clasificado los poliquetos en organismos cazadores, detritívoros y suspensívoros, habiendo varios métodos de alimentación y preferencias dietéticas dentro de cada una de las categorías fundamentales.

En su mayoría, los poliquetos son rapaces e incluyen miembros de familias que habitan sobre una superficie, grupos pelágicos y grupos tubícolas. La presa consiste en varios invertebrados pequeños, incluyendo otros poliquetos; algunos son carroñeros y se alimentan de casi cualquier material orgánico muerto que encuentren (Murugesan & Ajmal Khan, s.a; Brusca & Brusca, 2003).

### **Importancia dentro del manglar.**

Algunos poliquetos son considerados como indicadores de contaminación, siendo capaces de colonizar zonas perturbadas por acción natural o antropogénica (Fauchald, 1977a y b; Salazar-Vallejo *et al.*, 1988). Los poliquetos dentro del manglar son fuente de alimento, formando parte de la producción secundaria dentro del ecosistema. Además, algunas especies son importantes para conocer el grado de contaminación, como ejemplo sería *Capitella capitata*, el cual es considerado como indicador de contaminación por materia orgánica, alcanzando grandes densidades en los sitios afectados (Salazar-Vallejo *et al.*, 1988).

## **2.5.4. PHYLUM ARTHROPODA**

Los artrópodos son de los grupos más diversos de todo el planeta, se han descrito más de 750,000 especies y sus diversas adaptaciones les han permitido vivir en casi todos los hábitats. Entre las principales características poseen un exoesqueleto quitinoso que cubre por completo el cuerpo, apéndices segmentados-articulados para el movimiento y presentan órganos sensoriales para captar estímulos ambientales (Ruppert & Barnes, 1996).

### **2.5.4.1. SUBPHYLUM CRUSTACEA**

Dentro de los artrópodos, este es el único subfilo donde la mayor parte de las especies son acuáticas. La mayoría son marinos, aunque hay estuarinos, dulceacuícolas, semiterrestres y terrestres. Poseen cinco pares de apéndices, pueden o no presentar dos pares de antenas, apéndices birrámeos. La mayoría de crustáceos son de vida bentónica, adaptados a la reptación y excavación. Presentan una alimentación filtradora, suspensívora, depredadora o recogen el alimento (Ruppert & Barnes, 1996; Brusca & Brusca, 2003).

#### **2.5.4.1.1. INFRACLASE CIRRIPEDIA**

Los cirripedios son exclusivamente marinos y son el único grupo sésil de los crustáceos; en los manglares estos se adhieren a las raíces de *Rhizophora* spp. Algunas especies son comensales de organismos vivos (como tortugas, ballenas, peces, raíces de mangle, entre otros) y de los cuales un gran número son parásitos (Ruppert & Barnes, 1996; Kathirsean & Bingham, 2001).

La larva de un cirripedio llamada cipris, se asienta en el fondo y se adhiere al sustrato por medio de glándulas cementales, localizadas en la base de la primera antena. Están recubiertos por placas calcáreas desde la larva o estado juvenil hasta los adultos, es por eso que la abertura del caparazón es hacia arriba lo que le permite extender sus apéndices para alimentarse (anexo 2) (Ruppert & Barnes, 1996).

Los cirripedios de vida libre o torácica pueden dividirse en pedunculados y sentados. Los cirripedios sentados no tienen pedúnculo. La superficie donde se adhieren se llama base (puede ser membranosa o calcárea), luego una pared de placas verticales rodea por completo al organismo y dentro de la pared el organismo está recubierto por un opérculo. Las placas se pueden traslapar y mantenerse unidas por medio de tejidos vivos o por dientes intercalados; algunos pueden estar fusionados de un extremo. Estas placas están ancladas a la base por medio de fibras musculares. Los dos pares de antenas en este grupo están reducidas o ausentes (Ruppert & Barnes, 1996).

### **Alimentación.**

Su alimentación es suspensívora, generalmente utilizan seis apéndices birrámeos torácicos llamados cirros, del cual se deriva el nombre de Cirripedia (Ruppert & Barnes, 1996; Salgado-Barragán & Hendrickx, 2002; Brusca & Brusca, 2003).

### **Importancia dentro del manglar.**

Los cirripedios son considerados como los mayores competidores por espacio en las comunidades intersticiales, debido al rápido crecimiento y abundancia de los organismos, pueden llegar a impedir la colonización del sustrato por otras especies sésiles pero en algunos casos, su presencia puede favorecer el asentamiento de otras especies (Salgado-Barragán & Hendrickx, 2002).

Según Perry (1988) y Hogarth (1999), en los manglares las colonias masivas de cirripedios pueden llegar a inhibir la aireación de las raíces sumergidas de los mangles, causando un daño físico, bajando su productividad neta y por lo tanto, impidiendo su crecimiento. Las colonias de cirripedios sésiles también pueden proveer refugio para otros organismos pequeños y móviles (isópodos, nematodos y gastrópodos). Además pueden servir como alimento para algunas especies de gastrópodos y crustáceos (Salgado-Barragán & Hendrickx, 2002).

### **2.5.5. PHYLUM MOLLUSCA**

Los moluscos constituyen el segundo grupo de invertebrados con mayor número de especies, después de los artrópodos, que pueden vivir en el mar, en agua dulce o en la tierra. Este grupo incluye a los quitones, caracoles, almejas, ostras, entre otros. La locomoción por lo general es lenta, con ayuda de un pie musculoso y aplanado que le ayuda a reptar (Ruppert & Barnes, 1996).

Estas especies se alimentan raspando algas y otros organismos que crecen sobre las rocas, por lo que su boca se ubica en el extremo anterior que está recubierta de una cutícula. Debido a la diversidad de estructuras y la especialización que han alcanzado estos organismos su alimentación puede ser: herbívora (ramonean), carnívora, depredadora, filtradora, detritívora y parasita. Su hábito de vida puede ser bentónica, excavadora, perforadora o pelágica (Ruppert & Barnes, 1996; Hickman & Roberts, 2006).

#### **2.5.5.1. CLASE BIVALVA**

Los bivalvos están comprimidos lateralmente y poseen una concha que está formada por dos valvas, unidas dorsalmente y que cubren el cuerpo; una cabeza poco desarrollada y un pie en forma de hacha convexas, y más o menos ovaladas, similares entre sí (anexo 3a y b). Esta clase incluye a los mejillones, almejas, ostras, entre otros. En su mayoría estos organismos son filtradores sedentarios, que dependen de las corrientes filiales, producidas por las branquias y es así como capturan su alimento, también son excavadores de fondos blandos o arenosos, lo que los obliga a llevar vidas sedentarias y muchos han colonizado hábitat epibentónicos (Ruppert & Barnes, 1996; Hickman & Roberts, 2006).

Existen bivalvos que pueden excavar a profundidades considerables y que tienden a vivir en agujeros semipermanentes o permanentes; otros viven adheridos sobre la superficie de sustratos (epifauna), encontrándose en maderas, conchas, corales, rocas, etc. Esta fijación la consiguen gracias a los filamentos del biso o a la fusión de una de las valvas al sustrato (Ruppert & Barnes, 1996).

### **Alimentación.**

La mayoría de estos organismos son detritívoros selectivos, auxiliándose de un par de tentáculos pálpales para obtener y transportar las partículas alimenticias. Otros pueden alimentarse de pequeños organismos planctónicos y de partículas en suspensión (filtración), que son captadas por cilios frontales que ayudan al transporte vertical de las partículas alimenticias (Ruppert & Barnes, 1996).

### **2.5.5.2. CLASE GASTROPODA**

Es la mayor de las clases de moluscos, los cuales han invadido diversos tipos de hábitat (terrestres, marinos y dulceacuícolas). Además de ser la clase con mayor éxito evolutivo de todos los moluscos (Ruppert & Barnes, 1996).

Según Ruppert & Barnes (1996), estos organismos presentan una simetría bilateral y mediante procesos evolutivos comienza a retorcerse a consecuencia de contracciones musculares con el fin de proteger la cabeza, siendo la principal característica de los gastrópodos (anexo 3b).

Estos organismos poseen conchas cónicas formadas por un tubo con muchas vueltas y son asimétricas o simétricas de forma secundaria. El pie típico es plano y con forma de suela reptante, aunque se han adaptado para la locomoción en muchos sustratos. Esta suela es ciliada y presenta muchas células glandulares que producen moco y que le ayuda a la locomoción del organismo. Pueden vivir en fondos blandos, algunos de menos tamaño viven en suelos arenosos o fangosos y se desplazan por propulsión ciliar, muy pocos se han adaptado a la vida sésil (Ruppert & Barnes, 1996).

### **Alimentación.**

La mayoría son herbívoros y se alimentan de las partículas que obtienen al raspar las algas de las superficies duras; algunos ramonean y otros se alimentan de plancton. Los gastrópodos son carnívoros y carroñeros. Los que son depredadores perforan otros moluscos, de preferencia bivalvos (Hickman & Roberts. 2006).

### **Importancia dentro del manglar.**

Los moluscos que habitan en el ecosistema de manglar son importantes ya que sirven de alimento para otros organismos. Los bivalvos presentan una importancia ecológica debido a que en su mayoría son filtradores y también se alimentan de la materia orgánica (Kathiresan & Bingham, 2001; Kathiresan & Qasim, 2005; Cannicci *et al.*, 2008).

A su vez, los gastrópodos, debido a su naturaleza de depredadores ayudan a mantener el funcionamiento y productividad de estos bosques, actuando como necrófagos que limpian el sistema radical de los manglares, alimentándose de la fauna incrustante (como son los balanos y serpúlidos). Otros gastrópodos se alimentan de materia orgánica y hojas caídas (detritus), ayudando a la producción secundaria dentro del ecosistema (Kathiresan & Qasim, 2005; Cannicci *et al.*, 2008).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Complejo Barra de Santiago se encuentra ubicado en los cantones Barra de Santiago, Cara Sucia, La Ceiba y Garita Palmera, Jurisdicciones de Jujutla y San Francisco Menéndez, Departamento de Ahuachapán, entre los 13° 42'00" Latitud Norte y 90° 03'00" Longitud Oeste (figura 1). El área posee una extensión de 2,689 Ha y un rango altitudinal entre 0.0 y 20 msnm (MARN, 2006). Presenta suelos halomórficos que son de origen marino y material en suspensión por los ríos que desembocan en los esteros, con textura arcillosa, arcilloso-limoso y algunas partes son de textura arenosa (Serrano *et al.*, 1993).

Según el Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (MARN, 2006), el clima se caracteriza por ser del tipo Sabana Tropical Caliente dentro de la planicie costera, con temperaturas entre 22° y 27° C. La precipitación promedio es de 1,500 mm. La zona de la Barra de Santiago, se encuentra afectada por un patrón de mareas semidiurnas, con inundaciones máximas de 2.14 m que promueve un patrón bidireccional de corrientes dentro del estero.

Además, esta zona recibe influencia de agua dulce de seis riachuelos que drenan una cuenca de aproximadamente 400 m de ancho, extendiéndose desde la bocana El Zapote en el Este y al Oeste se ubica la bocana El Zaité con una longitud de 5 km. Estos riachuelos son los de la cordillera Apaneca-Lamatepec, Cara Sucia, La Palma, Queisquishque, Sacramento y La Paz, que influye en el desarrollo estructural de dicho manglar. Los principales ríos que afectan el bosque de manglar en esta área son: Río Guayapa, El Rosario, Los Naranjos, Izcanal, y Ahuachapío (Jiménez, 1994).

La vegetación predominante son arboles de mangle de las especies: *Rhizophora mangle* "mangle rojo o colorado", *R. racemosa* "mangle caballero", *Avicennia germinans* "mangle negro ó istatén", *A. bicolor* "madre sal", *Laguncularia*

*racemosa* “sincahuite” y *Conocarpus erectus* “botoncillo”, pero también incluye un bosque de transición salado-dulce, bosque subperennifolio, bosque de galería y palmar (MARN, 2006).

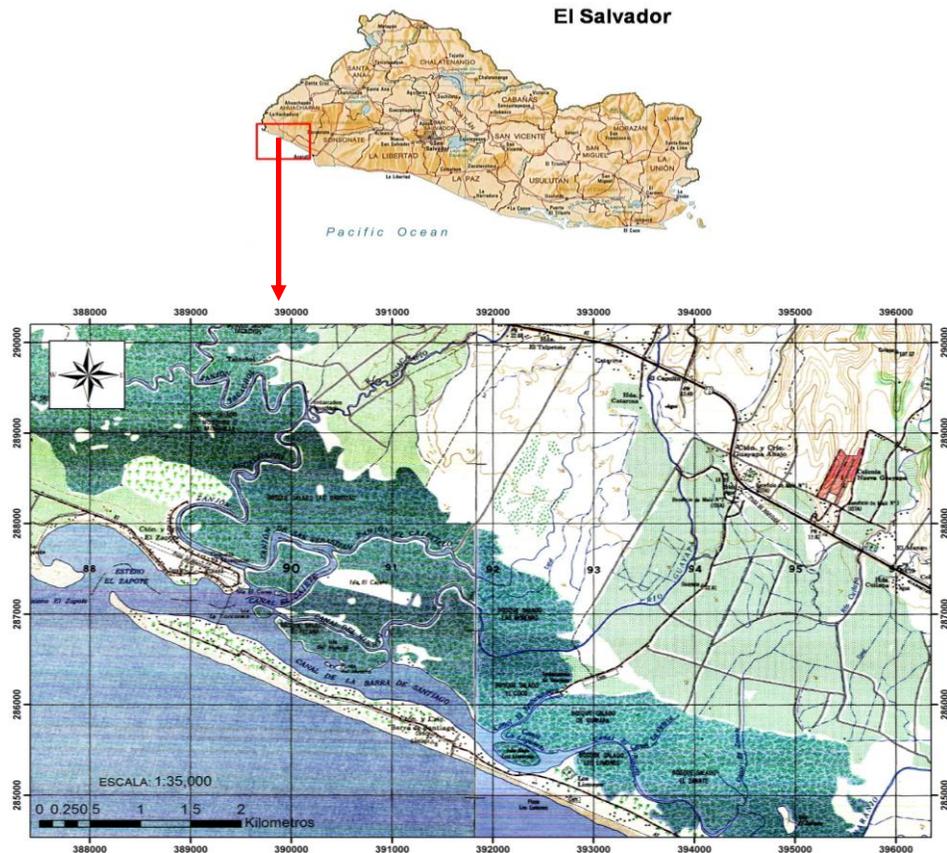


Figura 1. Ubicación geográfica del área natural protegida Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Fuente: CNR.

### 3.2. METODOLOGÍA DE LA FASE DE CAMPO

La fase de campo se realizó entre los meses de marzo a junio de 2009. Los puntos de muestreo se ubicaron de manera sistemática en diferentes zonas de acuerdo con un gradiente de salinidad, con presencia de bosques monoespecíficos de *Rhizophora* spp., y un fácil acceso a canales primarios y secundarios que componen al ecosistema de estudio. En total se muestrearon 30 estaciones con una visita a cada estación. Cada uno de los puntos se georeferenció con un sistema de posicionamiento global (GPS) marca MAGELLAN y se ubicó en un mapa cartográfico con escala de 1:25,000, sobre un sistema de coordenadas (cuadro 1 y figura 2).

**Cuadro 1. Estaciones de muestreo con su número de ubicación y respectiva georeferencia dentro del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.**

Estación	No. de ubicación en el mapa	Latitud	Longitud	Estación	No. de ubicación en el mapa	Latitud	Longitud
El Cajetillo	3	13°42'40.68"	90°0'46.44"	Poza La Vieja	8	13°41'17.44"	89°58'33.6"
El Cajete	4	13°42'23.04"	90°0'12.96"	El Tacachol	12	13°43'42.96"	90°1'13.8"
Palo Blanco	5	13°42'14.4"	90°0'20.88"	Ahuachapío	13	13°43'30.36"	90°0'55.08"
El Muerto	6	13°41'36.24"	90°0'27"	Entrada El Galio	15	13°42'32.04"	90°1'15.24"
El Mosquito	14	13°42'56.16"	90°1'23.88"	El Número Dos	16	13°42'3.96"	90°0'55.08"
Los Pozos	18	13°41'54.6"	90°0'10.08"	El Zapote	20	13°42'29.88"	90°1'30"
San Sebastián	19	13°43'1.92"	90°1'6.96"	El Galio II	21	13°42'20.88"	90°1'13.08"
El Tembladero	22	13°42'11.88"	90°0'12.96"	El Zanate	9	13°41'3.84"	89°58'24.24"
Costa Azul	24	13°41'4.92"	89°59'7.08"	Glorialinda	10	13°40'59.52"	89°58'43.32"
El Rosario	25	13°41'20.04"	89°59'20.04"	La Menguía	11	13°43'42.96"	90°1'32.52"
El Cajete II	29	13°42'20.88"	90°0'51.84"	El Tembladero II	17	13°42'27.72"	90°0'5.4"
El Almendro	30	13°42'9"	90°1'1.92"	La Petaquita	23	13°40'53.04"	89°58'45.84"
Rio Ahuachapío	1	13°43'20.28"	90°1'1.92"	La Laguneta	26	13°41'20.04"	89°59'44.88"
Entrada El Tacachol	2	13°43'28.56"	90°1'7.68"	El Número	27	13°41'27.96"	89°59'44.16"
La Petaca	7	13°41'25.8"	89°59'9.24"	El Cajetillo II	28	13°42'29.88"	90°0'38.88"

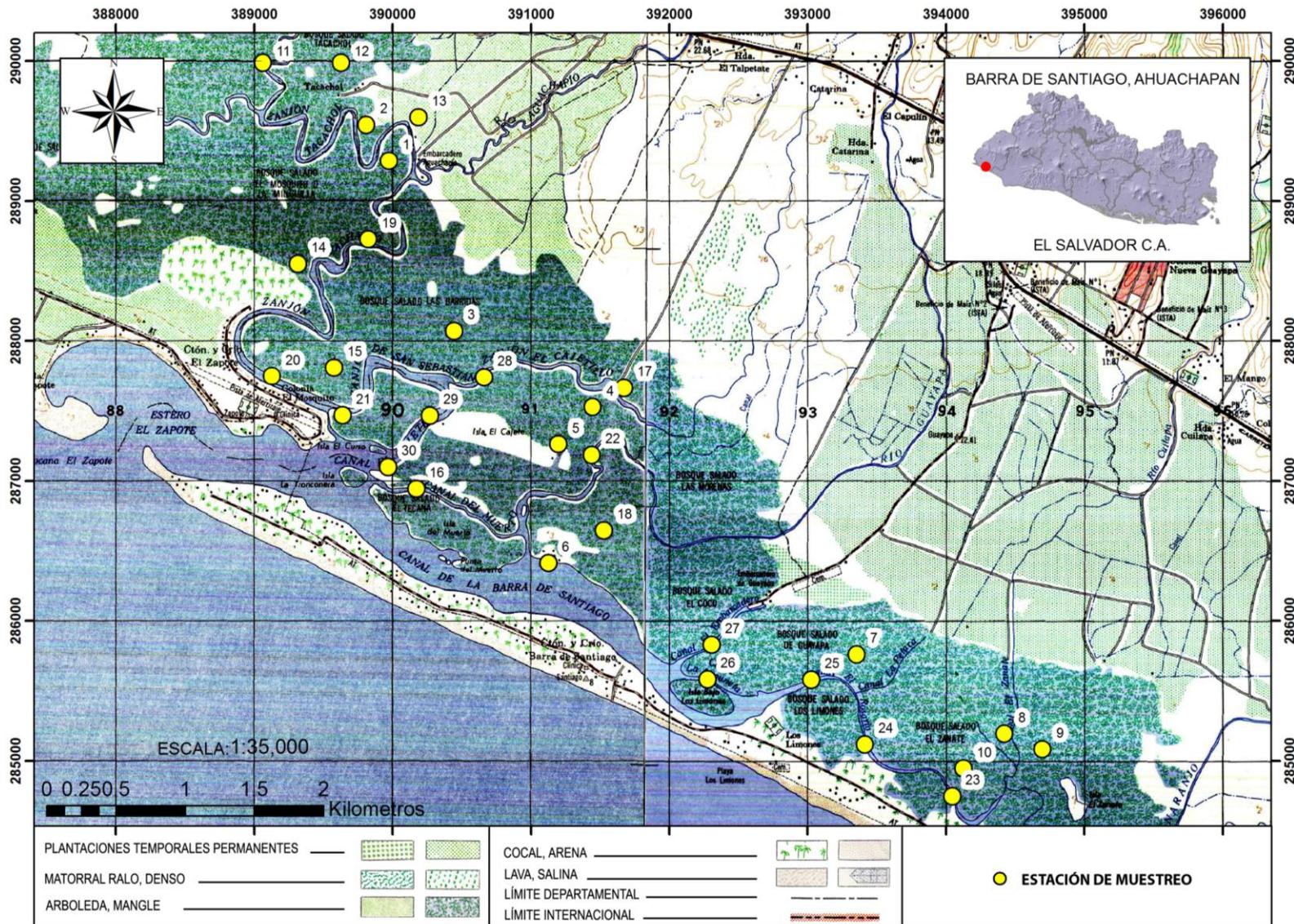


Figura 2. Ubicación de estaciones de muestro en el ecosistema de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Fuente: CNR.

### 3.2.1. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

En cada estación se trazaron 3 transectos lineales de 60 m cada uno, paralelos a la orilla del canal, por medio de una brújula y una cinta métrica. Cada transecto fue separado uno del otro por 15 m, y en cada punto del transecto (a los 0, 20, 40 y 60 m de distancia), se extrajo aleatoriamente y sin repetición una raíz de *Rhizophora* spp., para evitar la extracción de raíces de un solo árbol, haciendo un total de 12 raíces por estación. Previamente se obtuvo un permiso de colecta científica del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por ser el manglar de la Barra de Santiago un Área Natural Protegida (ANP) (figura 3).

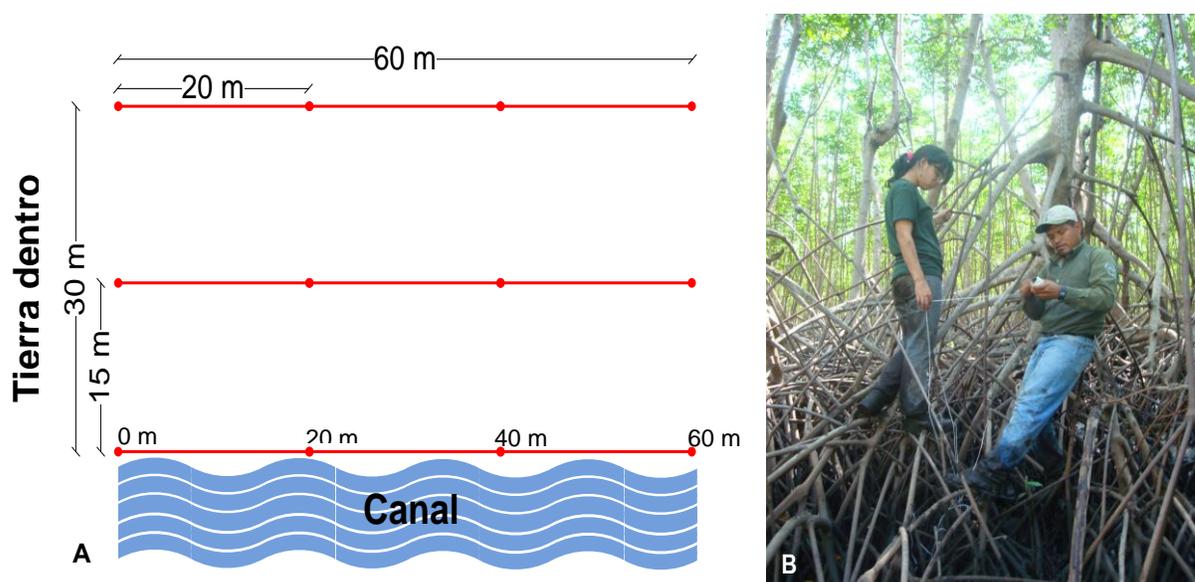


Figura 3. a) Modelo de la metodología de extracción de raíces de *Rhizophora* spp., b) Montaje de transecto.

Para la extracción aleatoria de cada raíz se utilizó la técnica del individuo más próximo. Esta técnica consistió en la medición de las distancias entre cada punto del transecto y el árbol más cercano a él, eligiendo dicho árbol para la extracción de la raíz. Cada raíz fue enumerada y mediante el uso de una tabla de números aleatorios se escogió la muestra (Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1982).

Aquellas raíces que no presentaron organismos adheridos a ellas no se cortaron y las que presentaban organismos adheridos se extrajeron desde la zona de

inserción al sustrato hasta la porción libre de organismos sobre el nivel del agua donde marca la marea más alta (figura 4) (Quintana, 1973; Inclán, 1989).



Figura 4. a) Datos de campo registrados durante la fase de campo. b) Extracción de raíces desde el nivel de marea hasta la zona de inserción al sustrato.

Para evitar la pérdida de organismos individuales, se realizó su colecta en el campo, se separaron de la raíz y se introdujeron en bolsas plásticas. Posteriormente, la raíz se envolvió en papel periódico húmedo para que los demás organismos adheridos con crecimiento colonial o en masas se preserven por más tiempo (figura 5a). Inmediatamente se introdujo la raíz en una bolsa plástica para transportarla al laboratorio (figura 5b).



Figura 5. a) Metodología para transporte de raíces hacia el laboratorio. b) Rotulación de las raíces extraídas.

### **3.3. FASE DE LABORATORIO**

#### **3.3.1. MEDICIÓN DE COBERTURA Y CONTEO DE ORGANISMOS**

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Ficología de la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, donde se realizaron dos procedimientos generales para el procesamiento de datos: porcentajes de coberturas para aquellos organismos que crecen de forma masiva o en colonias y conteo de organismos con vida solitaria para determinar su frecuencia y abundancia.

En el caso de los organismos que crecen de forma masiva (macroalgas), se midió el porcentaje de cobertura para cada raíz colectada, utilizando un planímetro plástico de acetato con  $0.16 \text{ cm}^2$  de precisión, midiendo  $12.8 \times 12.8 \text{ cm}$ , cubriendo toda la superficie de la raíz, de tal manera que el número total de centímetros ocupados por las algas fue usado para estimar su porcentaje de cobertura (Tejada, 2002). Así mismo para el caso de organismos coloniales (macroinvertebrados) se utilizó un planímetro de  $1 \text{ cm}^2$  de precisión, midiendo  $21.6 \times 27.9 \text{ cm}$  para estimar su porcentaje de cobertura (figura 6a) (Inclán, 1989).

En cuanto a los macroinvertebrados de vida solitaria se contó cada espécimen para estimar su abundancia (figura 6b).



Figura 6. a) Planímetro utilizado para la medición de cobertura de organismos epibiontes. b) Conteo de organismos de macroinvertebrados epibiontes.

### 3.3.2. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

#### 3.3.2.1. MACROALGAS

Las muestras de macroalgas, se extrajeron de la raíz, limpiaron con agua y fijaron en formaldehído al 5% con agua de estuario, agregándole 5 gr de Bórax y 5 ml de glicerina por cada litro de solución para compensar la acidez a la que será sometida la muestra. Este tipo de preservación es la más adecuada ya que por su polaridad no extrae los pigmentos fotosintéticos y accesorios de las algas<sup>1</sup> (Dawes, 1986). También, algunas muestras se herborizaron y depositaron en la Colección Ficológica de Referencia, Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador (UES).

<sup>1</sup> Com. Pers. M.Sc. Olga Lidia Tejada Rivas, Catedrática, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador.

### **3.3.2.2. MACROINVERTEBRADOS**

En el caso de los organismos del Filo Mollusca, se separó el cuerpo del molusco de la concha utilizando una pinza y se preservó en alcohol al 70%; la concha se limpió con detergente y cepillo, para su preservación en seco<sup>1</sup>. Para la Clase Cirripedia, se separó el balano de las placas utilizando una pinza, también se preservó en alcohol al 70%. Las placas se limpiaban con cepillo y cloro para identificar características específicas que permitieron la identificación taxonómica<sup>2</sup>. Los demás filos de fauna invertebrada se limpiaron para eliminar todo el sedimento y se preservaron en alcohol al 70% de acuerdo con las metodologías utilizadas por Molina & Vargas (1994) y Márquez & Jiménez (2002). Las muestras de moluscos, poliquetos y cirripedios fueron depositadas en la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador (UES), Museo de Historia Natural de El Salvador (MHUNES) y el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

### **3.3.3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES**

Todas las especies se identificaron taxonómicamente hasta el taxón más bajo posible.

#### **3.3.3.1. MACROALGAS**

Para la identificación de las macroalgas se analizaron caracteres morfológicos, también se realizaron cortes histológicos que permitió observar características anatómicas del talo de cada especie y se utilizaron las claves taxonómicas de Dawson (1960), Taylor (1960), Schnetter & Bula Meyer (1982), Pedroche *et al.* (1995), Littler & Littler (2000) y Wysor (2004). También se contó con la ayuda de especialistas y la Colección de Referencia de Macroalgas del Laboratorio de Ficología, de la Escuela de Biología de la UES.

---

<sup>1</sup> Com. Pers. Licda. Ana María Rivera, Curadora de la Colección de Malacología, Museo de Historia Natural de El Salvador.

<sup>2</sup> Com. Pers. Dr. Antonio Celis, Especialista en cirripedios, Universidad Autónoma de México (UNAM).

### **3.3.3.2. MACROINVERTEBRADOS**

Para la identificación de los macroinvertebrados, se utilizó un microscopio estereoscópico y guías de identificación taxonómica. Para la identificación de poliquetos: Fauchald (1977a), Fauchald (1977b) y Salazar-Vallejo *et al.* (1988) y la corroboración de especialistas del área de Patrimonio Natural del MARN<sup>1</sup>; para la identificación de moluscos se utilizaron guías taxonómicas de Keen (1971), Cruz Soto & Jiménez (1994) y Hernández (2000), con el apoyo de especialistas del MHUNES y la colección de referencia; en el caso de los cirripedios se utilizó como referencia de Pitombo (2004) y se contó con el apoyo de especialistas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

### **3.3.3.3. ORGANISMOS ASOCIADOS A LOS EPIBIONTES.**

Para la identificación de otros organismos, tales como cianofitas, diatomeas, tintinidos e insecto se utilizó un microscopio estereoscópico y guías de identificación taxonómica. Desikachary (1959) y Siqueiros Beltrones (2002) para cianofitas y diatomeas respectivamente, además se contó con la ayuda del especialista en microalgas del Laboratorio de Ficología<sup>2</sup>, de la Escuela de Biología de la UES. Para determinar los insectos, se contó con la ayuda de especialistas de la Facultad de Agronomía de la UES<sup>3,4,5</sup> y con las guías de identificación de Usinger (1956), Johannsen (1969), Pennak (1978), Lehmkuhl (1979), Roldán (1988) y Roldan (2003).

### **3.3.4. HERBIVORÍA E INTERACCIONES DE ORGANISMOS.**

Con la ayuda de un microscopio estereoscopio se observó y describió las marcas de herbivoría e interacciones entre los organismos adheridos a las raíces de *Rhizophora* spp.

---

<sup>1</sup> Dr. Enrique Barraza, especialista en poliquetos, Dirección de Patrimonio Natural, Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

<sup>2</sup> Lic. Rodolfo Menjivar, Catedrático, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador.

<sup>3</sup> Ing. José Miguel Sermeño Chicas, Catedrático, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

<sup>4</sup> Ing. Leopoldo Serrano Cervantes, Catedrático, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

<sup>5</sup> Rubén Ernesto Sorto, Biólogo, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador.

### 3.4. ANÁLISIS DE DATOS.

Para el análisis de datos de los organismos coloniales o de crecimiento masivo y de vida solitaria se utilizó la estadística descriptiva, para lo cual se tabularon y graficaron en hojas de cálculo de Excel.

#### 3.4.1. Porcentaje de cobertura.

Para los organismos de crecimiento colonial, los valores de cobertura en cada estación se obtuvieron a partir del promedio total de las 12 raíces; luego se tabularon y graficaron.

#### 3.4.2. Abundancia.

Con respecto a la abundancia se procedió a determinar la cantidad de especies de macroinvertebrados de vida solitaria a lo largo de los muestreos. Para la valoración de los datos se obtuvo la Frecuencia, Frecuencia Relativa y Frecuencia Relativa Porcentual.

La frecuencia se describe como el número total de veces que se repetía cada especie a lo largo de los muestreos realizados y se obtiene con la suma de las abundancias obtenidas por especies. Luego se determinó la frecuencia relativa que consiste en la suma de los datos de los muestreos entre la suma total de todos los individuos de la población. Para el cálculo de la frecuencia relativa porcentual se empleo la siguiente fórmula:

$$\text{Fr \%} = (\text{Fr}) * 100$$

Los valores obtenidos se analizaron con una escala de valores de cuatro categorías, similar al de Monterrosa (1993), la cual expresa:

**Especie dominante:** frecuencia relativa porcentual mayor al 50%

**Especie abundante:** frecuencia relativa porcentual entre el 10% y 50%

**Especie frecuente:** frecuencia relativa porcentual entre el 5% y el 10%

**Especie rara:** frecuencia relativa porcentual menor al 5%

### **3.4.3. Índices de Biodiversidad.**

El índice de Diversidad de Margalef permite medir la riqueza específica de las especies en el ecosistema, relacionando el número de especies con el número total de individuos observados (Moreno, 2000). En el presente estudio se utilizó este índice para la abundancia de macroinvertebrados solitarios y las estaciones que brinda mayor importancia a la riqueza de especies que al número de individuos por especie. Los valores van de 0 a 6, de modo que a mayor valor, mayor es la riqueza de especies (Krebs, 1985; MARN, 2003).

Así mismo, se utilizó el Índice de Equidad de Shannon-Wiener para los organismos de vida solitaria y las estaciones, ya que este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Este índice combina el número de especies y la igualdad de distribución de individuos en las diversas especies. Puede mostrar valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Villarreal *et al.*, 2006).

También se determinó el Índice de Equitatividad que expresa que tan uniforme están distribuidos los individuos entre las especies. Esto refleja la distribución de individuos entre especies.

Los datos recopilados se ordenaron en base de datos de Excel y procesaron mediante el uso del programa estadístico PAST 1.83 (Hammer *et al.*, 2001).

### **3.4.4. Similitud de estaciones.**

Para determinar la similitud en la composición de especies en las diferentes estaciones de estudio por medio de un Análisis de Conglomerados basado en el Coeficiente de Similitud de Jaccard, con una matriz de presencia (1)/ausencia (0) (MARN, 2003). Este análisis relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. El rango va desde cero cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies (Villarreal *et al.*, 2006).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMENES

En esta investigación, se logró determinar 50 especies de epibiontes en las raíces de *Rhizophora* spp., de las cuales 7 especies fueron macroalgas y 43 especies fueron macroinvertebrados.

#### 4.1.1. MACROALGAS

Se determinaron 2 órdenes en 3 familias, 3 géneros y 5 especies de algas pertenecientes a la División Rhodophyta y 2 órdenes en 2 familias, 2 géneros y 2 especies de la División Chlorophyta. En el presente estudio, las algas de la Clase Phaeophyceae estuvieron ausentes (cuadro 2).

**Cuadro 2. Ubicación taxonómica de las especies de macroalgas encontradas sobre las raíces de *Rhizophora* spp., en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, durante marzo a junio de 2009.**

División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiales	Delesseriaceae	<i>Caloglossa</i>	<i>cf. leprieurii</i>	(Montagne) Montagne, 1869
				<i>Caloglossa</i>	<i>cf. rotundata</i>	Kamiya, 2003
			Rhodomelaceae	<i>Bostrychia</i>	<i>calliptera</i>	(Montagne) Montagne, 1842
				<i>Bostrychia</i>	<i>radicans</i>	(Montagne) Montagne, 1842
		Gigartinales	Caulacanthaceae	<i>Catenella</i>	<i>impudica</i>	(Montagne.) J. Agardh, 1852
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium</i>	<i>riparium</i>	(Roth) Kütz. Ex. Harvey, 1849
		Bryopsidales	Udoteaceae	<i>Boodleopsis</i>	<i>verticillata</i>	E. Y Dawson, 1960

#### 4.1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE MACROALGAS.

##### ***Caloglossa cf. leprieurii*** (Montagne) Montagne, 1869

(Rhodophyta, Ceramiales, Delesseriaceae)

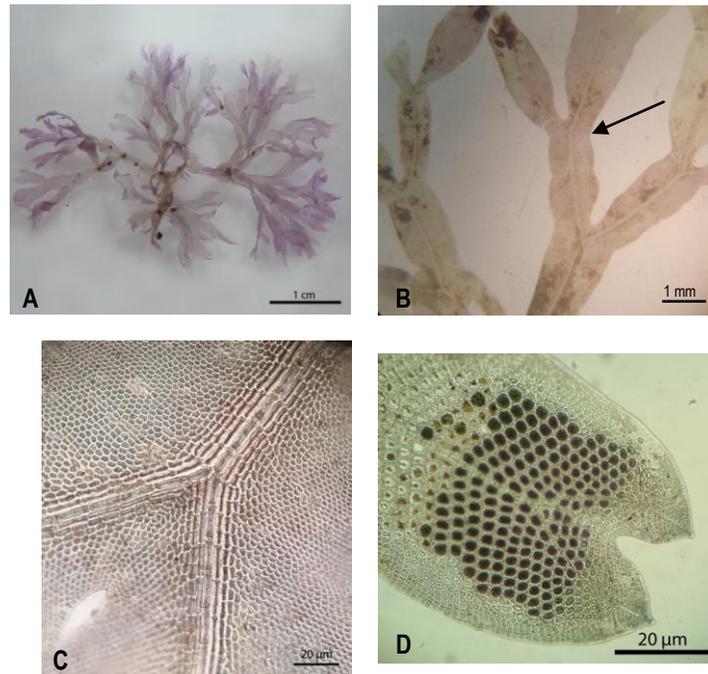


Figura 7. *Caloglossa cf. leprieurii*: a) Hábito de la especie. b) La flecha muestra nódulos ligeramente constrictos. c) Vena central en la dicotomía. d) Tetrasporangios inmersos en la lámina y ápice bifurcado.

Plantas postradas de 2 a 4 cm de alto. Coloración púrpura a café-rojiza. Presenta hojas lineales y alargadas, mostrando ligeras constricciones en los nódulos y se adhieren al sustrato por medio de rizoides en la superficie ventral de las constricciones. La ramificación es regular, dicotómica, con ramas secundarias que se originan de una célula axial en la vena central. Hojas monostromáticas con línea de células hexagonales desde la vena central hasta los márgenes de las hojas. Los tetrasporangios están tetraédricamente divididos en series oblicuas de las hojas. Cistocarpos sésiles en la vena central.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde Norteamérica hasta Suramérica.

Referencia: Taylor (1960); Schnetter & Bula Meyer (1982); Littler & Littler (2000).

***Caloglossa cf. rotundata* Kamiya (2003)**

(Rhodophyta, Ceramiales, Delesseriaceae)

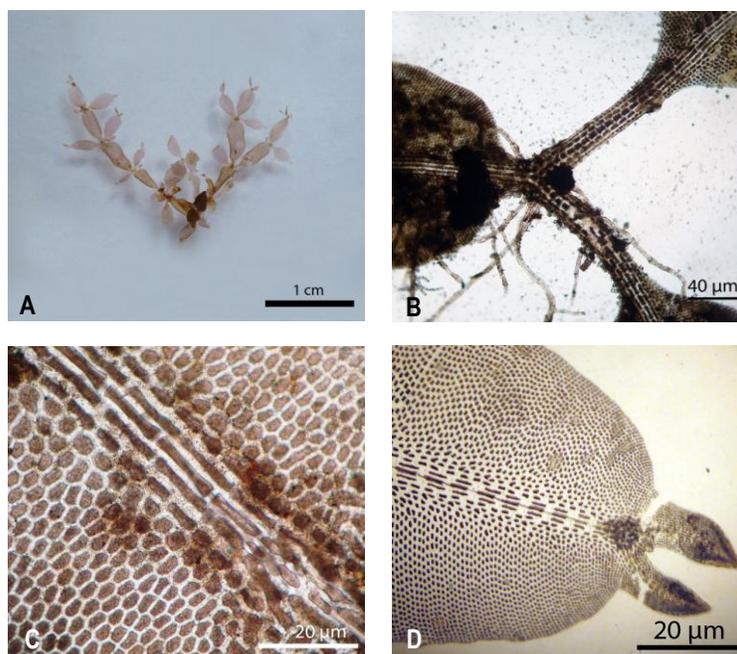


Figura 8. *Caloglossa cf. rotundata*: a) Hábito de la especie. b) Nódulos fuertemente constrictos, presentando rizoides. c) Vena central con células hexagonales transversales. d) Ápice de la hoja en horquilla.

Plantas postradas de 2 cm de alto. Púrpura a café-rojizos. Talo parecido a hojas, aplanadas de forma elíptica a redondeadas, cada hoja está fuertemente constricta en los nódulos. Adheridas al sustrato por rizoides en la superficie ventral de las constricciones. Ramificación subdicotómica con ramas secundarias que se originan de células centrales en la vena central. Las células forman una lamina monostromática que son irregulares hexagonales que decrecen desde la vena central hasta los márgenes de las hojas. Tetrasporangios divididos en series oblicuas de las hojas. Cistocarpos sésiles en la vena central.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Guatemala y El Salvador.

Referencia: Kamiya *et al.*, (2003).

Observación: Esta especie coincide con la descrita por Kamiya *et al.* (2003) y fue observada por el Dr. Francisco F. Pedroche, Rector de Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Lerma, México.

***Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne (1842)**

(Rhodophyta, Ceramiales, Rhodomelaceae)

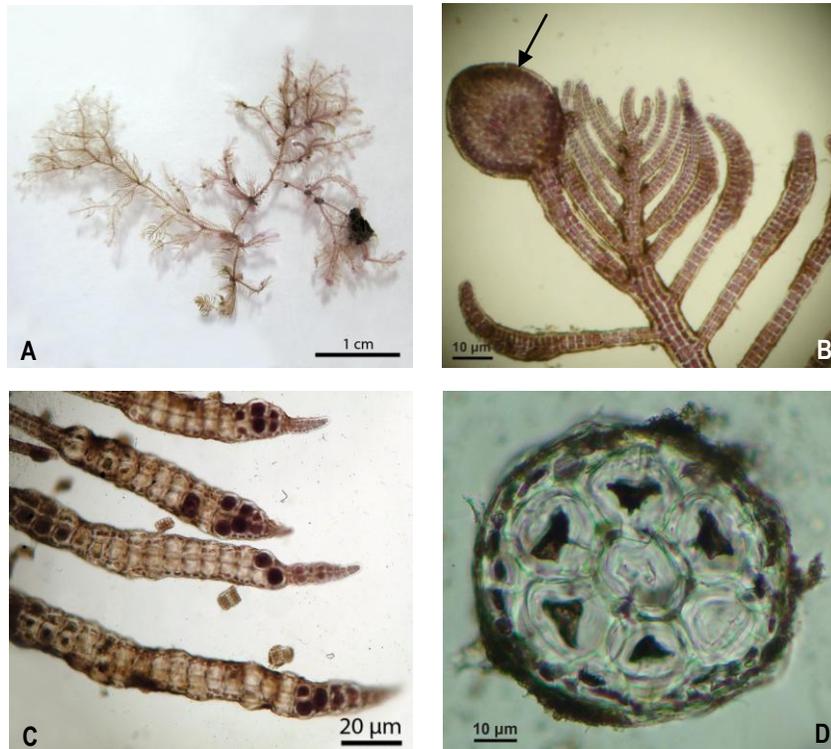


Figura 9. *Bostrychia calliptera*: a) Hábito de la especie. b) Talo polisifónico y la flecha muestra un cistocarpo en las ramas terminales. c) Estiquidios portando tetrasporangios en los ápices de las ramas. d) Corte transversal presentando células pericentrales con filamentos internos, corticado.

Talos delicados hasta de 7 cm de largo, formando mechones oscuros (café a rojizos). Talo postrado con porciones erectas, enteramente polisifónico y fijo por medio de hápteros. Eje principal corticado con ramificación lateral alterna, uniforme y polisifónica, que surgen de cada segmento axial con ramificación pinnada, que no están ramificadas. Con 6 células pericentrales cubiertas de filamentos rizoidales alrededor de una célula central en el eje principal del talo. Estructuras reproductivas; cistocarpo (femenino) y estiquidio lanceolado con tetrasporangios divididos en dos filas en los ápices de las ramas.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde México, hasta Brasil, incluyendo a Cuba.

Referencia: Taylor (1960); Collado & West (1996).

***Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne (1842)**

(Rhodophyta, Ceramiales, Rhodomelaceae)

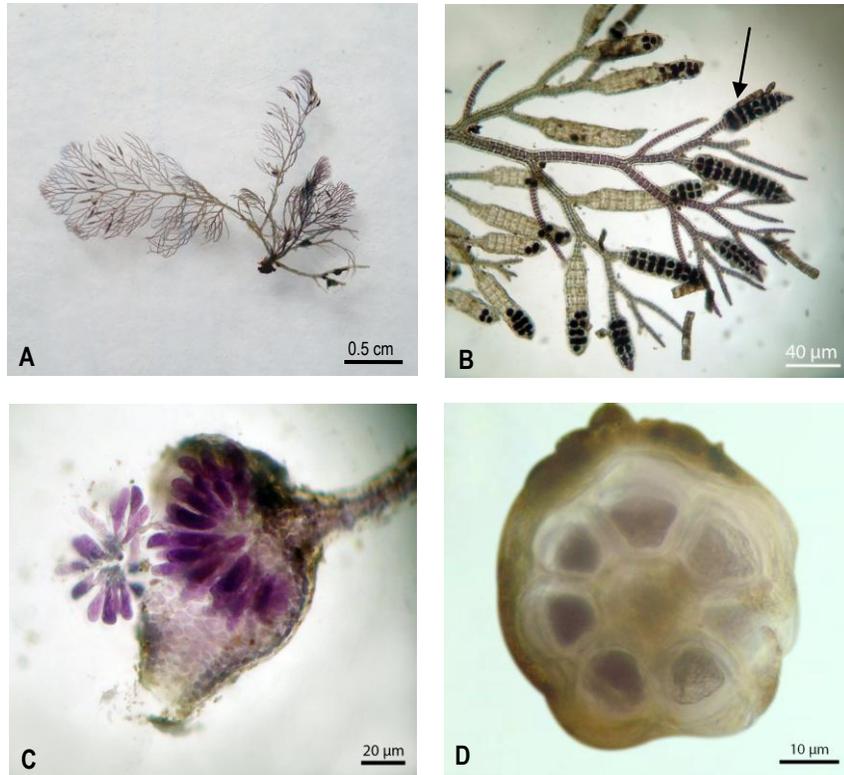


Figura 10. *Bostrychia radicans*: a) Hábito de la especie. b) Ramificación alterna y la flecha muestra a los estiquidos con tetrasporangios en los apices de las ramas. c) Formación del tetrasporofito. d) Corte transversal presentando células pericentrales en la médula hacia la periferia del corte, sin corteza

Plantas pequeñas creciendo en densos mechones de tonalidades morados a café, parecidos a plumas. Talo postrado midiendo hasta 3 cm, enteramente polisifónico, fijos por medio de hápteros. Ramificación alterna, subdicotómica, con ramas laterales enteramente polisifónica. Eje principal formado por series de células pericentrales, constituyen 7 células alrededor de una célula central y la corticación en esta especie está ausente en los ejes principales. Tetrasporangios tetraédricamente divididos se encuentran en un estiquidio subápical, y un cistocarpo con células del gonimoblasto para dar la formación de la fase tetrasporofita.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Golfo de California hasta Uruguay, incluyendo El Caribe.

Referencia: Taylor (1960); Schnetter & Bula Meyer (1982).

***Catenella impudica*** (Montagne) J. Agardh (1852)

(Rhodophyta, Gigartinales, Caulacanthaceae)

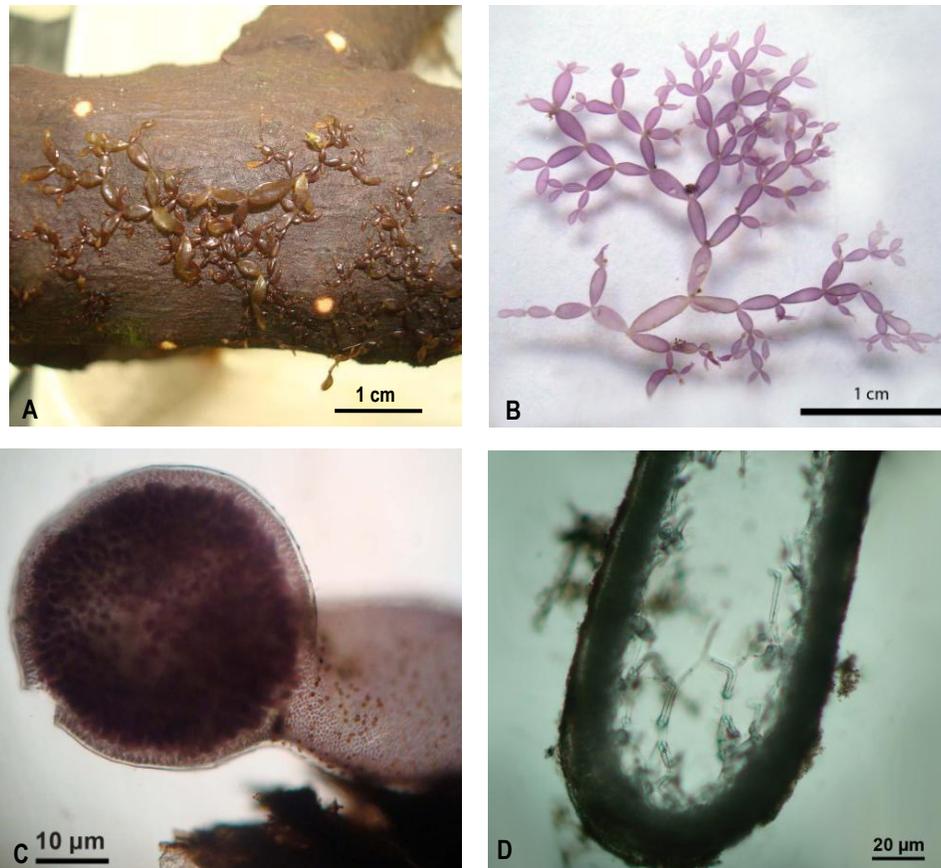


Figura 11. *Catenella impudica*: a) Hábito de la especie. b) Ramificación dicotómica. c) Carpogonio. d) Corte transversal de talo mostrando médula con filamentos que surgen de la corteza y se unen a las células pericentrales.

Talo de color violeta a pardusco, rastrera, de 3 a 4 cm alto; ramificaciones dicotómicas o tricótomas, segmentos más jóvenes delgados con terminales cilíndricos y agudos, con hápteros delgados y fijos al substrato. Los segmentos más viejos amplios y aplanados, de forma elíptica-oblongada. Médula con filamentos laterales finos y dispersos; células corticales esféricas en varias capas. Estructuras reproductivas inmersas en la lámina y un carpogonio.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador, Costa Rica, Cuba, Brasil, Colombia, Venezuela.

Referencia: Taylor (1960); Schnetter & Bula Meyer (1982); Littler & Littler (2000).

***Rhizoclonium riparium*** (Roth) Kütz Ex. Harvey (1849)

(Chlorophyta, Cladophorales, Cladophoraceae)

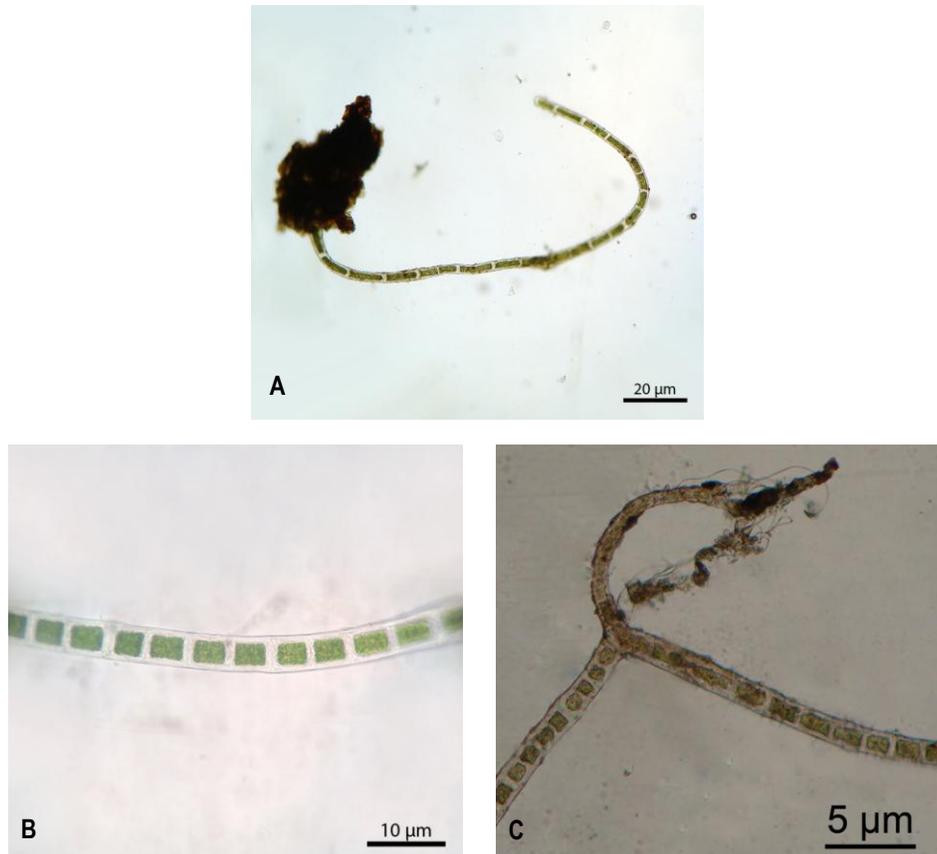


Figura 12. *Rhizoclonium riparium*: a) Hábito de la especie. b) Talo uniseriado con paredes engrosadas en las células. c) Ramificación con filamentos laterales.

Talos formando pequeñas masas enredadas, verdes a verde oscuro. Filamentos uniseriados, simples, sin ramificación; algunas veces presenta ramas rizoidales laterales; pared celular engrosada. Ápices poco redondeados (no se observa como la descrita para el Caribe por Littler & Littler, 2000).

Hábitat: Sobre lodo, sujeta o epífita sobre otras macroalgas, vida libre y en raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Canadá hasta Chile, incluyendo El Caribe.

Referencia: Taylor (1960); Wysor (2004).

***Boodleopsis verticillata*** E. Y Dawson (1960)

(Chlorophyta, Bryopsidales, Udoteaceae)

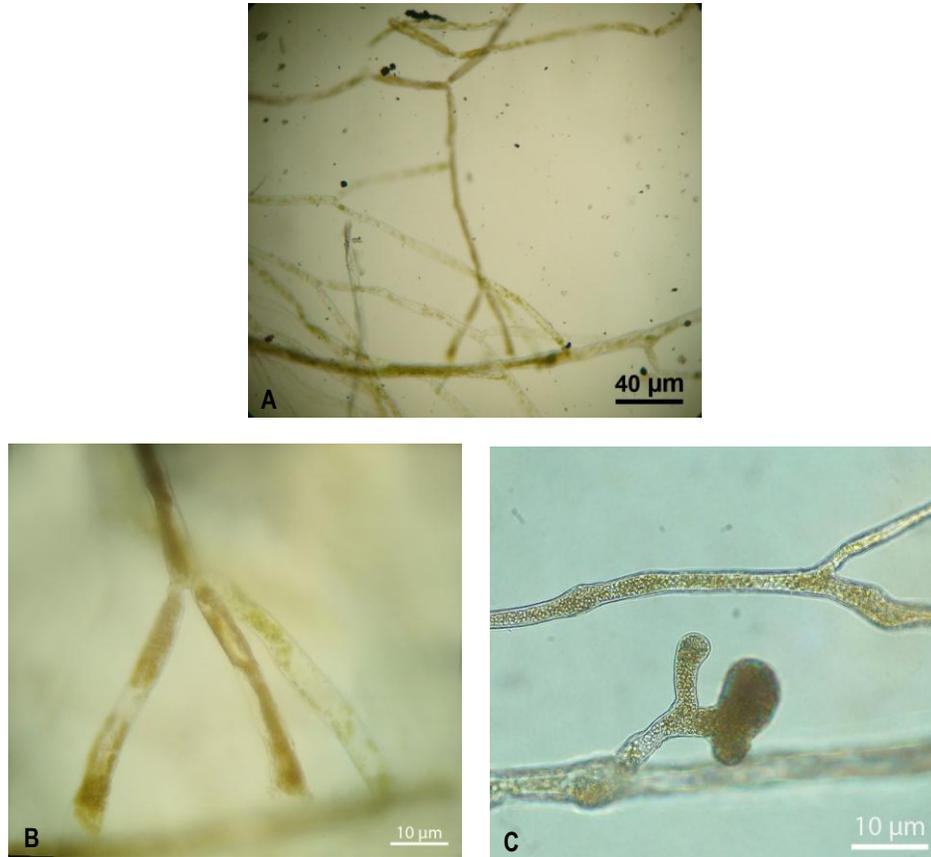


Figura 13. *Boodleopsis verticillata*: a) Talo de la especie. b) Ramificación verticilada de la especie. c) Gametangio sujeto al talo por un pedúnculo.

Talos de estructura sifonal, cilíndricos, formando masas de filamentos ramificados de color verde, fijos al sustrato por medio de ramas rizoidales. Ramificación dicotómica o tricotómica; y en algunas ramas cada nódulo o terminación presenta verticilos de 3-4 ramas con ápices redondeados y poco o nada constrictos en la base. Gametangio oscuro y ovoide con un pedicelo presente en ramas rizoidales del talo.

Hábitat: Sobre lodo y raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Pacífico Centroamericano y El Caribe.

Referencia: Taylor (1960); Dawson (1960).

#### **4.1.2. MACROINVERTEBRADOS**

En el estudio se identificaron un total de 43 macroinvertebrados pertenecientes a 5 phyla, 17 órdenes, 26 familias, 26 géneros y 23 especies. Del Phylum Porifera solamente se encontró un espécimen, el cual no se logró identificar. Para el Phylum Platyhelminthes se logró identificar dos órdenes. El Phylum Annelida presentó 3 órdenes, 4 familias, 4 géneros y 3 especies, mientras que en el Phylum Arthropoda se identificó un orden, 2 familias, 3 géneros y una especie. En el caso del Phylum Mollusca, se identificaron 2 clases, la Clase Bivalvia con 6 órdenes, 10 familias, 7 géneros y 5 especies, y la Clase Gastropoda con 4 órdenes, 10 familias, 12 géneros y 14 especies (cuadro 3).

Cuadro 3. Ubicación taxonómica de las especies de macroinvertebrados encontradas sobre las raíces de *Rhizophora* spp., en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, durante marzo a junio de 2009. *NI* significa “no identificado”.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad
Porifera	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Grant, 1836
Platyhelminthes	Turbellaria	Polycladida	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Lang, 1881
		Tricladida	<i>NI</i>	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Lang, 1884
Annelida	Polychaeta	Capitellida	Capitellidae	<i>Capitella</i>	<i>capitata</i>	Fabricius, 1780
		Phyllodocida	Phyllodocidae	<i>Eteone</i>	<i>NI</i>	Savigny, 1818
			Nereidae	<i>Neanthes</i> <i>Pseudonereis</i> <i>NI</i>	<i>galeatae</i> <i>variegata</i> <i>NI</i>	Fauchald, 1975b Grube, 1856 Johnston, 1865
		Sabellida	Serpulidae	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Johnston, 1865
Arthropoda Subphylum Crustacea	Maxillopoda	Sessilia	Balanidae	<i>Fistulobalanus</i> <i>Tetralobalanus</i>	<i>NI</i> <i>polygenus</i>	Zullo, 1984 Cornwall, 1941
	Infraclase Cirripedia	Suborden Balanomorpha	Chthamalidae	<i>Euraphia</i>	<i>NI</i>	Conrad, 1837
			Arcidae	<i>Anadara</i>	<i>similis</i>	Adams, 1852
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Donacidae	<i>Donax</i>	<i>NI</i>	Linnaeus, 1758
		Veneridae	<i>Protothaca</i>	<i>asperrima</i>	Sowerby, 1835	
		Carditidae	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Fleming, 1828	
		Sportellidae	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Dall, 1899	
		Tellinidae	<i>NI</i>	<i>NI</i>	Blainville, 1814	
		Pterioida	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>recognitus</i>	Mabille, 1985
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Mytella</i>	<i>guyanensis</i>	Lamarck, 1819
		Pterioida	Ostreidae	<i>Crassostrea</i>	<i>palmula</i>	Carpenter, 1857
		Pholadina	Pholadidae	<i>Martesia</i>	<i>NI</i>	G. B. Sowerby I, 1824
		Gastropoda	Neogastropoda	Buccinidae	<i>Solenosteira</i>	<i>gatesi</i>
	Columbellidae			<i>Anachis</i> <i>Anachis</i>	<i>(Parvanachis) albonodosa</i> <i>NI</i>	Carpenter, 1857 H. & A. Adams, 1853
				Thaididae	<i>Thais</i>	<i>kiosquiformis</i>
	Neotaenioglossa		Epitoniidae	<i>Epitonium</i> <i>Epitonium</i>	<i>vulpinum</i> <i>NI</i>	Roding, 1798 Roding, 1798
			Ranellidae (Cymatiidae)	<i>Cymatium</i> <i>NI</i>	<i>wiegmanni</i> <i>NI</i>	Roding, 1798 Gray, 1854
			Littorinidae	<i>Littoraria</i> <i>Littoraria</i>	<i>fasciata</i> <i>varia</i>	Gray, 1839 Sowerby, 1832
				Potamididae	<i>Cerithidea</i> <i>Cerithidea</i> <i>Cerithidea</i> <i>Cerithidea</i>	<i>valida</i> <i>pulchra</i> <i>montagnei</i> <i>mazatlanica</i>
			Naticidae	<i>Natica</i>	<i>NI</i>	Scoploi, 1777
			Archaeopulmonata	Ellobiidae	<i>Melampus</i> <i>Melampus</i> <i>NI</i> <i>Detracia</i> <i>Tralia</i>	<i>carolianus</i> <i>NI</i> <i>NI</i> <i>cf. graminea</i> <i>NI</i>
	Neritopsina				Neritidae	<i>Theodoxus</i>

#### 4.1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS.

##### Phylum Porifera

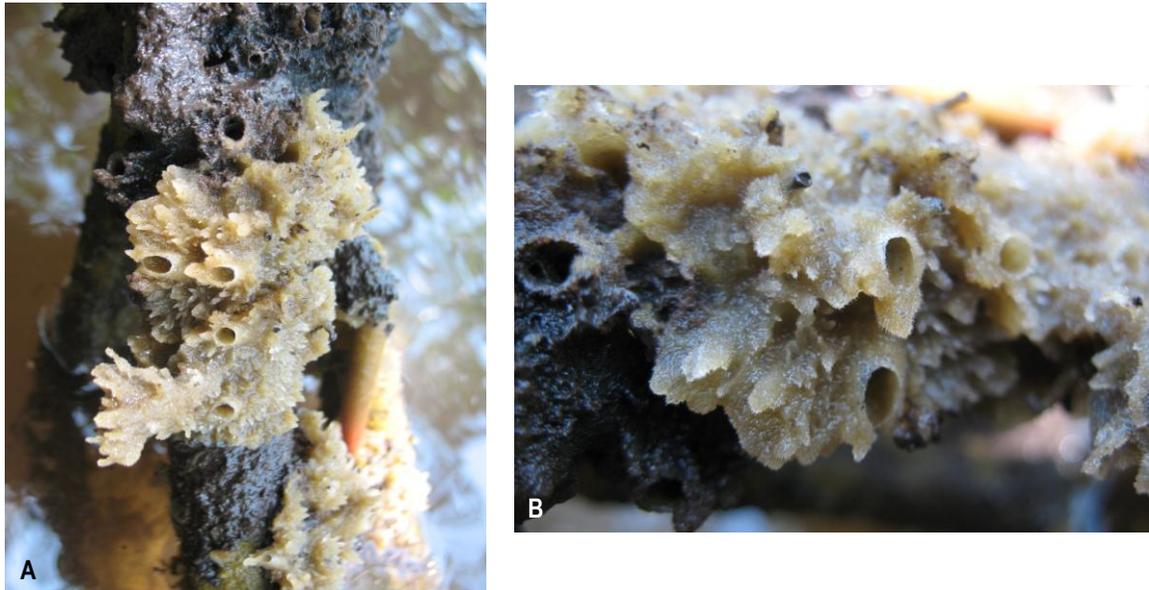


Figura 14. Esponja: a) Hábito en una raíz de *Rhizophora* spp. b) Ósculos de la especie.

Organismo sésil con una forma corporal irregular y con crecimiento masivo e incrustante al sustrato. Presenta un modelo corporal construido alrededor de canales acuíferos con varios orificios pequeños denominados ostiolas. Su coloración puede ser de anaranjada a mostaza y tienen una preferencia por lugares con salinidades altas o marinas.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Norteamérica, Centro América y Suramérica.

Referencia: Brusca & Brusca (2003).

## Orden Polycladida

(Platyhelminthes, Turbellaria)



Figura 15. Polycladida: Vista dorsal de la especie perteneciente al Orden Polycladida con cuerpo dorsoventralmente aplanado.

Organismo que se caracteriza por tener una coloración rosácea, con un cuerpo ancho, ovalado y aplanado dorsoventralmente, presentando ondulaciones musculares para su movimiento sobre la raíz.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Ruppert & Barnes (1996).

## Orden Tricladida

(Platyhelminthes, Turbellaria)



Figura 16. Vista dorsal de la especie perteneciente al Orden Tricladida.

Organismo de color gris, con cuerpo alargado y delgado, presentando una o dos líneas negras dorsales en todo el cuerpo.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Ruppert & Barnes (1996).

***Capitella capitata*** Fabricius (1780)

(Annelida, Polychaeta, Capitellida, Capitellidae)

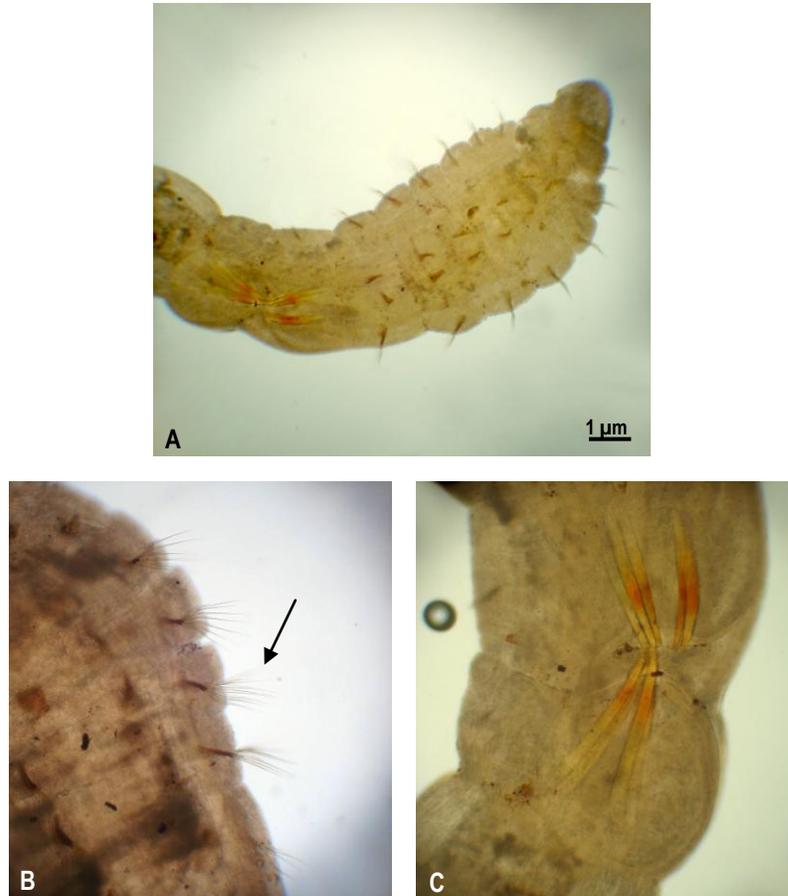


Figura 17. *Capitella capitata*: a) Sección dorsal anterior. b) La flecha muestra las setas capilares. c) Espinas genitales en el noveno segmento.

Tórax con nueve segmentos. Los primeros cuatro segmentos tienen setas capilares, los segmentos 5 al 7 presentan ganchos y los últimos segmentos (8 y 9) con espinas genitales. Las setas son mixtas en ambas ramas. Branquias ausentes.

Hábitat: Sobre las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México y Pacífico Centroamericano.

Referencia: Fauchald (1977a; 1977b).

***Eteone* sp. Savigny (1818)**

(Annelida, Polychaeta, Phyllodocida, Phyllodocidae)



Figura 18. *Eteone* sp.: Vista dorsal de *Eteone* sp., con prostomio triangular.

Presenta cuatro antenas y un prostomio triangular o trapezoidal. Todos los segmentos tentaculares están completos e independientes. Faringe eversible, suave o con papilas difusas.

Hábitat: Sobre las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México, El Salvador, Costa Rica.

Referencia: Fauchald (1977b).

***Neanthes galeatae* Fauchald (1975b)**

(Annelida, Polychaeta, Phyllodocida, Nereidae)

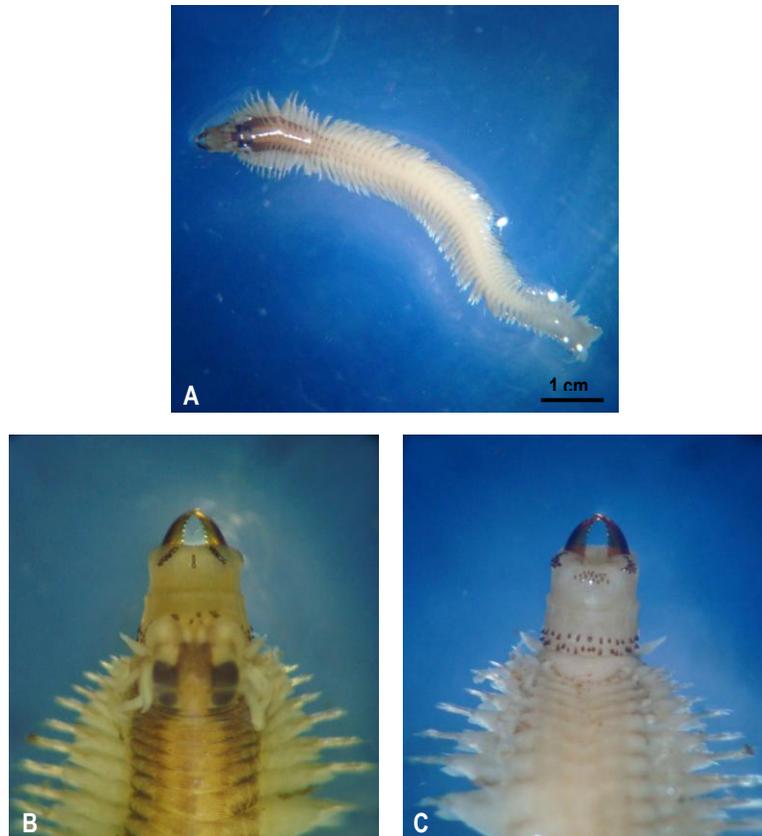


Figura 19. *Neanthes galeatae*: a) Cuerpo completo. b) Sección dorsal anterior observándose barras transversales de coloración marrón, parapodios y probóscide eversible. c) Sección ventral anterior mostrando la mandíbula con paragnatos cónicos y probóscide eversible.

Presenta coloración amarilla con barras transversales de color marrón en los primeros 10 a 15 segmentos, su cuerpo no presenta setas. Faringe eversible con paragnatos cónicos en ambos anillos. El prostomio es más largo que ancho y se redondea hacia delante. Las antenas no se proyectan más allá del palpo y cerca de la punta del prostomio se observan muy unidos. Los cuatro cirros tentaculares presentan una forma de dígitos; los ventrales posteriores son más largos.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Pacífico Oriental.

Referencia: Fauchald (1977a; 1977b).

***Pseudonereis variegata* Grube (1856)**

(Annelida, Polychaeta, Phyllodocida, Nereidae)

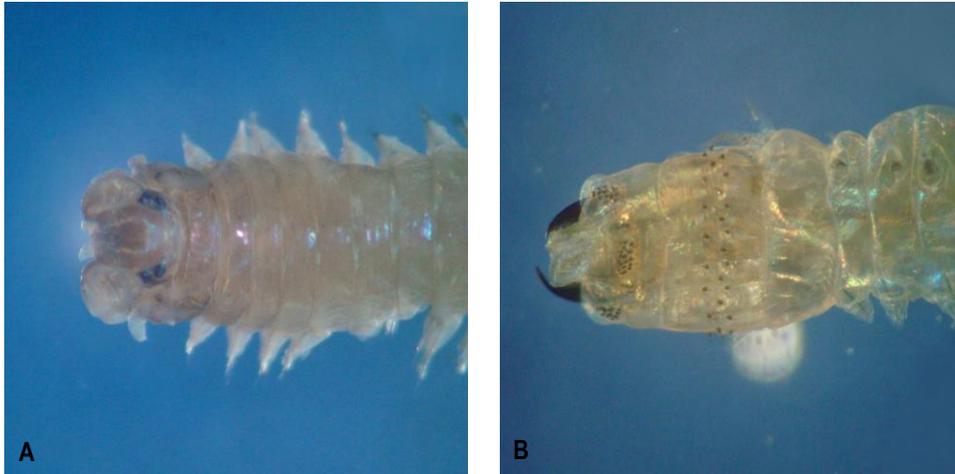


Figura 20. *Pseudonereis variegata*: a) Sección dorsal anterior con parapodios. b) Sección ventral anterior mostrando la mandíbula con paragnatos y probóscide.

Presenta cirro dorsal en los parapodios posteriores fijo al lóbulo notopodial superior; áreas VII y VIII con paragnatos en dos o tres filas. Esta especie generalmente se encuentra en aguas cálidas.

Hábitat: Sobre las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador y Panamá.

Referencia: Fauchald (1977a).

**Nereidae** Johnston (1865)  
(Annelida, Polychaeta, Phyllodocida)

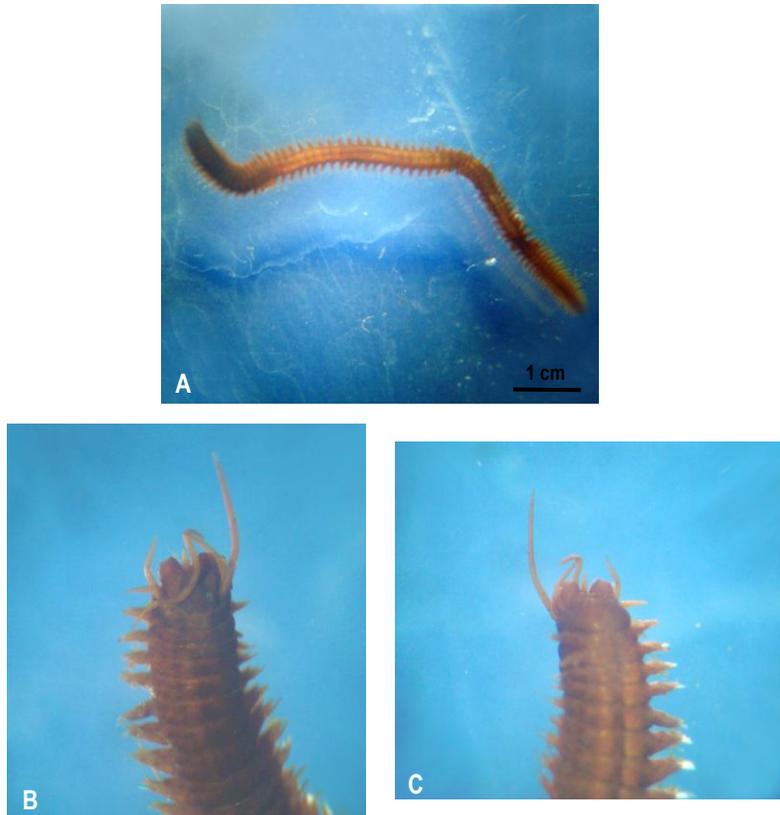


Figura 21. Especie de la Familia Nereidae: a) Cuerpo completo. b) Sección dorsal anterior. c) Sección ventral anterior.

Los poliquetos de la Familia Nereidae son multi-segmentados y alargados. Presentan dos, rara vez una antena, y palpos biarticulados, con dos o cuatro pares de cirros tentaculares. Faringe eversible con un par de mandíbulas grandes y curvas. Parapodio casi siempre birrámeo, y generalmente con lóbulos complejos aplanados y cirros. Las setas son simples o compuestas.

Hábitat: Sobre las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México, Pacífico Centroamericano y Sur América.

Referencia: Fauchald (1977a; 1977b).

## **Serpulidae** Johnston (1865)

(Annelida, Polychaeta, Phyllodocida, Sabellida)

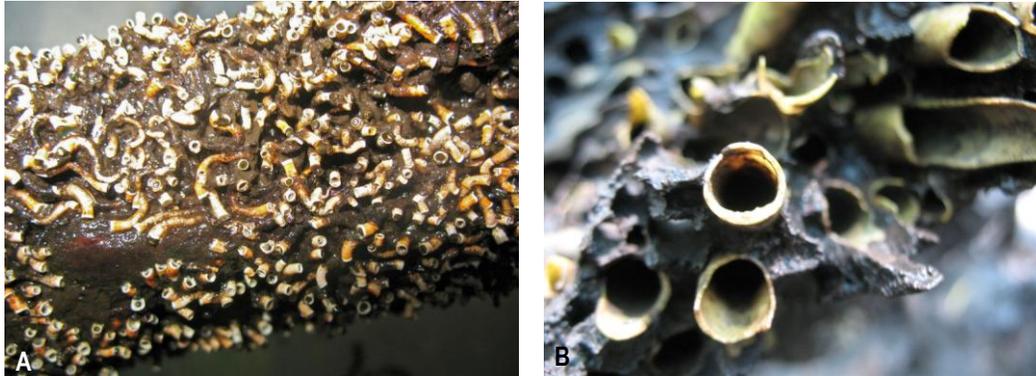


Figura 22. Tubo calcáreo de una especie de la Familia Serpulidae.

Los poliquetos tubícolas son organismos sedentarios, que presentan un tubo irregular retorcido o recto y a veces enrollado en la base. Constituido por carbonato de calcio. Generalmente se observa el tubo del poliqueto que le sirve para hábitat y protección.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México y Pacífico Centroamericano.

Referencia: Fauchald (1977b).

***Fistulobalanus* sp.** Zullo, 1984  
(Arthropoda, Cirripedia, Sessilia, Balanidae)

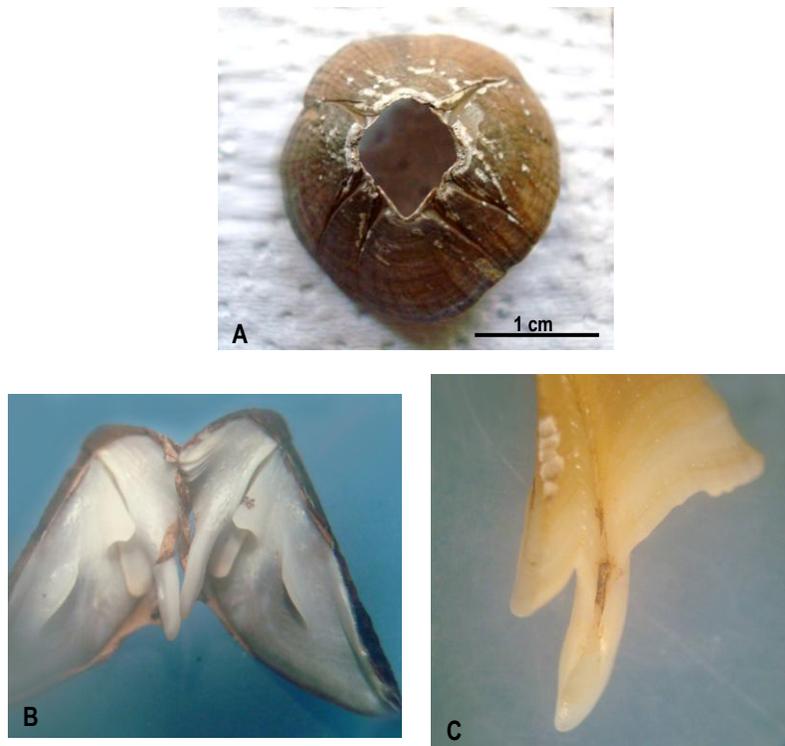


Figura 23. *Fistulobalanus* sp.: a) Placas calcáreas. b) y c) Placas operculares.

Concha y base son calcáreas y porosas. La concha presenta seis placas. En la parte externa del scutum se observan estrías radiales.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México, El Salvador y Costa Rica.

Referencia: Pitombo (2004).

***Tetrabalanus polygenus* Cornwall, 1941**  
(Arthropoda, Cirripedia, Sessilia, Balanidae)

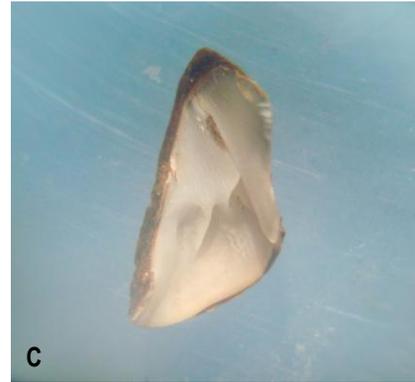
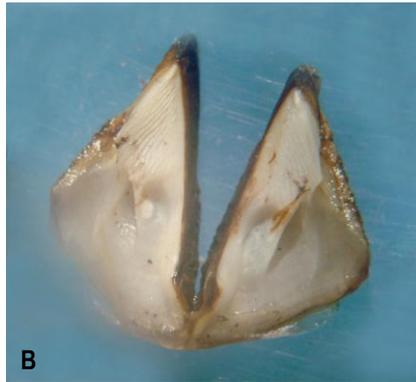
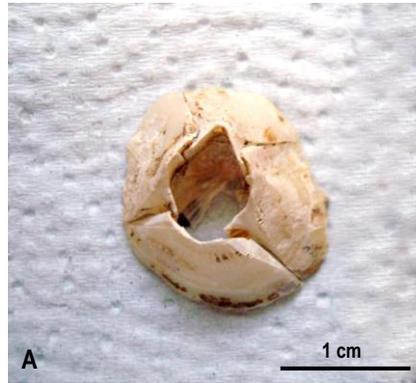


Figura 24. *Tetrabalanus polygenus*: a) Placas calcáreas. b) y c) Placas operculares.

Base en forma de tubo con una disposición simple. Scutum con una cresta de aductor conspicua. Tergum con espolón presentando un cambio abrupto en la dirección de las líneas de crecimiento, con espuela y márgenes del surco coincidentes.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México, El Salvador y Costa Rica.

Referencia: Pitombo (2004).

***Euraphia* sp.** Conrad, 1837

(Arthropoda, Cirripedia, Sessilia, Chthamalidae)

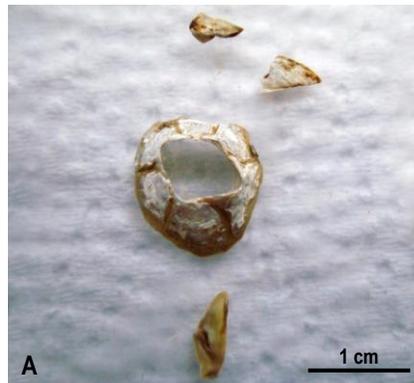


Figura 25. *Euraphia* sp.: a) Placas calcáreas. b) Sección exterior de placas operculares. c) Sección interior de placas operculares.

Concha con ocho placas y base calcárea; suturas de las placas cerradas y engrosadas; scutum tan largo como ancho.

Hábitat: Sobre raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México, El Salvador y Costa Rica.

Referencia: Pitombo (2004).

***Donax* sp.** Linnaeus (1758)

(Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Donacidae)

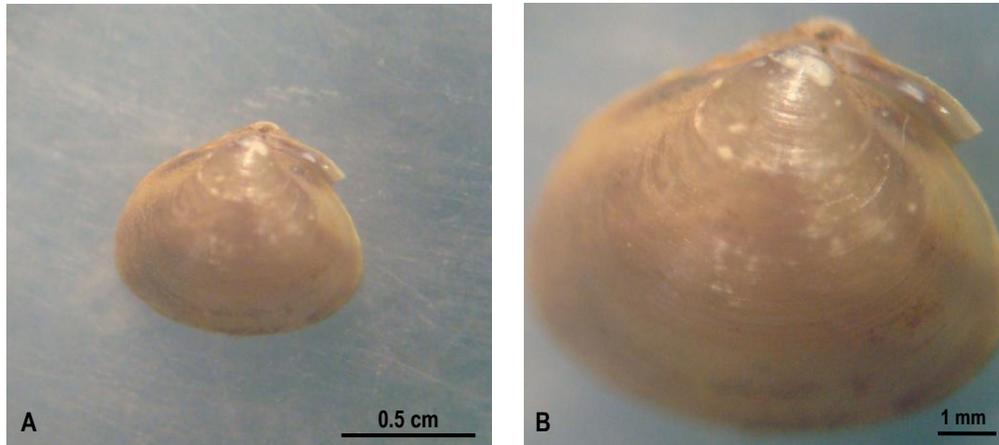


Figura 26. *Donax* sp.: a) Concha de textura lisa, con un umbo con punta pronunciada. B) Valva con dientes cardinales.

Concha de color marrón con manchas blancas, con márgenes internos crenulados, valvas lisas con las estrías de crecimiento no muy notables al tacto, cada valva con dos dientes cardinales.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: México y El Salvador.

Referencia: Keen (1971).

***Protothaca (Leukoma) asperrima* Sowerby (1835)**

(Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Veneridae)

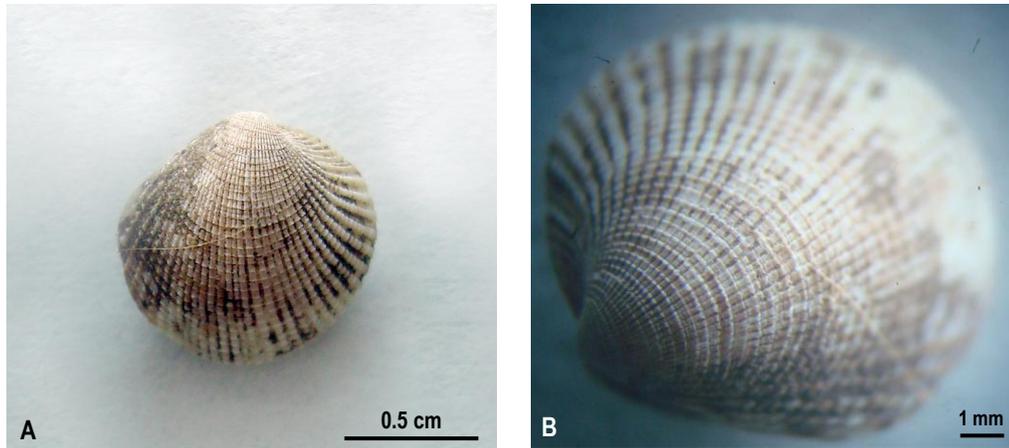


Figura 27. *Protothaca asperrima*: a) Concha completa. b) Concha con costillas radiales concéntricas.

Concha ovalada de color grisácea-amarillenta a crema en adultos, con variedades de manchas cafés es los estadios juveniles. Exterior con finas costillas radiales concéntricas, áspera al tacto. Longitud 0.8 mm; diámetro 0.8 mm y grosor 0.2 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde el Golfo de California hasta Perú.

Referencia: Hernández (2000).

## Carditiidae Fleming (1828)

(Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Carditiidae)



Figura 28. Familia Carditiidae: a) Sección de conchas exteriores. b) Sección interior de la concha.

A esta familia pertenecen, conchas con textura sólida y alongada. Muchas especies tienen sus marcas musculares bien definidas a excepción del género *Cardita* que muestra un sinuo paleal bastante inconspicuo.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Hernández (2000).

**Tellinidae** Blainville (1814)  
(Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Tellinidae)



Figura 29. Especie de la Familia Tellinidae con valvas de forma ovaladas y coloración blanca transparente.

Esta familia presenta conchas pequeñas o grandes, con forma alargada a ovalada. Bisagra con dos dientes cardinales en ambas valvas; margen dorsal liso o aserrado y margen ventral interno liso. Superficie externa con líneas de crecimiento, lisas al tacto y de coloración blanco transparente.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Hernández (2000).

***Isognomon recognitus*** Mabelle (1895)

(Mollusca, Bivalvia, Pterioida, Isognomonidae)



Figura 30. *Isognomon recognitus*: Interior de color gris a azul metálico y exterior concéntrico.

Conchas pequeñas, asimétricas y comprimidas lateralmente; texturas frágiles. Su interior es de color azul a gris metálico. Posee una longitud de 0.8 mm; diámetro 1.0 mm y grosor 0.2 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde la Península de Baja California hasta Chile.

Referencia: Hernández (2000).

***Mytella guyanensis*** Lamarck (1819)

(Mollusca, Bivalvia, Mytiloidea, Mytilidae)



Figura 31. *Mytella guyanensis*: Valvas en forma de orejas; su exterior al tacto es liso y su interior blanco con tonalidades azul a violeta.

Concha delgada; superficie con estrías concéntricas y al tacto es lisa; coloración interna blanca con tonalidades de azul a violeta. Esta especie tiene fines alimenticios en las comunidades pesqueras salvadoreñas. Longitud 19 mm; diámetro 9 mm y grosor 6 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Norte de México hasta Perú.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Crassostrea palmula* Carpenter (1857)**

(Mollusca, Bivalvia, Pterioidea, Ostreidae)

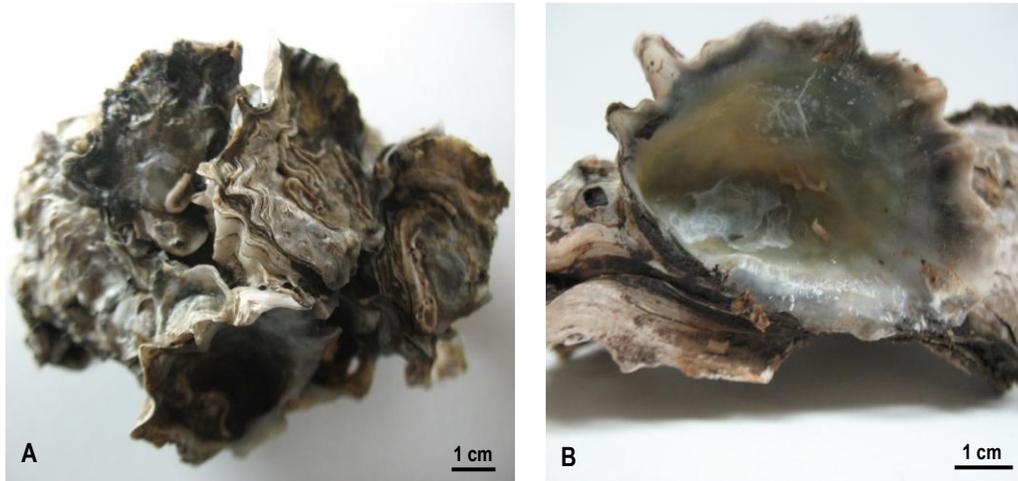


Figura 32. *Crassostrea palmula*: a) Exterior de la valva con forma irregular. b) Interior de concha con borde filoso.

Conchas pequeñas a medianas, con formas irregulares y textura sólida; su valva izquierda esta modificada para su adhesión en las raíces de *Rhizophora mangle*; posee un borde filoso. Longitud 34 mm y anchura 22 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde el Golfo de California hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Martesia* sp.** Sowerby (1824)  
(Mollusca, Bivalvia, Pholadina, Pholadidae)

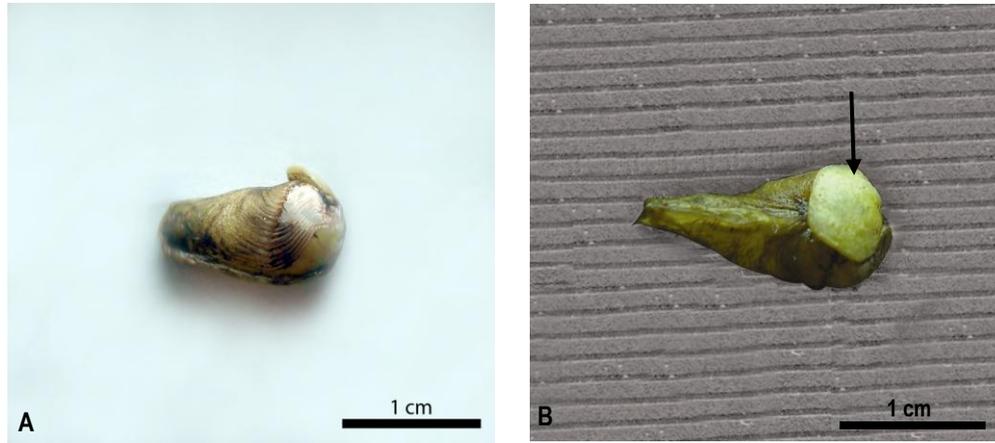


Figura 33. *Martesia* sp.: a) Concha mostrando su forma delgada y globular. b) La flecha muestra la sección del mesoplax.

Concha pequeña de color blanco que hacen agujeros en la madera. Parte posterior de la concha aplanada. Especies ampliamente distribuidas. El mesoplax anterior en forma de pera y la presencia de placas suplementarias los distingue de las demás especies. Longitud 1.4 mm; diámetro 0.8 mm y grosor 0.6 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Solenosteira gatesi* Berry (1963)**  
(Gastropoda, Neogastropoda, Buccinidae)

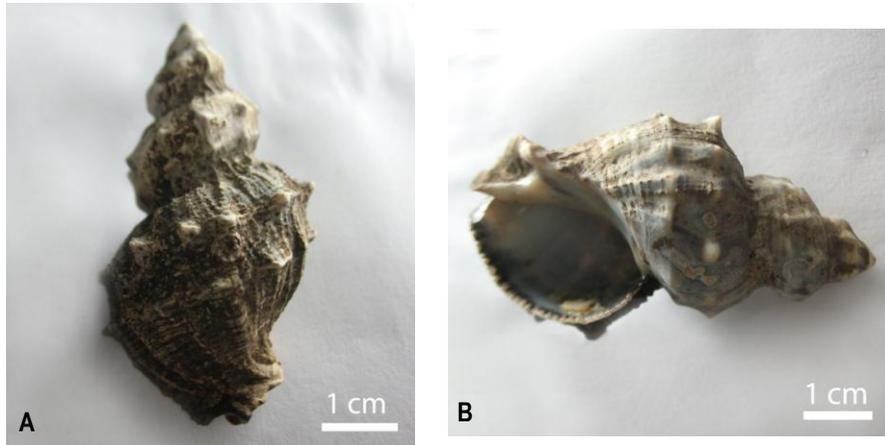


Figura 34. *Solenosteira gatesi*: a) Espira cónica conteniendo de 5 a 6 vueltas. b) Apertura ovalada de color blanco a tonos azules y columela curva.

Concha de mediana proporción, sólida; apertura ovalada de color blanco con colores azules; labio externo internamente denticulado; coloración externa gris olivácea y tonos cafés. Presenta una columela curva, lo que la diferencia con *Thais kiosquiformis*. Longitud de 9.5 mm y diámetro 6 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde México hasta Costa Rica.

Referencia: Hernández (2000).

***Anachis (Parvanachis) albonodosa* Carpenter (1857)**

(Gastropoda, Neogastropoda, Columbellidae)

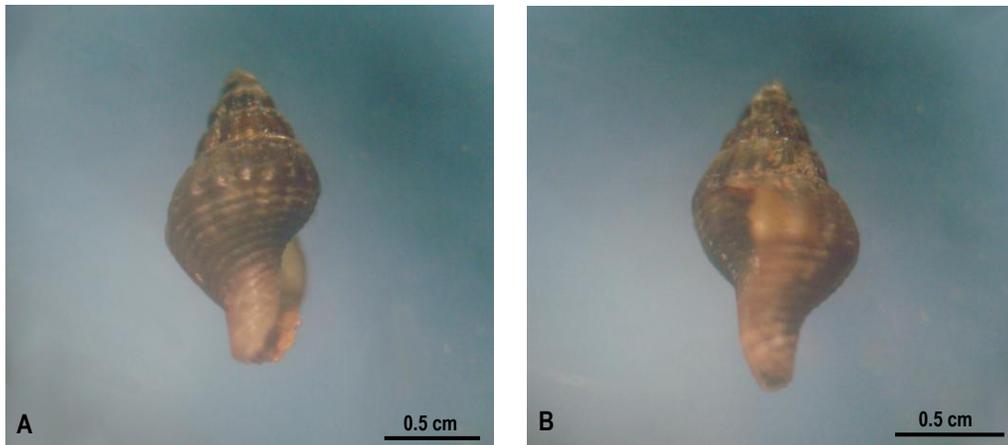


Figura 35. *Anachis albonodosa*: a) Sección dorsal mostrando una espira aguda. b) Apertura estrecha.

Concha diminuta con espira aguda; apertura ligeramente estrecha; labio externo engrosado y denticulado internamente; coloración generalmente café con débiles tonos verduscos.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Hernández (2000).

***Anachis* sp.** H. y A. Adams (1853)  
(Gastropoda, Neogastropoda, Columbellidae)

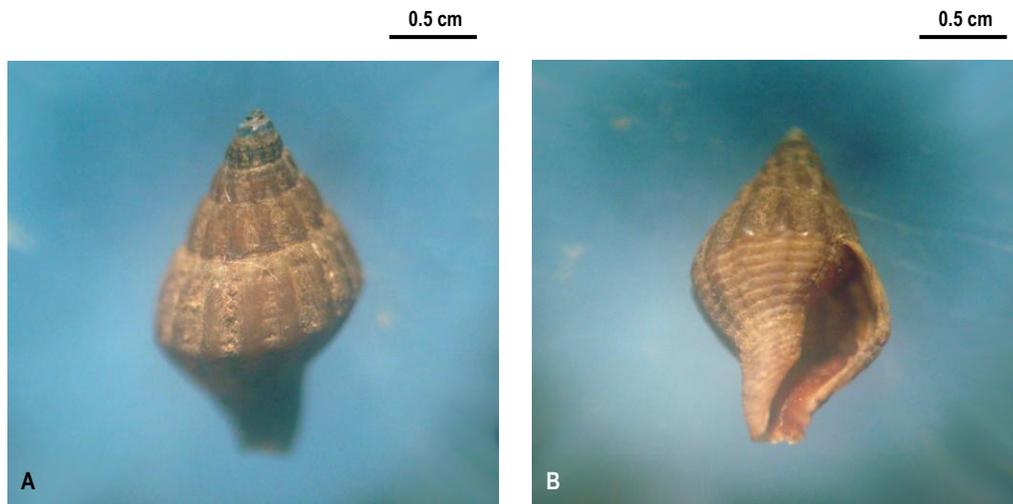


Figura 36. *Anachis* sp: a) Concha mostrando costillas axiales. b) Apertura estrecha con el interior del labio liso.

Especie que se distingue de otras por sus fuertes costillas axiales en la torre que tienden a desaparecer hacia la base de la espiral del cuerpo. El labio externo tiene dientes en la mayoría de las formas, el interior del labio liso.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Keen (1971).

***Thais kiosquiformis* Duclos (1832)**

(Gastropoda, Neogastropoda, Thaididae)

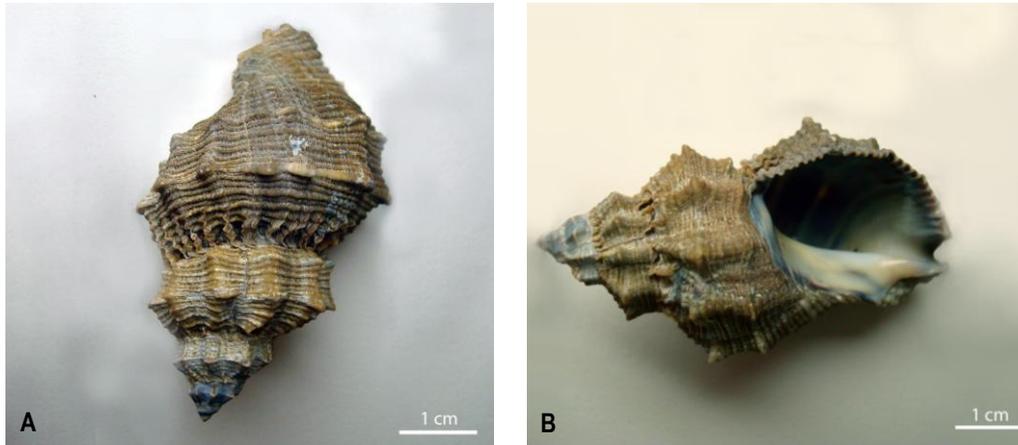


Figura 37. *Thais kiosquiformis*: a) Concha en forma romboidal con estriás transversales. b) Apertura ovalada con columela recta.

Concha de color café grisáceo; exterior con costillas espirales y con espinas periféricas; apertura ovalada con la columela recta y labio exterior delgado. Longitud 23.5 mm y diámetro 14.6 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde Baja California hasta Perú.

Referencia: Hernández (2000).

***Epitonium (Cirsotrema) vulpinum* Hinds (1844)**

(Gastropoda, Neotaenioglossa, Epitoniidae)

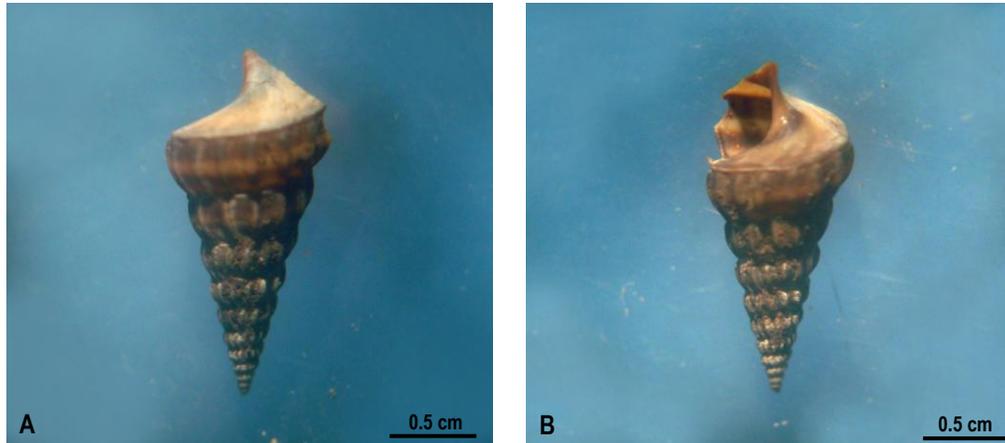


Figura 38. *Epitonium (Cirsotrema) vulpinum*: a) Costillas redondeadas con ápice agudo. b) Apertura con líneas transversales de color marrón.

Coloración entre marrón rojizo a anaranjado pálido, con costillas redondeadas; apertura líneas transversales de color marrón. La cáscara es delgada y estriada en espiral; sutura de profundidad, nueve costillas fuertes y redondeadas, a veces con várices. Longitud 12 mm; diámetro 7 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Golfo de California hasta Panamá.

Referencia: Hernández (2000).

***Cymatium (Linatella) wiegmanni* Antón (1839)**

(Gastropoda, Neotaenioglossa, Ranellidae (Cymatiidae))

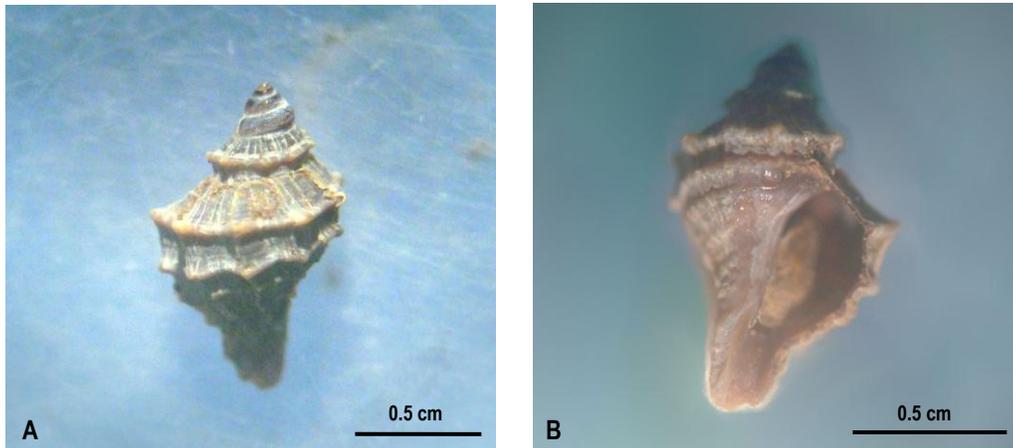


Figura 39. *Cymatium (Linatella) wiegmanni*: a) Concha gris con espira pronunciada. b) Apertura ovalada, grande.

Concha sólida, su coloración es blanco amarillento y algunas grises al nivel de las costillas; espira terminada en punta con 8 vueltas; costados laterales sin varices; apertura ovalada y grande. Longitud 2.9 mm y diámetro 2.2 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Golfo de California hasta Panamá.

Referencia: Hernández (2000).

**Ranellidae (Cymatiidae) Gray (1854)**  
(Gastropoda, Neotaenioglossa, Ranellidae (Cymatiidae))

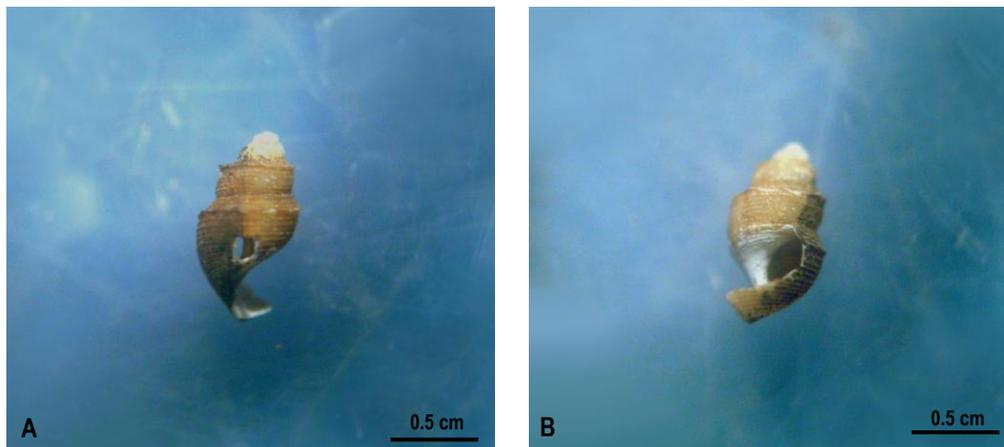


Figura 40. Especie de la Familia Ranellidae (Cymatiidae): a) Sección dorsal de concha. b) Sección ventral mostrando la apertura.

En esta familia las conchas constituyen un grupo muy extendido en los trópicos, son delgadas y varias verticiladas. Las vórices son características de la familia, la mayoría de los géneros muestra un patrón regular de las vórices y se producen a una distancia angular constante de separación.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador.

Referencia: Hernández (2000).

***Littoraria fasciata* Gray (1839)**  
(Gastropoda, Neotaenioglossa, Littorinidae)

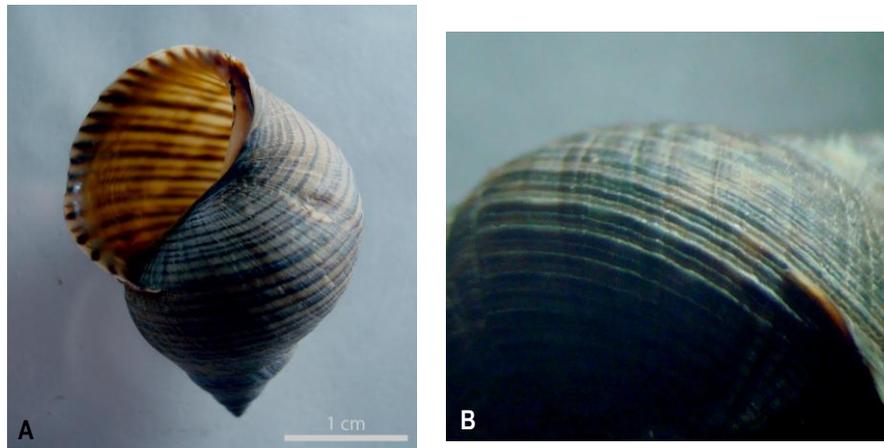


Figura 41. *Littoraria fasciata*: a) Espira terminada en punta, apertura ovalada de color café-amarillenta. b) Costillas lisas y espirales.

Concha frágil de color café amarillento con bandas oblicuas o líneas axiales de color café oscuro y textura lisa; apertura ovoide de color café amarillento, exterior con costillas lisas en espiral. Longitud 18 mm y diámetro 14.5 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde Baja California hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Littoraria varia*** Sowerby (1832)  
(Gastropoda, Neotaenioglossa, Littorinidae)

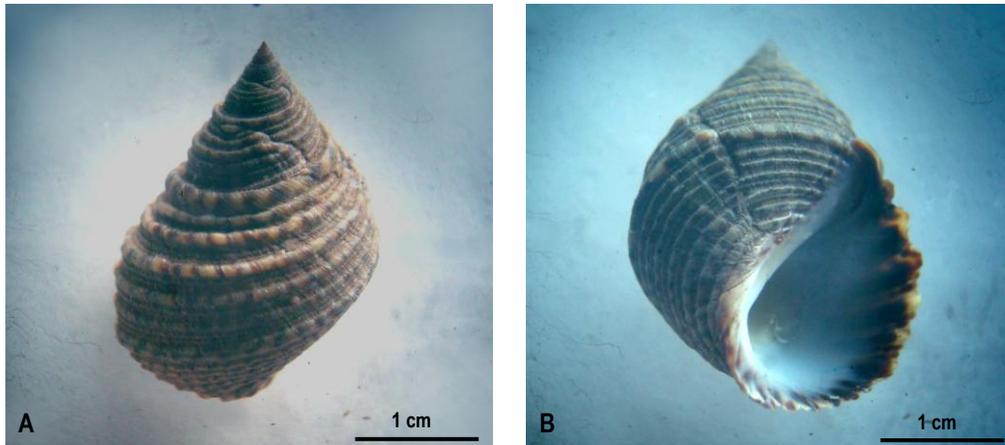


Figura 42. *Littoraria varia*: a) Espira terminada en punta, concha con costillas espirales pronunciadas. b) Apertura.

Concha mediana y sólida con costillas espirales pronunciadas, lo que la diferencia de *Littoraria fasciata*; coloración externa que varía de café a amarillo; espira terminada en punta. Apertura ovalada e interior de color crema. Longitud 14.8 mm y diámetro 11.5 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: El Salvador hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994).

***Cerithidea valida*** C. B. Adams (1852)

(Gastropoda, Neotaenioglossa, Potamididae)

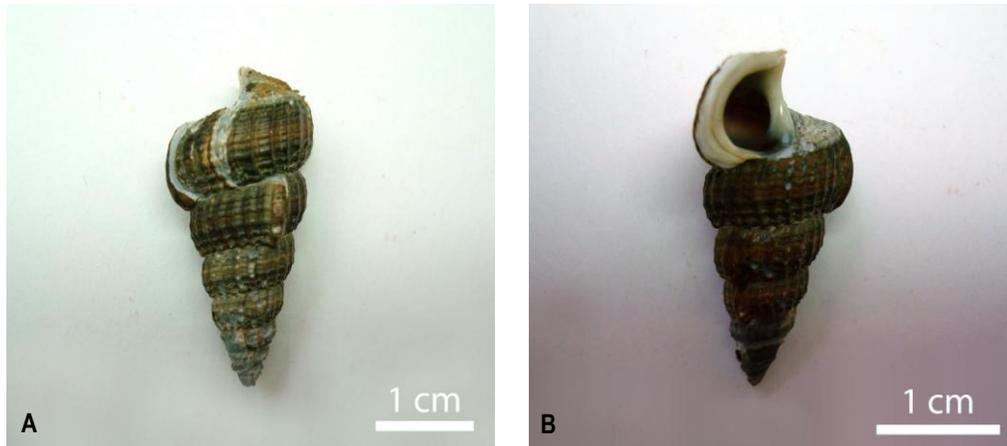


Figura 43. *Cerithidea valida*: a) Presencia de varices en las costillas axiales. b) Apertura redondeada.

Concha de color café con una textura tosca, apertura redondeada y varices del enrollamiento espiral pronunciadas. Longitud 31.7 mm y diámetro 16.1 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde el Golfo de California hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Cerithidea montagnei* Orbigny (1839)**

(Gastropoda, Neotaenioglossa, Potamididae)

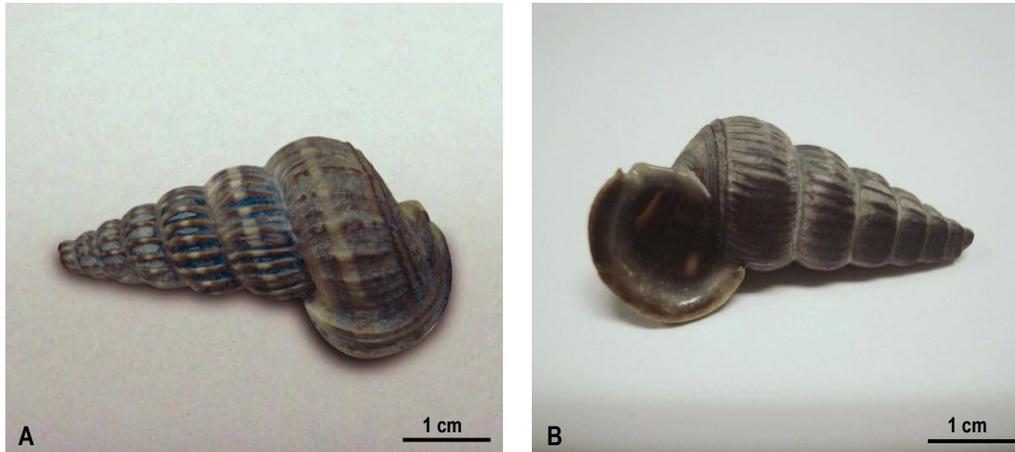


Figura 44. *Cerithidea montagnei*: a) Concha con costillas axiales y en la base espirales. b) Apertura ovalada con borde liso.

Conchas sólidas de coloración grisácea; espira con 10 vueltas; apertura ovalada y grande; exterior con costillas axiales y solo en la base son espirales. Longitud 12.8 mm y diámetro 7.1 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde el Golfo de California hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Cerithidea californica mazatlanica* Carpenter (1857)**

(Gastropoda, Neotaenioglossa, Potamididae)



Figura 45. *Cerithidea californica mazatlanica*: Apertura ovalada, concha cónica alargada.

Conchas de forma cónica alargada, de consistencia gruesa; coloración de café oscura a negra. Apertura ovalada que posee bordes gruesos. Longitud 1.4 mm; diámetro 0.8 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde Baja California hasta Perú.

Referencia: Hernández (2000).

***Natica sp.* Scoploi (1777)**  
(Gastropoda, Neotaenioglossa, Naticidae)

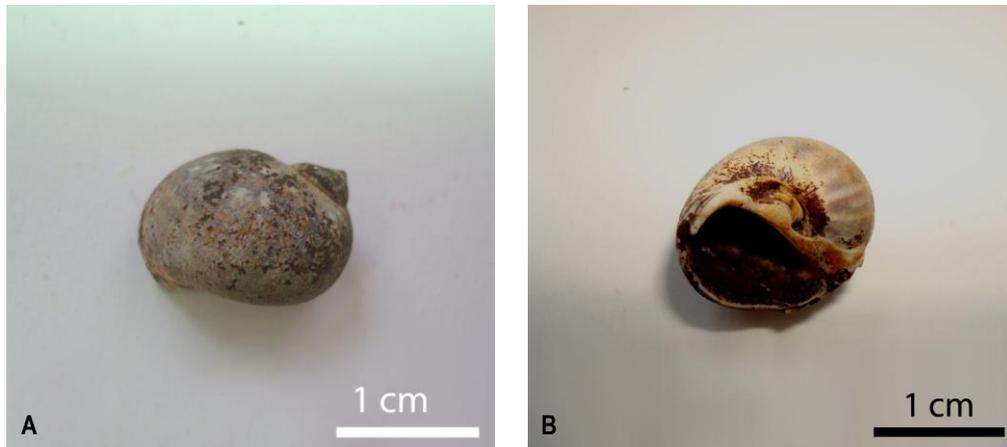


Figura 46. *Natica sp.*: a) Concha globosa, de textura lisa y puntos blancos. b) Apertura ovalada y amplia.

Concha relativamente lisa y de forma globosa, de color gris con puntos blancos, no presenta costillas o acanalado; opérculo calcáreo, ovalado y delgado. Longitud 16 mm y diámetro 14 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Pacífico Oriental.

Referencia: Keen (1971).

***Melampus corolianus*** Lesson (1810)

(Gastropoda, Archaeopulmonata, Ellobiidae)

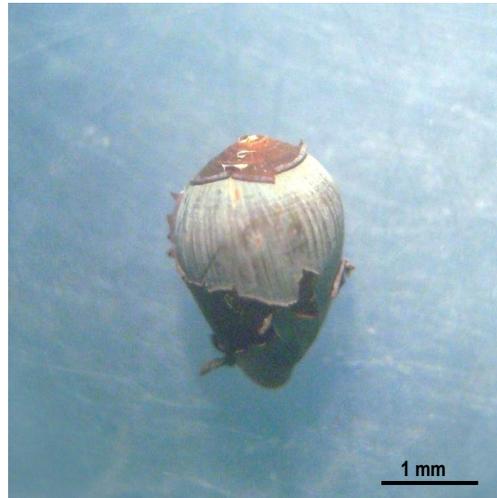


Figura 47. *Melampus corolianus*: Concha ovoide y espira achatada.

Concha ovoide y/o cónica; espira de 6 vueltas; coloración externa café oliváceo e interior con una coloración de café purpura; labio externo delgado y liso con 3 bandas espirales amarillentas.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde El Salvador hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Detracia cf. graminea* Gray in Turton (1840)**

(Gastropoda, Archaeopulmonata, Ellobiidae)

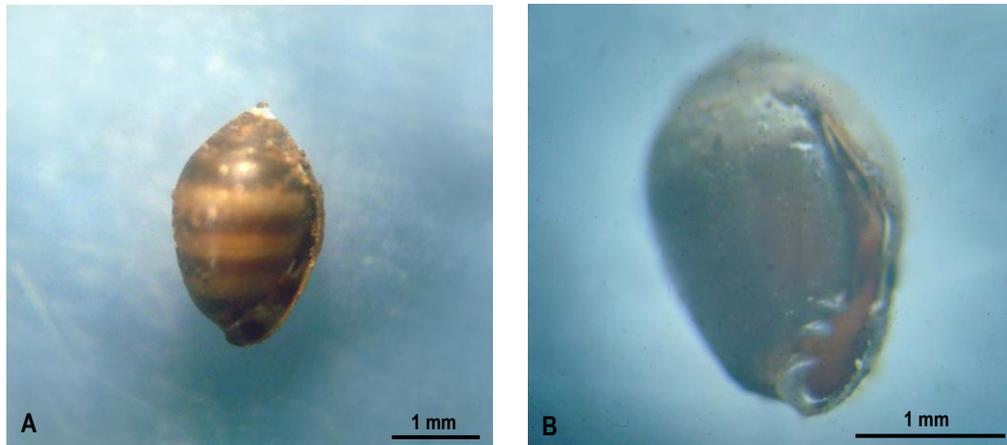


Figura 48. *Detracia cf. graminea*: a) Concha ovalada con bandas café rojizo. b) Apertura reducida.

Concha ovalada, de color café oscuro con bandas café rojizas. Apertura reducida, dentro del labio superior con pocos dientes.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde Panamá hasta Ecuador.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

***Theodoxus (Vittoclithon) luteofasciatus* Miller (1879)**

(Gastropoda, Neritopsina, Neritidae)

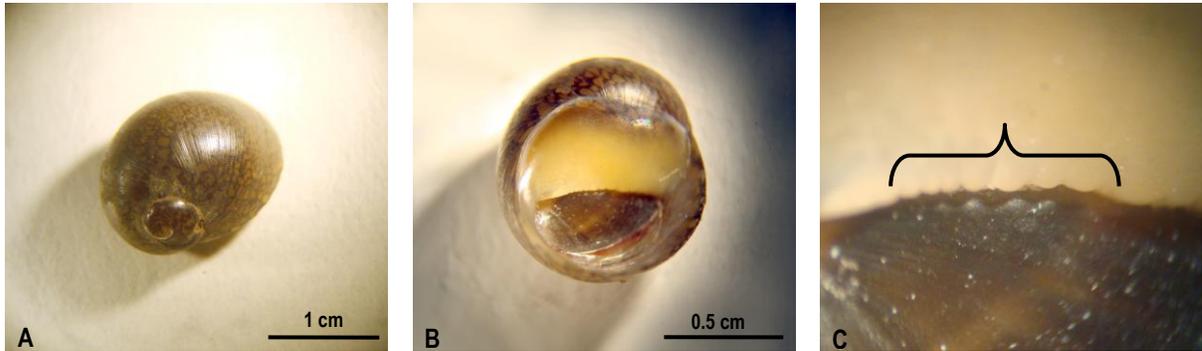


Figura 49. *Theodoxus (Vittoclithon) luteofasciatus*: a) Concha globosa. b) Apertura ovalada, con dientes en el labio interior. c) Corchete señalando dientes en el labio inferior de la apertura.

Concha pequeña y globosa, exterior de color brillante con una mezcla de tonalidades claras y oscuras; opérculo calcáreo. Longitud 8.3 mm y diámetro 6.9 mm.

Hábitat: Adherida a las raíces de *Rhizophora* spp.

Distribución: Desde el Golfo de California hasta Perú.

Referencia: Cruz Soto & Jiménez (1994); Hernández (2000).

## 4.2 ORGANISMOS ASOCIADOS A LOS EPIBIONTES.

Además de los epibiontes observados a lo largo de este estudio, fue posible observar la presencia frecuente de organismos pertenecientes a otros filos, aunque no fueron parte de la investigación, es importante darlos a conocer ya que cohabitan con la epiflora y la epifauna, utilizándolos como refugio, alimentación o un sustrato de anclaje.

En el caso de las microalgas se presentaron tres divisiones; División Cyanophyta, Chlorophyta y Bacillariophyta. Dentro de la División Cyanophyta se encontró una clase, 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros, los cuales fueron *Lyngbya* sp. y *Stigonema* sp. En la División Chlorophyta se registró una clase, un orden, una familia y un género de *Oedogonium* sp. En la División Bacillariophyta se encontraron tres clases: Clase Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae y Fragilariophyceae. La Clase Bacillariophyceae registró 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros, los cuales fueron *Achnanthes* sp. y *Nitzschia* sp. En cuanto a la Clase Coscinodiscophyceae se presentó un orden, una familia y un género de *Melosira* sp. En la Clase Fragilariophyceae se encontraron 2 órdenes, 2 familias, 2 géneros y una especie que fueron *Diatoma* sp. y *Grammatophora marina* (cuadro 4 y figura 50).

**Cuadro 4. Ubicación taxonómica de las especies de microalgas encontradas sobre los epibiontes en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009. NI significa “no identificado”.**

División	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	NI	Agardh Ex Gomont, 1892
		Stigonematales	Stigonemataceae	<i>Stigonema</i>	NI	C. Agardh, 1887
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	NI	Hirn, 1900
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Achnanthesales	Achnanthesaceae	<i>Achnanthes</i>	NI	Bory de Saint-Vicent, 1822
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	NI	Hassall, 1845
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	NI	C. A. Agardh, 1824
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	NI	Bory de Saint-Vicent, 1824
		Striatellales	Striatellaceae	<i>Grammatophora</i>	<i>marina</i>	(Lyngbye) Kützing 1844

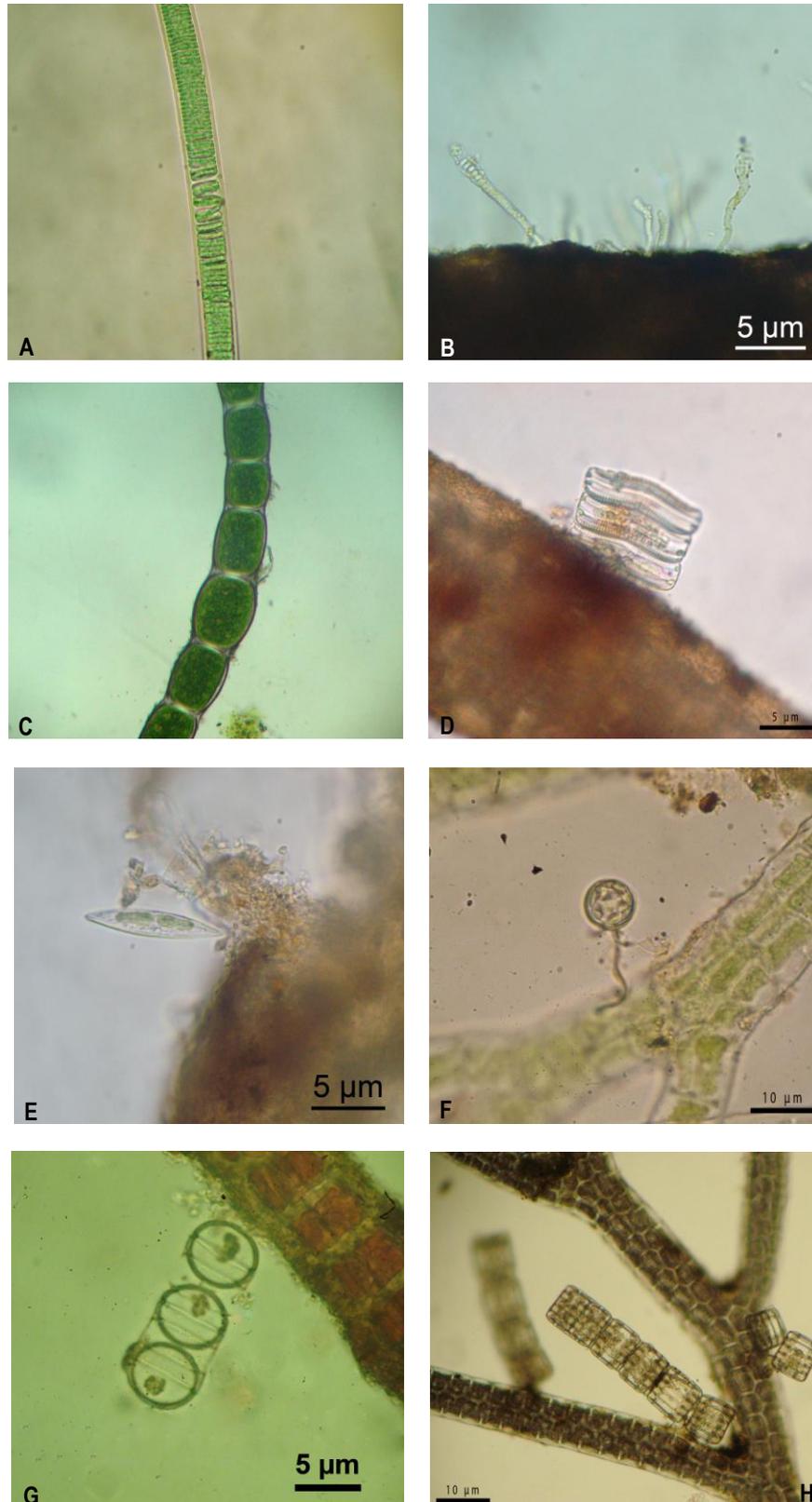


Figura 50. a) *Lyngbya* sp., b) *Stigonema* sp. c) *Oedogonium* sp., d) *Achnanthes* sp., e) *Nitzschia* sp., f) y g) *Melosira* sp., y h) *Grammatophora marina*.

Con respecto a otros invertebrados, se presentaron tres filos: Phylum Ciliophora, Granoloreticulosa y Arthropoda. El Phylum Ciliophora presentó 1 clase, 2 órdenes, 2 familias y 2 géneros, que fueron *Vorticella* sp. y *Tintinnius* sp. Para el Phylum Granoloreticulosa solamente se logró determinar un orden. En cuanto al Phylum Arthropoda se presentaron dos clases: Clase Malacostraca, que solamente se logró identificar 2 órdenes y la Clase Insecta con 3 órdenes y se logró identificar 4 familias (cuadro 5 y figura 51).

**Cuadro 5. Ubicación taxonómica de invertebrados encontrados sobre las especies de epibiontes en el bosque de manglar de Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009. NI significa “no identificado”.**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Autoridad
Ciliophora	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella</i>	Linnaeus, 1767
		Oligotrichida	Tintinnidae	<i>Tintinnius</i>	Entz, Sr., 1885
Granoloreticulosa	NI	Foraminiferida	NI	NI	Parker, 1982
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	NI	NI	Latreille, 1802
		Isopoda	NI	NI	Latreille, 1817
	Insecta	Diptera	Caretopogonidae	NI	Grootaert, <i>et al.</i> , 1991
			Muscidae	NI	Grootaert, <i>et al.</i> , 1991
			Tipulidae	NI	Grootaert, <i>et al.</i> , 1991
	Lepidoptera	Pyralidae	NI	Latreille, 1802	
		NI	NI	Linnaeus, 1758	
	Trichoptera	NI	NI	Osten Sacken, 1877	



Figura 51. a) *Vorticella* sp., b) *Tintinnus* sp., c) Decápodo, d) Isópodo, e) Díptero de la Familia Muscidae, y f) Lepidoptera de la Familia Pyralidae.

### 4.3 HERBIVORÍA E INTERACCIONES DE LOS ORGANISMOS SÉSILES.

En las comunidades de epibiontes se observaron marcas de ramoneo en algunos talos de macroalgas, como en el caso de *Catenella impudica* y *Caloglossa leprieurii* (figura 52a).

Por otra parte, se observaron 12 casos de interacciones entre los grupos de organismos estudiados, los cuales se detallan a continuación.

- Macroalgas creciendo sobre otras macroalgas, como en caso de *Bostrychia radicans* adherida a *Catenella impudica* (figura 52b).
- Macroalgas creciendo sobre marcoinvertebrados, como el caso de a *Bostrychia radicans* creciendo sobre cirripedios del género *Euraphia* sp (figura 52c).
- Turbellarios refugiándose entre macroalgas, como la especie del Orden Tricladida sobre el Complejo *Bostrychetum*.

- Turbellarios refugiándose bajo de bivalvos, como en el caso del turbellario del Orden Polycladida debajo de *Crassostrea palmula*.
- Poliquetos refugiándose entre macroalgas, como el *Pseudonereis variegata* entre el Complejo *Bostrychetum* (figura 52d).
- Poliquetos tubícolas de la Familia Serpulidae creciendo sobre cirripedios, por ejemplo poliquetos tubícolas creciendo sobre *Tetrabalanus polygenus*.
- Poliquetos tubícolas de la Familia Serpulidae creciendo sobre bivalvos, como poliquetos tubícolas sobre *Crassostrea palmula*.
- Cirripedios creciendo sobre otros cirripedios, como *Euraphia* sp. sobre *Tetrabalanus polygenus*.
- Cirripedios creciendo sobre bivalvos, por ejemplo *Tetrabalanus polygenus* creciendo sobre *Crassostrea palmula* (figura 52e).
- Bivalvos creciendo entre macroalgas, como la especie de la Familia Tellinidae entre el Complejo *Bostrychietum* (figura 52f).
- Bivalvos creciendo sobre otros bivalvos, como el caso de *Crassostrea palmula* sobre *Crassostrea palmula* (figura 52g).
- Gastrópodos de vida solitaria formando agrupaciones gregarias, como el caso de *Littoraria fasciata*, *Detracia* cf. *graminea* y *Cerithidea* spp. (figura 52h).
- No se observó que esponjas interactuarán con otros grupos.

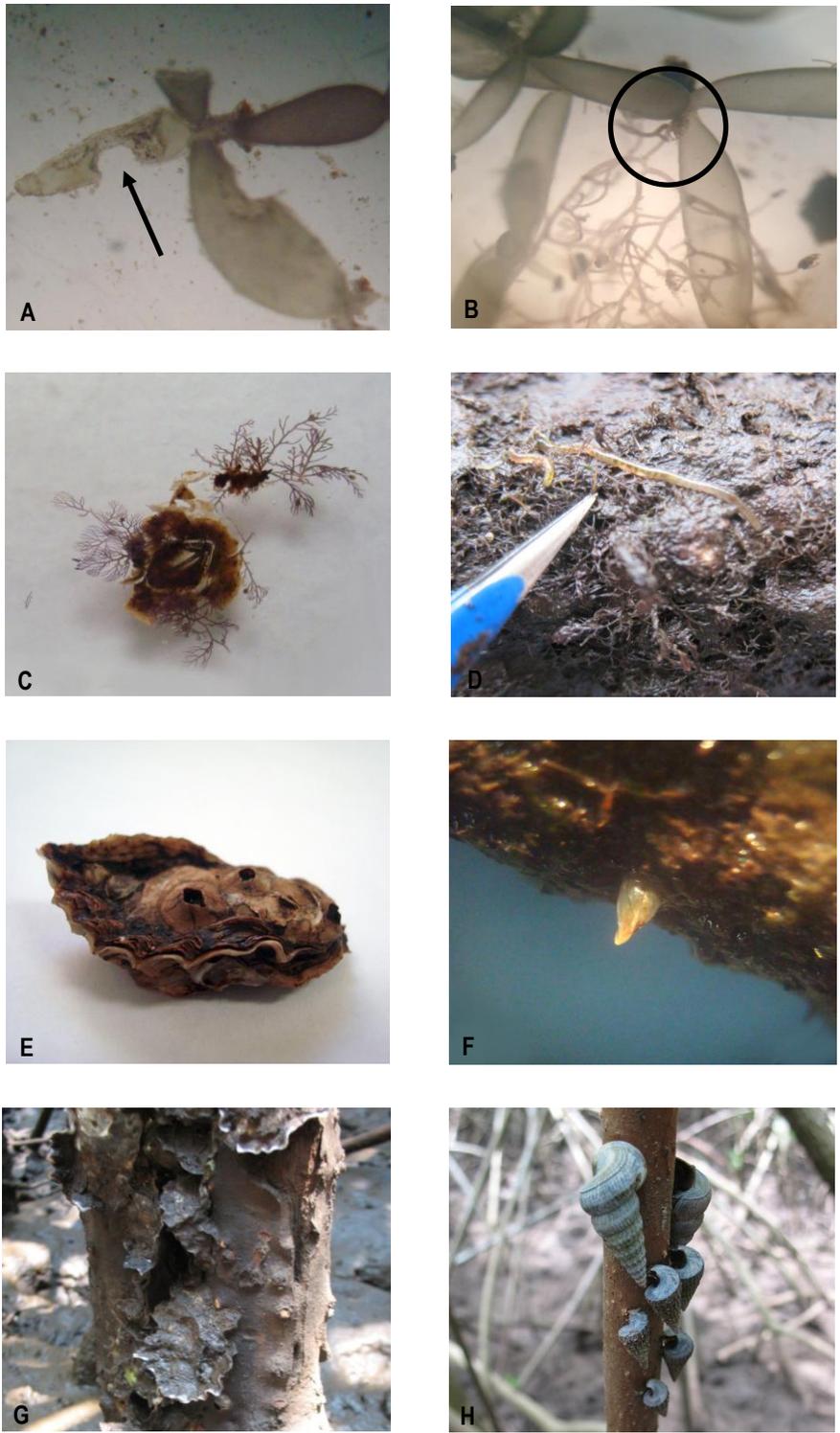


Figura 52. Herbivoría: a) Marcas de ramoneo en *Catenella impudica*. Interacciones entre organismos. b) *Bostrychia radicans* adherida a *Catenella impudica*. c) *Bostrychia radicans* sobre *Euraphia* spp. d) Poliqueto entre macroalgas, e) *Tetrabalanus polygenus* sobre *Crassostrea palmula*. f) Especie de la Familia Tellinidae entre algas. g) *Crassostrea palmula* sobre *Crassostrea palmula*. h) *Littoraria fasciata* formando agrupaciones gregarias.

#### 4.4 DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS EPIBIONTES EN EL MANGLAR BARRA DE SANTIAGO.

De las 30 estaciones de muestreo, las especies de macroalgas se registraron en 20 estaciones. Las algas que se encontraron en la mayoría de las estaciones fueron *Bostrychia radicans* y *Catenella impudica*, observándose en 18 y 17 estaciones respectivamente. Las algas presentes en menor número fueron *Caloglossa cf. rotundata* en 10 estaciones y *Boodleopsis verticillata* en 5 estaciones. Las 10 estaciones que no hubo presencia de macroalgas fueron El Zanate, Pozo La Vieja, El Cajete, Ahuachapío, La Petaca, El Mosquito, Costa Azul, El Tacachol, Glorialinda y La Menguía (cuadro 6).

En cuanto a los macroinvertebrados, en el cuadro 8 se observa la distribución de los macroinvertebrados presentes en 28 estaciones. El grupo de las esponjas se encontraron en La Laguneta y El Zapote. A su vez, los turbelarios estaban en las estaciones de El Número Dos y El Almendro. El grupo de los poliquetos se encontró en 16 estaciones, donde las especies con una amplia distribución fueron de la Familia Serpulidae en 12 estaciones y *Pseudonereis variegata* en 7 estaciones. Con respecto al grupo de cirripedios se encontraron en 24 estaciones, donde las especies con una distribución amplia fueron *Tetrabalanus polygenus* presente en 21 estaciones y *Euraphia* sp., en 15 estaciones. En cuanto al grupo de los moluscos, para la Clase Bivalvia se encontró en 16 estaciones y las especies con amplia distribución fueron la Familia Tellinidae, en 9 estaciones y *Crassostrea palmula* en 9 estaciones. Así mismo, la clase Gastropoda se observó en 24 estaciones, donde las especies con una amplia distribución fueron *Littoraria fasciata* en 11 estaciones y *Detracia cf. graminea* en 8 estaciones. Los demás organismos de estos filos, en su mayoría se observaron en una estación.

Las estaciones El Zanate y El Tacachol fueron las únicas que no presentaron presencia de macroinvertebrados (cuadro 7).

Cuadro 6. Distribución de especies de macroalgas dentro del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. El sombreado en color gris representa la presencia de especies de macroalgas en las estaciones.

Especie	Estación																														
	El Zanate	Poza La Vieja	El Tembladero	Palo Blanco	El Cajete	Los Pozos	El Muerto	El Número Dos	Ahuachapio	La Petaca	El Galio II	San Sebastián	El Cajetillo	El Mosquito	Costa Azul	El Rosario	El Almendro	El Cajete II	La Laguneta	El Zapote	Entrada El Galio	El Tacachol	Entrada Tacachol	Rio Ahuachapio	Glorialinda	La Menguía	El Número	La Petaquita	El Cajetillo II	El Tembladero II	
<i>Caloglossa cf. lepreurii</i>																															
<i>Caloglossa cf. rotundata</i>																															
<i>Bostrychia calliptera</i>																															
<i>Bostrychia radicans</i>																															
<i>Catenella impudica</i>																															
<i>Rhizoclonium riparium</i>																															
<i>Boodleopsis verticillata</i>																															



Clase	Especie	Estación																													
		El Zanate	Poza La Vieja	El Tembladero	Palo Blanco	El Cajete	Los Pozos	El Muerto	El Número Dos	Ahuachapío	La Petaca	El Gallo II	San Sebastián	El Cajetillo	El Mosquito	Costa Azul	El Rosario	El Almendro	El Cajete II	La Laguneta	El Zapote	Entrada El Gallo	El Tacachol	Entrada Tacachol	Rio Ahuachapío	Glorialinda	La Mengua	El Número	La Petaquita	El Cajetillo II	El Tembladero II
	<i>Isognomon recognitus</i>																														
	<i>Mytella guyanensis</i>																														
	<i>Crassostrea palmula</i>																														
	<i>Martesia</i> sp.																														
Gastropoda	<i>Solenosteira gatesi</i>																														
	<i>Anachis (Parvanachis) albonodosa</i>																														
	<i>Anachis</i> sp.																														
	<i>Thais kiosquiformis</i>																														
	<i>Epitonium vulpinum</i>																														
	<i>Epitonium</i> sp.																														
	<i>Cymatium wiegmanni</i>																														
	Ranellidae sp.																														
	<i>Littoraria fasciata</i>																														
	<i>Littoraria varia</i>																														
	<i>Cerithidea valida</i>																														
	<i>Cerithidea pulchra</i>																														
	<i>Cerithidea montagnei</i>																														
	<i>Cerithidea mazatlanica</i>																														
	<i>Natica</i> sp.																														
	<i>Melampus carolianus</i>																														
	<i>Melampus</i> sp.																														
	Ellobidae sp.																														
	<i>Detracia cf. graminea</i>																														
	<i>Tralia</i> sp.																														
<i>Theodoxus (Vittoclithon) luteofasciatus</i>																															

## 4.5 PORCENTAJE DE COBERTURA Y ABUNDANCIA DE ORGANISMOS.

### 4.5.1. Cobertura de macroalgas

En el cuadro 9 se presentan los valores de coberturas promedio porcentual y la desviación estándar para cada estación de muestreo de las asociaciones algales.

El mayor valor de cobertura promedio fue presentado por la asociación de *Caloglossa. cf. leprieurii*, *C. cf. rotundata*, *Bostrychia calliptera*, *B. radicans*, *Catenella impudica*, *Rhizoclonium riparium* y *Boodleopsis verticillata*, con un valor de 40.26% ( $\pm 35.38$ ) en la estación de Entrada El Galío. El segundo valor más alto lo presentó la asociación *C. cf. leprieurii*, *C. cf. rotundata*, *B. radicans* y *C. impudica* con 25.48% ( $\pm 33.21$ ) en la estación La Petaquita.

Las especies con menor valor fueron la asociación *C. cf. leprieurii*, *B. calliptera*, *B. radicans*, *C. impudica* y *R. riparium* con 0.07% ( $\pm 0.16$ ) en la estación El Cajetillo y la especie *B. radicans* con 0.08% ( $\pm 0.29$ ) en Río Ahuachapío (cuadro 8).

**Cuadro 8. Porcentaje promedio y desviación estándar de la cobertura algal adherida a raíces de *Rhizophora* spp., en cada una de las estaciones en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. Los valores en paréntesis indican mínimos y máximos de cobertura de las doce raíces. Los guiones significan ausencia.**

Asociación de especies	Estación					
	El Zanate	Poza La Vieja	El Tembladero	Palo Blanco	El Cajete	Los Pozos
<i>B. calliptera</i> + <i>C. impudica</i>	-	-	1.77 ± 4.02 (0.00 - 10.39)	-	-	-
<i>C. impudica</i>	-	-	-	0.20 ± 0.69 (0.00 - 2.40)	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	-	-	-	-	-	15.19 ± 24.08 (0.00 - 89.04)
Asociación de especies	El Muerto	El Número Dos	Ahuachapío	La Petaca	El Galio II	San Sebastián
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	-	7.20 ± 11.65 (0.00 - 29.88)	-	-	-	-
<i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	-	-	-	-	15.90 ± 20.56 (0.00 - 72.93)	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i>	7.85 ± 23.26 (0.00 - 80.80)	-	-	-	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	-	-	-	-	-	17.29 ± 33.22 (0.00 - 95.68)
Asociación de especies	El Cajetillo	El Mosquito	Costa Azul	El Rosario	El Almendro	El Cajete II
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	-	-	-	6.52 ± 12.01 (0.00 - 32.28)	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i>	0.07 ± 0.16 (0.00 - 0.51)	-	-	-	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>B. verticillata</i>	-	-	-	-	16.08 ± 20.76 (0.00 - 67.38)	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i> + <i>B. verticillata</i>	-	-	-	-	-	8.29 ± 15.09 (0.00 - 48.56)
Asociación de especies	La Laguneta	El Zapote	Entrada El Galio	El Tacachol	Entrada Tacachol	Rio Ahuachapío
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>B. verticillata</i>	17.96 ± 29.25 (0.00 - 92.07)	-	-	-	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. radicans</i> + <i>R. riparium</i>	-	12.64 ± 29.40 (0.00 - 99.26)	-	-	-	-
<b><i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i> + <i>B. verticillata</i></b>	-	-	40.26 ± 35.38 (0.00 - 99.59)	-	-	-
<i>B. radicans</i> + <i>R. riparium</i>	-	-	-	-	4.28 ± 10.15 (0.00 - 33.92)	-
<i>B. radicans</i>	-	-	-	-	-	0.08 ± 0.29 (0.00 - 1.02)
Asociación de especies	Glorialinda	La Mengüía	El Número	La Petaquita	El Cajetillo II	El Tembladero II
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i> + <i>R. riparium</i> + <i>B. verticillata</i>	-	-	20.82 ± 21.14 (0.00 - 61.58)	-	-	-
<b><i>C. cf. lepreurii</i> + <i>C. cf. rotundata</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i></b>	-	-	-	25.48 ± 33.21 (0.00 - 93.14)	-	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. calliptera</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i>	-	-	-	-	1.67 ± 2.64 (0.00 - 7.70)	-
<i>C. cf. lepreurii</i> + <i>B. radicans</i> + <i>C. impudica</i>	-	-	-	-	-	3.41 ± 8.00 (0.00 - 22.08)

Las estaciones con mayor cobertura promedio algal son Entrada El Gallo, La Petaquita y El Número y los menores valores los presentaron las estaciones Río Ahuachapío, El Cajetillo y Palo Blanco. Por otra parte, las estaciones que no presentaron cobertura algal fueron El Zanate, Poza la Vieja, El Cajete, Ahuachapío, La Petaca, El Mosquito, Costa Azul, El Tacachol, Glorialinda y La Menguía (figura 53).

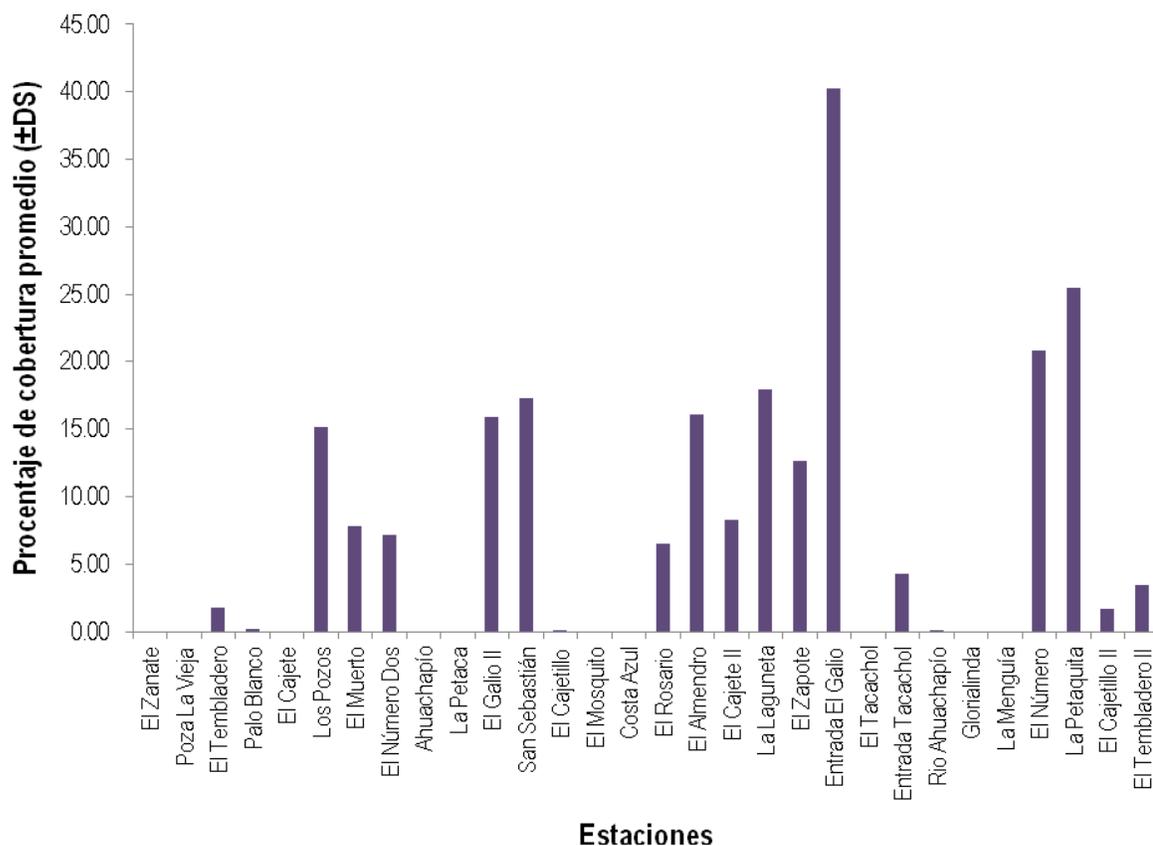


Figura 53. Porcentaje de cobertura promedio de macroalgas asociadas a raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.

#### 4.5.2. Cobertura de macroinvertebrados

Los valores de cobertura promedio de macroinvertebrados se obtuvieron de colonias de organismos con crecimiento masivo del Phylum Porifera, Phylum Annelida (Familia Serpulidae) e Infraclass Cirripedia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las esponjas mostraron el mayor porcentaje de cobertura con un valor de 11.58% ( $\pm 28.92$ ) en la estación de La Laguneta y el menor valor se obtuvo en El Cajetillo II donde una de las raíces de esta estación presentó un valor menor a 0.01%.

En el caso de los poliquetos tubícolas de la Familia Serpulidae, el mayor valor fue de 19.60% ( $\pm 27.87$ ) en la estación Entrada Tacachol y el menor valor obtenido fue de 0.01% ( $\pm 0.03$ ) para las estaciones El Mosquito y La Laguneta.

Los macroinvertebrados con mayor cobertura promedio fueron los cirripedios, en la asociación de *Tetrabalanus polygenus* y *Euraphia* sp. con un valor de 22.82% ( $\pm 36.28$ ) en la estación El Tembladero II y el menor valor fue para la especie *Fistulobalanus* sp., donde una de las raíces de esta estación presentó un valor menor de 0.01% en Poza La Vieja (cuadro 9).

**Cuadro 9. Porcentaje promedio y desviación estándar de cobertura de macroinvertebrados sobre raíces de *Rhizophora* spp., en cada una de las estaciones del manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009. Los valores en paréntesis indican mínimos y máximos de cobertura de las doce raíces. Los guiones significan ausencia.**

Asociación de especies	Estación					
	El Zanate	Poza La Vieja	El Tembladero	Palo Blanco	El Cajete	Los Pozos
Familia Serpulidae (poliqueto)	-	-	-	1.90 ± 6.58 (0.00 - 22.80)	-	-
<i>Fistulobalanus</i>	-	0.00 ± 0.00 (0.00 - 0.01)	-	-	-	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i>	-	-	-	0.11 ± 0.29 (0.00 - 0.94)	-	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i>	-	-	-	-	0.04 ± 0.14 (0.00 ± 0.49)	5.90 ± 8.05 (0.00 - 24.96)
Asociación de especies	El Muerto	El Número Dos	Ahuachapío	La Petaca	El Galio II	San Sebastián
Familia Serpulidae (poliqueto)	1.00 ± 3.45 (0.00 - 11.97)	-	2.59 ± 8.96 (0.00 - 31.03)	0.02 ± 0.06 (0.00 - 0.21)	-	0.77 ± 1.45 (0.0 - 4.05)
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i>	14.49 ± 18.92 (0.00 - 62.93)	-	-	7.64 ± 15.44 (0.00 - 51.82)	8.33 ± 25.34 (0.00 - 88.51)	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i> + <i>Fistulobalanus</i>	-	21.90 ± 35.36 (0.00 - 94.58)	-	-	-	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Fistulobalanus</i>	-	-	-	-	-	9.24 ± 23.91 (0.00 - 82.29)
Asociación de especies	El Cajetillo	El Mosquito	Costa Azul	El Rosario	El Almendro	El Cajete II
Familia Serpulidae (poliqueto)	-	0.01 ± 0.03 (0.00 - 0.09)	15.68 ± 29.12 (0.00 - 87.51)	-	-	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i>	-	-	0.65 ± 1.40 (0.00 - 4.07)	-	18.46 ± 32.79 (0.00 - 86.91)	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i>	-	9.69 ± 26.19 (0.00 - 91.17)	-	-	-	12.59 ± 20.06 (0.00 - 57.34)
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Fistulobalanus</i>	0.89 ± 2.63 (0.00 - 9.12)	-	-	1.15 ± 3.79 (0.00 - 13.17)	-	-
Asociación de especies	La Laguneta	El Zapote	Entrada El Galio	El Tacachol	Entrada Tacachol	Río Ahuachapío
Phylum Porifera	<b>11.58 ± 28.92</b> <b>(0.00 - 93.54)</b>	0.05 ± 0.16 (0.00 - 0.56)	-	-	-	-
Familia Serpulidae (poliqueto)	0.01 ± 0.03 (0.00 - 0.09)	0.45 ± 1.57 (0.00 - 5.43)	-	-	<b>19.60 ± 27.87</b> <b>(0.00 - 89.14)</b>	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i>	-	-	13.62 ± 26.36 (0.00 - 77.55)	-	-	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i>	0.43 ± 1.19 (0.00 - 4.14)	6.41 ± 17.20 (0.00 - 59.83)	-	-	-	-
<i>Euraphia</i>	-	-	-	-	-	0.09 ± 0.31 (0.00 - 1.06)
Asociación de especies	Glorialinda	La Menguña	El Número	La Petaquita	El Cajetillo II	El Tembladero II
Phylum Porifera	-	-	-	-	0.00 ± 0.00 (0.00 - 0.01)	-
Familia Serpulidae (poliqueto)	3.44 ± 6.65 (0.00 - 19.66)	-	-	-	0.09 ± 0.30 (0.00 - 1.05)	-
<i>Tetrabalanus polygenus</i>	6.18 ± 18.44 (0.00 - 64.11)	-	-	-	-	-
<b><i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i></b>	-	-	-	-	-	<b>22.82 ± 36.28</b> <b>(0.00 - 92.15)</b>
<i>Tetrabalanus polygenus</i> + <i>Euraphia</i> + <i>Fistulobalanus</i>	-	-	-	14.37 ± 23.31 (0.00 - 76.20)	4.82 ± 10.72 (0.00 - 36.04)	-
<i>Euraphia</i>	-	-	0.55 ± 1.90 (0.00 - 6.59)	-	-	-

En la figura 54 se observa la cobertura promedio de los macroinvertebrados a lo largo de las 30 estaciones. El grupo de las esponjas presentó una mayor cobertura en la estación La Laguneta. Para la Familia Serpulidae, las estaciones con mayor cobertura fueron entrada El Tacachol y Costa Azul, mientras que para los cirripedios los mayores valores de cobertura se observaron en El Tembladero II y El Número Dos. En las estaciones El Zanate, El Tembladero, El Tacachol y La Menguía no presentaron organismos coloniales en las raíces de *Rhizophora* spp.

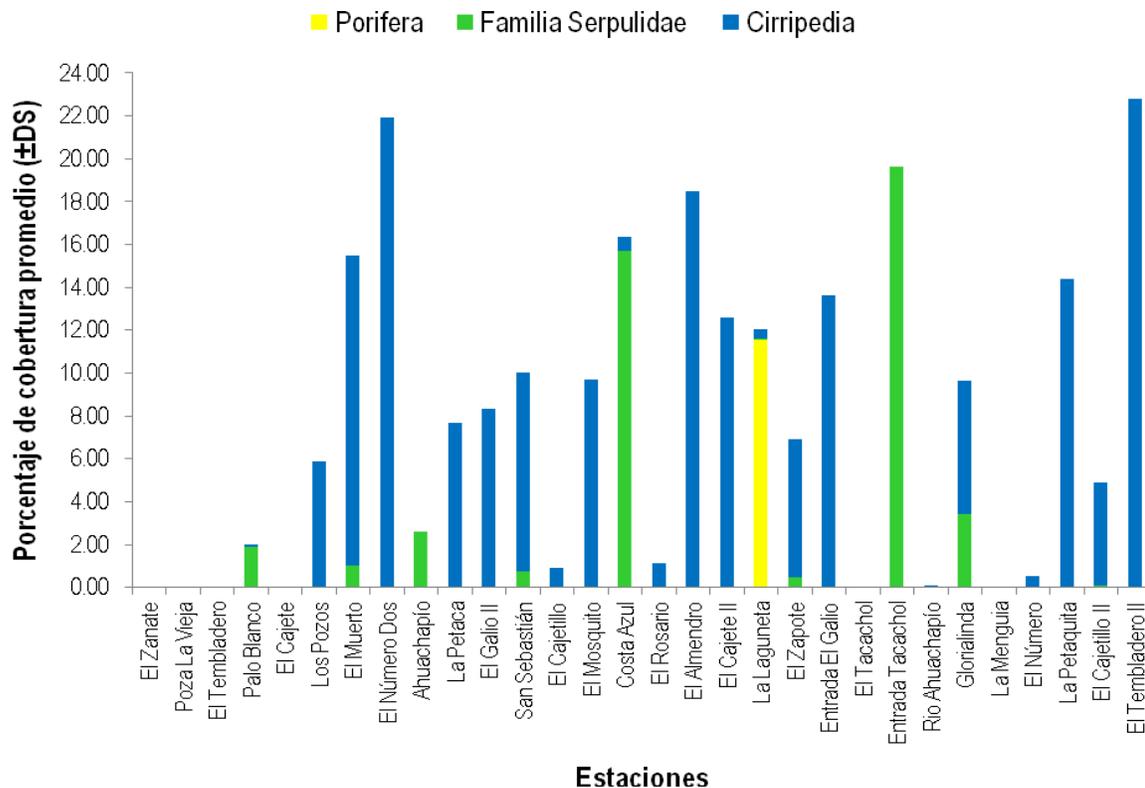


Figura 54. Porcentaje de cobertura promedio y desviación estándar de macroinvertebrados asociadas a raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.

#### 4.5.3. Abundancia de macroinvertebrados

Con los datos cuantitativos se calculó la frecuencia relativa y porcentual para las especies de macroinvertebrados individuales y se aplicó una escala de cuatro categorías similar a la utilizada por Monterrosa (1993), donde los valores representan la abundancia de cada especie dentro de la población.

Según la categoría de especies *abundantes* fueron *Crassostrea palmula* con 213 individuos y una frecuencia relativa porcentual de 44.01%, y Tellinidae sp., con 57 individuos y un valor de 11.78%, ambas de la Clase Bivalvia.

Las especies más *frecuentes* identificadas fueron *Detracia* cf. *graminea* obteniendo 44 individuos y una frecuencia relativa porcentual de 9.09%; *Theodoxus* (*Vittoclithon*) *luteofasciatus* con 32 individuos y un valor de 6.61% y *Littoraria fasciata* con 27 individuos y 5.58%, todas las especies antes mencionadas pertenecen a la Clase Gastropoda.

En la categoría *raras*, se pueden mencionar a Polycladida sp. con 2 individuos y una frecuencia relativa porcentual de 0.41% de la Clase Turbellaria; *Pseudonereis variegata* con 9 individuos y un valor de 1.86% de la Clase Polychaeta; *Isognomon recognitus* obteniendo 6 individuos y 1.24% de la Clase Bivalvia y *Cerithidea montagnei* de la Clase Gastropoda con 19 individuos y un valor de 3.93%. Las demás especies descritas presentaron una frecuencia relativa porcentual menor al 5% (cuadro 10).

**Cuadro 10. Frecuencia relativa porcentual de macroinvertebrados registrados sobre raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar de Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.**

Clase	Especie	Frecuencia	Frecuencia relativa (F r)	F r %
Turbellaria	Polycladida sp.	2	0.00	0.41
	Tricladida sp.	1	0.00	0.21
Polychaeta	<i>Capitella</i> sp.	1	0.00	0.21
	<i>Eteone</i> sp.	3	0.01	0.62
	<i>Neanthes galetae</i>	5	0.01	1.03
	<i>Pseudonereis variegata</i>	9	0.02	1.86
	Nereidae sp.	1	0.00	0.21
Bivalvia	<i>Anadara similis</i>	1	0.00	0.21
	<i>Donax</i> sp.	1	0.00	0.21
	<i>Protothaca asperrima</i>	2	0.00	0.41
	Carditidae sp.	1	0.00	0.21
	Sportellidae sp.	3	0.01	0.62
	<b>Tellinidae sp.</b>	<b>57</b>	<b>0.12</b>	<b>11.78</b>
	<i>Isognomon recognitus</i>	6	0.01	1.24
	<i>Mytella guyanensis</i>	5	0.01	1.03
	<b><i>Crassostrea palmula</i></b>	<b>213</b>	<b>0.44</b>	<b>44.01</b>
	<i>Martesia</i> sp.	1	0.00	0.21
Gastropoda	<i>Solenosteira gatesi</i>	3	0.01	0.62
	<i>Anachis (Parvanachis) albonodosa</i>	3	0.01	0.62
	<i>Anachis</i> sp.	4	0.01	0.83
	<i>Thais kiosquiformis</i>	3	0.01	0.62
	<i>Epitonium vulpinum</i>	1	0.00	0.21
	<i>Epitonium</i> sp.	1	0.00	0.21
	<i>Cymatium wiegmanni</i>	1	0.00	0.21
	Ranellidae sp.	13	0.03	2.69
	<b><i>Littoraria fasciata</i></b>	<b>27</b>	<b>0.06</b>	<b>5.58</b>
	<i>Littoraria varia</i>	2	0.00	0.41
	<i>Cerithidea valida</i>	9	0.02	1.86
	<i>Cerithidea pulchra</i>	3	0.01	0.62
	<i>Cerithidea montagnei</i>	19	0.04	3.93
	<i>Cerithidea mazatlanica</i>	2	0.00	0.41
	<i>Natica</i> sp.	1	0.00	0.21
	<i>Melampus carolianus</i>	1	0.00	0.21
	<i>Melampus</i> sp.	1	0.00	0.21
	Ellobiidae sp.	1	0.00	0.21
	<b><i>Detracia cf. graminea</i></b>	<b>44</b>	<b>0.09</b>	<b>9.09</b>
	<i>Tralia</i> sp.	1	0.00	0.21
	<b><i>Theodoxus (Vittoclithon) luteofasciatus</i></b>	<b>32</b>	<b>0.07</b>	<b>6.61</b>
		<b>Total</b>	<b>484</b>	<b>1.00</b>

Especie dominante: Fr % 50 – 100 %

Especies abundantes: Fr % 10 – 50 %

Especie frecuente: Fr % 5 – 10 %

Especies rara: Fr % menor 5 %

Las estaciones con mayor abundancia de macroinvertebrados individuales fueron El Almendro con 162 individuos y la estación del Número Dos con 82 individuos. Las estaciones con menor abundancia fueron Los Pozos y San Sebastián con un individuo cada uno (figura 55).

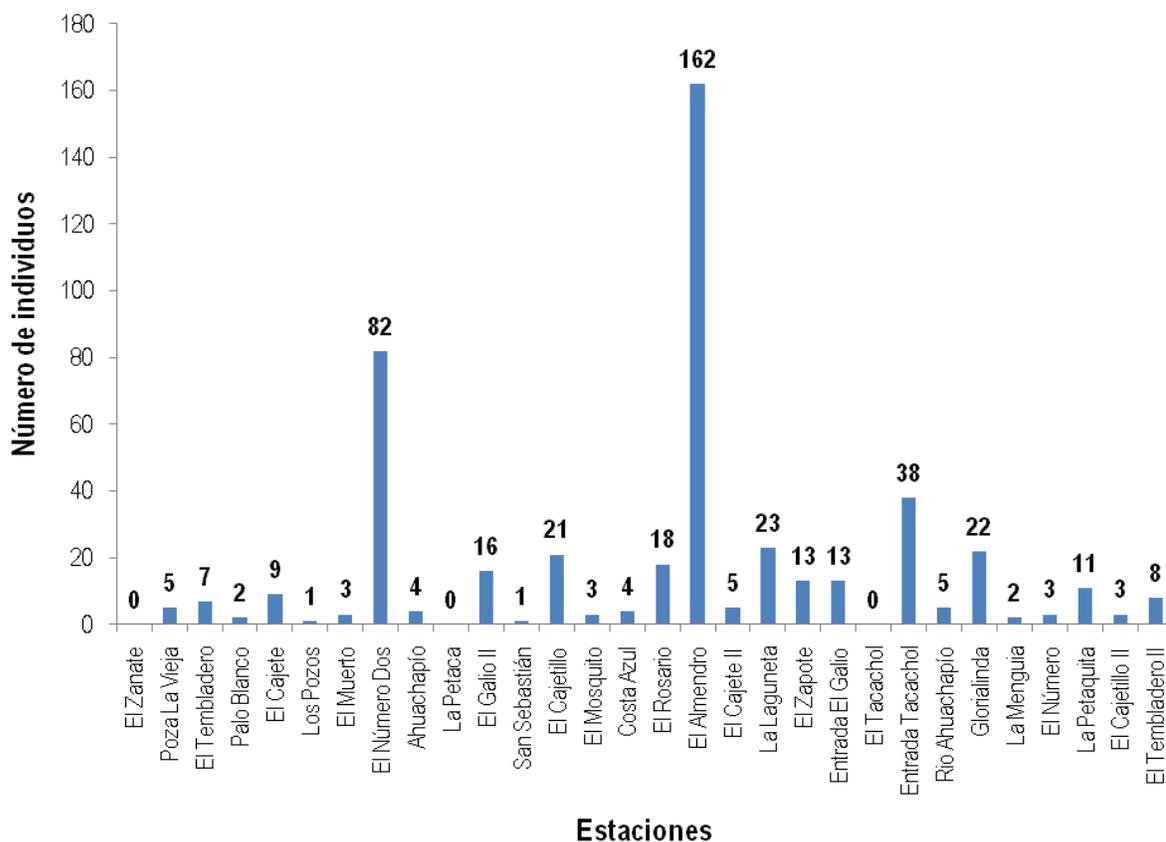


Figura 55. Frecuencia de organismos por estación de muestreo asociados a las raíces de *Rhizophora* spp., en el manglar Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.

## 4.6 ANÁLISIS DE DATOS

### 4.6.1. Análisis de similitud entre estaciones.

En la figura 55 se observa la similitud de manera cualitativa de la composición de especies de macroalgas a lo largo de las 30 estaciones de muestreo, utilizando el Coeficiente de Similitud de Jaccard, donde se reconoció 3 diferentes grupos: El grupo A con 2 estaciones, grupo B con 3 estaciones y el grupo C donde se observan las 15 estaciones más similares. Dentro del grupo C, las estaciones que presentaron

mayor similitud fueron Los Pozos, El Número Dos y El Rosario con un valor de 100%, a su vez, este grupo presentó un valor de 83% de similitud en la composición de especies con la estación El Galío II. También se observa que entre las estaciones El Número y Entrada Galio; La Petaquita y El Muerto presentaron la misma composición de especies. Las estaciones más disimiles fueron Palo Blanco y El Tembladero presentando entre ellas un 50% (figura 56).

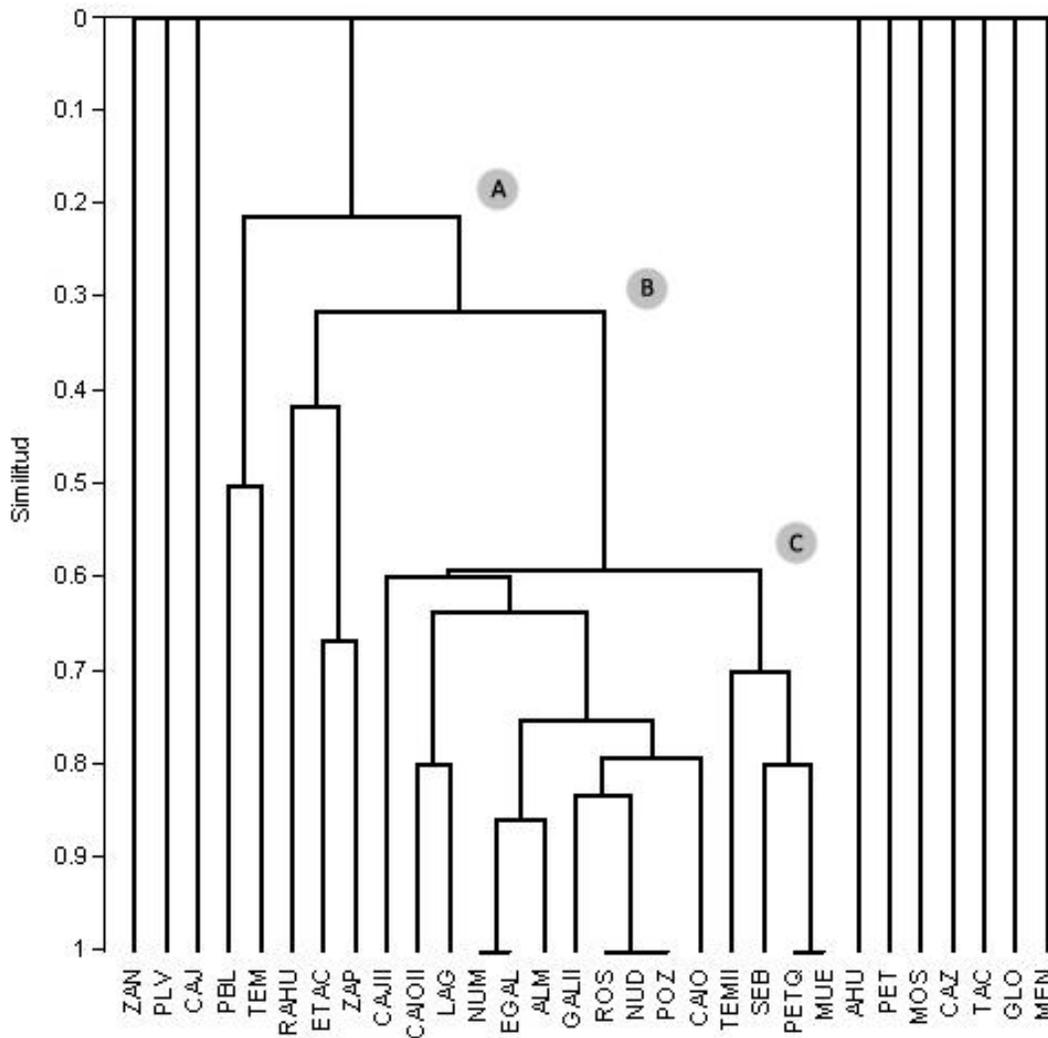


Figura 56. Dendrograma de similitud de las especies de macroalgas entre las treinta estaciones muestreadas utilizando el Índice de Jaccard. Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.

El Zanate = ZAN, Poza La Vieja = PLV, El Tembladero = TEM, Palo Blanco = PBL, El Cajete =CAJ, Los Pozos = POZ, El Muerto = MUE, El Numero Dos = NUD, Ahuachapío = AHU, La Petaca = PET, El Galio II = GALII, San Sebastián = SEB, El Cajetillo = CAIO, El Mosquito = MOS, Costa Azul = CAZ, El Rosario = ROS, El Almendro =ALM, El Cajete II = CAJII, La Laguneta = (LAG), El Zapote = (ZAP), Entrada El Galio (EGAL), El Tacachol = (TAC), Rio Ahuachapío = (RAHU), Entrada Tacachol = (ETAC), Glorialinda = (GLO), La Menguía = (MEN), El Número = (NUM), La Petaquita = (PETQ), El Cajetillo II = (CAIOII), El Tembladero II = (TEMII).

En cuanto a la composición de especies de macroinvertebrados, en la figura 56 se observa la formación de 6 grupos: El grupo A con 4 estaciones, grupo B con 2 estaciones, grupo C con 6 estaciones, grupo D con 3 estaciones, grupo E con 2 estaciones y grupo F con 11 estaciones. Dentro del grupo F, las estaciones que presentaron una similitud parecida con respecto a la composición de especies, fueron El Mosquito y El Cajetillo II con un valor de 83%; las estaciones Los Pozos y El Galio II con un valor de 75%; las estaciones El Muerto y Palo Blanco con un valor de 75%. En el grupo A se encontraron las estaciones más disímiles con respecto a las demás las cuales fueron las estaciones El Cajete y El Tembladero, que entre ellas tuvieron un 37% de especies (figura 57).

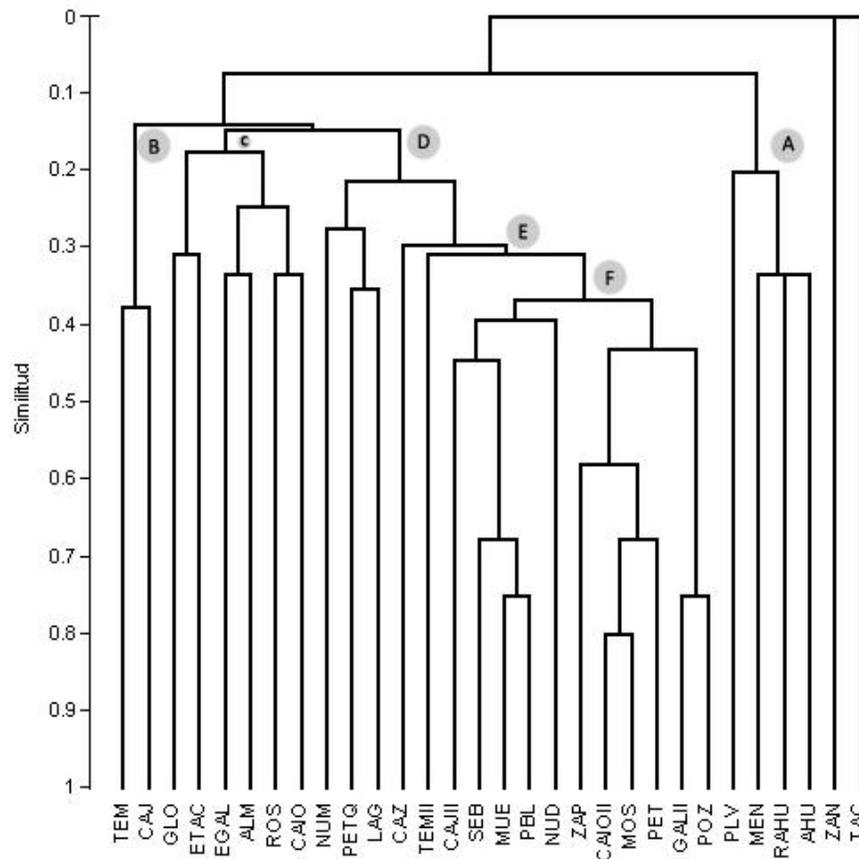


Figura 57. Dendrograma de similitud de las especies de macroinvertebrados entre las treinta estaciones muestreadas utilizando el Índice de Jaccard. Barra de Santiago. Marzo-junio, 2009.

El Zanate = ZAN, Poza La Vieja = PLV, El Tembladero = TEM, Palo Blanco = PBL, El Cajete =CAJ, Los Pozos = POZ, El Muerto = MUE, El Numero Dos = NUD, Ahuachapío = AHU, La Petaca = PET, El Galio II = GALII, San Sebastián = SEB, El Cajetillo = CAIO, El Mosquito = MOS, Costa Azul = CAZ, El Rosario = ROS, El Almendro =ALM, El Cajete II = CAJII, La Laguneta = (LAG), El Zapote = (ZAP), Entrada El Galio (EGAL), El Tacachol = (TAC), Rio Ahuachapío = (RAHU), Entrada Tacachol = (ETAC), Glorialinda = (GLO), La Menguía = (MEN), El Número = (NUM), La Petaquita = (PETQ), El Cajetillo II = (CAIOII), El Tembladero II = (TEMII).

#### 4.6.2. Índices de Biodiversidad.

En el cuadro 11, se muestran los índices de riqueza, diversidad y equitatividad que se aplicaron al grupo de macroinvertebrados individuales con respecto a sus abundancias.

Los valores obtenidos al aplicar el índice de Margalef mostraron que los grupos con mayor riqueza fueron las Clases Gastropoda con 4.47 y Bivalvia con 2.65; la menor riqueza la presentó la Clase Turbellaria con 0.91.

Al aplicar el índice de Shannon-Wiener, los valores mostraron que la mayor diversidad fue para la Clase Gastropoda y Clase Polychaeta con 2.66 y 1.94 respectivamente. La Clase Turbellaria obtuvo la menor diversidad con 0.64.

El mayor valor de equitatividad lo presentó la Clase Polychaeta con 0.93 y Clase Turbellaria con 0.92; el menor valor lo obtuvo la Clase Bivalvia con 0.62.

**Cuadro 11. Estructura de los grupos (Clases) de macroinvertebrados estudiados durante el muestreo en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009.**

Clase	No. especies	No. individuos	Margalef (Riqueza)	Shannon_H (Diversidad H')	Equitatividad_J
Clase Turbellaria	2	3	0.91	0.64	0.92
Clase Polychaeta	8	19	2.38	1.94	<b>0.93</b>
Clase Bivalvia	16	290	2.65	1.72	0.62
Clase Gastropoda	24	172	<b>4.47</b>	<b>2.66</b>	0.84

Con respecto a la biodiversidad de las estaciones muestreadas, el índice de Margalef mostró que las estaciones con mayor riqueza de organismos fueron La Laguneta con un valor de 2.87 y Entrada El Galio con un valor de 2.73; la estación con menor riqueza fue El Galio II con un valor de 0.36.

En cuanto al índice de Shannon-Wiener, los valores mostraron que las estaciones con mayor diversidad fueron La Laguneta con 2.05 y Entrada El Galio con 1.93; la menor diversidad fue para la estación El Número Dos con un valor de 0.13.

Para la equitatividad, las estaciones con los mayores valores fueron El Zapote y La Menguía, con 1.00, y la estación El Número Dos presentó el menor dato de equitatividad con 0.12 (cuadro 12).

En 11 estaciones los valores no fueron significativos para la riqueza, diversidad y equitatividad de especies. De estas, en tres estaciones no se presentó organismos (El Zanate, La Petaca y El Tacachol) y 8 estaciones se registró una especie cada una (Palo Blanco, Los Pozos, El Muerto, Ahuachapío, San Sebastián, El Mosquito, Rio Ahuachapío y Cajetillo II) (cuadro 12).

Cuadro 12. Biodiversidad de las estaciones de muestreo en el manglar Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Marzo-junio, 2009.

Estaciones	Especies	No. de individuos	Margalef (Riqueza)	Shannon_H (Diversidad H')	Equitability_J
El Zanate	0	0	0.00	0.00	0.00
Poza La Vieja	3	5	1.24	0.95	0.87
El Tembladero	5	7	2.06	1.55	0.96
Palo Blanco	1	2	0.00	0.00	0.00
El Cajete	4	9	1.37	1.22	0.88
Los Pozos	1	1	0.00	0.00	0.00
El Muerto	1	3	0.00	0.00	0.00
El Número Dos	3	82	0.45	0.13	0.12
Ahuachapío	1	4	0.00	0.00	0.00
La Petaca	0	0	0.00	0.00	0.00
El Galio II	2	16	0.36	0.23	0.34
San Sebastián	1	1	0.00	0.00	0.00
El Cajetillo	7	21	1.97	1.55	0.80
El Mosquito	1	3	0.00	0.00	0.00
Costa Azul	3	4	1.44	1.04	0.95
El Rosario	5	18	1.38	1.23	0.76
El Almendro	14	162	2.56	1.43	0.54
El Cajete II	2	5	0.62	0.67	0.97
La Laguneta	10	23	<b>2.87</b>	<b>2.05</b>	0.89
El Zapote	2	13	0.39	0.69	<b>1.00</b>
Entrada El Galio	8	13	2.73	1.93	0.93
El Tacachol	0	0	0.00	0.00	0.00
Entrada Tacachol	8	38	1.92	1.67	0.81
Rio Ahuachapío	1	5	0.00	0.00	0.00
Glorialinda	6	22	1.62	1.37	0.77
La Menguía	2	2	1.44	0.50	<b>1.00</b>
El Número	2	3	0.91	0.64	0.92
La Petaquita	6	11	2.09	1.67	0.93
El Cajetillo II	1	3	0.00	0.00	0.00
El Tembladero II	4	8	1.44	1.21	0.88

## V. DISCUSIÓN

En las raíces sumergidas de *Rhizophora* spp., generalmente se encuentra una variedad de epibiontes como macroalgas, crustáceos, moluscos, anélidos, entre otros, y estos a su vez atraen a otros organismos móviles o depredadores como cangrejos, peces y langostas (Hogarth, 1999).

Los productores primarios del ecosistema de manglar incluyen a los árboles de mangle, vegetación asociada, macro y microalgas. Las macroalgas también aportan grandes cantidades de biomasa que entran al flujo energético de la cadena alimenticia. Junto con la caída de hojarasca, la materia orgánica producida por las algas, contribuyen a la formación de detritus, la cual es transferida a otros niveles tróficos y junto con la fauna invertebrada forman parte de la productividad secundaria en estos ecosistemas. Además, las macroalgas proporcionan refugio a poliquetos, crustáceos y moluscos (Von Prah et al., 1990; Kathiresan & Qasim, 2005; Tejada & Vieyetz, 2006; Kon et al., 2007).

También, la fauna macroinvertebrada, que habita en la zona intermareal del manglar, es importante en las cadenas alimenticias ya que ellos son conexiones entre los productores primarios y los niveles tróficos más altos. A su vez, los macroinvertebrados adheridos a las raíces, constituyen fuente de alimento para las comunidades de peces que habitan en las aguas estuarinas y para los peces que arriban en marea alta, controlando la estructura de las comunidades bénticas (Kon et al., 2007; Nagelkerken et al., 2008).

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se registraron un total de 50 especies de epibiontes, de las cuales 7 especies fueron macroalgas, en donde el grupo más predominante fue la División Rhodophyta, y 43 especies de macroinvertebrados, donde el grupo más predominante fue el de los gastrópodos.

Entre las algas de la División Rhodophyta se logró identificar a las especies *Caloglossa* cf. *leprieurii*, *C.* cf. *rotundata*, *Bostrychia calliptera*, *B. radicans* y

*Catenella impudica*, y de la División Chlorophyta las especies *Rhizoclonium riparium* y *Boodleopsis verticillata*. Las especies de *Caloglossa*, *Bostrychia* y *Catenella* han sido informadas para las regiones tropicales y subtropicales, que son características de los bosques de manglar, las cuales conforman el complejo “*Bostrychetum*” descrita por Inclán (1989), Pedroche (1995), Hogarth (1999), Tejada (2002), Barrios *et al.* (2004), Kathiresan & Qasim (2005), Tejada & Vieyetz (2006) y Farrapeira *et al.* (2009).

En El Salvador, Cruz (2010), informó la presencia de *B. radicans*, *C. impudica*, *Boodleopsis verticillata* y *Rhizoclonium riparium* para el manglar del Estero El Tamarindo. Tejada (inédito) y Tejada & Vieyetz (2006), informan las especies de *C. leprieurii*, *B. calliptera*, *B. radicans*, *C. impudica*, *B. verticillata* y *R. riparium* en el Estero de Jaltepeque, todas ellas presentes también en la Barra de Santiago. Estas mismas especies coinciden con las informadas por Tejada & Vieyetz (2006), para este mismo manglar. Estas autoras también informaron las especies de *Bostrychia moritziana* y *B. pinnata*, las cuales no se observaron en la Barra.

La especie *B. pinnata* hasta hace algunos años, se consideraba diferente a *B. calliptera*, ya que la primera no presenta corticación en el eje central. De acuerdo con los estudios moleculares de Zuccarello & West (2002), *B. pinnata* deber ser tratada como un morfotipo ó sinónimo taxonómico de *B. calliptera*, debido a que no se pueden reconocer como especies separadas basadas en la corticación o no corticación del eje principal. Estos autores mencionan que esta característica puede aparecer o desaparecer múltiples veces a lo largo del tiempo. Por lo tanto, se necesitan estudios de caracteres morfológicos que permitan distinguir diferentes linajes.

También es importante mencionar que la especie *Caloglossa cf. rotundata* es un nuevo registro para el manglar Barra de Santiago, la cual según Kamiya *et al.* (2003), esta descrita como una nueva especie para las costas de Guatemala. Esta

especie se caracteriza por la distribución y organización de sus nódulos rizodales, las cuales están fuertemente constrictos, y por presentar hojas adventicias.

Hasta hoy las especies de macroalgas se han estudiado e identificado de acuerdo a sus caracteres morfológicos, que han sido la base para la identificación taxonómica. A pesar de esto, se ha logrado observar que una misma especie puede presentar diferentes morfotipos, dependiendo de los ambientes en los que habitan. Por esa razón, en la actualidad, se realizan estudios de análisis molecular como una herramienta taxonómica para la determinación de las especies.

En el presente estudio, las macroalgas se presentaron en 20 estaciones muestreadas en el manglar Barra de Santiago. Esta distribución de especies en el ecosistema de manglar se puede deber a las adaptaciones que presentan las algas a los gradientes de salinidad, humedad, inundación y topografía, los cuales dependen de las fluctuaciones de los ciclos de la marea (Hogarth, 1999; Tejada, 2003).

La especie de macroalga que tuvo una amplia distribución dentro del ecosistema fue *Bostrychia radicans*, género que según Hogarth (1999) y Baos & Morales (2007), es altamente resistente a la desecación y presenta mayor adaptabilidad a temperaturas altas. Según West *et al.* (1992), las algas que viven asociadas a los manglares se ven expuestas a rangos extremos de salinidad y desecación, es por eso que estructuralmente algunas especies de algas rojas, como *Bostrychia* y *Caloglossa*, poseen un diseño anatómico esponjoso y sintetizan polioles (alcoholes) que actúan imitando el agua como sustratos respiratorios primarios, y de esa manera mantienen un tipo de esfera de agua alrededor de las proteínas, para protegerlas de la desecación y evitar un daño en sus estructuras internas.

Las especies de macroalgas con una distribución restringida fueron las algas verdes, *Rhizoclonium riparium* y *Boodleopsis verticillata*, las cuales se colectaron entre un sedimento fangoso adheridas a las raíces de *Rhizophora* spp. Según Hogarth (1999) y Kathiresan & Qasim (2005), estas especies generalmente se

encuentran entre el sedimento, formando densos mechones parecidos a alfombras. Dawes (1986) y Tejada (2002), menciona que las algas verdes como *Cladophora*, *Boodleopsis*, *Rhizoclonium* y *Cladophoropsis* producen capas finas sobre el sustrato, donde participan en la captura de sedimentos en las partes inferiores de las raíces de mangle.

El mayor porcentaje de cobertura promedio obtenido para las macroalgas fue la asociación de *Caloglossa* cf. *leprieurii*, *C.* cf. *rotundata*, *Bostrychia calliptera*, *B. radicans*, *Catenella impudica*, *Rhizoclonium riparium* y *Boodleopsis verticillata* con un valor de 40.26% en la estación Entrada El Galio, que se caracterizó por ser un sitio de borde con suelo consolidado. Mientras que el menor valor, fue para el complejo de *C. leprieurii*, *B. calliptera*, *B. radicans*, *Catenella impudica* y *R. riparium* con 0.07% en la estación El Cajetillo, una zona de bajillo con canales internos y con suelo fangoso, lo cual podría estar limitando el crecimiento de las macroalgas. Estas estaciones mostraron características particulares de humedad, nivel de inundación y topografía que pudo influir en la composición de las algas mencionadas anteriormente, que Según Tejada y Vieytes (2006), la abundancia y diversidad de algas está íntimamente relacionado con un gradiente de salinidad e inclinación del terreno lo que significa que la humedad es un factor limitante en la distribución de estas especies.

Con respecto al grupo de los macroinvertebrados, se encontraron 43 especies, donde la Clase Gastropoda fue el grupo más predominante con 21 especies y la Clase Bivalvia con 10 especies. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la Barra de Santiago, las especies de macroinvertebrados con menor número de especies fueron los poríferos y platelmintos, los cuales no se lograron identificar hasta nivel de especie debido a la falta de guías taxonómicas y especialistas para estos grupos en la región Centroamericana.

El Phylum Porifera se observó adherida a las raíces sumergidas de *Rhizophora* spp., que estaban en la orilla del canal, en las estaciones La Laguneta y

El Zapote. A pesar que estas especies se colectaron durante la marea más baja del mes, siempre se encontraron sumergidas. Ellison & Farnsworth (1992) y Nagelkerken *et al.* (2008), mencionan que las esponjas están limitadas a crecer y desarrollarse en raíces aéreas sumergidas a niveles inferiores de la marea baja sobre los canales de marea. Por lo tanto es más probable encontrar estos organismos en raíces que siempre están inmersas en el agua que en aquellas raíces que quedan totalmente expuestas a la desecación durante la marea baja.

Para El Salvador no se cuenta con información del número de especies en los estuarios y ecosistemas de manglar, sin embargo, Barraza (2008) menciona que las esponjas pueden habitar en fondos rocosos marinos, estuarios y de agua dulce.

El mayor porcentaje de cobertura promedio de esponjas se obtuvo en la estación la Laguneta, con un valor de 11.58%. Esta estación es una zona de bajo, que siempre está inundada, aún en marea baja y las esponjas encuentran suficiente humedad. También fue posible observar que en el mes en que se colectaron las esponjas comenzaba la transición de época seca a lluviosa y se incrementó la precipitación y mayor disponibilidad de agua dulce. Se podría inferir que estos factores favorecen el establecimiento y desarrollo de estos organismos.

Los poliquetos en la Barra de Santiago, estuvieron representados por la familia Capitellidae (*Capitella capitata*); la familia Phyllosidae (*Eteone* sp); la familia Nereidae (*Neanthes galeata*, *Pseudonereis variegata*) y la familia Serpulidae (poliquetos tubícolas); y se distribuyeron en 17 estaciones dentro del manglar. Las especies con crecimiento colonial, como la Familia Serpulidae, presentaron la distribución más amplia, registrándose en 12 estaciones. Londoño-Mesa *et al.* (2002), afirma que cuando en las raíces de mangle cohabitan algas, esponjas y poliquetos de crecimiento colonial o masivo, generalmente lo que se observa es una marcada zonación vertical debido a la fuerte competencia por espacio disponible. En esta investigación, se observó que los poliquetos de crecimiento colonial que

compiten por un sustrato disponible con otros grupos que también presentan un crecimiento colonial o masivo.

En cambio, los poliquetos de vida solitaria, la especie con una amplia distribución fue *Pseudonereis variegata* presente en 7 estaciones. Hogarth (2007) afirma que los poliquetos se alimentan y utilizan de refugio a las algas. En esta investigación este comportamiento fue observado ya que estos poliquetos se encontraron entre las algas, utilizándolas de refugio y se puede inferir que las algas favorece la presencia de este grupo.

En cuanto a la cobertura promedio de los poliquetos de la Familia Serpulidae, el valor máximo se presentó en la estación Entrada Tacachol con 19.60%, donde se puede deducir que las características que presenta la estación como son un suelo fangoso, aporte directo de agua dulce del Río Izcanal y la presencia de algas pueden inhibir el desarrollo de estos organismos sobre las raíces de los mangles. Por otra parte, el menor valor se obtuvo en las estaciones El Mosquito y La Laguneta, con un 0.01% cada una. Estos sitios se caracterizan por presentar suelos más consolidados y en el caso de la estación La Laguneta, presentó la mayor cobertura de esponjas, factor que según Londoño-Mesa *et al.* (2002), puede inhibir la presencia de los poliquetos.

Con respecto a la Clase Cirripedia, esta estuvo representada por la familia Balanidae con el género *Fistulobalanus* spp. y la especie *Tetrabalanus polygenus*. La familia Chthamalidae representada por el género *Euraphia* spp. Estas especies constituyen nuevos registros para El Salvador. Barraza (2008), para el país registró especies como *Chthalamus* spp., *Balanus* spp. y *Tetraclita* spp., en zonas rocosas intermareales.

La especie con mayor distribución fue *Tetrabalanus polygenus* registrado en 21 estaciones. Esta especie fue la de mayor presencia de todos los

macroinvertebrados estudiados, y se les encontró fuertemente adheridos a las raíces de *Rhizophora* spp.

Kathiresan & Bingham (2001) y Farrapeira (2008), afirman que los cirripedios están adaptados a constantes variaciones de salinidad y que la presencia y distribución de los cirripedios en un estuario depende de la disponibilidad de un sustrato duro y la adaptación que tienen frente a la temperatura y desecación.

Los cirripedios presentan la mayor cobertura promedio de los organismos coloniales, presentando la asociación de *Tetrabalanus polygenus* y *Euraphia* sp., con un valor de 22.82% en la estación El Tembladero II, que se caracterizó por el tipo de suelo fangoso, donde los árboles adultos proporcionaron una mayor superficie de contacto por sus raíces desarrolladas. Farrapeira (2008), menciona que la disponibilidad de sustratos duros y la competencia por espacio son algunos de los innumerables factores que determinan la naturaleza y distribución de estos organismos en regiones estuarinas. Además, Kathiresan & Bingham (2001), indican que los cirripedios prefieren las raíces de los mangles sobre otros sustratos en los bosques de manglar y por lo tanto presentaron mayores coberturas que los demás macroinvertebrados coloniales.

Para el phylum Mollusca, en la clase Bivalvia se presentaron 10 familias y 7 géneros; las especies más representativas son *Crassostrea palmula*, especies de la familia Tellinidae e *Isognomon reongitus*. Para la clase Gastropoda se obtuvieron 10 familias y 12 géneros; las especies más representativas son *Detracia* cf. *graminea*, *Theodoxus luteofasciatus* y *Littoraria fasciata*.

Las especies *Anachis* (*Parvanachis*) *albonodosa*, *Cymatium wiegmanni* y *Epitonium vulpinum*, son nuevos registros para el manglar Barra de Santiago, aunque según el Inventario de Moluscos (Mollusca) de El Salvador (MARN, 2009), estas especies ya han sido registradas en otros ecosistemas acuáticos en el país.

De acuerdo con Barraza (2006) y MARN (2009), en El Salvador, algunas especies de moluscos habitan en fondos lodosos de los manglares y sobre raíces de *Rhizophora*, tal como se pudo observar en esta investigación. En el caso de los bivalvos *Crassostrea palmula* y *Mytella guayanensis* que son especies que se encuentran adheridas o entre las raíces de *Rhizophora* spp. y tienen un valor comercial para el ser humano. En la clase gastrópoda, los géneros *Littoraria* y *Cerithidea* son comunes y propias de bosques de manglar, habitando sobre raíces y fondos lodosos (Barraza, 2006; MARN, 2009). Según Álvarez-León & García-Hansen (2003), *Isognomon* sp., *Crassostrea* sp., *Martesia* sp., *Theodoxus luteofasciatus*, *Littoraria fasciata*, *L. varia* y *Thais kioskiformis* son especies representativas del los manglares del Pacífico Colombiano, especies que también se encontraron en la presente investigación.

En cuanto a la distribución de los moluscos, los bivalvos se observaron en 16 estaciones. Las especies de la Familia Tellinidae y *Crassostrea palmula* fueron las que registraron mayor presencia en el manglar. Estos organismos, junto con otros bivalvos, se encontraron en ambientes tranquilos con poco movimiento de agua, entre un sustrato blando y donde hay poca presencia de otros organismos que no pertenecen a este grupo, condiciones que según Kathiresan & Qasim (2005), son favorables para las poblaciones de los bivalvos.

Para los gastrópodos, las especies con mayor presencia fueron *Littoraria fasciata* y *Detracia* cf. *graminea*, presentándose en 11 y 8 estaciones respectivamente. La amplia distribución de *Littoraria* puede deberse a que estas especies tienen preferencia por las raíces de los mangle en marea baja y presentan adaptaciones fisiológicas a factores ambientales como la salinidad, nivel de marea y turbidez, ya que sufren modificaciones en su concha, coloración y tamaño según el ambiente en el que se encuentran (Torres *et al.*, 2008), lo cual se pudo evidenciar en este estudio. Estas modificaciones anatómicas se observaron en ciertas especies, ya que organismos de una misma especie presentaron diferentes patrones de coloración y tamaño, según las condiciones ambientales de cada estación.

En cuanto a la abundancia de los macroinvertebrados, la especie bajo la categoría de abundante fue el bivalvo *Crassostrea palmula* con una frecuencia relativa porcentual de 44.01%. La especie más frecuente fue el gastrópodo *Detracia* cf. *graminea* con un valor de 9.09%. En este estudio se menciona a *Crassostrea palmula* como la especie más abundante, que según Márquez & Jiménez (2002) las especies de *Crassostrea* son los bivalvos más importantes que viven adheridos a las raíces de mangle, presentando una alta abundancia y dominancia, ya que muchas de ellas forman apretados racimos.

### **5.1. HERBIVORÍA E INTERACCIONES DE LOS ORGANISMOS.**

A lo largo de esta investigación, se observó herbivoría en las macroalgas, las cuales presentaron marcas de ramoneo en los talos de *Catenella impudica* y *Caloglossa* cf. *lepteurii*, lo cual evidencia que estas especies sirven como alimento para gran número de invertebrados y peces (Kathiresan & Bingham, 2001).

También fue posible observar poblaciones de organismos creciendo sobre otras especies, tal como el caso de *Bostrychia radicans* sobre cirripedios del género *Euraphia* sp., y poliquetos tubícolas sobre el bivalvo *Crassostrea palmula*. Este comportamiento también fue descrito por Quintana (1973) e Inclán (1989), quienes afirman que los componentes epifaunísticos pueden crecer unos sobre otros, aprovechando mejor los recursos físicos y nutrientes orgánicos. A su vez, Rützel (1969), menciona que la falta de un sustrato en los manglares puede ser superada por determinadas especies que son capaces de establecerse y sobrevivir sobre otras especies.

En el manglar Barra de Santiago, también se observó que los macroinvertebrados presentaron crecimientos gregarios entre organismos de la misma especie, como es el caso de los *Littoraria*, *Cerithidea*, *Theodoxus*, *Detracia* y *Crassostrea*. Estos comportamientos coinciden con lo descrito por Inclán (1989), en donde algunos animales solitarios soportan la competencia espacial por medio del tamaño o por asentamientos gregarios.

Por otra parte, fueron evidentes las interacciones donde algunos organismos utilizaban de refugio a las macroalgas, como el caso de los turbellarios y poliquetos refugiándose en el complejo *Bostrychetum*. Este complejo es definido como una asociación típica de macroalgas rojas presente en los manglares, el cual provee hábitat a un gran número de macroinvertebrados (Kathiresan & Bingham, 2001). Según Farrapeira *et al.* (2009), aunque la presencia de estas algas en mangles aumenta la cantidad de hábitat, estas provocan en forma indirecta la disminución de la competencia por espacio, ya que están abarcando sustrato para que otros organismos se adhieran. Por otro lado, al existir un mayor número de especies en las raíces de mangle, existe mayor complejidad estructural o heterogeneidad del hábitat, lo que a su vez ofrece mayor variedad de microhábitats potencialmente disponibles para los organismos (Vilardy & Polanía, 2002; Márquez & Jiménez, 2002).

## **5.2. ANÁLISIS DE DATOS**

Al aplicar un Análisis de Conglomerado basado en el Coeficiente de Similitud de Jaccard, se observa que las estaciones Los Pozos, El Número Dos y El Rosario presentaron un 100% de similitud en la misma composición de especies algales.

También las estaciones La Petaquita y El Muerto; El Número y Entrada El Galio presentaron la misma composición de especies algales. Estas estaciones poseen características en común, como la influencia directa de cuerpos de agua, ya sea de canales primarios o secundarios, proporcionando suficiente humedad y algunas de estas estaciones son zonas protegidas por los co-manejadores del área, disminuyendo las actividades antropogénicas en esas zonas, factores que podrían estar determinando la composición y estructura de las poblaciones algales en estos sitios.

Por otra parte, las estaciones más disimiles con respecto a las demás, fueron Palo Blanco y El Tembladero que presentaron un 50% de similitud entre ellas, ya que tenían un menor número de especies y compartiendo solamente a la especie *Catenella impudica*. En estas estaciones la zona más cercana a la orilla del canal

presentó un suelo fangoso y después de 30 metros al interior los suelos eran más consolidados donde no había mucha disponibilidad de agua y por la evapotranspiración disminuía la humedad para las poblaciones algales, factores que pueden estar limitando el crecimiento de las macroalgas, ya que según Cordeiro-Marino *et al.* (1992), el reducido número de macroalgas en el Pacífico se debe a la falta de sustratos adecuados donde no hay suficiente humedad y a las variaciones de los ámbitos de marea.

En el caso de los macroinvertebrados, se evidenció una similitud entre las estaciones El Mosquito y El Cajetillo II con un valor de 83%, las cuales presentaron la misma composición de especies y en su mayoría fueron bivalvos. Las estaciones con menor similitud, son El Cajete y El Tembladero con un valor de 37%, observándose *Thais kiosquiformis*, *Cerithidea pulchra* y *C. valida* como especies en común. Varios autores afirman que la presencia de los macroinvertebrados depende de factores abióticos como el ciclo de marea, tolerancia a la desecación durante la emersión, adaptación a la salinidad y en algunos casos la transparencia del agua influye en la adherencia de invertebrados en las raíces. Los factores bióticos como el asentamiento larval, abundancia de raíces, competencia y depredación, también juegan un rol importante en la composición y estructura de la comunidad faunística del ecosistema (Quintana, 1973; Perry, 1988; Ellison & Farnsworth, 1992; Lacerda *et al.*, 1993; Farrapeira *et al.*, 2009 y Diaz & Rützel, 2009). Estos factores podrían estar influyendo en la composición de especies para el presente estudio, donde los macroinvertebrados se encontraban en sitios con alta turbidez, diferentes salinidades así como la competencia y disponibilidad de raíces.

De acuerdo a los resultados obtenidos, al aplicar el índice de Margalef, se determinó a las Clases Gastrópoda y Bivalvia como los grupos con mayor riqueza. Se podría inferir que estos grupos presentan un gran número de especies, Kathiresan & Qasim (2005) plantean que debido al éxito de adaptación ante las fluctuaciones mareales, salinidad y temperatura, cuando son favorables para su

desarrollo, alimentación y reproducción en los ecosistemas de manglar incrementan las especies de moluscos.

En cuanto al Índice de Shannon-Wiener, la mayor diversidad la presentó los gastrópodos. Se puede deducir que los incrementos de comunidades de moluscos en los manglares está relacionada con un conjunto de factores bióticos y físico-estructurales tal como menciona Márquez & Jiménez, (2002).

La clase que presentó el mayor valor de equitatividad fue Polychaeta, ya que tuvo similar número de individuos y similar número de especies. El menor valor fue para la Clase Bivalvia y se explica por la abundancia de *Crassostrea palmula* con respecto a las otras especies de macroinvertebrados, lo cual concuerda con lo señalado por Margalef (1968), quien expresa que si en una comunidad existe una especie dominante en número sobre otra, las diversidades son bajas. Además Márquez & Jiménez (2002), afirman que las condiciones ambientales más estables y la existencia de más microhábitats, facilita el desarrollo exitoso de algunas especies.

Las estaciones que mostraron la mayor riqueza y diversidad de especies fueron La Laguneta y Entrada El Galio. La estación de La Laguneta se caracterizó por tener un contacto directo con los canales primarios y presentó suficiente aporte de agua, incrementando la humedad. También esta estación presentó algunas raíces sumergidas, las cuales sirvieron como un sustrato de anclaje para las esponjas y otros grupos de macroinvertebrados.

La estación de Entrada El Galio, por estar ubicada cerca a la bocana con influencia directa del agua marina, presentó alta salinidad. Estos factores pueden influir en la biodiversidad de especies, ya que los epibiontes presentan adaptaciones favorables a diferentes salinidades y temperatura, y la presencia de un alto grado de humedad es favorable para el establecimiento y desarrollo de estos organismos. A su vez, las macroalgas, poliquetos y cirripedios son de afinidad marina y han sido señaladas por varios autores como organismos que se encuentran en sitios donde

las salinidades son cercanas al agua de mar (Ellison & Farnsworth, 1992; Hogarth, 1999; Farrapeira *et al.*, 2009).

Las estaciones con el mayor valor de equitatividad fueron El Zapote y la Menguía, la cuales no mostraron diferencias en cuanto a las especies de macroinvertebrados, ya que registraron menor número de especies y menor número de individuos para cada especie. En cambio el menor valor fue para la estación El Número Dos, donde mostro menor número de especies y mayor número de individuos para los macroinvertebrados, y la especie con mayor abundancia fue *Crassostrea palmula*.

## VI. CONCLUSIONES

En El Salvador, existen estudios aislados sobre grupos de algas, moluscos y poliquetos en los manglares y sobre todo para el manglar Barra de Santiago, el cual ha sido estudiado por diferentes investigadores. A pesar de esto, no hay un estudio que integre a las macroalgas y macroinvertebrados como organismos epibiontes adheridos a las raíces de *Rhizophora* spp. Por lo cual, este trabajo es de suma importancia ya que aporta información taxonómica y ecológica de los epibiontes dentro de estos ecosistemas y constituye una nueva base de información sobre los organismos epibentónicos.

Con respecto a las especies observadas en el manglar Barra de Santiago, se encontró 5 especies de la División Rhodophyta, donde *Caloglossa* cf. *rotundata* constituye un nuevo registro para la flora ficológica de El Salvador y 2 especies de la División Chlorophyta.

Las macroalgas se presentaron en 20 estaciones y la especie con una amplia distribución fue *Bostrychia radicans*, especie que se caracteriza por ser resistente a la desecación y presenta mayor adaptabilidad a variaciones de temperatura. Las algas verdes en este estudio tuvieron menor presencia dentro del manglar y se encontraron adheridas a los niveles más bajos de las raíces entre lodo formando alfombras filamentosas.

Dentro de los organismos coloniales, el grupo con mayor valor de cobertura promedio fue el de las macroalgas, con incrementos de cobertura en estaciones donde había mayor disponibilidad de humedad.

También en este estudio se registraron 43 especies de macroinvertebrados, donde *Fistulobalanus* sp., *Tetrabalanus polygenus* y *Euraphia* sp., son nuevos registros de cirripedios para El Salvador y las especies *Anachis* (*Parvanachis*) *albonodosa*, *Cymatium wiegmanni* y *Epitonium vulpinum* son nuevos registros de moluscos para el manglar Barra de Santiago.

Las especies de macroinvertebrados presentaron una distribución homogénea, considerándose especies eurihalinas, las cuales se adaptan a diferentes gradientes de salinidad y desecación; también presentan modificaciones anatómicas y morfológicas que les permiten establecerse con éxito en los boques de manglar.

En cuanto a los macroinvertebrados, estos organismos se observaron en 28 estaciones y la especie con una amplia distribución fue *Tetrabalanus polygenus*. Solamente los organismos del Phylum Porifera y el Phylum Platyhelminthes presentaron una distribución restringida. Los factores bióticos y abióticos que afectan a estos organismos no se conocen debido a la falta de estudios relacionados con la función que tiene dentro de los manglares.

Los mayores valores de cobertura para los macroinvertebrados coloniales fueron para los cirripedios. Se evidenció que estos organismos son más resistentes a la desecación durante la marea baja y a las fluctuaciones de salinidad. Estos organismos siempre se observaron fuertemente adheridos al sustrato.

Para los macroinvertebrados solitarios, la especie más abundante fue *Crassostrea palmula*, especie que también se encontró fuertemente adherida a las raíces de *Rhizophora* spp., formando densos racimos, y que ha sido descrita como una especie típica y de las más importantes de los ecosistemas de manglar.

En esta investigación también se observaron marcas de ramoneo en talos de macroalgas, así como 12 interacciones entre los epibiontes adheridos a las raíces de *Rhizophora* spp. Estas interacciones son importantes en estos tipos de ecosistemas, por ejemplo, es común observar como algunos organismos están adaptados a crecer unos sobre otros debido a la falta de sustratos disponibles. También la forma en que utilizan de refugio y alimento a otras especies.

Los mayores valores de riqueza, diversidad y equitatividad para los macroinvertebrados de vida solitaria mostraron que los Bivalvos y Gastrópodos son especies frecuentes en estos bosques.

El manglar Barra de Santiago, presentó características favorables para el establecimiento, desarrollo y reproducción de diferentes especies de epibiontes adheridas a las raíces de *Rhizophora* spp. Este estudio permitió conocer la diversidad, riqueza y composición de especies que existen en los manglares de El Salvador, en el que existe una alta productividad de biomasa, nutrientes y detritus que es transferido y sirve de alimento para especies de ecosistemas vecinos. Cada organismo en las raíces juega un rol dentro de la productividad primaria y secundaria del manglar, por lo que es importante la conservación de estos ecosistemas y generar un conocimiento sobre la biodiversidad de especies para disminuir la pérdida de recursos biológicos.

## VII. RECOMENDACIONES

Es importante generar información de otros taxa poco estudiados en los bosques de manglar y en ecosistemas costeros de El Salvador, debido a que se carece de información de línea base para grupos como el Filo Porífera, Platyhelminthes, Cirripedia y microalgas y microinvertebrados.

También, estudiar más las interacciones, zonación vertical y dinámica poblacional de los epibiontes que habitan en las raíces de árboles de manglar para conocer el estado de la comunidad e implementar proyectos de manejo y conservaciones para estas especies.

A partir de esta investigación, se podría llevar a cabo estudios de identificación taxonómica con análisis molecular para lograr identificar especies hasta el taxón más bajo posible, ya que en algunos casos se presentaron limitantes en la identificación taxonómica, por ejemplo con las especies de *Caloglossa* (macroalga) y la especie *Littoraria fasciata* (macroinvertebrado), que presentan variaciones morfológicas.

También es importante llevar a cabo estudios sobre las especies de macroalgas y macroinvertebrados durante la época seca y lluviosa, relacionando la influencia de los factores ambientales sobre la distribución, coberturas y abundancias de estas poblaciones.

Finalmente, estudios como este proporcionan información que permite comparar con una base de datos, a fin de que pueda ser utilizado en cualquier plan de manejo y conservación de la biodiversidad, ya que la velocidad con la cual un hábitat puede ser alterado, influye en la presencia o no de la epibiosis y resiliencia del ecosistema y el impacto se puede dar en diferentes escalas de espacio y de tiempo.

## VIII. GLOSARIO

**Alterno.** Tipo de ramificación, en la cual las ramas se encuentran en distintos niveles sucesivamente (no opuestos).

**Apical.** Ápice, extremo, punta, terminal, situada en el ápice o extremo anterior, extremo opuesto al órgano de fijación de una alga.

**Axial.** Eje o estructura longitudinal, estos ejes pueden ser uni o multicelulares, según tenga una o varias partes internas componentes. En gasterópodos, son líneas más o menos paralelas al eje del enrollamiento.

**Calcáreas.** Que está compuesta de Carbonato de Calcio.

**Callum.** Área ancha asociada al labio interno de los gasterópodos.

**Carpoesporangio.** Cavidad diploide en un talo haploide (femenino) donde se desarrollan las carpoesporas, que producen el tetraesporófito.

**Carpospórofito.** Fase multicelular diploide del ciclo de vida de las Rodofíceas que resulta de la fecundación de un carpogonio por un espermacio, cuyos filamentos llamados gonimoblástos desarrollan a los carpoesporangios y dentro de estos las carpoesporas. Los carposporófitos se desarrollan como cavidades en las plantas gametofíticas que son haploides.

**Carpogonio.** Gametangio femenino en Rhodophyta. Célula especializada sexual femenina que contiene al óvulo, célula terminal de una rama o filamento carpogonial que continúa en el tricógino, por donde entrará el espermacio a fecundar para transformarse en un carpoesporangio que originará las carpoesporas y estas a los carposporófitos.

**Célula pericentral.** Célula alrededor o cerca del centro, formada por una célula axial y central en las Rhodomelacea.

**Cistocarpio.** Término que se aplica a la cavidad que engloba al carposporófito. En las algas rojas un cistocarpio contiene esporas diploides o carposporas citoplasmáticas que carecen de paredes internas transversales que individualizan a las células.

**Columela.** Eje donde se enrollan las espiras y termina en el labio interno de los gasterópodos.

**Corteza.** Capa de células o tejido mas externo de un talo. Capa entre la epidermis y la medula. Si no existe epidermis, entonces la zona que rodea a la médula o el filamento axial, generalmente formado por células pseudoparenquimatosas por pigmentadas.

**Corticado.** Que tiene o está cubierto por una corteza parenquimatosa.

**Cresta.** Protuberancias en las placas operculares.

**Dicotómico.** Tipo de ramificación que resulta de la división de un punto de crecimiento en dos ramas más o menos iguales repitiéndose de manera continúa. Las dicotomías pueden ser iguales o irregulares.

**Dientes cardinales.** Son los dientes principales de la charnela, que están bajo el área umbonal.

**Escultura concéntrica.** En los bivalvos son líneas que siguen la dirección de las líneas de crecimiento.

**Espermacio.** Gametos masculinos sin flagelo que se forman en el espermatangio.

**Espermatangio.** Célula que produce un solo espermacio o gameto masculino sin flagelo en las Rhodophyta.

**Espira.** Una vuelta o enrollamiento en los gasterópodos.

**Espora.** Estructura reproductiva unicelular producto de la mitosis o meiosis, pueden o no tener pared, móviles (zoosporas) o inmóviles (monosporas, aplanosporas, carposporas, tetrasporas).

**Esporángio.** Una célula en la que se producen esporas.

**Esporofito.** Fase esporangial diploide en un ciclo de vida.

**Espuela.** Punta calcárea que sale del tergum (tergo).

**Filamento.** Forma de crecimiento del talo como hilo o como pelo. Desarrollo lineal, de una sola fila de células, que pueden o no presentar ramificaciones.

**Gametangio.** Célula o estructura multicelular que produce gametos, en algas y hongos generalmente unicelulares.

**Gametófito.** Planta productora de gametos haploide. En una planta que presenta alternancia de generaciones, la generación que produce gametos.

**Gonimoblasto.** Filamento dentro del carposporangio que sostiene las carposporas.

**Hábito.** Aspecto general de la planta o modo de crecimiento.

**Heteromórfico.** Plantas que presentan dos diferentes formas de vida, cada forma con diferente hábito o apariencia. Antónimo de isomórfico.

**Labio externo.** Borde externo de la abertura de los gasterópodos.

**Labio interno.** Borde interno de la abertura de los gasterópodos y/o parte terminal de la columela.

**Lacerado.** Con los márgenes irregularmente desgarrados o cortados, rasgados a lo largo de los bordes.

**Lamina.** Forma de crecimiento aplanado de un alga.

**Manto.** Membrana que cubre las partes blandas y forma la concha de los moluscos.

**Médula.** Porción central de los talos parenquimatosos.

**Medular.** Relativo a la médula. También se refiere a los tejidos o estructuras situadas en el centro de un talo.

**Multiseriado.** Talo o estructura con aspecto filamentoso, consisten en varias hileras de células en series longitudinales y en uno o en dos planos.

**Nervadura.** Línea fina de células centrales, la lámina es más gruesa en esta parte que en cualquier otra. Visible a simple vista o no.

**Opuesto.** Tipo de ramificación, donde dos ramas o pínulas están colocadas en lados contrarios, generalmente a 180 grados.

**Parapodios.** Un apéndice lateral, carnoso y en forma de pala que presentan los poliquetos.

**Paragnato.** Estructura quitinosa en la probóscide.

**Pared transversal.** Parte distal de una célula dentro de un filamento.

**Peristomio.** Presenta cirros tentaculares o cirros peristomiales. A menudo el peristomio está fusionado al prostomio o a los segmentos siguientes; de ser así, los cirros se denominan tentaculares.

**Placas Operculares.** Conjunto de placas que protegen el manto de los cirripedios.

**Pliegues columelares.** Pliegues que se encuentran en el labio interno de los gasterópodos.

**Polisifónico.** Talo formado por varias células dispuestas alrededor de una célula central.

**Postrado.** Talos que están dispuestos aplanados sobre el sustrato, tendidos o que se arrastran sobre sustrato.

**Probóscide.** La porción más anterior del tubo digestivo es eversible en gran número de familias de poliquetos; se denomina probóscide o faringe y presenta características de importancia taxonómica.

**Prostomio.** Generalmente lleva los órganos sensoriales tales como antenas, palpos, ojos u órganos nucleares.

**Pústulas.** Protuberancia pequeña y redondeada, generalmente de constitución calcárea.

**Radial.** Estrías o líneas que nacen del umbo hacia el margen ventral.

**Rama secundaria.** Ramificaciones que presentan estructuras o ramas laterales o como excrescencias a partir de las ramas primarias.

**Ramificación.** División del eje principal, para formar ramas o divisiones primarias. Las ramas pueden presentarse desde simples filamentos celulares hasta talos completos.

**Reticulada.** En gasterópodos, cuando hay dos tipos de esculturas juntas, la axial y la espiral.

**Rizoide.** Estructura de fijación, multicelular filamentosa, generalmente incolora más pequeña que un órgano de fijación.

**Scutum (escudo).** Morfología de las placas operculares de los cirripedios. Par de placas calcáreas, que cubren la superficie del manto de los cirripedios. La carina impar, y los escudos y tergos impares, son las cinco placas primarias de un cirripedio.

**Seta.** Estructura que incrementa la tracción en el sedimento o en la columna de agua, y que en algunos casos realizan funciones defensivas.

**Sutura.** Línea que separa dos vueltas o espiras en gasterópodos.

**Talo.** Agrupación celular más sencilla que presentan las algas, carente de raíz, talo, hojas o tejidos conductores, solo presentan: rizoide para fijarse, estípeo o cauloide y frondas, laminas o filoides semejantes a hojas.

**Tergum (tergo).** Morfología de las placas operculares de los cirripedios. Una de las placas primarias pares que protegen que protegen a los cirripedios.

**Tetraesporofito.** Fase esporangial diploide en el ciclo de vida de las rodofitas, el cual produce tetrasporas por división meiótica en un tetraesporangio.

**Tricoblasto.** Célula epidérmica que origina un filamento como pelo radicular que puede ser incoloro, simple o ramificado.

**Truncado.** Que termina bruscamente como si la punta estuviese cortada.

**Umbo.** Abultamiento dorsal que continúa después del ápex o inicio de la concha.

**Uniseriado.** Tipo de filamento con una sola fila o hilera de células en grosor.

**Varice.** Protuberancia axial de aspecto grueso y tosco.

**Verticilado.** Conjunto de tres o más ramas que salen de un mismo punto en su eje.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, J.; S. ZEA, F. NEWMARK & M. SANTOS-ACEVEDO. 2006. Determinación de la capacidad antiepibiótica de los extractos orgánicos crudos de las esponjas marinas *Cribrochalina infundibulum* y *Biemna cribaria*. Bol. Investigación Marino Costera. Santa Marta, Colombia. Vol.35. No. 1:91-101 pp.
- ALVAREZ-LEÓN, R. & I. GARCIA-HANSEN. 2003. Biodiversity Associated with Mangroves in Colombia. ISME/GLOMIS Electronic Journal. Vol 3 (1). 2 pp.
- BAOS, R. A. & S. MORALES. 2007. Algas asociadas a un manglar en el Pacífico Colombiano. Municipio de Buenaventura-Valle del Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 5 No. (2), 85-89 pp.
- BARRAZA, E. 2006. Identificación de moluscos marinos comestibles en El Salvador. Dirección General de Patrimonio Natural. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 17 pp.
- \_\_\_\_\_. 2008. Revisión sobre algunos taxa de Macroinvertebrados Acuáticos en El Salvador. Gerencia de Recursos Biológicos y Ecosistemas. Dirección General de Patrimonio Natural. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 26 pp.
- BARRIOS, J. E.; B. MÁRQUEZ & M. JIMÉNEZ. 2004. Macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle* L. en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente. 45 pp.
- BRUSCA, R. C. & G. J. BRUSCA. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, United States of America. 936 pp.

- CANNICCI, S; D. BURROWS, S. FRATINI, T. J. SMITH III, J. OFFENBERG & F. DAHDOUH-GUEBAS. 2008. Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89, 186-200 pp.
- CORDEIRO-MARINO, M., M.R.A. BRAGA, V.R. ESTON, M.T. FUJII & N.S. YOKOYA. 1992. Mangrove macroalgal communities of Latin America: the state of art and perspectives. En: *Coastal Plant Communities of Latin America*. Ed. U. Seeliger. Academic Press, New York. Vol. 3, 51-64 pp.
- CRUZ SOTO, R. A. & J. A. JIMÉNEZ R. 1994. Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central. Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 182 pp.
- CRÚZ, M. C. E. 2010. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. 100 pp.
- COLLADO VIDES, L & J. A. WEST. 1996. *Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta), registro nuevo para el centro del Golfo de México. *Ciencias Marinas*, año/vol. 22, numero 001. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. 47-55 pp.
- DAWES, C. J. 1986. *Botánica Marina*. Editorial Limusa México. Primera Edición. 673 pp.
- DAWSON, Y. 1960. New Records of Marine Algae from Pacific México and Central America. *Pacific Naturalist*. Vol. 1 No. 20. 31-52 pp.
- DESIKACHARY, T. V. 1959. *Cyanophyta*. Prem Nath. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi, India. 686 pp.

- DIAZ, M. C. & K. RÜTZLER. 2009. Biodiversity and Abundance of Sponges in Caribbean Mangrove: Indicators of Environmental Quality. Smithsonian Institution Scholarly Press. Washington, D.C., U.S.A.
- DIAZ, M. C.; K. P. SMITH & K. RÜTZLER. 2004. Sponge species richness and abundance as indicators of mangrove epibenthic community health. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Washington, D.C., U.S.A. Atoll Research Bulletin. No. 518.
- ELLISON, A. M. & E. J. FARNSWORTH. 1990. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: I. Epibenthic fauna are barriers to isopod attack of red mangrove roots. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 142, 91-104 pp.
- \_\_\_\_\_. 1992. The ecology of Belizean mangrove-root fouling communities: patterns of epibiont distribution and abundance, and effects on root growth. *Hydrobiologia* Vol. 247, 87-98 pp.
- ELLISON, A. M.; E. J. FARNSWORTH & R. R. TWILLEY. 1996. Facultative mutualism between red mangroves and root-fouling sponges in Belizean mangal. *Ecology* 77, 2431-2444.
- FAO. 1994. Las relaciones tróficas en los ecosistemas de los manglares. Mangrove forest management guidelines. FAO Forestry Paper No 117. Rome, Italy.
- FARRAPEIRA, C. M. R. 2008. Cirripedia Balanomorpha del estuario del río Paripe (Isla de Itamaracá, Pernambuco, Brasil). *Biota Neotrop.* 8(3): 031-039.
- FARRAPEIRA, C. M. R., RAMOS, C. A. C., BARBOSA, D.F., MELO, A. V. O. M., PINTO, S. L., VERÇOSA, M. M., OLIVEIRA, D. A. S. & FRANCISCO, J. A. 2009. Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the Massangana

River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). *Biota Neotrop.* 9(1). 87-100 pp.

FAUCHALD, K. 1977a. Polychaetes from Intertidal Areas in Panama, with a Review of Previous Shallow-Water Records. Smithsonian Institution Press, Washington. U.S.A. 81 pp.

\_\_\_\_\_. 1977b. The Polychaete Worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County & The Allan Hancock Foundation. University of Southern California. 188 pp.

HAMMER, D. A.; T. HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: Palentological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica.* Vol. 4 No. 9.

HERNÁNDEZ, M. A. 2000. Guía para identificación de moluscos marinos del El Salvador y costas adyacentes. San Salvador, El Salvador. 321 pp.

HICKMAN, C. P. & L. S. ROBERTS. 2006. Principios Integrales de Zoología. España. 13ªEd. 1022 pp.

HOGARTH, P. J. 1999. The Biology of Mangroves. Oxford University Press. U.S.A. 228 pp.

HOGARTH, P.J. 2007. The Biology of Mangroves and Seagrasses. 2 ed. Oxford University Press. N.Y. USA. 273 pp.

HOLGUIN, G.; Y. BASHAN, R. A. MENDOZA S., E. AMADOR, G. TOLEDO, P. VASQUEZ & A. AMADOR. 1999. La Microbiología de los Manglares: bosques en la frontera entre el mar y la tierra. 9 pp.

- INCLÁN, R. R. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas*. Vol. 15. No.: 1-20. México. 19 pp.
- JIMÉNEZ, J. A. 1994. *Los Manglares del Pacífico Centroamericano*. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 336 pp.
- JOHANNSEN, O. A. 1969. *Aquatic Diptera*. Entomological Reprint Specialist, Los Ángeles. 301 pp.
- KAMIYA, M.; G. C. ZUCCARELLO & J. A. WEST. 2003. Evolutionary relationships of the genus *Caloglossa* (Delesseriaceae, Rhodophyta) inferred from large-subunit ribosomal RNA gene sequences, morphological evidence and reproductive compatibility, with description of a new species from Guatemala. *Phycologia*. Volume 42 (5). 478-497 pp.
- KATHIRESAN, K. & B. L. BINGHAM. 2001. *Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems*. In *Advances in Marine Biology*. India. Vol 40: 81-251 pp.
- KARSTEN, U. & G. O. KIRST. 1989. The role of inorganic inos and D-sorbitol in the osmotic adjustment of the estuarine red alga, *Bostrychia radicans* Mont. (Ceramiales, Rhodomelaceae). *Cryptogamic Botany*. Vol. 1, 226-229 pp.
- KATHIRESAN, K. & S. Z. QASIM. 2005. *Biodiversity of Mangrove Ecosystems*. Hindustan Publishing Corporation. Nueva Deli, India. 251 pp.
- KEEN, M. A. 1971. *Sea shells of tropical West America*. Stanford University, Stanford, California. 1064 pp.

- KON, K.; H. KUROKURA. & K. HAYASHIZAKI. 2007. Role of microhabitats in food webs of benthic communities in a mangrove forest. *Marine Ecology Progress Series*. Japan. Vol. 340: 55-62.
- KREBS, C. J. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia*. Harla. México. 500 pp.
- LACERDA, L.D., CONDE, J.E., ALARCON, C, ALVAREZ-LEON, R., BACON, P.R., D'CROZ, L., KJERFVE, B., POLAINA, J. & M. VANUCCI. 1993. Mangrove ecosystems of Latin America and the Caribbean: a summary. In: *Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions. Part I: Latin America: 1-42*, edited by L.D. Lacerda. International Society for Mangrove Ecosystems and International Tropical Timber Organization. ITTO/ISME Project PD114/90(F).
- LEHMKUHL, D. M. 1979. *How to know the Aquatic Insects*. Wm. C. Brown Co. Publishers. Dubuque, Iowa.
- LEVINTON, J. S. 1982. *Marine Ecology*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. New Jersey. USA. 526 pp.
- LITTLER, D. S. & M. M. LITTLER. 2000. *Caribbean Reef Plants*. Off Shore Graphics. Washington 541 pp.
- LONDOÑO-MESA, M.; J. POLANÍA & I. VÉLEZ. 2002. Polychaetes of the mangrove-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andres and Old Providence, Western Caribbean. *Wetlands Ecology and Management*. Vol. 10, 227–232 pp.
- MARGALEF, R. 1968. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, España. 951 pp.

MARN. 2003. Manual de Inventarios y Monitoreos de la Biodiversidad. El Salvador, C.A. 119 pp.

\_\_\_\_\_. 2006. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Catalogo de Espacios Naturales. El Salvador, C.A. 185 pp.

\_\_\_\_\_. 2009. Inventario de Moluscos (Mollusca) de El Salvador. Gerencia de Vida Silvestre. Dirección General de Patrimonio Natural. (En línea) Disponible en:[http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=128&Itemid=183](http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=183). Accesado 15 de agosto de 2010.

MÁRQUEZ, B. & M. JIMÉNEZ. 2002. Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Revista Biología Tropical*. Vol.50, No.3-4:1101-1112 pp.

MCKEE, K. 1996. Mangrove Ecosystems: Definitions, Distribution, Zonation, Forest Structure, Trophic Structure, and Ecological Significance. In FELLER, I.C & M. SITNIK. *Mangrove Ecology: A Manual for a Field Course*. Smithsonian Institution. Washington D.C. 145 pp.

MOLINA L., O. A. & J. A. VARGAS Z. 1994. Estructura del macrobentos del estero de Jaltepeque, El Salvador. *Revista Biología Tropical*. Vol. 42 (1/2): 165-174 pp.

MORENO, C. E. 2000. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana. 49 pp.

MONTERROSA, A. J. 1993. Caracterización de algas, protozoos e insectos acuáticos presentes en las comunidades planctónicas y bentónicas en las aguas del Río Chagüite (afluente del Lago de Ilopango), El Salvador. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. 245 pp.

- MURUGESAN, P. & S. AJMAL KHAN. s.a. Polychaetes. Centre of Advanced Study in Marine Biology Annamalai University.
- NAGELKERKEN, I.; S. J. BLABER, S. BOUILLON, P. GREEN, M. HAYWOOD, L. G. KIRTON, O. MEYNECKE, J. PAWLIK, H. M. PENROSE, A. SASEKUMAR & P. J. SOMERFIELD. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic botany*, 89:155-185 pp.
- ORIHUELA B. E.; C. HERNANDEZ, H. F. VESTER & T. ALVÁREZ. 2004. Flujo de Materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosques*. No. 2. (45-61). 17 pp.
- PEDROCHE, E.; F., J. A. WEST, G. C. ZUCCARELLO, A. SENTIES G. & U. KARSTEN. 1995. Marine red algae of the Mangroves in Southern Pacific México and Pacific Guatemala. In *Botánica marina*, 38: 111-119 pp.
- PENNAK, R. W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. 2nd. Edition. John Wiley and Sons. New York, US. 803 pp.
- PERRY, D. M. 1988. Effects of associated fauna on growth and productivity in the red mangrove. *Ecology*, Vol. 69. No. 4. 1064-1075 pp.
- PITOMBO, F. B. 2004. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorpha). - *Zoologica Scripta*, 33, 261–276.
- QUINTANA, J. R. 1973. Algunos aspectos de la epibiosis en las raíces del mangle, *Rhizophora mangle*, de la Laguna La Restinga, México. D.F. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Unidad Iztapalapa. Universidad Autónoma Metropolitana. 25 pp.

- ROLDAN, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN- Bogotá. Colombia. 217 pp.
- \_\_\_\_\_. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/COL. Universidad de Antioquia. Medellín. CO.170 pp.
- RUPPERT, E. E. & R. D. BARNES. 1996. Zoología de Invertebrados. 6º Ed. McGraw-Hill, Interamericana, México. 1114 pp.
- RÜTZLER, K. 1969. The mangrove community, aspects of its structure, faunistic and ecology. In: Lagunas costeras, simposio, México. Universidad Nacional Autónoma de México-UNESCO. 515-536 pp.
- \_\_\_\_\_. 1995. Low-tide exposure of sponges in a Caribbean mangrove community. PSZNI: Mar. Ecol. 16, 165-179.
- SALAZAR-VALLEJO, S. I.; J. A. DE LEÓN-GONZÁLEZ & H. SALAICES-POLANCO. 1988. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Libros Universitarios. 212 pp.
- SALGADO-BARRAGÁN, J. & M. E. HENDRICKX. 2002. Distribution and abundance of barnacles (Crustacea: Cirripedia) associated with prop roots of *Rhizophora mangle* L., in a lagoon of Northwest México. 45-60 pp. In: Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans. Vol. 1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 383 pp
- SCHNETTER, R. & G. BULA MEYER. 1982. Algas Marinas del litoral Pacífico de Colombia. Biblioteca Phycologica. Herausgegeben von J. Cramer. 287 pp.
- SECRETARIA GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS. 1982. Metodología de Campo. Departamento de Asuntos

Científicos y Tecnológicos de la Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D. C., Estados Unidos. 149 pp.

SERRANO, J. F.; A. C. MARTINEZ, C. E. AGUILAR, M. R. NAVES, C. VENTURA, G. T. GUZMAN, M. L. REINA, J. J. ORELLANA & W. PLEITÉZ. 1993. Biodiversidad y Ecología de la Cuenca de la Barra de Santiago-El Imposible. Fundación Ecológica de El Salvador. SALVANATURA. USAID. San Salvador, El Salvador. Vol. I, 1-83pp. Vol. II, 1-201 pp.

SIQUEIROS BELTRONES, D. A. 2002. Diatomeas bentónicas de la Península de Baja California; Diversidad y Potencial Ecológico. Primera Edición. Comité Editorial. IPN-CICIMAR.

TAYLOR, W. R. 1960. Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the Americas. Scientific Series. Vol. XXI. Ann Arbor: University of Michigan Press. 870 pp.

TEJADA, O. L. 2002. Macroalgas asociadas a raíces de mangle: Costa Pacífica de Costa Rica. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias Biológicas. Universidad de Costa Rica (UCR). Costa Rica. 60 pp.

\_\_\_\_\_. 2003. Macroalgas asociadas a Bosques de Manglar. Revista Pankia. Jardín Botánico de la Laguna. El Salvador. 2 pp.

\_\_\_\_\_. 2007. Ecofisiología de macroalgas asociadas a bosques de manglar y su distribución en Centro América. Rev. Quehacer Científico. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Universidad de El Salvador. Año 5. No. 6. 8 pp.

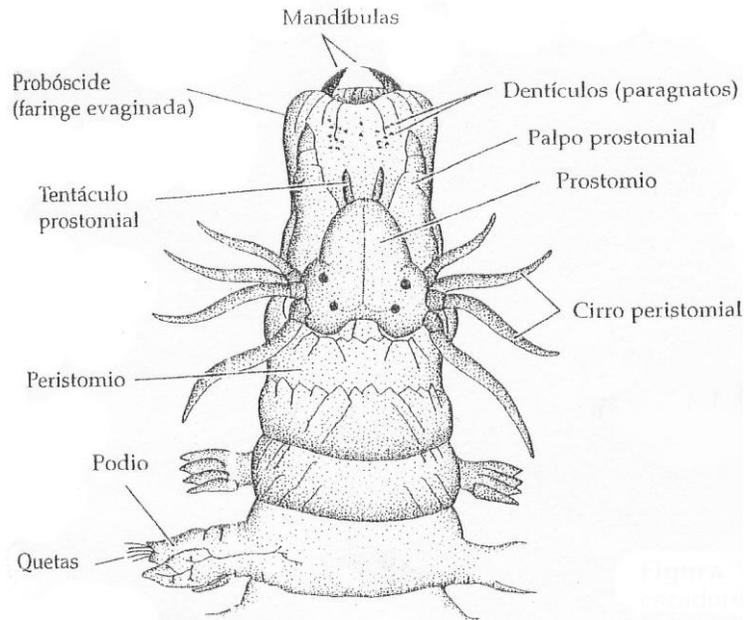
- TEJADA, O. L. Inedito. Estudio preliminar de la epibiosis vegetal en raíces y neumatoforos de mangle en el estero de Jaltepeque, Departamento de la Paz. El Salvador. Documento en preparación.
- TEJADA, O. I. & B. VIEYTEZ. 2006. Informe preliminar de las poblaciones de macroalgas asociadas a bosques de manglar en El Salvador. Revista Pankia. Jardín Botánico de la Laguna. El Salvador. 7 pp.
- TORRES, P.; A. ALFIADO, D. GLASSOM, N. JIDDAWI, A. MACIA, D. G. REID & J. PAULA. 2008. Species composition, comparative size and abundance of the genus *Littoraria* (Gastropoda: Littorinidae) from different mangrove strata along the East African coast. *Hydrobiologia* (2008) 614:339–351.
- USINGER, R. L. 1956. *Aquatic Insects of California*. University of California Press. Berkeley. 508 pp.
- VEGAS, V. M. 1980. *Introducción a la Ecología del Bentos Marino*. Monografía No. 9. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 62 pp.
- VILARDY, S. & J. POLANÍA. 2002. Mollusc fauna of the mangrove root-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andres and Old Providence. *Wetlands Ecology and Management*. Vol. 10. 273-282 pp.
- VILLARREAL, H.; M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA y A. M. UMAÑA. 2006. Segunda edición. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.

- VON PRAHL, H.; J. R. CANTERA & R. CONTRERA. 1990. Manglares y Hombres del Pacífico Colombiano. Coordinación Editorial: Folio Ltda. Colombia. 193 pp.
- WAHL, M. & O. MARK. 1999. The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence. Marine Ecology Progress Series. Vol: 187: 59-66 pp.
- WEST, J. A.; G. ZUCCARELLO, U. KARSTEN & H. P CALUMPONG. 1992. Biology of *Bostrychia*, *Stictosiphonia* & *Caloglossa* (Rhodophyta, Ceramiales). Proceeding of the 2nd RP-USA Phycology Symposium/ Workshop. Cebum City. 145-162 pp.
- WYSOR, B. 2004. An annotated list of marine Chlorophyta from Pacific coast of the Republic of Panama with a comparison to Caribbean Panama species. Nova Hedwigia 78: 209-241.
- ZUCCARELLO, G. C. & J. A. WEST. 2002. Phylogeography of the *Bostrychia calliptera*-*B. pinnata* complex (Rhodomelacea, Rhodophyta) and divergence rates based on nuclear, mitochondrial and plastid DNA makers. Phycologia. Vol. 41 (1), 49-60 pp.

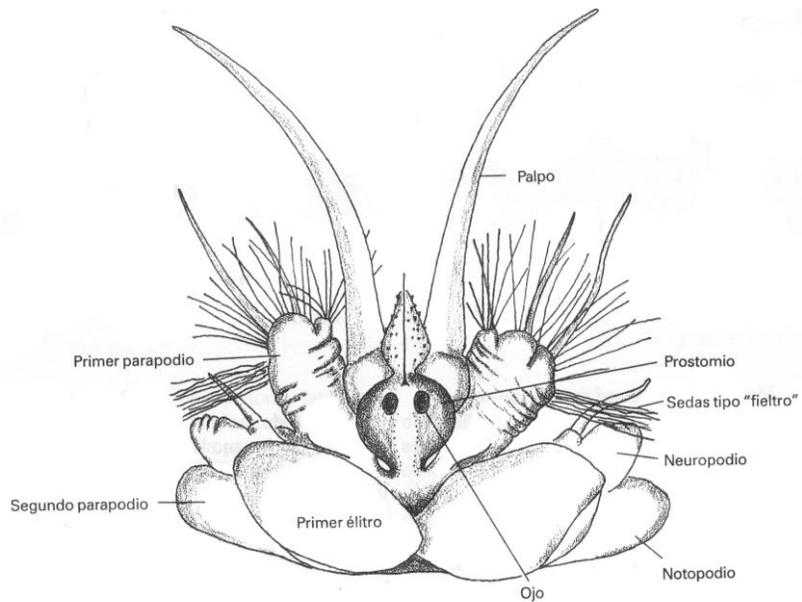
# ANEXOS

## Anexo 1: Phylum Polychaeta

Anexo 1a. Extremo dorsal anterior de poliqueto mostrando la faringe eversible.

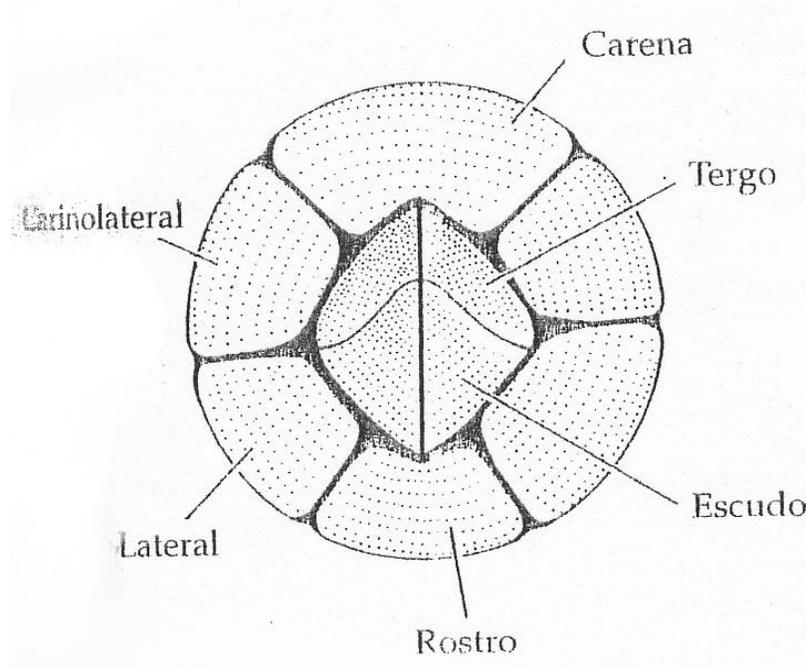


Anexo 1b. Extremo dorsal anterior de poliqueto.



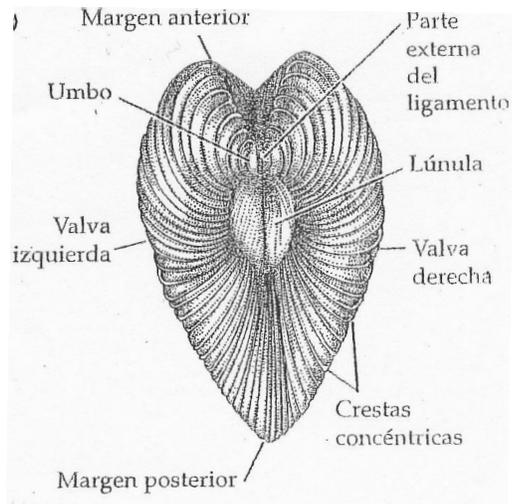
## Anexo 2: Phylum Arthropoda

Anexo 2. Cirripedio mostrando las diversas placas exteriores que componen al organismo.

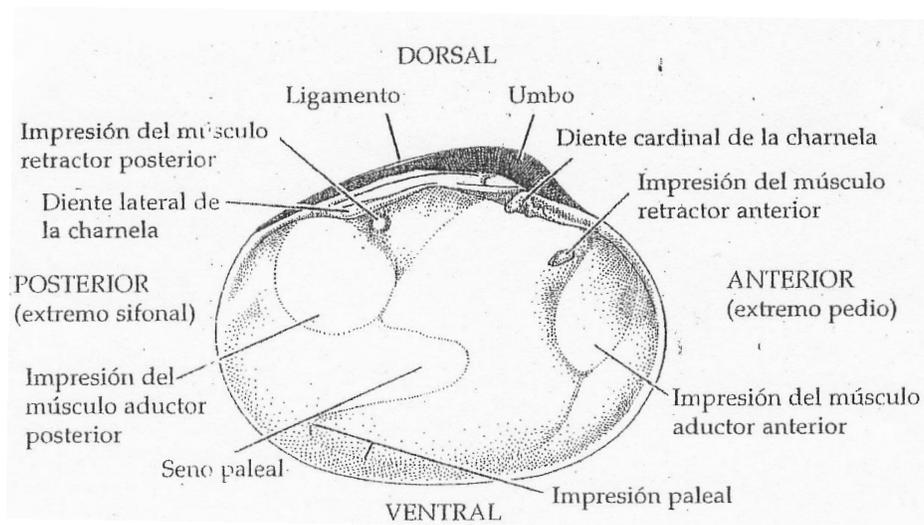


## Anexo 3: Phylum Mollusca

Anexo 3a. Estructuras externas que componen a un bivalvo.



Anexo 3b. Valva interna de un bivalvo con las estructuras que la componen.



Anexo 3c. Morfología interna y externa de una concha helicoidal de los gastrópodos.

