

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.



“INSECTOS XILÓFAGOS Y SU INCIDENCIA EN LA MUERTE DE MANGLE EN BARRA SALADA, DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA “LOS CÓBANOS”, SONSONATE Y BAHÍA DE JIQUILÍSCO, USULUTÁN, EL SALVADOR”.

POR:

FLORES ROMERO, MARIO ERNESTO

RUIZ MEJÍA, HUMBERTO

SALAS SAYES, ULISES SALVADOR

CIUDAD UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE DE 2014.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.



“INSECTOS XILÓFAGOS Y SU INCIDENCIA EN LA MUERTE DE MANGLE EN BARRA SALADA, DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA “LOS CÓBANOS”, SONSONATE Y BAHÍA DE JIQUILISCO, USULUTÁN, EL SALVADOR”.

POR:

FLORES ROMERO, MARIO ERNESTO

RUIZ MEJÍA, HUMBERTO

SALAS SAYES, ULISES SALVADOR

CIUDAD UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE DE 2014.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



“INSECTOS XILÓFAGOS Y SU INCIDENCIA EN LA MUERTE DE MANGLE EN BARRA SALADA, DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA “LOS CÓBANOS”, SONSONATE Y BAHÍA DE JIQUILISCO, USULUTÁN, EL SALVADOR”.

POR:

FLORES ROMERO, MARIO ERNESTO

RUIZ MEJÍA, HUMBERTO

SALAS SAYES, ULISES SALVADOR

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

CIUDAD UNIVERSITARIA SEPTIEMBRE DE 2014.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.

SECRETARIA GENERAL: DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO: ING. AGR. M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

SECRETARIO: ING. AGR. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL:

ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES.

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. M.SC. RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA.

ING. AGR. M.SC. JOSE MIGUEL SERMEÑO CHICAS.

ING. AGR. NICOLAS ATILIO MENDEZ HERNANDEZ.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

ING. AGR. GUSTAVO HENRIQUEZ MARTINEZ.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en Barra Salada, del Área Natural Protegida Los Cóbanos, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador; con el objetivo de determinar la causa de muerte en árboles de mangle. La fase de campo y laboratorio comprendió, de Agosto 2012 a Junio 2014. Se establecieron contactos estratégicos (entidades gubernamentales y asociaciones de desarrollo comunal), con el propósito de obtener los permisos respectivos e información sobre las zonas en estudio. Los muestreos comprendían transectos de 100 metros de largo, y 2 metros de ancho; generando un área de muestreo de 200 m² por cada uno de ellos, divididos estos en 20 secciones enumeradas secuencialmente. Se recolectaron muestras en época lluviosa y seca utilizando bandejas, redes entomológicas y uso de trampas multidireccionales; separadas cada 25 metros en los transectos, para evaluar su eficiencia, utilizando como atrayente etanol al 70%.

Los insectos recolectados, fueron preservados en frascos conteniendo etanol al 70%. En la fase de laboratorio estos fueron clasificados con base a: orden, familia y género- especie (Cuando fue posible), además se describe la bioecología de los mismos. Con la información obtenida, se elaboró el documento ilustrado denominado **Insectos xilófagos asociados al bosque de mangle en El Salvador**. Entre los resultados se reporta un total de 37 familias de insectos asociados al mangle; 13 son xilófagos (inmaduros o adultos), sin embargo, estos son oportunistas, aprovechándose del estado de salud y vigor del árbol; determinándose que la causa de muerte es multifactorial. Al analizar estadísticamente, los resultados obtenidos según el Índice de Shanon–Weaver, el valor calculado de acuerdo a la diversidad de familias, genera un rango de 0 a 1.6 aproximadamente, indicando que la diversidad es baja y que no hay equitatividad. Además según el coeficiente calculado de Kendall, utilizado para determinar la abundancia de insectos xilófagos versus los no xilófagos, no resulto significativo (Kendall's tau = -0.04926168; P = 0.8028).

Palabras clave: Mangle, muerte de mangle, xilófagos, Barra Salada, Sonsonate, Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

ABSTRACT

This research has been developed in Barra Salada, in the Natural Protected Area The Cóbano, Sonsonate and Bahia Jiquilisco, Usulután, El Salvador, with the purpose of determining the cause of death of mangrove. The study was carried out during the April 2012-December 2013 period. Firstly, we conducted a literature review and, in the meanwhile, we established contact with the corresponding government agencies and community development associations in order to obtain permission to access to the study areas. Secondly, the field study was started, which was implemented not only in rainy season but also in dry season. This phase of the study consisted in collecting samples of insects and making environmental variable data establishing working areas of 200m² in every longitudinal transects, geographically referencing and quantifying the damaged areas. To complement the research and in order to verify the method used by other researchers, although adapted to the mangrove, 5 multidirectional air traps were installed for each transect, using ethanol 70% as attractant. Insects collected during sampling were preserved in ethyl alcohol, except for those specimens which differ in their method of preservation. All of this with the purpose of classifying the samples on the basis of order, family and genus or species (when possible) and thus differentiate among xylophagous insects and insects associated with mangroves. All the information collected was later compiled into two entomological boxes and a illustrated guide. As a result of the analysis, 13 xylophagous families and 24 performing different ecological roles were identified. In terms of diversity, a greater number of xylophagous specimens were found during the rainy season compared to the dry season. However, using the Kendall's coefficient to establish the abundance of xylophagous insects versus non xylophagous, this did not result significantly different to 0 (Kendall's tau = -0.04926168, P = 0.8028). In conclusion, based on their eating habits, insect communities differ, emphasizing that the specimens collected are mostly insects which usually attack weak and stressed trees. This proves that mangrove death is not directly caused by the action of these specimens.

Keywords: Mangrove, Death mangrove, Xylophagous, Barra Salada and Bahia Jiquilisco.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios en primer lugar por habernos permitido llegar hasta este momento de nuestras vidas y finalmente culminar esta etapa, así como también a cada una de nuestras familias por su apoyo y dedicación durante el desarrollo de la investigación.

Finalmente, agradecemos a Alma Solís PhD. del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Daniel Dos Santos PhD. de la Universidad de Tucumán, Argentina, Jiri Hulcr PhD. de la Universidad de Florida de los Estados Unidos, al Ing. Agr. M.Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa, al Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas, al Ing. Agr. Dagoberto Pérez de la Universidad de El Salvador y al Ing. Agr. Nicolás Atilio Méndez del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales por su apoyo y asesoría técnica en la identificación de los especímenes de insectos recolectados, análisis y orientación.

INDICE

Contenido	Nº de página
RESUMEN.....	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1 Los humedales o bosques salados.....	2
2.2 ¿Qué es un manglar?	2
2.3 Aspectos fenológicos del bosque de manglar.....	2
2.4 Distribución o zonación del mangle.....	3
2.5 Niveles de salinidad y sus efectos en las especies de mangle.....	4
2.5.1 Salinidad Intersticial.....	4
2.6 Condiciones para el desarrollo del manglar.....	4
2.7 Estrategias, estructuras y órganos de adaptación del manglar.....	5
2.7.1 Resistencia a la salinidad e inundación.....	5
2.7.2 Intercambio de gases en sustratos anaeróbicos.....	6
2.7.3 Embriones capaces de flotar.....	6
2.8 Especies de mangle presentes en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	7
2.8.1 <i>Avicennia bicolor</i> : Madresal.....	7
2.8.2 <i>Conocarpus erectus</i> : Botoncillo.....	8
2.8.3 <i>Laguncularia racemosa</i> (L): Mangle blanco o Sincahuite.....	8
2.8.4 <i>Rhizophora mangle</i> : Mangle rojo.....	10
2.9 Principales plagas del mangle en el mundo.....	10
2.9.1 <i>Chrysobotris tranquebarica</i> : <i>Buprestidae</i>	11
2.9.2 <i>Psychonoctua personalis</i> : <i>Oruga taladradora</i> (Cossidae).....	11
2.9.3 <i>Coccotrypes rhizophorae</i> : Gusano barrenador de propágulos (Scolytidae).....	12
2.9.4 Gusano barrenador de yemas terminales y tallos (Lepidoptera: Tortricidae).....	13
2.9.5 <i>Poecilips rizophorae</i> : Barrenador (Scolytidae).....	13
2.10 Biodiversidad dentro del bosque de Mangle.....	13
2.11 Efecto de la biodiversidad en respuesta a perturbaciones antropogénicas.....	14
2.12 Importancia del ecosistema de manglar.....	14
2.12.1 Comercial.....	15
2.12.2 Ecológico.....	15
2.12.3 Social.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Descripción del Estudio.....	16
3.2 Ubicación del área protegida Los Cóbanos y descripción de sus recursos.....	16
3.3 Tipos de ecosistemas.....	17
3.4 Hidrología.....	17
3.5 Climatología.....	18
3.6 Ámbito socioeconómico.....	18
3.7 Categorías de uso de suelos.....	18
3.8 Descripción de los recursos de la Bahía de Jiquilisco y ubicación.....	19
3.8.1 Composición del manglar y sus características.....	20
3.8.2 Hidrología.....	21
3.8.3 Climatología.....	21
3.8.4 Ámbito ecológico.....	21

3.8.5 Categorías de uso de suelo.	22
3.9 Metodología de muestreo.	23
3.10 Variable ambiental.	27
3.11 Metodología de laboratorio.....	28
3.12. Metodología Estadística.....	30
3.12.1 Índice de Shannon-Weaver.....	30
3.12.2. Coeficiente de Kendall	31
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
4.1 Caracterización Biofísica del Área natural protegida Los Cóbanos, Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.	31
4.1.1 Características del Sustrato	32
4.1.2 Hidroperíodo y afluentes de agua del manglar	34
4.1.3 Análisis de Agua Intersticial.....	34
4.1.4 Vegetación de Barra Salada.....	35
4.2 Caracterización Biofísica de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	36
4.2.1 Características del Sustrato.	37
4.2.2 Hidroperíodo y afluentes del manglar.....	37
4.2.3 Vegetación de Bahía de Jiquilisco.....	38
4.3 Insectos xilófagos asociados al bosque de manglar.....	40
4.3.1 Uso de trampas multidireccional	45
4.4 Principales xilófagos asociados al mangle.	47
4.4.1 Xilófagos asociados al mangle de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	49
4.5 Complejo de causas probables de la muerte de mangle en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.	57
4.6 Principales xilófagos asociados al mangle de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.	60
4.7 Complejo de causas probables que influyen en la muerte de mangle.	65
4.8 Documento de guía ilustrada “Insectos xilófagos asociados al bosque de mangle” ...	66
5. CONCLUSIONES	68
6. BIBLIOGRAFIA.....	71
7. ANEXOS.....	77

INDICE DE CUADROS

<u>Contenido</u>	<u>Nº de página</u>
Cuadro 1. Principales plagas por especie del mangle.....	11
Cuadro 2. Uso actual del suelo de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	19
Cuadro 3. Categorías de uso del suelo en la Bahía de Jiquilísco, Usulután, El Salvador.....	22
Cuadro. 4 Sitios de muestreo en Barra Salada, Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador.....	32
Cuadro. 5 Agroquímicos empleados en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	33
Cuadro 6 Transecto realizados en Bahía de Jiquilísco.....	37
Cuadro. 7 Familias y hábitos alimenticios de los insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilísco, Usulután, El Salvador.....	40
Cuadro. 8 Familias y cantidad de insectos recolectados mediante el trapeo Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	46

INDICE DE FIGURAS

<u>Contenido</u>	<u>Nº de página</u>
Fig. 1 Deposición de sal en hojas de madre sal.....	7
Fig. 2 Hoja, fruto y flor del mangle botoncillo.....	8
Fig. 3. Hojas, glándulas de excreciones salinas e inflorescencia de sincahuite.....	9
Fig. 4 Morfología radicular del mangle rojo.....	10
Fig. 5. Perforaciones en el tronco causadas por <i>Psychonoctua personalis</i>	12
Fig. 6 Corte longitudinal en tallos dañados por acción de <i>Coccotrypes rhizophorae</i>	12
Fig. 7 Reunión con contactos estratégicos.....	16
Fig. 8 Mapa de ubicación de manglar Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	17
Fig. 9 Mapa de ubicación del manglar de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	20
Fig. 10 Cobertura de manglares en El Salvador.....	22
Fig. 11 Mapa de uso de suelo de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	23
Fig. 12 Georeferencia de muerte del manglar.....	24
Fig. 13 Disposición de señales de muestreo realizado.....	24
Fig. 14 Esquema del transecto para el muestreo de xilófagos.....	25
Fig. 15 Materiales para la construcción de trampa multidireccional.....	25
Fig. 16 Trampa artesanal multidireccional para captura de insectos xilófagos.....	26
Fig. 17 Muestreo y recolección de insectos.	26
Fig. 18 Toma de muestra de agua.....	27
Fig. 19 Toma de datos de variable ambiental.....	28
Fig. 20 Montaje e identificación de insectos.....	29
Fig. 21 Cría y alimentación de xilófagos inmaduros (larvas) con dieta para <i>Diatraea sp.</i>	29
Fig. 22 Conflicto de uso del suelo en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	34
Fig. 23 Mapa de zonas dañadas de mangle en el Complejo de Área Natural Protegida Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador.....	36
Fig. 24 Mapa de conflicto de uso en manglar de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	39
Fig. 25 Mapa de uso potencial del suelo de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	39
Fig. 26 Diversidad de familias asociadas al bosque de mangle de Barra Salada por época en Sonsonate, El Salvador (Método Directo).....	42

Fig. 27 Diversidad de familias asociadas al bosque de mangle de Bahía de Jiquilisco por época (Método Directo).....	43
Fig. 28 Diversidad de entomofauna según índice de Shanon-Weaver en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	45
Fig. 29 Patrones de agrupamiento de la entomofauna xilófaga y dominancia en mangle.....	48
Fig. 30 A) Evidencia de barrenado de la corteza de mangle; B) Tronco con ataque de Scolytidae; C) Densidad de perforaciones por área de 25 cm ² . Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	49
Fig. 31. <i>Coptoborus pseudotenius</i> encontrados en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	51
Fig. 32 <i>Xyleborus ferrugineus</i> recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	52
Fig. 33 <i>Xyleborus like-bispinatus</i> recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	52
Fig. 34 <i>Xyleborus volvulus</i> recolectados por Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	53
Fig. 35 <i>Premnobius cravipennis</i> recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	54
Fig. 36 Adulto de <i>Lygropia cosmia</i> Diar.....	56
Fig. 37 Mapa conceptual del estado del manglar de Barra Salada, departamento de Sonsonate, El Salvador.....	59
Fig. 38 Insectos soldados del genero <i>Nasutitermes</i> sp. Recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután y Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	60
Fig. 39 Insectos adultos del genero <i>Microcerotermes</i> sp. recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	61
Fig. 40 Insectos soldados del genero <i>Calcaritermes</i> sp. recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	62
Fig. 41 Insectos soldados del genero <i>Cryptotermes</i> sp, recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	62
Fig. 42 Insectos soldados del genero <i>Incisitermes</i> sp. recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	63
Fig. 43 Insectos soldados del genero <i>Coptotermes</i> sp. A) Vista lateral en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	63

Fig. 44 Adulto del genero <i>Eliphidion</i> recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	64
Fig. 45 Adulto <i>Heterachtes sablensis</i> recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.....	64
Fig. 46 Adulto <i>Callipogon barbatum</i> recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.....	65
Fig. 47 Mapa conceptual del estado del manglar de Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador.....	66

INDICE DE ANEXOS

<u>Contenido</u>	<u>Nº de página</u>
A.1 Carta de cooperación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.....	77
A.2 Carta de cooperación de la Asociación de Desarrollo Comunal de la Isla de Méndez de la Bahía de Jiquilísco.....	78
A. 3 Resultados de las pruebas de agua de tipo intersticial realizadas en el mangle de Barra Salada, Los Cóbanos, Sonsonate, El Salvador.....	79-80
A.4 Insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilísco, Usulután, El Salvador.....	81

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares, son una parte esencial de los ecosistemas costero marino salvadoreños, estos son una zona de transición entre el mar y la tierra firme; en el convergen o interactúan una gran cantidad de organismos adaptados a esas condiciones. También proveen importantes recursos ambientales a la humanidad, entre ellos se destacan la producción de oxígeno, retención de sustrato, obtención y aprovechamiento de especies pesqueras y forestales, que son de importancia económica para las comunidades. Al igual que todos los sistemas, los ecosistemas de manglares, poseen dos propiedades principales, la estructura y la función. Toda función, depende del grado de complejidad de la estructura, que permite el establecimiento de interacciones entre los componentes, creando estabilidad y la sostenibilidad en el desempeño de la función del sistema. Los ecosistemas naturales tropicales, tienen una enorme complejidad, siendo la diversidad biológica una muestra de ello. Estos ecosistemas son constantemente modificados por el ser humano, reduciendo la complejidad, hasta llegar a poner en peligro la sostenibilidad del sistema.

El estudio de los ecosistemas es difícil, consume tiempo y recursos económicos, por ello se ha dado énfasis en la búsqueda de métodos, que permitan la evaluación rápida de la biodiversidad, tomando como componente básico, el funcionamiento de los ecosistemas, considerando el estudio de especies “clave”, que desempeñan funciones vitales e indispensables para el funcionamiento del sistema. Es por ello, que la investigación se enfoca en insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle; ya que la presencia o ausencia, pueden alterar en forma notoria el balance del ecosistema. Existen zonas de manglar en El Salvador, donde se ha perdido la cobertura del bosque, mostrándose pequeños túneles en el fuste del árbol, con la particularidad de observar excreciones sobre el tallo, en la época seca, relacionándose directamente a la presencia de un insecto de la familia Scolytidae, con tal fenómeno. Sin embargo, se demostró que estos especímenes únicamente se aprovechan del estado de salud del árbol.

Los insectos recolectados en las áreas de muestreos, se identificaron y se determinaron aquellos asociados al mangle y los principales xilófagos presentes. Con la información generada, se elaboró un documento ilustrado de los diferentes insectos xilófagos, asociados al mangle; además, se georeferenciaron las áreas de daño.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Los humedales o bosques salados.

Los humedales son las extensiones de mar, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Los manglares tienen ubicación en las líneas intermareales de las franjas costeras y subtropicales de la tierra, creando un sistema ecológico de alta complejidad, por las relaciones de cientos de especies microscópicas, peces marinos y de agua dulce y mamíferos.

Este término abarca una amplia variedad de ambientes que tienen como característica la presencia de agua. Este elemento juega un papel fundamental en la determinación de su estructura y funciones (INDESOL, s.f.).

2.2 ¿Qué es un manglar?

Los bosques de manglar son ecosistemas costeros, con especies altamente adaptadas a vivir en ambientes litorales, donde son influenciados por el mar y sistemas hídricos continentales. La mezcla de agua en esa frontera tierra-mar, provoca agua salobre, lo que da origen al término de bosques salados.

Estos fascinantes ecosistemas son considerados entre los más prominentes y productivos del mundo. La diversidad de especies en estos ecosistemas, contempla una amplia gama de entidades taxonómicas, como es el caso de las aves, mamíferos, moluscos, peces, reptiles y otros invertebrados, que utilizan el ecosistema como ambiente de refugio, alimentación y reproducción.

Los manglares son considerados ingenieros naturales que integran, mantienen y determinan su ambiente físico. Su resiliencia natural incluye soportar condiciones de salinidad, desecación, inundación y capacidad de sostenerse en sustratos inestables (INDESOL, s.f.).

2.3 Aspectos fenológicos del bosque de manglar.

Los patrones fenológicos de los bosques salados presentan variabilidad tanto entre especies, como entre individuos de la misma; de tal manera que no todos los individuos pertenecientes a una misma especie florecen y fructifican simultáneamente, y en ocasiones ni siquiera en el mismo año. Existe una posible dependencia de los

patrones fenológicos con factores ambientales, así como su relación con otras plantas y animales, según Carabías y Guevara (1985), citados por Menéndez, Guzmán y Vila (s.f.). Los autores antes mencionados realizaron observaciones en el bosque salado, con el propósito de comprobar que los árboles de *Laguncularia racemosa* al igual que *Conocarpus erectus* mostraron períodos definidos en sus fases de floración y fructificación, y mantuvieron su follaje todo el año. En el caso de *Laguncularia racemosa*, los botones aparecieron de abril a inicios de julio, en el primer año, y de finales de febrero hasta mayo en el segundo año; las flores se observaron desde finales de mayo y hasta inicios de noviembre en el primer año, y desde finales de marzo hasta inicios de septiembre en el segundo año.

Mientras que los frutos aparecieron desde finales de julio hasta inicios de diciembre en el primer año, y desde finales de junio hasta inicios de noviembre en el segundo año, con coincidencia con el período lluvioso.

Estos árboles poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten ocupar habitas bajo condiciones especiales. Han desarrollado estrategias reproductivas como la viviparidad o criptoviviparidad, esto se refiere a que los frutos germinan en la planta madre, la cual tiende a formar propágulos, los cuales al momento de estar maduros son liberados (INDESOL s.f.).

2.4 Distribución o zonación del mangle.

La amplitud en la distribución de los organismos depende de una gama de factores, como temperatura, humedad, factores físicos y químicos, dispersión, conducta e interacciones con otras especies, según Krebs (1978) citado por Rico y Palacios (1996).

Uno de los problemas básicos de la ecología es establecer las causas que determinan la distribución y la abundancia de los organismos. Cada uno habita una matriz un espacio temporal según Krebs (1978), con un ámbito de tolerancia, y dentro de este, un óptimo; de acuerdo a Brewer (1988), ambos citados por Rico y Palacios (1996).

Cualquier zonación está sujeta a la topografía local, la cual determina los patrones de esorrentía (agua salina y dulce), y por la composición y estabilidad del sedimento según Zinke (1976), Tomlinson (1986) y McKee (1993) citados por Rico y Palacios (1996).

La frecuencia y el período de inundación son factores determinantes para la ausencia o presencia de los manglares, por lo tanto las diferentes especies de mangle tienen distintas preferencias de inundación, según lo reportado en las investigaciones de Flores, Agraz y Benítez (s.f.).

La presencia de una u otra especie, así como su extensión en un sitio determinado, lo definen unos cuantos centímetros de diferencia topográfica (menor a 90 cm.).

Las plántulas de cada especie de mangle tienen una distribución de inundación aún más restringida que los adultos Flores, Agraz y Benítez (s.f).

2.5 Niveles de salinidad y sus efectos en las especies de mangle.

Delgado y Jiménez (1992), citados por Rico y Palacios (1996) mencionan que, los cambios de salinidad en los medios alteran las concentraciones de los compuestos (taninos) utilizados por los mangles como defensa contra la herbivoría.

2.5.1 Salinidad del agua.

Corresponde a la salinidad del agua en los sedimentos y es otro factor que influye en la zonación y el grado de desarrollo de los manglares. En base a esto, es ampliamente reconocido que las condiciones óptimas de crecimiento de las diferentes especies de mangle, en general, son entre 10 y 20 ppm o ups (Partes por Millón o Unidades Prácticas de Salinidad).

Cuando la salinidad es superior a los 70 ups, provoca la disminución del desarrollo del manglar llegando a causar su muerte. Algunos autores han encontrado que las diversas especies de manglar tienen diferente grado de tolerancia a las altas salinidades siendo el mangle negro, (*Avicennia germínans*), el más tolerante a las salinidades altas, seguido por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) Esta última especie tiene preferencia por las salinidades menores a la marina (menor a 35 ups) A salinidades elevadas (>70 ups), *Avicennia germinans* crece como matorral (Flores, Agraz y Benítez s.f.).

2.6 Condiciones para el desarrollo del manglar.

A continuación, se presentan algunas de las condiciones para el desarrollo del manglar, según INDESOL (s.f):

- a) Precipitación mayor a la evaporación de agua y a la transpiración de las plantas, para que el agua se acumule a pesar de sus salidas.
- b) Debe existir un desnivel topográfico entre la superficie del suelo y el humedal, lo cual permitirá la acumulación del agua, de acuerdo a la profundidad y al tipo de agua que se acumule se definirá el tipo de vegetación del humedal.
- c) Tener una entrada de agua permanente ya sea de un río, arroyos de temporal o por la elevación de aguas subterráneas.

La salud de un humedal o lo que es igual, su equilibrio depende de la cantidad de agua que entra y sale de él, permaneciendo constantemente en balance. El clima es un factor determinante en este equilibrio, ya que puede aumentar considerablemente el nivel del agua.

Según INDESOL (s.f.) las entradas y salidas de agua pueden provenir de varias formas:

Entradas:

- 1) De la precipitación directa.
- 2) Escurrimiento superficial de arroyos, ríos, ojos de agua, etc.
- 3) Entrada de depósitos subterráneos (manto freático).
- 4) En humedales costeros por subidas de las mareas.

Salidas:

- 1) Escurrimiento superficial de arroyos, ríos, ojos de agua, etc.
- 2) Salidas hacia depósitos en el manto freático.
- 3) Evapotranspiración (evaporación producida por el aumento de temperatura durante el día y la transpiración de las plantas)
- 4) En la costa por las mareas salientes.

2.7 Estrategias, estructuras y órganos de adaptación del manglar.

2.7.1 Resistencia a la salinidad e inundación.

El manglar es el único ecosistema arbóreo que soporta la inundación por mareas y desembocaduras de ríos. Además, los mangles tienen como característica común su tolerancia al agua con alta concentración de sales (salobre), aunque dicha tolerancia depende de cada especie.

Los manglares presentan una serie de adaptaciones al dinámico medio natural de las zonas costeras, donde interaccionan constantemente con las corrientes marinas, las mareas, el viento, la lluvia, entre otros (Villalba, s.f).

Todos los mangles excluyen alguna porción de sal cuando se absorbe el agua a través de sus raíces, otra parte se concentra al interior de los tejidos de la planta, variando las cantidades acumuladas de acuerdo a cada especie.

Esta sal al interior de la planta es necesaria en los tejidos para que fluya el agua desde las raíces hasta las yemas, la concentración de sal en las hojas junto con la presión hidrostática en las células de la planta tiene que ser lo suficientemente fuerte para que el agua se mueva en la dirección correcta.

Las vacuolas son los organelos de la célula donde se acumula la mayor cantidad de sal, una pequeña cantidad en el citoplasma y otra en las cavidades intercelulares (Villalba, s.f).

2.7.2 Intercambio de gases en sustratos anaeróbicos.

Para superar la falta de oxígeno en el suelo (anoxia) las especies de mangle han tomado distintos caminos evolutivos, *Rhizophora mangle* posee en sus raíces pequeñas estructuras llamadas lenticelas, que son aberturas hidrófobas permeables al aire y no al agua, las cuales se abren y se cierran de acuerdo al nivel de agua presente (Villalba, s.f.).

Durante el tiempo que las raíces permanecen en el aire no registran incrementos apreciables en el grosor; mientras que al anclarse en el sedimento, las raíces aumentan su grosor hasta ocho veces en tiempos relativamente cortos (INE, 2007).

Avicennia germinans posee un sistema muy especializado, sus raíces en forma de estrella se anclan al suelo bajo la superficie, elevándose de estas unos segmentos esponjosos llamados neumatóforos, los cuales le permiten tomar aire de la atmósfera, mientras sus raíces principales están bajo el agua (Villalba, s.f.).

2.7.3 Embriones capaces de flotar.

En la zona intermareal, los procesos relacionados con la dinámica demográfica de los manglares están seriamente asociados con la dinámica hidrológica. Estas plantas presentan una serie de características morfológicas, anatómicas y fisiológicas que les permite sobrevivir en ambientes inundados (De la Cruz, López, Hernández s.f.).

La inundación es un factor ambiental que puede actuar como un factor de presión a las plantas de mangle, sobre todo si quedan cubiertas por niveles altos de agua durante períodos prolongados.

Las plantas también son atacadas por insectos herbívoros en el período de inundación, con la consecuente pérdida de área fotosintética. Esta pérdida altera el balance de carbohidratos, interfiere con el consumo de agua y nutrientes y debilita la estructura de la planta con lo que se incrementa la probabilidad de muerte.

Es importante destacar que a diferencia de especies terrestres, *Rhizophora mangle*, ha logrado que las semillas antes de abandonar el árbol que la produjo, realicen sobre éste el proceso de germinación (viviparismo) (De la Cruz, López, Hernández s.f.).

En el caso de *Avicennia germinans*, este posee envolturas con cámaras de aire que cubren a las semillas germinadas; estas se van abriendo a medida se van llenando de agua y dejan suelta la semilla para que se arraigue al sustrato (Villalba, s.f.).

Según Gill y Tomlinson (1971), Rabinowitz (1978), Tovilla (1998) citados por Tovilla y Orihuela (2002), se han llegado a observar propágulos viables después de un año de haberse desprendido de los árboles y flotando a cientos de kilómetros mar adentro.

Los propágulos presentan una gran reserva de tejido nutritivo y un estado avanzado de desarrollo del embrión por lo que, al arraigarse en el sustrato, rápidamente puede aparecer el primer par de hojas y la planta puede depender de su reserva de nutrientes durante el primer año exclusivamente.

2.8 Especies de mangle presentes en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

2.8.1 *Avicennia bicolor*: Madresal.

Ecología.

Crece mejor donde el contenido de sal no es muy elevado, por tal razón no entra en competencia con otros tipos de mangle.

Descripción.

Árbol de porte pequeño, con copa irregular. Su corteza es blanquecina o café-grisáceo claro (en contraste con la café-grisáceo oscura de *Avicennia germinans*).

Presenta hojas elípticas, de haz brillante e inpubescente, a diferencia del envés, el cual presenta pubescencia y se encuentra cubierto por cristales de sal. Barrence *et al.*, 2003)

(Fig. 1).



Fig. 1. Deposición de sal en hojas de madresal.

Fuente: González, 2010.

2.8.2 *Conocarpus erectus*: Botoncillo.

Ecología.

Si se clasifican en cuanto a su tolerancia a la salinidad, esta especie sigue en secuencia al mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y se desarrolla mejor donde la salinidad y los terrenos son más estables (González, 2010).

Descripción.

Es un árbol pequeño, normalmente de 10 m. de altura y DAP de 30 cm. La corteza externa es fisurada y se desprende en escamas muy delgadas. Las hojas son simples, dispuestas en espiral alrededor de la ramilla, y miden de 3-10 cm de largo. Las flores aparecen en panículas axilares y terminales, son fragantes y miden 1.5 mm de diámetro. Los frutos son nuececillas aladas de 4 mm, juntos en botoncillos (**Fig. 2**) (Barrence *et al.*, 2003).



Fig. 2. Hoja, fruto y flor del mangle botoncillo.

Fuente: González, 2010.

2.8.3 *Laguncularia racemosa* (L): Mangle blanco o Sincahuite.

Ecología.

El mangle blanco crece en una variedad de condiciones de altura de 0 a 15 metros sobre el nivel del mar. Prospera en las orillas de las lagunas costeras y desembocaduras de ríos. Tomando en cuenta la línea costera y tierra firme, este tipo de mangle sigue en secuencia al mangle negro (*Avicennia germinans*), en cuanto a su resistencia a salinidad y humedad. (González, 2010)

(**Fig. 3**).

Jiménez, señala que por lo general se le puede encontrar en la franja interior de los manglares, en los suelos elevados en donde las inundaciones por las mareas son menos frecuentes e intensas y en los manglares en hoyadas en donde el flujo de las marea es limitado.



Fig. 3. Hojas, glándulas de excreciones salinas e inflorescencia de sincahuite

Fuente: González, 2010.

Prefiere suelos con bajas concentraciones de sal, promediando entre 15 y 20 partes por mil. El crecimiento se ve reducido a salinidades de suelo altas, arriba de 50 partes por mil. En condiciones más extremas (mayor salinidad de 30 por mil o menor humedad) *L. racemosa* no podrá germinar, dejando la colonización en estos casos a *Avicennia bicolor* (Barrence *et al.*, 2003).

Descripción.

Son arbustos o árboles, que alcanzan un tamaño de hasta 10 m de alto, poseen hojas ovaladas las cuales en el peciolo poseen glándulas que exudan sal. En cuantos a sus raíces, estas poseen neumatóforos por medio de los pueden fijar un área de sustrato de 3.6 y 8.8m². A su alrededor, demostrando su importancia como barrera entresuelo firme y la marea. (Barrence *et al.*, 2003).

Semilla.

La germinación comienza dentro del fruto aun cerrado, pero sin que llegue a salir la primera raicilla. Cuando están maduros son de color marrón.

El fruto, con la semilla recién germinada dentro, permanece unido a la planta madre por 6-8 días antes de caer al suelo, de donde se pueden recolectar para su propagación (Barrence *et al.*, 2003).

2.8.4 *Rhizophora mangle*: Mangle rojo.

Ecología.

Es la especie que mejor está adaptada a suelos inestables, por poseer raíces en forma de zancos, lo que le permiten estabilizarse en suelos lodosos (**Fig. 4**).

Es común verlo a la orilla de las ciénagas o esteros procurando aumentar siempre su área radicular para poder desarrollarse y colonizar nuevos espacios. Por su porcentaje de contenido en taninos es tolerante a la pudrición, plagas y enfermedades (Villalba s.f.).



Fig. 4. Morfología radicular del mangle rojo.

De acuerdo a los resultados por Kabaru y Gichia (2001), la corteza de *Rhizophora mucronata* ha sido utilizada como repelente de insectos, además de proteger la madera de los daños por insectos. La médula blanda, lo que normalmente sería un blanco fácil para las plagas, tiene un alto contenido de los taninos (utilizados para el tratamiento del cuero) al igual que la corteza del mangle. *Rhizophora mucronata* y sus extractos de corteza, médula y tallo, tienen efectos tóxicos sobre las larvas de *Aedes aegypti* (Mosquito) y las larvas de *Artemia salina* (Crustáceo). Además, estos extractos tienen efectos anti alimentarios sobre los adultos de *Schistocerca gregaria*.

Descripción.

Es un árbol o arbusto perennifolio con una altura de 1.5- 15 m, con un diámetro la altura del pecho hasta 50 cm. Posee una copa redondeada, formada por hojas elípticas- oblongas, simples y compuestas, de 8- 13cm de largo por 4- 5.5 cm de ancho.

Tronco recto y con corteza con textura lisa a rugosa y apariencia fibrosa, se desprende fácilmente en escamas, internamente es de color rojo intenso (Villalba s.f.).

2.9 Principales plagas del mangle en el mundo.

Según Kathiresan, 2003, el grado de daño e infestación a una determinada especie de mangle varía de acuerdo al contenido de sal presente en sus hojas, ya que restringen la

ingesta del material verde. En especies como *Ceriops decandra*, *Excoecaria agallocha* y *Rhizophora annamalayana*, las cuales se caracterizan por su alto contenido de taninos, se obtuvo como resultado menores daños en relación a aquellos de niveles inferiores en los compuestos mencionados.

A continuación, se presenta algunas de las principales plagas que afectan al mangle, reportadas en literaturas de carácter científico por otros países, donde estos organismos infringen daños severos al ecosistema de manglar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales plagas por especie de mangle

Nombre Científico del insecto	Orden/Familia	Tipo de daño	Especie de mangle que ataca	Autor (Bibliografía)	País que reporta
<i>Chrysobotris tranquebarica</i>	Coleoptero Buprestidae	Barrenador	<i>Laguncularia racemosa</i>	Jiménez s.f.a	US - PR
<i>Coccotrypes rhizophorae</i>	Coleoptero Scolytidae	Barrenador	<i>Rhizophora mangle</i>	Castillo 2001	PE
<i>Psychonoctua personalis</i>	Lepidoptera Cossidae	Barrenador	<i>Laguncularia racemosa</i>	Jiménez s.f.a	US - PR
Gusano barreandor de yemas	Lepidoptera Tortricidae	Barrenador	<i>Rhizophora mangle</i>	Castillo 2001	PE
<i>Nasutitermes rippertii</i>	Isoptera Termitidae	Barrenador	<i>Avicennia germinans</i> <i>Laguncularia racemosa</i>	Cruz, Trigueros y López, 2004	CU
	Coleoptera Scolytidae	Barrenador	<i>Rhizophora phelliciera</i>	CATIE 1999	SV
<i>Poecilips rizophorae</i>	Coleoptera Scolytidae	Barrenador	<i>Rhizophora mangle</i>	Jiménez s.f.b	Florida, US

2.9.1 *Chrysobotris tranquebarica*: Buprestidae.

Se ha observado una mortalidad de los árboles relacionada al escarabajo *Chrysobotris tranquebarica* Gmelin (Jiménez s.f.a.).

2.9.2 *Psychonoctua personalis*: Oruga taladradora (Cossidae)

En su estado adulto es una mariposa nocturna, grande, de color marrón y con áreas grises en las alas. El estado larval es una oruga color crema que puede medir hasta dos pulgadas de largo. Este insecto ataca los troncos y ramas gruesas del cafeto, generalmente construye túneles a lo largo y por el centro del tallo y ramas (**Fig. 5**).

La oruga generalmente construye el orificio de entrada en la unión de la rama con el tronco en un ángulo alrededor de los 90° (Monroig s.f.). Según Jiménez (s.f.a), ataca al mangle, específicamente *Laguncularia racemosa* Grote en Puerto Rico.



Fig. 5. Perforaciones en el tronco causadas por *Psychonoctua personalis*.

Fuente: Jiménez, s.f.a.

2.9.3 *Coccotrypes rhizophorae*: Gusano barrenador de propágulos (Scolytidae)

Los huevos son ovoides, blanco perla, midiendo aproximadamente 0.8 mm de altura. La larva es blanco cremosa y llega a medir 3.2 mm de longitud. El espécimen adulto es un gorgojo marrón oscuro, que llega a medir 2.8 mm de longitud.

El daño es producido por el adulto y las larvas que barrenan al interior del propágulo, haciendo un sin número de galerías (**Fig. 6**). Esos insectos también pueden afectar la parte terminal de los zancos que aún no se introducen en el fango (Castillo, 2001).

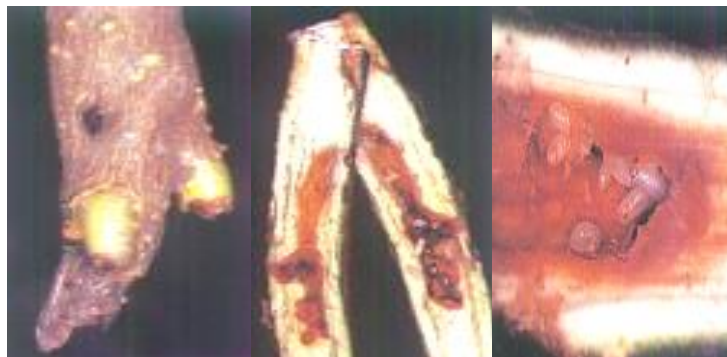


Fig. 6. Corte longitudinal en tallos dañados por acción de *Coccotrypes rhizophorae*.

Castillo, 2001.

2.9.4 Gusano barrenador de yemas terminales y tallos (Lepidoptera: Tortricidae)

Las larvas son rosáceas, llegando a medir hasta 18 mm. de longitud. Inicialmente se alimentan de la yema terminal para posteriormente introducirse en el tallo y barrenarlo de arriba hacia abajo; este tipo de daño se observa en plantas pequeñas (Castillo, 2001).

2.9.5 *Poecilips ryzophorae*: Barrenador (Scolytidae)

Se encuentra esta especie de manera ocasional. Invade las raíces puntales de los árboles que crecen a lo largo de los canales de las mareas.

Las plántulas recién establecidas pueden ser atacadas por *P. rhizophorae* o comidas por los cangrejos o los monos (Jiménez, s.f.b).

2.10 Biodiversidad dentro del bosque de Mangle.

Según Putz, *et al* 2000, "biodiversidad" se refiere a la variedad natural y variabilidad entre los organismos vivientes, los complejos ecológicos en los que ellos naturalmente aparecen, y las vías en las que ellos interactúan unos con otros y con el ambiente físico. La diversidad biológica puede ser medida en términos de diferentes componentes, como paisaje, ecosistema, comunidad, población, genes, etc. cada uno con atributos funcionales como: estructura, composición y función.

En el presente trabajo la diversidad de insectos barrenadores es tratada a un nivel de ecosistema que se refiere a las interacciones entre miembros de una comunidad biológica y su ambiente abiótico.

Los insectos xilófagos del mangle juegan un papel muy importante en los ecosistemas tropicales. Una rápida valoración de los agrupamientos de insectos requiere de un protocolo de muestreo estandarizado capaz de producir una descripción precisa de la composición de las especies que se alimentan de madera (Jones y Eggleton, 2000).

Además debido a la continua destrucción, perturbación y fragmentación de los bosques (Sayer y Whitmore 1991; May Lawton y Stock 1995, Turnes 1996, citados por Jones y Eggleton, 2000), se hace urgente contar con un método estandarizado de muestreo de biodiversidad particularmente para insectos (Sutton y Collins 1991; Stock y Samways 1995, citados por Jones y Eggleton 2000), debido a que ellos forman la mayor parte de especies y biomasa animal en los hábitat y tienen una fuerte influencia en muchos procesos del ecosistema.

El propósito básico de los bioindicadores es indicar la relación con otra variable biótica o abiótica; en este caso la técnica de rápida valoración produce una muestra representativa del agrupamiento local de insectos consumidores de madera, lo cual provee una información fiable de la función y composición del grupo como un todo (Jones y Eggleton 2000).

2.11 Efecto de la biodiversidad en respuesta a perturbaciones antropogénicas.

El grado en que un sistema responde a la perturbación es una de la característica más importante, por tanto de acuerdo a esto los sistemas pueden ser:

Ecosistemas resistentes: Luego del evento de perturbación, un sistema resistente no muestra una gran variación en cuanto a la función medida, pero toman un tiempo relativamente largo para regresar a su condición inicial, después de una perturbación lo suficientemente fuerte para alterarlo.

Ecosistemas plásticos: Es la reacción opuesta a la resistencia, estos sistemas pueden ser alterados en forma relativamente fácil, pero regresan a su estado inicial de equilibrio más rápido que los sistemas resistentes.

Ecosistemas inestables: luego de un evento de perturbación, este tipo de sistemas no recuperan su estado de equilibrio inicial, sino que llegan a un nuevo estado de equilibrio (Aber y Melillo, 2001).

El efecto que la diversidad biológica tiene en la respuesta, ya sea de resistencia o plasticidad frente a la perturbación puede verse desde dos hipótesis no excluyentes:

Hipótesis de la complementariedad de nichos: Esta sugiere que debido a que las especies difieren en sus requerimientos ecológicos, la probabilidad de que los ecosistemas contengan algunas especies que puedan prosperar frente a una variedad de perturbaciones esta correlacionada en forma positiva con la riqueza de especies.

Hipótesis de la redundancia: En la medida en que especies diferentes desempeñan las mismas funciones de la misma manera, sugiere que en sistemas ricos en especies pueden minimizar los efectos de la pérdida de cualquiera de ellas. Muchos experimentos sugieren que la diversidad confiere al sistema la resistencia a la perturbación, o la capacidad de manutención de la función a largo plazo (Orians, 2000).

2.11 Importancia del ecosistema de manglar.

Según FAO 2005, los manglares son los ecosistemas que ocupan el primer lugar en importancia tanto ecológica como económicamente por:

2.12.1 Importancia Comercial

Por la productividad primaria de especies útiles al ser humano.

Sirven como un recurso económico inagotable para los pobladores locales al aprovecharlos como zonas para la recreación pasiva y actividades ecoturísticas.

2.12.2 Importancia Ecológica

Se calcula que el 70% de las especies pesqueras de interés comercial pasan parte de su ciclo de vida dentro del manglar.

Son áreas de refugio y alimentación de fauna silvestre amenazada y en peligro de extinción, y de especies endémicas y migratorias: aves, pequeños mamíferos, reptiles, peces, crustáceos, etc.

Protege las playas al detener las olas que vienen de mar abierto evitando la erosión de los suelos costeros.

Son zonas de acceso a recarga de agua subterránea.

Por sus elevadas tasas fotosintéticas son grandes productores de oxígeno.

Son excelentes sistemas de absorción de bióxido de carbono (CO₂) mitigando el efecto del calentamiento global asociado al cambio climático.

Atrapan sedimento y hojarasca entre sus raíces ayudando a rellenar y recuperar terreno.

2.12.3 Importancia Social

Sus raíces sumergidas brindan protección en los estadios larvario y juvenil de las diferentes especies.

Durante fenómenos naturales como huracanes, trombas, inundaciones, los manglares sirven como zonas de amortiguamiento para las poblaciones aledañas.

Contribuyen al mejoramiento de la calidad del agua, siendo zonas de filtración para contaminantes que llegan a los ríos por plaguicidas, desechos industriales y aguas negras.

Los manglares han sido explotados en el tiempo para la producción de ácido tánico, de carbón vegetal y de madera de construcción. En algunas zonas, la urbanización incontrolada y la ocupación de tierras para la agricultura han llevado a su degradación.

En años pasados, algunas áreas forestales han sido transformadas en salineras y en estanques de camarón. Antes de permitir la transformación en gran escala de los manglares a otros usos, exigen evaluaciones de impacto ambiental (FAO, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del Estudio.

La investigación surge por solicitud y manifestación de la muerte de mangle por parte del Ing. Nicolás Atilio Méndez del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del Ing. Rafael Menjívar Rosa y los Sres. Ofilio Herrera y Raúl Martínez, ambos presidentes de asociaciones comunitarias (A.1 y 2). Con la solicitud, el Ing. Rosa realizó un estudio, en el que se determinó la posible incidencia de un coleoptero de la familia Scolytidae y su probable relación con la muerte del mangle.

La investigación se desarrolló en la zona de mangle en Barra Salada del Área Natural Protegida “Los Cóbanos”, Sonsonate y en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador, desarrollando la fase de campo y laboratorio hasta finalizar con el documento escrito comprendiendo el período de Agosto 2012 a junio 2014.

Para el desarrollo de la investigación se establecieron vínculos con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la ADESCOIM de la Bahía de Jiquilisco y líderes comunales de Barra Salada, para facilitar la logística, ingresos a las zonas dañadas y herramientas, con el propósito de llevar a cabo cada una de las actividades de campo, laboratorio y el trámite del permiso de recolecta científica (**Fig. 7**).



Fig. 7. Reunión con contactos estratégicos.

3.2. Ubicación del área protegida Los Cóbanos y descripción de sus recursos.

El área natural del arrecife Los Cóbanos está localizada a 11.0 km. al oriente del puerto de Acajutla, y se encuentra conformado por los municipios de Acajutla, Cuisnahuat, Nahuilingo, Santa Isabel Ishuatán, Sonsonate y Teotepeque. El área global comprende 32,377 ha contemplando la superficie marina y el área terrestre (**Fig. 8**).

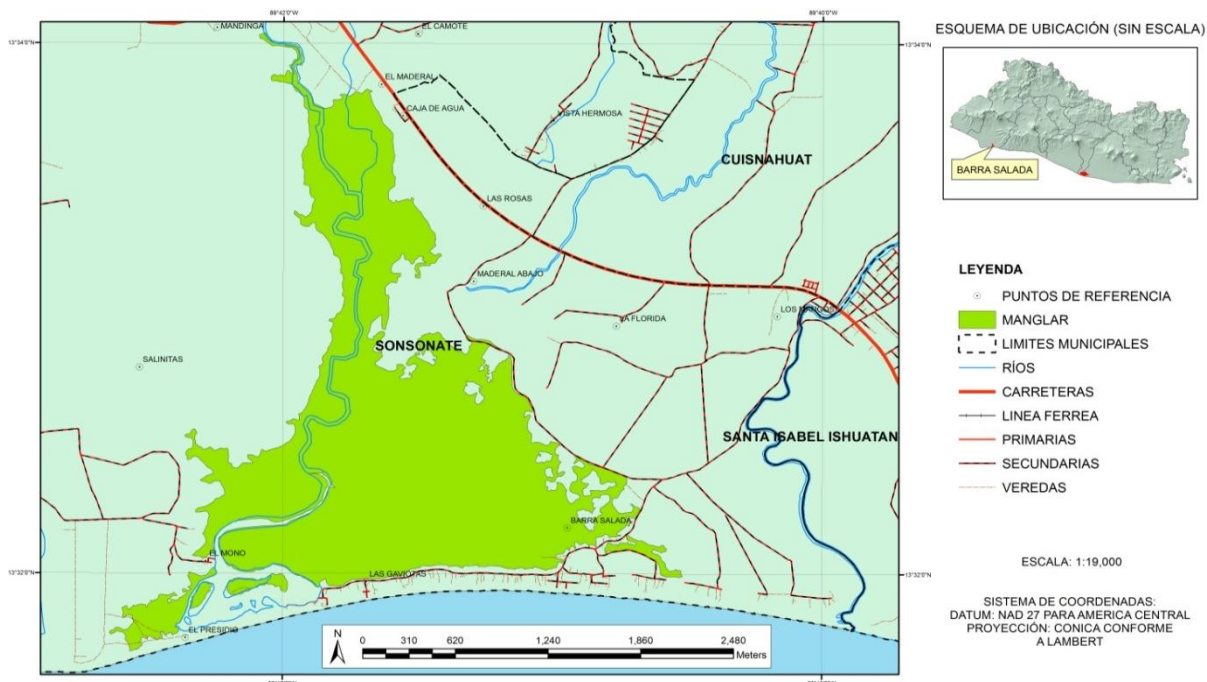


Fig. 8. Mapa de ubicación de manglar Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.
Elaborado por: RJ, Martínez Molina 2013.

En lo que se refiere al ámbito terrestre, la superficie global consta de 12,377 ha, de las cuales 622 ha, corresponden a las áreas nucleares de El Zope y Manglares de Barra Salada y el restante a su Zona de Amortiguamiento respectivo (SALVANATURA, s.f.).

3.3 Tipos de ecosistemas.

La vegetación está compuesta por seis tipos principales: vegetación riparia o de galería, Selva Baja Subcaducifolia, Sabana de morro (*Crescentia alata*), vegetación de playa, manglar y pastizales y áreas de cultivo. En el sector terrestre del área natural Arrecife Los Cóbanos, el 61% de la vegetación es vegetación de carrizales, zonas pantanosas inundables, 27% son zonas de cultivo caña de azúcar, cereales y mezclas de sistemas productivos (SALVANATURA, s.f.).

3.4 Hidrología.

Las cuencas pertenecen a la regiones hidrográficas C, Cara Sucia– San Pedro Belén, D, Grande de Sonsonate– Banderas y E, La Mandinga– Comalapa.

La mayor extensión se encuentra en la región D (64%), seguida por la región E (18%) y la región C (18%). De la región C, se incluye la subcuenca San Pedro.

De la región D, se incluyen las subcuencas Grande de Sonsonate, El Almendro, El Venado, Las Marías, Las Hojas, Huiscoyol, El Ojusthe, Chimalapa y Banderas. Finalmente, en la región hidrográfica E, se incluyen las subcuencas: Apancoyo y Ayacachapa (Arrivillaga, 2009).

3.5 Climatología.

El promedio de la precipitación pluvial anual de las tres estaciones (T-6 Puerto de Acajutla, T-24 Los Naranjos y L-27 Chiltuipan) de 2,396 mm/año. El promedio mensual de lluvia varía de 0 a 734 mm/mes. Al igual que el resto del territorio nacional, la estación seca es de Noviembre a Abril, mientras que la lluviosa es de Mayo a Octubre. Los meses más secos son de noviembre a enero, que es una época que se caracteriza por días soleados con tiempo estable y lluvias débiles poco frecuentes. La estación lluviosa está dominada por la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), cuyo efecto se manifiesta por chubascos y lluvias intermitentes. Las lluvias fuertes de larga duración se deben a depresiones tropicales y ocurren sobre todo en los meses de agosto, septiembre y octubre. Los meses de mayor lluvia son junio, julio, septiembre y octubre. La temperatura promedio del área de influencia es de 23.1°C y la humedad relativa promedio en la región de influencia es de 78.3% (Arrivillaga, 2009).

3.6 Ámbito socioeconómico.

Existen alrededor de 78,017 habitantes en el municipio de Acajutla, dicho municipio se encuentra dividido en 8 cantones y 32 caseríos, de los cuales el cantón directamente involucrado al sistema de arrecifes es Punta Remedios, constituido por ocho caseríos, donde la alcaldía de Acajutla estima que vive una población de 8,000 personas (SALVANATURA, s.f.).

3.7 Categorías de uso de suelos.

Según SALVANATURA (s.f.) el uso del suelo que actualmente se le da al área de Los Cóbanos, es muy variante y en algunos casos muy ajena a la que debería de ser (Cuadro 2), pese a su estado declaratorio como “zona de protección” por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), debido a la diversidad acuática y terrestre allí presente, estos recursos naturales son continuamente explotados sin un proceso que permita la recuperación del sistema mismo.

Cuadro 2. Uso actual del suelo de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Uso	Área (Ha)
Pistas aéreas	8.13
Árboles frutales	60.79
Áreas turísticas	22.67
Bosque de mangle	410.17
Bosque de galería (de orillas de ríos y quebradas)	350.98
Caña de azúcar	2,578.94
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	37.06
Granos básicos	1,140.61
Instalaciones deportivas	6.764
Lagunas costeras y esteros	26.37
Mosaico de cultivos y pastos	92.91
Cultivos irrigados	1,972.22
Palmeras oleíferas	36.86
Pastos cultivados	2,094.49
Pastos naturales	1,322.02
Perímetro acuícola	82.76
Playas, dunas y arenales	548.34
Praderas pantanosas	570.86
Tejido urbano discontinuo	302.19
Terrenos principalmente agrícolas con vegetación natural	331.2
Vegetación arbustiva costera	60.35
Zonas comerciales o industriales	72.54
Zonas en construcción	194.77
Zonas portuarias	5.08
TOTAL	12,329.074

Fuente: SALVANATURA, s.f.

3.8 Descripción de los recursos de la Bahía de Jiquilisco y ubicación.

El área natural de la Bahía de Jiquilisco se encuentra ubicada en la región oriental de El Salvador, entre los 13° 15' y 13° 18' Latitud Norte y 88° 48' y 88° 15' Longitud Oeste, en un gradiente altitudinal que va de los 0 a 500 msnm (MARN, 2004) (**Fig. 9**).

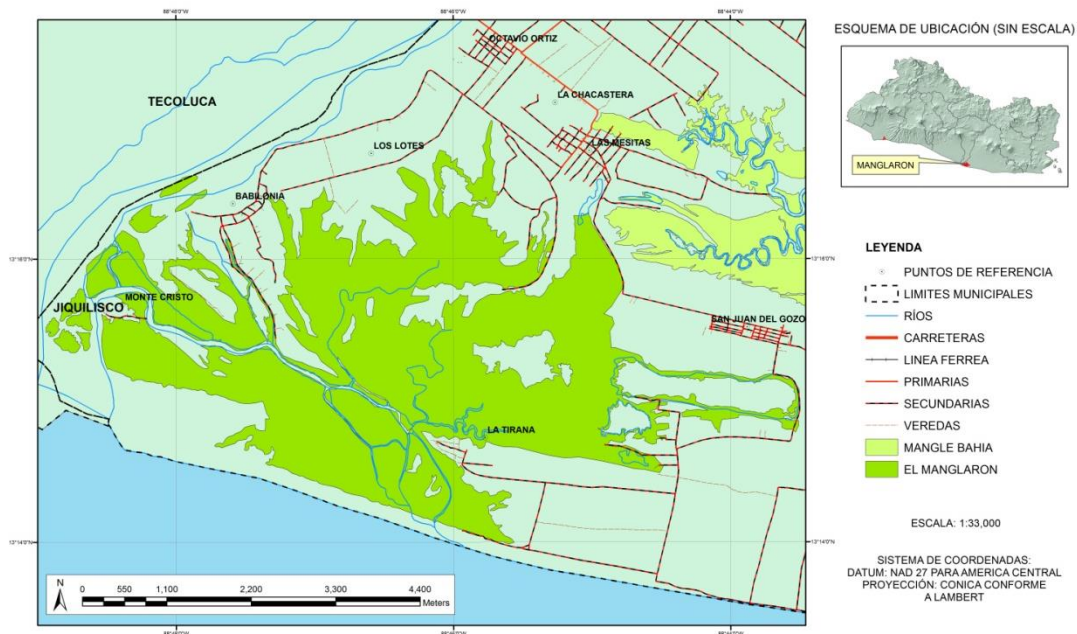


Fig. 9. Mapa de ubicación del manglar de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Fuente: RJ, Martínez Molina 2013.

Bahía de Jiquilisco está ubicado en el departamento de Usulután, en el oriente del país y lo forman seis municipios: Jiquilisco, Puerto El Triunfo, Usulután, San Dionisio, Concepción Batres y Jucuarán. Según el MOP, 2004, citado por Díaz, 2012, pertenece a la Región Sur-Occidental de la Zona Oriente del país, conocido en antaño como el “granero de la república”, ya que siempre se ha caracterizado por su vocación agrícola, por la gran fertilidad de sus suelos y por su riqueza natural, especialmente, por sus singulares formaciones litorales, como: manglares, esteros y penínsulas (Díaz, 2012).

3.8.1 Composición del manglar y sus características.

Según Quezada 1998, citado por MARN 2004, las especies que conforman el manglar de Jiquilisco son el “Mangle colorado” (*Rhizophora mangle*), “Mangle rojo” (*Rhizophora racemosa*), *Rhizophora harrizini*, “Madresal” (*Avicennia germinans*), *Avicennia bicolor*, “botoncillo” (*Conocarpus erectus*) e “Istaten” (*Laguncularia racemosa*).

Se ha podido observar diferencias entre la zona occidental y oriental de la Bahía de Jiquilisco en cuanto al desarrollo del bosque salado: la primera se caracteriza por árboles bajos y menor biomasa así como por soportar mayor presión antrópica. La zona oriental, desde la Bocana de la bahía hasta la zona donde se recibe abundante agua dulce del río Grande de San Miguel (incluyendo las islas como Samuria), presenta rodales muy desarrollados y mayor biomasa. En esta zona parece que existe una mayor diversidad de especies y el

acceso es más complicado para las comunidades y por tanto, la presión antrópica es menor (MARN, 2004).

3.8.2 Hidrología.

En referencia a la hidrología en la Bahía de Jiquilisco, vienen a drenar una gran cantidad de cuencas hidrográficas que van desde la desembocadura del Río Lempa y las cuencas que forman la bahía, a parte de la del Río Grande San Miguel. Descendiendo desde la desembocadura del río Lempa hasta la del Río Murguía, se encuentran las cuencas hidrográficas de los siguientes ríos: El Espino o Borbollón, El Potrero, Nanachepa, Aguacayo, El Cacao, Chahuantique, El Quebrado y el Molino. Todos Ellos constituyen la región de Bahía de Jiquilisco o llamada también entre el Río Lempa y Río Grande San Miguel (MARN, 2004).

3.8.3 Climatología.

Las precipitaciones pueden oscilar entre 1,660 en puerto Parada y 2,019mm en Jiquilisco. La gran variabilidad de precipitaciones durante el año es importante, siendo crítica en los meses de mayo (comienzo de las lluvias), julio (canícula) y octubre (final de las lluvias). Mientras que, la temperatura media anual es de 28.3° C con un máximo de 36° C y siempre con temperaturas medias mensuales superiores a los 20° C. La evapotranspiración media es de 1,944 mm anuales. La humedad relativa en el área es de un 68% (MARN, 2004).

3.8.4 Ámbito ecológico.

Desde el punto de vista ambiental, la Bahía de Jiquilisco constituye una de las principales reservas naturales en El Salvador. La importancia de los ecosistemas dentro de las estrategias de los medios de vida de las comunidades residentes es determinante, ya que la mayoría de población depende de actividades de extracción de los recursos naturales. Hay que mencionar que el valor paisajístico y de interés para la conservación con el que cuenta este sitio es lo que le ha valido ser reconocido por la UNESCO como Reserva de la Biosfera y además de tener la ficha RAMSAR de Humedal (Díaz, 2012).

Según MARN, 2007, citado por Rivera, 2011, actualmente en territorio salvadoreño se dispone, aproximadamente de unas 40,000 ha de manglares. Las principales coberturas ocurren en la Bahía de Jiquilisco (Usulután), (La Unión) y en el Estero de Jaltepeque (La Paz) (**Fig. 10**).

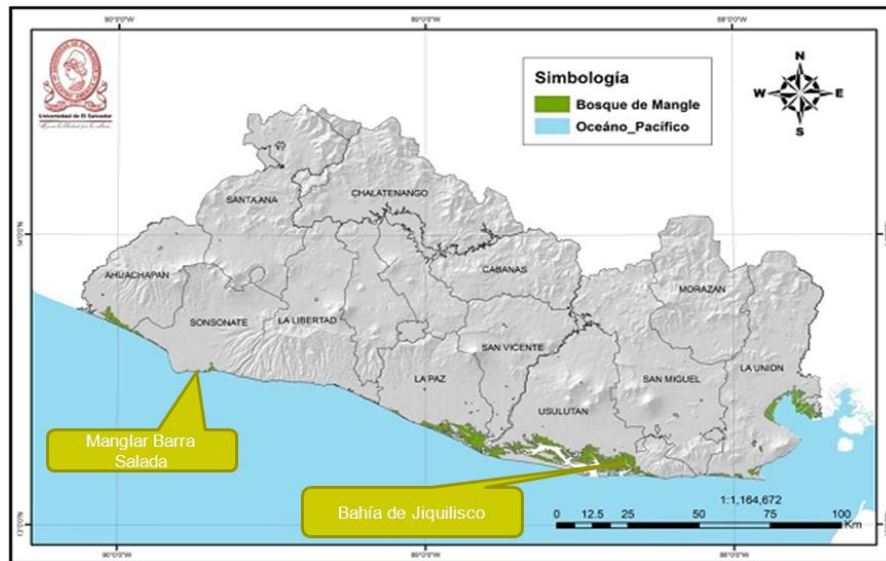


Fig. 10. Cobertura de manglares en El Salvador.

Fuente: Rivera 2011.

3.8.5 Categorías de uso de suelo.

Según Díaz, 2012, en lo que respecta al uso de suelo de la Bahía de Jiquilisco y sus proporciones ha sufrido una serie de variantes desde la década de los 70s hasta el año 2003 (Cuadro 3), tales circunstancias fueron originadas paulatinamente, siendo determinante en estos los acontecimientos que marcaron esos años en El Salvador, como el incremento de la frontera agrícola para cultivos como algodón, café y caña de azúcar, así como también la expansión demográfica (Fig. 11).

Cuadro 3. Categorías de uso del suelo en la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Ocupación del suelo	2003	%
Urbano	2,897.48	2.70
Bosques	19,504.37	18.19
Agua	1,107.80	1.03
Cultivos anuales	11,848.40	11.05
Cultivos mixtos	19,153.60	17.87
Cultivos permanentes	3,796.90	3.54
Caña de Azúcar	9,121.18	8.51
Café	679.27	0.63
Humedales	3,578.30	3.34
Manglar	18,007.40	16.80
Pastos	9,417.40	8.78
Vegetación arbustiva	7,968.02	7.43
Zonas industriales	119.47	0.11
	107,198.70	

Fuente: Díaz, 2011

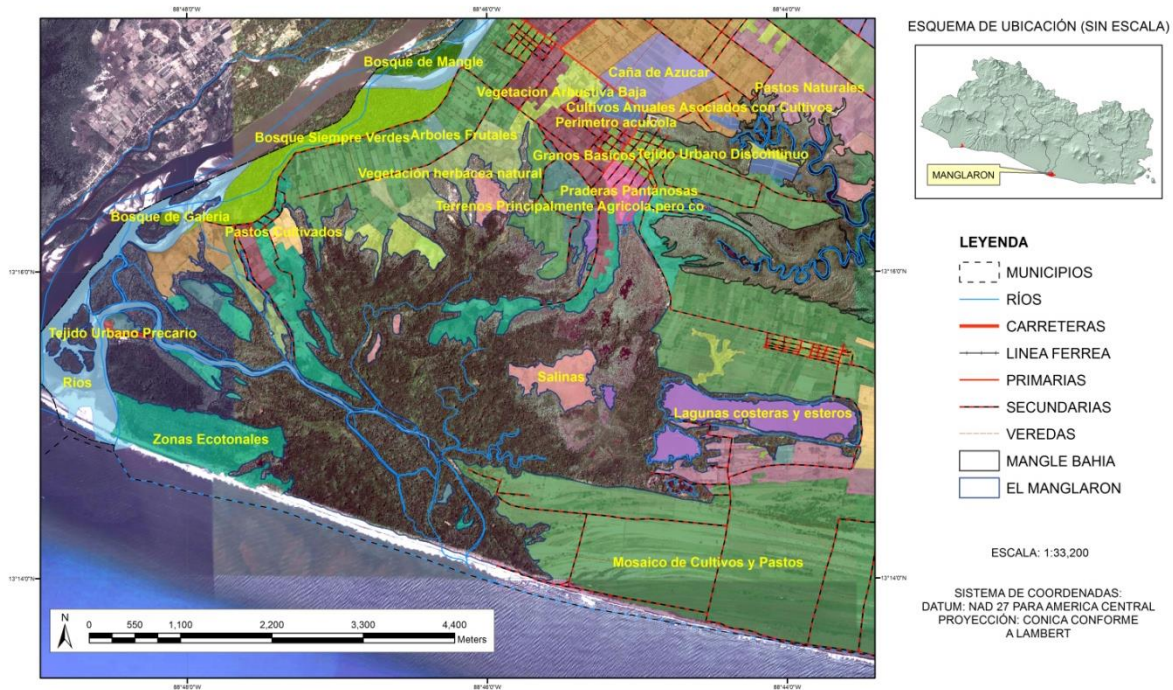


Fig. 11. Mapa de uso de suelo de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Elaborado por: RJ, Martínez Molina, 2013.

3.9 Metodología de muestreo.

Como primer paso se realizó un recorrido minucioso por el manglar Barra Salada y la Bahía de Jiquilisco, dando énfasis a las áreas que presentaban la muerte de los árboles, identificadas con el apoyo de los habitantes del lugar. Para el caso en específico de Barra Salada, también se consideró lo reportado por Menjívar Rosa 2012, el cual indica que la probable causa de muerte del mangle se deba a un Coleoptera de la familia Scolytidae.

Al haber realizado el recorrido en el bosque halófito de ambas zonas y consideración de los antecedentes respectivos a cada lugar, se determinaron los siguientes sitios de muestreo para Barra Salada: El Basurero, El Jiote, El Colegio y Apuyeca; mientras que, para la Bahía de Jiquilisco, son los siguientes: Isla Los Pájaros, El Manglarón y Puerto Maravilla. Con el reconocimiento de las zonas de estudio o de intervención, se procedió a georeferenciarlas, utilizando GPS (**Fig. 12**).



Fig. 12. Georeferencia de zonas afectadas

Sin embargo, a medida se desarrollaba la investigación en los diferentes bosques halófitos objetos de estudio, fueron identificadas nuevas áreas con el fenómeno de muerte de mangle, las cuales fueron incluidas debido a sus características de daño. Para realizar el muestreo, se utilizó la metodología de transecto, debido a su utilidad práctica en investigaciones de campo en las que se busca determinar poblaciones de insectos y su relación e influencia con los bosques en los que se encuentren (Jones *et al.*, 2002), por lo que se instalaron un total de doce transectos distribuidos en ambas zonas de estudio que presentaron daño aparente, es decir, seis por época, cada uno fue marcado para evitar la repetición en el muestreo de un mismo lugar (**Fig. 13.**).



Fig. 13. Disposición de señales de muestreo realizado.

Los muestreos de campo, se realizaron de forma semanal, cada uno con un período de estancia de tres días, hasta concluir con los muestreos planificados en el lugar, para posteriormente repetir el mismo proceso en la siguiente zona, realizando entre ambas épocas del año un total de doce transectos. Los cuales fueron dispuestos de manera tal, que en su longitud se consideró, examinar especies de mangle aparentemente sanas como aquellas muertas. Cada transecto comprendió una longitud de 100 metros, para lo cual se dispuso una cuerda atada a un árbol de mangle en cada extremo, tomando como área de trabajo, un metro a cada lado de la cuerda (Lado “A” y Lado “B”), obteniéndose así un área

total de 200 m² por transecto; además este se encontraba dividido en 20 secciones continuas (cada una de 5 x 2 metros) y se enumeraron secuencialmente del 1 al 20 (**Fig. 14**).

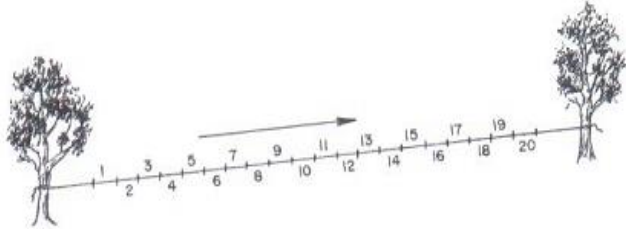


Fig. 14. Esquema del transecto para el muestreo de xilófagos.

Establecidos cada uno de los transectos, se procedió a ubicar trampas multidireccionales artesanales, elaboradas con materiales rústicos y económicamente accesibles, considerando el modelo propuesto por Kovach and Gorsuch, 1985, empleado para la recolección de insectos xilófagos, exclusivamente de la familia Scolytidae. Los materiales para la construcción de la trampa, fueron diferentes con respecto a los empleados por Kovach and Gorsuch; como pared o superficie de contacto (Área de choque del insecto volador), se utilizó cuatro secciones rectangulares de plástico de polipropileno UV (Ultravioleta), empleado comúnmente para la construcción de invernaderos, debido a la disponibilidad del recurso por parte de los investigadores, además, se incluyó un embudo plástico transparente para facilitar que los insectos que chocarán con esta superficie, cayeran al frasco recolector. Para el sostén de toda la armazón de la trampa se utilizó alambre galvanizado calibre 10 (**Fig. 15**).



Fig. 15. Materiales para la construcción de trampa multidireccional.

Las trampas multidireccionales fueron colocadas a una distancia entre sí de 25 metros, obteniendo un total de cinco trampas por transecto, conteniendo una solución de etanol al 70% como atrayente.

Estas fueron colocadas a una altura de 1.20 m atadas con pita nylon y sujetarlas a árboles ubicados dentro del área del transecto. Con el propósito de evitar el rebalse del frasco recolector por agua lluvia, se le colocó de un plato desechable, el cual tiene la función de actuar como tapadera o techo (**Fig. 16**).



Fig. 16. Trampa artesanal multidireccional para captura de insectos xilófagos.

Se realizaron muestreos directos, mediante el descortezado de árboles (Aparentemente sanos y muertos), a fin de recolectar directamente la entomofauna presente. Para realizar esta labor, se trabajó en parejas en cada una de las secciones de 5x2 metros (una persona a cada lado de la sección) o microsítios, que se encontraban componiendo cada uno de los transectos. Todo el material recolectado se depositó en una bandeja plástica blanca, para visualizar y separar con facilidad los organismos recolectados con pinzas entomológicas o aspiradores (**Fig. 17**).



Fig. 17. Muestreo y recolección de insectos.

Los insectos recolectados, fueron dispuestos en viales de vidrio conteniendo etanol al 70%, los cuales contaban con una etiqueta con la información pertinente al lugar de muestreo (T1: Número de transecto, 2: Número de sección del 1-20), M1: Número de microsítio (1-n), Nombre del recolector.

En cada frasco se depositaron los especímenes capturados de cada sección del transecto; evitándose así mezclarlos con otras muestras, ya que esto daría error al momento de realizar los análisis estadísticos y concluir acerca del estudio. Posteriormente se trasladaron al laboratorio para su identificación, separación por taxones, montaje y preservado.

En lo que respecta a la captura de insectos voladores presentes en cada transecto, se usaron redes entomológicas y el material recolectado (específicamente mariposas), fue colocado en sobres de papel. Estos de igual forma fueron rotulados con la fecha de captura, método de recolección, características físicas del hospedero y zona de recolecta. Posteriormente, el material fue llevado a laboratorio para su montaje haciendo uso de alfileres entomológicos.

Inclusive, se tomaron muestras de agua de tipo intersticial (agua contenida entre los poros del sedimento) para determinar la salinidad en las dos diferentes épocas en El Salvador (Seca y Lluviosa). Se escogieron sitios al azar en el manglar de Barra Salada y se introdujo la mano a una profundidad de 20 a 30 cm hasta entrar en contacto con el sustrato, posteriormente se recogió el sedimento, este se dispuso sobre una manta y fue exprimido con el propósito de obtener el agua de tipo intersticial y depositada en pequeños frascos plásticos que posteriormente se colocaron en un recipiente hermético con hielo, para evitar la evaporación del líquido (**Fig. 18**).



Fig. 18. Toma de muestra de agua.

Todo el material recolectado, fue llevado a la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, para realizar las pruebas pertinentes.

3.10 Variable ambiental (DAP).

Esta información tiene mucha importancia, ya que permite definir la relación de la actividad o no de las asociaciones de insectos barrenadores en un sitio determinado. Las mediciones y toma de datos fueron las siguientes:

Árboles vivos con diámetros mayores de 10 centímetros

Troncos largos de árboles muertos con un diámetro mayor de 10 centímetros

Troncos pequeños entre 5 y 10 centímetros de diámetro

Como se mencionó anteriormente se tomaron, datos de árboles vivos y muertos con diferentes características de diámetro a la altura del pecho, con el objeto de relacionar tal información con la biodiversidad de insectos encontrados en determinado sitio (**Fig. 19**).



Fig. 19. Toma de datos de variable ambiental

Los estudios demuestran que el número y diversidad de insectos está influenciado por el número de árboles, así tenemos que en los bosques primarios, la diversidad de insectos consumidores de madera es mayor que en un terreno dedicado a la agricultura (Jones, *et al.*, 2002).

3.11 Metodología de laboratorio.

El material biológico recolectado fue transportado a la colección de insectos acuáticos ubicados en la planta baja de la biblioteca de Ingeniería de la Universidad de El Salvador. Posteriormente, cada uno de los especímenes fue montado e identificado en Orden y Familia, mientras que otros, hasta género, con la ayuda de claves taxonómicas, uso estereoscopio y microscopio compuesto (**Fig. 20**). Entre las publicaciones empleadas para la identificación de insectos xilófagos del Orden Isóptera están: Fontes 1992; Nickle y Collins 1992; Constantino 2001 y un estudio de termitas de El Salvador (Sermeño *et al.*, 2003). Mientras que, para la identificación de insectos xilófagos del Orden Coleóptero familia Scolytidae, se usó el libro de Triplehorn y Johnson, (2004) y White (1983); y para la familia Cerambycidae el documento ilustrativo de Maes *et al.*, (s.f.).



Fig. 20. Montaje e identificación de insectos.

En el caso de los insectos de la familia Scolytidae recolectados, se enviaron muestras a un especialista el Dr. Jiri Hulcr de la Universidad de Gainesville Florida, específicamente a School of Forest Resources and Conservation, para la respectiva identificación de los mismos.

Las mariposas, particularmente las Crambidae, fueron enviadas a la Dra. Alma Solis de Systematic Entomology Laboratory, Agricultural Research Service, Department of Entomology, Smithsonian Institution, US Department of Agriculture.

Del total de insectos inmaduros recolectados (larvas y pupas), una parte fue preservada (Exclusivamente especímenes del orden Isoptera y Coleoptero) en etanol 70% y el resto se criaron en frascos o bolsas plásticas transparentes de 25 libras, utilizando como fuente alimenticia la dieta artificial (compuesta por afrecho de trigo) comúnmente empleada para especies de insectos de *Diatraea sp.* (**Fig. 21.**) o madera del mangle en el que fueron encontrados.



Fig. 21. Cría y alimentación de xilófagos inmaduros (larvas) con dieta para *Diatraea sp.*

Los insectos inmaduros y adultos fueron fotografiados con la ayuda de un microscopio y estereoscopio, con el objetivo de elaborar el documento ilustrativo de los insectos xilófagos asociados al mangle (A.4).

3.12. Metodología Estadística.

El análisis de la diversidad de las comunidades de artrópodos, se hizo con la ayuda del Dr. Daniel Dos Santos (Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina) quien aplicó el software SPADE (Chao 2005), utilizando índices especialmente diseñados para el estudio de comunidades biológicas, entre los cuales están:

3.12.1 Índice de Shannon-Weaver.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de "S" especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes "S-1" especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las "S" especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Smith y Smith, 2001). A continuación se expresa, la respectiva fórmula para el cálculo de dicho índice:

Donde:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i.$$

H' = diversidad de especies,

S = número de especies y,

p_i = proporción de individuos en el total de la muestra que pertenecen a la especie i (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de individuos de todas las especies.

3.12.2. Coeficiente de Kendall

Este coeficiente mide la asociación entre dos variables a nivel nominal o clasificadorio. Los valores que pueden alcanzar oscilan entre -1 y +1; cuando es igual a -1, indicara una completa disociación entre las variables, y si es igual a +1, mostrara una asociación total.

En caso de que el valor sea igual a cero, se concluye que no hay una asociación o relación entre las variables, lo cual es diferente al hecho de que exista una disociación completa (Rojas Soriano, 2005).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Caracterización Biofísica del Área natural protegida Los Cóbano, Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

La investigación se realizó en diferentes sitios, de acuerdo a la manifestación de daño en el bosque de mangle y a las observaciones hechas por parte de los habitantes de la playa de Barra Salada, entre los cuales podemos mencionar: El Basurero 1, El Basurero 2, El Basurero 3, El Jote, Apuyeca 1, Apuyeca 2, El Compacto y El Colegio.

Sin embargo, es importante destacar que no todos los sitios pudieron ser muestreados en ambas épocas del año (seca y lluviosa), razón por la cual, en el análisis estadístico, el material recolectado (Insectos asociados al bosque de mangle) considerado, fue únicamente de aquellos sitios donde se tenía consistencia en los datos (Cuadro. 4). Debido a la diferencia de períodos entre una solicitud y otra, para la recepción de solicitudes y su estudio pertinente; se inició primero con los muestreos en Barra Salada y posteriormente en Bahía de Jiquilisco. También, mientras se desarrollaba la investigación, se fueron reconociendo nuevos sitios con características similares, a las encontradas en el reporte hecho por el Ing. Rafael Menjívar Rosa¹ en Barra Salada, Sonsonate, razón por la cual se iban incluyendo en los muestreos con transectos.

¹ Menjívar Rosa, R.A. 2011. Estado actual del bosque de mangle en Barra Salada, Los Cóbano, SV, Sonsonate. Universidad de El Salvador.

Cuadro. 4 Sitios de muestreo en Barra Salada, Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador.

Número de Transecto	Nombre del Transecto	Fecha	Época
1	El Basurero 1	09/08/2012	Lluviosa
2	El Colegio	16/08/2012	Lluviosa
3	El Basurero 2	16/08/2012	Lluviosa
4	Apuyeca	23/08/2012	Lluviosa
5	El Jote	14/09/2012	Lluviosa
1	El Basurero 1	01/12/2012	Seca
2	El Colegio	19/01/2013	Seca
3	El Basurero 2	15/12/2012	Seca
4	Apuyeca	12/01/2013	Seca
5	El Jote	05/01/2013	Seca

A continuación, se presenta una caracterización biofísica general de los ocho sitios muestreados de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador:

4.1.1 Características del Sustrato

Existen diferentes condiciones topográficas, entre los sitios muestreados en Barra Salada del Complejo de Área Natural Protegida Los Cóbano, por tal razón, en algunos casos existe un flujo o movimiento ininterrumpido del agua.

El sustrato donde se llevaron a cabo los muestreos, es muy inestable, e incluso la situación se agravaba, cuando éstos entraban en contacto con el agua (momentos de marea alta). A excepción de uno de los sitios, denominado por los investigadores como “El Compacto”, perteneciente a Barra Salada, debido a la característica peculiar del suelo, el cual, es muy estable y con cierto grado de compactabilidad; al tomarse las respectivas muestras para este sitio, se volvió complicado debido a las características del mismo, debido al cambio notorio en el perfil y composición del suelo, sin embargo, es importante destacar que no se llevó a cabo, ningún tipo de análisis del sustrato.

Respecto al uso del suelo en la periferia del bosque halófito, de acuerdo al levantamiento topográfico generado, se tiene que existe un área considerablemente grande en conflicto (1,220.706 mz. contemplando grado “alto” y “medio”), se está sobreexplotando con caña de azúcar (**Fig. 22**).

A medida se desarrollaba la investigación, se encontraron pequeños espacios agrícolas productivos de granos básicos (Maizales), en su mayoría dentro del bosque, los cuales, al indagarse respecto a su manejo agronómico, se emplean diversos agroquímicos (Cuadro. 5)

Cuadro. 5 Agroquímicos empleados en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Nombre Producto	Grupo	Uso agrícola
Paraquat	Dipiridilo	Herbicida
Phoxim	Organofosforado	Insecticida
Atrazina	Atrazina	Herbicida
Paratión	Metil paration	Insecticida
Carbofurán	Carbofuram	Insecticida
Metamidofós	Organofosforado	Insecticida

Como se puede observar en el cuadro anterior, algunos de los productos identificados son herbicidas, como la atrazina, el cual, es degradable en el ambiente y con poca tendencia a bioacumularse en las plantas; sin embargo, existen riesgos de fitotoxicidad en caso de aplicaciones no controladas, según el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud 1993, referente a ello, González Márquez y Hansen, 2014, mencionan que hay un relación directamente proporcional en términos del incremento de la salinidad en contraste con la adsorción del químico o cualquier otro plaguicida al suelo, y para el caso en particular del herbicida selectivo Atrazina desfavoreció su desadsorción y favoreció su adsorción, pero estas circunstancias dependen también de las características del agroquímico y del sustrato. Mientras que, el paraquat, su persistencia en los cuerpos de agua puede ser mayor que en la tierra, por la baja disponibilidad de oxígeno, su potencial de bioconcentración es insignificante; sin embargo, puede bioacumularse en las plantas acuáticas. Además de ello, según el Consejo Consultivo Laboral Andino (CCLA), 2006, el Paraquat, Phoxim y Paratión, son productos considerados como parte de la “Docena Sucia”, debido a que se desconocen sus efectos en el medio ambiente, sobre cualquier otra implicación que estos puedan generar al utilizarse.

Inclusive, se hace uso de productos, como Paratión y Carbofurán, los cuales no son bioacumulables, pero si presentan riesgo de intoxicación a especies acuáticas (peces).

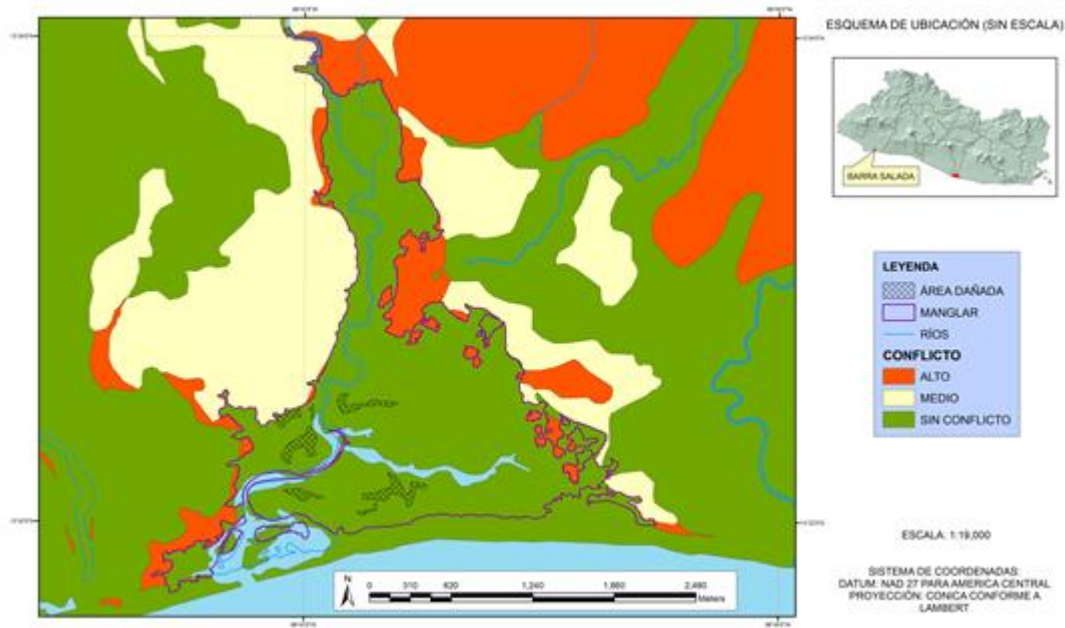


Fig. 22. Conflicto de uso del suelo en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.
Elaborado por: RJ, Martínez Molina, 2013.

4.1.2 Hidroperíodo y afluentes de agua del manglar

La profundidad del agua es variable, puede oscilar entre los 0.05 a 0.60 m. Es importante destacar que, el afluente que suministra el recurso hídrico al ecosistema (manglar), específicamente en la época seca, disminuye significativamente su caudal. Dicha circunstancia, provoca que la bocana se obstruya desde hace cinco años aproximadamente, debido a una serie de cambios en la trayectoria del afluente.

4.1.3 Análisis de Agua Intersticial

Al haber considerado y registrado el avanzado deterioro de los árboles de mangle, específicamente la muerte de Sincahuite, y tomando en consideración los estudios realizados por el Ing. Nicolás Atilio Méndez², como representante del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el año 2011; se planificaron y ejecutaron diferentes actividades en pro de la investigación, como una iniciativa por parte de los investigadores, para generar una perspectiva más amplia, de las condiciones bajo las cuales se encontraba el manglar, una de las actividades desarrolladas fue la toma de muestras de agua tipo intersticial, medido en las dos épocas del año, con el objetivo de determinar los niveles de salinidad del ecosistema de manglar.

² Méndez, NA. 2013. Muerte del mangle (*Lagunaularia racemosa*) en Barra Salada. SV, Sonsonate. Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Los valores resultantes, de dichos análisis varían significativamente, obteniéndose rangos de 49.8 ppm hasta 32.5 ppm en época seca y 10.1 a 27.7 en época lluviosa.

Al determinar las medias de las pruebas hechas al mismo sitio, pero en diferentes épocas y compararlas entre sí, se tienen valores promedios de salinidad de 22.65 ppm en época seca y 37.7 ppm en lluviosa. En ambas condiciones, teóricamente según Barrence *et al.*, 2003, estas características químicas, no son las adecuadas para el desarrollo y crecimiento del mangle, específicamente, de la especie *Laguncularia racemosa*, la cual según observaciones en campo, fue la más afectada en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. En este caso en particular, resulta imposible el reconocer o determinar que esas condiciones se mantuvieron durante todo el período de desarrollo de la investigación, o incluso si estas eran las mismas a partir del momento en que el fenómeno inicio (Muerte de mangle Sincahuite) (A.5).

Estas pruebas se realizaron únicamente en Barra Salada, debido a la poca disponibilidad de recursos económicos, razón que limitó realizar un monitoreo más completo y amplio respecto a esta variable, enfocando los esfuerzos con base a las características de daño del bosque salado.

4.1.4 Vegetación

En todas las áreas muestreadas dentro del complejo Los Cóbanos, se pudo observar mangle Sincahuite, botoncillo y mangle rojo. Entre las especies arbóreas más afectadas, de acuerdo a los habitantes de Barra Salada, es Sincahuite (*Laguncularia racemosa*). El área dañada, fue georeferenciada mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), circulando sobre toda su periferia, y posteriormente las coordenadas respectivas se insertaron en el programa de ArcGis, con el apoyo del Ing. Ronald Martínez Molina; determinándose que el total de área de daño, fue de 18.18 mz de bosque muerto.

Sin embargo, es importante recalcar, que los árboles encontrados dentro del área dañada, en algunos casos no pudieron ser identificados, debido a las circunstancias de severidad de daño, en las que fueron encontrados (troncos en pie muertos, sin follaje y exposición de tocones), además de que, son troceados y extraídos para combustible (leña) (Fig. 23).

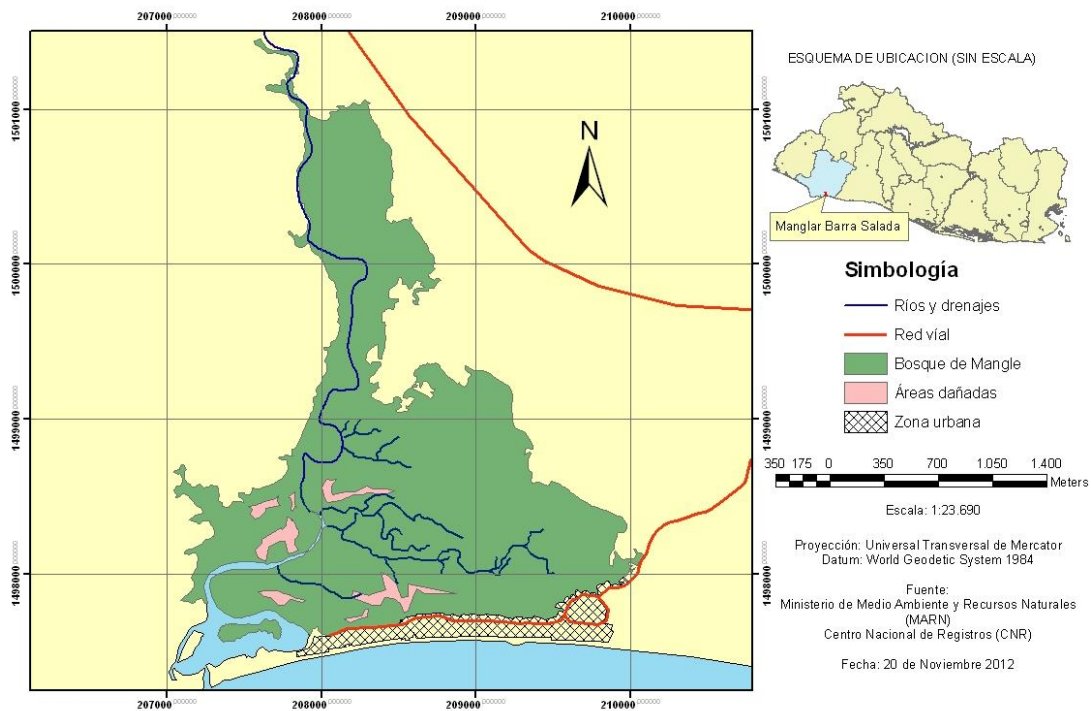


Fig. 23. Mapa de zonas dañadas de mangle en el Complejo de Área Natural Protegida Los Cóbanos, Sonsonate, El Salvador.
Elaborado por: RJ, Martínez Molina, 2012.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para el mismo sitio en particular (Barra Salada), reportó 40 ha de bosque de mangle muerto; equivalente a 57.23 mz en el año 2011. Esta diferencia probablemente se deba a que el estudio de la institución gubernamental, abarco otras áreas de bosque para el muestreo. En el sitio se identificaron dos fenómenos de transcendencia, en lo que respecta a la supervivencia del manglar, el primero de ellos, es la emergencia natural de vegetación de mangle, y el segundo, la pérdida de área colonizada comúnmente por Sincahuite; actualmente puede observarse botoncillo y mangle rojo, de acuerdo a la cantidad encontrada en un área de 25 m², situación constatada en las dos épocas marcadas en El Salvador (Seca y Lluviosa).

4.2 Caracterización Biofísica de la Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

La investigación se realizó en diferentes sitios, de acuerdo a la manifestación de daño en el bosque de mangle, y a las observaciones hechas por parte de los habitantes de Isla de Méndez de Bahía de Jiquilisco, entre los cuales se pueden mencionar: El Manglarón, El Arenal, Puerto Maravilla e Isla de Los Pájaros.

Sin embargo, es importante destacar que no todos los sitios pudieron ser muestreados en ambas épocas (Seca y Lluviosa), razón por la cual, el análisis estadístico y el material recolectado (Insectos asociados al bosque de mangle), que se consideró, fue únicamente de aquellos transectos donde hubo consistencia en los muestreos, el cual se presenta a continuación:

Cuadro 6 Transecto realizados en Bahía de Jiquilisco.

Numero de Transecto	Nombre del Transecto	Fecha	Época
1	Manglarón	10/11/2012	Lluviosa
1	Manglarón	26/01/2013	Seca

Elaborado por: ME, Flores Romero; H, Ruiz Mejía y US, Salas Sayes, 2013.

A continuación, se presenta una caracterización biofísica general de los cuatro sitios muestreados en Bahía de Jiquilisco.

4.2.1 Características del Sustrato.

La mayoría de los lugares, presentaron sustratos muy estables, a excepción de la Isla de Los Pájaros. Es importante destacar que, el sitio de muestreo, El Manglarón, perteneciente al cantón de San Juan del Gozo, muestra dos sustratos diferentes; el primero compuesto por arena y sin cobertura vegetal; mientras el segundo por materia orgánica y con cobertura arbórea. Según CESTA - Amigos de la Tierra, 2011, menciona que el drástico cambio en el sustrato del manglar, provocado por el cambio climático, ha conllevado a la muerte de las especies nativas de mangle a través de la erosión hídrica causada por el mar.

4.2.2 Hidroperíodo y afluentes del manglar

La dinámica de la marea cambia constantemente, adelantándose 45 minutos cada 12 horas, razón por la cual, las actividades de muestreo se realizaron según esta variante.

Un aspecto a destacar en el sitio llamado El Manglarón de la Bahía de Jiquilisco, es que en la época de verano, la vertiente secundaria del río La Tirana, que alimenta al ecosistema se ve limitado y afectado negativamente, debido a la construcción de una borda por el dueño del terreno para beneficio propio; según lo manifestado por residentes del lugar. Mientras que, en El Arenal (Bahía de Jiquilisco), el sustrato que mantiene al bosque halófito, presentaba resequedad (agrietamiento), circunstancia que probablemente se deba a la elaboración de una borda dispuesta transversalmente al bosque de mangle, que interrumpe

el flujo de agua. La obra obedece a conflictos de tipo administrativos, entre los habitantes de la zona y la ADESCO de La Tirana.

4.2.3 Vegetación

Las especies de mangle identificadas en Bahía de Jiquilisco son: Sincahuite, Mangle rojo y Botoncillo. En el año 2010, la Isla de Los Pájaros en Bahía de Jiquilisco, sufrió un cambio drástico, perdiendo casi por completo las especies vegetativas nativas. Posteriormente, se llevó a cabo su reforestación con apoyo de la Asociación Mangle, de acuerdo a las especies arbóreas que allí existían.

También se estudió y georeferenció la zona denominada comúnmente, por los habitantes de la Bahía como “El Arenal”; obteniéndose como resultado un área pérdida de 19.90 mz (13.91 Ha), la cual, según argumento del Sr. David Paz³, presidente de la ADESCO de San Juan del Gozo, se debe a la quema del bosque, en períodos de ausencia de lluvias. Sin embargo, no existe otro antecedente o registro que lo fundamente. Es importante destacar que, a través de los muestreos, no se observó daño aparente por insectos de la familia Scolytidae u otros. En El Manglarón (Bahía de Jiquilisco), según CESTA – Amigos de la Tierra, 2011, reporta la pérdida de aproximadamente de 10 a 50 m de ancho de bosque de manglar, a lo largo de la costa de El Salvador. Sin embargo, de acuerdo, a los datos tomados en esta investigación, se constató que el área dañada en este sitio en particular es muy extensa, teniéndose un total de 13.85 mz (9.68 Ha) de mangle muerto; el material residual (tocones y troncos descortezados) debido a su estado no pudo identificarse.

La causa probable a la situación anteriormente planteada, puede deberse a la acción erosiva de las olas del mar; sin embargo, pese a la pérdida del sustrato, que sustentaba al manglar, existe una regeneración natural, aunque no necesariamente de las especies nativas o propias de esa franja en particular (*Ryzophora mangle*). Mediante el desarrollo de la investigación, se programó y ejecutaron actividades ajenas a los objetivos planteados; sin embargo, estas contribuyen al propósito de la misma. Entre estas, podemos mencionar, la elaboración de mapas de las zonas estudiadas, en las que se determinaron los diferentes usos de suelo, en la periferia del bosque halófito y de esta manera, identificar zonas en conflicto de acuerdo al potencial de cada uno de los estratos allí presentes (**Fig. 24.**).

³ Paz, D. Muerte de mangle en Bahía de Jiquilisco (entrevista). SV, Usulután. Asociación de Desarrollo Comunal de San Juan del Gozo.

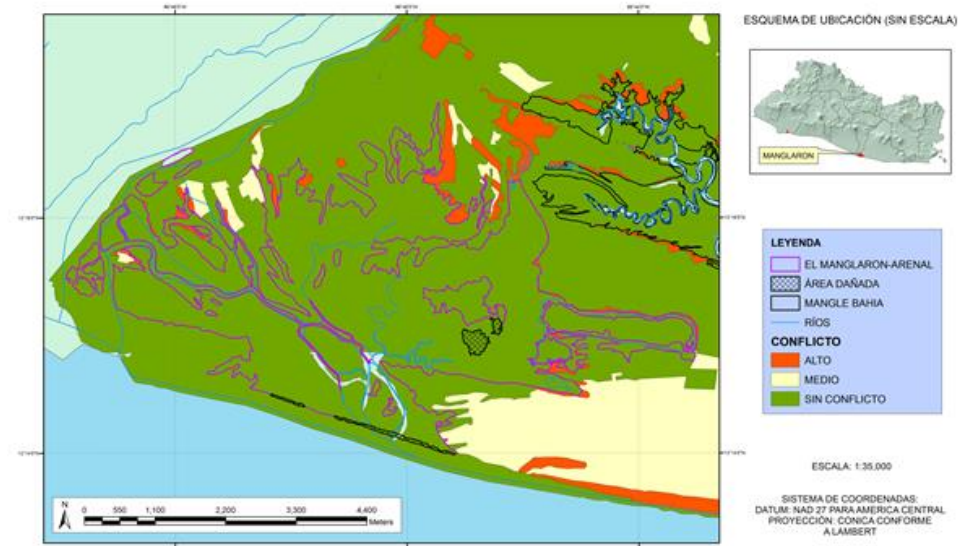


Fig. 24. Mapa de conflicto de uso en manglar de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Elaborado por: RJ, Martínez Molina, 2013.

Como se puede observar en la figura anterior, la presión ejercida por la frontera agrícola, producto de la constante lucha por la satisfacción de las necesidades fisiológicas, por los incrementos poblacionales del ser humano, es significativa, siendo un total de 1,378.40 mz., considerando grado “alto e intermedio” en conflicto. Es importante destacar que la mayor presión la ejercen los cultivos de granos básicos y pastos (Fig. 25.).

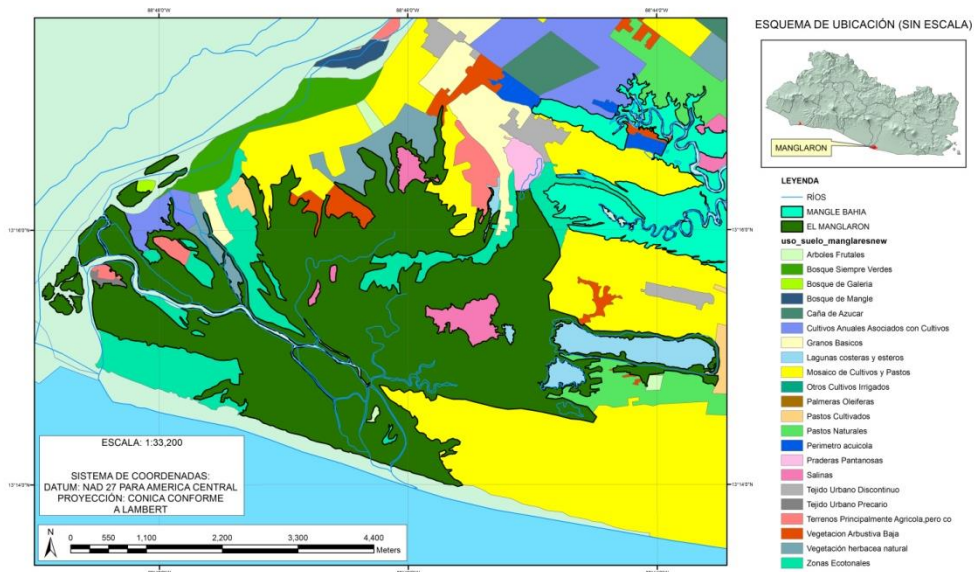


Fig. 25. Mapa de uso potencial del suelo de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Elaborado por: RJ, Martínez Molina, 2013.

4.3 Insectos xilófagos asociados al bosque de manglar.

Se identificaron un total de 37 familias de insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. De dichas familias, 13 son xilófagos independientemente del estado del espécimen recolectado (Larva o adulto); mientras que los restantes (24), tienen diferentes hábitos alimenticios y roles ecológicos (Depredadores, omnívoros, descomponedores, entre otros) (Cuadro.7).

Cuadro. 7 Familias y hábitos alimenticios de los insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Orden	Familias de Insectos Xilófago	Familias de Insectos No xilófago
Coleoptera	Cerambycidae, Scolytidae, Rhyzophagidae, Platypodidae, Buprestidae, Curculionidae, Scarabaeidae, Alleculidae y Anthribiidae.	Chrysomelidae, Bostrichidae, Trogositidae, Cucujidae, Staphylinidae, Oedemeridae, Anthicidae, Ciidae, Scirtidae, Elateridae, Tenebrionidae, Colydiidae, Silvanidae, Carabidae, Bruchidae, Cleridae, Ptilodactylidae, Cantharidae y Lampyridae.
Lepidoptera	Crambidae	Megalopygidae y Psychidae.
Isoptera	Termitidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae.	
Homoptera		Membracidae y Cicadellidae. Coccidae
TOTAL	13 Familias	24 familias

Los insectos inmaduros recolectados en los muestreos, se alimentaron con dieta artificial, empleadas comúnmente para insectos inmaduros del genero *Diatraea sp.* (Compuesta a base de afrecho de arroz), para su posterior identificación, específicamente, insectos del orden Coleoptera, cuyas familias son Oedemeridae y Cerambycidae. Inclusive, aquellos especímenes encontrados alimentándose de follaje y brotes de árboles de mangle (Mangle

rojo = Isla de Los Pájaros de la Bahía de Jiquilisco, Usulután), se capturaron y criaron, utilizando como fuente de alimento, follaje del espécimen de mangle respectivo de donde fue recolectado (A.4).

Es importante recalcar, que son cinco familias consideradas plagas del mangle, citadas por la literatura (Scolytidae, Tortricidae, Buprestidae, Cossidae y Termitidae); sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, solo tres fueron recolectadas (Scolytidae, Termitidae y Buprestidae), en las zonas de estudio (Barra Salada y Bahía de Jiquilisco), a través del método directo o indirecto, pero esto no necesariamente implica, la captura del mismo espécimen en cuanto al género y especie del insecto.

Los xilófagos recolectados mediante el muestreo, fueron en su mayoría insectos considerados secundarios, debido a que, fueron recolectados de troncos y tocones; material que estaba en un estado de descomposición, circunstancias de las que se valieron estos insectos oportunistas. La excepción, fue la de algunas familias identificadas del orden Isóptera, como la Kalotermitidae (*Neotermes sp.*), que según Sermeño 2003, algunas especies realizan túneles en árboles vivos.

Todos los insectos resultantes de los muestreos, fueron agrupados de acuerdo a la época del año en la que fueron recolectados (Lluviosa y Seca), para realizar un mejor análisis. De lo anterior, se obtuvo como resultado 273 insectos, lo que equivale a 19 familias, considerando únicamente el sitio de muestreo Barra Salada, con el método directo; mientras que, en Bahía de Jiquilisco, considerando las mismas épocas, se recolectaron 171 especímenes, correspondiendo a 21 familias, tomando en cuenta el mismo método de captura (Directo = Manual) (**Fig. 26.**).

EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA	
Familias	N° especimenes	Familias	N° especimenes
Oedemeridae	0	Oedemeridae	26
Trogossitidae	6	Trogossitidae	5
Cucujidae	4	Cucujidae	3
Chrysomelidae	8	Chrysomelidae	1
Anthicidae	9	Anthicidae	0
Scolytidae	76	Scolytidae	3
Cerambycidae	0	Cerambycidae	3
Scarabaeidae	5	Scarabaeidae	0
Platypodidae	1	Platypodidae	0
Elateridae	1	Elateridae	0
Crambidae	21	Crambidae	0
Buprestidae	1	Buprestidae	0
Tenebrionidae	1	Tenebrionidae	0
Ciidae	30	Ciidae	0
Alleculidae	1	Alleculidae	0
Anthribidae	1	Anthribidae	0
Kalotermitidae	9	Kalotermitidae	53
Termitidae	3	Termitidae	1
Rhizophagidae	1	Rhizophagidae	0
TOTAL	178	TOTAL	95

Fig. 26. Diversidad de familias asociadas al bosque de mangle de Barra Salada por época en Sonsonate, El Salvador (Método Directo).

Sin embargo, al comparar la fluctuación poblacional insectil, se tiene que en la época lluviosa, la familia Scolytidae y Ciidae son dominantes; mientras que en la época seca, se registró una baja población de especímenes recolectados, respectivamente con las mismas familias (**Fig. 27**) y se reportan valores de abundancia relativamente altos, con Oedemeridae y Kalotermitidae.

EPOCA LLUVIOSA		EPOCA SECA	
Familias	N° especimenes	Familias	N° especimenes
Oedemeridae	0	Oedemeridae	4
Membracidae	1	Membracidae	0
Trogossitidae	1	Trogossitidae	0
Coccidae	4	Coccidae	0
Cucujidae	13	Cucujidae	5
Chrysomelidae	33	Chrysomelidae	0
Anthicidae	4	Anthicidae	0
Megalopygidae	6	Megalopygidae	0
Derodontidae	0	Derodontidae	5
Saturniidae	3	Saturniidae	0
Cerambycidae	1	Cerambycidae	2
Rhizophagidae	0	Rhizophagidae	1
Cicadellidae	3	Cicadellidae	0
Curculionidae	1	Curculionidae	0
Psychidae	6	Psychidae	0
Scirtidae	2	Scirtidae	0
Scarabaeidae	5	Scarabaeidae	0
Colydiidae	6	Colydiidae	0
Kalotermitidae	12	Kalotermitidae	8
Termitidae	22	Termitidae	22
Rhinotermitidae	1	Rhinotermitidae	0
TOTAL	124	TOTAL	47

Fig. 27. Diversidad de familias asociadas al bosque de mangle de Bahía de Jiquilisco por época (Método Directo).

En base a la anterior figura correspondiente a los datos de Bahía de Jiquilisco, en primer lugar existe una mayor diversidad en términos de grupos familiares y la dominancia no es de dos familias sobre las restantes como ocurrió en Barra Salada, sino de cinco, las cuales son: Chrysomelidae, Termitidae, Crambidae, Cucujidae y Kalotermitidae, en período lluvioso. Pero, el panorama cambia al establecerse la época seca, siendo la única familia dominante Termitidae.

Es importante destacar que, los datos anteriores y sus contrastes, están hechos en base a toda aquella muestra insectil recolectada durante toda la investigación, sin importar, si hubo constancia de muestreo en todos los sitios en las diferentes épocas (Lluviosa y Seca).

Lo cual indica claramente, una marcada gradiente en términos de diversidad, y de igual manera referente a la abundancia de un sitio con el otro. La gradiente insectil, en cuanto a las familias xilófagas según las épocas del año, podría deberse a la coincidencia y manifestación de algún estrés, provocado por un desequilibrio en las concentraciones de salinidad, en el cuerpo de agua del ecosistema costero marino. Inclusive, fundamentando lo anteriormente mencionado, se tomaron muestras de agua en Barra Salada (Reporte de

Scolytidae) y los resultados obtenidos en rangos, fueron de 49.8 ppm hasta 32.5 ppm de salinidad en época seca y 10.1 a 27.7 ppm de salinidad en época lluviosa, factores abióticos que no son adecuados para el desarrollo del mangle (*Laguncularia racemosa*), condiciones que según Oviedo Machuca, 2012, inciden en el deterioro gradual del bosque halófito y además de ello, lo predisponen a este tipo de condiciones de ataque por insectos. Así como también, dicha abundancia podría estar siendo influida por las condiciones climáticas establecidas en ese momento (Mayo a Diciembre= Época Lluviosa), que involucraba la permanencia del insecto en las cercanías del bosque o dentro del mismo en un determinado sitio, concentrándose poblaciones altas de determinados grupos familiares insectiles, además referente a ello, según Dos Santos⁴, 2014, el análisis de correlación entre la abundancia de insectos xilófagos, versus los no xilófagos, el coeficiente de Kendall calculado, no resultó significativamente diferente de 0 (Kendall's tau = -0.04926168; P = 0.8028), es decir, no existe correlación u asociación entre ambos grupos (Xilófagos – No xilófagos) de insectos a lo largo de los diferentes sitios.

Aritméricamente, como se pudo observar anteriormente, existe una marcada diferencia entre la abundancia y diversidad recolectada, en comparación con ambos sitios de muestreo, pero al analizar detenidamente esta variable en particular, según el índice de Shanon-Weaver, ambos sitios de muestreo, presentan un valor bajo en promedio, indicando poca diversidad y equitatividad, en otras palabras, en este caso en particular Scolytidae, Termitidae y Kalotermitidae, son dominante sobre las demás; sin embargo, bajo la misma perspectiva de análisis, el período de lluvias, según su índice calculado, tiene mayor número de familias y abundancia en ese momento que en la época seca.

Es importante recalcar que, en términos de rangos calculados del índice de Shanon-Weaver, la época seca alcanza valores de 1.1 aproximadamente hasta "0"; mientras que, la lluviosa va de 1.8 aproximadamente a 1.0; indicando que la desigualdad en diversidad, es mayor y que la equitatividad entre sí es menor; por lo que se considera que esta se asemeja a la de un área desértica.

⁴ Dos Santos, D. 2014.a. Coeficiente de Kendall. (Correo electrónico). Argentina. Universidad Nacional de Tucuman.

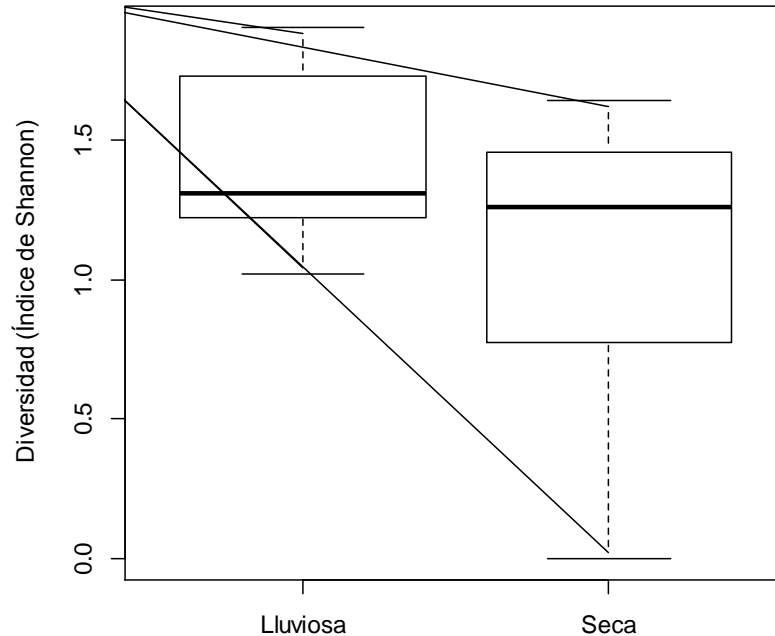


Fig. 28. Diversidad de entomofauna según índice de Shanon-Weaver en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador (Método de captura directo).

4.3.1 Uso de trampas multidireccional.

Como se ha venido mencionando anteriormente, el uso de trampas en este estudio es a nivel experimental, y precisamente debido a ello, es que se incluye en la investigación, con el objetivo de generar un fundamento en cuanto al uso de dicha metodología, respecto a sus fines de uso (Diversidad de familias capturadas), adaptaciones u materiales que podrían utilizarse como sustitutos para su construcción en base a los modelos originales, para su incorporación en futuras investigaciones en bosques de manglar u otros ecosistemas.

Kovach and Gorsuch 1985, reporta el uso de la trampa multidireccional, para la captura de insectos de la familia Scolytidae; sin embargo, en los resultados de la investigación empleando como atrayente etanol, a una concentración del 70%, se tienen recolectados 292 especímenes, lo que corresponde a 21 familias (Cuadro. 8), situación que indica que es un método de captura eficiente y eficaz, que puede utilizarse como complemento al método de recolecta manual o directo, en este tipo de investigaciones donde se haga uso del estudio de especies claves en ecosistemas complejos.

Sin embargo, es importante destacar que, al comparar, los resultados obtenidos de recolecta; se tienen 444 insectos capturados de forma manual en la época Lluviosa y Seca, representados en 30 familias y para ambos sitios de estudio (Barra Salada y Bahía de Jiquilisco); mientras que, con el empleo de trampas, fueron capturados 292 especímenes, equivalente 21 familias, específicamente para Barra Salada. Pero, a través de este último método mencionado, se tienen ocho taxa diferentes mas (Staphylinidae, Bruchidae, Bostrichidae, Cantharidae, Silvanidae, Ptylodactilidae, Noteridae y Cleridae), lo cual, podría implicar que existe cierta atracción de estos grupos insectiles hacia la solución atrayente (Etanol al 70%).

Además, se encontró cierta frecuencia entre lo capturado con los métodos empleados, obteniéndose, 13 familias en común (Alleculidae, Anthicidae, Anthribidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Colydiidae, Cucujidae, Curculionidae, Oedemeridae, Platypodidae, Rhizophagidae, Scolytidae y Trogositidae), es decir un 43% de las 30 grupos familiares (100%) capturados manualmente, sin considerar los taxa nuevos. A demás al comparar los resultados de ambos métodos de recolecta, se encuentra un total de 5 familias de xilófagos comunes.

Cuadro. 8 Familias y cantidad de insectos recolectados mediante el trapeo en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Época	Cantidad de Insectos	Cantidad en familias	Familias
Lluviosa	118	15	Platypodidae, Chrysomelidae, Scolytidae, Cucujidae, Staphylinidae, Colydiidae, Bruchidae, Rhizophagidae, Curculionidae, Anthribidae, Bostrichidae, Cantharidae, Silvanidae, Trogositidae y Oedemeridae
Seca	174	13	Platypodidae, Scolytidae, Chrysomelidae, Cucujidae, Bostrichidae, Trogositidae, Oedemeridae, Cerambycidae, Ptylodactilidae, Noteridae, Cleridae, Alleculidae y Anthribidae.
TOTAL	292	21	

Del total de familias recolectadas, existen diferentes grupos familiares que son dominantes sobre otras, las cuales difieren de acuerdo a la época del año en la que se haga el análisis. Obteniéndose en orden de mayor a menor en lo referente a la abundancia de insectos por familia en época seca, el siguiente orden: Scolytidae, Platypodidae, Oedemeridae y Cucujidae.

Mientras que, para la época lluviosa se tuvo los siguientes datos: Scolytidae, Trogoitidae, Cucujidae, Platypodidae, Bostrichidae y los restantes valores menores de 5 en recolecta.

En conclusión, la metodología del trapeo en otras investigaciones, podría considerarse como complemento de la recolecta científica directa de especímenes, que se realice en el ecosistema en cuestión o en estudio. Pero es importante, valorar su uso al establecerse la época lluviosa, puesto que si el equipo no está fijo en el árbol que la sostiene, puede caerse y podría implicar la pérdida de los especímenes recolectados, así como también, se debe de evaluar alguna modificación en su estructura para mejorar tal debilidad.

4.4 Principales xilófagos asociados al mangle.

De las familias denominadas xilófagas, las que presentaron el mayor número de individuos fueron: Scolytidae, Kalotermitidae y Termitidae.

Respecto al orden Isóptera, se encontraron los géneros siguientes: *Nasutitermes* (Familia Termitidae) e *Incisitermes* (Familia Kalotermitidae), específicamente en Puerto Maravilla perteneciente a la Bahía de Jiquilisco, de los cuales según Sermeño *et al.*, 2003 algunos géneros como *Neotermes sp.* (Kalotermitidae), atacan árboles de mangle vivos y aparentemente sanos. Un aspecto a destacar es que se encontró una mayor diversidad de estos insectos (Termitas), en la Bahía de Jiquilisco en relación con Barra Salada, Sonsonate, el cual puede observarse claramente en la Fig. 26 y 27. Esta circunstancia probablemente se deba, a que en la periferia del manglar de ese lugar, se encuentra rodeado de vegetación secundaria como pastos y granos básicos; dicha situación probablemente tenga incidencia en el acontecimiento mencionado, entre otras variables (Susceptibilidad del árbol provocado por algún estrés abiótico y biótico).

Las variaciones de abundancia en el número de individuos xilófagos (Época lluviosa y Seca); puede deberse a la influencia de las condiciones climáticas en ese momento en específico, estrés abiótico, que vuelve susceptible al árbol de mangle, entre otros, como se mencionó anteriormente e inclusive la pérdida del bosque natural de la zona, como en el sitio de Bahía de Jiquilisco, específicamente Puerto Maravilla, donde se registró una recolecta en abundancia y diversidad de insectos del orden Isoptera, concordando con lo reportado según Jones *et al.*, 2000, al manifestar que existe una mayor diversidad de insectos en un bosque

primario, en comparación a otro alterado. Además, de acuerdo al análisis exploratorio de los datos faunísticos por Dos Santos⁵, indica que los sitios con mayor porcentaje de incidencia en ambas épocas de muestreo, poseen condiciones similares que favorecen dicho fenómeno. De acuerdo a los resultados obtenidos a través del índice calculado de Shanon-Weaver, la diversidad entre familias para ambos sitios de muestreo (Barra Salada y Bahía de Jiquilísco) es poca alcanzando valores de 1.7 aproximadamente a 0, indicando una clara desigualdad, determinándose dominantes de algunas familias, dependiendo del lugar que se analice. De manera que, se identifican respecto a su abundancia, tres grupos de insectos xilófago: Kalotermitidae, Termitidae y Scolytidae en Barra Salada y Termitidae, exclusivamente en Bahía de Jiquilísco. Lo anteriormente expuesto, no implica necesariamente que la recolecta fue específicamente de especímenes de estas familias (**Fig. 29**). Inclusive es importante destacar que, al observar los patrones de agrupamiento de estas familias (Kalotermitidae, Termitidae y Scolytidae), según Dos Santos⁶, 2014 ellas representan un poco más del 50%, de todos los insectos recolectados en el área de estudio (Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilísco, Usulután, El Salvador).

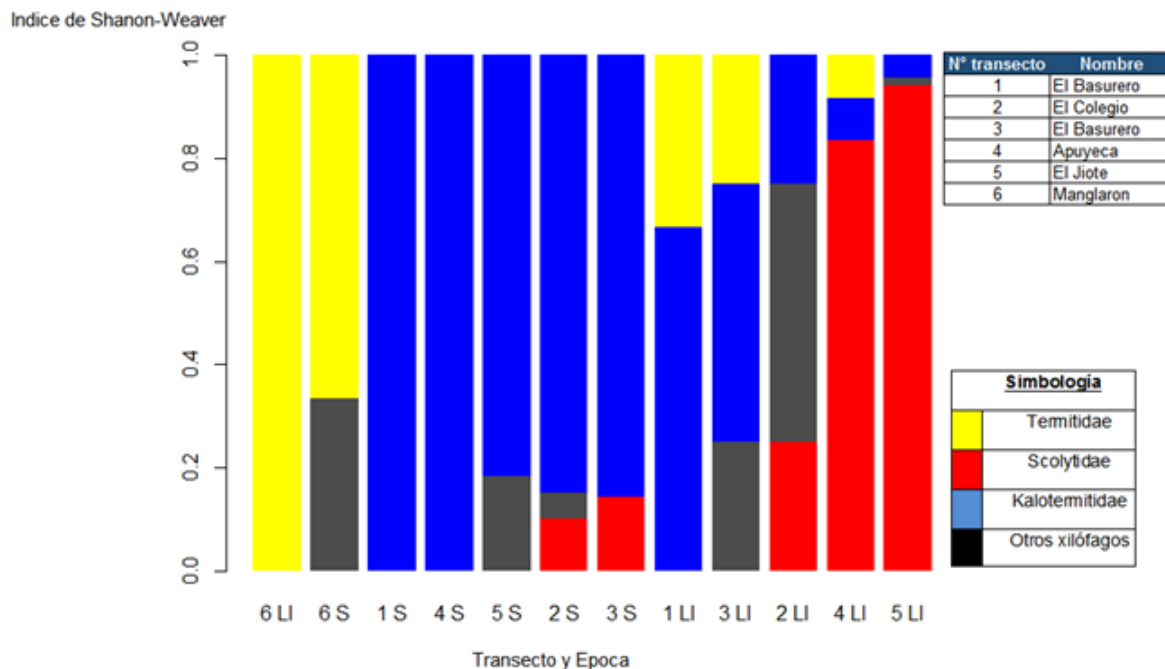


Fig. 29. Patrones de agrupamiento de la entomofauna xilófaga y dominancia en mangle.

⁵ _____. 2014 b. Comportamiento de la entomofauna recolectada en el bosque de mangle (correo electrónico). Argentina. Universidad Nacional de Tucumán,

⁶ _____. 2014 c. Insectos xilófagos asociados al mangle (correo electrónico). Argentina. Universidad Nacional de Tucumán.

4.4.1 Xilófagos asociados al mangle de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Familia: Scolytidae

Es una de las familias de mayor interés en el estudio, puesto que se contaba con un antecedente, en el que se relacionaba su presencia con la muerte del mangle denominado comúnmente como Sincahuite el cual, se encontró de forma localizada en sitios específicos. La especie vegetativa atacada (*Laguncularia racemosa*; Sincahuite), por los insectos de esta familia, presentaba daños característicos, entre estos se tienen: partículas finas de madera (aserrín), al realizar el descortezado se constató la presencia de abundantes minúsculas galerías con este tipo de insecto. Sin embargo, estos síntomas también se identificaron en árboles aparentemente sanos y vigorosos. Al medir pequeñas secciones del tronco de 25 cm², donde se mostraba daño, se determinó una densidad de 1.98 a 2.29 de agujeros e insectos adultos de Scolytidae por centímetro cuadrado saliendo de estos túneles (**Fig. 30**), por tanto es importante considerar el grado de incidencia o impacto que puedan tener en un determinado ecosistema o en los árboles de mangle, ya que, según Jiri Hulcr, algunos presentan hábitos floeófagos, entre otros. Es importante destacar, que este es el ataque de xilófagos más importante registrado durante el desarrollo del estudio; debido a la densidad de ataque por área determinada y hábito alimenticio (A.4), y únicamente identificado en Barra Salada, Los Cóbano, específicamente en los sitios “El Colegio”, y “Apuyeca”. Además, se encontraron evidencias de daño por Scolytidae, en árboles de mangle en el sitio llamado “El Basurero” del mismo lugar. No se registraron daños por insectos de la familia en los transectos ubicados en la Bahía de Jiquilisco.



Fig. 30. A) Evidencia de barrenado de la corteza de mangle; B) Tronco con ataque de Scolytidae; C) Densidad de perforaciones por área de 25 cm². Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. Foto tomada por: US, Salas, 2012.

Es importante mencionar, que pese a la alta densidad de insectos por unidad de área, éstos se consideran secundarios y su incidencia en el ecosistema no es determinante, como para causar la muerte del mangle en Barra Salada. Situación que se afirma con lo expresado por Jiri Hulcr PhD. (Universidad de Florida, USA), en comunicación personal, al señalar que las muestras de insectos recolectados y enviadas a su persona (frascos plásticos conteniendo especímenes de la familia), son xilófagos secundarios⁷, “la mayoría de estas especies son escarabajos de corteza y ninguno de ellos causaría un daño primario a los mangles sanos. Muchos de ellos barrenan árboles de mangle dañados o estresados”, a pesar de la densidad con la que se encontraron colonizando a un árbol, también es importante destacar que, algunos autores como White 1983, menciona que, los insectos de la familia Platypodidae, pueden influir determinadamente, acelerando la muerte del árbol de mangle en caso se encuentre débil o enfermo, puesto que pueden hacer profundas galerías hasta penetrar el duramen del árbol, que se caracteriza por ser duro y por no poseer un flujo de savia, el cual, le brinda una estructura interna fuerte para el sostén de toda su biomasa, pero las poblaciones encontradas no fueron significativas.

A nivel Centro Americano, los únicos que han reportado ataque al bosque halófito por especímenes de Coleoptera de la familia Scolytidae, es el CATIE en 1999, documentando el ataque de propágulos de especies como: *Rhyzophora* y *Phelliciera* y el Ing. MSc. Menjívar Rosa, como probable causa de la muerte de mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*), Coleoptera de la familia Scolytidae en Barra Salada 2013.

Sin embargo, de los insectos recolectados en mangle, y enviados como submuestra al especialista, se reportan nueve géneros de la familia Scolytidae (A.4), los cuales se mencionan a continuación debido al grado de infestación observado en las zonas de muestreo el “Basurero, Apuyeca y El Colegio”, correspondientes a Barra Salada, Los Cóbano, es importante destacar que no se pudo constatar que cada una de estos géneros y especies identificadas estaban presentes en todos los demás sitios de muestreo (**Fig. 31. a la Fig.35.**).

Es importante recalcar que se encontraron más familias de insectos asociados al mangle, los cuales se describen en el documento ilustrativo de “Insectos Asociados al Bosque de Mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, EL Salvador” (A.4) y a continuación solo se muestran los más representativos correspondientes a Barra Salada.

⁷ Hulcr, J. 2014. Insectos xilófagos asociados al mangle: Scolytidae (correo electrónico). US. Universidad de Florida.

Coptoborus pseudotenuis

Morfología.

El género *Coptoborus* difiere de *Xyleborus eichhoff*, en que los élitros se estrechan gradualmente en el tercio apical, la muesca puede ser emarginada. Las especies de este género miden entre los 1.6 a 2.7 mm de longitud y son de aproximadamente 2.9 a 3.4 veces más largo que ancho. Su color va del marrón amarillento a marrón rojizo. El club o maza antenal está oblicuamente truncado (**Fig. 31.**) (USDA, 2011).

Hábitos y daños.

Los adultos de la mayoría de las especies perforan la corteza de los árboles para construir galerías donde ovipositan. Las larvas también excavan entre la corteza y la madera, en ángulo recto con respecto a los túneles de los adultos. Así, este tipo de escarabajos hace dos tipos de túneles.

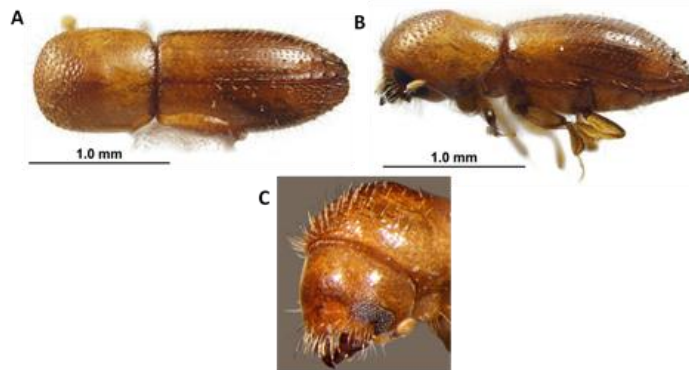


Fig. 31. *Coptoborus pseudotenuis* encontrados en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista dorsal; B) Vista lateral y pronoto; C) Cápsula cefálicas y setas. Fotos PhD. Jiri Hulcr.

Xyleborus ferrugineus

Morfología.

La especie *Xyleborus ferrugineus*, tiene un cuerpo cilíndrico, oblicuamente truncado en su extremo posterior. La cabeza esta considerablemente retraída en el protórax, de modo que no se observa desde el dorso. Los ojos son muy grandes, con facetas toscas y el margen anterior emarginado. Longitud del cuerpo 2.5 a 3.4 mm, color pardo oscuro (**Fig.32**) (Morrón y Terrón, 1988).

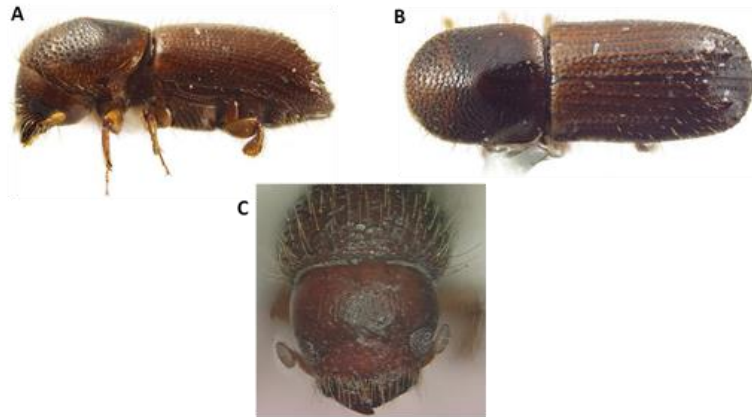


Fig. 32. *Xyleborus ferrugineus* recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista lateral y pronoto B) Vista dorsal C) Cápsula cefálica y setas. Fotos por Jiri Hulcr y Thatkinson.

Hábitos y daños.

Es una especie xilomicetófaga que se alimenta con el micelio desarrollado dentro de sus galerías, formadas por varias ramificaciones, en las cuales quedan depositados los huevos y prosperan las larvas (Morrón y Terrón, 1988).

Xyleborus like-bispinatus

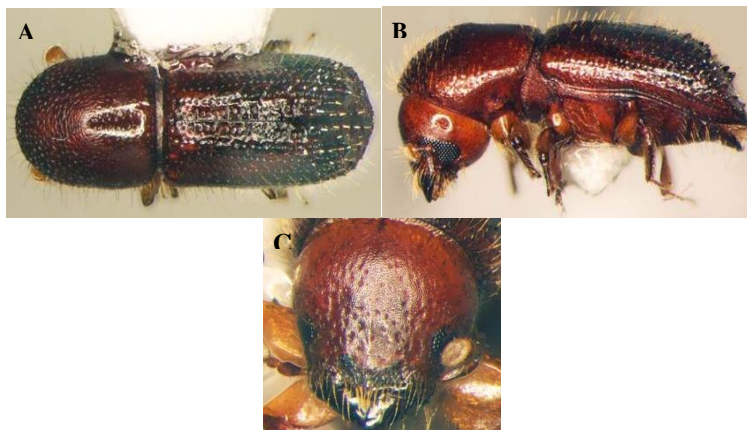


Fig. 33. *Xyleborus like-bispinatus* recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista dorsal B) Vista lateral y pronoto c) Capsula cefálica. Foto por Thatkinson.

Hábitos y daños.

Los adultos de la mayoría de las especies perforan la corteza de un árbol y hacen galerías entre la corteza y la madera, en el que se ponen los huevos; las larvas también excavan entre la corteza y la madera, en ángulo recto con respecto a los túneles de los adultos.

Xyleborus volvulus

Hábitos.

Según Wood, 1982 citado por Hulcr, 2012, los hábitos de esta especie son evidentemente muy similares a los de *X. ferrugineus* y *X. affinis*, aunque esta última aparentemente es más exitosa en ambientes ligeramente secos (**Fig. 34.**).



Fig. 34. *Xyleborus volvulus* recolectados por Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista lateral y cabeza cubierta por pronoto B) Vista dorsal. Foto por Jiri Hulcr.

Premnobius cravipennis

Morfología.

Las especies de este género miden entre los 2.3 a 3.3 mm de longitud y son aproximadamente 2.9 veces más largo que ancho. Su color varía de claro a marrón rojizo más oscuro. El pronoto es más largo que ancho y sin espinas. El club o maza antenal es redondeado y es pubescente en su base (**Fig. 35.**) (USDA, 2011).

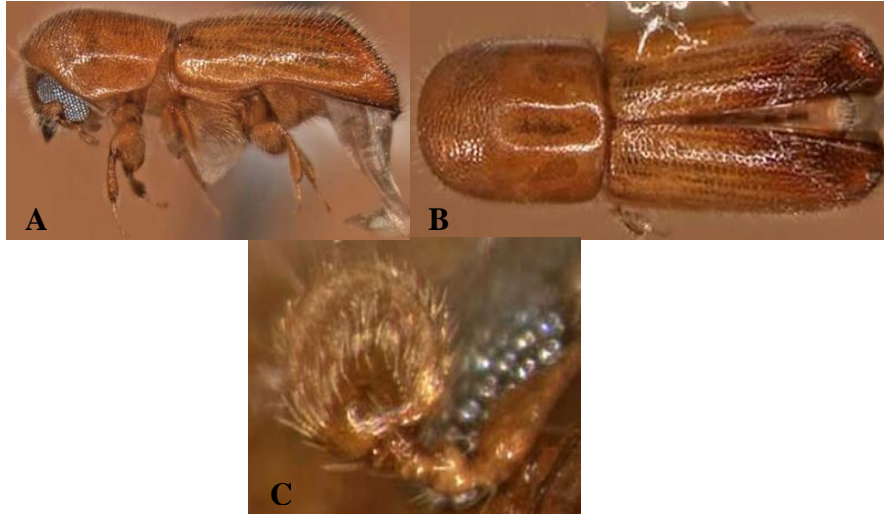


Fig. 35. *Premnobius cravipennis* recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista lateral y pronoto B) Vista dorsal C) Estructura antenal. Foto por Wood, 1982.

Hábitos y daños.

Los adultos de la mayoría de las especies perforan la corteza de un árbol y hacen galerías entre la corteza y la madera donde ovipositan. Las larvas también excavan entre la corteza y la madera, en ángulo recto con respecto a los túneles de los adultos. Así, este tipo de escarabajos hace dos tipos de túneles.

Cryptocarenum sp.

Morfología.

La longitud de las hembras es de 1.4-3.0 mm, debido a esto los machos poseen un cuerpo cerca de un tercio más pequeño, también poseen la característica de ser de 2.6 a 2.7 veces más largo que ancho (Wood, 1982).

Hábitos.

Los machos son pequeños igual que *Hypothenemus*, son escasos y no pueden volar. El apareamiento, se da en túneles hechos dentro del hospedero (Wood, 1982).

Coccotrypes sp.

Morfología.

Los insectos adultos no presentan dimorfismo sexual. La forma de diferenciar los dos sexos es por el tamaño. Las hembras miden de 2 a 2.5 mm y los machos 1.5 mm (Siverio y Montesdesdeoca, 1990).

Hábitos y daños.

La mayoría de las especies infestan semillas grandes, aunque algunos son floefagos, es decir, atacan la corteza y floema de los árboles. Las hembras se aparean en los túneles de cría, luego emergen en busca de un nuevo hospedero, en donde crean un túnel corto en el que depositan los huevos en grupos (Wood, 1982).

Hypothenemus sp.

Morfología.

Las hembras miden de 0.9 a 2.2 mm y los machos que son poco comunes de 0.6 a 1.8 mm, las hembras son en promedio de 2.1 a 2.7 veces más largo que ancho y los machos son ligeramente más gruesos y de color amarillento pálido, marrón y negro (Wood, 1982).

Hábitos y daños.

Las especies de este género atacan ramas pequeñas rotas, arbustos, lianas, enredaderas, hierbas y otros materiales vegetales. Los machos son pequeños e incapaces de volar. Las hembras adultas localizan un nuevo hospedero y construyen túneles, ya sea, en el floema, centro del árbol o en los tejidos leñosos (Wood, 1982).

Familia: Crambidae

Lygropia cosmia Dyar

Morfología.

Familia de insectos del orden Lepidóptera. Esta familia de polillas tiene representantes muy variados en apariencia. En muchas clasificaciones esta familia ha sido tratada como una subdivisión de la familia Pyralidae.

Los adultos son palomillas de morfología variada; por lo general son pequeñas, con una envergadura alar rara vez superior a los 40 mm. La principal diferencia entre ambas reside en la estructura auditiva, llamada praecinctorium, la cual en el caso de los crambidae, se produce la unión entre las dos membranas timpánicas, a diferencia de los pyralidos en los que dicha unión está ausente. Además de los caracteres timpanales mencionados anteriormente, existen diferencias entre las larvas de ambas familias (Kristensen, 1999). Los insectos capturados en el bosque de mangle midieron 6 mm de ancho (de un extremo del ala hacia el otro). (**Fig. 36.**)



Fig. 36. Adulto de familia Crambidae, subfamilia Spilomelinae; *Lygropia cosmia* Dyar. Recolectado en Barra Salada Los Cóbanos, Sonsonate, El Salvador. Foto por: Miguel Sermeño.

Hábitos y daños.

Las larvas se alimentan en sitios cerrados y barrenan, flores, frutos, vainas, semillas, brotes, yemas, raíces, tallos y hojas; las que consumen hojas suelen plegarlas para formar refugios (CATIE 1991). Varias especies de esta subfamilia son plagas importantes en varios cultivos en Latinoamérica, algunas causando daños severos con fuertes pérdidas económicas (Colmenares y Clavijo, 1995).

Los adultos de este grupo de insectos se encontraron en el bosque de mangle denominado de Barra Salada. Estos se alimentan de la hoja del follaje de los árboles, perjudicando su capacidad de hacer fotosíntesis (**Fig. 36.**).

4.5 Complejo de causas probables de la muerte de mangle en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

La muerte del mangle en Barra Salada, perteneciente al Complejo de Área Natural Protegida, se debe a la influencia de diversas variables, de tipo antropogénico, como la influencia del cambio climático, contaminación por agroquímicos, contaminación por materiales inorgánicos, explotación de los recursos acuáticos y terrestres de forma insostenible, entre otras variables, que podrían tener algún grado de incidencia en la aparición de dicho acontecimiento, debilitándolo o provocándole un estrés que lo vuelve susceptible a la influencia de algún factor biótico o abiótico (Insectos oportunistas, Ej.: Familia Scolytidae, entre otros.). Inclusive respecto al tema de los agroquímicos MARN, 2013, manifiesta que, el escurrimiento e infiltración de este tipo de productos en las tierras fértiles constituye un impacto degradador de gran magnitud, afectando ecosistemas como el manglar. De hecho una quinta parte del cultivo de caña de azúcar se encuentra en las zonas de amortiguamiento de manglares del país.

Los manglares de El Salvador, se han venido degradando por: a) Incremento desordenado y no planificado de salineras y camaronerías; b) contaminación por agroquímicos, desechos sólidos, vertidos industriales y domésticos; c) erosión debido a prácticas agrícolas y pecuarias insostenibles; d) tala indiscriminada y conversión de bosque salado a tierras agrícolas; e) expansión de proyectos urbanísticos y turísticos.

Incluso, según IDEAM 2000 citado por Bonilla Arboleda *et al.*, 2000, el escurrimiento, la erosión y la mala aplicación de productos químicos, cantidades significativas de estos plaguicidas están llegando al medio costero marino, donde pueden afectar a las especies no elegidas como objetivo de la actividad. Una vez aplicados, los agroquímicos llegan a las áreas costeras por medio de los ríos y la atmósfera. Se ha estimado que un porcentaje importante de los plaguicidas que se aplican, no alcanzan a las especies elegidas como identificadas al iniciar la labor agrícola. Como consecuencia, la contaminación por plaguicidas puede generar un alto nivel de preocupación por su alta toxicidad y la tendencia a acumularse en la biota marina y costera. Además, es importante recalcar que, se comprobó el uso de productos agroquímicos (Herbicidas e Insecticidas), para el manejo de algunos cultivos establecidos dentro del manglar, los cuales, dependiendo del ingrediente que lo compone, puede ocasionar bioacumulación en las especies vegetativas acuáticas. Inclusive el Sr. Raúl Martínez⁸, presidente de la ADESCO de Barra Salada, menciona que, la

⁸ Martínez, R. 2012. Antecedentes y causas probables del deterioro del ecosistema de manglar (entrevista). SV, Sonsonate.

contaminación del río Mandinga aguas arriba de la cuenca, se debe a las operaciones del relleno sanitario, situación que puede estar influyendo en el deterioro paulatino del bosque. Además, Oviedo Machuca, 2012, representante del Fondo de Iniciativa para las Américas (FIAES), menciona que el desequilibrio químico, provocado por el asolvamiento de los canales que irrigan (no permite un intercambio o equilibrio de entradas y salidas de agua salobre y dulce) al manglar, altera drásticamente el ambiente para el desarrollo y crecimiento de las especies de mangle, situación que precisamente ocurrió en el bosque salado de Bahía de Jiquilisco, cauce El Llorón.

Se destaca que la pérdida del bosque halófito (Muerte arbórea), no se debe a la presencia de insectos xilófagos, aunque, si existe cierta relación entre una especie de árbol estresada o débil y el insecto, el cual provoca un deterioro acelerado, sin embargo, no es el agente causal determinante, sino una causa multifactorial de eventos que influyen en tal pérdida. En la **Fig. 37.**, se presenta un complejo de probables causas que podrían estar incidiendo en la muerte de mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*) de Barra Salada, tomando en consideración los fenómenos registrados durante el desarrollo de la investigación e información procedente de personas de los alrededores del manglar.

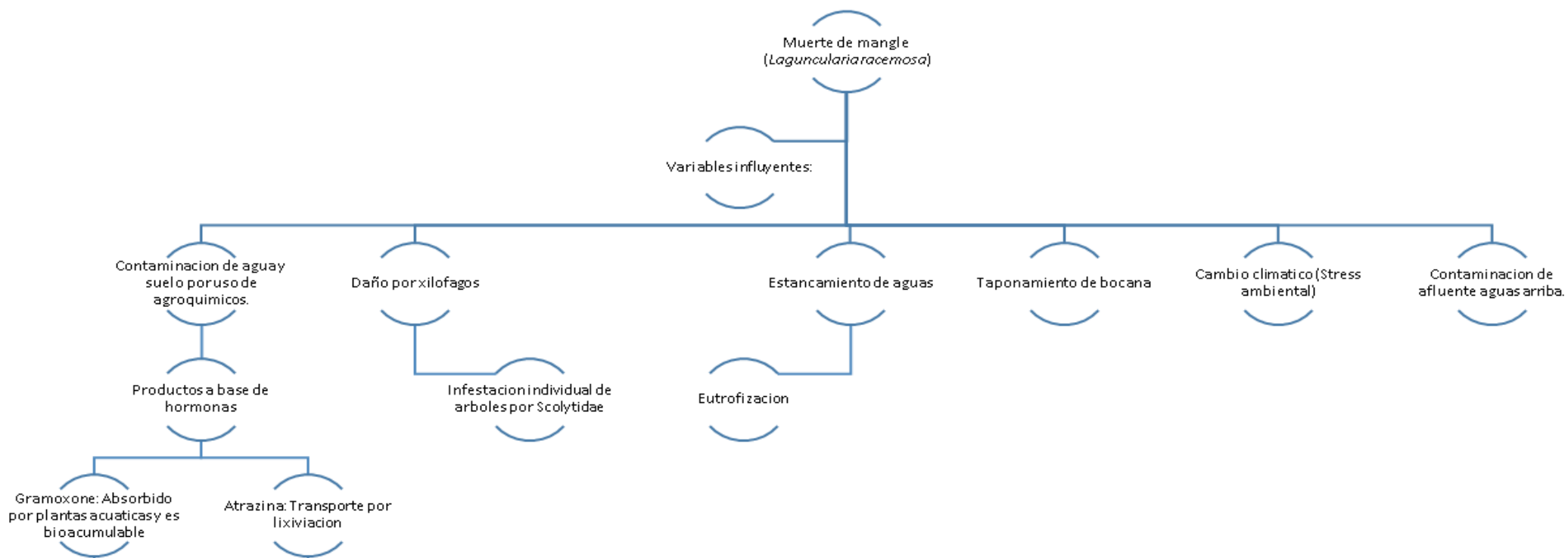


Fig. 37. Mapa conceptual del estado del manglar de Barra Salada, departamento de Sonsonate, El Salvador Elaborado por: ME, Flores Romero, H, Ruiz Mejía y US, Salas Sayes, 2012.

4.6 Principales xilófagos asociados al mangle de Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

En todos los muestreos realizados en Bahía de Jiquilisco, no se observó daño ni especímenes de la familia Scolytidae, lo que puede justificarse con que no existe un factor biótico o abiótico que predispongan al manglar a un ataque de este tipo de insecto.

El sitio de muestreo denominado El Manglaron de Bahía de Jiquilisco, fue el único que presentó una alta diversidad y abundancia insectil del orden Isoptera, en comparación con el resto de transectos trazados.

A continuación se muestran las familias de insectos xilófagos más representativas del área de estudio, para las cuales se consideró el daño que estaban realizando en el momento de recolecta, abundancia y diversidad del espécimen; sin embargo, los taxa restantes se encuentran descritos respectivamente en el documento ilustrado de Insectos xilófagos asociados al bosque mangle (A.4), con base a ello, se presentan los siguientes resultados:

Familia Termitidae

Morfología.

Los soldados presentan un tubo frontal (nasu). El pronotum es en forma de silla de montar en las castas de soldados y obreras (**Fig. 38**) (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2005). Los soldados capturados de esta familia midieron 3 mm de largo.

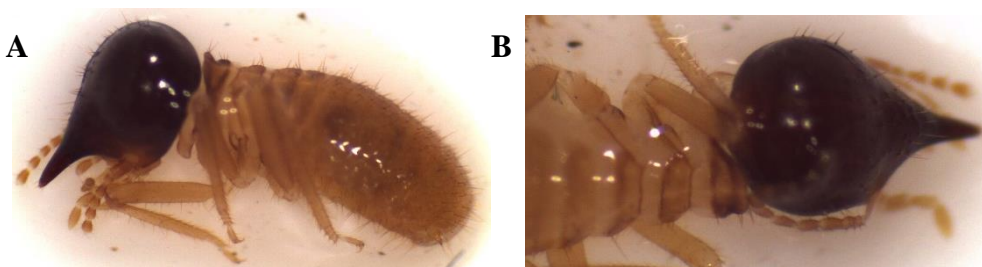


Fig. 38. Insectos soldados del genero *Nasutitermes sp.* Recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután y Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. A) Vista lateral; B) Capsula cefálica y proyección o nasu. Foto tomada por: Humberto Ruiz 2013.

Hábitos y daños.

Se alimentan de madera y sus nidos son de tipo aéreo, construyéndose estos en los árboles (IICA, 2005). Estos insectos fueron recolectados de talchinoses ubicados ya sea dentro del bosque de manglar o a las orillas de los canales de agua que alimentan al bosque halófito.

Subfamilia Termitinae

Morfología.

Nickle y Collins, citados por Vargas Niño *et al.*, (2005), menciona que este grupo representa soldados que tienen un mecanismo de defensa mecánico, con grandes mandíbulas funcionales. Son generalmente consumidores de la interface suelo-madera o consumidores de suelo. Todos los géneros de esta familia presentan el carácter ancestral de tres espolones apicales en la tibia anterior (**Fig. 39**).

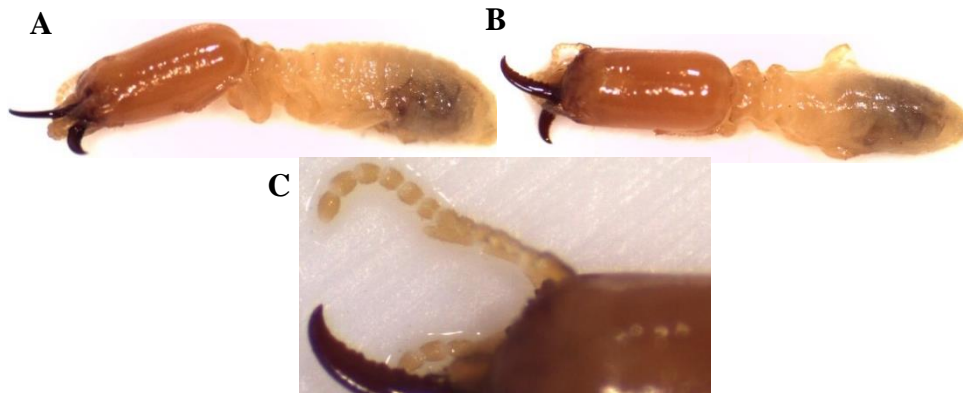


Fig. 39. Insectos adultos del genero *Microcerotermes sp.* recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. A) Vista lateral; B) Capsula cefálica vista dorsal; C) Detalle de antena.

Foto tomada por: Ulises Salas 2013.

Hábitos y daño.

Estos insectos fueron recolectados de galerías internas en el tronco del árbol. La particularidad de este grupo de insectos es que saltan al tronar sus mandíbulas, alejándose de sus posibles atacantes.

Familia Kalotermitidae

Morfología.

Los soldados son robustos, alargados pero en algunas especies son fragmóticos. Ojos presentes y rudimentarios, fontanela ausente. Las mandíbulas usualmente robustas, con dientes variables. La mandíbula izquierda con un diente apical y tres marginales. La mandíbula derecha con un diente apical y dos marginales y en algunas especies sin dientes marginales. Estos insectos midieron hasta 12 mm de longitud. (Fig. 40)



Fig. 40. Insectos soldados del genero *Calcaritermes* sp. recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. A) Vista lateral; B) Vista dorsal; C) Capsula cefálica vista lateral y detalle de antena. Foto tomada por: Humberto Ruiz 2013.

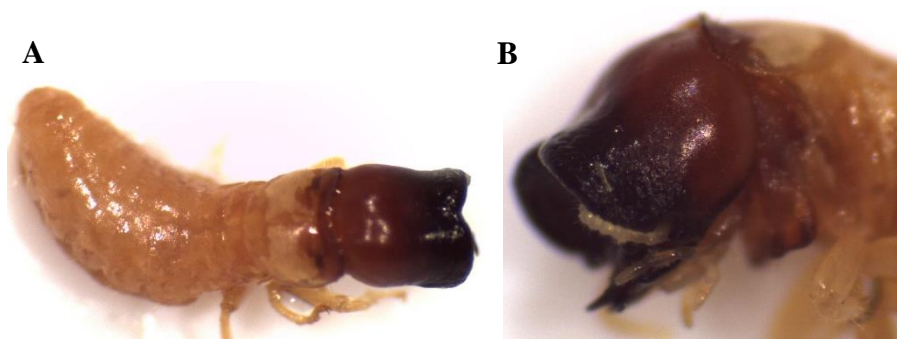


Fig. 41. Insectos soldados del genero *Criptotermes* sp, recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. A) Vista dorsal; B) Capsula cefálica vista lateral y antena. Foto tomada por: Ulises Salas 2013.

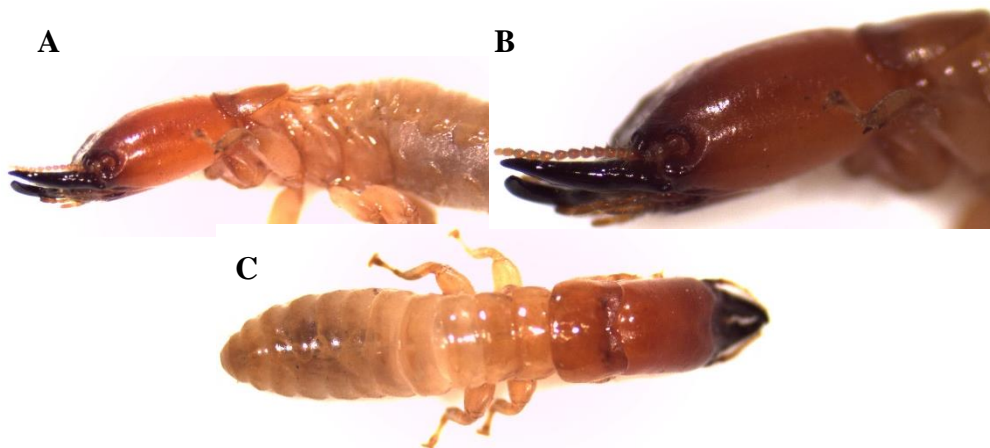


Fig. 42. Insectos soldados del genero *Incisitermes* sp. recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. A) Vista lateral; B) Capsula cefálica vista lateral y detalle antenas; C) Vista dorsal. Foto tomada por: Mario flores 2013.

Hábitos y daños:

Conocidos como termitas de madera seca, anidando dentro de madera muerta y ocasionalmente en madera viva, usualmente dentro del dosel de los árboles (Sermeño, *et al.*, 2003), viven en colonias pequeñas excavadas en madera sólida (muerta o viva). Los soldados constituyen un pequeño porcentaje de la población, siendo extremadamente raros en algunas especies.

Familia Rhinotermitidae

Morfología.

Los soldados son usualmente alargados, con los ojos ausentes y la fontanela presente. Las mandíbulas no poseen dientes o solo débilmente serrados. Tarsos de 4 segmentos, pronotum plano, cerci corto de dos segmentos (**Fig. 43**).



Fig. 43. Insectos soldados del genero *Coptotermes* sp. A) Vista lateral en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Foto por Sermeño 2003.

Hábitos y daños.

Todos son consumidores de madera y están distribuidos ampliamente en las regiones tropicales, subtropicales y templadas (Jones y Eggleton, 2000). Uno de los principales rasgos adaptativos para la defensa de los soldados de Rhinotermitidae, es la glándula frontal en la cabeza, y su abertura (fontanella).

Familia Cerambycidae

Morfología.

La mayoría de estos insectos poseen cuerpos alargados y cilíndricos, con antenas largas y ojos usualmente separados o divididos. En cuanto a su tamaño, este varía desde 3 a 60 mm de longitud (Fig. 44, Fig. 45 A-B y Fig. 46), su fórmula tarsal es 5-5-5. El cuarto tarso es pequeño oculto en la ranura del tercero y es muy difícil de observar. Mientras que las larvas son alargadas, cilíndricas, blanquecinas y sin patas (Fig. 45 B). Existen especies nocturnas (atraídas por la luz) y diurnas, siendo estas últimas de colores llamativos. Los machos son reconocibles por sus antenas largas (Solís, 2002).



Fig. 44. Adulto de *Eliphidion errori* recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Foto tomada por: Humberto Ruiz 2013.



A



B

Fig. 45. Adulto *Heterachtes sablensis* recolectado en Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

A) Adulto de Cerambycidae B) Inmaduro criado con dieta artificial. Foto tomada por: Mario

Flores 2013.

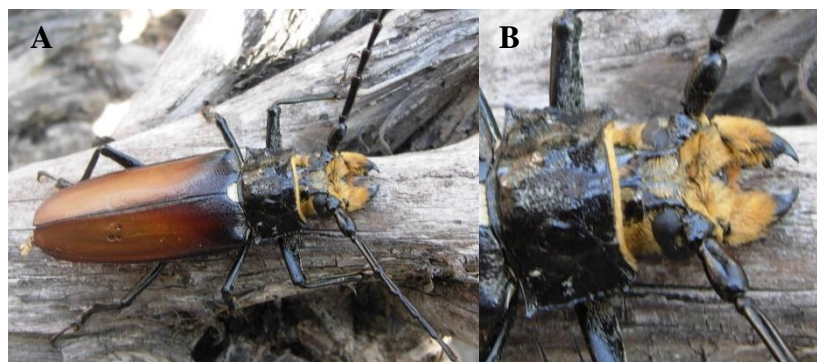


Fig. 46. Adulto *Callipogon barbatus* recolectado en Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. A) Adulto vista dorsal y B) Capsula cefálica, aparato bucal y barba. Foto tomada por: Sermeño 2013.

Hábitos y daños.

Son barrenadores de madera durante su estado larvario, llegando a ser muy destructivos. Los túneles larvarios son circulares y usualmente van en una sola dirección. Diferentes especies atacan diferentes tipos de árboles. Algunos atacan árboles vivos pero en su mayoría prefieren atacar ramas recién cortadas o árboles débiles y moribundos (White 1983).

En la **Fig. 46** se presenta el espécimen *Cerambycidae eliphidion*, el cual fue recolectado específicamente en el sitio denominado El Manglarón de Bahía de Jiquilisco, reportado únicamente en el mismo.

Además, es importante mencionar que con respecto a los insectos no xilófagos, se recolectaron especímenes en etapa larval de la familia Megalopygidae, específicamente *Megalopyge lanata*, el cual, se encontró provocando daños de herbivoría considerablemente importantes, haciendo perder casi por completo las plantías o candelas de las especies nativas de mangle en Isla los Pájaros (A.4).

4.7 Complejo de causas probables que influyen en la muerte de mangle.

Cada uno de los casos estudiados en la Bahía de Jiquilisco, presentaron algún grado de severidad o deterioro, respecto al estado del bosque halófito, sin embargo, las probables causas al compararse un sitio con el otro son muy diferentes. Es decir, para el caso en particular de los sitios llamados El Arenal y El Manglarón, la muerte de mangle, podría estar siendo influida por la construcción de bordas, que limitan el flujo de agua salada y dulce, generando un desequilibrio al ecosistema, opinión manifestada por el Sr. David Paz, presidente de la Asociación de Desarrollo Comunal (ADESCO) San Juan del Gozo. Inclusive,

referente al sitio El Manglarón, se constató lo mencionado por CESTA – Amigos de la Tierra, 2011, manifestando que las olas del mar debido al cambio climático están jugando un papel muy importante como agente erosivo del sustrato. La **Fig. 47**, presenta un complejo de variables que podrían estar incidiendo en la muerte de mangle, tomando en consideración los fenómenos registrados durante el desarrollo de la investigación e información procedente de fuentes primarias.

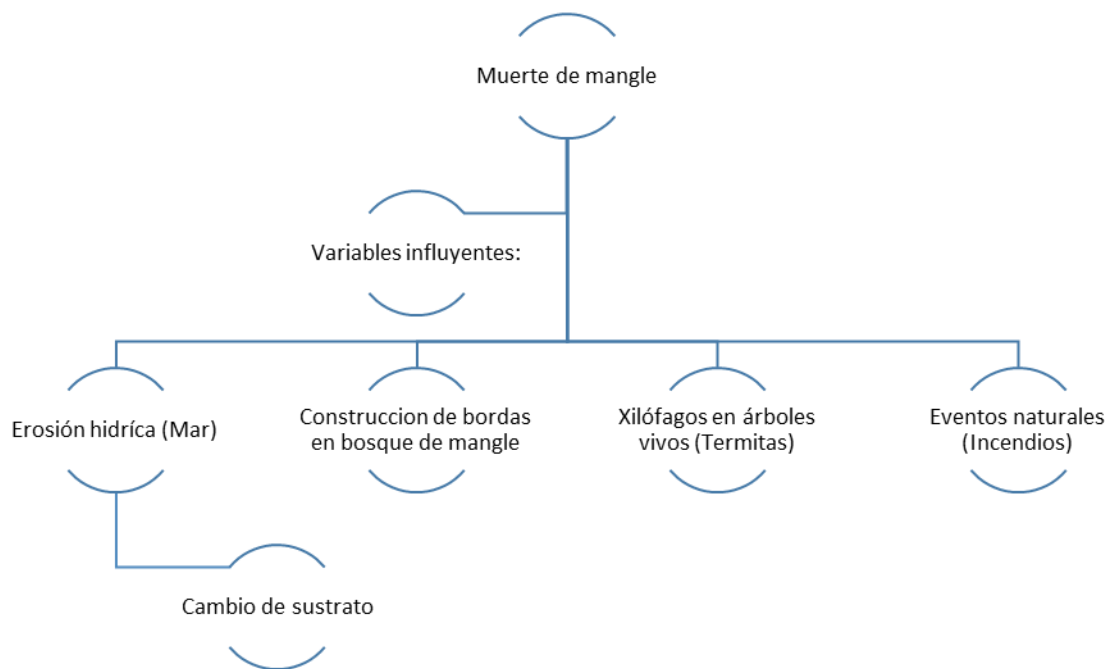


Fig. 47. Mapa conceptual del estado del manglar de Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, El Salvador.

Elaborado por: ME, Flores Romero; H, Ruiz Mejía y US, Salas Sayes, 2012.

4.8 Documento de guía ilustrada “Insectos xilófagos asociados al bosque de mangle”

El documento contiene información 37 familias de insectos asociados al manglar, entre ellos, 13 son xilófagos y los restantes realizan diferentes roles ecológicos (A.4).

Los especímenes recolectados, fueron montados fotografiados e identificados, por familia, mientras que otros, en género y especie; para depositarlos posteriormente en cajas entomológicas.

Respecto a cada familia, se menciona el nombre común del espécimen encontrado, nombre científico (en caso se conociere) y la bioecología que este desempeña dentro del ecosistema. Con ello, se elaboró el documento denominado “Insectos asociados al bosque de manglar de Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador (A.4).

5. CONCLUSIONES

- Se identificaron 37 familias asociadas al bosque de mangle, de ellas 13 poseen hábitos xilófagos.
- Se recolectaron 19 familias en Barra Salada, y 22 en Bahía de Jiquilisco, durante toda la investigación, utilizando el método directo de recolecta.
- Se identificaron insectos de la familia Scolytidae únicamente en el Manglar de Barra Salada en los sitios de muestreo Apuyeca, El Colegio y El Basurero.
- Se identificaron nueve géneros de insectos xilófagos de la familia Scolytidae, no reportados previamente en mangle para El Salvador, recolectados en Barra Salada, Sonsonate.
- Los generos de Scolitidos reportados, son de hábitos xilófagos secundarios, barrenando árboles de mangle en condiciones de estrés, por lo que no causan daño a mangles sanos.
- Las familias Scolytidae y Ciidae, son las que presentaron mayor abundancia en época lluviosa; mientras que en época seca Oedemeridae y Kalotermitidae, ambos en Barra Salada.
- No se reportaron daños, ni especímenes de la familia Scolytidae en Bahía de Jiquilisco.
- Las familias que presentaron mayor abundancia en época lluviosa fueron: Cucujidae, Chrysomelidae, Crambidae, Kalotermitidae y Termitidae; mientras que, en época seca Termitidae en Bahía de Jiquilisco.
- Se identificaron tres géneros de insectos xilófagos de la familia Cerambycidae: *Eliphidion errori*, *Heterachtes sablensis* y *Callipogon barbatum*. Todos estos recolectados en mangle, específicamente en el lugar conocido: El Manglaron de la Bahía de Jiquilisco.
- Identificación de *Megalopyge lanata*, causando herbivoría en plantías de mangle, Isla de los Pájaros, Bahía de Jiquilisco.
- Se identificó el mangle, como posibles hospedero del espécimen *Lygropia cosmia Dyar* de la familia Crambidae, dicha especie esta reportada en Centro America pero se desconocía su hospedero.
- Se determinaron seis géneros de termitas no reportados, previamente en árboles de mangle, específicamente en Puerto Maravilla, Bahía de Jiquilisco.
- En la investigación, se tuvo una dominancia de tres familias insectiles: Scolytidae, Kalotermitidae y Termitidae.

- Según el índice calculado de Kendall, no existe asociación o relación entre los hábitos de los insectos y su presencia en un determinado sitio.
- Aritméricamente existen diferencias significativas entre las poblaciones de insectos, según el índice de Shanon-Weaver, una baja diversidad en ambos sitios de muestreo (1.8 a 0).
- El mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*), es la especie menos tolerante a los cambios ascendentes de salinidad, siendo esta especie la más afectada.
- La muerte del mangle de Barra Salada en Sonsonate y de Bahía de Jiquilisco, se debe a la influencia multifactorial de variables ambientales.
- La muerte del mangle de Barra Salada en Sonsonate, se debe a una situación de estrés, debido a los aumentos y descensos de salinidad, en el cuerpo de agua provocada por el asolvamiento de la bocana.
- La muerte del mangle en Bahía de Jiquilisco, en el sitio el Arenal, se debe al bloque en el drenaje, por la construcción de bordas para uso de vía de acceso de las personas de las comunidades.
- Se determinó un área total de mangle muerto de 51.93 mz, dividido en 18.18 mz en Barra Salada y en Bahía de Jiquilisco es de 33.75 mz.
- La trampa multidireccional modificada para su uso en El Salvador, elaborada a base de materiales artesanales funciona en la recolecta de insectos xilófago.
- Mediante el trampeo se recolectaron 21 familias (292 insectos), de las cuales 5 poseen hábitos xilófagos.
- El método de captura de trampeo es efectivo y eficaz en el estudio de ecosistemas, con especies claves y su efectividad se potencia durante la época de verano.

6. RECOMENDACIONES

- Debido a la falta de información sobre los especímenes encontrados de la familia Scolytidae en El Salvador, se sugieren posteriores investigaciones basadas en el estudio del comportamiento poblacional y ecológico de estos insectos en el bosque de mangle.
- Realizar un monitoreo completo de las características físico-químicas del flujo de agua y su dinámica dentro del ecosistema de manglar.
- Implementar el plan de monitoreo planteado, para la determinación de acciones preventivas o de control sobre las perturbaciones bióticas y abióticas.
- Generar un programa de capacitación para los centros escolares y asociaciones comunitarias, encaminadas a la conservación, uso y explotación sostenible de los manglares como recursos naturales.
- Incentivar la producción de investigaciones futuras implementadas en las zonas de manglar del país, tomando como base la presente investigación, con el propósito de obtener mayor información sobre la dinámica de este ecosistema y con esto determinar acciones enfocadas a la protección de los bosques salados.
- Realizar acciones de renovación de plántulas de mangle, en zonas de daño utilizando la técnica (REM).
- Evaluar diferentes concentraciones de Etanol como atrayente para trampas.
- Considerar realizar ajustes o modificaciones a la estructura de trampa multidireccional para emplearla en época lluviosa.

7. BIBLIOGRAFIA

- Arrivillaga, A. 2009. Propuesta de plan de manejo del área natural protegida Complejo Los Cóbano. SV, La Libertad. FUNDARRECIFE. 360 p.
- Arguedas, M. 2008. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica (en línea) Garro y Moya. Consultado 18 ago. 2011. Disponible en: <http://www.edeca.una.ac.cr/files/esteban/Enfermedades/Arguedas%2012%20ago%2008.pdf>
- Aber, JD; Melillo, JM. 2001. Terrestrial Ecosystem. 2 ed. Harcourt Academics Press.
- Barrence, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, J. *et al.*, 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. CR. OFI. p. 379-384, 471-472, 633 – 636.
- Bonilla Arboleda, JP; Peinado Solano, JE; Urdaneta Romero, MA; Carrascal Gómez, E. 2000. Reducción del escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe. Bogotá, CO. PNUMA. 163 p.
- Carrillo, R; González, E; Neira, M. 2003. Extracción de larvas y adultos de carábidos (coleópteros) desde suelo: Comparación de métodos. Chilena Ent. 29: 111-115.
- Castillo, PS. 2001. Evaluación de las principales plagas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú (en línea) s.e. Consultado en: 20 mar. 2012. Disponible en: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:vDQL1LJDqFgJ:revperuentomol.com.pe/publicaciones/vol42/EVALUACION-DE-LAS-PRINCIPALES-PLAGAS-DEL-MANGLE185.pdf>
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, SV) 1999. Manejo productivo de manglares en América Central (en línea) San Salvador, SV. Consultado 1 set. 2011. Disponible en: <http://books.google.com.sv>
- Chao, A. 2005. Programa SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). <http://chao.stat.nthu.edu.tw>
- Chao, A; Chazdon, RL; Colwell, RK; Shen, TJ. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*. 150 p.

- Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. 1993. Guía para la Salud y la Seguridad. Trad. Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas. México, DF. Organización Panamericana de la Salud. 22 p.
- Consejo Consultivo Laboral Andino (CCLA). 2006. Por la prohibición de la docena sucia: No a los plaguicidas más nocivos. Bolivia. Comunidad Andina. 42 p.
- Constantino, R. 2001. Key to the soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera: Rhinotermitidae). *Insect Systematics & Evolution*. 31: 463-472.
- Colmenares, R y Clavijo, JA. 1995. Diagnósis y clave para adultos de las especies de plagas de la Subfamilia Pyraustinae (Lepidoptera: Crambidae) en cultivos venezolanos. XIV Congreso Venezolano de Entomología Resúmenes. p. 44.
- Cesta amigos de la Tierra. 2011. EL Cambio Climático Amenaza los Bosques de Manglares de El Salvador (en línea). SV, San Salvador. Consultado en 29 set. 2012. Disponible en: http://www.comuntierra.org/site/blog_post.php?idPost=145&id_idioma=3
- Cruz Haylett; Trigueros Natividad; López Rene. 2004. Lista de las termitas en Cuba. *Redalyn*. 8(2):
- De la Cruz Reyes, A; López Ocaña, G; Hernández Trejo, H. s.f. Evaluación preliminar de los efectos de la inundación y la herbivoría sobre plantas de mangle. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. p.135-139
- Díaz, O. 2012. La evolución del rol territorial de la Bahía de Jiquilisco (en línea) San Salvador, SV. PRISMA. Consultado en: 2 may. 2012. Disponible en: <http://www.prisma.org.sv>
- Espinosa Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de chao. *Ciencia y Cultura Elementos*. 10 (52):53.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, IT) 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: Estudio temático sobre manglares El Salvador (en línea) San Salvador, SV. Consultado 28 ago. 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/a0400s/a0400s00.htm>
- Flores Verdugo, FJ; Agraz Hernández, CM; Benítez Pardo, D. s.f. Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos (en línea) s.l. s.e. Consultado 12 ago. 2011. Disponible en: <http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLIII/SECCIONVII/CreacionYRestauracionDeEcosistemas.pdf>

- Fontes, LR. 1992. Key to the genera of New World Apicotermitinae (Isóptera: Termitidae). In: Insects of Panama and Mesoamerica. Ed. DA, Quintero & A, Aiello. New York: Oxford University Press. p. 242-248.
- González Márquez, LC; Hansen, MA. 2014. Efecto de la salinidad en la adsorción de un herbicida en suelos agrícolas (en línea) Sinaloa, MX. Consultado en: 20 set. 2014. Disponible en: <http://www.journals.unam.mx/index.php/rica/article/view/42299/41966>
- González Toro, C. 2010. Manglares (en línea) Puerto Rico. Sea Grant. Consultado en: 12 nov. 2012. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-767/encumarmanglar.pdf>
- Halffter G., Moreno E. y Pineda E. 2001. Manual para la evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M & T Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Vol. 2. Zaragoza. 80pp
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2007. Ecología de los bosques de mangles y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoaapa Guerrero, México: Un Estudio Integral. D.F. s.e. Consultado 12 mar. 2012. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/243/mangles.html>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) Guía técnica de las principales plagas artrópodos y enfermedades de los frutales. 2005. IICA. Santa Tecla, SV. p 27-30.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR) 1999. Redacción de referencias bibliográficas: normas técnicas del IICA y el CATIE. 4 ed. Turrialba, CR. 41 p.
- INDESOL (Instituto Nacional de Desarrollo Social) s.f. Desarrollo sustentable: Guía de conservación ambiental (en línea) Tecolutla, MX. ZICARO. Consultado 28 ago. 2011. Disponible en: http://zicaro.org/Documents/gu%C3%83%C2%ADa_ambiental_manglares_tecolutla_fundaci%C3%83%C2%B3n_z%C3%83%C2%ADcaro.pdf
- Jiménez, JA. s.f.a. *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco) (en línea) Estados Unidos. s.e. Consultado 20 ago. 2011. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Lagunculariaracemosa.pdf>
- _____. s.f.b. *Rhizophora* mangle (Mangle colorado) (en línea) Estado Unidos. Red Mangrove. Consultado en: 11 nov. 2012. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Rhizophoramangle.pdf>

- Jones, DT; Eggleton, P. 2000. Sampling termite assemblage in tropical forest: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*. p. 119-203.
- Jones, DT; Susilo, FX; Bignell, DE; Suryo, H; Gillison, AN; Eggleton, P. 2002. Termite assemblage collapse along a land use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*. p. 1-37.
- Kabarú, JM; Gichia, L. 2001. Insecticidal activity of extracts derived from different parts of the mangrove tree *Rhizophora mucronata* (*Rhizophoraceae*) Lam. Against three arthropods (en línea) Nairobi, KE. UNESCO. Consultado 28 mar. 2012. Disponible en: <http://www.ajol.info/index.php/ajst/article/view/44668>
- Kathiresan, K. 2003. Insect folioivory in mangroves (en línea) Tamil Nadu, IN. Centre of Advanced Study in Marine Biology. Consultado 30 mar. 2012. Disponible en: [http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/4273/1/IJMS%2032\(3\)%20237-239.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/4273/1/IJMS%2032(3)%20237-239.pdf)
- Kovach, J; Gorsuch, CS. 1985. Survey of ambrosia beetle species infesting South Carolina peach orchards and a taxonomic key for the most common species. *J. Agric. Entomol.* 2(3): 238-247.
- Kristensen, NP (Ed.). 1999. *Lepidoptera, Moths and Butterflies. Volumen 1: Evolution, Systematics, and Biogeography. Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stamme des Tierreiches/Handbook of Zoology. A Natural History of the phyla of the Animal Kingdom. Band/Volumen IV Arthropoda: Insecta Teilband/Part 35: 491 pp.* Walter de Gruyter, Berlin, New York.
- MARN (Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, El Salvador) 2013. *Estrategia Nacional de Biodiversidad*. San Salvador, SV. 23 p.
- _____.2004. *Plan de manejo del área natural y humedal bahía de Jiquilisco*. San Salvador. UCA. 258 p.
- MAES, JM *et al.*, s.f. *Catálogo ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua*. Nicaragua. s.e. pt. I, II, III, IV, V.
- Menéndez, L; Guzmán, JM; Vila Majo, D. s.f. *Patrones fenológicos de las principales especies arbóreas de los manglares Cubanos* (en línea). Consultado el: 20 mar. 2012. Disponible en: www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/.../EcosistemasManglarCuba.pdf
- Menjívar Rosa, RA. 2012. *Informe Sobre El Estado Actual de la Problemática Encontrada en El Manglar “Barra Salada”, Área Natural Protegida “Los Cóbano”, Sonsonate, El Salvador*. s.e. (4 p.).

- Monroig, MF. s.f. Insectos más comunes del cafeto en Puerto Rico (en línea) s.e. Consultado en: 31 mar. 2012. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id47.htm>
- Moron, MA; Terron, RA. 1988. Entomología práctica: Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, médica, forestal y ecológica de México. México. Instituto de Ecología. 504 p.
- Nickle, DA; Collins, MS. 1992. The Termites of Panama. In: Insects of Panama and Mesoamerica. Ed. DA, Quintero & A, Aiello. New York: Oxford University Press. p. 208-241.
- Nunes Zuffo, C; Davila Arce, ML. 2004. Guía para la identificación de gorgojos descortezadores del pino e insectos asociados. Nicaragua. FUNICA. 45 p.
- Oviedo Machuca, JA. 2012. Restauración Ecológica de Manglares en el cauce El Llorón de la Bahía de Jiquilisco: hacia un manejo comunitario de los bosques de manglar. .s.l. FIAES. 42 p.
- Orians, HG. 2000. Biodiversity and Ecosystem Processes in Tropical Ecosystems. Department of Zoology, University of Washington.
- Putz, FE; Redford, KH; Robinson, JG; Fimbel, R; Blate; GM. 2000. Biodiversity conservation in the context of tropical forest management. Biodiversity Series – Impact studies. The World Bank Environmental Department. Washington D.C. U.S.A.
- Rivera, CG. 2011. Estado del arte del conocimiento costero marino en El Salvador. Tesis Msc. San Salvador. Universidad de El Salvador. 72 p.
- Rico Gray, V; Palacios Ríos, M. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la ciénaga del NW de Campeche, México. Acta Botánica Mexicana. no. 34: 53-61.
- Rojas Soriano, R. 2005. Guía para realizar investigaciones sociales. Ed. Plaza y Valdés. s.e. México, D.F. 417 p.
- SALVANATURA. s.f. Ficha general del área de conservación Los Cóbano (en línea) San Salvador, SV. Consultado 28 ago. 2011. Disponible en: www.salvanatura.org
- Sermeño, JM.; Jones, D; Menjívar, MA; Paniagua, MR. y Monro, A. 2003. Guía e inventario preliminar de las termitas (Insecta: Isóptera) de los cafetales de El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 23p.
- Siverio, A; Montesdesdeoca, M. 1990. *Coccytrypes dactyliperda* F., coleóptero, escolytido parásito de semilleros de *Howea* (*Kentia*) *fosteriana* Becc. La Paz, BOL. p. 15.

- Solís, A. 2002. Escarabajos de Costa Rica: Beetles. 2 ed. Costa Rica. INBIO. 132 p.
- Smith, RL; Smith, TM. 2001. Ecología. 4ª Ed. Pearson Educación, S. A. Madrid. 642 pp.
- Tovilla Hernández, C; Orihuela Belmonte, E. 2002. Supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Tecoaapa, Guerrero, México. Madera y Bosques. 2002: 89-102.
- Triplehorn, C; Johnson, N. 2004. Borror and Delong's introduction to the study of insects. C., Brooks. 7ed. ESTADOS UNIDOS. s.e. 888 p.
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ES) 2011b. Bark Beetle Genera of the United States (en línea) Consultado en: 3 Nov. 2013. Disponible en: <http://idtools.org/id/wbb/bbgus/Premnobius.htm>
- Vargas Niño, AP; Sánchez Muños, OD; Serna Cardona, FJ. 2005. Lista de géneros de Termitidae (Insecta: Isóptera). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. CO. p. 181-190.
- Villalba Malaver, JC. s.f. Los manglares en el mundo y en Colombia: Estudio descriptivo básico (en línea) CO. Universidad Distrital de Bogotá Francisco José de Caldas. Consultado 28 ago. 2011. Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Manglares.pdf>
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Life Science Museum and Department of Zoology. Brigham Young University. 1302 y 1359 p.
- White, RE. c1983. Beetles. Estados Unidos de América. s.e. 368 p.

8. ANEXOS

A.1 Carta de cooperación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



San Salvador, 6 de julio de 2011

Ing. Reynaldo Landaverde
Decano de la Facultad de Ciencias Agronómicas de
la Universidad de El Salvador

PRESENTE

Señor decano, reciba un cordial saludo por parte de la Gerencia de Áreas Naturales Protegidas y Corredor Biológico, del Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN); esperando además, que sus objetivos y metas se cumplan de manera satisfactoria.


El Ministerio de medio Ambiente, responsable de las Áreas Naturales Protegidas, entre ellas los manglares, tiene como compromiso, garantizar que dichos ecosistemas se encuentren en condiciones óptimas para garantizar los bienes y servicios que ofrecen.

En ese sentido, le expreso, que hemos encontrado en el bosque de Manglar de Barra Salada, ubicado en el área natural protegida Los Cobanos, municipio y departamento de Sonsonate, un área aproximada de cinco manzanas de bosque, completamente muerto. Las sospechas de muerte en este tipo de manglar, apuntan a una especie de coleóptero perforador, el cual infesta preferiblemente árboles en estado adulto.

En base a lo anterior, estamos solicitando el apoyo de los Ing. Rafael Antonio Menjivar Rosa y Leopoldo Serrano Cervantes, referentes del departamento de Protección Vegetal de dicha facultad, para que acompañen al Ing. Nicolás Atilio Méndez Granados a una visita de inspección el día viernes 8 de julio, a dicho bosque de manglar.

No omito manifestarle que estaremos brindando el transporte para que nos acompañen a dicha actividad.

Esperando contar con su importante apoyo científico, remitimos la presente, atentamente


Lic. Maritza Erazo Sosa
Gerente de Áreas naturales Protegidas
y Corredor Biológico, (MARN)



A.2 Carta de cooperación de la Asociación de Desarrollo Comunal de la Isla de Méndez de la Bahía de Jiquilisco.



A.3 Resultados de las pruebas de agua de tipo intersticial realizadas en el mangle de Barra Salada, Los Cóbano, Sonsonate, El Salvador.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

Ciudad Universitaria, 31 de enero de 2013.

Resultado de Análisis

Usuario: Br. Mario Ernesto Flores.
Fecha de Ingreso: 24 de enero de 2013.
Tipo de Muestra: agua de mar.
Procedencia: Barra salada.
Análisis solicitados: pH, Salinidad
Id de muestra (MX): Ver tabla
Id de Cliente: Ver tabla

MX	Id de Cliente	pH	Cond. (ms/cm)	SID (g/l)	Salinidad (%)
1	El Colegio 1	6.85	52.1	37.5	38.9
2	El Colegio 2	6.90	48.2	34.2	35.5
3	Apuyeca 3	6.49	48.0	34.5	35.8
4	Apuyeca 4	6.92	45.8	32.5	33.8
5	Apuyeca 5	6.42	66.7	49.8	62.2

Analista: Lic. Norbis Salvador Solano Melara
Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"



Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
Jefe del Departamento de Química Agrícola



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**



Resultado de Análisis

Usuario: Mario Ernesto Flores
 Fecha de Ingreso: 21 de septiembre de 2012.
 Tipo de Muestra:
 Procedencia: Barra Salada
 Análisis solicitados: Salinidad, conductividad y pH.

MX	Salinidad	Conductividad	pH
194	10.1 0/00	15.75 ms/cm	6.59
195	17.9 0/00	26.30 ms/cm	6.54
196	25.8 0/00	36.40 ms/cm	7.09
197	27.6 0/00	39.00 ms/cm	7.18
198	26.8 0/00	37.80 ms/cm	7.27
199	27.7 0/00	39.40 ms/cm	7.23

10.1 gr/lit
 17.9 gr/lit
 25.8 gr/lit
 27.6 gr/lit
 26.8 gr/lit
 27.7 gr/lit

Analista: Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

X=22.65

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"




Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Carrillo
 Jefe del Departamento de Química

A.4 Insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Protección vegetal

INSECTOS ASOCIADOS AL BOSQUE DE MANGLE EN BARRA SALADA, SONSONATE Y BAHIA DE JIQUILISCO, USULUTAN, EL SALVADOR.

Junio de 2014.

