AGROCIENCIA
Cultivando el conocimiento para un mejor futuro
https://revistaagrociencia.wordpress.com/

Artículo de investigación

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

Xylophagous insects and their incidence in the death of mangroves in Barra Salada of the Protected Natural Area "Los Cóbanos", Sonsonate and Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador

Salas-Sayes, U.S.[1] , Ruiz-Mejía, H.[2] , Flores-Romero, M.E.[3],
Sermeño-Chicas, J.M. [4], Menjívar-Rosa, M.A. [5], Méndez-Hernández, N.A. [6]

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 investigación comprendió de agosto 2012 a junio 2014. Se indagó bibliográficamente y se estableció contactos estratégicos (entidades gubernamentales y asociaciones de desarrollo comunal), con el propósito de obtener los permisos respectivos e información sobre dichas zonas. Los muestreos comprendieron transectos de 100 metros, divididos en 20 secciones enumeradas secuencialmente. Se recolectaron muestras en época lluviosa y seca, utilizando bandejas, corvos, redes entomológicas y trampas multidireccionales cada 25 metros en los transectos, utilizando como atrayente etanol al 70%. Los insectos recolectados fueron preservados en viales conteniendo alcohol. En fase de laboratorio se clasificaron los especímenes en Orden, Familia y género-especie, además, ecología y hábitos de

1 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. ulises_rodavlas_211@yahoo.com
2 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. humbertoruiz12@yahoo.com
3 Tesista, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. m.flores_88@hotmail.com
4 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. jose.sermeno@ues.edu.sv
5 Asesor, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. rafaelmenjivarrosa@yahoo.com
6 Asesor externo, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. nicogoll@yahoo.com

alimentación. Con la información obtenida se elaboró una guía ilustrada y se preservó el material biológico. Entre los resultados se reporta un total de 37 Familias de insectos asociados al mangle; 14 son xilófagos (inmaduros o adultos); los restantes realizan diferentes roles ecológicos. En términos de diversidad, en época seca se recolectaron 94 insectos xilófagos y en la lluviosa 130 especímenes. Según el coeficiente de Kendall, utilizado para determinar la abundancia de insectos xilófagos versus los no xilófagos, no resultó significativo (Kendall´s *tau* = -0.04926168; *P* = 0.8028).

Palabras claves: Mangle, muerte de mangle, xilófagos, Barra Salada y Bahía de Jiquilisco.

Abstract

This research has been developed in Barra Salada, in the Natural Protected Area the Cóbanos, Sonsonate and Bahia Jiquilisco, Usulután, El Salvador, with the purpose of determining the cause of death of mangrove, reported in local people and according to reports from the Ministry of Environment. The study was carried out during the August 2012- June 2014 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 an 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.

Introducción

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.). Según Rivera (2011), pese a la urgente necesidad de información de ecosistemas de manglar únicamente se ha generado un promedio de una publicación científica por año (de 1920 a 2010), donde únicamente un 5% de estas publicaciones están relacionadas.

Al igual que todos los sistemas, los ecosistemas de manglares, poseen dos propiedades principales, la estructura y la función. Toda función del sistema 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.

El estudio de los ecosistemas es difícil y consume mucho tiempo y recursos económicos, por lo que se hace necesario la búsqueda de métodos que permitan evaluar de forma rápida la biodiversidad, tomando como componente básico el funcionamiento de los ecosistemas (INDESOL, s.f.). Esto se ha logrado con el estudio de las especies "clave", las que desempeñan funciones vitales e indispensables para el buen funcionamiento 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 para la obtención de alimentos, fibra y materia prima. 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 utilizados por los mangles como defensa contra la herbivoría; lo cual indica que la influencia de alguna variable al ecosistema del mangle lo está volviendo susceptible o predispuesto a tal suceso (muerte de mangle).

Por tal razón la investigación se enfoca en los insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle, ya que existen zonas de manglares en El Salvador en donde se reconocen las especies de mangle *Avicennia bicolor* (Madresal); *Conocarpus erectus* (Botoncillo); *Laguncularia racemosa* (L) (Mangle blanco o Sincahuite); *Rhizophora mangle* (Mangle rojo); *Avincennia germinans* (mangle negro) (González, 2010), de las cuales se han pérdido la cobertura en bosque salado.

Dado que la presencia o ausencia de estas especies pueden alterar en forma notoria el balance del ecosistema. Los insectos recolectados en las áreas de muestreos se identificaron y determinaron aquellos asociados al mangle y los principales insectos xilófagos presentes. Con la información generada se elaboró la guía ilustrada de los diferentes insectos xilófagos asociados al mangle, además se georreferenció las áreas de daño.

Materiales y Métodos

Ubicación

La investigación se desarrolló en el bosque de mangle de Barra

Salada del Área Natural Protegida "Los Cóbanos", a 12 km del municipio de Acajutla, departamento Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. La investigación se realizó en el período de agosto del 2012 a junio del 2014.

Para el buen desarrollo de la investigación se establecieron vínculos con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para el trámite de los permisos de recolecta científica de insectos y la ADESCOIM de la Bahía de Jiquilisco y ADESCO de Barra Salada, con el propósito establecer los medios de logística, ingreso a las zonas y herramientas adecuadas con el propósito de facilitar cada una de las actividades de campo.

Metodología de campo

Las zonas de estudio donde se realizaron los muestreos son aquellas áreas que presentaron la muerte de árboles de mangle, las cuales fueron identificadas con la ayuda de los habitantes del lugar; posteriormente se procedió a "georreferenciar" dichos lugares mediante el uso de GPS. En el estudio se utilizó la metodología de transecto lineal, cada uno de ellos con 100 metro de largo y dos metros de ancho (200 m^2). Se establecieron cinco transectos en Barra Salada, departamento de Sonsonate y uno en la zona de la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután (Cuadro 1 y 2).

Los muestreos en los trancectos se realizaron semanales y ambas épocas del año (seca y lluviosa) a cada lugar de estudio, iniciándose los muestreos en la primera semana de agosto 2012 y finalizando en la última semana de enero 2014. Los transectos constaban de 20 secciones (micrositios) enumeradas secuencialmente y se dispusieron de manera longitudinal en dirección a los árboles

Cuadro 1. Sitios de muestreo en Barra Salada, Los Cóbanos, departamento de 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 Jiote	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 Jiote	05/01/2013	Seca

Cuadro 2. Sitios de muestreo realizados en Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután.

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

aparentemente sanos y muertos. De manera complementaria, al muestreo de recolecta directa, se dispusieron trampas multidireccionales cada 25 metros a una altura de 1.20 metros, utilizando como atrayente etanol al 70% (Fig. 1) (Kovach and Gorsuch, 1985). Para la recolecta de especímenes en los transectos se utilizó el método de captura directa, para ello se utilizaron corvos, bandejas plásticas, pita nylon, pinzas entomológicas, botas de hule, viales, hieleras, frascos plásticos, bolsas plásticas

de 25 lb, tirro y pilots. El material recolectado por cada sección del transecto, se colocó en frascos con etanol al 70% para su conservación y se etiquetaron con la información respectiva a la muestra recolectada (fecha, número de transecto, número de micrositio, lado del transecto y nombre del recolector).

Figura 1. Materiales de construcción para trampas multidireccionales.

Toma de variable ambiental

Como complemento de los muestreos, se tomaron datos de diámetro a la altura del pecho (DAP), número de árboles vivos con diámetros mayores de 10 centímetros, número de troncos largos de árboles muertos con un diámetro mayor de 10 centímetros y número de troncos pequeños entre 5 y 10 centímetros de diámetro. Esta práctica se realizó, debido a que estudios demuestran que el número y diversidad de insectos está influenciado por la cantidad 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).

Metodología de laboratorio

La identificación de los xilófagos asociados al bosque de mangle, se realizó utilizando un microscopio estereoscopio y claves taxonómicas para la identificación de insectos xilófagos (Fontes 1992, Nickle y Collins 1992, Constantino 2001, Sermeño *et al.* 2003, Triplehorn y Johnson 2004, Nunes Zuffo y Dávila Arce, 2004 y White, 1983). El material biológico identificado se depositó en frascos debidamente rotulados con datos como: Orden, Familia, género y/o especie, nombre del sitio de recolecta y fecha. Los especímenes recolectados en estadíos larvales y púpales, se criaron en frascos plásticos con dieta artificial a base de afrecho de trigo (Fig. 2).

Figura 2. Cría y alimentación de xilófagos inmaduros (larvas) con dieta para *Diatraea sp.*

Para el caso en particular de larvas del orden Lepidoptera, fueron criadas en bolsas plásticas de 25 libras, alimentándolas con follaje de manglar para su desarrollo y posterior identificación y preservación.

Además, se seleccionaron los insectos en mejor estado, se montaron y dispusieron en estufa para su secado. Se elaboraron duplicados de la colección entomológica de los especímenes recolectados en el bosque de mangle.

Elaboración del documento de insectos xilófagos asociados al mangle

Posterior al montaje de los insectos, cada uno de ellos fue fotografiado con la ayuda de un microscopio-estereoscopio, con el objetivo de elaborar un documento ilustrativo sobre los insectos xilófagos asociados al manglar de Barra Salada Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután El Salvador, con su respectiva descripción y bioecología. Esto es un aporte para las Asociaciones de Desarrollo Comunal de los lugares en estudio, que será utilizada como herramienta didáctica.

Toma de muestras de agua tipo intersticial

Se tomaron muestras de agua de tipo intersticial, específicamente en Barra Salada debido al grave deterioro del bosque de mangle, con el propósito de determinar variaciones en los niveles de pH y salinidad, para identificar posibles efectos en la zona. Para ello se extrajo sedimentos a una profundidad de 40cm y se colocó sobre un trozo de tela y se generó presión con el puño para que se filtre el agua contenida en los sedimentos; se recolectó en frascos y se transportó en un recipiente hermético para ser llevado al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Metodología estadística

El análisis de la diversidad de las comunidades de artrópodos en las etapas fenológicas se realizó con el software SPADE (Chao 2005); (Chao *et al.* 2005) utilizándose índices especialmente diseñados para el estudio de comunidades biológicas, entre los cuales se utilizaron:

Índice de Shannon – Weaver: Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, 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 (Smith y Smith, 2001).

Índice de Kendall: Este valor es utilizado en las investigaciones para determinar el grado de asociación, congruencia entre dos grupos, en otras palabras, para medir la relación entre ellos (Rojas Soriano, 2005).

Resultados y discusión

Caracterización Biofísica del Área natural protegida Los Cóbanos, 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 observaciones hechas por parte de los habitantes de la playa de Barra Salada. 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 (Tabla 1).

A continuación, se presenta los resultados más importantes de la caracterización biofísica general de los ocho sitios muestreados de Barra Salada, Sonsonate, El Salvador.

Características del Sustrato

Existen diferentes condiciones topográficas, entre los sitios muestreados en Barra Salada del Complejo de Área Natural Protegida Los Cóbanos. Razón por la cual en algunos casos hay un flujo o movimiento ininterrumpido del agua. El sustrato en algunos sitios de muestreo, es muy inestable e incluso la situación se agrava cuando estos entran en contacto con el agua (momentos de marea alta). Respecto al uso del suelo en la periferia del bosque halófito, según el 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 e identificaron pequeñas parcelas con cultivos de maíz, empleándose en su manejo agroquímicos que pueden bioacumularse en plantas acuáticas, categorizados como parte de la "Docena Sucia", debido a que se desconocen sus efectos en el medio ambiente ó sobre cualquier otra implicación que estos puedan generar al utilizarse.

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.

Análisis de Agua Intersticial

Los valores resultantes varían, obteniéndose rangos de 32.5 ppm hasta 49.8 ppm (partes por millón de salinidad en el agua) en época seca y 10.1 a 27.7 ppm en época lluviosa. En ambas condiciones teóricamente según Barrence *et al*., 2003, estas características químicas, no son las adecuadas para el desarrollo y crecimiento de la especie de mangle Sincahuite (*Laguncularia racemosa*).

La zona más afectada fue Barra Salada, Sonsonate, El Salvador. Sin embargo, resulta imposible el determinar que las condiciones se mantuvieron durante todo el período de desarrollo de la investigación.

Vegetación del área de estudio

En todas las áreas muestreadas dentro del complejo Los Cóbanos, se pudo observar mangle Sincahuite, botoncillo y mangle rojo. La especie arbórea más afectada, de acuerdo a los habitantes de Barra Salada, es Sincahuite (*Laguncularia racemosa*). El área dañada fue georeferenciada con GPS y uso del programa de ArcGis, determinándose 18.18 mz de bosque muerto de mangle. Es importante recalcar que los árboles encontrados, en algunos casos no pudieron ser identificados, debido a las circunstancias de severidad de daño en las que fueron encontrados. Sin embargo,

el Ing. Nicolás Atilio Méndez Hernández[7], representante del 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, pero tal argumento no pudo constatarse.

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 observaciones por parte de los habitantes de Isla de Méndez de Bahía de Jiquilisco, entre los cuales se pueden mencionan: El Manglaron, El Arenal, Puerto Maravilla e Isla de Los Pájaros, pero 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) considerado fue de aquellos transectos donde hubo consistencia en los muestreos.

A continuación, se presenta los resultados más importantes de la caracterización biofísica general de los cuatro sitios muestreados en Bahía de Jiquilisco.

Características del Sustrato

La mayoría de los lugares, presentaron sustratos muy estables, a excepción de la Isla de Los Pájaros. Respecto al sitio de muestreo El Manglarón perteneciente al cantón de San Juan del Gozo, muestra dos sustratos diferentes, el primero es arena y sin cobertura vegetal; mientras el segundo tiene materia orgánica y cobertura arbórea. Según, CESTA - Amigos de la Tierra, 2011, menciona que el cambio en sustrato del manglar se debe al cambio climático, mediante las olas del mar y su acción erosiva.

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 seca, la vertiente secundaria del río La Tirana que alimenta al ecosistema se ve reducido 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.

Vegetación del área de estudio

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, perdió casi por completo las especies vegetativas nativas. Posteriormente, se reforestó con apoyo de la Asociación Mangle.

7 Méndez Hernández, NA. 2012. Estado actual del ecosistema de mangle de Barra Salada, Los Cóbanos, Sonsonate. (Comunicación personal). Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Se georeferenció el sitio llamado "El Arenal", obteniéndose un área de bosque pérdido de 19.90 mz (13.91 Ha), que según el Sr. David Paz[8] (Presidente de la ADESCO de San Juan del Gozo), se debe a la quema del bosque, sin embargo, no existe otro antecedente o registro que lo fundamente. Es importante destacar que, no se observó daño aparente por insectos de la Familia Scolytidae u otros. Mientras que en El Manglarón de Bahía de Jiquilisco, según, CESTA – Amigos de la Tierra, 2011, reporta una pérdida entre los 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 por esta investigación, el área dañada es de 13.85 mz (9.68 Ha) de mangle muerto.

Se determinó el área de terreno en conflicto, 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.

Insectos xilófagos asociados al bosque de manglar

Se identificó un total de 37 familias de insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. Obteniéndose, 13 xilófagos independientemente del estado del espécimen recolectado (Larva o adulto); los restantes (24), tienen diferentes hábitos alimenticios y roles ecológicos (Depredadores, omnívoros, descomponedores) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Familias y hábitos alimenticios de los insectos asociados al bosque de mangle en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Orden	Xilófago	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 Derodontidae.
Lepidoptera	Crambidae	Megalopygidae y Psychidae.
Isoptera	Termitidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae.	
Hemiptera		Membracidae y Cicadellidae.
Homoptera		Coccidae
TOTAL	13 Familias	24 familias

Los insectos inmaduros, se alimentaron con dieta artificial, compuesta a base de afrecho de arroz, para su posterior identificación. Los insectos de los muestreos, fueron agrupados de acuerdo a la época del año en la que fueron recolectados (Lluviosa

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

y Seca) para realizar un mejor análisis, obteniéndose 273 insectos equivalente a 19 familias para Barra Salada con el método directo; mientras que en Bahía de Jiquilisco, considerando las mismas épocas, se recolectaron 171 especímenes, correspondiendo a 21 Familias, con el mismo método de captura (Directo = Manual) (Fig. 3).

Sin embargo, al comparar la fluctuación poblacional insectil, se encontró 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. 3) y se reportan valores de abundancia relativamente altos, de las familias Oedemeridae y Kalotermitidae.

Los especímenes recolectados en Bahía de Jiquilisco, presentan una mayor diversidad de familiares, pero una menor abundancia en población, en comparación de Barra Salada, Sonsonate. Las familias dominantes en este sitio son cinco (Chrysomelidae, Termitidae, Cucujidae, Kalotermitidae, Megalopygidae) en período lluvioso (Fig.4). 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 con 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. La gradiente insectil, en cuanto a las familias de hábitos xilófagas según las épocas del año, podría deberse a la coincidencia y manifestación

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

Figura 3. Familias de insectos asociadas al bosque de mangle de Barra Salada por época en Sonsonate, El Salvador (Método Directo).

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
Lampyridae	0	Lampyridae	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

Figura 4. Diversidad de Familias asociadas al bosque de mangle de Bahía de Jiquilisco por época (Método Directo).

de alguna situación de estrés al manglar, provocado en gran parte por desequilibrio en las concentraciones de salinidad en el agua. Según las muestras de agua en Barra Salada (Reporte de Scolytidae) y los resultados obtenidos en rangos, fueron de 32.5 ppm hasta 49.8 ppm de salinidad en época seca y de 27.7 a 10.1 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 dicha abundancia insectil podría estar siendo influida por las condiciones climáticas establecidas en ese momento (Época lluviosa), que involucraba la permanencia del insecto en el bosque en un determinado sitio, concentrándose poblaciones altas de determinadas Familias de insectos, además referente a ello, 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 asociación entre ambos grupos de insectos a lo largo de los diferentes sitios en El Salvador.

Aritméticamente, existe una marcada diferencia entre la abundancia y diversidad recolectada en comparación con ambos sitios de muestreo, pero al analizar esta variable, según el índice de Shanon-Weaver, ambos sitios de muestreo, presentaron un valor bajo, indicando poca diversidad y equitatividad.

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 época lluviosa va de 1.0 aproximadamente a 1.8, indicando que la desigualdad en diversidad es mayor y que la equitatividad entre sí es menor (Fig. 5), por lo que se considera que esta se asemeja a la de un área desértica.

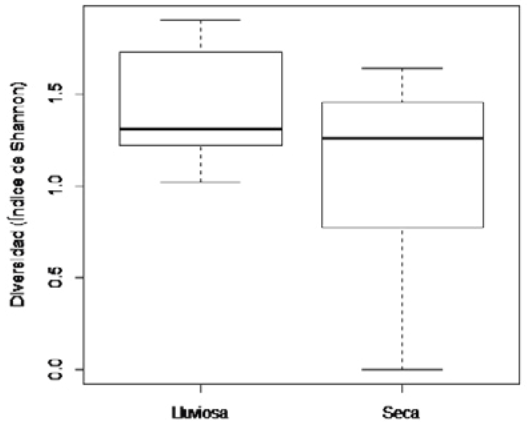

Figura 5. Diversidad de entomofauna según índice de Shanon-Weaver en Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador (Método de captura directo).

Uso de trampas multidireccionales

Para la elaboración de las trampas se tomó como modelo la utilizada por Kovach and Gorsuch 1985, la cual es empleada para la recolecta de insectos de la familia Scoylitidae en árboles de melocotón con una solución atrayente de etanol al 70%. La trampa se elaboró de acuerdo a la disponibilidad de recursos con las que contaban los investigadores, empleándose embudos plásticos transparentes, plástico UV transparente, frascos plásticos con capacidad de 500 ml y alambre galvanizado para armar toda la

estructura. Esto no pretende un estricto uso de dichos insumos (Fig. 6). Como resultado se recolectaron 292 especímenes, comprendidas en 21 familias.

Figura 6. Trampa multidireccional artesanal.

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 multidireccionales, fueron capturados 292 especímenes, equivalente 21 familias, específicamente para Barra Salada. Se delimito en esa zona de intervención por la facilidad de transitar y este último método, se recolecto ocho nuevas familias (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, inclusive al comparar los resultados de ambos métodos de recolecta, se encuentra un total de 5 familias de xilófagos comunes. Los mejores resultados del uso de trampas se obtuvieron en época seca ya que en la época de lluviosa las condiciones climáticas interfería con la captura.

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 vivos y aparentemente sanos. De la familia Scolytidae se reportan ocho géneros diferentes *Coptoborus pseudotenius, Xyleborus ferrugineus, Xyleborus like-bispinatus, Xyleborus volvulus, Premnobius cravipennis, Cryptocarenus sp., Coccotrypes sp.* e *Hypothenemus sp.*

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 por Jones and Eggleton, 2000 al manifestar que existe una mayor diversidad de insectos en un bosque primario en comparación a otro alterado.

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 Jiquilisco) presento de valores de 0 aproximadamente a 1.7, indicando una clara desigualdad, determinándose dominancia de algunas familias, dependiendo del lugar analizado (Kalotermitidae, Termitidae y Scolytidae en Barra Salada y Termitidae, exclusivamente en Bahía de Jiquilisco). Estos insectos representan un poco más del 50% de todos los insectos recolectados en el área de estudio (Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador) y en la figura 7 se puede observar la dispersión de acuerdo a transectos, épocas y su dominancia.

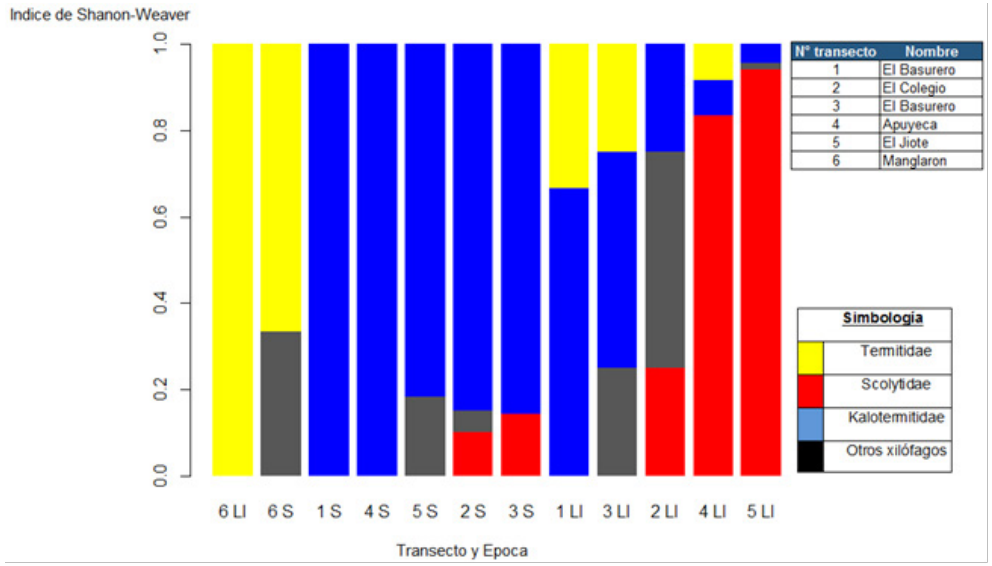

Figura 7. Patrones de agrupamiento de la entomofauna xilófaga y dominancia en mangle.

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 Sincahuite (*Laguncularia racemosa*) el cual, se encontró en sitios específicos. En los árboles donde se identificó, presento una densidad insectil de 1.98 a 2.29 de agujeros e insectos adultos de Scolytidae por centímetro cuadrado (Fig. 8).

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 habito alimenticio, reportado en Barra Salada, Los Cóbanos, específicamente en "El Colegio", y "Apuyeca".

Estos insectos 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, son xilófagos secundarios , "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.

Insectos recolectados en mangle fueron enviados al extranjero a Jiri Hulcr PhD (Universidad de Florida, US), determinándose

Figura 8. 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.

ocho géneros de la familia Scolytidae *Coptoborus pseudotenius, Xyleborus ferrugineus, Xyleborus like-bispinatus, Xyleborus volvulus, Premnobius cravipennis, Cryptocarenus sp., Coccotrypes sp.* e *Hypothenemus sp.* Así como también a Alma Solís PhD (USDA, US) identificándose a *Lygropia cosmia* Dyar de la familia Crambidae, Orden Lepidoptera. Respecto a las termitas se identificaron las familias siguientes con el apoyo del Ing. Miguel Sermeño, las cuales son: *Nasutitermes spp* de la familia Termitidae; *Microcerotermes sp* de la subfamilia Termitinae; *Calcaritermes sp.*, *Criptotermes sp*, *Incisitermes sp.* de la familia Kalotermitidae y *Coptotermes sp.* de la familia Rhinotermitidae del orden Isoptera. En el caso de los especímenes encontrados de la familia Cerambycidae se identificaron las géneros: *Eliphidion, Heterachtes sablensis* y *Callipogon barbatum*, con el uso del catálogo ilustrado de Cerambycidae de Nicaragua (Maes *et al.*, s.f.).

Documento de guía ilustrada "Insectos xilófagos asociados al bosque de mangle"

El documento contiene información 37 Familias de insectos asociados al manglar y para cada una se menciona sus

características morfológicas el nombre común del espécimen encontrado, nombre científico y la bioecología. Con ello, se elaboró el documento denominado "Insectos asociados al bosque de manglar de Barra Salada, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador.

Conclusiones

Se identificaron 37 familias asociadas al bosque de mangle, de ellas 13 poseen hábitos xilófagos.

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 géneros 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.

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 recolectadas en mangle (El Manglaron de la Bahía de Jiquilisco).

Se identificó el mangle como posible hospedero del espécimen Lygropia cosmia Dyar de la familia Crambidae, dicha especie esta reportada en Centro América, 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.

Según el índice calculado de Kendall, no existe asociación o relación entre los hábitos de los insectos y su presencia en un determinado sitio.

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 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.

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.

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 un plan de monitoreo para la determinación de acciones preventivas o de control sobre las perturbaciones bióticas y abióticas en el bosque de mangle.

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.

Bibliografía

Barrence, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, J. 2003. Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. CR. OFI. p. 379-384, 471-472, 633 – 636.

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

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.

Chao, A. 2005. Programa SPADE (Species Predicction and Diversity Estimation). http://chao.stat.nthu.edu.tw

Fontes, LR. 1992. Key to the genera of New World Apicotermitinae (Isoptera: Termitidae. In: Insects of Panama and Mesoamerica. Ed. DA, Quintero & A, Aiello. New York: Oxford University Press. p. 242-248.

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

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

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.

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.

Maes, JM; Berghe, E; Dauber, D; Audureau, A; Nearns, E; Skilman, F; Heffern, D; Monne, M. s.f. Catalogo ilustrado de los Cerambycidae (Coleoptera) de Nicaragua. Nicaragua. s.e. pt. I, II, III, IV, V.

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; Dávila 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.

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.

Rivera, CG. 2011. Estado del arte del conocimiento costero marino en El Salvador. Tesis Msc. San Salvador. Universidad de El Salvador.72 p.

Rojas Soriano, R. 2005. Guía para realizar investigaciones sociales. Ed. Plaza y Valdés. s.e. México, D.F. 417 p.

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. Smith, RL; Smith, TM. 2001. Ecología. 4ª Ed. Pearson Educación, S. A. Madrid. 642 pp.

Agradecimientos

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, por su apoyo en la identificación de insectos.