



Universidad Veracruzana

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Tuxpan

---

---

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**“INCIDENCIA Y SOBREVIVENCIA DE PROPAGULOS DE  
*Rhizophora mangle* Linnaeus INFESTADOS POR  
*Coccotrypes rhizophorae* Hopkins (Coleoptera:  
Curculionidae: Scolytinae) EN EL MANGLAR DE  
TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ”**

**TESIS**

Que para obtener el título de:  
**MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y  
COSTEROS**

**PRESENTA:**  
**BIÓL. ALEJANDRO ARTURO MARTÍNEZ ZACARIAS**

**DIRECTOR:**  
**DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO**

**ASESOR:**  
**M. A. AGUSTIN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ**

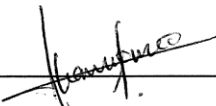
TUXPAN, VER.

DICIEMBRE 2013.

La presente tesis titulada: **"INCIDENCIA Y SOBREVIVENCIA DE PROPÁGULOS DE *Rhizophora mangle* Linnaeus INFESTADOS POR *Coccotrypes rhizophorae* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) EN EL MANGLAR DE TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ"**, realizada por el C. Biól. Alejandro Arturo Martínez Zacarías, bajo la dirección de la Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**

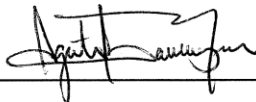
**CONSEJO PARTICULAR:**



---

**DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO**

**DIRECTORA**



---

**M. A. AGUSTIN DE JESUS BASAÑEZ MUÑOZ**

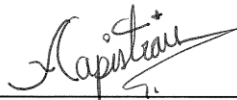
**ASESOR**

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz; Diciembre 2013.

La presente Tesis titulada: "**INCIDENCIA Y SOBREVIVENCIA DE PROPÁGULOS DE *Rhizophora mangle* Linnaeus INFESTADOS POR *Coccotrypes rhizophorae* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) EN EL MANGLAR DE TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ**", realizada por el C. Biól. Alejandro Arturo Martínez Zacarías, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**

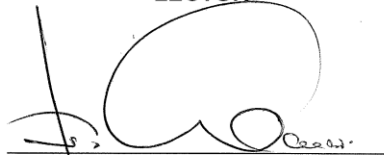
**COMISIÓN LECTORA:**



---

**DR. ASCENCIÓN CAPISTRÁN BARRADAS**

**LECTOR**



---

**DR. JOSÉ LUIS ALANÍS MÉNDEZ**

**LECTOR**



---

**DR. GUILLERMO LÓPEZ GUILLÉN**

**LECTOR**

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz; Diciembre 2013.

## DEDICATORIA

A DIOS:

Por brindarme una familia maravillosa y unida, por la salud y ayudarme a lograr una meta mas en mi vida, por las bendiciones hasta ahora recibidas y que están por venir...no queda mas que decir...GRACIAS SEÑOR!!.

A MI FAMILIA:

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constante, sólo quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su incondicional apoyo, su forma de luchar fue mi ideal, su sacrificio mi aliento y su esfuerzo constante la fuerza de mi voluntad...GRACIAS!!

# AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Alejandro Martínez Cruz y María Florinda Zacarías Bautista

Por su amor, cariño, ejemplo y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por estar presentes en mis logros académicos y personales y sobre todo por alentarme a seguir adelante a pesar de las adversidades, los amo y doy a gracias a dios por darme unos padres maravillosos.

A MIS HERMANAS

Gricelda Martínez Zacarías y Berenice Martínez Zacarías

Por su apoyo y comprensión, esperando que este logro sirva de ejemplo y las motive en seguir preparándose en sus vidas académicas que cada una a tomado...las admiro y amo hermanitas!!

DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO

Por la dirección, apoyo, paciencia y tiempo en la revisión y corrección de este trabajo, agradezco sus valiosos consejos y confianza que deposito en mí para la realización y culminación de este trabajo.

A LOS MIEMBROS DE LA COMISIÓN LECTORA

Dr. Ascensión Capistrán Barradas, Dr. José Luis Alanís Méndez y Dr. Guillermo López Guillén, por su disponibilidad en la revisión de la tesis, gracias a sus atinadas críticas, sugerencias y observaciones se enriqueció aun mas este trabajo...muchas gracias!!

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONACYT)

Por la beca otorgada con número de registro 414364/261477 que ayudo en la realización de los muestreos y estudiar la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

A MIS AMIGOS(AS)

A pesar de la distancia y rumbos que cada uno ha tomado se que su amistad y confianza no han cambiado y eso las hace personas especiales: Arizai, Natalia, Clarivel,

Yeimí, Lizdey, Alma, Leobardo y Edgar. Agradezco especialmente a dos personas por su gran amistad, cariño, ayuda y por compartir momentos y viajes en su compañía M. C. Ana Nereída Muñoz Bautista y M. M. María Isabela Cruz Ferrer...Gracias por su valiosa amistad!!!

#### A LOS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE LA MAESTRÍA

Por compartir esta etapa de nuestra vida académica, fue un placer conocerlos y considerarlos buenos amigos: Ángeles, Rubí, Sandra, Elfego, Miguel y Juan...suerte y éxito en el futuro master's!!!

# ÍNDICE

## RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
3. OBJETIVOS.....	11
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
4.1. Área de estudio.....	12
4.2. Selección de los sitios.....	13
4.3. Determinación de la especie de curculionido que afecta los propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> .....	14
4.4. Fluctuación poblacional de <i>Coccotrypes rhizophorae</i> .....	14
4.5. Determinación del daño en propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> .....	14
4.6. Supervivencia de propágulos.....	15
4.7. Análisis estadístico.....	16
5. RESULTADOS.....	19
5.1. Fluctuación poblacional de <i>Coccotrypes rhizophorae</i> .....	19
5.1.1. Correlaciones entre incidencia de propágulos infestados y variables ambientales.....	22
5.2. Determinación de la posición del daño estructural en propágulos.....	25
5.3. Supervivencia de propágulos en vivero y manglar.....	28
5.3.1. Crecimiento mensual de propágulos sembrados en dos ambientes (manglar y vivero).....	32

6. DISCUSIÓN.....	39
7. CONCLUSIONES.....	42
8. APLICACIÓN PRÁCTICA.....	44
9. BIBLIOGRAFÍA.....	46
10. ANEXOS.....	45



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tres sitios de muestro en el manglar de Tumilco.....	13
Figura 2. Fluctuación poblacional de propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> infestados por <i>Coccotrypes rhizophorae</i> en los diferentes sitios de estudio en el manglar de Tumilco.....	19
Figura 3. Número de propágulos infestados en el manglar de Tumilco en los meses de muestreo, enero-diciembre (mediana $\pm$ min- max)....	20
Figura 4. Número de propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> infectados por <i>C. rhizophorae</i> en los diferentes sitios de estudio en el manglar de Tumilco (mediana $\pm$ min- max).....	21
Figura 5. Talla promedio de propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> infestados por <i>Coccotrypes rhizophorae</i> en los tres sitios de muestreo del manglar de Tumilco (mediana $\pm$ min-max).....	22
Figura 6. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs salinidad en el manglar de Tumilco.....	23
Figura 7. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs inundación en el manglar de Tumilco.....	24
Figura 8. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs humedad en el manglar de Tumilco.....	24
Figura 9. Número de propágulos infestados (perforados) en diferentes partes del propágulo (apical, basal y medio) por <i>Coccotrypes rhizophorae</i> en tres sitios del manglar de Tumilco (media $\pm$ desv. est.).....	25
Figura 10. Número de propágulos infestados en la parte basal, media y apical por <i>Coccotrypes rhizophorae</i> de acuerdo a la condición vivo o muerto (media $\pm$ desv. est.).....	27
Figura 11. Número de propágulos infestados en la parte basal, media y apical por <i>Coccotrypes rhizophorae</i> de acuerdo a la condición vivo o muerto en los tres sitiosm uestreados (media $\pm$ desv. est.).....	28
Figura 12. Sobrevivencia de propágulos en vivero en las dos condiciones (sanos e infectados por el escolitido <i>Coccotrypes rhizophorae</i> ).....	30

Figura 13. Supervivencia de propágulos sanos e infestados por <i>Coccolytes rhizophorae</i> en el manglar.....	31
Figura 14. Supervivencia de propágulos sanos e infectados por <i>Coccolytes rhizophorae</i> , los cuales fueron marcados en el manglar de manera natural.....	32
Figura 15. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) sembrados en condiciones de vivero.....	33
Figura 16. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) sembrados en el interior del manglar (seminatural).....	35
Figura 17. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) marcados dentro del manglar.....	36

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Modelo de regresión logística politómica sobre los efectos de la condición (vivo o muerto) y sitio (1, 2 y 3) en la posición del daño de los propágulos (base medio y apical).....	26
Cuadro 2. Modelo lineal generalizado con variable respuesta binaria (muerto, vivo) con distribución binomial, donde se evalúa el efecto de la condición (sano, infestado) y tratamiento (manglar natural, manglar seminatural y vivero).....	29

## RESUMEN

### INCIDENCIA Y SOBREVIVENCIA DE PROPAGULOS DE *Rhizophora mangle* Linnaeus INFESTADOS POR *Coccotrypes rhizophorae* Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) EN EL MANGLAR DE TUMILCO, TUXPAN, VERACRUZ.

Biol. Alejandro Arturo Martínez Zacarías

Los propágulos de *Rhizophora mangle* son vulnerables y frecuentemente atacados antes y después de la dispersión por insectos del orden Coleoptera. En este trabajo se evaluó la incidencia del daño provocado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en propágulos de *R. mangle*, en el manglar de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. Se establecieron tres sitios: 1) zona núcleo; 2) borde con terracería; y 3) borde a Tular, cada uno con tres cuadrantes, en donde se evaluó la fluctuación poblacional de propágulos infestados durante un año. También se analizaron parámetros físico-químicos del agua superficial del sitio experimental. Se registró el área dañada en los propágulos (basal, medio, apical), la condición (vivo-muerto) y el tamaño. Por último, se evaluó la sobrevivencia de propágulos, sanos e infestados por *C. rhizophorae* (estado) en vivero y dentro del manglar. Los resultados mostraron diferencias estadísticas en el número de propágulos infestados con respecto a los meses (mayor entre los meses de febrero y julio) y a los sitios monitoreados (mayor en los sitios 1 y 3). La salinidad, la inundación y la humedad se relacionaron con la frecuencia de infestación de propágulos de *R. mangle*. Con respecto a la ubicación del daño, perforaron con mayor frecuencia el área basal de los propágulos. La condición y la interacción entre sitio y condición, influyeron de manera significativa en la posición del daño. Los propágulos con daño basal presentaron un mayor promedio de organismos muertos a diferencia cuando el daño fue apical y medio. Entre sitios, los organismos dañados en la parte basal tuvieron un mayor promedio de mortalidad en el sitio 1, mientras que en el sitio 2 y 3, este resultado fue inverso. Cuando el daño fue en la parte media, en el sitio 2 y 3 se registró un incremento en el promedio de organismos muertos inverso a lo observado en el sitio 3. Cuando el daño fue en la parte apical, en los tres sitios tendieron a sobrevivir los propágulos infestados con mayor frecuencia. La talla de los propágulos no mostró diferencias de acuerdo al daño. Finalmente, el estado (sano, infestado) y el tratamiento (vivero, manglar), así como la interacción (estado : tratamiento), influyeron en la sobrevivencia de los propágulos. Los propágulos sanos tuvieron mayor probabilidad de sobrevivencia y crecimiento en comparación con los infestados. Los resultados de este trabajo muestran la dinámica actual de *R. mangle* en manglar de Tumulco ante la presencia de una especie barrenadora.

**Palabras clave:** incidencia, infestacion, sobrevivencia, *Coccotrypes rhizophorae*, *Rhizophora mangle*.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes de México tanto por su valor biológico como por su valor socioeconómico (Valdez-Hernández, 2002). Estos ecosistemas sirven de transición entre los ambientes terrestres y marinos, lo que los convierte en uno de los bosques más ricos del planeta debido a su productividad y riqueza biológica (CONABIO, 2008). En particular, los árboles de mangle son usados como fuente de leña, carbón, cercado, madera para construcción, como implemento de arte de pesca, entre otros (Basáñez Muñoz *et al.*, 2006; Carmona-Díaz *et al.*, 2004). Sin embargo, debido al mal uso del manglar (en términos de aprovechamiento u obras de infraestructura) y a factores naturales, se ha reducido este ecosistema considerablemente (mundialmente 50% y en el país 65%; SEMARNAT, 2011). Para revertir este daño se han propuesto diferentes procesos de recuperación; la reforestación, la rehabilitación y la restauración (López Portillo y Ezcurra, 2002; Ramírez-Soto *et al.*, 2010).

En el caso de los proyectos de reforestación, frecuentemente se combinan las actividades de reforestación directa con propágulos, plántulas silvestres y/o con plántulas de un vivero transitorio, con una supervivencia registrada de más del 90% para *Rhizophora mangle* L. Sin embargo, los propágulos y plántulas no están exentas de enfermedades o plagas (Benítez Pardo, 2007). Una de las plagas que atacan las especies de mangle son los escarabajos de la familia Curculionidae. La detección del ataque de curculionidos en propágulos de mangle rojo, se presenta

cuando el ecosistema sufre algún tipo de estrés ambiental por actividades antropogénicas o factores ambientales (sequía, inundación o deficiencias nutricionales) (Menéndez *et al.*, 2006). Estos coleópteros pueden causar daños considerables en áreas forestales, de ahí la importancia de estudiar las poblacionales de escolitidos y la intensidad del daño que generan en el ecosistema de manglar (Goitía y Rosales, 2001; Pérez-De La Cruz *et al.*, 2009).

*Rhizophora mangle*, también conocido como mangle rojo, tiene una amplia distribución en las costas del océano Pacífico y del océano Atlántico, esta especie ha desarrollado una serie de estrategias para colonizar nuevas áreas, entre las cuales están la producción permanente de flores y propágulos (Tovilla y Orihuela, 2002; Domínguez *et al.*, 1998). El mangle rojo es una especie vivípara, debido a que una sola semilla germina en el interior del fruto. Los propágulos están compuestos principalmente por tejido aerenquimático endospermico, son frecuentemente curvos, de color verde a pardo en la parte inferior y presentan numerosas lenticelas. Miden de 22 a 40 cm de largo por 1 a 2 cm de diámetro en su parte más ancha y pesan aproximadamente 50 g (Agraz *et al.*, 2006).

En la ciudad de Tuxpan, Veracruz, actualmente se realiza un proyecto de reforestación del manglar ubicado frente al complejo termoeléctrico “Presidente Adolfo López Mateos”. En dicho proyecto, se habilitó un vivero de mangle para 200,000 plantas en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana. La etapa de colecta de propágulos se llevó a cabo en diferentes zonas del Sitio Ramsar 1602 Humedales y Manglares de Tuxpan, en los

meses de noviembre del 2010 a marzo del 2011. Posterior a la siembra en el vivero, se observó que algunos propágulos estaban infestados por una especie de escolitido, principalmente los recolectados en el manglar de Tumulco, Veracruz. De acuerdo a esta problemática, la presente investigación tiene como propósito identificar la especie y seguir la evolución de la incidencia de infestación en propágulos de *Rhizophora mangle* a lo largo de un año, así como evaluar la sobrevivencia de los propágulos infestados en la zona de Tumulco, Veracruz.

## 2. ANTECEDENTES

Los viveros de manglar son una alternativa que ayuda la restauración de ambientes degradados, con las ventajas y desventajas indirectas que conlleva, dada la gran cantidad de hectáreas deterioradas y que existe la necesidad de restaurar (Flores-Verdugo *et al.*, 1995). Así mismo, los viveros se convierten en una alternativa de empleo permanente para los habitantes de estos ecosistemas (Benítez Pardo, 2007). Sin embargo, los propágulos se obtienen sin evaluar los aspectos fitosanitarios, ni la presencia de plagas o daño que tuviesen lo cual es preocupante ya que existe una gran variedad de artrópodos herbívoros que afectan las hojas de las plántulas en el periodo de inundación alterando los procesos fotosintéticos e incrementando la probabilidad de que las plántulas mueran debido a esta necrosis (Tavares de Menezes *et al.*, 2009). Los propágulos son vulnerables y frecuentemente atacados por insectos antes y después de la dispersión, un ejemplo de este caso se registra en la especie *Rhizophora mangle*, que se reporta con ataques por coleópteros y lepidópteros (Tavares de Menezes *et al.*, 2009; Carmona-Díaz, 2010).

Pocos trabajos han evaluado el daño que pueden sufrir los propágulos de mangle generado por coleópteros. Lema Vélez y colaboradores (2003), observaron que el 30% de los propágulos de *Avicennia germinans* (L.) L. fueron consumidos por larvas de una especie de Lepidóptero de la familia Pyralidae. De acuerdo a estos autores el consumo fue menor en los propágulos de *Laguncularia racemosa* (L.)



Gaertn. f., encontrándose larvas en menos del 1% de los frutos. Incluso se han observado ataques esporádicos de *Quiscalus mexicanus* (zanate) sobre propágulos de *R. mangle*, cuya viabilidad se observó afectada en el establecimiento y crecimiento del mismo.

Las plagas pueden causar daños considerables en los manglares. En 1942, Blackman, registro dos especies de coleópteros que afectan a *R. mangle* en Cuba, los cuales han sido identificados como *Coccotrypes rhizophorae* y *Pytiophorus nr, regularía*. Menéndez y colaboradores (2006), mencionan las especies de insectos asociados a las especies de mangles, principalmente de mangle rojo, en las provincias de Matanzas y Villa, Cuba. En este estudio, se reportó una mortalidad masiva de árboles en un bosque de *Rhizophora mangle*, cuya responsable fue la larva de una mariposa nocturna de la familia Pyralida que se desarrolla en las raíces adventicias de *R. mangle*; al igual que escolítidos que perforan los propágulos de la misma especie de mangle. Se evidenció que puede existir un equilibrio entre las poblaciones de insectos y la conservación del manglar, con una tendencia por parte de los insectos a aumentar cuando se origina un estado de estrés en las plantas por la insolación, inundación o por la salinidad que afecta el ecosistema. Otra amenaza para el ecosistema de manglar y sus recursos renovables es la conversión de los ecosistemas a otros usos, tales como obras de infraestructura, ganadería y acuicultura que afectan directa o indirectamente a los bosques, generándoles diferentes grados de estrés lo cual las coloca en un estado de vulnerabilidad (Vázquez Moreno, 2003).

En Colombia, se ha registrado la infestación de propágulos y plántulas de mangle rojo por larvas de insectos pertenecientes a las familias de los Scarabaeidae, Curculionidae del orden Coleóptera. Estos insectos son comunes donde la influencia de agua marina es nula, por lo que se pueden considerar oportunistas. Este problema se presenta bajo condiciones que se generan en los viveros transitorios (Flores-Verdugo *et al.*, 1995). De acuerdo a la literatura consultada existen trabajos de curculionidos en Argentina, Colombia, Venezuela y México, en estos se reporta que afectan a plantaciones cultivadas y forestales de cacao, café, plátanos eucalipto, palmeras, coníferas y demás especies de plantas (Iturre *et al.*, 1995; Briceño y Ramírez, 2000; Goitía y Rosales, 2001; Gil *et al.*, 2004; Villalobos y Blanco-Metzler, 2006; Pérez-De La Cruz *et al.*, 2009; Navarro y Liendo, 2010).

En México, en el estado de Tabasco se reportó como nuevo registro a *Hypothenemus erectus* LeConte e *Hypothenemus seriatus* (Eichhoff), los cuales tienen una distribución altitudinal de 15-1550 msnm y una afinidad biogeográfica neotropical; ambos coleópteros afectan las plantas del género *Rhizophora* (Romero *et al.*, 1997; Vázquez Moreno, 2003). Como parte de las investigaciones sobre la regeneración de la vegetación y la resiliencia del manglar, diversos autores desarrollaron experimentos para evaluar el establecimiento de parcelas con propágulos sanos, infestados y al azar; donde se mostraron la sobrevivencia y el ritmo de crecimiento de los propágulos, se comprobó que el grupo de propágulos sembrados al azar obtenían mayor sobrevivencia y crecimiento, tal como puede suceder en la naturaleza (Menéndez *et al.*, 2006; Pérez-De La Cruz *et al.*, 2009).

La afectación del escarabajo herbívoro *Coccotrypes rhizophorae* sobre *Rhizophora mangle* es importante antes y después de la dispersión (más frecuentemente en propágulos ya abortados) e incluso pueden afectar a plántulas y raíces aéreas de dicha especie (Sousa *et al.*, 2003). En el caso de los propágulos, se ha encontrado poca relación entre su tamaño y la tasa de ataque de los insectos. El daño o la infestación comienza cuando la hembra fecundada hace un túnel en el propágulo, en donde deposita sus huevos, al nacer las larvas amplían en gran medida el túnel inicial, esta especie de escarabajo madura rápidamente, es entonces cuando las hembras y machos emergen del propágulo y buscan un nuevo hospedero (Atkinson, 1985; Sousa *et al.*, 2003).

La colonización de escarabajos a árboles o semillas ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento e incluso la muerte; con un impacto ecológico, económico y social (Rodríguez, 1990). Actualmente se tiene un registro de 250 especies de insectos y patógenos afectando a ecosistemas forestales, se deduce que el 90% de los problemas de mortalidad de árboles se debe a la acción de los descortezadores de madera y el 10% restante, a otras plagas y enfermedades (SEMARNAT, 2007).

Los insectos de la familia Curculionidae constituyen un serio problema en plantaciones forestales y frutales, además son muy poco conocidos, especialmente por su tamaño (rara vez sobrepasan los 5mm). Construyen galerías de formas curiosas, que por ellas se puede deducir la identidad de un género en

particular (Wood *et al.*, 1991). Su hábito barrenador es favorecido por su forma cilíndrica y alargada del cuerpo, así como mandíbulas sumamente fuertes. De acuerdo al tipo de colonización, los Curculionidae se agrupan en: espermófagos (semillas), mielófagos (médula de enredaderas), floeófagos (floema) y xilomicetófagos (xilema) (Navarro y Liendo, 2010).

La subfamilia Scolytinae, es un grupo relativamente grande dentro de la familia Curculionidae, con un número aproximado de 600 especies descritas (Wood, 1986). Las larvas y los adultos de los escolítidos son de hábitos alimenticios fitófagos; se alimentan y se reproducen bajo la corteza en la madera, de una variedad de árboles caídos y arbustos leñosos. Muchos atacan árboles muertos recientemente o árboles débiles, pero algunas especies tienen la capacidad para atacar y matar árboles fuertes y vigorosos (Stehr, 1987). Además la adaptabilidad de algunas especies ha servido para que se alimenten y se reproduzcan en cuerpos fructíferos o semillas de una amplia variedad de plantas cultivadas y silvestres (Wood, 1982).

En México se tiene registrado 827 especies de escolítidos y descrito únicamente 544 especies (Wood, 1982; Atkinson, 1985; Equihua y Burgos, 2002). Su distribución geográfica es amplia, desde el nivel del mar hasta los 4,000m de altitud con hábitos alimentarios y hospederos sumamente variados que tienen un valor económico asociado, principalmente de las familias Rosaceae, Lauraceae, y Anacardiaceae, así como árboles forestales de las familias Pinaceae, Cupressaceae y Fagaceae. Las entidades federativas con mayor número de

especies de Curculionidae son el Estado de México (117), Jalisco (181), Morelos (199), Oaxaca (134) y Veracruz (216) (Romero *et al.*, 1997).

En Jalisco, México; Burgos y Equihua (2007) presentaron una lista de especies de Curculionidae y Platypodidae (Coleoptera). De las dos familias, la de los escolítidos es la que cuenta con mayor número de especies (181) incluidos en 43 géneros, seguido de los platipódidos con 6 especies incluidos en 4 géneros. Los autores también presentaron una lista de plantas hospederas dando un total de 95 especies incluidas en 65 géneros de 44 familias. Uno de los estados con mayor taxa descritos de escolitidos es el estado de Jalisco con un total de 47 especies lo que significa el 8.9% del total a nivel nacional.

Goitía y Rosales (2001) mencionan que con el muestreo periódico y directo sobre las plantas con infestación por curculionidos, se puede precisar las especies de mayor incidencia en el ecosistema forestal estudiado, así como la importancia ecológica y económica de cada una de ellas, una diferencia en el comportamiento, entre distintos grupos de escolitidos, que se refleja en el habito de alojarse en áreas particulares de la planta. Diversos factores condicionan la presencia y variación estacional de los escolítidos. Entre ellos los factores climáticos (temperatura, precipitación, humedad atmosférica), como también factores biológicos como el ciclo de vida, atrayentes, hábitos alimentarios, huéspedes y distribución geográfica (Iturre y Darchuck, 1996). Sin embargo, es muy escasa la investigación relacionada con la infestación de estos coleópteros a árboles y propágulos de especies de mangle y los efectos que producen en los diversos

órganos de la planta o semilla, alterando así su normal desarrollo y función de estos árboles que forman parte de los bosques más importantes de las zonas costeras (Saúl, 2001; Carmona-Díaz, 2010).

Por otra parte Hernández y colaboradores (2009), registraron y analizaron el parasitismo natural sobre larvas y pupas de *Hylesia metabus* Cramer (Lepidoptera: Saturniidae) como una estrategia de control de plagas, en dos zonas geográficas con bosque de manglar en la región nororiental de Venezuela. Se determinó que los principales parasitoides de *H. metabus* fueron *Belvosia* spp. (Diptera: Tachinidae), *Sarcodexia lambens* Wiedemann (Diptera: Sarcophagidae), así como diversas especies del orden Hymenoptera que pertenecen a las familias: Ichneumonidae, Chalcidae, Perilampidae, Eulophidae. Cabe mencionar que la polilla de *H. metabus* es considerada como un problema de salud pública debido a que las hembras adultas liberan setas urticantes produciendo dermatitis intensa en el hombre.

De acuerdo a la importancia de bosques de mangle y a la problemática observada particularmente en el manglar de Tumilco perteneciente al Sitio Ramsar 1602 Humedales y Manglares de Tuxpan, se establecieron los siguientes objetivos con el fin de observar la dinámica de la infestación de los propágulos por *Coccotrypes rhizophorae* y el daño que ocasionan especialmente a *R. mangle* en la región norte del estado de Veracruz.

### 3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la incidencia del daño producido por el barrenador *Coccotrypes rhizophorae* a propágulos de *Rhizophora mangle* en el manglar de Tumilco, Tuxpan, Veracruz.

#### OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar la incidencia de *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *R. mangle* a lo largo de un año, en tres sitios: borde de carretera, borde de tular y zona núcleo del manglar de Tumilco.
- Determinar la posición del daño más frecuente por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *R. mangle* en los tres sitios de estudio en el manglar de Tumilco.
- Comparar la sobrevivencia de propágulos de *Rhizophora mangle*, sanos e infestados por *Coccotrypes rhizophorae* en vivero y manglar.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. Área de estudio

La Laguna de Tampamachoco y los esteros de Tumilco y Jácome, se ubican en la Llanura Costera del Golfo de México en la Región Terrestre Prioritaria (RTP-103) para la Conservación de México, en el estado de Veracruz, a  $\pm 10$  km al oeste de la ciudad y puerto de Tuxpan, Municipio de Tuxpan. El Sistema lagunar "Laguna de Tampamachoco", se ubica entre los paralelos  $20^{\circ} 58' 15''$  a  $21^{\circ} 05'$  de latitud norte y los meridianos  $97^{\circ} 20' 30''$  a  $97^{\circ} 24'$  de longitud oeste. El Sistema estuarino "Estero de Tumilco" se localiza entre los paralelos  $20^{\circ} 54'$  a  $20^{\circ} 56' 30''$  de latitud norte y  $97^{\circ} 21' 15''$  a  $97^{\circ} 18''$  de longitud oeste. Los Manglares y humedales de Tuxpan se localizan en la parte baja costera, se encuentran divididos por el río Tuxpan. Al norte del río Tuxpan, se observan los manglares de la Laguna de Tampamachoco y al sur del mismo, los manglares y humedales asociados a los esteros de Tumilco y Jácome. Su importancia para la conservación radica en que se trata del límite norte de un manglar extenso y bien estructurado. Es el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan. Tanto en los manglares de la Laguna de Tampamachoco, como en los de los esteros de Tumilco y Jácome, se cuenta con las cuatro especies de mangle de México. En los alrededores de los manglares y humedales de Tuxpan, el cambio de uso del suelo hacia actividades agropecuarias, urbanas e industriales es significativa. Están considerados como el último reservorio de vegetación costera original del municipio de Tuxpan. Una gran variedad de aves se encuentran reportadas para el sitio. Estos humedales revisten



un importante hábitat para muchas especies de estuario y marinas (Basáñez-Muñoz, 2005) (Figura 1).

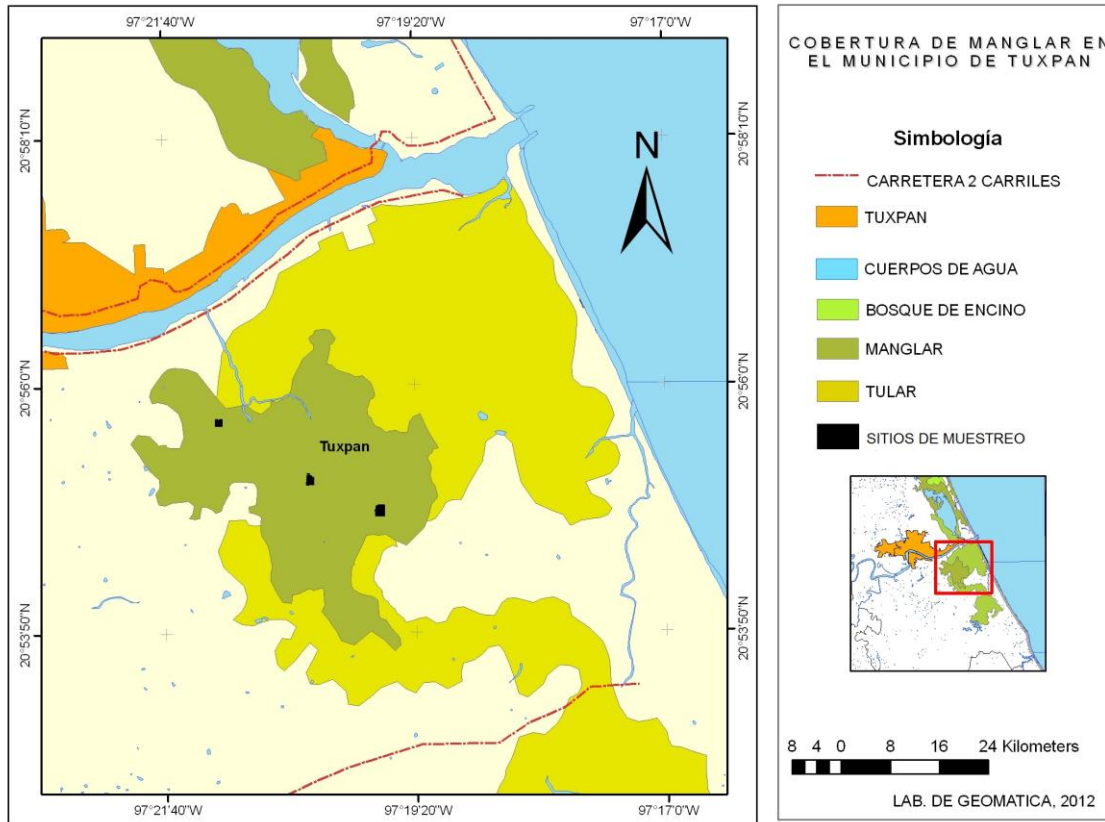


Figura 1. Tres sitios de muestreo en el manglar de Tumulco.

#### 4.2. Selección de los sitios

Se realizó un primer recorrido de prospección en las áreas seleccionadas de muestreo para reconocer el lugar y establecer los tres sitios (sitio 1 N 20° 55' 35.1" W 097° 20' 58.5, sitio 2 N 20° 55' 33.8" W 097° 20' 09.6" y sitio 3 N 20° 54' 46.5" W 097° 19' 17.2". Este estudio se realizó a lo largo de un año con muestreos quincenales. Se establecieron tres cuadrantes por sitio de 25 m x 25 m (CARICOMP, 2001). El sitio 1 se estableció en la zona núcleo del manglar, el sitio

2 en el borde de manglar con la carretera de terracería y el sitio 3 se estableció en el borde de manglar asociado al Tular. En los tres sitios se registraron mensualmente diferentes parámetros: salinidad, temperatura, pH y nivel de inundación del agua superficial del manglar.

#### 4.3. Determinación de la especie de curculionido que afecta los propágulos de *R. mangle*

Los especímenes de *Coccotrypes rhizophorae* que afectan los propágulos de *R. mangle* fueron colectados y guardados en frascos con alcohol al 70%, los cuales se etiquetaron debidamente con los datos de colecta y ubicación geográfica. Posteriormente, fueron enviados para su identificación al Dr. Thomas H. Atkinson de St. Edward's University, Austin, Texas, EE. UU., especialista en sistemática de la subfamilia Scolytinae.

#### 4.4. Incidencia y fluctuación poblacional de *Coccotrypes rhizophorae*

Para establecer la fluctuación poblacional de *Coccotrypes rhizophorae* sobre propágulos, se muestrearon cada 15 días las parcelas durante un año, de enero a diciembre de 2012. Cada propágulo dentro de las parcelas se marcó con cinta flaguin para individualizarlos, de tal forma que se mantuviera un registro de cada propágulo en los tres sitios monitoreados a lo largo del año.

Se consideraron también parámetros físico químicos de temperatura, salinidad, pH y nivel de inundación, y parámetros ambientales de precipitación, temperatura ambiental y humedad proporcionados por la CONAGUA.

#### 4.5. Determinación del daño en propágulos de *R. mangle* por *C. rhizophorae*

En el caso de los propágulos infestados, se llevó a cabo un registro alterno, en donde se tomaron las siguientes parámetros: 1) ubicación del daño, se refiere al lugar en donde se encontró la perforación en el propágulo, parte basal, media o apical. La perforación se identificó por medio de la presencia de “aserrín” y huecos de entrada, de esta forma se detectó el ataque de los escolitidos; 2) también se determinó el tamaño y 3) la condición de los propágulos (vivo o muerto) de acuerdo a lo establecido por Atkinson y Equihua (1986).

En lo que respecta a la ubicación del daño en el propágulo, el tamaño de la muestra de propágulos infestados fue para el sitio 1 en la parte basal 169, medio 23, apical 17; sitio 2, basal 85, medio 12, apical 8; sitio 3, basal 204, medio 35 y apical 14.

#### 4.6. Sobrevivencia de propágulos

Para determinar la sobrevivencia de los propágulos colonizados por los escolítidos se realizó un experimento con diferentes tratamientos (seis) en condiciones de vivero y en condiciones naturales.

En los primeros dos tratamientos (uno y dos) en condiciones de vivero, se colectaron 100 propágulos sanos y 100 infestados por *C. rhizophorae* fuera de los cuadrantes establecidos; los propágulos colectados tenían un tamaño

aproximadamente entre 17 y 19 cm. Los propágulos colectados fueron trasplantados en contenedores de plástico colocados en estructuras base elaboradas con bambú en el vivero de manglar, ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UV, en la región Tuxpan. Las estructuras de bambú tenían un tamaño de 1.50 m de largo por 0.5 m de ancho y 0.50 m de altura, los cuales fueron cercados con tela tipo malla cuyo tamaño fue de 1.50 m de largo por 1 m ancho y 2 m de altura para evitar en el caso de los propágulos sanos la transferencia de *C. rhizophorae*. Los contenedores de plástico fueron llenados con un sustrato que consistía de arena y tierra (70% y 30%, respectivamente), con un riego diario durante la mañana (8:00 a.m.).

En el tratamiento tres y cuatro, se realizó en condiciones naturales, se seleccionaron aleatoriamente 100 propágulos sanos y 100 recién colonizados con *C. rhizophorae*, los cuales fueron marcados con cinta flaguin en la ubicación natural que tenían dentro del sitio; en el tratamiento cinco y seis se seleccionaron otro grupo de propágulos sanos (100) e infestados (100) fueron sembrados y marcados en un área diferente al establecido de manera natural, a una distancia de 100 metros entre los dos grupos de propágulos sembrados y a 30 cm entre propágulo, todos los propágulos midieron entre 17 y 19 cm.

En los seis tratamientos (propágulos sanos e infestados por *C. rhizophorae* sembrados en el vivero, propágulos sanos e infestados por curculionidos sembrados en el manglar, propágulos sanos y colonizados por *C. rhizophorae* que sólo fueron marcados dentro del manglar), se realizó un seguimiento quincenal

durante un año (mayo 2012 – abril 2013) para medir la sobrevivencia, así como la longitud total de cada propágulo sembrado en los tratamiento (Capote-Fuentes *et al.*, 2006; Menéndez *et al.*, 2006).

#### 4.7 Análisis estadístico

Para evaluar la fluctuación poblacional de *C. rhizophorae* se utilizó una Kruskal-Wallis para probar si existían diferencias significativas entre los meses y sitios monitoreados sobre la variable respuesta, número de propágulos infestados en el manglar de Tumilco, en caso de significancia se realizó una prueba *a posteriori* de comparaciones múltiples.

Los parámetros físico-químicos se evaluaron mediante un Análisis de Componentes Principales con el programa estadístico MVSP para dos ejes, la cual es una prueba que explica la variación de los componentes en el fenómeno. Una vez realizado el Análisis de Componentes Principales para saber que variables explican la incidencia de propágulos infestados se desarrolló una correlación de Pearson's.

Para determinar la posición del daño de los propágulos infestados por *C. rhizophorae* en los tres sitios de muestreo se realizó un análisis de varianza, posteriormente se realizó una regresión logística polinómica para examinar el efecto de las siguientes variables independientes, sitio (1, 2 y 3) y condición (vivo o muerto) y la interacción de ambas variables, sobre la variable de respuesta

categorica: área de daño (basal, media y apical). En cuanto al análisis de talla (Longitud total) en los tres tipos de daño (basal, media y apical), se realizó una  $\chi^2$ .

Para el análisis de sobrevivencia de los propágulos, se realizó un modelo lineal generalizado con distribución binomial para evaluar el efecto de las variables estado (sano, infestado) y tratamiento (manglar natural, manglar seminatural y vivero) sobre la variable respuesta binaria muerto (0) y vivo(1).

Todos los análisis fueron realizados en el programa estadístico R 2.10.1 (R Development Core Team 2006).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Fluctuación poblacional de *C. rhizophorae*

De manera general los resultados muestran que los propágulos colonizados por *Coccotrypes rhizophorae* fluctuaron durante todo el año de estudio en los tres sitios. En la figura 2, se observa que la curva de fluctuación tiene dos picos de infestación (febrero y abril) para los tres sitios. El mayor número de propágulos infestados, se presentó en la época seca y el menor número en la época de lluvias. El sitio 3 presentó el mayor número de propágulos infestados durante el estudio. Por el contrario el sitio 2, presentó de manera general un menor número de propágulos infestados. En el mes de agosto no se encontraron propágulos infestados en ningún sitio debido a una inundación provocada por la tormenta Ernesto.

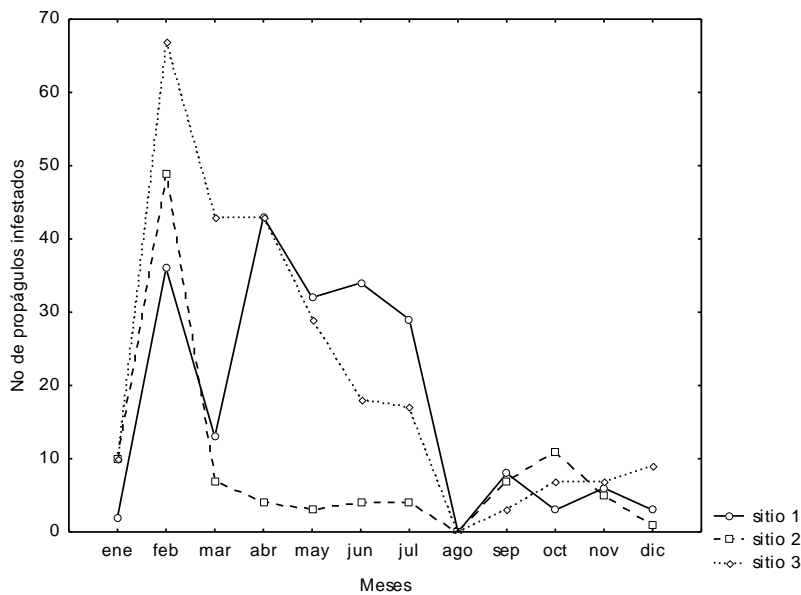


Figura 2. Fluctuación poblacional de propágulos de *R. mangle* infestados por *C. rhizophorae* en los diferentes sitios de estudio en el manglar de Tumulco, Veracruz.

El análisis aplicado corrobora lo observado en la exploración gráfica de los datos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de propágulos infestados con respecto a los meses en que se muestrearon en el manglar de Tumilco ( $H_{(10,191)}=60.53, P<0.0001$ ). En la figura 3, se observa que el mayor número de propágulos colonizados por *C. rhizophorae* en el manglar de Tumilco fue en los meses de febrero a julio con una gran variación, mientras que de septiembre a diciembre, incluso enero, se observa un promedio de infestación menor sin variación entre los meses, la prueba *pos hoc* corrobora esta diferencia (comparaciones múltiples  $P<0.05$ ).

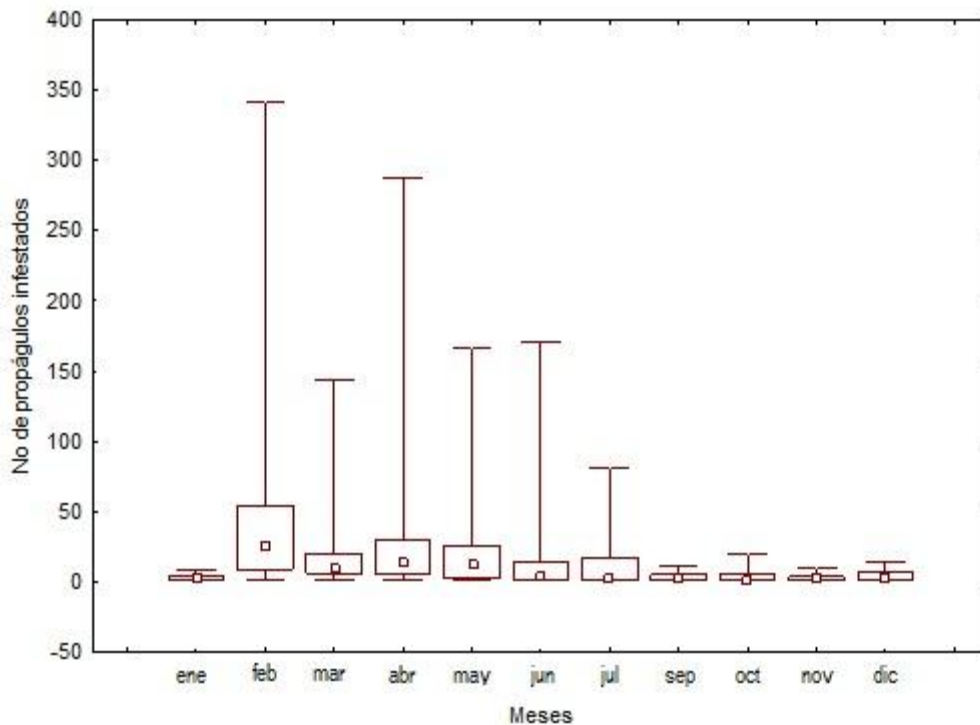


Figura 3. Número de propágulos infestados en el manglar de Tumilco, Veracruz en los meses de muestreo: enero-diciembre (mediana  $\pm$  min- max).



Con respecto al sitio de muestreo, también se encontraron diferencias significativas, el sitio 2 presentó una mediana por debajo del sitio 1 y 3 ( $H_{(2,191)}=6.99$ ,  $P=0.0303$ , múltiples comparaciones  $P<0.0001$ ; Figura 4).

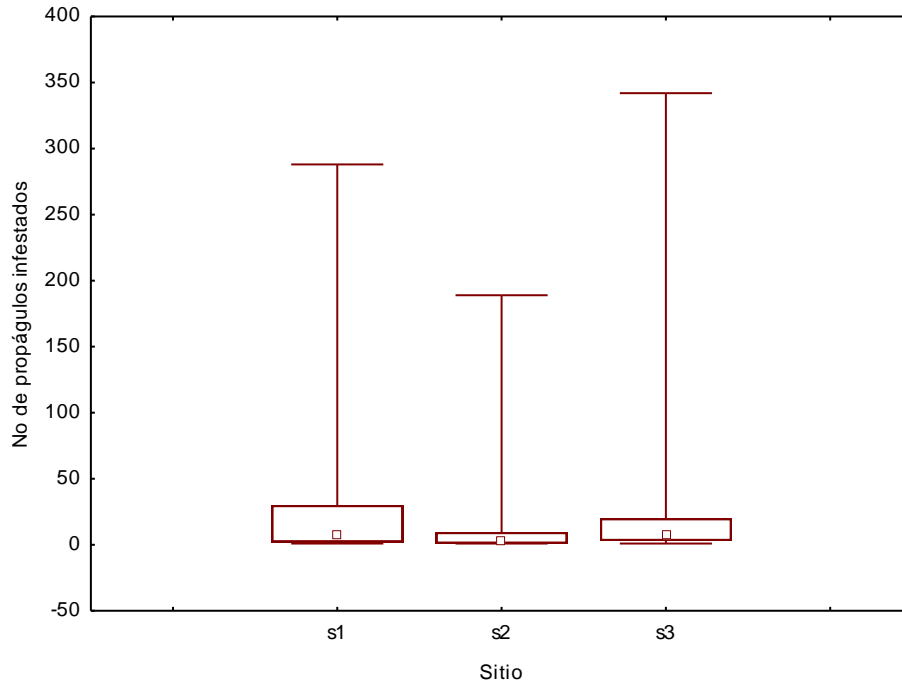


Figura 4. Número de propágulos de *R. mangle* infectados por *C. rhizophorae* en los diferentes sitios de estudio en el manglar de Tumulco, Veracruz (mediana  $\pm$  min- max).

Datos adicionales de los registros de los propágulos infestados por *C. rhizophorae* durante el año de estudio en los tres sitios de muestreo, se encontró por sitio, que los propágulos infestados por el curculionido tuvieron un tamaño promedio de 21.4 cm  $\pm$  2.6 para el sitio 1; 22.6 cm  $\pm$  2.9 para el sitio 2; y 23.2 cm  $\pm$  2.9 para el sitio 3, mostrando una diferencia significativa entre los propágulos infestados ( $H_{(2,567)}=43.20$ ,  $P<0.0001$ ), en el sitio 1 los propágulos infestados fueron de menor tamaño que los del sitio 2 y 3 (comparaciones múltiples,  $P=<0.0001$ ; Figura 5).

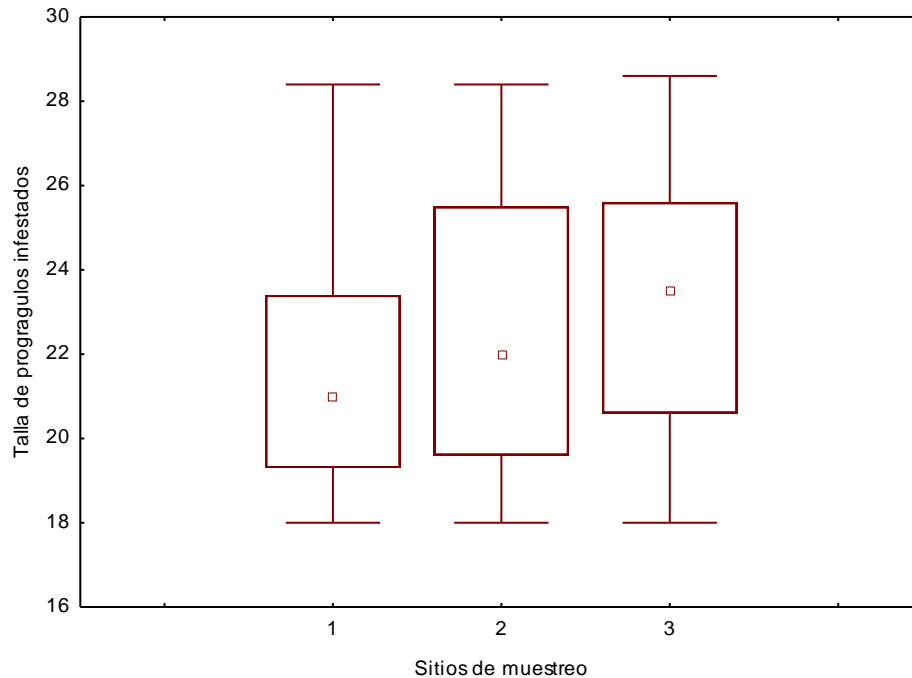


Figura 5. Talla promedio de propágulos de *R. mangle* infestados por *C. rhizophorae* en los tres sitios de muestreo del manglar de Tumulco, Veracruz (mediana  $\pm$  min- max).

De manera general, no se encontraron diferencias significativas entre los propágulos vivos y muertos infestados por curculionidos en los tres sitios monitoreados (Sitio1,  $U=395$ ,  $P=0.78$ ; Sitio 2,  $U=253$ ,  $P=0.64$ , y Sitio 3  $U=861.5$ ,  $P= 0.72$ ) (Condición  $F=.04$ ,  $P=0.85$ ; interacción  $F= 0.14$ ,  $P=0.87$ ).

### 5.1.1 Correlaciones entre incidencia de propágulos infestados y variables ambientales

Se realizó una exploración de variables ambientales sobre la incidencia de propágulos infestados, en donde se encontró que los componentes (variables) que mas explican la incidencia de propágulos infestados por *C. rhizophorae* para el eje 1 , son la salinidad con -0.106, inundación 0.994 y humedad 0.005, para el eje 2, la salinidad 0.986, inundación 0.106 y humedad -0.130. Una variable por si sola no

explica la infestación de propágulos por el curculionido, mas bien el conjunto de estas tres variables explican en una alta proporción la infestación de propágulos.

La incidencia de propágulos infestados vs. salinidad presentó una relación positiva y significativa de  $R= 0.26$  ( $t=4.92$ ,  $gl=328$ ,  $P<0.0001$ ), es decir que cuando la salinidad aumenta, el número de propágulos infestados también (Figura 6).

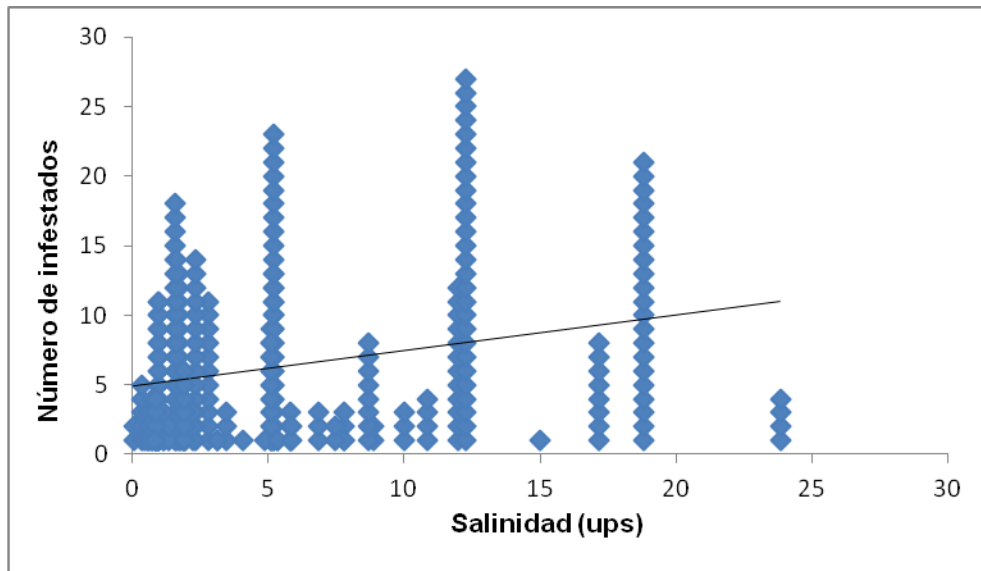


Figura 6. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs salinidad en el manglar de Tumulco, Veracruz.

La inundación mostró que también está relacionada con la infestación de propágulos en el manglar de Tumulco. De acuerdo con la correlación de Pearson's, el número de propágulos infestados aumenta cuando disminuye la inundación en el manglar,  $R=0.19$  ( $t=-3.58$ ,  $gl=328$ ,  $P=0.0003$ ; figura 7).

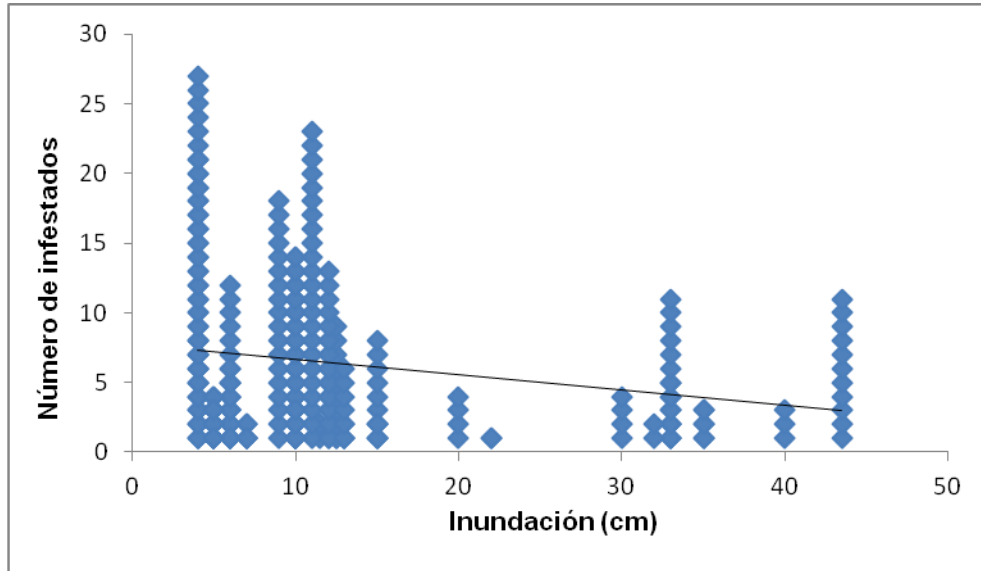


Figura 7. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs inundación en el manglar de Tumulco, Veracruz.

Finalmente, el coeficiente de correlación de Pearson's entre la incidencia de propágulos colonizados vs. humedad mostró una asociación negativa y significativa de  $R=-0.41$  ( $t=-8.17$ ,  $gl=328$ ,  $P<0.0001$ ), es decir que el número de propágulos aumenta cuando la humedad disminuye (Figura 8).

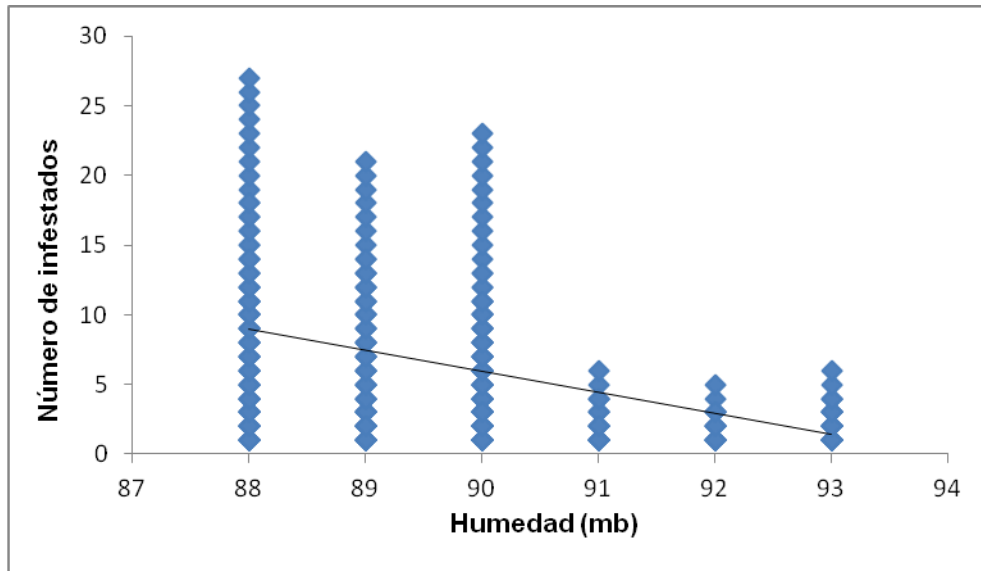


Figura 8. Correlación entre la incidencia de propágulos infestados vs humedad en el manglar de Tumulco, Veracruz.

## 5.2 Determinación de la posición del daño estructural en propágulos

Los datos registrados mostraron que *C. rhizophorae* perforó con mayor frecuencia el área basal de los propágulos en los tres sitios de muestro, y con menor frecuencia en la parte media y apical ( $F_{(2, 188)}=4.21$ ,  $P=0.016$ ; Figura 9).

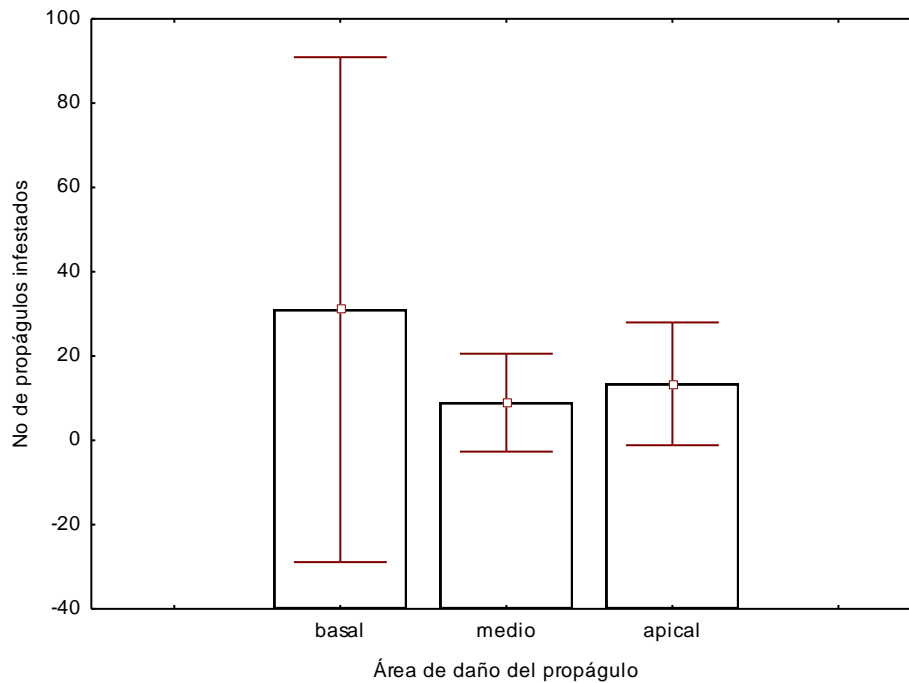


Figura 9. Número de propágulos infestados (perforados) en diferentes partes del propágulo (apical, basal y medio) por *C. rhizophorae* en tres sitios del manglar de Tumulco, Veracruz (media  $\pm$  desv.est.).

El modelo de la regresión logística, mostró que los predictores que influyen de manera significativa sobre la posición del daño en los propágulos son la condición, (refiriéndose a propágulos vivos o muertos) y la interacción sitio y condición (Tabla 1).

Cuadro 1. Modelo de regresión logística politómica sobre los efectos de la condición (vivo o muerto) y sitio (1, 2 y 3) en la posición del daño de los propágulos (base medio y apical).

<b>Término</b>	<b>LR Chisq</b>	<b>GI</b>	<b>Valor de P</b>
Condición	62.304	1	0.0001
Sitio	3.349	2	0.1874
Condición: Sitio	58.031	2	0.0001

Los propágulos con el daño en el área basal tendieron a tener un mayor promedio de organismos muertos que vivos, los propágulos con daño en la parte media tuvieron el mismo promedio de propágulos muertos y vivos, y los propágulos que fueron dañados en la parte apical tuvieron un mayor promedio de propágulos vivos que muertos, es importante observar que este último muestran mayor variabilidad en ambas condiciones (Figura 10).

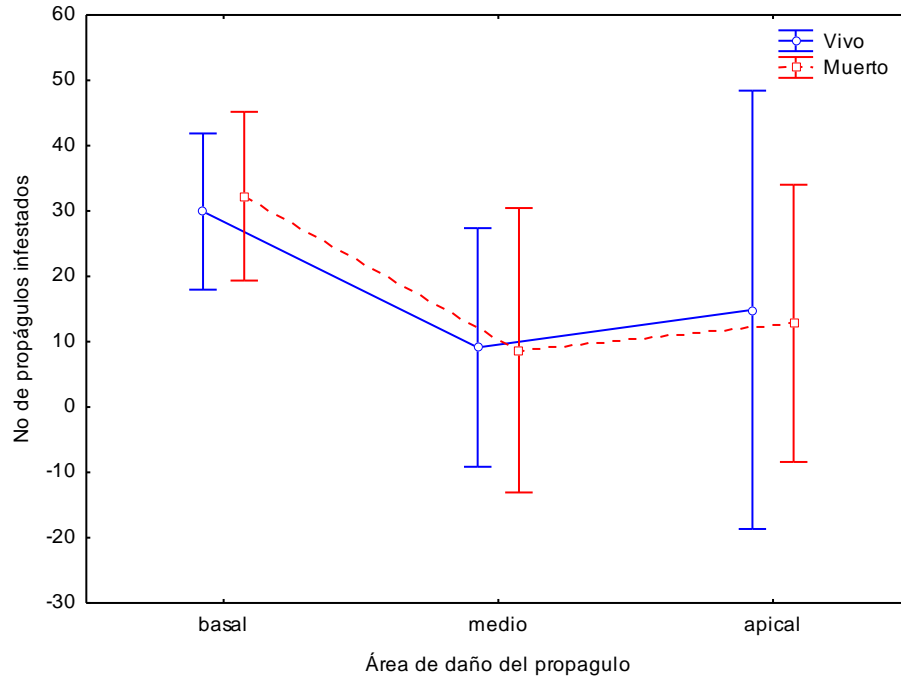


Figura 10. Número de propágulos infestados en la parte basal, media y apical por *C. rhizophorae* de acuerdo a la condición vivo o muerto (media  $\pm$  desv. est.).

En los propágulos que tuvieron un daño basal y medio presentaron una variación en la condición de acuerdo a los sitios monitoreados, mientras que los propágulos que presentaron un daño apical presentaron la misma tendencia de la condición en los tres sitios monitoreados (Figura 11).

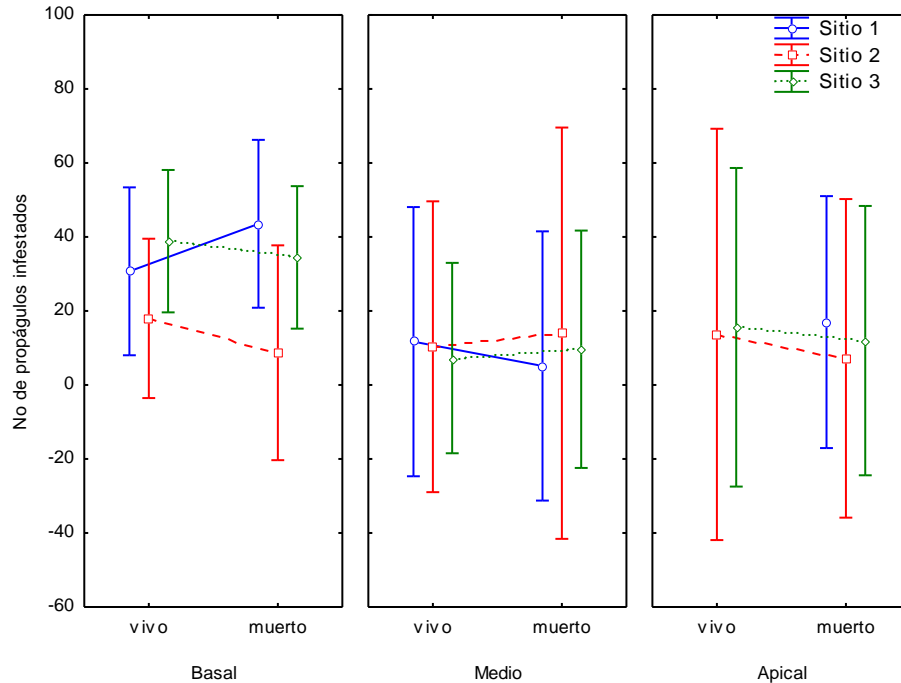


Figura 11. Número de propágulos infestados en la parte basal, media y apical por *C. rhizophorae* de acuerdo a la condición vivo o muerto en los tres sitios monitoreados (media  $\pm$  desv. est.).

Con respecto a la talla, no hubo diferencias significativas de acuerdo al tipo de daño generado por *C. rhizophorae* ( $X^2=0.04$ ,  $P=0.97$ ). Los propágulos que presentaron daño apical en la condición de vivos alcanzaron un promedio similar ( $21.76 \pm 3.25$ ) al de los muertos ( $21.88 \pm 2.81$ ); mientras que los propágulos registrados con el daño en la parte media del propágulo alcanzaron un tamaño ligeramente más grande los muertos ( $24.03 \pm 3.20$ ) que los vivos ( $22.37 \pm 2.89$ ); en tanto que los que presentaron el daño en la parte basal tuvieron el mismo tamaño que los registrados en la condición vivos ( $22.57 \pm 2.89$ ) y muertos ( $22.37 \pm 3.01$ ).

### 5.3 Sobrevivencia de propágulos en vivero y manglar



Los valores que arrojó el modelo lineal generalizado con distribución binomial, indicó que el estado y el tratamiento, así como la interacción, influyeron en la sobrevivencia de los propágulos al final del experimento (Tabla 2). Los propágulos sanos tuvieron mayor probabilidad de sobrevivencia que los propágulos infestados, mientras que entre los tratamientos, en vivero se obtuvo aproximadamente el 100% de sobrevivencia de propágulos sanos y aproximadamente el 5% de propágulos infestados. En manglar la sobrevivencia de propágulos sanos fue de alrededor de 80%, y en el caso de propágulos infestados alrededor de 65% en ambos tratamientos (natural y seminatural).

Cuadro 2. Modelo lineal generalizado con variable respuesta binaria (muerto, vivo) con distribución binomial, donde se evalúa el efecto de la estado (sano, infestado) y tratamiento (manglar natural, seminatural y vivero).

<b>Término</b>	<b>LR Chisq</b>	<b>GI</b>	<b>Valor de P</b>
Estado	100.382	1	<<0.0001
Tratamiento	60.036	2	<<0.0001
Estado:Tratamiento	67.09	2	<<0.0001

De manera detallada, observamos en el tratamiento en condiciones de vivero, una alta mortandad de los propágulos infestados desde el comienzo del experimento a diferencia de los propágulos sanos, finalizando con una alta sobrevivencia en el grupo de los sanos con respecto a los infestados (Figura 12).

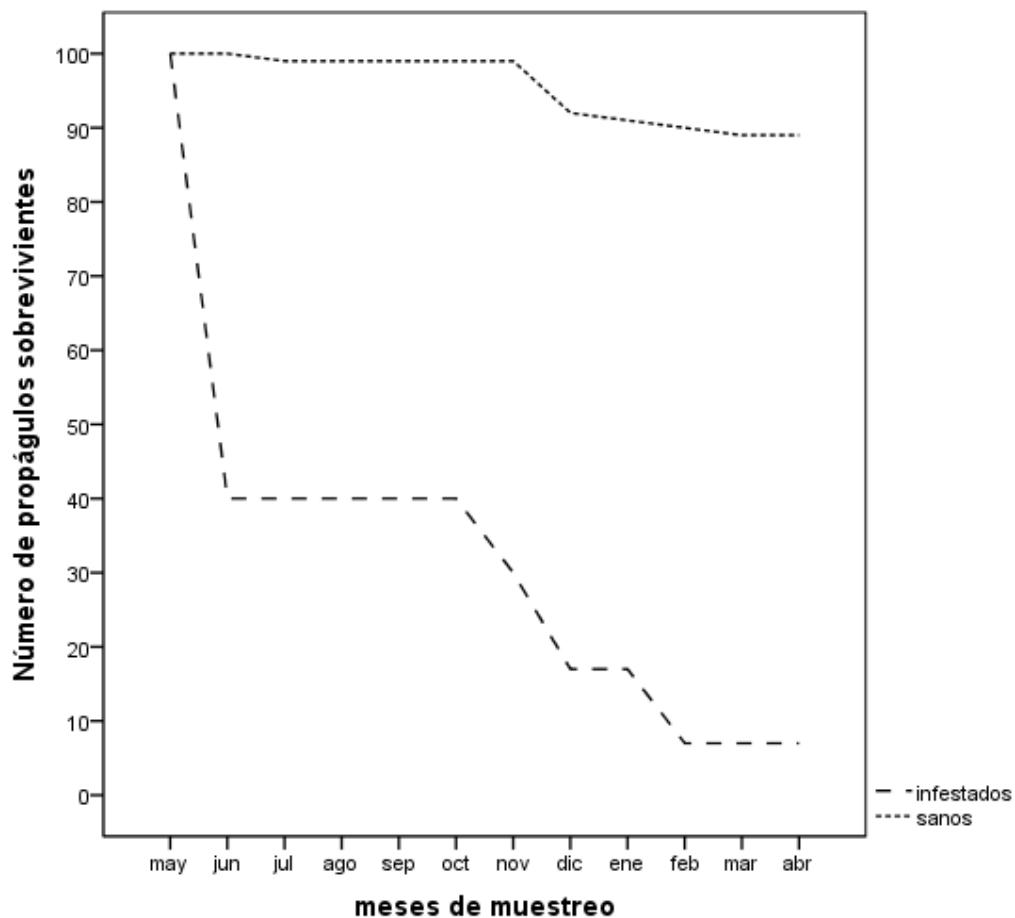


Figura 12. Supervivencia de propágulos en vivero en las dos condiciones (sanos e infectados por el escolitido *C. rhizophorae*).

En la figura 13, se observa en los propágulos en condiciones seminaturales en el manglar que a partir de septiembre comienza una mortandad en ambos grupos, sanos e infectados, sin embargo, el número de plántulas sobrevivientes fue mayor en el grupo de los propágulos sanos con respecto a los infectados.

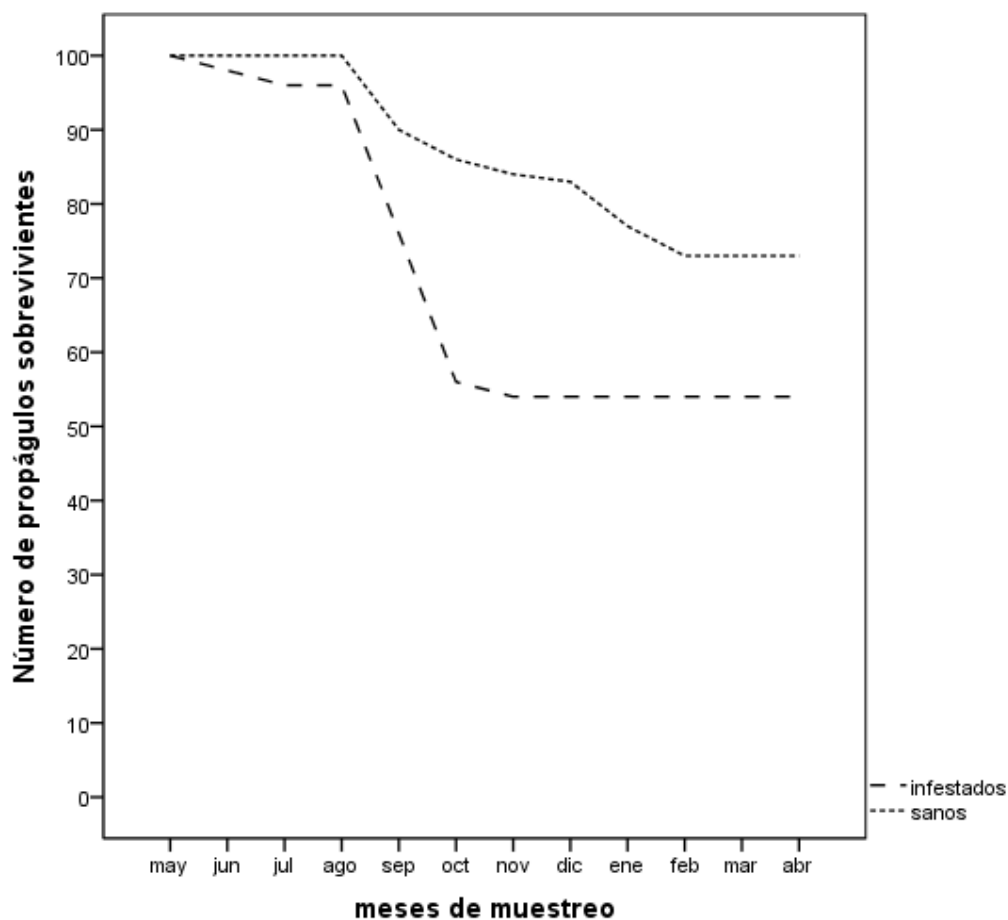


Figura 13. Supervivencia de propágulos sanos e infestados por *C. rhizophorae* sembrados en el manglar.

Para el tratamiento en el manglar en condiciones naturales, se observó que en los primeros dos meses de muestreo (agosto y septiembre) no hubo disminución en la supervivencia en ambos grupos (infestados y sanos), sin embargo, a partir de octubre fue disminuyendo la supervivencia de ambos grupos aunque el grupo de los propágulos sanos tuvieron mayor supervivencia que los infestados (Figura 14). Cabe mencionar que este experimento, se empezó a muestrear de nuevo en el mes de agosto, ya que debido a un evento meteorológico los propágulos que se habían marcado al principio del estudio se perdieron por la corriente y la

inundación que provocó la tormenta Ernesto en el área de estudio durante el mes de agosto del 2012.

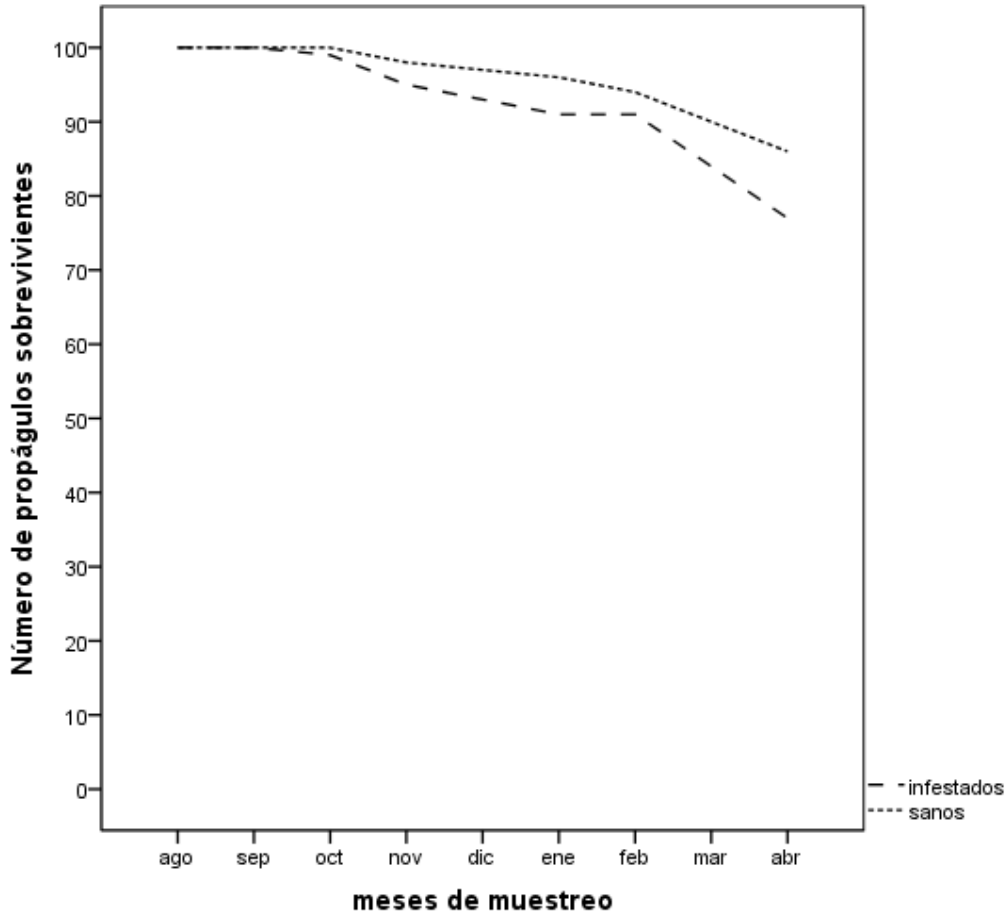


Figura 14. Sobrevivencia de propágulos sanos e infectados por *C. rhizophorae*, los cuales fueron marcados en el manglar de manera natural.

### 5.3.1 Crecimiento mensual de propágulos sembrados en dos ambientes (manglar y vivero)

En este apartado se muestra el crecimiento mensual de los propágulos sembrados en vivero. En la figura 15 se observa que el crecimiento fue mayor en el grupo de propágulos sanos; al inicio el tamaño promedio de los propágulos al momento de sembrarlos fue de 17.3 cm. El crecimiento de este grupo de propágulos fue en

ascenso alcanzando una talla de 30.1 cm en el mes de noviembre, en los últimos meses de muestreo (diciembre-abril) la talla se mantuvo estable alcanzando una talla promedio final de 30.8 cm  $\pm$  5 cm a lo largo del estudio. Para el caso del grupo de propágulos infestados, al inicio del registro tuvieron una talla promedio de 17.6 cm, este grupo de propágulos tuvo un crecimiento menor comparado con el grupo de propágulos sanos. Este grupo presentó un crecimiento promedio de 21.8 cm hasta el mes de agosto, en los meses restantes del estudio la talla se mantuvo estable con 22.7  $\pm$  3 cm en los primeros meses y de  $\pm$  7 cm al final del muestreo.

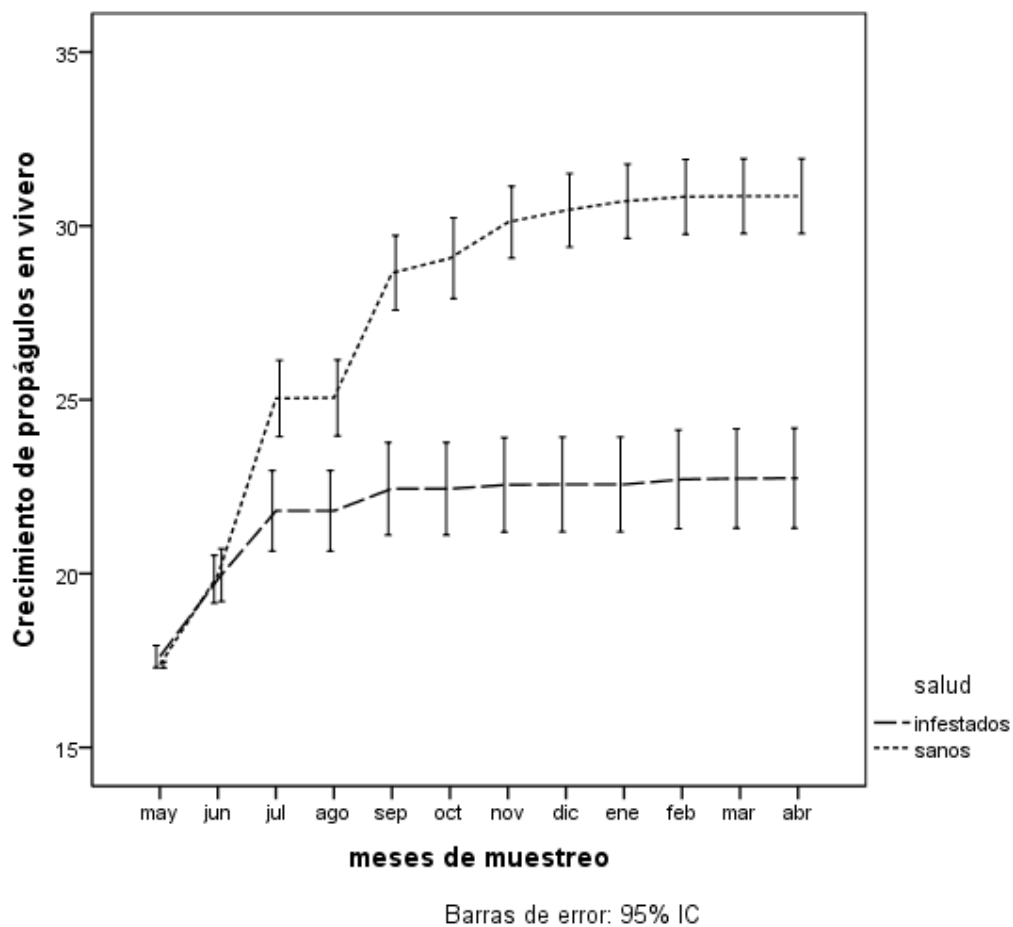
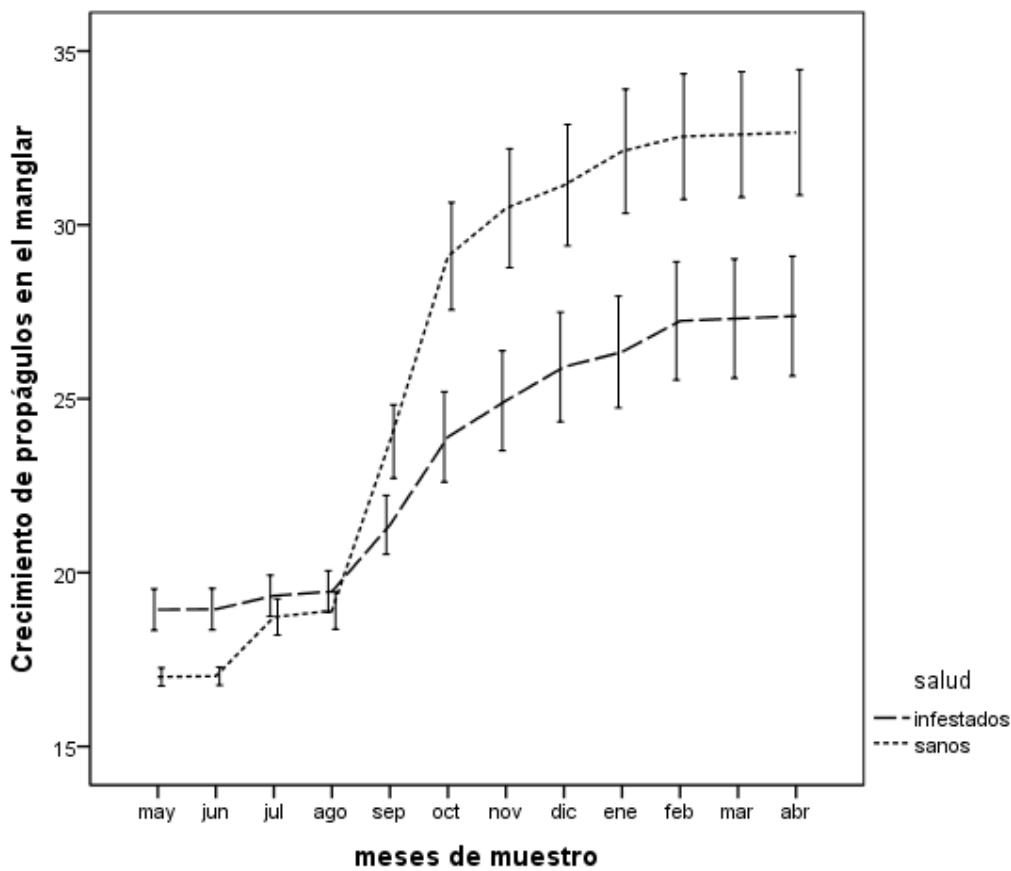


Figura 15. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) sembrados en condiciones de vivero.

En la figura 16 se muestran los grupos de propágulos (infestados y sanos) sembrados en el interior del manglar. El crecimiento en el grupo de propágulos sanos fue mayor en comparación con el grupo de propágulos que fueron sembrados con infestación por curculionidos. Los propágulos sanos al momento de sembrarlos presentaron una talla promedio de 17cm, el crecimiento de este grupo de propágulos para el mes de septiembre fue de 23.7, alcanzando una talla promedio de 31.1cm en el mes de diciembre, el crecimiento se comportó de manera estable al final del estudio (enero-abril) con una talla promedio de 32.6 cm  $\pm$  5 cm en los primeros meses y de  $\pm$  9 cm al final del muestreo. Los propágulos infestados presentaron una talla promedio de 18.9 cm al momento de sembrarlos, el crecimiento de este grupo de propágulos fue en ascenso hasta llegar a una talla de 26.3 cm en el mes de enero, al final del estudio el crecimiento fue estable con 27.3 cm de talla promedio  $\pm$  2.9 cm a  $\pm$  8.6 cm durante el estudio.

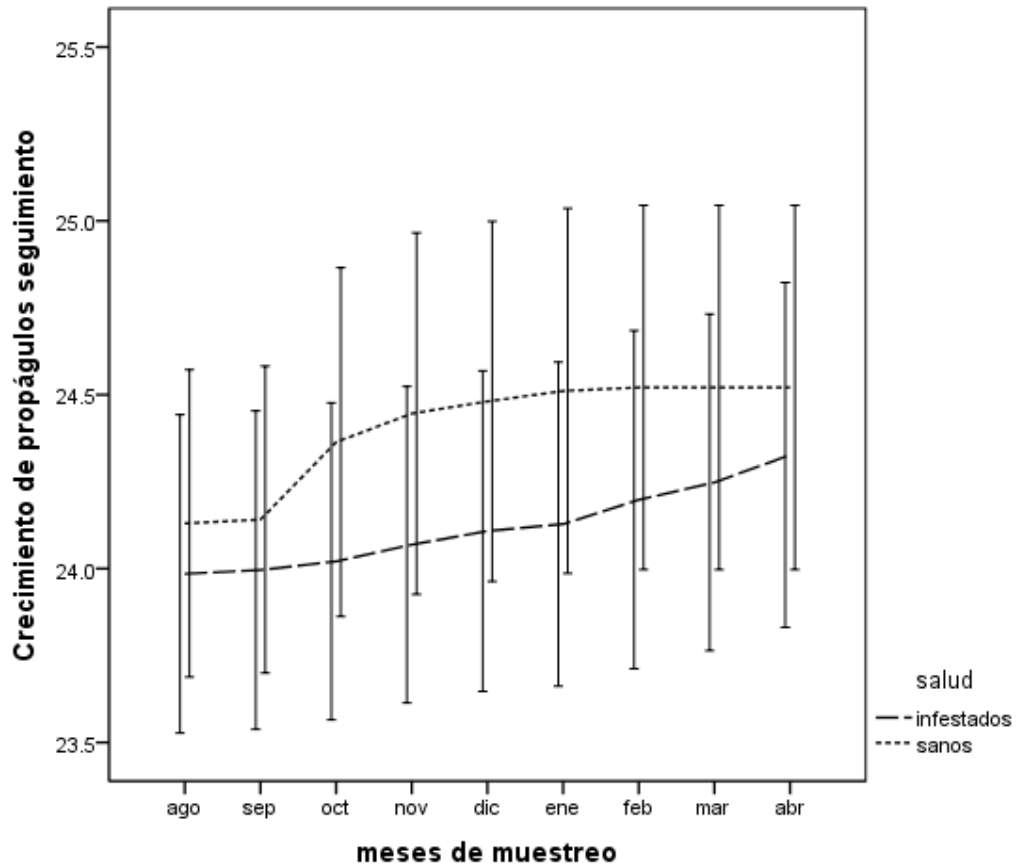


Barras de error: 95% IC

Figura 16. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) sembrados en el interior del manglar (seminatural).

Para el tercer tratamiento donde se seleccionaron, marcaron y se le dio seguimiento a los dos grupos de propágulos, infestados y sanos, el promedio de crecimiento en ambos grupos fue de pocos milímetros. A pesar de empezar los registros en agosto, el crecimiento de los propágulos sanos fue mayor comparado con el de los propágulos infestados, el crecimiento de los dos grupos de propágulos fue estable, obteniendo una talla promedio inicial de 24.1 cm y una final de 24.5 cm para los propágulos sanos, así mismo para los propágulos infestados por *C. rhizophorae* la talla al inicio del estudio fue de 23.9 cm y una talla

promedio final de 24.3 cm  $\pm$  2 mm a través de los meses del estudio en ambos grupos de propágulos (infestados y sanos) (figura 17).



Barras de error: 95% IC

Figura 17. Promedio mensual del crecimiento de propágulos (infestados y sanos) marcados dentro del manglar.



## 6. DISCUSIÓN

A pesar de que los manglares son reconocidos como uno de los ecosistemas más productivos del planeta, presentan un deterioro creciente en nuestro país, la principal causa son las actividades antropogénicas que ocasionan la pérdida de grandes extensiones de este valioso ecosistema (Agráz *et al.*, 2006). Sin embargo, estos bosques también son afectados por causas naturales, tales como estrés en los árboles y semillas en tiempos de seca, corte de flujos de agua, el corte de la corteza de los mismos árboles y como efecto secundario la infestación de árboles y propágulos de mangle por coleópteros de la familia Curculionidae (Toledo, 1988; Flores-Verdugo *et al.*, 1995; Benítez-Pardo *et al.*, 2002).

Estudios de los efectos ecológicos, tasas de crecimiento y mortalidad por insectos perforadores y herbívoros de la madera en los bosques de manglar se limitan a los de Feller y Mathis (1997); Feller y McKee (1999); Ozaki *et al.* (1999); Feller (2002); Cannicci *et al.* (2008). Las frecuencias y los niveles de infestación de insectos (principalmente coleópteros y lepidópteros) sobre propágulos de mangle establecidos en el bosque son aún poco conocidos, aunque los efectos son variables, el ataque se refleja en el crecimiento inicial de las plantulas y sobrevivencia de propágulos infestados del 5 al 10% sembrados en sitios abiertos y cerrados en el manglar (Elster *et al.*, 1999).

De la gran diversidad de coleópteros que afectan a plantas silvestres, y en este caso a los propágulos de *R. mangle*, se identificó que la especie que coloniza a los propágulos ya abortados en el manglar de Tumulco, Veracruz es *Coccotrypes rhizophorae* (Hopkins) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Romero *et al.* (1997) y Vázquez Moreno (2003), por su parte, registraron en Tabasco a *Hypothenemus erectus* LeConte e *Hypothenemus seriatus* (Eichhoff) infestando raíces y propágulos de *R. mangle*, esto como parte de una lista de curculionidos y sus plantas hospedantes. Por su parte, Blackman (1942), registró dos especies de curculionidos que afectan y perforan a propágulos de *R. mangle* en Cuba, los cuales han sido identificados como *C. rhizophorae* y *Pytiophorus* nr, *regularía*. Esto indica que *C. rhizophorae* no es el único curculionido que exclusivamente coloniza árboles y propágulos del genero *Rhizophora*, lo que sugiere investigaciones sobre la relación planta-insecto y abundancia de sus distintos hospederos, además de un listado de las diferentes plagas que pueden afectar los árboles del bosque del manglar.

Por otra parte Menéndez *et al.* (2006), observaron que la frecuencia mensual de la infestación por curculionidos en Cuba fue similar a la frecuencia encontrada en la presente investigación; sin embargo, los investigadores indican que las poblaciones de curculionidos en propágulos de *R. mangle* son mayores en los meses de mayor pluviosidad (agosto, septiembre y octubre). Los resultados de este trabajo indican que existe diferencia estadísticamente significativa temporal y espacialmente en la infestación de propágulos por *C. rhizophorae*; especialmente la mayor cantidad de propágulos colonizados por *C. rhizophorae* se presentó

durante la temporada de secas en el área de muestreo (Basáñez-Muñoz, 2005). Los factores climáticos o estacionales (lluvias, sequías o estiaje) en el presente estudio no influyen en la incidencia de infestación en propágulos de *R. mangle* por *C. rhizophorae*; no obstante, los sitios de muestreo se establecieron en zonas donde el nivel de inundación tenía variaciones durante el día por efecto de la marea, y por consecuencia la humedad y salinidad ocasionaron un estrés a los propágulos (Flores-Verdugo *et al.*, 1995). A pesar de utilizar metodologías diferentes entre Menéndez *et al.* (2006) y la presente investigación se observó similitud en la frecuencia de infestación por mes, lo cual puede ser por la biología del coleóptero que infesta a los propágulos del bosque de manglar.

Sousa *et al.* (2003) investigaron la influencia del tamaño de propágulos, la presencia/ausencia y daños de infestación de *C. rhizophorae* en propágulos de *R. mangle* en la costa caribeña de Panamá, en donde encontraron que las tallas promedio de propágulos de *R. mangle* examinados no difirieron entre los sitios; de la misma manera la tasa total de infestación del escolítido en propágulos de *Rhizophora* fue similar en los dos periodos de muestro (en 1994: 14 de 67, o 20.9%, mientras que en 1999: 17 de 77, o 22.1%). En el manglar de Tumilco, Veracruz, los propágulos a pesar de estar infestados se observó que la mayoría se encontraban viables (vivos); sin embargo, una pequeña proporción del total de propágulos examinados se murieron a causa de la infestación por *C. rhizophorae* durante el periodo de estudio. De la misma manera, en la presente investigación la talla promedio de los propágulos colonizados en los tres sitios de muestreo fue similar. A pesar de utilizar metodologías diferentes en ambos estudios para medir

la incidencia y la abundancia de curculionidos que estaban infestando a los propágulos de *R. mangle*, las tendencias son similares en ambos trabajos de investigación. La observación directa de los propágulos es un método que permitió examinar de manera precisa a los propágulos colonizados por este curculionido, no obstante, se observó durante recorridos realizados en el área de estudio a propágulos con infestación aún adheridos a la planta madre.

En relación con la sobrevivencia de propágulos sembrados en manglar y vivero infestados por el curculionido *C. rhizophorae*, existen relativamente pocos estudios, la mayoría sólo se limitan a la sobrevivencia con relación a otros aspectos como el desarrollo de raíces, factores abióticos, regeneración natural y supervivencia, sin embargo estos estudios no abordan aspectos de sobrevivencia relacionados con la infestación de *C. rhizophorae* (Tovilla y Orihuela, 2002; Lema-Vélez y Polonia, 2005; Febles-Patrón *et al.*, 2007).

De acuerdo a los resultados, el estado, el tratamiento y la interacción influyeron en la sobrevivencia de los propágulos, lo cual indica que la sobrevivencia de plantulas sembradas en el manglar (con propágulos infestados y sanos) presentó un número mayor de plantulas sobrevivientes comparado con los propágulos que fueron sembrados en vivero (infestados y sanos). La sobrevivencia de las plántulas establecidas naturalmente en el bosque de manglar pueden influir en la intensidad y en el resultado de las interacciones competitivas (intra o interespecíficas) durante la regeneración natural del manglar (Sousa *et al.*, 2003). En el caso de las plantulas sembradas en condiciones de vivero el bajo nivel de

sobrevivencia por infestación del curculionido puede repercutir en pérdidas tanto de esfuerzo como económicas en proyectos de reforestación y restauración de áreas de manglar (Benítez-Pardo, 2007). Se manifestó que las condiciones propias del manglar, tales como la salinidad, inundación, humedad, topografía y sustrato son indispensables en la sobrevivencia de las plantulas, aun con propágulos infestados logran establecerse y en algunos casos desarrollarse adecuadamente; por el contrario, las condiciones en vivero son muy diferentes, como el sustrato, el agua utilizada para regarlas y el nivel de humedad son factores determinantes en la incidencia de propágulos colonizados y así mismo en la sobrevivencia.

Capote-Fuentes *et al.* (2006) y Menéndez *et al.* (2006), con diferentes metodologías a la nuestra, registraron la sobrevivencia y crecimiento de parcelas sembradas con 20 propágulos cada una; observaron que la sobrevivencia y crecimiento fue mayor en las parcelas que fueron sembrados con propágulos sanos y al azar (sanos e infestados), tal como puede suceder de forma natural en el ecosistema; por el contrario, las parcelas que fueron sembradas con propágulos colonizados por curculionidos presentaron una baja sobrevivencia y un lento crecimiento. En nuestro estudio, el promedio mensual de crecimiento de las plantulas, fue mayor en los grupos sembrados en el manglar en comparación con los que fueron sembrados en condiciones de vivero, de la misma manera el grupo de propágulos infestados tuvo menor crecimiento en comparación con los sanos en ambos ambientes. El daño que genera el curculionido en la plántula produce un estrés intenso disminuyendo así su crecimiento y desarrollo estructural;

provocándoles la muerte en la mayoría de los casos. Sousa *et al.* (2003) mencionan que la infestación por curculionidos destruye o elimina una cantidad sustancial de tejido meristemático o conductor del propágulo, el efecto del daño en los tejidos ocasiona la pérdida o el lento crecimiento de las plantulas tal como se observó en la presente investigación, mermando la sobrevivencia y el desarrollo de *Rhizophora mangle*, especie considerada amenazada de acuerdo a la NOM-059.

## 7. CONCLUSIONES

- El curculionido, *Coccotrypes rhizophorae* infesta a los propágulos de *Rhizophora mangle* en el manglar de Tumulco, Veracruz. Este escolítido, también pueden afectar a propágulos que están pegados a la planta madre.
- En el manglar de Tumulco, Veracruz existen diferencias significativas en la infestación de propágulos por *C. rhizophorae* en función de los meses del año y los sitios de experimentación.
- Los componentes (variables) que más explican la infestación de propágulos por *C. rhizophorae* son la salinidad, el nivel de inundación y la humedad.
- El tamaño de los propágulos tiene un efecto en la infestación por *C. rhizophorae* de acuerdo al sitio. Sin embargo, *C. rhizophorae* no tiene preferencia por alguna talla e infesta de forma similar a los propágulos.
- La parte basal del propágulo es el área que comúnmente *C. rhizophorae* perfora para comenzar la infestación del propágulo en el manglar de Tumulco, Veracruz.
- Los predictores que influyen sobre la posición del daño en los propágulos son la condición y la interacción sitio y condición. Así mismo, cuando el daño se ubicó en el área basal y media, los propágulo presentaron una tendencia mayor a morir. En contraste, la parte apical presentó un mayor promedio de propágulos vivos que muertos.
- El estado (sano, infestado) y el tratamiento (vivero, manglar), así como la interacción, influyeron en la sobrevivencia de propágulos al final del

experimento. Los propágulos sanos tuvieron mayor probabilidad de sobrevivencia que los propágulos infestados en todos los tratamientos (vivero y manglar).

- El crecimiento de las propágulos sanos fue mayor en comparación con los propágulos con infestación por curculionidos en los dos tratamientos diferentes: manglar y vivero.



## 8. APLICACIÓN PRÁCTICA

Actualmente el deterioro de los bosques de manglar se ha incrementado en nuestro país, y esto es consecuencia de actividades antropogénicas, tales como las granjas camaroneras, la industria del petróleo, turismo, carreteras, etc. La conservación y restauración de este ecosistema se lleva a cabo por medio de estrategias como la reforestación y rehabilitación, lo cual implica la producción de plantulas de mangle en vivero para su posterior siembra en áreas degradadas de este ecosistema.

Esta investigación permite conocer que adicionalmente de las actividades antropogénicas que afectan al manglar de Tumulco, Veracruz, se presenta una infestación de propágulos por el curculionido *Coccotrypes rhizophorae*, insecto que afecta la sobrevivencia y el crecimiento de las plantulas. Lo anterior muestra que se deben tomar medidas pertinentes para reducir la afectación por este curculionido que puede dañar considerablemente el manglar de Tumulco, Veracruz.

Una de las aplicaciones prácticas de este trabajo es en cuestiones de proyectos de reforestación, ya que permitirá la prevención de infestaciones de propágulos por *C. rhizophorae* en vivero; lo cual se puede lograr mediante evaluación de los propágulos al momento de ser colectados, con lo que se evitarán pérdidas económicas por el daño ocasionado por el escolítido.

De igual manera los resultados de este trabajo pueden servir para establecer las bases de manejo integrado de *C. rhizophorae* en el bosque de manglar y vivero.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Agráz-Hernández C., Noriega-Trejo R., López-Portillo J., Flores-Verdugo F. J. y Jiménez-Zacarías J. J. 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.

Atkinson T., H. 1985. Los géneros de la familia Scolytidae (Coleoptera) en México. Resumen taxonómico y biología. *En*: Memoria del Simposio Nacional de Parasitología Forestal II y III. Ed. SARH-INIF. México. 106-141 p.

Atkinson T. H. y Equihua M., A. 1986. Biology of bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) of a tropical rain forest in southeastern Mexico with an annotated checklist of species. *Ann Ent Soc Amer* 79: 414-423 p.

Basáñez-Muñoz, A. 2005. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). 14 p.

Basáñez-Muñoz, A., Olmedo, G. y Rojas P. 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. México. *Rev. UDO agrícola* 6: 114-120 p.

Benítez Pardo, D., Flores Verdugo, F. y Valdez Hernandez J. I. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Madera y bosques* 8(2): 57-71 p.

Benítez Pardo, D. 2007. Forestación artificial con mangles en isletas de dragados en una región semiárida de México. Tesis de doctorado en ciencias marinas. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur. 104 p.

Briceño, V. A. J. y Wilson, R. 2000. Diagnóstico de insectos coleoptera asociados a las plantaciones de plátano en el sur del lago de Maracaibo-Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 44: 93-99 p.

Burgos, S. A. y Equihua, M. A. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana* 14: 59-82 p.

Capote-Fuentes, R. T., Menéndez, L., Garcell, G., Macias, D. y Roig, E. Y. 2006. Regeneración de la vegetación como parte de la resiliencia del manglar. In: Menéndez L., Guzmán J. M. (ed.). "Ecosistema de manglar en el archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión". Academia La Habana. pp. 111-125.

Carmona-Díaz, G., Morales-Mavil, J. E. y Rodríguez-Luna E. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* Número especial 2: 5-23 p.

Carmona-Díaz, G. 2010. La reforestación de manglares en México: una experiencia de aprendizaje integral. *LEISA revista de agroecología*: 12-14 p.

Equihua, M. A. y Burgos, A. S. 2002. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. In: Llorente B. J., Morrone J. J. (eds.). CONABIO. Vol. III. México, D. F. 539-557 p.

Flores-Verdugo, F. J., Agraz-Hernández, C. M. y Martínez-Cordero, F. J. 1995. Programa de reforestación de manglares por el desarrollo acuícola de AquaNovaBoca Cegada (Nayarit): Evaluación ecológica integral y medidas de mitigación. Anteproyecto. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental, CIAD y Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 86 p.

Gil, P. Z. N., Bustillo, P. A. E., Estela, G. D. y Marín, M. P. 2004. *Corthylus n. sp.* (Coleoptera: Scolytidae), plaga del aliso en la cuenca de río Blanco en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 30: 171-178 p.

Goitia, W. y Rosales, C. J. 2001. Relación entre la incidencia de escolitidos y la necrosis del cacao en Aragua, Venezuela. *Manejo Integrado de Plagas Costa Rica* : 65-71 p.

Hernández, V. J., Osborn F., Herrera B., Liendo-Barandiaran C. V., Perozo J. y Velásquez D. 2009. Parasitoides Larva-Pupa de *Hylesia metabus* Cramer (Lepidoptera: Saturniidae) en la Región Nororiental de Venezuela: un caso de Control Biológico Natural. *Neotropical Entomology* 38:243-250 p.

Iturre, M., Darchuck, E. y Diodato L. 1995. Relevamiento y Fluctuación de coleópteros presentes en plantación experimental de *Eucalyptus tereticornis* en Santiago del Estero. *Quebracho* : 58-64 p.

Iturre, M. y Darchuck, E. 1996. Registro de escolítidos relacionados al género *Eucalyptus* en Santiago del Estero. *Quebracho*: 11-16 p.

Lema, L. F., Polanía, J. y Urrego, G. L. E. 2003. Dispersión y establecimiento de las especies de mangle del río Ranchería en el período de máxima fructificación. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27: 93-103 p.

Menéndez L., Guzmán J. M. y Núñez R. 2006. Aspectos de la relación planta animal en los manglares cubanos. In: Menéndez L., Guzmán J. M. (ed.). *Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión.* Academia. La Habana. 235-242 p.

Navarro, N. y Liendo, R. 2010. Fluctuación poblacional de Scolytidae (Insecta: Coleoptera) en cacao del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical* 60(3): 255-261 p.

Pérez-De la Cruz, M., Equihua-Martinez, A., Romero-Nápoles, J., Sánchez-Soto, S., Garcia-Lopez, E. y Bravo-Mojica, H. 2009. Escolitidos (Coleoptera: Scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology* 38(5): 602-609 p.

R version 2.10.1 (2009-12-14). Copyright (C) 2009 The R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0.

Rodríguez, L. R. 1990. *Plagas Forestales y su control en México.* UACH, México. 217 p.

Romero, N. J., Anaya, R. S., Equihua, M. A. y Mejía, G. H. 1997. Lista de Scolytidae y Platypodidae de México (Insecta: Coleoptera). Acta Zoológica Mexicana Nueva serie (70): 35-53 p.

Sánchez-Páez, H., Ulloa-Delgado, G. A. y Álvarez-León, R. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores y OIMT. Bogotá, Colombia, 294 p.

Sanders, J. N., Weltzin, F. J., Crutsinger, M. G., Fitzpatrick, C. M., Nuñez, A. M., Oswald, M. C. y Lane, E.K. 2007. Insects mediate the effects of propagule supply and resource availability on a plant invasion. Ecological Society of America Ecology. 88(9): 2383–2391 p.

Saúl, C. P. 2001. Evaluación de las principales plagas del “mangle rojo” (*Rhizophora mangle*), “mangle salado” (*Avicennia germinans*) y “mangle blanco” (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú. Rev. Per. Ent. (42): 185-189 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2007. Anuario estadístico de la producción forestal. México. 218 p.



Sousa, P. W., Kennedy, G. P. y Mitchell, J. B. 2003. Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early of mangrove seedlings. *Oecologia* 135:564–575 p.

Sousa, P. W., Kennedy, G. P. y Mitchell, J. B. 2003. Regeneration of *Rhizophora mangle* in Caribbean mangrove forest: interacting effects of canopy disturbance and a stem-boring beetle. *Oecologia* 137:436–445 p.

Stehr, F. W. 1987. Immature insects. Dubuque (Estados Unidos), Kendall/Hunt Publishing Company, Vol. 2. 794 p.

Tavares de Menezes L. F y Luna P. A. 2009. Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Entomología* 32(4): 715-724p.

Toledo, A. 1988. Energía, ambiente y desarrollo. Centro de ecodesarrollo. México, D.F.

Tovilla, H. C. y Orihuela D. E. 2002. Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoaapa, Guerrero, México. Maderas y Bosques. Número especial, 2002: 89-102 p.

Vázquez Moreno, L. L., Rodríguez Pérez, M. y Zorrilla M. A. 2003. Lista de escolítidos (coleoptera) de Cuba y sus plantas hospederas. Fitosanidad 7:1,17-23 p.

Villalobos, E. y Blanco-Metzler, H. 2006. Uso de trampas con kairomona para el manejo de la broca de la areca (*Coccotrypes carpophagus*) (Hormung) en la palmera *Chrysalidocarpus lutescens* var. *areca*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (78): 70-75 p.

Wood, S. L., Stevens, G. C. y Lezama, H. J. 1991. Los Scolytidae de Costa Rica: Clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (Coleoptera). Revista de Biología Tropical 39:125-148 p.

Wood, S. L. 1986. A reclassification of the genera of Scolytidae (Coleoptera). Great Basin Nat. Mem. 10: 1-126 p.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera-Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Nat (Utha-Estados Unidos. Mem. 6:13-59 p.