



Universidad Veracruzana
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Región Poza Rica-Tuxpan

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**INSECTOS ASOCIADOS A *Coccotrypes rhizophorae*
EN PROPÁGULOS DE *Rhizophora mangle* ANTES Y
DESPUÉS DE SU DISPERSIÓN EN EL MANGLAR
TUMILCO**

Tesis para obtener el grado de Maestra en
MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

Estudiante:
Dankini Eloisa Mendoza Zambrano
Directora:
Ivette Alicia Chamorro Florescano
Co-Directora:
Martha Lucia Baena Hurtado
Asesor:
Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Junio de 2022

“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”



Universidad Veracruzana

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
Región Poza Rica-Tuxpan

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

INSECTOS ASOCIADOS A *Coccotrypes rhizophorae* EN
PROPÁGULOS DE *Rhizophora mangle* ANTES Y DESPUÉS DE
SU DISPERSIÓN EN EL MANGLAR TUMILCO

Tesis para obtener el grado de Maestra en
MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

Estudiante: Dankini Eloisa Mendoza Zambrano

Directora:

Ivette Alicia Chamorro Florescano

Co-Directora:

Martha Lucia Baena Hurtado

Asesor:

Agustín de Jesús Basáñez Muñoz.

07 de junio de 2021, Tuxpan, Veracruz

Coordinador de la Maestría de Ecosistemas Marinos y Costero

Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

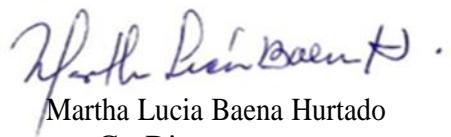
Saludos cordiales:

Por este medio, hacemos mención que hemos revisado y aprobado el 100% de avance del trabajo de tesis titulado: "INSECTOS ASOCIADOS A *Coccotrypes rhizophorae* EN PROPÁGULOS DE *Rhizophora mangle* ANTES Y DESPUÉS DE SU DISPERSIÓN EN EL MANGLAR TUMILCO", de la alumna Dankini Eloisa Mendoza Zambrano, quien egresó de la MMSMC.

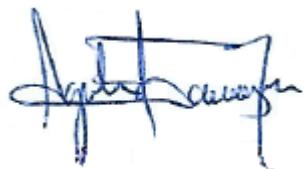
Éxitos en sus labores. Atentamente,



Ivette Alicia Chamorro Florescano
Directora



Martha Lucia Baena Hurtado
Co-Directora



Agustín de Jesús Basáñez Muñoz
Asesor



A quien corresponda

ASUNTO: Aprobación de tesis de Dankini Eloisa Mendoza Zambrano
Samborondón-Ecuador, 4 de julio de 2022.

A través de la presente, comunico mi voto aprobatorio para la tesis de Maestría en Manejo de Ecosistema Marinos y Costeros titulada “Insectos asociados a *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* antes y después de su dispersión en el manglar tumilco”, presentada por la Ingeniera en Medio Ambiente Dankini Eloisa Mendoza Zambrano.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that appears to read "Natalia Molina".

Natalia Molina Moreira, Dra en Ciencias Biológicas
Docente Investigadora Facultad de Ingeniería, Escuela de Ciencias Ambientales-UEES
Directora del Programa Biodiversidad Sostenible del Manglar al Coral 2021-2050 de la UEES-
Ecuador
CC. 1708691611
Contacto: natimolina@uees.edu.ec 0997436674

Departamento de Biología – Sección de Entomología

Santiago de Cali, julio 3 de 2022

A quien corresponda

Ref: Aprobación de informe final de tesis “INSECTOS ASOCIADOS A Coccotrypes rhizophorae EN PROPÁGULOS DE Rhizophora mangle ANTES Y DESPUÉS DE SU DISPERSIÓN EN EL MANGLAR TUMILCO”

Certifico que leí y apruebo el informe final de tesis de maestría de la estudiante Dankini Eloisa Mendoza Zambrano titulado: “INSECTOS ASOCIADOS A Coccotrypes rhizophorae EN PROPÁGULOS DE Rhizophora mangle ANTES Y DESPUÉS DE SU DISPERSIÓN EN EL MANGLAR TUMILCO”

Cordialmente,



JAMES MONTOYA LERMA, PhD
Profesor titular



A quien corresponda

ASUNTO: Aprobación de tesis de Dankini Eloisa Mendoza Zambrano
Guayaquil-Ecuador, 4 de julio de 2022.

A través de la presente, comunico mi voto aprobatorio para la tesis de Maestría en Manejo de Ecosistema Marinos y Costeros titulada “Insectos asociados a *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* antes y después de su dispersión en el manglar tumilco”, presentada por la Ingeniera en Medio Ambiente Dankini Eloisa Mendoza Zambrano.

Atentamente

Ing. Agr. Myriam Arias Zambrano de López
Miembro de la Sociedad Entomológica Ecuatoriana
Investigadora Asociada al Programa Biodiversidad Sostenible del Manglar al Coral 2021-2050 de la Universidad Espíritu Santo-Ecuador
Contacto: myriarias@yahoo.com.mx 0997436674 CC. 1708691611

Agradecimientos

Personalmente el agradecimiento ha sido mi clave del éxito, por ello siempre estaré agradecida con Dios por llevarme a otras fronteras, porque siendo aún estudiante de la UNESUM asistí al Primer Congreso Manglares de América realizado por la UEES en noviembre del 2019 donde nació la idea de estudiar una maestría, oportunidad que con puertas abiertas me dio la Universidad Veracruzana siendo el coordinador de la Maestría el Dr. Agustín Basañez Muñoz quien vio mi potencial como herramienta de aprendizaje en esta prestigiosa institución y quien además durante la maestría fue asesor de mi tesis.

Extiendo con demasiada gratitud mi reconocimiento como profesional a CONACYT por el inmenso apoyo al otorgarme una beca completa como medio para cubrir todos los gastos y necesidades que presentaba como estudiante extranjera con No. CVU: 1087822 y proyecto de titulación llamado ´Insectos asociados a *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* antes y después de su dispersión en el manglar Tumilco ´.

Sin duda esto tampoco fuera posible sin la dirección y paciencia de mi directora y a la vez tutora Dra. Ivette Chamorro Florescano y mi otra tutora la Dra. Martha Baena Hurtado, ustedes con disciplina y tiempo enfocaron a la terminación idónea de esta investigación.

Deseo agradecer también a mi Comité Revisor, el mismo que estuvo conformado por el Dr. James Montoya Lerma, mis apreciadas Dra. Natalia Molina Moreira y Mtra. Myriam Arias de López, gracias revisores por siempre con amabilidad y sabiduría compartir sus comentarios en cada evaluación presentada, sus aportes perfeccionaron el trabajo.

De manera general mi agradecimiento a todos los profesores de la UV que con sus enseñanzas aportaron en cada estudiante la semilla de un futuro brillante. Así también a mis familiares, amigos y con mucho amor les doy las gracias a todos mis hermanos de fe, pues en cada reunión juntos nos gozábamos como personas valientes y esforzadas, es un placer decirles gracias: familia de Trigo y Miel, Amistad Poza Rica y Puerto Esperanza porque fueron pilar espiritual para mi vida.

Dedicatoria

Al autor de mi vida:

Porque el Señor da sabiduría, de su boca vienen el conocimiento y la inteligencia (Proverbios 2:6). La alegría que invade mi ser por el logro de ser maestra se debe a tu favor y gracia mi Dios, por ello a ti dedico con todos los méritos esta victoria pues como dice en el libro de Éxodo (31:3) Tú mi Dios me has llenado de sabiduría, inteligencia, y conocimiento en toda clase de arte, gracias por cumplir uno a uno mis sueños, pues puse todo lo que hacía en tus manos y así mis planes han tenido éxito (Proverbios 16:3).

A mi amada familia:

Como siempre les digo toda espera con perseverancia tiene sus resultados, papi César y papi Tito, mami Jaqui, mis amados hermanos: Danna, Marianita, Angelito y César, sé que no les ha sido fácil tenerme lejos y solo verme por internet en otro país que no es nuestro lindo Ecuador, pero hoy con este logro alcanzado ven que la distancia solo fue una cortina entre nuestro amor y apoyo. Gracias a toda la familia por saber esperar, les aseguró que mi México lindo y querido me ha tratado mejor de lo que esperaba. Los amo.

A mi familia por elección, mis amigos:

Los bellos momentos que me han regalado con su amistad hicieron de mi estancia en México un hogar, las risas, los llantos, las veces que no tenía internet o donde quedarme muchos de ustedes me salvaron, esto también va por ustedes! Gracias Milagros, Rubí, Andrea, por siempre cuidarme, Josefina gracias por tus oraciones; y a ti Josué definitivamente porque Dios me dio tu compañía como un regalo durante estos años de estudio, gracias por hacer de tu familia mi otra familia, y muchos otros amigos mexicanos, ecuatorianos, etc., los llevo siempre conmigo.

Índice

Agradecimiento

Dedicatoria

Índice

Índice de tablas

Índice de figuras

Resumen

Introducción 1

Antecedentes 4

Hipótesis 9

Objetivos 10

 Objetivo general 10

 Objetivos específicos 10

Materiales y métodos 13

 Área de estudio 11

 Diseño de muestreo 13

 Selección de los sitios 13

 Procesamiento de muestras 13

 Analizar el número de propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae*... 13

 Analizar la relación del volumen de las galerías en función de la abundancia de *C. rhizophorae* 14

 Evaluar la riqueza de insectos en función del volumen de las galerías construidas por *C. rhizophorae* 14

 Análisis estadístico 16

Número de propágulos de <i>R. mangle</i> ocupados por <i>C. rhizophorae</i>	17
Relación del volumen de las galerías en los propágulos con la abundancia de <i>C. rhizophorae</i>	18
Riqueza de insectos y el volumen de las galerías de <i>C. rhizophorae</i>	23
Discusión.....	25
Bibliografía	Error! Bookmark not defined.

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de MLG con distribución Quasi Poisson sobre el número de propágulos de <i>C. rhizophorae</i> barrenados en función de la condición (antes o después de la dispersión), estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo) de estudio.	Error! Bookmark not defined.
Tabla 2. Resultados de GLM del volumen de las galerías construidas dentro de los propágulos sobre la abundancia de <i>C. rhizophorae</i> , estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo).....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 3. Resumen general sobre la condición del número de los propágulos sobre la abundancia de <i>C. rhizophorae</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabla 4. Resumen general sobre ocupación de <i>C. rhizophorae</i> en los tres sitios de estudio (Tular, Pastizal y Núcleo).....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 5. Comportamiento de ocupación que tuvo <i>C. rhizophorae</i> en relación al tamaño de los propágulos.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 6. Número de perforaciones en los propágulos por cada sitio de estudio en la estación de lluvia.	Error! Bookmark not defined.
Tabla 7. Número de perforaciones en los propágulos en dependencia del factor dispersión en la estación seca.	Error! Bookmark not defined.
Tabla 8. Número de perforaciones en los propágulos en dependencia del factor dispersión en la estación de lluvia.	Error! Bookmark not defined.
Tabla 9. Resultados de GLM del efecto del volumen de las galerías construidas dentro de los propágulos, la condición (antes o después de la dispersión), la estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo) sobre la riqueza de insectos.....	Error! Bookmark not defined.
Tabla 10. Relación del volumen de las galerías (mm ³) en los propágulos y su ocupación por <i>C. rhizophorae</i>	24

Índice de figuras

Figura 1. Sitios de muestreo del manglar Tumilco, Veracruz.....	11
Figura 2. Proporción de daño en los propágulos de acuerdo a los sitios muestreados durante la estación seca.	17
Figura 3. Proporción de daño en los propágulos de acuerdo a los sitios muestreados durante la estación lluviosa.	18
Figura 4. Relación de la longitud (cm) de los propágulos y su ocupación por <i>C. rhizophorae</i> en dos sitios de estudio, sitio uno (Tular) y sitio tres (Pastizal) durante la estación seca.	Error! Bookmark not defined.
Figura 5. Relación de la longitud (cm) de los propágulos y su ocupación por <i>C. rhizophorae</i> en dos sitios de estudio, sitio uno (Tular) y sitio tres (Pastizal) durante la estación lluviosa.	Error! Bookmark not defined.
Figura 6. Relación de la longitud (cm) de los propágulos y su ocupación por <i>C. rhizophorae</i> en dependencia del factor dispersión durante la estación lluvia.	Error! Bookmark not defined.

Resumen

Los propágulos de *Rhizophora mangle* son frecuentemente afectados por *Coccotrypes rhizophorae*, pero también otros insectos provocan el daño y muerte de los propágulos. El objetivo de este estudio fue analizar la riqueza de familias de insectos asociados a *C. rhizophorae* en propágulos de *R. mangle* antes y después de la dispersión. En el manglar de Tumilco, Veracruz, México se establecieron 3 sitios de estudio: Tular (al borde del manglar), Núcleo (al interior del manglar); y Pastizal (a la orilla de la carretera de terracería y un área de Pastizal), donde se colectaron aleatoriamente 2,400 propágulos durante los 4 meses de muestreos (1,200 propágulos en la época seca y propágulos en la época de lluvia). Se determinó que el mayor porcentaje (15%) de propágulos barrenados fue en la época seca después de la dispersión, y en el sitio Tular ningún propágulo barrenados en el sitio Núcleo, y 3.5% en el sitio Pastizal. La estación seca tuvo mayor promedio de propágulos con galerías, siendo mayor que en la estación de lluvias. Se encontró en cuanto al tamaño de los propágulos que *C. rhizophorae* después de la dispersión afectó más a propágulos que medían entre 20 a 24.9 cm, en la estación seca para el sitio Tular con un 5.25%, ninguno para el sitio Núcleo y 1% en Pastizal. Al observar la riqueza de insectos, se reportaron órdenes como Díptera, Himenóptera, Lepidóptera y Coleóptera, siendo este último el más abundante registrado en los sitios Tular y Pastizal. La información obtenida en este trabajo podrá permitir futuros estudios respectos al análisis de la relación que presenta la presencia de insectos sobre el estado de conservación de los propágulos de *R. mangle*.

Palabras Clave: Escarabajo, órdenes de insectos, volumen de galería.

I. Introducción

Los manglares son ecosistemas costeros claves por las múltiples funciones ecológicas y servicios ambientales que proveen a la población humana (Kauffman *et al.*, 2013). Se extienden a través de las zonas tropicales y subtropicales del planeta, adaptándose a sobrevivir adversas condiciones ambientales, desarrollando así características de supervivencia ante un entorno desafiante incluso para la dispersión y propagación de sus semillas (Carvajal *et al.*, 2019). Estos ecosistemas costeros cubren 4% de la superficie terrestre, pero en ellos está asentada un tercio de la población mundial (Zhao *et al.*, 2016).

Los sistemas de manglar ofrecen a los seres humanos beneficios como la madera, material de curtiduría y teñidura, entre otros (Kindelan, 2016). Estos bosques además actúan como refugios naturales para la reproducción y desarrollo de varias especies de animales, son considerados hábitats productivos por la pesca de muchas especies y son sistemas naturales de amortiguamiento en inundaciones, además de su capacidad de almacenamiento de altas cantidades de carbono orgánico en los suelos (Acampora, 2016). A pesar de su importancia y los beneficios mencionados, la barrera protectora del manglar se está perdiendo (Erazo-Álvarez, 2014). Lamentablemente las actividades humanas como cambio del uso de suelo, las piscinas camaronesas, crecimiento urbano, entre otras, pueden causar alteraciones en el crecimiento de algunas especies de mangle en la etapa adulta y de la mayoría de sus propágulos durante el establecimiento y posterior al mismo, derivándose en grandes presiones sobre éstos como la disminución de la producción de semillas de mangle, y susceptibilidad a enfermedades (Ortiz-Reyes *et al.*, 2018).

Aunado a esto, diversas investigaciones han mostrado que el estrés al cual están sometidos los vuelve vulnerables ante la presencia de plagas, por ejemplo, la ocupación de insectos en los propágulos puede influir en la densidad de plantas adultas, principalmente donde la cobertura del manglar se ha visto alterada (Sousa *et al.*, 2003a; Carvajal y Santillán, 2019). La presencia de insectos plaga en las especies de mangle puede afectar dicho ecosistema, al disminuir la supervivencia y el establecimiento de sus propágulos (Castillo, 2001). La dispersión de los propágulos puede verse alterada cuando éstos antes de caer del árbol empiezan a ser barrenados por insectos; ya que se modifica el establecimiento (incluso la estructura), así como su desarrollo llegando a ser crítico en hábitats perturbados o paisajes fragmentados (Sousa *et al.*, 2007). También se ha encontrado que los patrones de dispersión

y establecimiento de propágulos de especies dominantes como *Rhizophora mangle*, han podido influir en la dinámica y la estructura tanto a nivel poblacional como de comunidades de insectos encontrados en los propágulos (Sousa *et al.*, 2007).

Los insectos como lo menciona Cannicci *et al.* (2008), son en casi todos los ecosistemas los organismos más abundantes y diversos. Por otra parte Wood (1982) y Equihua *et al.* (1984), indicaron que tanto los Scolytinae y Platypodinae son de los primeros insectos en atacar e invadir las plantas de mangle que se encuentren muertas, recién cortadas o enfermas. En el ataque utilizan sus mandíbulas, causando daño en sus huéspedes (propágulos) al ser insectos descorzadores. Además de los insectos también hay otros factores que afectan el desarrollo de los manglares. En el estado de Veracruz, en el manglar de Tumilco, Martínez-Zacarías *et al.* (2017) estudiaron a *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera Curculionidae: Scolytinae), como uno de los insectos frecuentemente encontrado en los propágulos de la especie *Rhizophora mangle*. Los autores encontraron que los propágulos barrenados por dicho escarabajo se relacionaron con variables como las estaciones climáticas y las características del sitio de colecta, ya que para encontraron que los insectos fueron más abundantes en la estación seca y el sitio Tular. Estos insectos al buscar sombra, refugio y alimento necesario para su desarrollo y existencia barrenan los propágulos de dicha especie (Feller y Mathis., 1997). Por su parte Gerónimo-Torres *et al.* (2015), también encontraron en Tabasco, México ejemplares de escarabajos de subfamilias como Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae), como parte del listado de las especies asociadas al manglar de Tabasco.

Baena *et al.* (2020), llegaron a evaluar la presencia de varios insectos y su relación con las características del daño que provocan en los propágulos de *R. mangle*, donde encontraron que el volumen de la galería tiene una relación significativa con la presencia de insectos que pertenecían a los órdenes Coleoptera, Díptera, Hymenóptera, Collembola y Lepidóptera en diferentes estados de desarrollo dentro de propágulos recolectados en diferentes ecosistemas de manglar a lo largo del estado de Veracruz, siendo Coleoptera el más frecuente dentro de los propágulos (64.3%). Por lo anterior, el presente trabajo propone un estudio en el manglar de Tumilco situado en la costa del Golfo de México, el cual es uno de los bosques más extensos y mejor conservados en la zona norte del estado de Veracruz (Basañez-Muñoz, 2005; CONABIO, 2008). En este trabajo se estudiaron los insectos

asociados a propágulos de *R. mangle*, antes y después de la dispersión, en sitios que mantienen diferente grado de perturbación dentro del manglar de Tumilco.

II. Antecedentes

Los manglares están presentes en aproximadamente 123 países, cubriendo una superficie total de cerca de 150, 000 km² donde el 43% de los manglares existentes se encuentran en países como: Indonesia, Brasil, Australia, México, Nigeria entre otros (Spalding *et al.*, 2010). Cornejo (2014), afirma que tan solo en América del Sur se han reportado 14 especies de manglar, de las cuales cuatro pertenecen al género *Rhizophora*, siendo *Rhizophora mangle* (mangle rojo) parte de este género. Los manglares constituyen ecosistemas altamente especializados que pueden morir bruscamente cuando uno de los parámetros de su entorno se modifica, es por eso por lo que en las costas tropicales son los primeros en detectar las variaciones del régimen hídrico, por pequeñas que éstas sean (Blasco, 1991).

En la actualidad el bosque de manglar se degrada y con más frecuencia pierde superficie como consecuencia de muchas actividades antrópicas, siendo esta la principal amenaza causante de la destrucción y alteración de la conservación de los manglares (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008). Además y como consecuencia de esta alteración, diversas publicaciones indican que los insectos pueden afectar al manglar en función de variables asociadas a su estado de conservación, con una tendencia a incrementar el número de individuos, cuando se produce un estado de perturbación o estrés en las plantas. Esto se conoce como grado de perturbación; es decir, el cambio en las condiciones ambientales que causa un cambio drástico en un ecosistema que puede ser originada por factores externos como salinidad, nivel de inundación, iluminación (Sousa *et al.*, 2003a). Estos factores climáticos como la temperatura, el nivel de precipitación, y la humedad atmosférica, pueden influir en la presencia de entomofauna que daña a los propágulos (Iturre y Darchuck, 2006).

Balakrishnana *et al.* (2016), sugieren que *R. mangle* al ser rico en nutrientes es más propenso a ser consumido por los insectos que lo atacan. Pero no solo factores ambientales pueden influir en la perturbación de estos ecosistemas, según Ramírez-Hernández (2010), los asentamientos humanos han venido aumentando lo que produce una mayor amenaza sobre los recursos naturales, así también el sector agropecuario forma parte de las actividades que causan perturbación ambiental por la ampliación de sus fronteras agropecuarias o

simplemente por la sola presencia del ganado que puede afectar a este tipo de ecosistemas reduciéndolos a fragmentos o parches.

Según Cannicci *et al.* (2008), en todos los ecosistemas forestales como los manglares, los insectos tienen un importante impacto en la tasa y forma de crecimiento de los árboles, supervivencia, reproducción y producción forestal. Estos organismos pueden generar grandes daños a los ecosistemas del manglar (Flores-Romero *et al.*, 2014), al atacar especies como *R. mangle*, el cual tiene una amplia distribución en las costas de los océanos Pacífico y Atlántico (Tovilla y Orihuela, 2002). CIDEA (2006), describe como un ejemplar de los insectos hospederos del mangle a los escarabajos (Coleoptera: Scolytidae), quienes taladran los propágulos o adultos y se introducen en la planta ocasionando algunas veces la muerte del individuo; los propágulos son críticamente más vulnerables al ataque de los insectos durante los primeros meses de desarrollo.

Aunque es escasa la información sobre la presencia de insectos en los propágulos de *R. mangle*, es carente la información respecto a la fauna de insectos asociados a estos y las características del daño que causan en sus estructuras. No obstante, dentro de los estudios realizados con *R. mangle*, está el de Feller y Mathis (1997), donde indicaron que una de las características del daño que presentan los propágulos son las galerías construidas por los insectos, que se determinan en este caso como la cantidad de tejido vegetal muerto resultante de las actividades de alimentación de los insectos que barrenan los propágulos de *R. mangle*, los cuales no solo sufre pérdidas de tejido considerables como resultado directo de los barrenadores, sino que también en el caso de las plántulas, pierde sus hojas como resultado indirecto del daño que sufre el mangle. Los autores también mencionan; que los orificios pueden ser indicadores de las galerías ocupadas o vacías al interior de los manglares afectados. Estas galerías se reutilizan con frecuencia como domatia por un gran grupo de especies, registrando hasta el momento 70 especies de artrópodos asociados a *R. mangle* (Feller y Mathis., 1997). Pero los mecanismos de daño de los insectos hacia *R. mangle* no siempre son conocidos (Cannicci *et al.*, 2008).

Coccotrypes rizophorae, es una especie de escarabajo de la familia Curculionidae, que se caracteriza por ser pequeña (5 mm máximo), barrena ramas, troncos, raíces y plántulas. Cuando la hembra fecundada hace una galería en el propágulo, deposita sus huevos y al nacer las larvas amplían en gran medida la galería inicial, por lo que esta especie de

escarabajo madura rápidamente, pues a los 20 días deemerger del propágulo ya pueden copular y continuar su ciclo de vida en un nuevo hospedero (Arias de López y Molina-Moreira, 2019). Las galerías pueden ser de diferentes dimensiones, destruyendo tejido que puede ser primordial para el desarrollo, establecimiento y supervivencia de los propágulos (Wood *et al.*, 1991; Atkinson y Equihua, 1986; Sousa *et al.*, 2003a). El hábito barrenador de *C. rhizophorae* es favorecido por su forma cilíndrica y alargada del cuerpo, sus mandíbulas son capaces de perforar la madera del árbol y/o sus propágulos (Navarro y Liendo, 2010).

También se ha encontrado que la afectación que pueden generar estos insectos es importante antes y después de la dispersión de los propágulos (Sousa *et al.*, 2003a). Antes de la dispersión, *C. rhizophorae* puede barrenar tanto a los propágulos que se encuentran en el árbol que aún no caen al suelo, como también a las plántulas y raíces aéreas del manglar ya que estos insectos pueden barrenar a los propágulos cuando se dispersan una vez caen al suelo (Sousa *et al.*, 2003b). Una reciente publicación mostró que en el manglar de Sontecomapan, Veracruz, México, se han encontrado propágulos ocupados antes y después de su dispersión con al menos una perforación, siendo un indicador de la ocupación de *C. rhizophorae*. De acuerdo a los resultados obtenidos por Carmona *et al.* (2020), sugirieron que los propágulos antes de la dispersión en la estación de lluvia presentaron mayor presencia de *C. rhizophorae*.

Blackman (1942), relaciona el daño que sufren los propágulos de mangle por insectos, al registrar dos especies de coleópteros que afectan a *R. mangle* en Cuba, identificados como *Coccotrypes rhizophorae* y *Pytiophorus nr, regularia*. Por su parte Flores-Verdugo *et al.* (1995), reportaron el registro de larvas de insectos de Scarabaeidae y Curculionidae en propágulos y plántulas del mangle rojo, entre otros insectos que han sido presentados en diversos artículos. Por otra parte Sousa *et al.* (2003b), encontraron que *C. rhizophorae* (*Hopkins*), en propágulos de *R. mangle* causó el 72 al 89% de daño en plántulas ubicadas en sitios de dosel cerrado, pero solo 1 a 2% en sitios con presencia de luz, afectando la regeneración de los manglares. Otro trabajo realizado en Cuba, en las provincias de Matanzas, el de Villa, Menéndez *et al.*, (2006), mencionan que una de las especies de insectos encontrados dentro de propágulos de *R. mangle*, eran las larvas de una especie de mariposa nocturna de Pyralidae, que causan una mortalidad masiva en los propágulos de dicha especie de mangle.

En México, en el estado de Tabasco se registraron las especies: *Hypothenemus erectus* (LeConte) y *H. seriatus* (Eichhoff), ambos coleópteros que afectan las plantas del género *Rhizophora* por su afinidad biogeográfica neotropical (Romero *et al.*, 1997). Para el manglar de Tumilco en el estado de Veracruz, se observaron perforaciones en propágulos muertos y donde se encontraron adultos de la especie Curculionidae, los que posteriormente fueron identificados como *Acalles sablensis*, estos insectos se consideraron una especie oportunista, ocupando galerías previamente construidas por *C. rhizophorae* (Chamorro-Florescano *et al.*, 2014).

Así mismo Martínez-Zacarías *et al.* (2017), al estudiar la incidencia de *C. rhizophorae*, en el manglar Tumilco, encontraron un incremento en el número de propágulos barrenados durante la temporada seca. Las zonas de manglar más afectadas fueron, un área alterada, al borde de un camino de terracería donde predominan *R. mangle* y *A. germinans*, y el borde con un fragmento de *Typha latifolia* y con presencia de *R. mangle*, no así en la zona núcleo. Lo anterior coincide con el estudio de Mendoza-Zambrano *et al.* (2020), en Ecuador quienes reportan que el mayor daño por *C. rhizophorae* en los propágulos fue en la zona de manglar y bosque seco (MCB) por ser la zona más alejada del agua y con mayor intervención humana.

Es decir que la falta de agua recurrente y las actividades humanas como la circulación de vehículos, y el turismo local contribuyeran al estrés del manglar y por consecuencia a ser una zona estratégica para los insectos, mientras que el menor daño se dio en la zona de manglar y espejos de agua, esta última zona al estar en contacto directo con el flujo del agua y por tener gran cobertura de manglar disminuyendo la intensidad de luz los daños generados por *C. rhizophorae* fueron menores. Por último Sousa *et al.* (2003a) y Baena *et al.* (2020), indicaron que el tamaño (longitud) del propágulo no presentaba relación con la cantidad de escarabajos que puedan encontrarse dentro de los propágulos. Sin embargo, Baena *et al.* (2020), demostraron que el volumen de las galerías es una característica que presenta una relación con el porcentaje de ocupación de *C. rhizophorae* y de otros insectos.

El daño causado por la ocupación tanto de coleópteros de la familia Curculionidae: Scolytinae, como de otros insectos que viven dentro de las galerías, pueden afectar el crecimiento y el desarrollo de los propágulos de *R. mangle* (Pérez-De la Cruz *et al.*, 2009;

Baena *et al.*, 2020), lo cual tiene gran repercusión en los ecosistemas de manglar. De acuerdo con lo anterior, en este estudio se propuso conocer la ocupación que tienen los insectos asociados a galerías creadas por *C. rhizophorae*, considerando el antes y después de la dispersión de los propágulos de *R. mangle* en sitios con diferente grado de perturbación en el manglar de Tumilco durante las estaciones de secas y de lluvias.

III. Hipótesis

Los insectos asociados a las galerías construidas por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* antes y después de la dispersión son más abundantes en sitios con mayor perturbación (Pastizal), debido a las alteraciones de las condiciones ambientales en las que se encuentra dichos sitios dentro del manglar en Tumilco.

IV. Objetivos

Objetivo general

Analizar la riqueza de familias de insectos asociados a *C. rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* antes y después de la dispersión, en sitios con diferente grado de perturbación considerando la estación seca y de lluvia en el manglar de Tumilco, Veracruz.

Objetivos específicos

- Analizar el número de propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae* antes y después de la dispersión, considerando la estación seca y de lluvia en sitios con diferente grado de perturbación en el manglar.
- Analizar la relación entre el volumen de las galerías construidas dentro de los propágulos y la abundancia de *C. rhizophorae*, de acuerdo a la estacionalidad y el grado de perturbación de los sitios muestreados.
- Evaluar la riqueza de insectos en función del volumen de las galerías construidas por *C. rhizophorae*, considerando la estacionalidad y el grado de perturbación de los sitios muestreados.

V. Área de estudio

El Manglar de Tumilco en Veracruz cuenta con una extensión de 200 hectáreas de superficie que está asociado a las zonas de inundación del estero Tumilco (Fig. 1) (Basañez-Muñoz, Olmedo-Pérez y Rojas-Mencio, 2006) tiene un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor de 24,9 °C, siendo enero el mes más frío con un promedio de 19,9 °C y junio el más caluroso con un promedio de 28,3 °C. La precipitación total anual es de 1,341.7 mm, presentando la estación seca de noviembre a mayo y la lluviosa de junio a octubre. El mes más seco es enero con 33 mm y el más lluvioso, julio con 175.7 mm. Este manglar presenta un tipo de suelo en su mayoría de Vertisol (INEGI, 2001).

El manglar de Tumilco presenta cuatro de las seis especies de mangle en México, *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rhizophora mangle* (rojo), *Avicennia Germinans* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) (Basáñez-Muñoz, 2005). La segunda especie más destacada por su valor de importancia en el Manglar de Tumilco (VI) luego de *Avicennia Germinans* (116,9 VI) es *R. mangle* (102,9 VI), una de las especies de mangle que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo el manglar de Tumilco parte del sitio Ramsar 1602, humedales y manglares de Tuxpan (CONABIO, 2008).

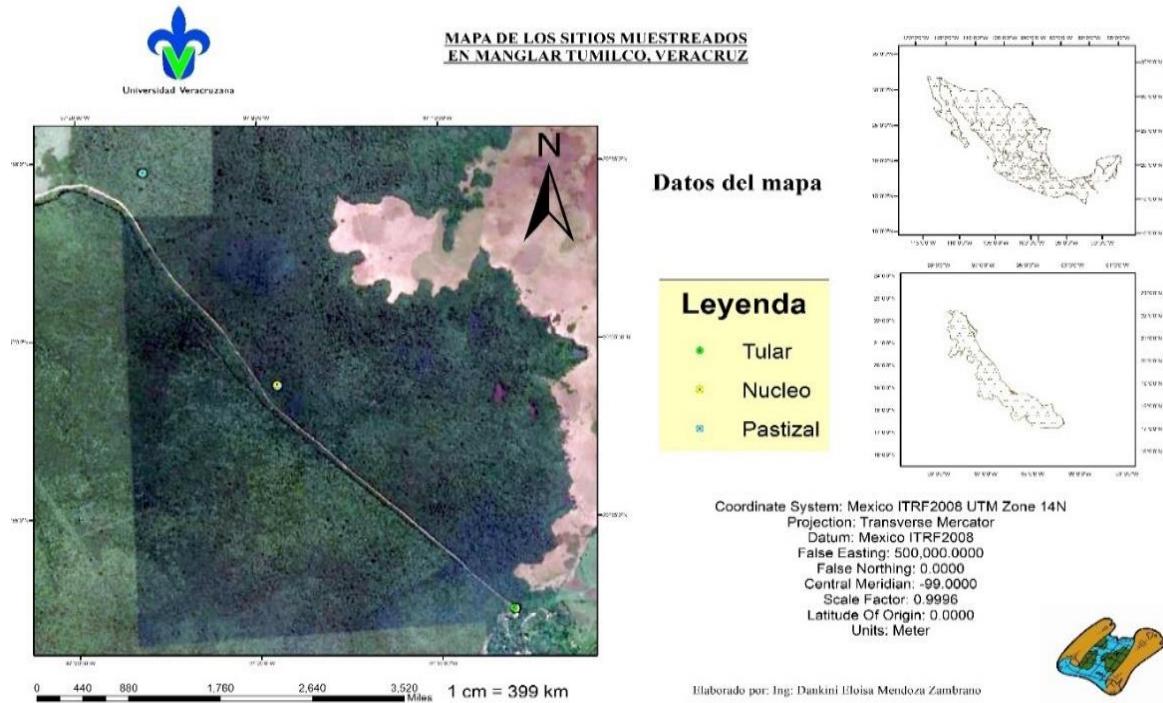


Figura 1. Sitios de muestreo del manglar Tumilco, Veracruz. Mendoza-Zambrano (2022).

VI. Materiales y métodos

6.1 Diseño de muestreo

6.1.1 Selección de los sitios

Se establecieron tres sitios de estudio en el manglar de Tumilco, con diferente grado de perturbación, distribuidos de la siguiente manera: El primer sitio corresponde al Tular, donde predomina una planta herbácea de la especie *Typha latifolia* ($20^{\circ}54'44.4''$ N y $097^{\circ}19'18.20''$ O). El segundo sitio lo denominamos sitio Núcleo, ya que está ubicado en el interior del manglar que es donde el dosel está más cerrado ($20^{\circ}55'22.30''$ N y $097^{\circ}19'57.20''$ O); y el tercer sitio, fue el Pastizal que se encuentra a la orilla de la carretera de terracería que va a la comunidad de Tumilco ($20^{\circ}55'58.30''$ N y $097^{\circ}20'19.10''$ O), (Figura 1).

En cada sitio se realizaron tres transectos de 100 metros de largo por 20 m de ancho cada uno. Los transectos estuvieron separados de la orilla de la carretera aledaña al manglar alrededor de 150 m para evitar el efecto de borde, es decir un desgaste de las condiciones originales en su perímetro (Vides, 2021). En estos tres transectos se efectuaron las colectas dos veces durante la temporada de seca y dos veces durante la temporada de lluvia. De cada transecto, se recolectaron 100 propágulos antes y 100 después de la dispersión (sumando 200 propágulos por sitio en casa salida) teniendo un total de 600 propágulos por los tres sitios en cada colecta. La estación seca corresponde a los meses de marzo y abril, la estación de lluvias corresponde a los meses de julio y agosto de 2021 obteniendo 1,200 propágulos por estación con un total de 2,400 propágulos.

VII. Procesamiento de muestras

7.1 Analizar el número de propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae*

Los propágulos de *Rhizophora mangle* recolectados fueron separados antes de la dispersión (estos son aquellos que aún están unidos al árbol en cualquier estado de maduración) y después de la dispersión (estos son aquellos que ya han caído del árbol) en los tres sitios muestreados, estos fueron trasladados al laboratorio de Preservación y Conservación de Ecosistemas Tropicales de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Tuxpan para determinar los insectos presentes en los propágulos de *R. mangle*. A cada propágulo se le contabilizó el número de perforaciones externas que presentaba. Para el tamaño se midió con una regla el

largo del propágulo desde la base hasta el ápice en centímetros (cm). Posterior a esto, fue diseccionado longitudinalmente con un bisturí quirúrgico para buscar los individuos en el interior de cada propágulo; para esto se tuvo apoyo de un estereoscopio marca Leica. Además se contabilizó cada individuo de *C. rhizophorae* según sus estadios biológicos (huevos, larvas, pupas y adultos).

Analizar la relación del volumen de las galerías en función de la abundancia de *C. rhizophorae*

De acuerdo con Baena *et al.* (2020), para analizar la relación del volumen con la condición de ocupación por *C. rhizophorae*, se procedió a contabilizar cada insecto en aquellas galerías ocupadas únicamente por *C. rhizophorae* y clasificarlo de acuerdo a la etapa biológica en la que se encontraba, se los colocó en frascos con alcohol al 70%, los mismos que se etiquetaron con los datos del día de recolecta y el sitio de donde fueron tomados (Baena *et al.*, 2020), luego se media el alto, ancho y profundidad de las galerías ocupadas por este escarabajo, para lo cual se utilizó un Vernier digital de precisión: 0,01 mm para así obtener el volumen de cada galería teniendo en cuenta la siguiente formula: $(=3.14159 \cdot \text{Altura} \cdot \text{Anchura} \cdot \text{Profundidad})/6$ (Macías-Ordóñez y Draud 2005). Se obtuvo el volumen de cada galería al interior del propágulo siendo mm³ la unidad de volumen. Así se analizó si la abundancia de *C. rhizophorae* estaba relacionada con el volumen de las galerías que el insecto ocupaba en los propágulos.

Evaluar la riqueza de insectos en función del volumen de las galerías construidas por *C. rhizophorae*

Para de otras familias de insectos que fueron hallados en diferentes etapas biológicas (huevos, ninfas / larvas, pupas y adultos), se siguió el mismo procedimiento de colocar en frascos con alcohol al 70% a los insectos recolectados y etiquetados con los datos del día y sitio de colecta (Baena *et al.*, 2020). Los individuos vivos encontrados en etapas inmaduras se mantuvieron en observación en el laboratorio hasta que llegaran a la edad adulta para facilitar su identificación (Veenakumari *et al.*, 1997). En las galerías ocupadas tanto por *C. rhizophorae* como por otros insectos, se registró el volumen de aquellas para evaluar la relación que presentaba el volumen con la riqueza de los insectos que las ocupaban. Además

se determinó el nivel taxonómico de los insectos conociendo el orden de los individuos encontrados.

VIII. Análisis estadístico

Para analizar el efecto de factores como la dispersión, la perturbación y la estacionalidad en los propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae*, se realizó un MLG con distribución quasi poisson. La variable dependiente fue el número de propágulos de *R. mangle* afectados por *C. rhizophorae* y las variables independientes fueron: el factor dispersión (antes y después de la dispersión), el factor perturbación (los tres sitios con diferente grado de perturbación) y el factor estación (secas y lluvias). Para analizar el efecto que genera la abundancia de *C. rhizophorae* entre los sitios con diferente grado de perturbación en la estación de secas y lluvias sobre el volumen de las galerías construidas dentro de los propágulos, se utilizó un MLG con distribución de errores quasi poisson.

Para la evaluación de la riqueza de los insectos en función del volumen de las galerías construidas por *C. rhizophorae*, considerando tanto la estacionalidad como los sitios muestreados, se analizaron las galerías de *C. rhizophorae* y su ocupación (teniendo en cuenta la clasificación de los propágulos que presenten las tres condiciones de ocupación: 1) los ocupados solo por *C. rhizophorae*, 2) los ocupados por *C. rhizophorae* y otras especies de insectos, y 3) los ocupados solo por otras especies de insectos donde no está presente *C. rhizophorae*) en tres sitios con diferente grado de perturbación, para este objetivo se utilizó un MLG con distribución de errores quasi poisson. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa R 3.3.3 (R Development Core Team, 2019). Los gráficos estadísticos fueron elaborados en el programa de Excel Microsoft Worksheet para una mejor visualización de los datos obtenidos.

IX. Resultados

9.1 Número de propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae*

El análisis del MLG reveló que el número de propágulos barrenados fue afectado de manera significativa por la estación y marginalmente significativo por el sitio que indica la perturbación del manglar. La condición (antes y después de ser dispersado) no influyó en el número de propágulos barrenados (Tabla 1). Durante la estación seca hubo 65 y en la estación lluviosa hubo 22 propágulos barrenados.

Tabla I. Resultados de MLG con distribución Quasi Poisson sobre el número de propágulos de *C. rhizophorae* barrenados en función de la condición (antes o después de la dispersión), estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo) de estudio.

Término	LR	Df	P
Condición	1.4824	1	0.223400
Estación	7.32560	1	0.006798 **
Sitio	3.4840	1	0.061966

Nota: Los simblos ** indican que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de propágulos barrenados con respecto a la condición, estación y sitios muestreados en el manglar de Tumilco.

De manera más detallada (respecto al número de propágulos barrenados por estación y por sitios), se encontró que durante la estación seca, del total de propágulos colectados (1,200), el mayor número de propágulos ocupados por *C. rhizophorae* se presentó únicamente en el sitio uno (Tular) con un total de 55 propágulos afectados, representando el 12.5%. En la estación lluviosa, también se encontró un resultado similar con total de 12 propágulos afectados, 6 (3%) propágulos (Figuras 2 y 3).

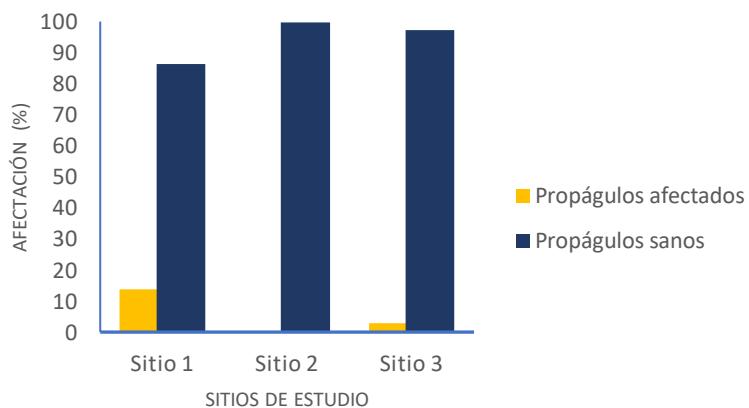


Figura 2. Proporción de daño en los propágulos de acuerdo a los sitios muestreados durante la estación seca. Sitio 1 = Tular, Sitio 2 = Núcleo, Sitio 3 = Pastizal.

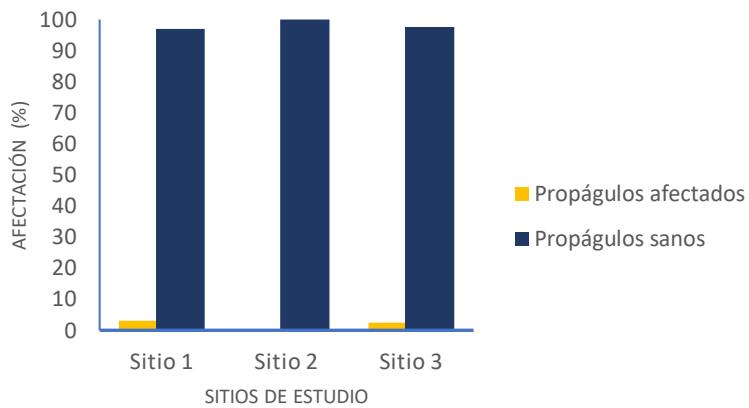


Figura 3. Proporción de daño en los propágulos de acuerdo a los sitios muestreados durante la estación lluviosa. Sitio 1 = Tular, Sitio 2 = Núcleo, Sitio 3 = Pastizal.

9.2 Relación del volumen de las galerías en los propágulos con la abundancia de *C. rhizophorae*

El MLG mostró que el volumen de las galerías construidas dentro de los propagulos fue afectada de manera significativa por la abundancia de *C. rhizophorae* ($\chi^2 = 2.716$, gl = 1, $p = 0.00815$). También se encontró que la condición no influyó significativamente en el volumen de las galerías, ya que el valor de P fue 0.33 o sea no fue significativo (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de GLM del volumen de las galerías construidas dentro de los propagulos sobre la abundancia de *C. rhizophorae*, estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo).

Término	LR	Df	P
Condición	6.9645	1	0.008314 **
Estación	0.9450	1	0.330986
Sitio	0.1518	1	0.696818

Nota: Los símbolos ** indican que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de propagulos barrenados con respecto a la condición, estación y sitios muestreados en el manglar de Tumilco.

En las tablas 3 se describen a los propagulos con *C. rhizophorae* de acuerdo a la condición, si son propagulos dispersados o propagulos no dispersados, mientras que en la tabla 4 se muestra asimismo la ocupacion propagulos con *C. rhizophorae* de acuerdo a la condición, pero detallando los resultados por sitios de estudio.

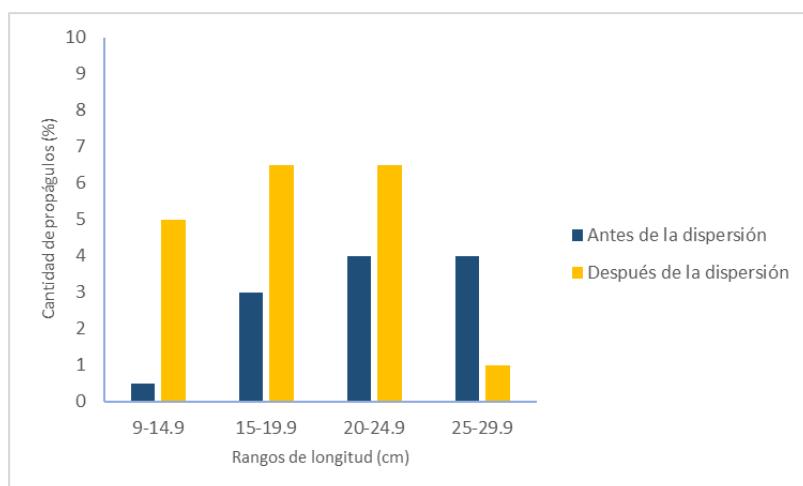
Tabla 3. Resumen general sobre la abundancia *C. rhizophorae*.

	Propágulos dispersados	Propágulos no dispersados
Con <i>C. rhizophorae</i>	42	29
Sin <i>C. rhizophorae</i>	19	21
Total	61	50

Tabla 3. Resumen general del número de propágulos con galerías y su relación con la dispersión sobre ocupación de *C. rhizophorae* en los tres sitios de estudio (Tular, Pastizal y Núcleo).

	Propágulos dispersados		Propágulos no dispersados	
	Con <i>C. rhizophorae</i>	Sin <i>C. rhizophorae</i>	Con <i>C. rhizophorae</i>	Sin <i>C. rhizophorae</i>
Sitio 1 (Tular)	38	16	23	13
Sitio 2 (Núcleo)	0	0	0	0
Sitio 3 (Pastizal)	4	3	6	8
Total	42	19	29	21

En cuanto al tamaño de los propágulos se evidenció que antes y después de la dispersión, *C. rhizophorae* se encontraron más propágulos que medían entre 20 a 24.9 cm (5.25% y 1%, respectivamente), (Figura 4). Mientras para los meses de lluvia muestreados, antes y después de la dispersión, *C. rhizophorae* afectó más a los propágulos que medían entre 20 a 29.9 cm (38.46% y 40%, respectivamente), (Figura 5).

**Figura 4.** Relación de la longitud (cm) de los propágulos y su ocupación por *C. rhizophorae* en dependencia del factor dispersión durante la época seca.

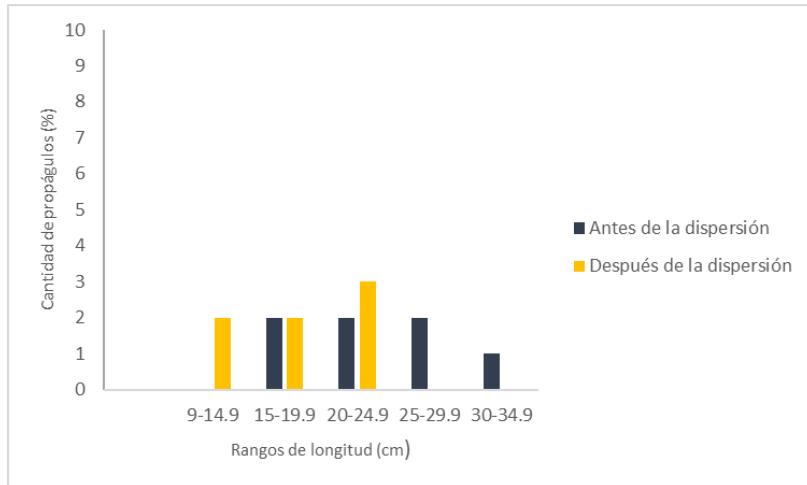


Figura 5. Relación de la longitud (cm) de los propágulos y su ocupación por *C. rhizophorae* en dependencia del factor dispersión durante la época de lluvia.

En cuanto al comportamiento de ocupación que tuvo *C. rhizophorae* en relación al tamaño de los propágulos se muestra la siguiente tabla a manera de resumen (Tabla 5).

Tabla 5. Comportamiento de ocupación que tuvo *C. rhizophorae* en relación al tamaño de los propágulos.

	Longitud	Porcentaje (%)	Condición
Propágulos más afectados	25 a 29.9 cm	4	Antes de la dispersión
	15 a 24.9 cm	6.5	Después de la dispersión
Propágulos menos afectados	9 a 14.9 cm	0.5	Antes de la dispersión
	25 a 29.9 cm	1	Después de la dispersión

De la muestra total (100%), para la estación seca, el 82.67 % de los propágulos no presentaron ninguna perforación, y el menor porcentaje con 0.25 % se encontró en el sitio dos (Núcleo), ya que en este sitio se encontró un propagulo perforado pero sin insecto. Los propagulos con una sola perforación representaron el 12.08 % y aquellos que solo presentaron dos perforaciones fueron el 3.75 %, mientras que el 1.50 % fueron propagulos con tres perforaciones; propagulos con perforaciones mayores a cuatro no se registraron (Tabla 6 y 7). El mayor porcentaje de propagulos sin orificios se da en el sitio dos (Núcleo) con 95 %.

Tabla 6. Número de perforaciones en los propágulos por cada sitio de estudio en la estación seca.

Rango del número de orificios	TULAR	(%)	PATIZAL	(%)	NUCLEO	(%)
0 orificios	279	69.75	333	83.25	380	95
1 orificios	80	20	49	12.25	16	4
2 orificios	30	7.5	12	3	3	0.75
3 orificios	11	7.5	6	1.5	1	0.21
mayor a 4 orificios	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Número de perforaciones en los propágulos por cada sitio de estudio en la estación de lluvia.

Rango de orificio	TULAR	(%)	PATIZAL	(%)	NUCLEO	(%)	Muestra Total	(%)
0 orificios	362	90.5	275	68.75	377	82.62	1085	90.42
1 orificios	33	8.25	38	9.5	17	12.08	88	7.33
2 orificios	3	0.75	11	2.75	5	3.75	19	1.58
3 orificios	2	0.5	5	1.25	1	1.5	8	0.67
mayor a 4 orificios	0	0	0	0	0	0	0	0

Los propágulos y su relación con el número de las perforación dieron como resultado, que del total de los propágulos, el mayor porcentaje no tuvo orificios y de aquellos que los presentaron, la mayoría en ambas estaciones y (tanto antes como después de la dispersión), solo tuvieron 1 solo orificio (Tablas 8 y 9).

Tabla 8. Número de perforaciones en los propágulos en dependencia del factor dispersión en la estación seca.

Rango de orificio	Antes de la dispersión	(%)	Después de la dispersión	(%)
0 orificios	457	76.17	545	90.83
1 orificios	97	16.17	36	6
2 orificios	31	5.17	13	2.17
3 orificios	15	2.5	6	1
mayor a 4 orificios	0	0	0	0

Tabla 9. Número de perforaciones en los propágulos en dependencia del factor dispersión en la estación de lluvia.

Rango de orificio	Antes de la dispersión	(%)	Después de la dispersión	(%)
0 orificios	533	88.83%	552	92.00%
1 orificios	49	8.17%	39	6.50%
2 orificios	12	2.00%	7	1.17%
3 orificios	6	1.00%	2	0.33%
mayor a 4 orificios	0	0.00%	0	0.00%

9.3 Riqueza de insectos y el volumen de las galerías de *C. rhizophorae*

El MLG mostró que el volumen, la condición, la estacionalidad y el sitio de muestreo influyeron de manera significativa en la riqueza de insectos (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de GLM del efecto del volumen de las galerías construidas dentro de los propágulos, la condición (antes o después de la dispersión), la estación (seca y lluvia) y sitio (tular, pastizal y núcleo) sobre la riqueza de insectos.

Término	LR	Df	P
Volumen	10.608	1	0.0011260000 **
Condición	20.600	1	0.000005659 ***
Estación	21.621	1	0.000003323 ***
Sitio	21.668	1	0.000003241 ***

Nota: Los símbolos ** indican que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de propágulos barrenados con respecto a la condición, estación y sitios muestreados en el manglar de Tumilco.

Para explicar cuál es la mayor medida de volumen ocupada por *C. rhizophorae* con la mayor cantidad de propágulos se detalla en la Figura 5, la relación ocupación y volumen fue significativa, donde los parámetros fueron: $\chi^2 = 250.3$, $df = 4$, $p = < 2.2e-16$. En esta figura se detalla que el mayor número de *C. rhizophorae* se encuentra en propágulos que tienen un volumen de hasta 1.5 mm^3 . Cabe indicar que en la presente investigación se encontraron órdenes como Diptera, Hymenóptera, Lepidóptera y Coleóptera, siendo este último el más abundante encontrado al interior de los propágulos.

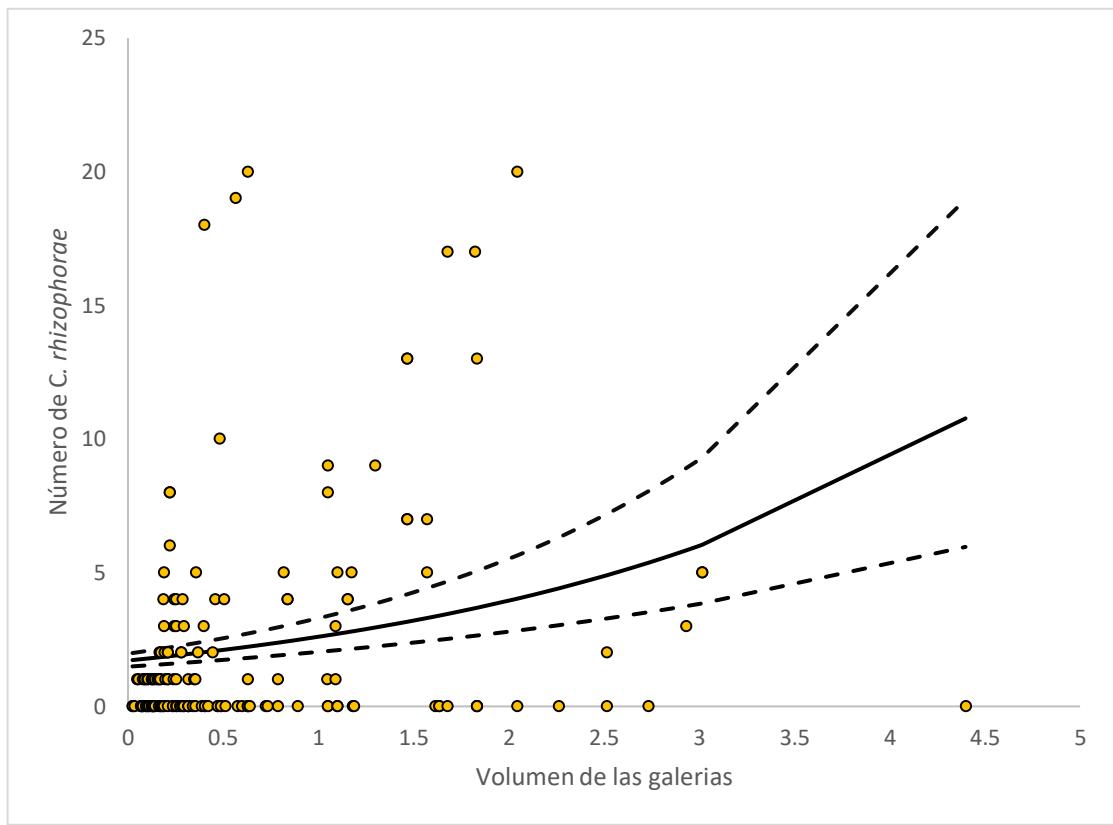


Figura 6. Relación del volumen de las galerías (mm³) en los propágulos y su ocupación por *C. rhizophorae*.

Nota: En la curva Número de *Coccotrypes*-Volumen de las galerías, la línea continua representa la rama ascendente, y la punteada, la descendente.

IX. Discusión

Número de propágulos de *R. mangle* ocupados por *C. rhizophorae*

De manera significativa la infestación de propágulos por *C. rhizophorae* con la mayor cantidad de propágulos (55 propágulos afectados) se dio durante la época seca en el área de muestreo. De manera similar los resultados reportados recientemente por Mendoza *et al.* (2020), indican que los curculiónidos son más abundantes en la época seca en los propágulos de *R. mangle*. Los presentes resultados presumen que debido a que el flujo de agua es menor y por lo tanto al no fluir libremente, estas parecen ser condiciones favorables para iniciar la infestación de los propágulos por parte de esta especie de escarabajo. Esta investigación muestra que el Tular resultó ser el sitio más afectado y con mayor cantidad de propágulos ocupados por *C. rhizophorae*. Este sitio es aledaño a las comunidades, mismas que realizan actividades de ganadería, agricultura y turismo. Un lugar con características similares investigado por Mendoza *et al.* (2020), llevada a cabo en Ecuador donde los investigadores denominaron a una de sus tres zonas de estudio como la Zona de Manglar, cultivos y Bosque Seco (MCB) fue la más afectada por ser la zona con menos flujo de agua; y la más cercana a restaurantes, turistas, actividades ganaderas y piscicultura. En este trabajo se evidenció un descenso de la infestación por *C. rhizophorae* en la temporada de lluvias en todos los sitios de estudio, coincidiendo con Martínez-Zacarías (2017), quienes coinciden en que las zonas muestreadas durante la poca de lluvia son las que reflejan mayor índice de infestación por los insectos, esto puede ser por el nivel de inundación que varía según el flujo de la marea.

Para los sitios muestreados y el factor dispersión, después de la dispersión se presentó en el sitio uno y tres en ambas estaciones, influyendo de manera significativa en el número de propágulos registrados. El sitio dos correspondiente al núcleo del manglar, mantuvo cero número de propágulos afectados tanto antes como después de ser sueltos del árbol, mientras que el sitio tres (al lado de la carretera) y uno (al lado del *Typha*) mantuvieron gradualmente el número de propágulos afectados en su dispersión tanto en temporada seca y lluviosa. En la presente investigación, las estaciones (lluvias y secas) influyó en el incremento de propágulos barrenados de *R. mangle* por *C. rhizophorae*; y marginalmente también los sitios de muestreo que muestran diferente nivel de perturbación. Esto difiere de los resultados de Zacarias *et. al.* (2020) donde la estación no fue relevante pero si los sitios de muestreo. Se observó también que en la estación seca y el sitio Tular fueron los que presentaron mayor

frecuencia de infestación, lo cual se muestra en la investigación de Mendoza *et. al.* (2020) donde coinciden que la estación seca al tener un nivel bajo de contacto con el del agua la población de *C. rhizophorae* fue mayor en el Tular que en los otros dos sitios de estudio, aunque sin presencia en el sitio núcleo, creando condiciones favorables para el desarrollo del insecto coleóptero que infesta a los propágulos del manglar.

Relación del volumen de las galerías en los propágulos con la abundancia de *C. rhizophorae*

El volumen de las galerías se asoció significativamente con la abundancia de *C. rhizophorae*, donde se evidenció que en la estación seca el volumen de galería fue menor (0.023mm^3) sin ningún individuo de *C. rhizophorae* u otros insectos (Figura 2), mientras que en la estación de lluvias tuvo un mayor volumen de galería (4.39 mm^3) también sin ningún individuo de *C. rhizophorae* u otros insectos. Este resultado quizá se deba a que los insectos podrían estar desplazándose mejor entre los propágulos cuando el sustrato está seco o con poco flujo de agua cuando las galerías podrían inundarse. Este trabajo muestra que el volumen de las galerías aumentó conforme la abundancia de los insectos, indicando que los insectos requieren de mayor espacio cuando ocupan los propágulos. Así también lo demostraron Baena *et al.* (2020), quienes indican que la relación de las galerías con el volumen fue una medición más precisa de la cantidad de tejido extraído que varía según *C. rhizophorae* convivía con otras especies de insectos.

En cuanto a los sitios muestreados también influyó de manera significativa el volumen de las galerías registradas con la abundancia de *C. rhizophorae*; dado que el sitio Tular mantuvo un número de propágulos barrenados similar en los muestreos, en menor grado el sitio Pastizal; mientras que el sitio Núcleo no presentó ningún número de propágulos barrenados en ninguna estación así como en la condición de dispersión por presentar un dosel más cerrado e intacto. Y así como Baena *et al.* (2020), indicaron que es importante continuar el estudio de los propágulos como microambientes donde los insectos completan o pasan cierto tiempo de sus ciclos de vida, lo que coincide con esta investigación pues estudiar la relación de los insectos con el manglar es una estrategia para conocer el grado de daño e infestación que causan en él.

Los manglares a pesar de ser ecosistemas costeros de gran importancia por las funciones ecológicas y servicios ambientales que proveen a la población humana, en la actualidad presentan una serie de afectaciones antropogénicas que causan su deterioro (Kauffman, Donato y Adame, 2013). No obstante además de las actividades humanas, las causas naturales también se presentan, llegando a provocar que grandes extensiones de árboles de mangle sean destruidas por el estrés o perturbación amenazando así su conservación y volviéndolos susceptibles a la ocupación de insectos (Carvajal y Santillán, 2019). La presencia de insectos en dichas especies de mangle disminuye la sobrevivencia, establecimiento y desarrollo de los propágulos principalmente en los primeros años de la planta (Castillo, 2001).

Aunque los estudios acerca de insectos y su afinidad con el manglar son limitados, trabajos como los de Feller y Mathis (1997) y Cannicci *et al.* (2008) han identificado que entre los insectos que afectan a los propágulos de *Rhizophora mangle* está *Coccotrypes rhizophorae* (Hopkins) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Esta especie ocupa a propágulos tanto antes como después de dispersarse pudiendo influir en la dinámica de los propágulos, ya que estos pueden ser afectados por los insectos desde que están en el árbol (Sousa *et al.*, 2007). *C. rhizophorae* ha sido encontrado en diferentes manglares del mundo, incluyendo en manglares mexicanos, como en la costa de Veracruz, donde adicional al coleóptero mencionado, también se encontraron a especies de otros ordenes como: Diptera, Lepidoptera y Hymenoptera en propágulos de *R. mangle* (Baena *et al.*, 2020), lo que indica que *C. rhizophorae* no es el único insecto que habita en árboles y propágulos del género *Rhizophora*. Estos hallazgos dieron pauta al desarrollo de esta investigación, sobre cómo se da la asociación planta-insecto y la diversidad de insectos hospederos que puedan ser encontrados además de *C. rhizophorae* en el manglar de Tumilco, Veracruz.

Por otra parte, los resultados de esta investigación coinciden con lo expuesto por Basáñez-Muñoz (2005), pues de manera significativa la infestación de propágulos por *C. rhizophorae* en la mayor cantidad de propágulos se dio durante la época seca en el área de muestreo. Resultados similares fueron reportados recientemente por Mendoza *et al.* (2020), los investigadores indican que las poblaciones de curculiónidos en propágulos de *R. mangle* son más altas en la época seca debido a que el flujo de agua es menor por lo tanto se crean condiciones favorables para iniciar la infestación de los propágulos por parte del insecto.

Para Mendoza *et al.* (2020), la Zona de Manglar, cultivos y Bosque Seco (MCB), fue la más afectada. El sitio MCB del estudio en Ecuador y el Tular en este estudio, presentan características similares dado que ambos se encuentran alejados del agua, y con una mayor sedimentación, siendo quizás estas características lo que los convierten en áreas del manglar con índices altos de infestación. Cabe indicar que la afectación descendió en la temporada de lluvias en todos los sitios de estudio, coincidiendo con Martínez-Zacarías (2017), en que las zonas por su nivel de inundación variado se deben al flujo de la marea.

Tanto Sousa *et al.* (2003) como Zacarias *et al.* (2020) investigaron otro atributo que fue la atribución de la longitud de los propágulos de *R. mangle*, relacionado con la presencia o ausencia de *C. rhizophorae*, en donde encontraron que el tamaño promedio de propágulos de *R. mangle* analizados no difirieron significativamente entre los sitios, ya que como se mostraron en los presentes resultados no varía de 18 a 20 cm, coincidiendo con las investigaciones anteriores donde las tendencias son similares en ambos trabajos investigativos.

En cuanto al volumen de las galerías se observó que fueron significativas lo que indica que la infestación debido al espacio limitado de los insectos que ocupan los propágulos aumentó, como lo demostró también Baena *et al.* (2020). Es decir, que en las galerías el volumen fue una medición más precisa de la cantidad de tejido extraído que varía según conviva con *C. rhizophorae* u con otras especies de insectos. El volumen aumentó conforme era mayor la abundancia de los insectos, estos resultados coinciden con los de Baena *et al.* (2020), exponiendo la importancia de los propágulos para la creación de microambientes donde los insectos completan o pasan cierto tiempo de sus ciclos de vida.

Se sugiere que en próximos trabajos se estudien mensualmente diferentes parámetros: salinidad, temperatura, pH y nivel de inundación del agua superficial del manglar para complementar y observar otros resultados que junto a este estudio sean una guía para futuros investigadores de diferentes órdenes de insectos encontrados y su efecto sobre el daño a *R. mangle*.

X. Conclusiones

- En la presente investigación se concluye que para el manglar Tumilco los propágulos fueron más afectados por *C. rhizophorae* después de la dispersión durante la época seca en el sitio Tular.
- Así también se reportó que las especies encontradas pertenecieron a los órdenes como Diptera, Hymenóptera, Lepidóptera y Coleóptera, siendo este último el más abundante encontrado al interior de los propágulos.
- El orden coleóptera abundo más durante la poca seca en el sitio Tular.
- En este estudio el volumen de las galerías depende de la abundancia de insectos encontrados en ellas.

XI. Aplicación práctica

México cuenta con una gran riqueza natural, sin embargo, las estrategias para administrar los recursos naturales no siempre se implementan de manera oportuna para proteger a los mismos, para aprovechar adecuadamente los beneficios que brinda la naturaleza y para obtener a través de un desarrollo sostenible, muchos de ellos imprescindibles para la subsistencia humana. Entre estos recursos naturales destaca el ecosistema de manglar, el cual ofrece servicios ecosistémicos que son indispensables para un equilibrio en la naturaleza, y de igual forma para la sociedad. Es probado que la vegetación de manglar protege contra la erosión, vientos, oleaje, proporciona mayor productividad a los ecosistemas costeros y por ende beneficios para salvaguardar la infraestructura urbana e incluso la economía de las sociedades costeras.

Actualmente, existen instrumentos legales como leyes, reglamentos, normas y disposiciones internacionales como nacionales que contribuyen a la protección y restauración de los manglares. Para nuestro país, solo hay dos estrategias de política pública para la conservación de los manglares: las CONANP y CONABIO. Es necesario implementar otros instrumentos como: incentivos para la recuperación de áreas deterioradas, pagos por servicios ambientales, descuentos en impuestos por invertir en áreas privadas de manglares y otros humedales asociados.

En el ámbito internacional, existen instituciones como CITES y la UICN, que constituyen un eje principal del cuidado y preservación mundial de humedales que mantienen funciones vitales y prestan servicios de los ecosistemas, tanto para las personas, como para la naturaleza. Del mismo modo están a nivel nacional instituciones como la Universidad Veracruzana que mediante la generación de investigaciones científicas, prácticas y proyectos de vinculación conservan y aprovechan los recursos naturales y específicamente de los ecosistemas de manglar.

Por lo que cinco formas en las que el presente trabajo serviría al sector social se encuentran:

- Conservación de un ambiente sano. Ya que esta investigación fue realizada en un área protegida como el manglar Tumilco.
- Plan de uso y manejo del manglar. Para creación de documentos bajo normativas ambientales que se lleven a cabo en el área de estudio.
- Turismo sostenible. Ya que en Tumilco se realiza turismo en zonas cercanas.
- Identificación de especies para recorridos educativos. Un punto importante debido a que son varias las instituciones que realizan investigaciones y recorridos turísticos en la zona.

- Economía ambiental. Sin lugar a duda esta es una de las áreas que mejoraría con el aporte de este trabajo investigativo.

XII. Referencias

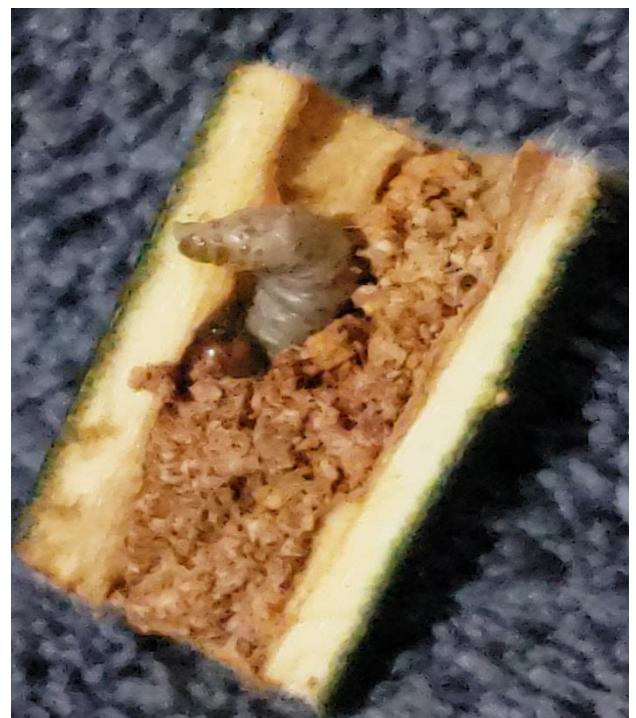
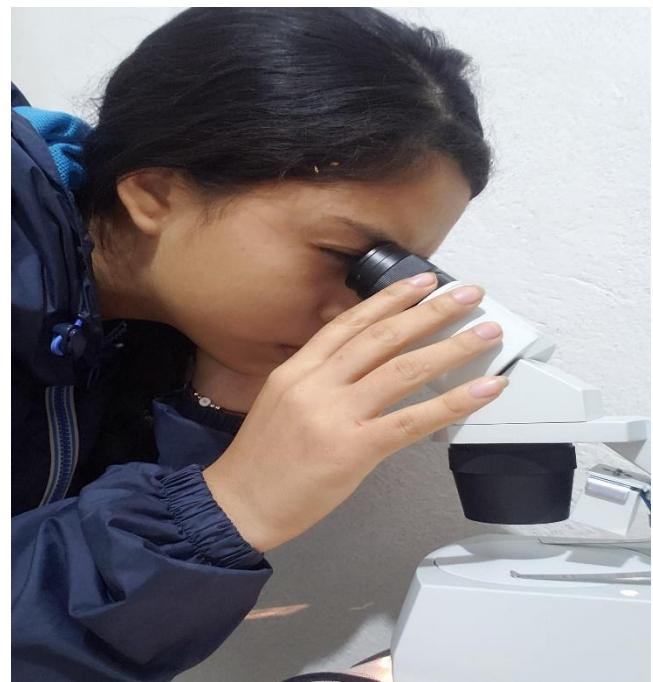
- Acampora, B (2016). Los manglares como infraestructura verde: el caso de la región metropolitana de Florianópolis, costa Sur de Brasil. A: Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. "VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Balneario Camboriú, Junio 2016". Barcelona. URL: <http://hdl.handle.net/2117/102210> DOI: 10.5821/siu.6335
- Arias de López, M., y Molina-Moreira N. (2019). Biología y comportamiento de *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en propágulos del género *Rhizophora*. Primer Congreso Manglares de América, Guayaquil, Ecuador. 153–164.
- 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. *Annals of the Entomological Society of America*, 79, 414–423.
- Baena, M. L., Chamorro-Florescano, I. A., Huesca-Domínguez, I., y Delfín-Alfonso, C. A. (2020). Characteristics of Insect Damage in Propagules of Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the Gulf of Mexico Coast. *Bio One*, 45(1), 175–184. <https://doi.org/https://doi.org/10.3958/059.045.0119>
- Balakrishnana, S., Srinivasanb, M., y Santhanam, P. (2016). Interactions of nutrients, plant growth and herbivory in a Parangipettai mangrove ecosystem of the Vellar estuary, Southeast coast of India. *Regional Studies in Marine Science*, 5, 19–26. <http://www.elsevier.com/locate/rsma>
- Basáñez-Muñoz, A. J., (2005). Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Veracruz/Manglares y Humedales de Tuxpan/Manglares y Humedales de Tuxpan.pdf
- Basáñez-Muñoz, A. J., Olmedo-Pérez, G., y Rojas-Mencio, P. (2006). Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. Revista Científica UDO Agrícola. Vol. 6, Núm. 1, 2006, pp. 114–120
- Blackman, M. W. (1942). New species of bark beetles (Pityophthorini) from Mexico and tropical America (Coleoptera, Scolytidae). *Proc. U.S. Nat. Mus*, 92, 177–228.
- Blasco, F., 1991. Los manglares. En un mundo científico, n. 114. Junio.
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith III, T. J., Offenberg, J., y Dahdouh-Guebas, F. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 86, 186–200. <http://www.sciencedirect.com/>
- Carmona-Díaz, G., J. E. Morales-Mávil y E. Rodríguez-Luna. 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, 2004:5–23
- Carvajal-Oses, M., Herrera-Ulloa, A., Valdés-Rodíguez, B., y Campos-Rodríguez, R. (2019). Manglares y sus servicios ecoistémicos: Hacia un Desarrollo Sostenible. *Gestión y Ambiente*, 22(2), 277–290. <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.80639>
- Carvajal, R., y Santillán, R. (2019). *Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental*. <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2019/07/PAN-Manglares-Ecuador.pdf>
- Castillo, P. S. (2001). Evaluación de las principales plagas del “mangle rojo” (*Rhizophora mangle*), “mangle salado” (*Avicennia germinans*) y “mangle blanco” (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú. *Revista Peruana Entomológica*, 42, 185–189. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v42/pdf/a17v42.pdf>
- Chamorro-Florescano, I. A., G. López-Guillén, A. A. Martínez-Zacarías, and C. W. OBrien (2014). First record of *Acalles sablensis* (Coleoptera: Curculionidae) in *Rhizophora mangle* (Malpighiales: Rhizophoraceae) along the Gulf of Mexico. *Fla. Entomol.* 97: 1869–1872
- CIDEA. 2006. Centro de investigación de ecosistemas acuáticos. Universidad centroamericana Enlace. https://www.crc.uri.edu/download/Folleto-de-Manglar_ljs_508.pdf
- CONABIO. (2008). Biodiversidad e importancia ecológica de los manglares. Comisión Nacional para el Conocimiento.

- Cornejo, X. (2014). Plants of South American Pacific Mangrove Swamps (Colombia, Ecuador, Peru). Universidad de Guayaquil.
- Erazo-Álvarez, A. B. (2014). *Uso Estratégico Del Mangle Para El Desarrollo Turístico En El Cantón San Lorenzo, Provincia De Esmeraldas.* [Carrera de Turismo Ecológico. Quito: UCE. I]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2476>
- Equihua, M. A.; Atkinson, T. H.; Lott, E. 1984. Scolytidae y Platypodidae (Coleoptera) de la estación de Biología Chamela, Jalisco. *Agrociencias* 57: 179–193.
- Feller, I., y Mathis, W. (1997). Primary Herbivory by Wood-Boring Insects along an Architectural Gradient of *Rhizophora mangle*. *Biotropica*, 29(440–451).
- Flores-Romero, M. E., Ruiz-Mejía, H., y Salas-Sayes, U. S. (2014). “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.” Universidad De El Salvador.
- Flores-Verdugo, F., Agraz-Hernández, C., y Martínez-Cordero, F. (1995). Programa de reforestación de manglares por el desarrollo acuícola de AquaNovaBoca Cegada (Nayarit): Evaluación ecológica integral y medidas de mitigación. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gerónimo-Torres, J. D. C., Pérez-De La Cruz, A., De La Cruz-Pérez, M., y Cruz, T.-D. L. (2015). Scolytinae y Platypodinae (Coleoptera: Curculionidae) asociados a manglares de Tabasco, México/ Platypodinae and Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) associated with mangroves in Tabasco, Mexico. *Revista Colombiana Entomología*, 41, 257–261.
- INEGI. 2001. Cuaderno Estadístico Municipal. Tuxpan. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 98 p.
- Iturre, M., y Darchuck, E. (2006). Registro de escolítidos relacionados al género *Eucalyptus* en Santiago del Estero. *Quebracho*, 4, 11–16.
- Kauffman, B. J., Donato, D., y Adame, M. F. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Documento de Trabajo 117. Bogor, Indonesia: Cifor.
- Kindelan, J. (2016). Ecosistemas singulares: El manglar, sus plantas y beneficios a la ecología. DOI:10.13140/RG.2.1.1771.4322
- Macías-Ordóñez, R., Matt Draud (2005) An optimum estimator of body size to relate to behavioural and physiological parameters in field studies *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 38: 3. 159–168 09.
- Martínez-Zacarías, A. A., Chamorro-Florescano, I. A., Pech-Canché, J. M., Alanís-Méndez, J. L., y Basáñez-Muñoz, A. de J. (2017). Propágulos de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) barrenados por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae) en el manglar de Tumilco, Veracruz, México. *Biología Tropical*, 65(3), 1120–1128.
- Mendoza-Zambrano, D., Mendoza Gavilánez, J., Arias de López, M., y Molina-Moreira, N. (2020). Evaluación del Daño Causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en manglares del Género *Rhizophora* en La Boca, Crucita-Manabí. *Investigation*, 14, 46–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.5>
- Menéndez, L., J., G., y Núñez, R. (2006). Aspectos de la relación planta animal en los manglares cubanos. *Academia*, 235–242.
- Navarro, N., y Liendo, R. (2010). Fluctuación poblacional de Scolytidae (Insecta: Coleoptera) en cacao del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(3), 255–261.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). La desaparición de manglares alcanza un nivel alarmante. <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000776/index.html#:~:text=El%20planeta%20ha%20perdido%20alrededor,%20mundo%201980-2005%20>.
- Pérez-De la Cruz, M., Equihua-Martinez, A., Romero-Nápoles, J., Sánchez-Soto, S., García-López, E., y Bravo-Mojica, H. (2009). Escolítidos (Coleoptera: Scolytidae) asociados al agroecosistema cacao en Tabasco, México. *Neotropical Entomology*, 38(5), 602–609.
- R Development Core Team. (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A. D Márquez-Mendoza, J. D Vázquez-Balderas, B Valderrama-Landeros, L Vela□zquez-Salazar, S., Cruz-Lo□pez, M., lessl, R., Uribe-Marti□nez, A., Cerdeira-Estrada, S., y Acosta-Vela□zquez, J. (2013). *Manglares de México/Extensión, distribución y*

- monitoreo.
- Romero, N. J., Anaya, R. S., Equihua, M. A., y Mejía, G. H. (1997). *Lista de Scolytidae y Platypodidae de México (Insecta: Coleoptera)*.
- Sousa, W. P., Kennedy, P. G., y Mitchell, B. J. (2003a). Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early growth of mangrove seedlings. *Oecología*, 135(4), 564–575. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1237-0>
- Sousa, W. P., Quek, S. P., y Mitchell, B. J. (2003b). Regeneration of *Rhizophora mangle* in a Caribbean mangrove forest: interacting effects of canopy disturbance and a stem-boring beetle. *Oecología*, 137, 436–445.
- Sousa, Wayne P., Kennedy, P. P., Mitchel, B. J., y Ordoñez, B. L. (2007). Supply-Side Ecology In Mangroves: Do Propagule Dispersal And Seedling Establishment Explain Forest Structure? *Ecological Monographs*, 77(1), 53–76.
- Spalding, M.S., Kainuma, M. y Collins, L. (2010). *World atlas of mangroves*. Londres
- Tovilla, H. C., y Orihuela, D. E. (2002). Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle L.* en el manglar de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques*, 8, 89–102.
- Vides C. 2021. Técnicas y Buenas Prácticas para la restauración del Ecosistema de Manglar.
- Veenakumari, K., Mohanraj, P., y Bandyopadhyay, A. (1997). Insect herbivores and their natural enemies in the mangals of the Andaman and Nicobar islands. , *Journal of Natural History*, 31(7), 1105–1126. <https://doi.org/http://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/00222939700770581>
- Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs* (6):1–1327.
- Wood, S., Stevens, G., y Lezama, H. (1991). Los Scolytidae de Costa Rica: clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (Coleoptera). *Biología Tropical*, 31(1), 125–148.
- Zhao, Q., Bai, J., Huang, L., Gub, B., Lua, Q., y Gao, Z (2016). A review of methodologies and success indicators for coastal wetland restoration. *Ecol. Indic.* 60, 442-452. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.07.003

XII. Anexo Fotográfico

Fotografías 1 y 2. Material utilizado para el procesamiento de los propágulos.



Ejemplares de insectos encontrados al interior de las galerías.

Recolección de las muestras en el manglar de Tumilco



Propágulos sanos vs propágulos infestados



Propágulos con indicaciones externas de que fueron infestados por otros insectos.



Fotografías de una polilla y su desarrollo biológico.



“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”

www.uv.mx

