




Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES


Evaluación del daño causado por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* y su relación con la actividad antropogénica en la isla Santa Cruz

Evaluation of the damage caused by *Coccotrypes rhizophorae* in *Rhizophora mangle* propagules and its relationship with anthropogenic activity on Santa Cruz Island

Esteban Efrén Uribe Mora ¹  0000-0000-0000-0000

Natalia Molina Moreira ²  0000-0000-0000-0000

Miriam Arias de Lopez ³  0000-0000-0000-0000

René Oscar Rodríguez Grimón ⁴  0000-0000-0000-0000

¹Afiliación institucional EJ: Universidad Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador

Cita: Uribe Mora, E. E. ., Molina Moreira, N. ., Arias de Lopez, M. ., & Rodríguez Grimón, R. O. . Evaluación del daño causado por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* y su relación con la actividad antropogénica en la isla Santa Cruz . INVESTIGATIO, 1(20). <https://doi.org/10.31095/investigatio.2023.20.9>

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 22.12.2022	Esteban Efrén Uribe Mora
Aceptado: 31.01.2023	Universidad Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador
Publicado: 29.03.2023	euribe@uees.edu.ec

Resumen

Los bosques de manglar presentan uno de los ecosistemas más biodiversos y productivos del mundo, en Galápagos específicamente en la isla Santa Cruz existen 338,9 hectáreas de manglar. Los propágulos de *Rhizophora mangle* son infestados por *Coccotrypes rhizophorae*, un insecto barrenador considerado un parásito obligado que construye galerías dentro del propágulo donde cumple su desarrollo biológico. La infestación de *C. rhizophorae* se asocia al estrés que sufre la planta debido a tensores ambientales de origen natural o antrópico. En el presente trabajo se recolectó 100 propágulos al azar, 50 antes de la dispersión y 50 luego de la dispersión de seis sitios con presencia de *Rhizophora mangle*; el monitoreo se realizó de abril a julio del 2022. Para la evaluación del daño causado por *C. rhizophorae*, se consideró la prevalencia de infestación e indicadores de incidencia como lo son: área del propágulo afectada, porcentaje de daño causado, volumen de galería dentro del propágulo y estadio biológico de *C. rhizophorae*. Por otro lado, para asociar la salud del ecosistema se usó el índice de salud del manglar. Se determinó que Laguna las Ninfas con 87% y Playa los Alemanes con 60% son los sitios con mayor prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* y los que presentan un estado de salud bajo en el ecosistema. El porcentaje de daño al propágulo que prevaleció en el estudio fue el 25% y el estado de desarrollo de *C. rhizophorae* más representativo fue el de larva. Así mismo, el área afectada dentro del propágulo fue el área radical y media y los sitios con mayor infestación de *C. rhizophorae* presentaron los mayores volúmenes de galería.

Palabras clave: Mangle rojo, tensores ambientales, propágulos barrenados, Galápagos, infestación.

Abstract

Mangrove forests present one of the most biodiverse and productive ecosystems in the world. In the Galapagos, specifically on Santa Cruz Island, there are 338.9 hectares of mangroves. *Rhizophora mangle* propagules are infested by *Coccotrypes rhizophorae*, a boring insect considered an obligate parasite that builds galleries inside the propagule where it completes its biological development. The infestation of *C. rhizophorae* is associated with the stress suffered by the plant due to environmental stressors of natural or anthropogenic origin. In the present work, 100 propagules were collected at random, 50 before dispersal and 50 after dispersal from six sites with the presence of *Rhizophora mangle*; The monitoring was carried out from April to July 2022. For the evaluation of the damage caused by *C. rhizophorae*, the prevalence of infestation and incidence indicators were considered, such as: area of the propagule affected, percentage of damage caused, volume of gallery within the propagule and biological stage of *C. rhizophorae*. On the other hand, to associate the health of the ecosystem, the mangrove health index was used. It was determined that Laguna las Ninfas with 87% and Playa los Alemanes with 60% are the sites with the highest prevalence of *C. rhizophorae* infestation and those with a state of health

Keywords: Red mangrove, environmental stressors, borer propagules, Galapagos, infestation.

Introducción

Los manglares se caracterizan por ser plantas leñosas que gracias a sus diferentes adaptaciones morfológicas y fisiológicas pueden desarrollarse en ecosistemas con condiciones extremas de salinidad, temperaturas altas, suelos anaeróbicos o marejadas fuertes, por lo tanto, pueden crecer tanto en el mar como en tierra de zonas tropicales y subtropicales (Kandasamy & Bingham, 2001). De acuerdo con Moity et al. (2019) el bosque de manglar de las islas Galápagos ha aumentado un 24% los últimos 10 años, es decir alrededor de todo el archipiélago cuenta con más de 3.700 hectáreas de manglar y Santa Cruz específicamente alberga 338,9 hectáreas. En las islas se han reportado cuatro especies de manglares: Mangle Botón (*Conocarpus erectus*), Mangle Negro (*Avicennia germinans*), Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) y Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), siendo la última sujeto de estudio en este proyecto (Grijalva & Moity, 2020). *Coccotrypes rhizophorae* que pertenece a la familia Curculionidae, es un parásito que desarrolla su ciclo biológico en los propágulos y plántulas del género *Rhizophora* atacándolos y en casos hasta provocar su pérdida total (Mendoza et al., 2020). El escarabajo tiene un tamaño promedio por debajo de los 5 mm, su forma del cuerpo cilíndrica y alargada lo ayuda a barrenar propágulos, raíces y troncos donde se introduce y forma galerías de diferentes volúmenes eliminando el tejido de los propágulos y evitando su normal desarrollo y supervivencia (Wood et al., 1991). Según Bright & Peck (1998) ya existía reporte de investigaciones y avistamiento de *C. rhizophorae* en Isabela en el año 1985, luego en 1998 lo reportaron en Santa Cruz. La infestación por *C. rhizophorae* se puede producir por el estrés ambiental que la planta sufre debido a las diferentes actividades antropogénicas y otros factores ambientales de cada sitio (Menéndez et al., 2006). Para Citron et al (1983); Thom (1984), un tensor ambiental se define como un gasto de energía del sistema provocado por condiciones estresantes y existen dos tipos de tensores estos pueden ser de origen antrópico o natural. (Castellanos, 2009). Por ello, el objetivo de este estudio es evaluar el daño causado por *C. rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle* y su relación con la actividad antropogénica en la isla Santa Cruz. Para predeterminar el daño, se procede a determinar prevalencia

e incidencia de *C. rhizophorae*, todo esto se contrastó con el índice de salud del manglar para tener una evaluación del estado de conservación del manglar de los diferentes sitios de estudio en la isla.

Materiales y Métodos

El estudio tiene un diseño transversal – descriptivo. Para el primer objetivo específico se realizó la colecta de 100 propágulos al azar por sitio de muestreo, estos se dividieron en 50 propágulos en la planta antes de la dispersión y 50 propágulos que se encuentren en el agua o suelo después de la dispersión (600 por mes), con un total de 2400 propágulos: estos fueron analizados in-situ mediante observación, todo esto para poder determinar dos parámetros: prevalencia que son el número de propágulos infestados por *C. rhizophorae* e incidencia, que se determinó mediante los siguientes indicadores: Porcentaje de daño en el propágulo, área afectada dentro del propágulo, estadio biológico de *C. rhizophorae* y volumen de galería dentro del propágulo.

El segundo objetivo específico tuvo enfoque cualitativo y cuantitativo, donde se estableció la relación de los tensores identificados que afectan cada sitio de estudio con la salud del ecosistema manglar para así obtener un valor de salud de cada sitio.

El estudio se realizó durante los meses de abril a julio del 2022 en seis sitios de visita con presencia de *Rhizophora mangle* en la isla Santa Cruz, provincia de Galápagos. Tres de los sitios presentan intervención humana: Laguna las Ninfas, Playa los Alemanes, Playa Tortuga Bay y los sitios restantes poca intervención humana: Playa las Bachas, Caleta Tortuga Negra y Playa el Garrapatero.

Muestra y procedimiento

Porcentaje de daño causado por *C. rhizophorae* en el propágulo

Para realizar la evaluación del daño causado por *C. rhizophorae* en los propágulos de *Rhizophora mangle*, se procedió a realizar un corte longitudinal en el propágulo y se siguió la escala establecida por (Cassinelli *et al.*, 2020) donde 0% son propágulos sanos, 25% propágulos afectados un cuarto de su longitud, 50% propágulos donde su daño era la mitad de la longitud, 75% consistía a un daño de tres cuartos del propágulo y 100% a un daño total del propágulo.

Identificación del área afectada dentro de los propágulos infestados por *C. rhizophorae*

La zona de afectación dentro del propágulos se estableció como: zona apical, zona media, zona radical y sus posibles combinaciones según (Martínez *et al.*, 2017).

Estadio Biológico de *C. rhizophorae* presente en los propágulos

Para realizar la caracterización del estadio biológico procedemos a contar el número de individuos, donde el estadio biológico de desarrollo es: Huevo, Larva, Pupa o Adulto (Cassinelli *et al.*, 2020).

Volumen de galerías presentado por los propágulos infestados

Se realizó la medición de la longitud del propágulo desde la zona radical a la zona apical, se observan los orificios de entrada hechos por *C. rhizophorae* y se procedió a medir las galerías con un Calibrador Vernier Digital Stainless Hardened de 150 mm con precisión de 0,01 mm. El volumen de las galerías se lo cálculo de acuerdo con la metodología utilizada por (Baena *et al.*, 2020), quienes utilizaron la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de galerías} = \frac{\pi \cdot \text{altura} \cdot \text{ancho} \cdot \text{profundidad}}{6} = \text{Resultado mm}^3$$

Índice de Salud del manglar (ISM) con adaptación del índice integrado relativo de antropización (INRA)

Para conocer el estado de salud del manglar se comenzó por la identificación de los tensores que afectan a cada uno de los sitios de estudio, los cuales se muestran en la (Tabla 1), tomamos la propuesta metodológica de (Martínez Dueñas, 2010) donde adaptamos la implementación del INRA para delimitar el área de estudio, para la cual se consideró un área semi rectangular de 1,5 Km² con 3 unidad de análisis (UA) de 500 m². Posteriormente se realizó una matriz de presencia/ausencia donde se relacionaron los sitios de estudio con los tensores que los afectan para luego obtener el valor del índice de salud del manglar el cual se obtuvo con la siguiente formula (Menéndez Carrera, 2013).

Fórmula para obtener el Índice de salud del manglar.

$$ISM = \frac{\text{Número de tensores del sitio}}{\text{Número de tensores totales}} - 1$$

Para relacionar el daño causado por *C. rhizophorae* con el estado de salud del ecosistema manglar de los sitios de estudio se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con todas las variables del estudio: longitud, circunferencia, área afectada, porcentaje de daño, estadio biológico, volumen de galería y prevalencia para ver la relación entre variables y posteriormente realizar una regresión lineal.

Tabla 1

Tensores identificados en los diferentes sitios de muestreo y su respectiva caracterización

IDENTIFICACIÓN	TENSOR AMBIENTAL
A	Construcción de vías.
B	Camineras.
C	Muelles.
D	Asentamientos humanos.
E	Afectación de la calidad del agua.
F	Infraestructura hotelera.
G	Relleno de áreas de manglar.
H	Sedimentación.
I	Actividad turística.
J	Actividad portuaria.
K	Urbanización.
L	Construcción de canales.
M	Zonas de desembarque

Análisis de datos

Los datos obtenidos se analizaron utilizando XLSTAT by Addinsoft 2022 3.1.1325, En el primer objetivo específico para los indicadores de incidencia de *C. rhizophorae* se usó tabla de contingencia (estadística descriptiva) para cada indicador: Porcentaje de daño en el propágulo, área afectada en el propágulo y estadio biológico, para probar la independencia de las dos variables (indicador o sitio de estudio) se usó la prueba de chi-cuadrado de Pearson con un nivel de significancia alfa de 0,05. Por otro lado, para establecer comparaciones del rango de longitud del propágulo entre sitios de estudio se usó la prueba no paramétrica de comparación de dos muestras Wilcoxon Mann-Whitney con un nivel de significancia alfa de 0,05. Para el segundo objetivo específico se realizó un análisis de componentes principales (ACP) como paso previo a una regresión lineal de prevalencia con el ISM con un intervalo de confianza del 95% y una tolerancia del 0,0001.

Resultados

Porcentaje de daño causado por *C. rhizophorae* en propágulos

Los sitios de estudio con mejor estado de salud en cuanto a porcentaje de daño causado por *C. rhizophorae* son: Playa el Garrapatero, Playa las Bachas y Caleta Tortuga Negra con daño del 25% que

sobrepasa el 80%. Estos son los únicos sitios donde el 75% y 100% de daño no tuvieron presencia. En cambio, los sitios de muestreo cercanos a la zona poblada: Playa los Alemanes y Laguna las Ninfas son los únicos sitios donde se detectaron propágulos 100% afectados 0,4% y 3% respectivamente y presentan las 4 condiciones de daño. En playa Tortuga Bay el único porcentaje de daño no encontrado fue el 100% (Figura 1A).

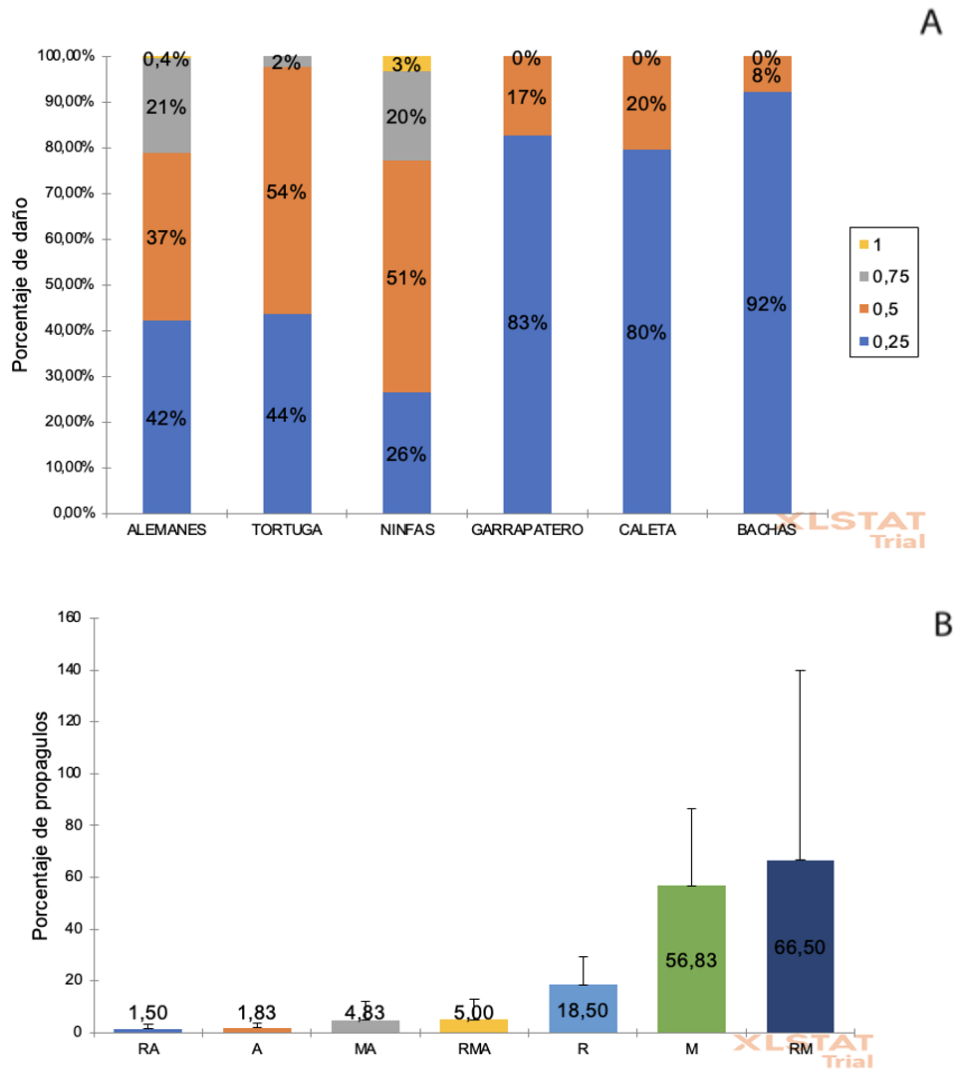


Figura 1. Indicadores de incidencia de infestación de *C. rhizophorae*: (A) porcentaje de daño causado por *C. rhizophorae* en propágulos según el sitio de estudio y (B) área afectada en el propágulo por *C. rhizophorae* según sitio de estudio: (RA: radical-apical), (A: apical), (MA: media-apical), (RMA: radical-media-apical), (R: radical), (M: media), (RM: radical-media). Incidence indicators of *C. rhizophorae* infestation: (A) percentage of damage caused by *C. rhizophorae* in propagules according to the study site and (B) area affected in the propagule by *C. rhizophorae* according to study site: (RA: radical-apical), (A: apical), (MA: median-apical), (RMA: radical-median-apical), (R: radical), (M: median), (RM: radical-median) .

Rango de longitud del propágulo

La longitud del propágulo en los sitios de estudio presenta similitudes (Tabla 2), los sitios Caleta Tortuga Negra y Playa el Garrapatero tienen similitud de longitud ($P = 0,547$), Playa los Alemanes presentó similitud con dos sitios: Playa Tortuga Bay ($P = 0,346$) y Playa las Bachas ($P = 0,459$). Por otro lado, L. Ninfas se diferenció de todos los sitios. Las circunferencias de los propágulos en este estudio no tuvieron relevancia estadística.

Área afectada del propágulo por *C. rhizophorae*

La combinación Radical-Media fue el área más afectada (Figura 6) del propágulo con 66,50% y la menos afectada es la combinación Radical-Apical con 1,50%. Por otro lado, el área sin combinación más afectada es la zona Media con 56,83% (Figura 1B).

Estadio biológico de *C. rhizophorae*

Se registraron 7.944 individuos de *C. rhizophorae* en el estudio, el estadio biológico larvas obtuvo el mayor porcentaje de presencia en cada sitio, excepto en Caleta Tortuga Negra que se detectó mayor presencia de huevos con 49%. En Playa Tortuga Bay no se detectó huevos durante el estudio, pero sí presencia de adultos con 23% mayor que cualquier otro sitio de estudio.

Volumen de galería según el sitio de estudio

Los sitios con mayor media de volumen de galería son Playa Tortuga Bay (111,42%), Playa Los Alemanes (175,87%) y Laguna las Ninfas (336,24%), por otro lado, el sitio con menor media de volumen de galería es Playa las Bachas con 8,99%.

Prevalencia de infestación de *C. rhizophorae*

Los sitios con menos prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* son Playa el Garrapatero, Playa las Bachas y Caleta Tortuga Negra con una media de 13%, 15% y 18% respectivamente, los dos sitios de estudio dentro de la zona urbana son los que presentan mayor prevalencia de infestación: Laguna las Ninfas con 87% y Playa los Alemanes con 60% (Fig 2A).

Matriz de Asociación de los tensores identificados según el sitio de estudio

Se elaboró una matriz (Tabla 2) donde se asoció cada sitio de estudio con sus respectivos tensores identificados. Playa los Alemanes y Laguna las Ninfas obtuvieron una valoración de 38% y 31% que según el rango del índice de salud del manglar es considerada como salud (Baja), Playa Tortuga Bay obtuvo 77% (Alta)

y Playa el Garrapatero, Playa las Bachas y Caleta Tortuga negra obtuvieron una valoración de (Muy alta) con 85% y 92% respectivamente.

Tabla 2

Asociación de los tensores identificados según el sitio de estudio.

SITIOS DE ESTUDIO	TENSORES O ACCIONES QUE AFECTAN AL MANGLAR													ISM
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
P. LOS ALEMANES		1	1	1		1	1	1	1			1		38
P. TORTUGA BAY		1							1				1	77
L. LAS NINFAS	1	1			1	1	1	1	1	1	1			31
P. EL GARRAPATERO		1							1					85
CALETA TORTUGA N.									1					92
P. LAS BACHAS									1				1	85

Regresión lineal de ISM con Prevalencia de infestación de *C. rhizophorae*

Se realizó una regresión lineal (Figura 10) de prevalencia por ISM el cual obtuvo un coeficiente de determinación ($R^2=0,837$) y un valor ($P < 0,0001$), se visualiza una relación inversamente proporcional (Figura 2B).

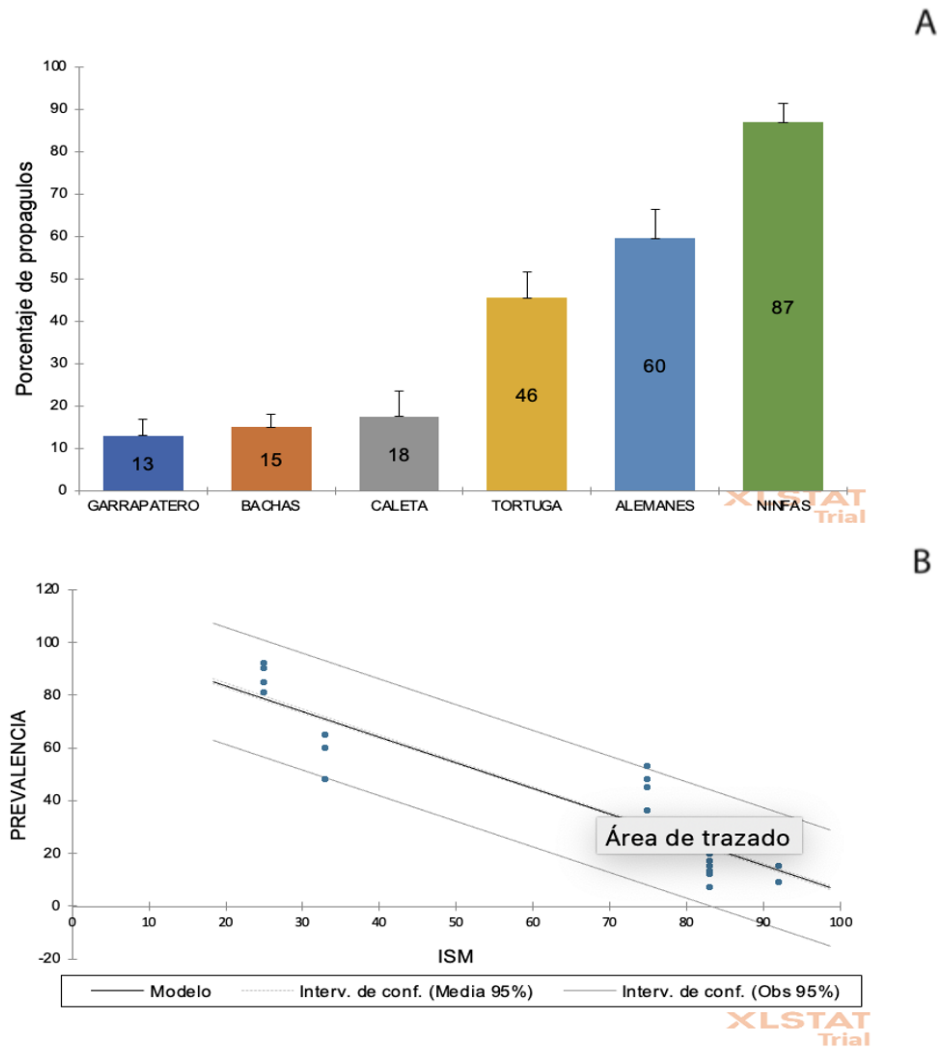


Figura 2. (A) porcentaje de prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* según sitio de estudio y (B) regresión lineal de Prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* por el índice de salud del manglar. Percentage prevalence of *C. rhizophorae* infestation by study site and (B) linear regression of *C. rhizophorae* infestation prevalence by mangrove health index.

Discusión

Los sitios de estudio con mayor porcentaje de prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* son Playa los Alemanes (60%) y Laguna las Ninfas (87%), estos sitios presentan el mayor número de tensores ambientales y son considerados de salud baja según el Índice de salud del manglar, estudios similares coinciden que los lugares con mayor intervención humana tienen los mayores niveles de infestación (Cassinelli *et al.*, 2020), (Mendoza *et al.*, 2020), (Rueda Ajoy, *et al.*, 2020). Todos los estudios mencionados presentaron actividad antropogénica de diferente tipo: construcción de camaroneras, zonificación, tala y sedimentación como la

variable más relevante, esta característica del suelo lo reporto (Rueda Ajoy *et al.* 2020) en Galápagos específicamente en Santa Cruz en los mismos sitios revisados en este estudio: Playa los Alemanes, Laguna las Ninfas y Playa Tortuga Bay con 30,66% de infestación. Para (Cassinelli *et al.*, 2020) esta característica del suelo puede ser relacionada o considerada parámetro para la medición de infestación de *C. rhizophorae*. La luz que incide en los ecosistemas de manglar a sido reportado como un factor determinante en el estrés de las plantas y en la producción de nutrientes del suelo, además es asociada a la infestación de *C. rhizophorae*. Reportes indican que en lugares sombreados o con poca luz existe mayor prevalencia de este coleóptero, esto se asocia a los tensores ambientales encontrados como infraestructura hotelera cerca de las zonas de manglar que bloquea la luz solar, camineras y construcción de canales que cambian el suelo del manglar y lo sedimentan obstaculizando la producción de nutrientes. Por otro lado, en el presente estudio no se midió parámetros ambientales como: salinidad, humedad, PH, precipitación, pero han sido relacionados que son influyentes en el porcentaje de infestación de *C. rhizophorae* (Sousa *et al.*, 2003). Esto coincide con lo expuesto por (Cassinelli *et al.*, 2020) en el Golfo de Guayaquil y (Martinez *et al.*, 2017) en Veracruz-México, pero discrepa de lo expuesto por (Valverde Espinoza 2019) en la provincia de El Oro, que indica que los parámetros ambientales no influyen en la infestación de *C. rhizophorae*. Por el contrario, los sitios de estudio con menor número de tensores ambientales (Playa el Garrapatero, Caleta Tortuga Negra y Playa las Bachas) presentan la menor prevalencia de infestación de *C. rhizophorae* y el mejor estado de salud según el Índice de salud del manglar. Estudios anteriores (Cassinelli *et al.*, 2020), (Valverde Espinoza 2019) y (Rueda Ajoy, *et al.*, 2020) reportan que los ecosistemas de manglar mejor conservados son menos propensos o presentan el menor porcentaje de infestación. En el estudio en general prevaleció el 25% de daño con 413 propágulos afectados, este porcentaje de daño coincide con lo reportado en Ecuador continental por (Mendoza *et al.*, 2020), (Valverde Espinoza 2019) y (Moreira *et al.*, 2020), (Morán del Pozo 2019) y Galápagos (Rueda *et al.*, 2020). Los estudios mencionados indican que el porcentaje de infestación cambia de acuerdo con la temporada climática, en el presente estudio no se consideró temporada climática ya que se lo realizó de abril a julio que son meses considerados de transición de temporada. Morán del Pozo (2019) plantea que el porcentaje de daño causado por *C. rhizophorae* afecta de manera directa a la posibilidad de regeneración del ecosistema manglar.

El área más afectada en el estudio fue la combinación Radical-Media con un 66,50%, esto concuerda con estudios anteriores realizados en Ecuador y México (Mendoza *et al.*, 2020), (Cassinelli *et al.*, 2020), (Valverde Espinoza 2019), (Rueda Ajoy *et al.*, 2020), (Martínez *et al.*, 2017) que el área más afectada es la zona radical del propágulo. Mendoza *et al.* (2020) sugiere que el área radical es la zona preferida del insecto gracias a su amplitud y así facilita a *C. rhizophorae* la construcción de las galerías y su desarrollo biológico. Las diferentes condiciones de desarrollo cambian la estructura del bosque de manglar, *Rhizophora mangle* en Ecuador continental ha sido reportado hasta de 50 metros de altura y en islas Galápagos hasta 8 metros (MAE; FAO, 2014). Aunque en el estudio el área media del propágulo fue el segundo mayor porcentaje del indicador

de incidencia área afectada en el propágulo, la afectación en el área media se puede asociar a la longitud y circunferencia de los propágulos. En Ecuador continental (Mendoza *et al.*, 2020) reportó longitud de propágulos hasta 34.9 cm, (Valverde Espinoza 2019) reporta una media de 30 cm y en este estudio la mayor media fue reportada en Laguna las Ninfas $22,4 \pm 3,8$, en cuanto a circunferencia en el estudio se midió en el área más amplia del propágulo y esta coincide con la zona media.

En el estudio prevaleció el estado de larva de *C. rhizophorae*, esta etapa de desarrollo biológico coincide con lo reportado en Ecuador y Mexico (Cassinelli *et al.*, 2020), (Carmona Díaz 2020) y (Rueda Ajoy *et al.*, 2020), en comparación con estudios en otras en provincias del Ecuador continental que presentaron mayor presencia de Huevos (Rueda Ajoy *et al.*, 2020) y (Valverde Espinoza 2019). En Ecuador es la primera vez que se reporta volumen de galería de *C. rhizophorae* en propágulos de *Rhizophora mangle*; los sitios con mayor prevalencia de infestación presentaron los mayores volúmenes de galería. La importancia de conocer el volumen de galería se asocia a la cantidad de tejido extraído por *C. rhizophorae* que afecta al establecimiento de los propágulos de *Rhizophora mangle* (Sousa *et al.*, 2003). Por otro lado, en el estudio se encontró propágulos con perforaciones y galerías, pero sin presencia de *C. rhizophorae*, Baena *et al.* (2020) concuerda con esto y propone una teoría que al completar su desarrollo biológico *C. rhizophorae* deja el propágulo para infestar otro organismo en busca de nuevo alimento y pareja, además cita que la longitud del propágulo no influye en *C. rhizophorae* para colonizar o barrenar tejido.

Referencias

- Baena, M. L., Chamorro, I. F., Huesca, I. D., & Delfin, C. A. (03 de 2020). Characteristics of Insect Damage in Propagules of Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the Gulf of Mexico Coast. *Southwestern entomologist*, 45, 175-184. DOI: <https://doi.org/10.3958/059.045.0119>
- Bright, D., & S.B. Peck. (06 de 1998). *Scolytidae* from the Galapagos Islands, Ecuador, with descriptions of four new species, new distribution records, and a key to species (*Coleoptera: Scolytidae*). *Koleopterologische Rundschau*, 68, 233-252.
- Castellanos, M. L. (2009). Tensores edafológicos que condicionan la disponibilidad de nutrientes para el mangle en ambientes semiáridos. *Universidad nacional de Colombia*, 1.
- Carmona Díaz, G., Hernández Carmona, S., Retureta Aponte, A., Hernández Romero, Á. H., & Millan Betancourt, C. L. (2020). Presencia de *Coccotrypes rhizophorae* (Curculionidae) en propágulos de *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*) en el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México. *Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8(2), 155-160. DOI: <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i2.190>
- Cassinelli, F., Arias de López, M., & Molina Moreira, N. (2020). Evaluation of the damage caused by *Coccotrypes rhizophorae* (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) in propágulos of *Rhizophora* genus in the Gulf of Guayaquil. En N. M. Moreira, *Mangroves of Latin America* (págs. 78-99). Samborondon, Guayas, Ecuador: Grupo Compás.
- DPNG. (2021). *INFORME ANUAL Visitantes a las áreas protegidas de Galápagos*. Parque Nacional Galápagos, Dirección de Uso Público. Galápagos: Dirección de Uso Público de la DPNG.
- Grijalva, I., & Moity, N. (30 de 12 de 2020). *Charles Darwin Foundation*. Obtenido de Creatividad en la Ciencia: Estudiando Manglares en Galápagos: <https://www.darwinfoundation.org/es/articulos-blog/670-creatividad-en-la-ciencia-estudiando-manglares-en-galapagos>
- Kandasamy, K., & Bingham, B. L. (2001). Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40, 4. DOI:10.1016/S0065-2881(01)40003-4
- Martinez, A. Z., Chamorro, I. F., Pech, J. C., Alanis, J. M., & Basañez, A. M. (09 de 2017). Propágulos de *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*) barrenados por *Coccotrypes rhizophorae* (*Coleoptera: Curculionidae*) en el manglar de Tumulco, Veracruz, México. *Biología Tropical*, 65, 1120-1128. DOI: 10.15517/rbt.v65i3.29451.

- Martínez Dueñas, W. A. (Mayo de 2010). INRA - ÍNDICE INTEGRADO RELATIVO DE ANTROPIZACIÓN: PROPUESTA TÉCNICA-CONCEPTUAL Y APLICACIÓN. *Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 5, 45-54. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17151/luaz.2017.44.6>
- Menéndez Carrera, L. M. (2013). El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: bases para su gestión. *Universidad de Alicante*, 32-33 89-92.
- Menéndez, L., Guzmán, J., & Núñez, R. (2006). Aspectos de la relación planta animal en los manglares cubanos. En L. Menéndez Carrera, & J. Guzmán, *Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano*. Cuba: Academia.
- Mendoza, D. Z., Molina, N. M., Gavilánez, J. M., & Arias de López, M. A. (2020). Evaluación del Daño Causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera Curculionidae: Scolytinae) en Manglares del género *Rhizophora* en La Boca, Crucita-Manabí. *Investigatio*, 14, 46-60. DOI: <https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.5>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Árboles y Arbustos de los Manglares del Ecuador*. Quito: Xavier Cornejo.
- Morán del Pozo, N. (2019). Damage caused by *Coccotrypes rhizophorae* Coleoptera: Scolytidae in mangroves of the genus *Rhizophora* in the Ecuadorian coast. *Universidad Autónoma Barcelona*, 1-24.
- Moity, N., B. D., & P. S.-d.-L. (9 de 01 de 2019). Mangroves in the Galapagos islands: Distribution and dynamics. *PLOS ONE*, 14(1). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209313>
- Rueda Ajoy, F., Massuh Maruri, D., Medranda, P., Ramírez Oviedo, S., Quezada, G., & Molina Moreira, N. (2020). Comparison of the harm caused by *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in *Rhizophora* propagules in the Galapagos and Santa Elena. En N. M. MOREIRA, *MANGROVES OF LATIN AMERICA* (Vol. 1). Samborondón, Guayas, Ecuador: Grupo Compás.
- Sousa, W., Quek, S., & Mitchell, B. (2003). Regeneration of *Rhizophora mangle* in a Caribbean mangrove forest: interacting effects of canopy disturbance and a stem-boring beetle. *Oecologia*, 137, 436–445. DOI: [10.1007/s00442-003-1350-0](https://doi.org/10.1007/s00442-003-1350-0)
- Sousa, W., Kennedy, P., & Mitchell, B. (06 de 2003). Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early growth of mangrove seedlings. *Oecologia*, 135(4), 564-75. DOI: [10.1007/s00442-003-1237-0](https://doi.org/10.1007/s00442-003-1237-0)

- Valverde Espinoza, N. (2019). Evaluación de *Coccotrypes rhizophorae* (hopkins 1915) (coleoptera: curculionidae: scolytinae) en propágulos del género *rhizophora* en islas las huacas y pongalillo, El Oro, Ecuador. *Universidad Politécnica de Madrid*, 1-70.
- Weatherspark. (2016). *Weatherspark*. Obtenido de El clima y el tiempo promedio en todo el año en Puerto Ayora: <https://es.weatherspark.com/y/11615/Clima-promedio-en-Puerto-Ayora-Ecuador-durante-todo-el-año#Sections-Summary>
- Wood, S. L., Stevens, G., & Lezama, H. (1991). Los *Scolytidae* de Costa Rica: clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (*Coleoptera*). *Biología Tropical*, 39(1), 125-148.
- Wood, S. L. (1982). The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (*Coleoptera: Scolytidae*), a Taxonomic Monograph. (Vol. 6). Utah, USA: Brigham Young University.