

Evaluación del Daño Causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera Curculionidae: Scolytinae) en Manglares del Género *Rhizophora* en La Boca, Crucita-Manabí

Evaluation of the Damage Caused by *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera Curculionidae: Scolytinae) in *Rhizophora* Genus Mangroves in La Boca, Crucita, in the Province of Manabí

Dankini Mendoza-Zambrano ¹, José Mendoza Gavilánez ², Myriam Arias de López Alcívar ³, Natalia Molina-Moreira ⁴

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Fecha de recepción: 2 de julio de 2020.
Fecha de aceptación: 27 de julio de 2020.

¹ Ingeniera en Medio Ambiente. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador
E-mail: dankini97@gmail.com
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0001-8722-3212>

² Magister en ciencias con énfasis en manejo sustentable de Biorecursos y Medio Ambiente, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
E-mail: joseluis.mendoza@unesum.edu.ec

³ Máster en Ciencias, en Entomología y Acarología Agrícola. Colegio de Postgraduados (COLPOS), México.
E-mail: myriarias@yahoo.com.mx

⁴ Doctora en Ciencias Biológicas. Profesora Tiempo Completo. Universidad Espíritu Santo, Ecuador.
E-mail: natimolina@uees.edu.ec
Código ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-8197-1137>

CITACIÓN: Mendoza-Zambrano, D., Mendoza Gavilánez, J., Arias, M. & Molina-Moreira, N. (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:10.31095/investigatio.2020.14.5

ENLACE DOI:
<http://dx.doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.5>



Resumen

Los propágulos del género *Rhizophora* son frecuentemente afectados por *Coccotrypes rhizophorae*, un insecto que provoca daño y muerte de los propágulos. El objetivo de este estudio fue evaluar el daño causado por *C. rhizophorae* en propágulos del manglar La Boca-Crucita. Se establecieron 3 zonas: Zona núcleo de Manglar (MZN), Zona de transición entre manglar y espejos de agua (MEA), y Zona de transición entre el manglar y zonas intervenidas (MCB) y se colectaron aleatoriamente 2100 propágulos durante siete meses (700 por zona). Se determinó que el mayor porcentaje de infestación con 37% fue en la zona MCB. La zona radical con un 25% de daño fue la más afectada en los propágulos. El estado adulto prevaleció en la época seca, mientras en la época de lluvia predominaron las pupas. La mayor sobrevivencia se registró en propágulos con 25% y 50% de daño simulado incluso mayor que en los propágulos sanos.

Palabras Clave:

Coccotrypes, *Rhizophora*, manglar, propágulo, supervivencia.

Clasificación JEL: Q0.

Abstract

Propagules of the *Rhizophora* genus are frequently affected by *Coccotrypes rhizophorae*, an insect that causes damage and death of propagules. The objective of this study was to evaluate the damage caused by *C. rhizophorae* in propagules of the La Boca-Crucita mangrove swamp. 3 zones were established: Mangrove core zone (MZN), Transition zone between mangrove swamps and water bodies (MEA), and Transition zone between mangrove and intervened zones (MCB) and 2100 propagules were randomly collected during seven months (700 per zone). It was determined that the highest percentage of infestation with 37% was in the MCB zone. The root zone with 25% damage was the most affected in the propagules. The adult state prevailed in the dry season, while in the rainy season the pupae predominated. The highest survival was recorded in propagules with 25% and 50% of simulated damage even greater than in healthy propagules.

Keywords:

Coccotrypes, *Rhizophora*, mangrove, propagule, survival.

JEL Classification: Q0.

Introducción

Los manglares son bosques de transición entre ecosistemas marinos y costeros (Carvajal y Santillán, 2019). El manglar según Cornejo (2014), es un conjunto de 13 especies vegetales consideradas como manglares mayores (5), menores (2), facultativos (6). Estas especies son dominantes de las zonas costeras tropicales y subtropicales del planeta (Hogarth, 2007).

- Manglares mayores: familia Rhizophoraceae *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, y el híbrido natural *R. harrisonii* (mangles rojos); familia Acanthaceae *Avicennia germinans* (mangle negro); y familia Combretaceae *Laguncularia racemosa* (mangle blanco).

- Manglares menores: familia Tetrameristaceae *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo); y familia Bignoniaceae *Tabebuia palustris*.

- Manglares facultativos: familia Fabaceae: *Mora oleifera* (mangle nato) y *Pterocarpus officinalis*; familia Annonaceae *Annona glabra* (anona de manglar); familia Combretaceae *Conocarpus erectus* (mangle jelí); y familia Malvaceae *Talipariti tiliaceum* var. *pernambucense* (majagua), y familia Bignoniaceae *Amphitecna latifolia*.

Constituyen el hábitat ideal para la reproducción y alimentación de numerosas especies marinas y terrestres (MAE, 2014), cumplen también funciones ecológicas como: el reciclaje de nutrientes, la producción de hojarasca y detritos, la protección de costas y

riveras de los esteros frente a procesos erosivos, la retención y acumulación de sedimentos, debido a la capacidad de filtrar aguas contaminadas, mantienen la calidad de las aguas actuando como una depuradora natural, además mitigan el cambio climático al ser excelentes productores de oxígeno y captadores de CO₂ (ECOLAP, 2007), convirtiéndose en uno de los sumideros más grandes de gases de invernadero. A nivel mundial existen alrededor de 13'776.000 ha (Ortiz-Reyes *et al.*, 2018) según el MAE, Ecuador continental tiene 148,230.23 hectáreas de manglar distribuidas en: Esmeraldas 24,270 ha donde crecen los más altos del mundo (50 m en promedio); Manabí 2,583 ha; Guayas 105,219 ha y El Oro 16,158 ha (CLIRSEN, 2007). Galápagos se excluye de esta cifra, que según Moity *et al.* (2019) se han registrado 3.657,1 ha de manglares.

El Manglar La Boca según Vera (2013), cuenta con 4 especies de manglar que son: Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle Negro (*Avicennia germinans*), Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*) y Mangle Jelí (*Conocarpus erectus*). A pesar de su importancia y altos beneficios ya mencionados, la barrera protectora del manglar está siendo destruida a causa de un interés económico que transforma a los recursos naturales en mercancía (Álvarez, 2014), motivo por el que grandes extensiones de manglar han sido destruidas y sometidas a estrés por varios factores antrópicos que amenazan su conservación a largo y mediano plazo (Carvajal & Santillán, 2019) como actividades agrícolas y ganaderas, explotación maderera, el

crecimiento urbano, la industria camaronera, palmicultura, minería, entre otras actividades. Para Castillo (2001), la existencia de insectos herbívoros puede también afectar las especies de mangle que se encuentran en dicho ecosistema, la sobrevivencia y el establecimiento de sus semillas.

Como ecosistema forestal, el género *Rhizophora* ha presentado impactos en la configuración de su estructura y función por la barrenación que los insectos causan en los propágulos de este manglar (Canicci y otros, 2008). *C. rhizophorae* un insecto de la familia Curculionidae está dentro de la fauna artrópoda que amenaza y daña a las plantaciones de *Rhizophora* (Baena *et al.*, 2020). Los insectos de esta familia se caracterizan por ser especies pequeñas (5 mm máximo) que barrenan ramas, troncos, raíces y plántulas, construyendo galerías dentro del hospedero, las cuales pueden ser de diferentes dimensiones, destruyendo tejido que puede ser primordial para el desarrollo, establecimiento y supervivencia de los propágulos (Wood *et al.*, 1991). El escarabajo *C. rhizophorae* es un parásito obligado que puede causar la mortalidad de propágulos y plántulas del género *Rhizophora* mientras desarrolla su ciclo biológico.

Según Martínez-Zacaría *et al.* (2017) los huevos son depositados individualmente o en pequeños grupos, para luego pasar por los distintos estados biológicos de larva, pupa, adulto. Este proceso generalmente dura 21 días, y al final la hembra ovada se traslada a material

nuevo para infestarlo (Arias de López y Molina Moreira, 2019).

A pesar de que el manglar La Boca es un área turística conservada por la comunidad en los últimos años y liderada por el presidente actual Don Bolívar Aragundi, junto a otros grupos de universitarios y voluntarios de la Fundación Contamos Contigo Ecuador, no se han realizado estudios sobre la relación del coleóptero *C. rhizophorae* y dicho ecosistema, que permitan evaluar cronológicamente el daño de los propágulos de manglar del género *Rhizophora* o del desarrollo y crecimiento de sus plántulas.

El presente trabajo es un estudio del manglar La Boca en Crucita, fue declarada el 14 de abril del 2011 como área protegida del ecosistema de manglar en el estuario del río de Portoviejo, parroquia Crucita (Delgado-Arauz y Mero Triviño, 2019). Cabe mencionar que esta área de conservación posee 202 hectáreas siendo declaradas por el GAD provincial de Manabí como bosque protector. Por ello el objetivo principal fue conocer el daño causado por *C. rhizophorae* en manglares del género *Rhizophora* en La Boca, así como determinar el porcentaje de infestación, identificar el área del propágulo más afectada, para estimar la población de este insecto que infesta los propágulos y finalmente determinar el porcentaje de sobrevivencia de los propágulos del género *Rhizophora* mediante daño simulado.

De acuerdo con lo anterior, la

investigación puede servir para elaborar planes de conservación oportunos dentro del sitio, ya que son escasas las investigaciones que evalúan los estadios de desarrollo de la especie *C. rhizophorae* en los propágulos del género *Rhizophora*.

Materiales y métodos

Área de estudio

La presente investigación se efectuó en el Manglar La Boca, que se extiende en los cantones Portoviejo (parroquia Crucita, comuna las Gilces), y Sucre (parroquia Charapotó, comunas San Jacinto, San Roque, y Santa Teresa), en la Provincia de Manabí, en la Costa central del Ecuador. (Gavilanez, 2017). La temperatura promedio del área es de 27.7°C., con una precipitación anual variante entre 70.01-144.2 mm/año y con una humedad promedio de 74%.

Para el estudio de campo se

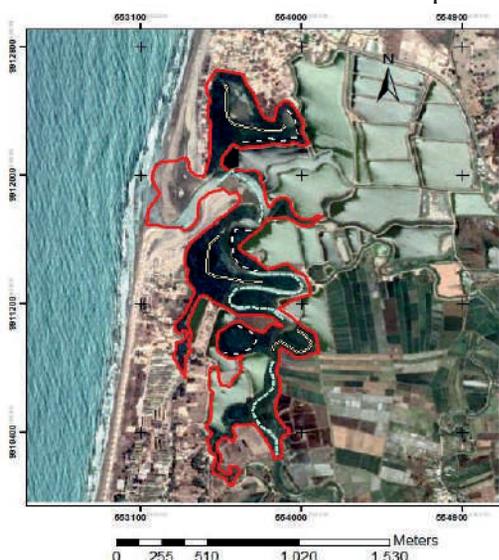


Figura 1. Mapa del Área de Estudio: Manglar La Boca y su delimitación geográfica. Fuente: (Gavilanez, 2017).

establecieron tres zonas de muestreo en el manglar de La Boca (Fig.1): a) Manglar y Espejos de Agua (MEA); b) Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB) y c) Manglar, Zona Núcleo (MZN).

Muestra y procedimiento

Evaluación de propágulos

Para evaluar el daño causado por *C. rhizophorae* en los propágulos del género *Rhizophora* en las tres zonas de muestreo seleccionadas en el manglar de La Boca, se consideró el flujo de las mareas y accesibilidad a los sitios para su colecta, donde se tomaron 100 propágulos (300 por mes) de manera aleatoria, durante un período de siete meses (septiembre 2019 a marzo 2020), con un total de 2100 propágulos. Cada muestra fue evaluada en laboratorio el mismo día de su recolección, y se registraron los datos en una hoja de cálculo (Microsoft Excel 2016) para el análisis y tabulación.

Leyenda

- Manglar Zona Núcleo (MZN)
- Manglar, cultivos y Bosque Seco (MCB)
- Manglar y Espejos de Agua (MEA)
- Área General de estudio

Elaborado por: Dankini Mendoza Zambrano

Datos de imagen

Lugar: La Boca-Crucita-Portoviejo-Manabí
Clirsen: Google Earth Pro
Datum: WGS8417S
Escala: 1:20.000

En este estudio se evaluó: 1) Longitud de los propágulos en cm, 2) número de orificios existentes, 3) porcentaje de infestación de *C. rhizophorae*, 4) área del propágulo más afectada, 5) población de *C. rhizophorae* en los propágulos infestados con huevos, larvas, pupas y adultos usando una lupa para observar y contabilizar los individuos, 6) porcentaje de sobrevivencia de los propágulos del género *Rhizophora* mediante daño simulado.

Distinción de propágulos sanos vs propágulos infestados

Se analizó la condición de los propágulos buscando la presencia de aserrín y los orificios que ocasiona la hembra cuando ingresa e infesta el propágulo, características de gran utilidad para detectar el ataque de *C. rhizophorae* (Fig. 2), y que permite diferenciar un propágulo sano de uno infestado.



Figura 2. A) Propágulos sano y b) propágulos infestado. Fuente: (Massuh, 2019).

Determinación del porcentaje de infestación

Para determinar el porcentaje de infestación de *C. rhizophorae* se utilizó una escala establecida de: 0%, 25%, 50%, 75%, 100% (Arias de López y Molina Moreira, 2019), donde 0% son propágulos

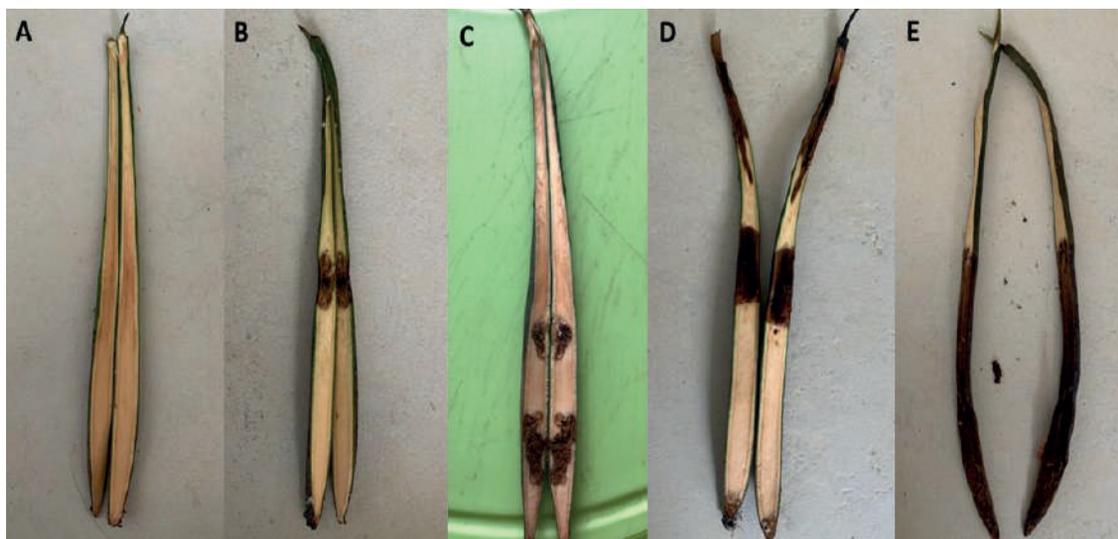


Figura 3. Porcentaje de infestación de *C. rhizophorae* en propágulos del género *Rhizophora*. A. 0%, B. 25%, C. 50%, D. 75%, y E. 100% de infestación. Fuente: (Massuh, 2019).



Figura 4. Partes en las que se divide un propágulo del género *Rhizophora*: A. Apical, B. Media, C. radical.
Fuente: (Massuh, 2019).

sanos; 25% para aquellos cuyo daño era la cuarta parte del propágulo, 50% cuando el daño era la mitad, 75% cuando el daño era tres cuartos del propágulo, y finalmente 100% cuando el propágulo se encontraba infestado totalmente. Se realizó un corte longitudinal en el propágulo con un estilete para su análisis (Fig. 3). En los propágulos con dos o más áreas afectadas se consideró el área proporcionalmente más invadida.

Identificación del área afectada dentro de los propágulos infestados

Para el área afectada, se usó parcialmente la metodología desarrollada por Martínez *et al.*, (2017) con el propósito de descubrir si *C. rhizophorae* tiene algún estándar de conducta relacionado al área más afectada en propágulos de *Rhizophora* y, a su vez compararlo con la muestra total

(n=2100), estableciendo diferentes áreas de estudio dentro del propágulo: apical, media y radical (Fig. 4).

Se consideró las posibles combinaciones propuestas por Arias de López y Molina Moreira (2019): apical-radical, apical-media, media-radical y apical-media-radical (Fig. 5).

Estimación de la población de C. rhizophorae en propágulos de Rhizophora

Posterior a la identificación del área se caracterizó el estadio biológico en cada uno de los propágulos (n=2100) con el fin de conocer en qué etapa se encuentra la especie *C. rhizophorae* dentro de los mismos (Fig. 6) (Arias de López y Molina Moreira, 2019) para contar el número de individuos de cada estadio de desarrollo de *C. rhizophorae*.



Figura 5. Combinaciones de infestación en propágulos: A) apical-media, B) media-radical, C) apical-radical y D) apical-media-radical.

Fuente: (Massuh, 2019).

Determinación del porcentaje de sobrevivencia de los propágulos del género Rhizophora mediante daño simulado

El análisis estadístico se realizó en INFOSTAT y para determinar las diferencias estadísticas se utilizó la Prueba de Duncan (Alfa = 0.05), se establecieron 5 tratamientos haciendo los cortes en la raíz de los propágulos con escala de daños de 0% (Testigo), 25%, 50%, 75% y 100%,

con 4 repeticiones (10 propágulos en cada unidad experimental), en total se analizaron 200 propágulos con sus respectivas etiquetas del daño realizado. Se midió inicialmente la longitud de cada propágulo para registrar el crecimiento. Mensualmente se evaluaron parámetros como: longitud de la raíz, número de hojas; en este último se registró el ancho y largo de la hoja. Con estos aspectos y la escala se determinó el porcentaje de sobrevivencia.



Figura 6. Ciclo biológico de *C. rhizophorae*: A: Huevo, B: larva, C: pupa, D: adultos.

Fuente: (Massuh, 2019).

Tabla 1.

Parámetros ambientales durante el estudio en el Manglar La Boca

Parámetros Ambientales	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Temperatura (C)	25.6	26	28.3	29.2	28.8	28.7	29
Precipitación (mm)	4	3	4	15	85	124	112
Humedad (%)	80	85	87	89	93	96	102

Elaboración propia.

Parámetros ambientales

Se obtuvieron registros mensuales de la precipitación, temperatura del aire y humedad (INAMHI, 2019-2020), se indican en la Tabla 1.

Resultados

Porcentaje de infestación en el manglar La Boca

Los resultados evidenciaron que en las tres zonas de estudio: Manglar y Espejos de Agua (MEA), Zona Núcleo de Manglar (MZN), Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB), el porcentaje de infestación de *C. rhizophorae* en propágulos del género *Rhizophora* fue mayor en la época seca entre septiembre y diciembre del 2019 (27°C y 6.5 mm), que en la época lluviosa entre enero y marzo del 2020 (Fig. 7). Se demuestra que el número total de propágulos sanos es mayor en la época seca en las tres zonas, sin embargo, los propágulos afectados presentan mayor porcentaje de infestación en la época seca, siendo la más afectada la zona Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB) con 56 propágulos (38%), seguido de la zona Núcleo de Manglar (MZN) con 39 propágulos (30%), y la menos afectada fue la zona de Manglar y Espejos de

Agua (MEA) con 32 propágulos (37%). Esto quiere decir que del total de propágulos colectados (2100) solo 126 propágulos estaban 100% infestados.

A diferencia de la época de lluvia donde la más afectada fue la zona de Manglar y Espejos de Agua (MEA) con 21 propágulos (40%), seguido de la zona Núcleo de Manglar (MZN) con 19 propágulos (36%), y la menos afectada fue la zona de Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB) con 13 propágulos (24%). Se destaca que en la escala de porcentaje (0% 25% 50% 75% 100%) de daño causado por *C. rhizophorae* en la época seca en las tres zonas de estudio, fue mayor el número de propágulos dañados con el 100%, mientras que en la época de lluvia fue mayor el número de propágulos dañados con el 25%.

Rango de la longitud de propágulos

Los rangos de longitud de propágulos establecidos, muestran que el 38,5% de propágulos distribuidos en las tres zonas tienen una longitud entre 15 a 19.9 cm; 34.8% de los propágulos están en el rango de 20 a 24.9 cm; 21,9 % en el rango de 25 a 29.9 cm, y la menor cantidad de propágulos se encontró en los rangos de 9 a 14.9 cm con el 4% y de 30 a 34.9 cm apenas

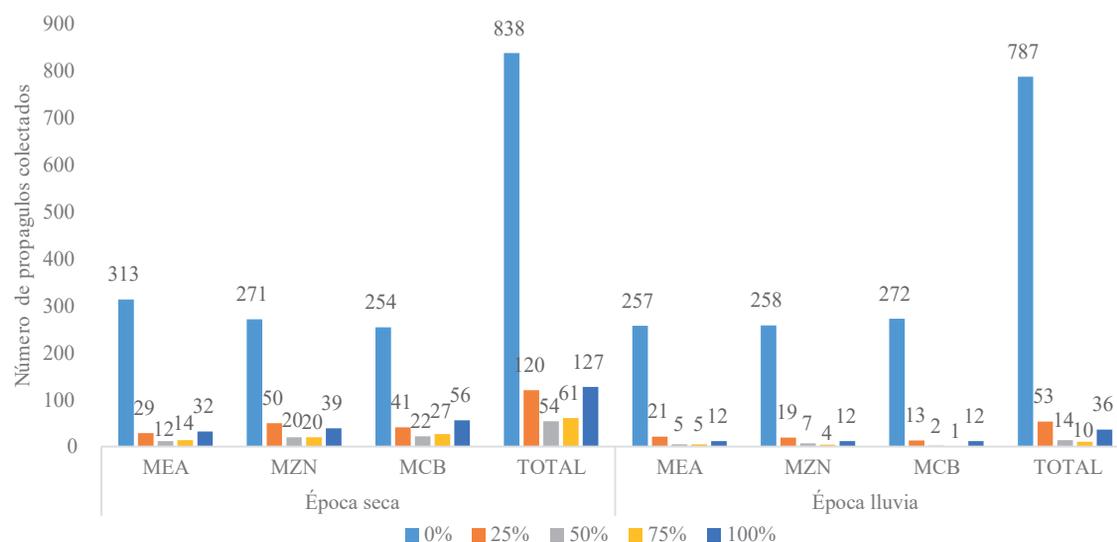


Figura 7. Porcentaje de infestación causada por *C. rhizophorae* en propágulos del género *Rhizophora* en tres zonas del Manglar La Boca- Crucita-Manabí, época seca y lluviosa. Elaboración propia.

0.6% (Tabla 2).

Tabla 2.

Rangos de longitud del propágulo del género *Rhizophora* en las tres áreas de estudio

Rangos de longitud	MEA	MZN	MCB
9-14.9	37	28	21
15-19.9	257	287	265
20-24.9	237	245	249
25-29.9	163	140	157
30-34.9	6	0	8

Elaboración propia.

Orificios ocasionados por el ingreso de hembras de C. rhizophorae

Los propágulos con mayor cantidad de orificios (2 a 4) se encontraron en la zona Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB) durante la época seca. En la zona Núcleo de Manglar (MZN) los propágulos presentaron de 1 a 3 orificios. El menor número de orificios en los propágulos (1 a 2) se presentó en la zona de Manglar y Espejos de Agua (MEA). En la época de lluvia todas las zonas presentaron solo un orificio.

Área más afectada en el propágulo

La zona radical fue la más afectada en los propágulos de las tres zonas de estudio. Durante la época seca se evidenció mayor número de propágulos dañados en el área radical que en la época de lluvia. En la Figura 8 se observa que predominó durante la época seca el 25% de daño en el área radical con 108 propágulos en la zona de Manglar, Cultivos y Bosque Seco (MCB), seguido de la Zona Núcleo (MZN) con 94 propágulos, y el menor número con 63 propágulos en la zona Manglar y Espejos de Agua (MEA); las tres zonas suman un total de 265 propágulos (n=2100).

En la época de lluvia la más afectada fue la zona de Manglar y Espejos de Agua (MEA) con 23 propágulos (42%), seguido de la zona Núcleo de Manglar (MZN) con 16 propágulos (30%), y el menor número de daño con 15 propágulos (25%) en la zona de Manglar,

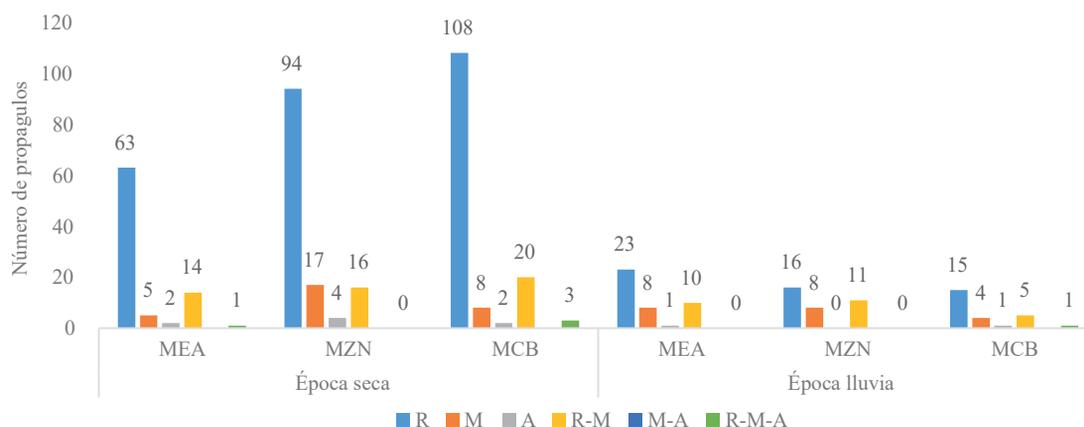


Figura 8. Áreas afectadas por *C. rhizophorae* en propágulos del género *Rhizophora* en el manglar La Boca, época seca y lluviosa. Elaboración propia.

Cultivos y Bosque Seco (MCB); las tres zonas suman un total de 54 propágulos (n=2100). Se resalta que en ambas épocas estudiadas (seca y lluvia) el daño se presentó en el área radical con un total de 319 propágulos dañados (n=2100).

Poblaciones de C. rhizophorae en los propágulos de género Rhizophora

La época seca se registraron 1478 individuos de *C. rhizophorae* en total siendo mayor que la época de lluvia con 780 individuos. Se comparó el número de individuos en cada estado del ciclo de

vida en ambas épocas y en cada zona (tabla 3 y Fig.9).

Tabla 3.

Número de individuos y la etapa de desarrollo biológico de *C. rhizophorae*

Estadio de <i>C. rhizophorae</i> vs Sector y época de muestreo	MEA		MZN		MCB	
	seca	lluvia	seca	lluvia	seca	lluvia
huevos	39	10	60	15	75	25
larvas	104	0	130	40	142	13
pupas	51	123	85	72	135	156
adultos	193	95	234	104	234	127

Elaboración propia.

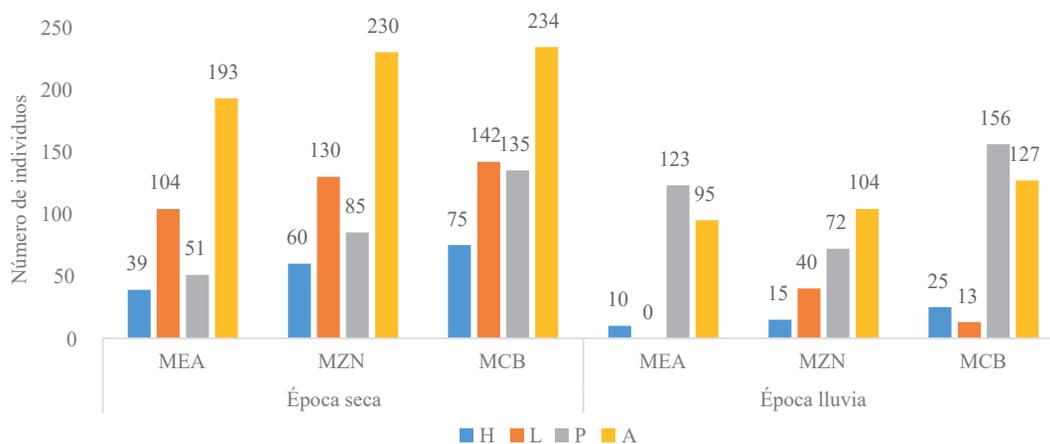


Figura 9. Número de individuos y la etapa de desarrollo biológico de *C. rhizophorae* (H: huevos, L: larvas, P: pupas y A: adultos) en las zonas de estudio en época seca y lluviosa. Elaboración propia.

Porcentaje de sobrevivencia de los propágulos mediante daño simulado

Durante los siete meses de estudio del total de los 200 propágulos evaluados, los tratamientos con 25 % y 50 % de daño en el área radical mostraron la mayor sobrevivencia con el 72.5 %, los cuales estadísticamente son iguales; le siguen el testigo (0 %) con 67.5 % y con el daño del 75 % hubo una sobrevivencia del 60 %; con el 100 % de daño el 37.5 % fue estadísticamente el menor valor de propágulos sobrevivientes (Tabla 4).

Tabla 4.
Sobrevivencia de propágulos con daño simulado

Porcentaje de daños causados	Porcentajes de sobrevivencia de los propágulos				Promedio	
	I	II	III	IV		
25	100	70	40	80	72.5	B
50	80	70	100	40	72.5	B
75	60	60	70	50	60.0	AB
100	30	50	60	10	37.5	A
0 (Testigo)	80	60	60	70	67.5	AB

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Elaboración propia.

Riesgo de infestación según temporada

Los resultados indicaron que en relación con los parámetros ambientales, la precipitación, humedad y la temperatura mostraron una relación significativa y positiva con los meses estudiados ($t=6.28$, $p=4.71$) respectivamente. En cuanto a la época seca donde se ha observado mayor infestación por el coleóptero, se muestra que los parámetros ambientales estuvieron simultáneamente estables favoreciendo las condiciones de vida de *C. rhizophorae*, no así en la época de lluvia donde se registró un aumento

notable de la temperatura sobre las dos variables restantes, y se evidenció su influencia en los valores estadísticos de la correlación *C. rhizophorae* y menor porcentaje de infestación. Se observa una relación significativa de las probabilidades de infestación en relación a los parámetros ambientales (Fig.10).

Discusión

El insecto *Coccotrypes rhizophorae* pertenece al orden Coleóptera, familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae, de amplia distribución en los manglares de América, así lo demuestran estudios previos realizados en países como México (Martínez-Zacarías *et al.*, 2017), Cuba (Menéndez y Guzmán, 2006), Panamá (Sousa *et al.*, 2003) y Ecuador (Cassinelli *et al.*, 2018) donde se ha evaluado el porcentaje de daño que causa a los propágulos del género *Rhizophora*. Se ha registrado que causan hasta un 72% de la mortalidad a los propágulos del género *Rhizophora* (Sousa *et al.*, 2003).

Porcentaje de infestación

De las tres zonas de estudio en el manglar La Boca, la mayor infestación causada por *C. rhizophorae* fue 37% en la Zona de Manglar, cultivos y Bosque Seco (MCB). Esta zona es la más alejada del agua, con mayor intervención humana por la construcción de camarónicas, presencia de desechos sólidos y mayor sedimentación. Estas características de sedimentación coinciden con los resultados de Cassinelli *et al.* (2018) que reportó 37,41% infestación en el Estero Salado de Guayaquil. De igual manera

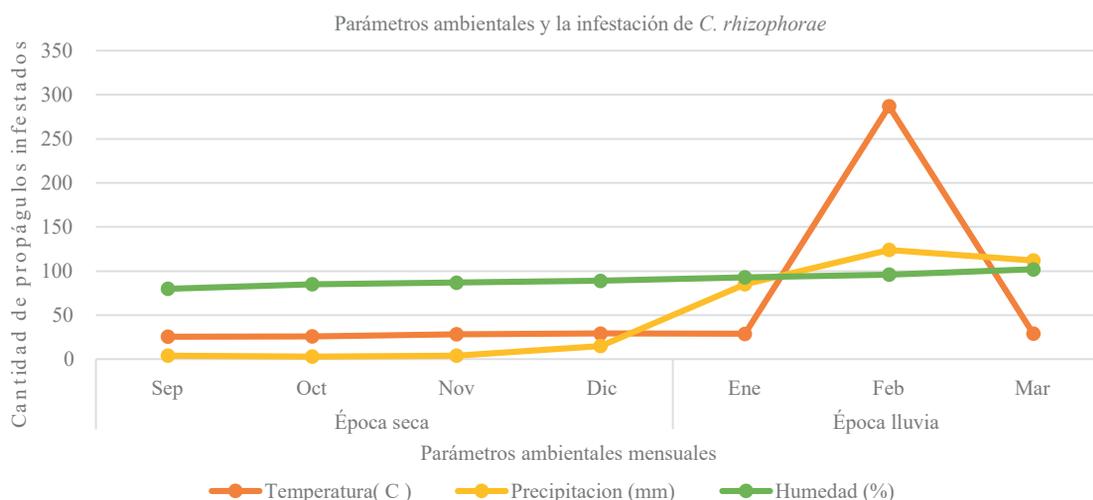


Figura 10. Parámetros ambientales y la infestación de *C. rhizophorae*, Manglares en La Boca.
Fuente: Elaboración propia.

Rueda (2019) en las islas Santa Cruz e Isabella registró 30,66% de infestación en áreas con intervención humana que han generado sedimentación.

La zona MEA tuvo el menor porcentaje de infestación con 30%, tanto en época seca como en época de lluvia. Esta zona está en contacto directo con el agua y la cobertura de manglar es mayor que en las otras dos zonas de estudio. Estos resultados concuerdan con lo reportado en otros estudios, pues en las áreas con manglares mejor conservadas y que mantienen flujo y reflujo del agua, el porcentaje de infestación es menor, así lo reportaron Massuh (2019) en Santa Elena con un 0,11%, Cassinelli (2018) en Puerto El Morro con un 5%, Valverde (2020) en las Islas Huacas y Pongalillo 25%. Estos resultados varían según el sitio de estudio y sus condiciones ambientales.

En cuanto al número de orificios en los propágulos fue bajo en relación a otros estudios que reportan hasta 6 orificios (Valverde, 2020). La longitud

de propágulos es una característica que puede limitar el daño, los propágulos con mayor longitud presentan menor cantidad de orificios, son más robustos y firmes lo que dificulta a las hembras de *C. rhizophorae* hacer sus cámaras (observación personal).

Áreas más afectadas del propágulo

De las tres zonas de estudio muestreadas, el área más afectada de los propágulos con un 25% de daño fue el área radical, registrado en la Zona de Manglar, cultivos y Bosque Seco (MCB) por ser la parte del propágulo más gruesa y útil al insecto para la construcción de sus cámaras y desarrollo biológico, coincidiendo con las investigaciones de Cassinelli (2018), Rueda (2019), Massuh (2019), y Valverde (2020) donde también el 25% predominó en el área radical.

Poblaciones de C. rhizophorae en los propágulos

Durante época seca (septiembre-

noviembre) la población de *C. rhizophorae* registró mayor número de individuos adultos dentro de los propágulos en las tres zonas de estudio, aunque menor cantidad en la zona del espejo de agua. Esto pudo ser debido a que en la época seca los parámetros ambientales de temperatura, humedad y precipitación se mantuvieron con valores bajos y constantes, creando condiciones favorables para el desarrollo del insecto; mientras que en la época de lluvia (diciembre-marzo) predominó el estado de pupa, lo que puede explicar porque en la época seca hay más adultos y mayor infestación. Estudios realizados en varias provincias del Ecuador como en Guayas (Cassinelli *et al.*, 2018) menciona que el ciclo biológico de *C. rhizophorae* se considera un bioindicador del estado de salud en los manglares. Esto explica porque las zonas con manglares intervenidos presentan mayor cantidad de individuos adultos que son los causan el daño inicial para el desarrollo del insecto.

Sobrevivencia de propágulos con daño simulado

Todos los propágulos con daño simulado sobrevivieron en porcentaje alto desde 72.5% hasta 37.5% con las diferentes escalas de daño simulado. La mayor sobrevivencia se registró en propágulos con 25% y 50% de daño simulado incluso mayor que en los propágulos sanos (67,5%). Todos los sobrevivientes en agua desarrollaron nuevas raíces y hojas, lo que evidencia que a pesar del daño que pueda causar *C. rhizophorae* en el área radical, que es la más afectada de los propágulos, pueden

sobrevivir aun con el 100% de daño en esa área.

Esta investigación es la primera realizada en el manglar de La Boca de Crucita, convirtiéndose en un trabajo inicial de *C. rhizophorae* y su daño en las especies del género *Rhizophora*. Por lo expuesto es importante realizar estudios, durante todo un año para fortalecer y comparar las conclusiones derivadas de este estudio, con el fin de establecer medidas para la conservación y restauración de los manglares.

Agradecimiento

A mis tutores y demás revisores por la guía de este trabajo, a la Universidad Estatal del Sur de Manabí y la Universidad de Especialidades Espíritu Santo por incentivar el desarrollo científico en sus estudiantes; así también al Ministerio del Ambiente y Agua por el permiso para la toma de muestras.

Referencias

- Álvarez, A. B. (2014). Uso Estratégico Del Mangle Para El Desarrollo Turístico En El Cantón San Lorenzo, Provincia De Esmeraldas. Quito: Universidad Central Del Ecuador.
- Arias de Lopez, 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 .
- Baena, M., Chamorro, Ivette., Huesca, I., y Delfín, A. (2020). Characteristics of Insect Damage in Propagules of Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) from the Gulf of Mexico Coast. *Southwestern Entomologist*,

- 45(1) 175-184. doi.org/10.3958/059.045.0119
- Cannicci, S. B.-G. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*, 89, 186-200. doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.01.009
- Carvajal, R., y Santillán, X. (2019). Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Proyecto Conservación de Manglar en el Pacífico Este Tropical. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2019/07/PAN-Manglares-Ecuador.pdf>
- Cassinelli-Damerval, F.M. (2018). *Evaluación del daño causado por Coccotrypes rhizophorae (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) en propágulos del género Rhizophora en el Golfo de Guayaquil* (Trabajo de titulación). <http://repositorio.uees.edu.ec/>
- 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 de Entomología* 42 (1) 185-189. Recuperado a partir de <https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/256>
- CLIRSEN-PMRC. (2007). *Actualización del estudio multitemporal de manglares, camarónicas y áreas salinas en la costa continental ecuatoriana al año 2006*. Disponible en: <http://cpps.dyndns.info/cpps-docsweb/planaccion/docs2013/manglares/Informe%20Final%20PMRC-CLIRSEN.PDF>
- Cornejo, X. (2014). *Plants of the South American Pacific Mangrove Swamps (Colombia, Ecuador, Peru)*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales.
- Delgado-Arauz, R. A., & Mero Triviño, C. J. (2019). Plan de Desarrollo Turístico para Conservación del Área de Recreación Ecológica Manglar La Boca-Manabí. (Tesis de grado). Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1122/1/TTT29.pdf>
- ECOLAP y MAE (2007). Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN. DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- Hogarth, P. (2007). *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. En (2nd edition). Oxford, RU: Oxford University Press.
- Ministerio del Ambiente (2014). Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155383anx.pdf>
- Martínez Zacarías, A., Chamorro Florescano, I., Pech Canché, J., Alanís Méndez, J., y Basáñez Muñoz, A. (2017). Propágulos de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) barrenados por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera: Curculionidae) en el manglar de Tumilco, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical* 65 (3). doi: 10.15517/rbt.v65i3.29451
- Massuh Maruri, D. E. (2019). *Evaluación del daño ocasionado por Coccotrypes rhizophorae (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) en propágulos del género Rhizophora en la provincia de Santa Elena*. (Trabajo de titulación). Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/>
- Mendoza-Gavilanez, J. L. (2017). Análisis Parcial de la Diversidad de Aves Asociadas al Manglar La Boca (Manabí-Ecuador), realizado durante la época seca del año

2105. (Tesis de grado) recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/25304>
- Menéndez, L., Guzmán J, y Núñez, R. (2006). Aspectos de la relación planta animal en los manglares cubanos. In: Menéndez L., Guzmán J. M. (ed.). Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano. En *Estudios y experiencias enfocados a su gestión*. (págs. 235-242). La Habana: Academia.
- Moity, N., Delgado, B., & Salinas-de-León, P. (2019). Mangroves in the Galapagos islands: Distribution and dynamics. *PLOS ONE*, 14(1), e0209313. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209313>
- Ortiz-Reyes, A., Robles-López, K., Urrego-Giraldo, L., y Romero-Tabarez, M. (2018). Diversidad e interacciones biológicas en el ecosistema de manglar. *Revista de Ciencias* 22 (2), 111-127 doi: 10.25100/rc.v22i2.7925.
- Sousa, W. P., Kennedy, P. G., y Mitchel, B. J. (2003). Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early growth of mangrove seedlings. *Oecologia*. 135(4):564-575. doi:10.1007/s00442-003-1237-0
- Valverde-Espinoza, N. (2020). *Evaluación de Coccotrypes rhizophorae* (Hopkings 1915) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en propágulos del género *Rhizophora* en Islas las Huacas y Pongalillo, El Oro, Ecuador. (Trabajo de Titulación), Universidad Politécnica de Madrid- España.
- Vera Solorzano, L. D. (2013). *Plan estrategico de desarroo ecoturistico para el manglar La Boca provincia de Manabi*. Loja: UTPL. (Tesis de Maestría) Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/7392>.
- Wood, S., Stevens, G., y Humberto, L. (1991). Los Scolytidae de Costa Rica: clave de géneros y de la subfamilia Hylesinae (Coleoptera). *Rev. Biol. Trop* 39 (1): 125-148, 1991.