



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DE LA HERBIVORÍA FOLIAR EN ÁRBOLES
DE MANGLE DE LA COMUNA JAMBELÍ, PROVINCIA DE
SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**Previo a la obtención del Título de
BIÓLOGA**

AUTORA:

Tomalá Tomalá Emely Xiomara

TUTOR:

Blga. Cuenca Zambrano Mayra Magali, MSc.

SANTA ELENA - ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA HERBIVORÍA FOLIAR EN ÁRBOLES DE
MANGLE DE LA COMUNA JAMBELÍ, PROVINCIA DE SANTA
ELENA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del Título de
BIÓLOGA

AUTORA:

Tomalá Tomalá Emely Xiomara

TUTOR:

Blga. Cuenca Zambrano Mayra Magali, MSc.

SANTA ELENA - ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**Evaluación de la herbivoría foliar en árboles de mangle de la comuna Jambelí, Provincia de Santa Elena**”, elaborado por **Tomalá Tomalá Emely Xiomara**, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Blga. Mayra Magali Cuenca Zambrano, M. Sc.

DOCENTE TUTOR

C.I. 1712887767

DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Evaluación de la herbivoría foliar en árboles de mangle de la Comuna Jambelí, Provincia de Santa Elena”, elaborado por Tomalá Tomalá Emely Xiomara, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



Ing. John Jairo Pinargote Álava, M. Sc.
DOCENTE DE ÁREA
C.I. 1204916884

DEDICATORIA

A mi madre, Geoconda Tomalá Del Pezo, con todo mi amor y admiración.

Gracias por ser mi ejemplo de fortaleza, dedicación y perseverancia. Por cada palabra de aliento, cada gesto de cuidado y cada sacrificio silencioso que me impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Tu amor incondicional ha sido mi refugio y tu confianza en mí, la fuerza que me ha motivado a llegar hasta aquí. Este logro también es tuyo.

Emely Tomalá Tomalá

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a la Facultad Ciencias Del Mar y a su administración por brindarme el espacio académico y las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo.

A los docentes de la Facultad, quienes con su dedicación, compromiso y conocimientos contribuyeron a mi desarrollo académico, profesional y personal. De manera especial, a mi tutora, Blga. Mayra Cuenca Zambrano, por su constante apoyo y retroalimentación a lo largo de todo el proceso, los cuales fueron fundamentales para su culminación exitosa.

Agradezco a mi padre César Tomalá por su incondicional apoyo en este largo camino. A mi hermana Zayda por ser mi paraguas en días de tormenta, por cada risa compartida que me ayudó a aliviar el estrés y mantenerme motivada.

Con mucho cariño, expreso mi gratitud a Alejandro, por estar presente desde el primer día en las jornadas de campo, brindando su ayuda constante y desinteresada. Y a todos mis amigos por su grata compañía durante los días de clase. A todos ustedes, gracias de corazón.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Tomalá Tomalá Emely Xiomara como requisito parcial para la obtención del grado de Bióloga de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 08 de julio de 2025



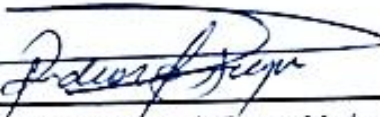
Ing. Jimmy Agustín Villón Moreno, MSc.
**DIRECTOR DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. John Jairo Pinargote Alava, MSc.
**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blga. Mayra Magali Cuenca Zambrano, MSc.
**DOCENTE TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo. Richard Gonzalo Duque Marín, MSc.
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Lic. Pascual Alejandro Roca Silvestre, MSc.
SECRETARIO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo Emely Xiomara Tomalá Tomalá con cédula de identidad 2400301350 declaro bajo juramento que la responsabilidad por las ideas, contenido y análisis de los resultados expuestos en este trabajo de Integración Curricular me corresponden de manera exclusiva y el patrimonio intelectual del mismo lo comparto con la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Emely Xiomara Tomalá Tomalá
C.I. 2400301350

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PROBLEMÁTICA	4
3. JUSTIFICACIÓN	6
4. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivo General	8
4.2. Objetivos Específicos.....	8
5. HIPÓTESIS.....	9
CAPÍTULO II.....	10
6. MARCO TEÓRICO.....	10
6.1. Generalidades e importancia ecológica de los manglares	10
6.2. Especies de mangle presentes en el manglar de Jambelí.	11
6.2.1. <i>Rhizophora mangle</i>	11
6.2.2. <i>Avicennia germinans</i>	12
6.2.3. <i>Laguncularia racemosa</i>	13
6.3. Definición de herbivoría y su importancia en la ecología vegetal	15
6.4. Métodos de evaluación de la herbivoría foliar	18
6.4.1. Uso de ImageJ.....	19
6.5. Antecedentes y estudios previos sobre herbivoría en manglares	21
6.6. Principales insectos folívoros presentes en manglares.....	22
6.6.1. Orden Orthoptera	22
6.6.1.1. Familia Tettigoniidae	23
6.6.1.2. Familia Acrididae.....	23
6.6.1.3. Familia Gryllidae	24
6.6.2. Orden Coleoptera	24
6.6.2.1. Familia Curculionidae.....	25
6.6.2.2. Familia Chrysomelidae	26
6.6.2.3. Familia Scarabaeidae	27
6.6.3. Orden Lepidoptera	27

6.6.3.1.	Familia Hesperidae	27
6.6.3.2.	Familia Noctuidae	28
6.6.3.3.	Familia Nymphalidae	28
CAPÍTULO III:.....		29
7.	MARCO METODOLÓGICO.....	29
7.1.	Tipo de investigación	29
7.2.	Descripción del Área de Estudio.....	29
7.3.	Diseño de Muestreo	31
7.4.	Metodología	32
7.4.1.	Fase de Campo	32
7.4.1.1.	Identificación de especies de mangle.....	32
7.4.1.2.	Recolección de muestras para análisis del consumo foliar	32
7.4.2.	Cálculo del Área Foliar Consumida.....	33
7.4.3.	Análisis del tipo de daño foliar	34
7.4.4.	Identificación de Organismos Folívoros	37
7.4.5.	Abundancia y Diversidad de Organismos Folívoros	39
7.5.	Análisis estadístico.....	40
CAPÍTULO IV.....		42
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	42
8.1.	Riqueza florística de los transectos analizados	42
8.2.	Caracterización de la herbivoría	43
8.2.1.	Área foliar en árboles de mangle	43
8.2.2.	Tipos de daño por folivoría.....	44
8.2.3.	Relación del consumo foliar con el tamaño y edad de los folios	46
8.3.	Dinámica de la herbivoría en el manglar durante la temporada enero-abril	49
8.3.1.	Herbivoría foliar en <i>Laguncularia racemosa</i>	49
8.3.2.	Herbivoría foliar en <i>Avicennia germinans</i>	52
8.3.3.	Herbivoría foliar en <i>Rhizophora mangle</i>	56
8.4.	Comparación del consumo foliar en cada especie de mangle.....	60
8.5.	Organismos folívoros identificados	63
CAPÍTULO V.....		72
9.	DISCUSIONES.....	72
9.1.	Relación de rasgos foliares y patrones de daño	72
9.2.	Grado de herbivoría en cada especie de mangle	74
9.3.	Diversidad de organismos folívoros	75

10. CONCLUSIONES	78
11. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructuras morfológicas de <i>Rizophora mangle</i>	12
Figura 2 Cristales de sal secretados por hojas de <i>Avicennia germinans</i>	13
Figura 3 Hojas de <i>Laguncularia racemosa</i>	14
Figura 4 Principales efectos de la herbivoría en el funcionamiento del manglar.	18
Figura 5 Uso de ImageJ para el cálculo de áreas foliares.	20
Figura 6 Ubicación geográfica del área de estudio.	30
Figura 7 Metodología aplicada para análisis del consumo foliar.	35
Figura 8 Área foliar promedio en cada especie de mangle	43
Figura 9 Distribución porcentual de los tipos de daño por folívoros en las hojas <i>mangle</i>	44
Figura 10 Área foliar consumida por tipo de daño.	45
Figura 11 Consumo en función de área total por edad en hojas de <i>Avicennia</i> <i>germinans</i>	46
Figura 12 Consumo en función de área total por edad en hojas de <i>Laguncularia</i> <i>racemosa</i>	47
Figura 13 Consumo en función de área total por edad en hojas de <i>Rhizophora</i> <i>mangle</i>	48
Figura 14 Herbivoría foliar promedio en <i>L. racemosa</i> entre transectos durante enero 2025.	49
Figura 15 Herbivoría foliar promedio en <i>L. racemosa</i> entre transectos en febrero	50
Figura 16 Herbivoría foliar promedio en <i>L. racemosa</i> entre transectos durante marzo.	51
Figura 17 Herbivoría foliar promedio en <i>L. racemosa</i> entre transectos durante abril de 2025.	52

Figura 18 <i>Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos durante enero de 2025</i>	53
Figura 19 <i>Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos durante febrero de 2025</i>	54
Figura 20 <i>Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos en marzo</i>	55
Figura 21 <i>Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos en abril.</i>	56
Figura 22 <i>Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante enero de 2025.</i>	57
Figura 23 <i>Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante febrero de 2025.</i>	58
Figura 24 <i>Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante marzo de 2025</i>	59
Figura 25 <i>Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante abril de 2025</i>	60
Figura 26 <i>Distribución porcentual por familia.</i>	65
Figura 27 <i>Índices ecológicos en cada transecto muestreado.</i>	69
Figura 28 <i>Índices ecológicos en cada mes de muestreo.</i>	70
Figura 29 <i>Índices ecológicos en cada especie de mangle.</i>	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Coordenadas de cada transecto muestreado.</i>	31
Tabla 2 <i>Escala de evaluación del área foliar consumida por herbivoría.</i>	34
Tabla 3 <i>Tipos de daños foliares causado por herbívoros</i>	36
Tabla 4 <i>Número de árboles por especie observados en cada línea de muestreo.</i>	42
Tabla 5 <i>Herbivoría foliar en árboles de mangle.</i>	62
Tabla 6 <i>Dunn test con corrección Bonferroni para comparación de herbivoría entre especies de mangle</i>	63
Tabla 7 <i>Total de observaciones de organismos folívoros durante la temporada enero-abril en cada transecto.</i>	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Delimitación de transectos</i>	89
Anexo 2 <i>Aplicación de la técnica de golpeo para el monitoreo de insectos folívoros</i>	89
Anexo 3 <i>Uso de Excel para la tabulación de datos recolectados en campo</i>	90
Anexo 4 <i>Herbivoría presente en árbol de Laguncularia racemosa</i>	90
Anexo 5 <i>Herbivoría presente en árbol de Avicennia germinans</i>	91
Anexo 6 <i>Promedio de herbivoría en Laguncularia racemosa durante la temporada enero-abril</i>	91
Anexo 7 <i>Promedio de herbivoría en Avicennia germinans durante la temporada enero-abril</i>	92
Anexo 8 <i>Promedio de herbivoría en Rhizophora mangle durante la temporada enero-abril</i>	93
Anexo 9. <i>Folívoros del Orden Coleoptera encontradas en el manglar de Jambelí</i>	94
Anexo 10 <i>Folívoros del Orden Orthoptera encontrados en el manglar de Jambelí</i>	96
Anexo 11 <i>Folívoros del Orden Lepidóptera encontrados en el manglar de Jambelí</i>	97

GLOSARIO

Herbivoría foliar: Proceso mediante el cual los insectos u otros animales se alimentan del tejido de las hojas, generando distintos tipos de daño que pueden afectar la fisiología y productividad de la planta.

Folívoros: Organismos, principalmente insectos, que se alimentan de hojas. Pueden clasificarse según el tipo de daño que causan, como masticadores, minadores o raspadores.

Área foliar consumida: Porcentaje o superficie de la hoja que ha sido removida o dañada por los folívoros. Es un indicador clave para cuantificar la intensidad de herbivoría.

Transecto: Línea o franja establecida en el terreno para realizar muestreos sistemáticos de vegetación o fauna. En este caso, se usaron para recolectar hojas de diferentes especies de mangle.

RESUMEN

Los manglares son ecosistemas costeros de alta relevancia ecológica por los servicios que ofrecen, sin embargo, enfrentan diversas presiones naturales y antrópicas, entre ellas la herbivoría, una interacción ecológica que puede influir en la estructura vegetal y la dinámica trófica según el grado de afectación que tenga. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la herbivoría foliar en árboles de mangle en la Comuna Jambelí, mediante la cuantificación de la tasa de consumo y la identificación de la especie más susceptible al daño por organismos folívoros. La investigación se realizó entre enero y abril de 2025, en cinco transectos de 50 x 20m, con un total de 16 monitoreos. Se recolectaron 20 hojas al azar por cada árbol, registrando el porcentaje de consumo, la edad foliar y el tipo de daño. Para la identificación de insectos folívoros se aplicaron técnicas de red de golpeo y observación directa durante 60 minutos por árbol. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre especies. *Avicennia germinans* fue la más afectada, alcanzando un $32,27 \pm 5,74\%$ de consumo foliar promedio en el mes de abril, predominando daños tipo minador mientras que *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* presentaron consumos menores; $7,84 \pm 4,18\%$ y $2,29 \pm 1,92\%$, respectivamente, ambos con mayoría de hojas con daño cortador. En *R. mangle* se registró mayor consumo en hojas adultas, mientras que en las otras especies no hubo relación con la edad ni el tamaño foliar. Por otro lado, la familia de insectos folívoros más abundante resultó ser Curculionidae (16,64%), seguido de Noctuidae (15,70%) y Acrididae (12,79%). En conclusión, se acepta la hipótesis alterna al evidenciarse preferencias de consumo entre especies de mangle, siendo *A. germinans* la más susceptible. Se recomienda incluir variables de crecimiento y realizar monitoreos estacionales para comprender la dinámica de herbivoría a mayor escala.

Palabras claves: herbivoría, insectos folívoros, mangles, edad foliar, tipos de daño.

ABSTRACT

Mangroves are coastal ecosystems of high ecological importance due to the services they provide. However, they face various natural and anthropogenic pressures, including herbivory, an ecological interaction that can influence plant structure and trophic dynamics depending on the degree of impact. Therefore, the objective of this study was to evaluate leaf herbivory in mangrove trees in the Jambelí Commune by quantifying the consumption rate and identifying the species most susceptible to damage by folivorous organisms. The research was conducted between January and April 2025, in five 50 x 20 m transects, with a total of 16 monitoring sessions. Twenty leaves were collected at random from each tree, recording the percentage of consumption, leaf age, and type of damage. To identify leaf-eating insects, beating net techniques and direct observation were applied for 60 minutes per tree. The results showed significant differences between species. *Avicennia germinans* was the most affected, reaching an average leaf consumption of $32.27 \pm 5.74\%$ in April, with mining damage predominating, while *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle* showed lower consumption rates of $7.84 \pm 4.18\%$ and $2.29 \pm 1.92\%$, respectively, both with a majority of leaves showing cutting damage. In *R. mangle*, higher consumption was recorded in adult leaves, while in the other species there was no relationship with age or leaf size. On the other hand, the most abundant family of leaf-eating insects was Curculionidae (16.64%), followed by Noctuidae (15.70%) and Acrididae (12.79%). In conclusion, the alternative hypothesis is accepted, as consumption preferences among mangrove species were evident, with *A. germinans* being the most susceptible. It is recommended to include growth variables and conduct seasonal monitoring to understand the dynamics of herbivory on a larger scale.

Keywords: herbivory, leaf-eating insects, mangroves, leaf age, types of damage.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las actuales investigaciones relacionadas a la ecología terrestre se enfocan en clasificar a las plantas teniendo como base sus rasgos funcionales y en cómo estos influyen en el funcionamiento de las comunidades y los ecosistemas. Dentro de este enfoque, las interacciones entre plantas y herbívoros son de gran importancia, ya que se consideran los principales conductos que permiten el ingreso de la energía a las redes tróficas (Burghardt, 2016).

Los herbívoros son responsables de consumir más del 20% de la productividad neta anual y participan activamente en procesos de descomposición de la madera y el ramoneo, contribuyendo tanto a la estabilidad y en ciertos casos, a la inestabilidad de los ecosistemas vegetales. Por esta razón, también son considerados indicadores de salud en árboles (Torres et al., 2015).

Frente a la presión por depredación, las plantas emplean defensas químicas y mecánicas para resistir la acción de organismos que las consumen, mientras que los herbívoros desarrollan mecanismos para neutralizar dichas defensas (Granados Sánchez, Ruíz Puga & Barrera Escorcía, 2008). A esta relación antagónica, se le

atribuye el término de herbivoría, catalogado como un proceso dinámico y constante, propio entre animales y plantas mediado por la selección natural.

Estudios en humedales tropicales y subtropicales han revelado que más del 60 % de las hojas y tallos presentan daños provocados por herbívoros invertebrados principalmente insectos, sugiriendo que puede ocurrir una subestimación del total de la biomasa foliar consumida cuando no se considera el daño causado por estos organismos (Franceschini, et al., 2020).

De hecho, se estima que, el 43% de las especies de insectos conocidas corresponde a insectos herbívoros fitófagos agrupándose principalmente en masticadores de hojas y barrenadores de madera (Gowda et al., 2014; López et al., 2019).

En los ecosistemas de manglar, los insectos se destacan por una variedad de adaptaciones que les permiten habitar en sus raíces, ramas y hojas, ya sea durante toda su vida o parte de ella. Es así como, se pueden encontrar lepidópteros, coleópteros, dípteros e himenópteros, además de crustáceos y gasterópodos que también contribuyen en la defoliación, generando en muchos casos daños en los propágulos y plántulas (Ruíz, Baquero & Chebel, 2019).

A pesar de la importancia ecológica de estas interacciones, en muchos manglares tropicales aún existe un vacío de información sobre los niveles de herbivoría foliar y sus posibles implicaciones ecológicas. Este desconocimiento limita la capacidad para establecer medidas de conservación eficaces frente a posibles desequilibrios tróficos.

Por ello, el presente estudio se plantea como objetivo evaluar la herbivoría foliar en los árboles de mangle de la Comuna Jambelí, analizando las interacciones entre los organismos folívoros y los niveles de consumo, con el fin de determinar si existe una afectación significativa que pudiera desencadenar desequilibrios ecológicos en este ecosistema costero.

2. PROBLEMÁTICA

Los manglares son ecosistemas costeros de gran trascendencia ecológica, puesto que otorgan soportes vitales como la protección de la costa, la captura de carbono y el suministro de hábitats para especies. A pesar de ello, enfrentan diversas perturbaciones que alteran su estabilidad, y la herbivoría es una de las menos estudiadas.

La dimensión de las afectaciones por herbivoría varía en función de la cantidad de tejido consumido, el tipo de herbívoro, el patrón de daño y la escala en la que se mide dicho consumo. Cuando la afectación es considerable, la capacidad fotosintética de las plantas se reduce afectando su crecimiento, salud y supervivencia a largo plazo; algunos herbívoros pueden dañar los órganos polinizadores, comprometiendo la calidad y cantidad de polen y, en consecuencia, su reproducción (Cannicci et al., 2008; Feller & Chamberlain, 2007; Santos Murgas, Barrios, & Luna, 2010).

Esta alteración no solo perjudica a los árboles de mangle en sí, sino que también puede desencadenar efectos en cadena sobre la arquitectura del ecosistema y las especies dependientes del manglar. Si bien algunos estudios argumentan que la incidencia de la herbivoría es moderada, en ciertos casos, se han registrado episodios de defoliación severa, como el provocado por la oruga *Junonia evarete* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia, que atacó gravemente a los

mangles de la especie *Avicennia germinans* (Mehlig & Menezes, 2005), demostrando que brotes periódicos de herbívoros tienen la capacidad de afectar hasta un 100% a sus especies hospedadores. Esto enfatiza la necesidad de examinar la herbivoría en otros ecosistemas de manglar, como el de Jambelí en la provincia de Santa Elena, donde aún no se ha explorado la dinámica de estos procesos ecológicos.

Así, emerge la siguiente interrogante:

¿Qué especies de mangle muestran una mayor propensión a la herbivoría foliar y qué organismos folívoros están involucrados?

3. JUSTIFICACIÓN

La teoría ecológica predice las repercusiones más contundentes de la herbivoría en el ecosistema cuando se consumen especies dominantes y ecológicamente importantes (Synnove Lilleeng, Joar Hegland, Rydgren & Moe, 2021). Desde el punto de vista de la ecología funcional, es determinante discernir cómo la herbivoría afecta el crecimiento y la distribución de las poblaciones vegetales mientras que, desde la ecología evolutiva, el interés radica en indagar cómo la herbivoría repercute en la adaptación de características morfológicas y fisiológicas que permiten a las plantas sobrevivir en presencia de consumidores herbívoros, ya sea evitando o resintiendo el ataque (Heredia & Ruiz, 2011).

Con la presión creciente sobre los manglares debido a la expansión urbana y la contaminación, las iniciativas de restauración frecuentemente se centran en la reforestación de árboles de mangle. No obstante, sin una percepción clara de cómo los herbívoros afectan el éxito de estos proyectos, podría subestimarse la incidencia del consumo foliar en la permanencia de los nuevos brotes y en la capacidad de los manglares restaurados para volver a ofrecer los servicios ecosistémicos que los distinguen.

Realizar un seguimiento de la evolución y la ecología de las defensas vegetales equivale a comprender el origen y el funcionamiento de los ecosistemas existentes, es así como, al ejecutar este trabajo, se pretende caracterizar los tipos de

daños foliares provocados por los herbívoros y los niveles de consumo influenciados por la morfología de las hojas de los mangles de Jambelí. Los resultados no solo beneficiarán directamente al cuidado de los manglares en la región, sino que también proporcionarán conocimientos para el manejo en áreas afectadas por herbivoría.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar la herbivoría foliar en árboles de mangle mediante la cuantificación de la tasa de consumo, determinando la especie de mangle más susceptible al ataque de organismos folívoros.

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre rasgos foliares y patrones de daño en cada especie de mangle cuantificando el porcentaje de área foliar consumida.
- Comparar la herbivoría entre las diferentes especies de mangle estableciendo las preferencias de consumo de los organismos folívoros.
- Identificar los principales organismos folívoros presentes en las hojas de mangle utilizando guías taxonómicas.

5. HIPÓTESIS

(H₁). Los organismos folívoros muestran una preferencia de consumo entre las especies de mangle presentes en la Comuna Jambelí.

CAPÍTULO II

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Generalidades e importancia ecológica de los manglares

Los manglares se encuentran en la zona intermareal de las costas donde los cuerpos de agua dulce desembocan en el mar. Sus suelos se caracterizan por tener un aspecto fangoso, poco estable y carentes de oxígeno, consecuencia de la exposición periódica a inundaciones por la entrada de agua salada (Poveda Burgos & Avilés Almeida, 2022).

En Latinoamérica y el Caribe se encuentra el 26% de la cobertura total de manglares a nivel mundial y hoy en día, hacen parte de los cinco biotopos más productivos del mundo ya que han logrado superar el nivel de productividad primaria de diversos ecosistemas incluyendo los sistemas agrícolas (Teutli-Hernández, et al., 2021).

Según un informe de Global Mangrove Alliance 2021, año tras año, los manglares generan aproximadamente 600 mil millones de crías de camarones y peces al igual que 100 mil millones de cangrejos y bivalvos (Spalding & Leal, 2021). Además, su medio hipóxico contribuye al saneamiento de las aguas residuales que son trasladadas por los afluentes y reduce las consecuencias del cambio climático

al producir la oxidación o reducción del óxido nitroso a óxido nítrico o a nitrógeno molecular, respectivamente (Capella, 2024).

6.2. Especies de mangle presentes en el manglar de Jambelí.

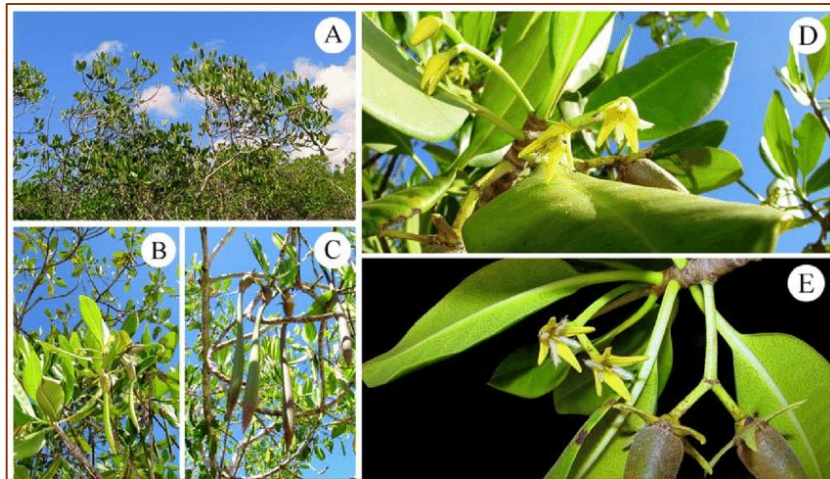
6.2.1. Rhizophora mangle

El mangle rojo es un árbol perennifolio que alcanza alturas de 1.5 a 15 metros de altura y 50 cm de diámetro a la altura del pecho. Cuenta con raíces aéreas en forma de zancos denominadas neumatóforos que nacen de las ramas o el tronco y caen al suelo para proporcionarle sostén a la planta, así como beneficios de nutrición y aireación. Sus flores son pequeñas de color amarillo o blanco que crecen en la parte superior de las ramas en forma de racimos (Garcés & Lozano, 2021).

Las hojas de *Rhizophora mangle* por lo general tienen entre 8 y 13 cm de longitud y de 1 a 5.5 cm de ancho. Son verdes, simples, pecioladas y opuestas con formas oblongas o elípticas (Figura 1). Su dureza es mayor a comparación con otras especies y el peciolo muy corto, características que permiten reducir la pérdida de agua y preservar sus nutrientes antes de la abscisión (Mijangos, 2013).

Figura 1

Estructuras morfológicas de Rhizophora mangle



Nota: Tomado de Flora da Bahia: Rhizophoraceae, por A. E.-A. Popovkin, F. I.S. Abreu y E. Marinho, 2014.

6.2.2. *Avicennia germinans*

El mangle negro, está presente en las regiones tropicales y subtropicales de América gracias a que ha logrado adaptarse y desarrollarse en condiciones adversas de salinidad, hidropérido y disponibilidad de nutrientes (González Muñoz & Andrade, 2024). De hecho, una de las características particulares que presenta es la producción de cristales como mecanismo para eliminar el exceso de sal absorbido a través del agua, estos cristales pueden observarse a simple vista en el envés de las hojas (Figura 2).

Figura 2

Cristales de sal secretados por hojas de Avicennia germinans



Nota: Tomado de Ulf Mehlig, s.f., tropical.theferns.info.

<https://tropical.theferns.info/image.php?id=Avicennia%20germinans>.

Las hojas de *Avicennia germinans* son de color verde brillante, de tamaño mediano con bordes ondulados y presentan una disposición opuesta que evita el auto sombreado. Sus estomas permanecen abiertas para reducir la transpiración y resistir la fluctuación de la presión de vapor del aire. Es una de las especies de mangle que produce mayor cantidad de taninos como medio de defensa frente a depredadores (Villamonte et. al, 2010; Bernal, 2017).

6.2.3. *Laguncularia racemosa*

Laguncularia racemosa (mangle blanco) se distingue de otras especies por la presencia de dos glándulas prominentes localizados en los pecíolos de sus hojas (Figura 3), así como por sus raíces en forma de pilote bien desarrolladas. Sus hojas, presentan una disposición opuesta, con una forma elíptica y ápices redondeados,

mismas que alcanzan tamaños que oscilan entre 4-10 cm de largo y de 2.5-5 cm de ancho. Son carnosas y ligeramente suculentas, carecen de tricomas y vellosidades, así como de nervaduras visibles (Lonard, Judd, DeYoe, & Stalter, 2020).

Figura 3

Hojas de Laguncularia racemosa



Nota: Las flechas señalan la ubicación de glándulas de sal en las hojas de esta especie de mangle

Las flores se desarrollan en espigas terminales y su periodo de floración se extiende desde julio a octubre. Los frutos tienen una forma similar a las almendras, presentan una ranura y, en ocasiones, exhiben características vivíparas (Lauri & Gibson, 2021).

6.3. Definición de herbivoría y su importancia en la ecología vegetal

El término “herbivoría” hace referencia al nivel de consumo ejercido por un organismo a cualquier parte de una planta, ya sea raíces, flores, tallos, frutos, follaje o semillas (Schowalter, 2016). Las interrelaciones ecológicas que se consideran parte de la herbivoría y otros procesos hacen posible la generación de servicios ecosistémicos, como: oxigenación del sustrato, reciclaje de nutrientes, consumo de la materia orgánica y mantenimiento del flujo energético en la cadena trófica (Cannicci, Damien Burrows, Smith, Offenberg, & Dahdouh-Guebas, 2008).

Los herbívoros incluyen tanto a organismos vertebrados como invertebrados. Entre los vertebrados se encuentran animales como los ungulados, elefantes o roedores, los cuales ejercen un marcado control de la vegetación, regulan la demografía vegetal y dispersan grandes cantidades de semillas al moverse. Por su parte, entre los herbívoros invertebrados, los insectos son catalogados como el grupo más abundante y diverso, incluyendo a larvas de lepidópteros, coleópteros, hemípteros, ortópteros, entre otros (Pringle, et al., 2023).

La herbivoría no es un proceso lineal, tiende a variar según las condiciones ambientales, factores bióticos y evolutivos. Por esta razón, algunas especies vegetales se ven más afectadas que otras. Basándose en la hipótesis de la herbivoría latitudinal, el calentamiento global podría aumentar las tasas de herbivoría de

insectos en lugares fríos y aumentar las consecuencias negativas en lugares cálidos (Liu, Jiang, Chase, & Liu, 2024).

La pérdida de follaje por herbivoría suele ser mayor en ecosistemas menos diversos gracias a la presencia de herbívoros especialistas, contrario a lo que ocurre con lugares con vegetación más diversa, donde se ha documentado que herbívoros generalistas disminuyen el consumo al no adaptarse a un alimento en específico (Robinson & Strauss, 2020). Aunque, los folívoros suelen inclinarse por el consumo de hojas maduras, los casos más severos de defoliación están asociados a un follaje más joven, además, los árboles con crecimiento rápido muestran mayores porcentajes de herbivoría que aquellos con crecimiento tardío (Schowalter, 2016).

Las especies vegetales se protegen de sus consumidores mediante complejos mecanismos de adaptación, tales como: presencia de pelos urticantes, espinas, compuestos tóxicos para repeler a los agresores o bien compuestos que actúan atrayendo a depredadores de dichos atacantes (Zavala, 2010; Acevedo, 2020).

En este sentido, las plantas liberan “compuestos volátiles de plantas inducidas por herbívoros” conocidos como HIPV, por sus siglas en inglés; estos compuestos actúan como señales con el fin de atraer a los enemigos naturales del herbívoro que está atacándola. Los HIPV se emiten en varias escalas espaciales y

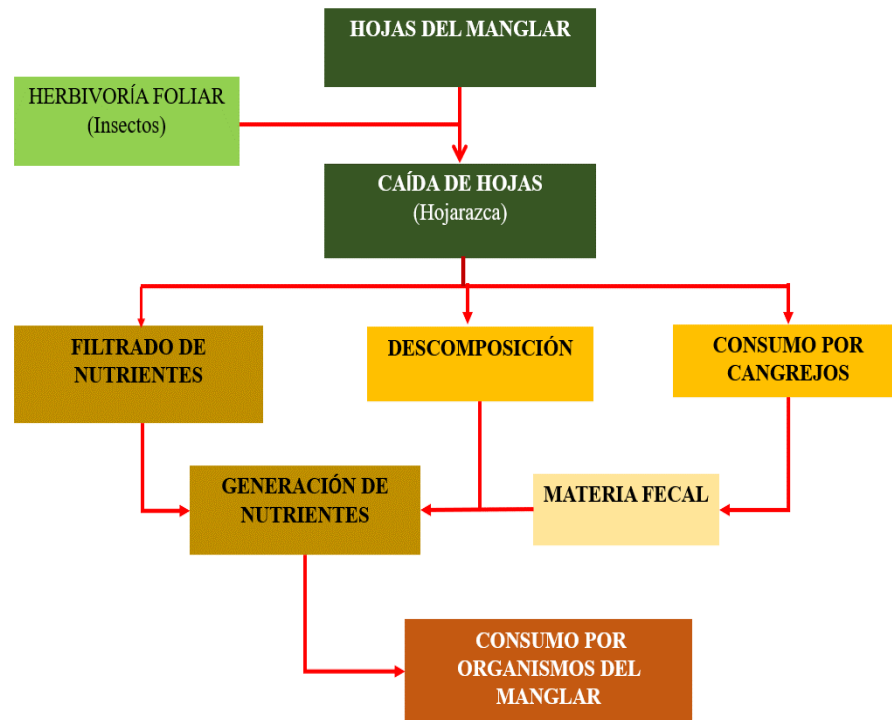
son muy variables tanto en frecuencia como en composición química, ya que dependen de la especie y de la fase de desarrollo tanto de los organismos implicados como de su hospedador (Nemera & Bekana, 2023)

Por lo general, los HIPV están compuestos de moléculas de glucosa y un conjunto de terpenos. Su liberación puede ocurrir inmediatamente u horas después de haber comenzado el ataque (Romero Pérez & Hernández Cumplido, 2019).

En los mangles, la herbivoría puede darse de cuatro maneras principales: consumo de propágulos; hojarasca, folivoría (hojas del dosel) y la xilovoría (perforación de tallos y raíces) causado principalmente por cangrejos e insectos. Cuando los herbívoros se alimentan de las hojas del mangle facilitan que también caigan al suelo formando la hojarasca, iniciando el proceso de reciclaje de nutrientes: los microorganismos las descomponen, los cangrejos se alimentan y filtran la materia orgánica que juntos con otros desechos generan los nutrientes esenciales que son absorbidos por otros organismos del manglar (Figura 4).

Figura 4

Principales efectos de la herbivoría en el funcionamiento del manglar.



Nota: Modificado de Kathiresan y Bingham, 2001.

6.4. Métodos de evaluación de la herbivoría foliar

Existen dos maneras para calcular la biomasa vegetal perdida por consumo asociado a herbívoros: el primero consiste en medir el área consumida durante el periodo de expansión en hojas previamente marcadas, y el segundo en registrar el área ausente en hojas seleccionadas al azar.

La cuantificación de la herbivoría usando métodos tradicionales como el realizado de forma manual y con papel milimétrico conlleva tiempo y esfuerzo sobre todo si el número de muestras a analizar es alto. Por tal motivo, actualmente se busca facilitar este proceso mediante el uso análisis de imágenes digitales (AID), cuya automatización permite una mayor simplicidad y repetibilidad (Sauceda Acosta et al., 2024).

6.4.1. Uso de ImageJ

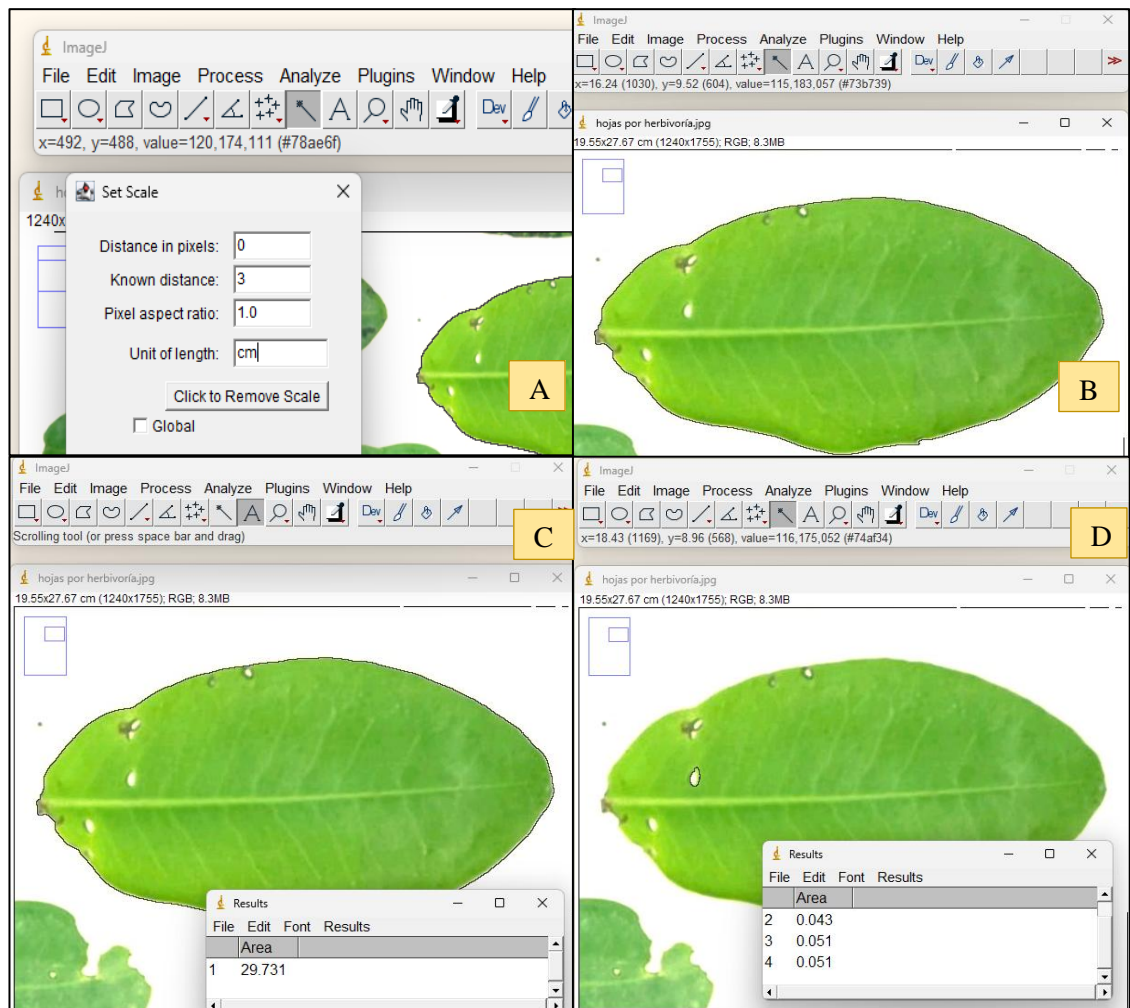
En este contexto, uno de los softwares más utilizados es ImageJ, programa de acceso gratuito creado por el Instituto Nacional de Salud (NIH), que facilita calibrar imágenes, seleccionar regiones de interés y medir áreas, longitudes y perímetros (Demaio, 2018). Este programa está diseñado para ponderar las muestras y agregar objetividad a las observaciones en una “imagen científica” (Figurar 5).

Uno de los principales retos en la estimación de la herbivoría es la necesidad de restaurar la forma original de las hojas con bordes dañados. La morfología simétrica de las hojas de *Rizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* permiten una reconstrucción precisa del área original incluso en casos de daños severos. La morfología variable de las hojas de *Avicennia germinans* dificultan el cálculo de consumo en esta especie. Pese a ello, el uso de estos programas sigue siendo la

opción más acertada y confiable que puede ser aplicada para una variedad de especies vegetales (Leonardo Sandrini-Neto & Pellizzari, 2007).

Figura 5

Uso de ImageJ para el cálculo de áreas foliares.



Nota: A. Calibración de la imagen, B. Delimitación del área total. C. Uso de función Área (Analyze- Measure), D. Selección y cálculo de área afectada.

6.5. Antecedentes y estudios previos sobre herbivoría en manglares

El estudio de la herbivoría foliar o folivoría en ecosistemas de manglar se ha convertido en un tema de gran relevancia, de tal manera que Gómez-García, et al., (2015) evaluó el daño foliar ocasionado por la herbivoría en árboles de mangle negro en México, comparando el grado de afectación entre árboles plantados manualmente y regenerados de forma natural. Además, se correlacionó el consumo de herbívoros con variables como crecimiento y estación del año.

Por otro lado, Silva & Maia, (2022) llevaron a cabo un estudio comparativo de la herbivoría en arboles de las especies *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* y *Rizophora mangle* tanto en época seca como lluviosa, demostrando que existen preferencias de consumo entre especies y que ciertos tipos de daño son más frecuentes que otros, además, se estableció que la salinidad es un factor determinante.

Un estudio similar fue realizado por Rodríguez & Muñoz, (2024) donde se analizó el impacto del daño foliar en cuatro especies de mangle ubicados en el manglar de Pixvae en el Pacífico de Panamá, estos fueron: *Rhizophora mangle*, *Pelliciera rhizophorae*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. Para ello, se realizó un muestreo sistemático en el estrato medio, bajo y alto del dosel, y el cálculo del área foliar removida utilizando un sistema de procesamiento de imágenes.

Vázquez, Jiménez, Cruz, Rodríguez & Morales, (2024) estudiaron las áreas afectadas por *Hylesia colimatifex*, un defoliador presente en la zona de manglar de la Laguna Mecoacán en Tabasco- México, quién provocó la defoliación de 116 hectáreas de manglar pertenecientes a una Reserva.

En Ecuador, las investigaciones sobre el tema se centran en manglares ubicados en el golfo de Guayaquil. Por ejemplo, Quevedo (2020) divulgó por primera vez la presencia de la especie *Thyriniteina arnobia*, polilla perteneciente a la familia Geometridae, en mangles de la especie *Rhizophora harrisonii* misma que fue responsable del daño presente en el 40% de las hojas muestreadas durante la época seca.

6.6. Principales insectos folívoros presentes en manglares

6.6.1. Orden Orthoptera

Los insectos pertenecientes a este orden son de tamaño variable. Se caracterizan por la forma de su cabeza, ya que forma un ángulo recto con el eje del cuerpo y la boca se orienta hacia abajo. Posee grandes ojos que incluyen ocelos y antenas de longitud variable. Su aparato bucal es de tipo masticador, mientras que el tercer par de patas se encuentra especializado para el salto. Disponen de dos pares de alas, las cuales pueden estar reducidas dependiendo de la especie, o incluso, a

estar ausentes (Aguirre-Segura & Vega Barranco, 2015). Algunas de las familias de ortópteros se mencionan a continuación.

6.6.1.1. Familia Tettigoniidae

Son conocidos comúnmente como insectos hoja. Estos organismos han desarrollado notables estrategias como la cripsis y el aposenmatismo, que les permiten eludir a sus depredadores en especial cuando imitan la apariencia de alguna estructura vegetal. En la actualidad, se han registrado cerca de 6400 especies distribuidas en las regiones tropicales subtropicales y templadas. La mayoría de estos insectos son herbívoros polípagos, manteniendo una relación de alta dependencia con la composición de la vegetación que los rodea (Carvajal, 2016).

6.6.1.2. Familia Acrididae

Los acrídidos son un grupo de insectos que tienen un desarrollo paurometábolo, lo que significa que sufren una metamorfosis incompleta. Se pueden identificar por sus patas posteriores de gran tamaño especializadas para el salto. A diferencia de otros ortópteros, sus antenas son cortas, sin exceder la longitud corporal. El ovopositor es reducido y los tímpanos se localizan en posición lateral sobre el primer segmento abdominal (Vladimir Carvajal, 2020).

Se encuentran dentro de los insectos de mayor importancia a nivel global puesto que, el 89,96% de las especies que la conforman tienen importancia

ecológica y el 13,04% restante son de interés agrícola (Atencio-Valdespino, et al., 2021).

6.6.1.3. Familia Gryllidae

Los insectos de la familia Gryllidae, conocidos como grillos o langostas, pertenecen al suborden Ensifera. Generalmente, tienen un color que varía del marrón al negro y son nocturnos. Esta familia tiene una relación cercana con los saltamontes, especialmente en su forma de producir sonido, conocido como estridulación. Sus patas están adaptadas para el salto, aunque menos que las de los saltamontes, lo que les otorga una apariencia más delicada. Pueden alimentarse de materia vegetal o de otros insectos (Castañeda, 2025).

6.6.2. Orden Coleoptera

El orden Coleoptera se distingue principalmente por la presencia de un primer par de alas endurecidas, conocidas como élitros, que en estado de reposo cubren completamente un segundo par de alas de aspecto membranoso, desempeñando así una función protectora. Este orden es el más abundante entre los insectos con más de 370 000 especies descritas, por tanto, se encuentran en prácticamente todos los hábitats y exigen una notable diversidad en su morfología relacionado con las condiciones climáticas del entorno en el que habitan (Bar, 2010). Entre las familias que lo conforman están las siguientes.

6.6.2.1. Familia Curculionidae

Los Curculionidae conocidos como gorgojos o picudos se caracterizan por su rostro alargado resultado de la extensión frontal de la cápsula cefálica, que usualmente tiene forma cilíndrica. Las antenas de estos insectos son acodadas, clavadas y se insertan en el rostro. Estos coleópteros, son comunes en una amplia variedad de ecosistemas y su éxito evolutivo está íntimamente vinculado con la diversificación de las plantas con flores. La mayoría de los curculiónidos son fitófagos durante su ciclo de vida, por lo cual la gran mayoría son objeto de estudio debido a su rol como plaga en cultivos de importancia económica (Girón Duque & Cardona Duque, 2018).

Los Curculionidae conocidos como gorgojos o picudos se caracterizan por su rostro alargado resultado de la extensión frontal de la cápsula cefálica, que usualmente tiene forma cilíndrica. Las antenas de estos insectos son acodadas, clavadas y se insertan en el rostro. Estos coleópteros, son comunes en una amplia variedad de ecosistemas y su éxito evolutivo está íntimamente vinculado con la diversificación de las plantas con flores. La mayoría de los curculiónidos son fitófagos durante su ciclo de vida, por lo cual la gran mayoría son objeto de estudio debido a su rol como plaga en cultivos de importancia económica (Girón Duque & Cardona Duque, 2018).

El género *Anthonomus* incluye organismos que se nutren principalmente de tejidos vegetales, mostrando una preferencia hacia las estructuras reproductivas tales como flores, botones florales y frutos. Las plantas hospedadoras de estos insectos pertenecen a al menos 22 familias predominantemente dicotiledóneas. Numerosas especies exhiben hábitos alimenticios limitados siendo oligófagos o incluso monófagos (Gosik & Sprick, 2024)

6.6.2.2. Familia Chrysomelidae

La familia Chrysomelidae o escarabajos de las hojas son un grupo de fitófagos que se alimentan tanto de gimnospermas como angiospermas. En su etapa larvaria presentan una alimentación variada que incluye hojas donde actúan como minadores, raíces o tallos subterráneos y desechos vegetales. Son considerados indicadores potenciales de diversidad, ya que, se ha demostrado que, por lo general, su presencia se asocia con las condiciones microclimáticas del medio. Es así, como esta relación les permite adoptar estrategias de alimentación, generalista o especialista dependiendo de las características del entorno (Atkinson, 2017).

El género *Calligrapha*, perteneciente a la tribu Doryphorini y a la subfamilia Chrysomelinae, agrupa a un conjunto de escarabajos de la familia Chrysomelidae propios del continente americano, con cerca de cien especies distribuidas en todo el continente americano. Los adultos de este género presentan rasgos morfológicos distintivos como epipleuras con borde apical ciliado, palpómero maxilar terminal agrandado y ventritos sin apéndices prominentes. Su característica más reconocible

es el diseño elitrar, con un fondo claro decorado con manchas oscuras (Cid-Arcos, 2023).

6.6.2.3. Familia Scarabaeidae

La familia Scarabaeidae, es una de las más diversas dentro del orden Coleoptera, con más de 28,000 especies agrupadas en 2,200 géneros distribuidos a nivel global. Los escarabeidos presentan características como antenas con los tres últimos segmentos en forma de láminas, protórax adaptado a la excavación, protibias dentadas y alas con venación reducida. Su abdomen muestra un octavo tergito visible que forma la placa pigidial. Las larvas, en forma de “C”, se denominan escarabeiformes. Según su dieta, se han identificado dentro de la superfamilia Scarabaeoidea cuatro grandes grupos funcionales: saprófagos, saprofitófagos, fitófagos y depredadores y hasta 13 gremios tróficos, lo que resalta su papel ecológico clave como recicladores de materia orgánica vegetal y animal en descomposición (Guzmán-Vásquez, Sánchez-García, Hernández-Cruz, Rös, & Deloya, 2021).

6.6.3. Orden Lepidoptera

6.6.3.1. Familia HesperIIDae

La familia HesperIIDae está conformada por mariposas de tamaño mediano con cabeza grande y tórax ensanchado. Por lo general, su coloración es oscura y

algunas cuentan con patrones de colores vivos y metálicos. El vuelo es rápido y ágil, y sus antenas están separadas en la base de la cabeza debido a una terminación en gancho. Las larvas tienen un cuerpo cilíndrico, con tonalidad que varían del verde a marrón, una cabeza prominente y cuello estrecho. Generalmente, permanecen ocultas dentro de hojas que se enrollan y aseguran con hilos de seda (González, Sánchez, & Arrieche, 2017).

6.6.3.2. Familia Noctuidae

Noctuidae perteneciente a la superfamilia Noctuoidea se diferencian de otras familias por la presencia de una vena vestigial en el ala posterior. Algunas de las subfamilias como Noctuinae y Heliiothinae llegan a ser consideradas plagas importantes en cultivos agrícolas. Las larvas de esta subfamilia pueden ser específicas o generalistas, atacando a diferentes partes de la planta, ya sea el tallo, el folio o incluso el grano en el caso de “gusanos chocleros” (Amaru Castillo, San Blas, & Yabar Landa, 2021).

6.6.3.3. Familia Nymphalidae

Actualmente, se han registrado seis mil especies de lepidópteros de la familia Nymphalidae a nivel mundial. Cuentan con patas anteriores reducidas, característica que permite diferenciarlas de otras familias. Sus patas anteriores están cubiertas por vellosidades con apariencia de cepillo y su tamaño es variable (Khyade, Gaikwad, & Vare., 2018).

CAPÍTULO III:

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1. Tipo de investigación

El presente trabajo fue de tipo observacional no experimental ya que se enfocó solo en la descripción de las variables de estudio. Además, siguió una metodología cuantitativa que permitió obtener datos en campo sobre el consumo foliar y los organismos involucrados para luego realizar los análisis estadísticos y así responder a las preguntas previamente formuladas.

7.2. Descripción del Área de Estudio

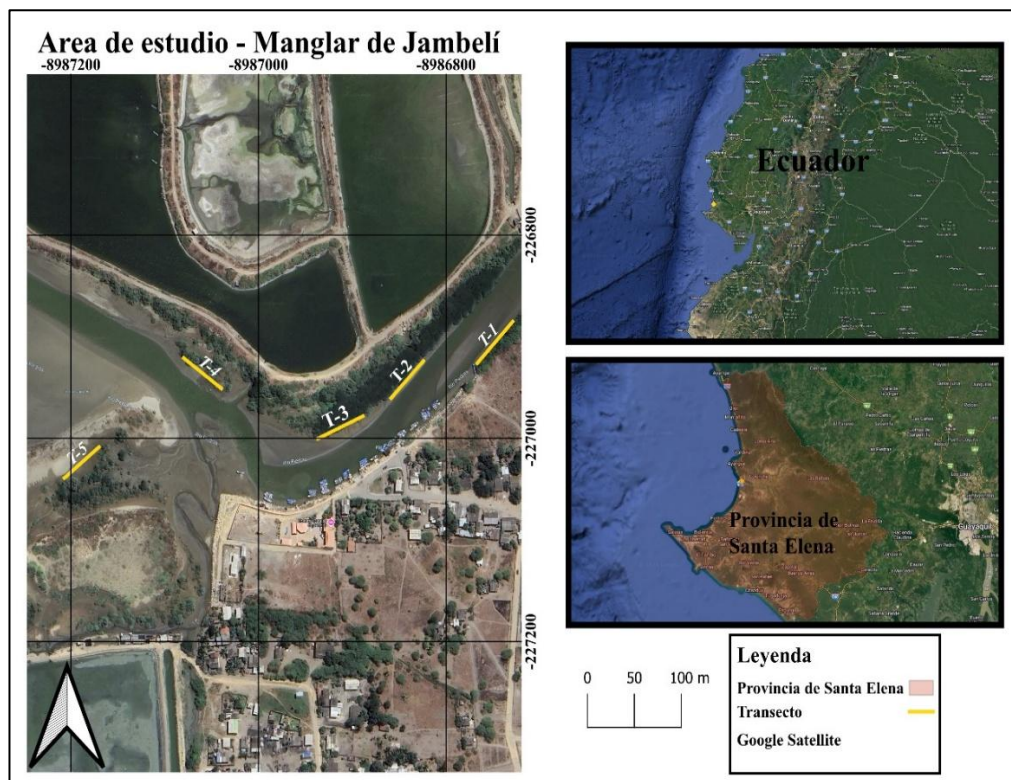
El área de estudio fue en el manglar ubicado en la Comuna Jambelí, perteneciente a la Provincia de Santa Elena- Ecuador entre las coordenadas 2°02'16"S 80°43'42"W (Figura 6). Esta comunidad limita al norte con Palmar, al sur con Monteverde, al este con el Océano Pacífico y al oeste con Colonche.

El manglar de Jambelí tiene una extensión de 1,3 hectáreas y cuenta con dos fuentes principales de agua natural: el río Javita que desemboca en el mar, y el Océano Pacífico (Gonzalez, 2001). Mantiene una temperatura entre 22,7 y 26,6 °C con una marcada estación lluviosa de diciembre a mayo, que influye en la salinidad y otras condiciones del agua. Este lugar está compuesto principalmente por tres

especies de mangle: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, además, otras plantas asociadas como trepadoras y rastreras, entre ellas *Batis marítima*, *Sesuvium portulacastrum* y *Exodecomus maritimus* (Pozo, 2023).

Figura 6

Ubicación geográfica del área de estudio.



7.3. Diseño de Muestreo

En un primer recorrido por el manglar, se utilizó un flexómetro para establecer cinco transectos de muestreo de 20x50 m (1000 m²) haciendo un total general de 5000 m² (Esquivel et al., 2018). El inicio y final de cada transecto fue georreferenciado con un GPS Garmin Montana 680t para después marcarlos en el mapa utilizando el programa QGIS (Tabla 1).

Tabla 1

Coordenadas de cada transecto muestreado.

Transecto	Coordenadas	
	Inicio	Final
1	2°2.2830'S 80°43.7650'O	2°2.2760'S 80°43.7600'O
2	2°2.2840'S 80°43.7990'O	2°2.3130'S 80°43.8290'O
3	2°2.3260'S 80°43.8650'O	2°2.3230'S 80°43.8770'O
4	2°2.2910'S 80°43.9240'O	2°2.3480'S 80°44.0010'O
5	2°2.3380'S 80°43.9900'O	2°2.2740'S 80°43.9390'O

Por la topografía del lugar y según las oportunidades de acceso al lugar, tres de ellos fueron ubicados siguiendo la línea paralela a la costa mientras que los dos restantes en la parte más interna del manglar.

7.4. Metodología

7.4.1. Fase de Campo

7.4.1.1. Identificación de especies de mangle.

Se contó y registró en una libreta de campo las especies de mangle encontradas dentro de cada transecto. La identificación se llevó a cabo gracias a la observación directa y la comparación de sus estructuras principales (hojas, flores, raíces y frutos) con guías de campo como “Guía de Manglares del Ecuador” (Molina Moreira, Grazia Rodríguez, & Macías Tulcán, 2024).

7.4.1.2. Recolección de muestras para análisis del consumo foliar

Una vez seleccionados los árboles a monitorear, la recolección de hojas se realizó en horarios de marea baja, conforme a las especificaciones de la Tabla de Mareas 2025 proporcionada por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR). Esta estrategia garantizó un acceso óptimo a las áreas de muestreo, minimizando riesgos y facilitando la recolección.

Para calcular la herbivoría acumulada por especie en cada transecto, los recorridos en campo se realizaron una vez por semana durante enero hasta abril de 2025, es decir, cuatro monitoreos por mes. Siguiendo la metodología empleada por Romero, Cantera & Peña (2020): se recogieron hojas de cada árbol de forma

aleatoria, para ello, primero se escogió una rama con 30-40 hojas que estuviera ubicada a una altura media con una exposición lumínica intermedia y de esta se seleccionaron 20 hojas al azar.

Las muestras fueron almacenadas en bolsas de polipropileno con cierre hermético y debidamente rotuladas de acuerdo con el transecto de donde se extrajo y la especie a la que pertenecían, de este modo fueron transportadas evitando causar daños mecánicos por manipulación. Posteriormente, se utilizó agua destilada para eliminar sedimentos acumulados en las hojas y papel absorbente para secarlas evitando que la humedad posterior pudiera ocasionar la pérdida de muestra por una aceleración en su descomposición o crecimiento de hongos.

7.4.2. Cálculo del Área Foliar Consumida

A fin de facilitar y mejorar la precisión de los cálculos se utilizó un sistema digital de procesamiento de imágenes conocida como “ImageJ versión 1.4g”, donde las hojas previamente digitalizadas con una impresora CANON PIXMA TS3350 se sometieron a un proceso que eliminó sombras, restauró el contorno original cuando fue necesario y permitió calcular tanto el área consumida (AFC) como el área total (AT), expresados en número de píxeles (Sandrini Neto, Hostin , Lana , & Pellizzari, 2017; Valoy, et al., 2018). Subsecuentemente, para obtener el porcentaje de consumo se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ de Consumo foliar} = \frac{AFC}{AT} * 100$$

Sin embargo, para minimizar el error asociado a la expansión de los daños durante el crecimiento de las hojas, el resultado final fue expresado en escalas (Tabla 2) según lo propuesto por Lowman (1984).

Tabla 2

Escala de evaluación del área foliar consumida por herbivoría.

Escala	Área foliar dañada (%)
0	Sanas
1	1 a 19
2	20 a 49
3	50 a 79
4	>80

Nota: Tomado de Lowman (1984)

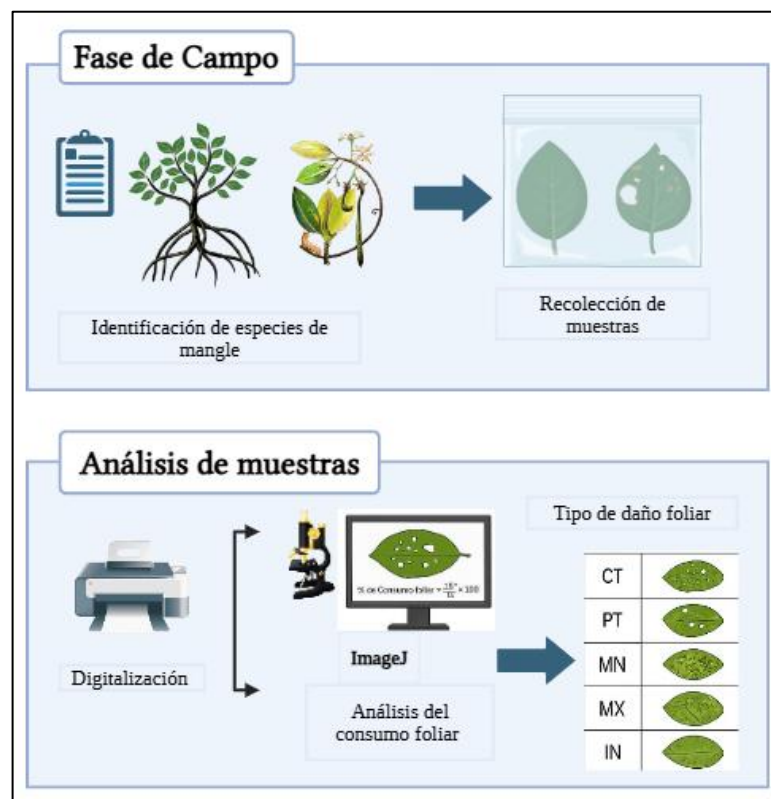
7.4.3. Análisis del tipo de daño foliar

Se anotó el tipo de daño y la etapa de desarrollo (joven o adulta) en la que se encontraba la hoja en el momento de la recolección. Para la diferenciación y clasificación según la etapa de desarrollo se tomó como referencia la apariencia en color y textura en campo siendo por lo general más uniforme en hojas jóvenes (Stanley, 2013).

El porcentaje de área foliar consumida se clasificó según el tipo de daño en las categorías: cortador, punteador, minador, raspador, mixto e indeterminado (Figura 7).

Figura 7





Metodología aplicada para análisis del consumo foliar.





Basado en el trabajo de Valoy et al. (2018), esta clasificación se efectuó mediante la observación de las hojas recolectadas, identificando las características específicas asociadas a cada tipo de daño tal como se muestra a continuación (Tabla 3).

Tabla 3

Tipos de daños foliares causado por herbívoros

Tipo	Características	Fotografía
Cortador	Pérdida de partes de la lámina foliar, especialmente los bordes, este daño es atribuido a larvas de lepidópteros y ortópteros.	
Punteador	Daños pequeños y numerosos dentro de la lámina foliar, por lo general se asocia a coleópteros e himenópteros.	
Minador	Consiste en galerías o minas de diferentes tamaños y formas, que corresponden a marcas generadas por larvas de lepidópteros, dípteros o himenópteros al alimentarse del mesófilo.	
Mixto	Presencia de más de un tipo de daño en la misma hoja.	

Indeterminado (IN)	Daños cuya causa no pudo atribuirse a herbívoros, como los daños físicos o fúngicos.	
Raspador	Pérdida de la capa superficial de las hojas sin seguir ningún patrón excepto en <i>L. racemosa</i> , en donde se presenta alineado en el borde	

Nota: Modificado de Valoy et al. (2018). Patrones de herbivoría en *Vassobia breviflora* (Solanaceae): variación en el daño foliar y selección natural mediada por herbívoros. Revista de Biología Tropical.

7.4.4. Identificación de Organismos Folívoros

Para identificar a los organismos responsables del daño foliar, se ejecutó dos muestreos mensuales aplicando el método destructivo inicial. Este método consiste en extraer los organismos en el primer muestreo para su identificación en el laboratorio, así, en los monitoreos posteriores, fueron únicamente cuantificados e identificados *in situ* para no alterar su estructura comunitaria (González Obando, Montoya Lerma, Ulloa Chacón, & Zuñiga, 2013).

En la colecta se usó de la técnica conocida como “red de golpeo” (Márquez Luna, 2005), que consiste en colocar una sábana blanca bajo el árbol en estudio y golpear la vegetación en intervalos breves. Tras cada intervención, se revisaba cuidadosamente la sábana, recolectando los organismos caídos con ayuda de una lupa de mano. Este método permitió capturar invertebrados que, al percibir peligro, suelen dejarse caer como mecanismo de defensa.

Los especímenes más pequeños o de cuerpo blando difíciles de manipular fueron capturados con un aspirador manual (succionador) y luego depositados en frascos de 100 ml mediante soplado (Darrigran, Vilches, Legarralde, & Damborenea, 2019). Antes de la toma de fotografías se les aplicó la narcosis por frío, es decir, los individuos fueron sometidos a refrigeración durante unos minutos hasta quedar inmobilizados. Este procedimiento no afecta las estructuras neuronales permitiendo que posterior a su recuperación por la anestesia fría pudieran ser reintroducidas a su medio natural (Groening, Venini, & Srinivasan, 2018).

La identificación se realizó a nivel de clase, orden, familia y género siguiendo guías de identificación como “Insecto, arañas y otros artrópodos terrestres” (McGavin, 2010), “Lepidópteros de la finca Gertrudis y su área de conservación” (Crespo, 2018), “Guía de Campo: Insectos de Importancia Agrícola” (Fundación Charles Darwin 2022) y como refuerzo la aplicación “Picture insect” y iNaturalist.

7.4.5. Abundancia y Diversidad de Organismos Folívoros

Para el cálculo de la abundancia de los organismos identificados se utilizó la fórmula siguiente:

$$N = \sum_{i=1}^s n_i$$

Donde:

N es la abundancia de todas las especies.

n_i es el número de individuos de la especie i .

s es el número de especies

En otro aspecto, para el cálculo de diversidad de especies en la localidad se empleó el índice de Shannon- Wiener. Su fórmula es $H = - \sum p_i \ln p_i$, lo que se traduce como la sumatoria de la abundancia relativa multiplicado por el logaritmo natural de la abundancia relativa. En esta fórmula p_i representa la proporción o frecuencia relativa de cada especie dentro de la población y “ \ln ” indica el uso del logaritmo natural (Valdez, Guzmán, Valdés, Alvarado, & Rocha, 2018).

También se aplicó los índices de Dominancia de Simpson y Equitatividad de Pielou, Ambos indicadores se expresan en una escala de 0 a 1; en el caso de

Simpson, los valores cercanos a 1 indican mayor dominancia de ciertos grupos, mientras que el Índice de Pielou refleja una distribución más equitativa en la abundancia.

7.5. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados en una matriz en el programa Microsoft Excel donde se colocarán las listas de especies de organismos folívoros, la especie de mangle donde fue encontrado y las características de las hojas recolectadas, así como el área foliar total, área consumida y porcentaje de herbivoría. Para el análisis estadístico que incluyó pruebas de normalidad, la prueba de Kruskal- Wallis, el Modelo de regresión Beta, entre otros, se empleó el Software RStudio.

7.5.1. Análisis de rasgos foliares.

Para describir los rasgos foliares de cada especie de mangle se calculó la media aritmética (\bar{X}), la desviación estándar (Desvest) y el coeficiente de variación (CV). A más de esto, para el análisis del efecto de la edad de las hojas (joven o adulta) y el tamaño sobre la proporción de área foliar removida (PAFR), se empleó modelos de regresión Beta, siguiendo la metodología propuesta por Zuur, Ieno, Walker, Saveliev y Smith (2009).

7.5.2. Preferencias de consumo foliar.

Se aplicaron pruebas de normalidad para determinar la distribución de los datos, y posteriormente se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis con el fin de identificar diferencias significativas en los porcentajes de herbivoría entre las especies de mangle evaluadas.

CAPÍTULO IV

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

8.1. Riqueza florística de los transectos analizados

Se contabilizaron un total de 98 árboles de mangle pertenecientes a tres especies diferentes, siendo la más abundante *Laguncularia racemosa* con 48 ejemplares observados en el transecto 1, 3, 4 y 5; *Avicennia germinans* con 25 individuos distribuidos en los transectos 3, 4 y 5 y *Rhizophora mangle* con 20 árboles localizados en los transectos 2, 3 y 4, representados en la tabla 4.

Tabla 4

Número de árboles por especie observados en cada línea de muestreo.

Transecto	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
1	17	--	--
2	--	--	16
3	11	3	2
4	13	12	2
5	7	10	--

Nota: Los guiones (--) hacen referencia a la ausencia de la especie en el transecto correspondiente.

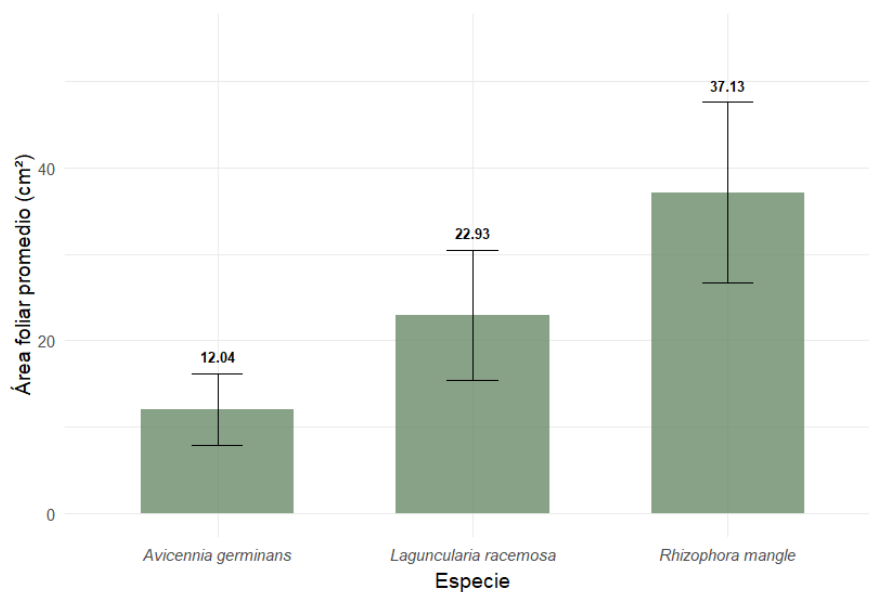
8.2. Caracterización de la herbivoría

8.2.1. Área foliar en árboles de mangle

Para el análisis de la herbivoría se recolectaron un total de 31.360 hojas, de las cuales 15.360 corresponden a mangle blanco con un área foliar promedio de $22,93 \pm 7,54 \text{ cm}^2$. Para mangle negro 8.000 con un promedio de $12,04 \pm 4,19$ y para mangle rojo, con 6400 hojas, $37,13 \pm 10,43 \text{ cm}^2$ (Figura 8).

Figura 8.

Área foliar promedio en cada especie de mangle



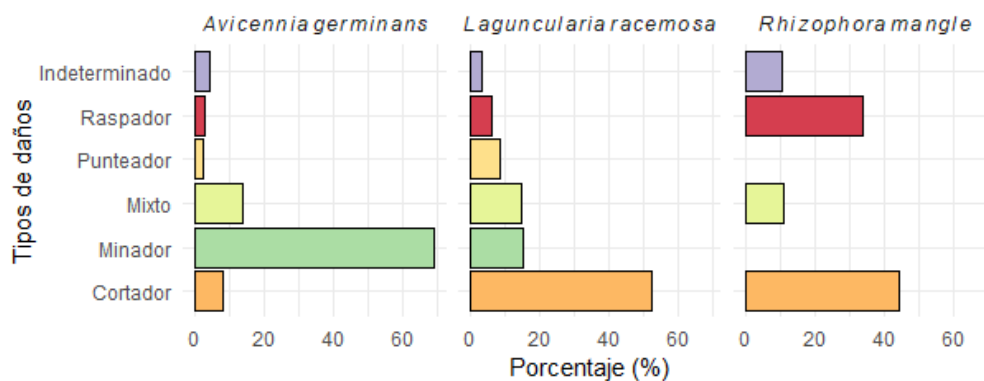
Nota: Las líneas verticales indican el error estándar de la media. Los valores numéricos sobre cada barra corresponden al promedio exacto por especie.

8.2.2. Tipos de daño por folivoría

El tipo de daño encontrado en cada hoja afectada por la folivoría varía entre especies, para las hojas de *A. germinans* presentaron seis tipos de daño siendo minador el más común con un 69,04%, mientras que el punteador con un 2,14%, fue el menos observado. Por otro lado, tanto en *L. racemosa* como *R. mangle* el daño más frecuente fue cortador, con un 52,44% y 44,19% respectivamente, y los daños indeterminados fueron los menos comunes, representando el 3,05% en *R. mangle* y el 10,70% en *L. racemosa* (Figura 9).

Figura 9

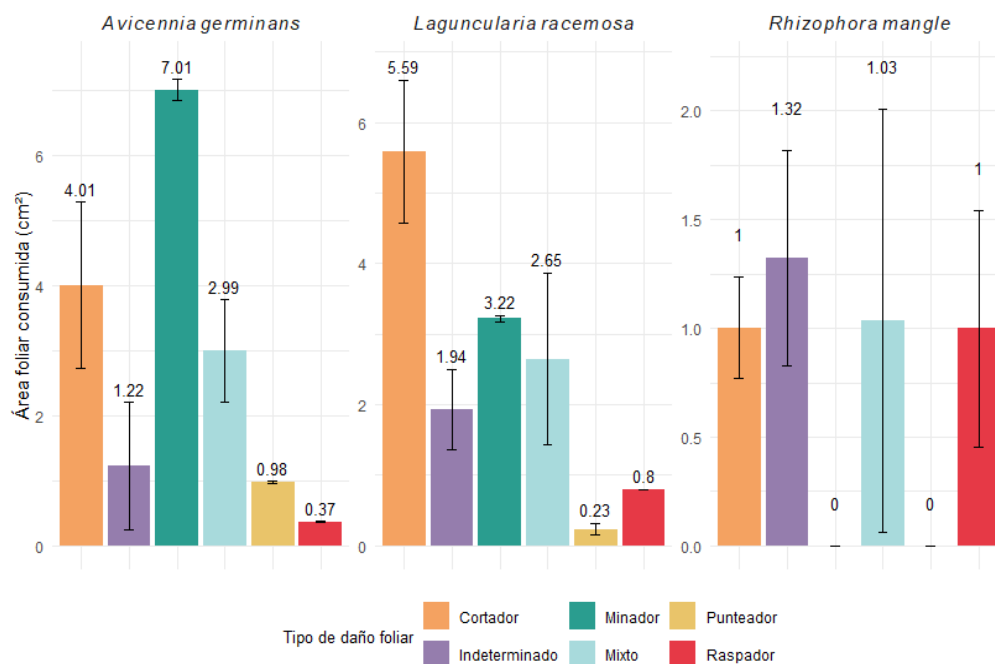
Distribución porcentual de los tipos de daño por folívoros en las hojas mangle



En la mayoría de los casos, los tipos de daños más recurrentes correspondieron a aquellos que generaron la mayor pérdida foliar. Así, en mangle negro, el área minada promedio por hoja fue de 7,01 cm²; en mangle blanco, la pérdida foliar causada por organismos cortadores fue en promedio 4,01 cm². Contrario a los dos casos anteriores, en mangle rojo, los daños indeterminados asociado a posibles hongos o a una deficiencia de nutrientes fueron los que presentaron la mayor área afectada por hoja, con un promedio de 1,32 cm² del área total, a pesar de ser el menos frecuente durante las observaciones (Figura 10).

Figura 10

Área foliar consumida por tipo de daño.



Nota: Gráfico de barras con error estándar, que muestra el área foliar consumida (cm²) promedio según el tipo de daño foliar identificado en tres especies de mangle.

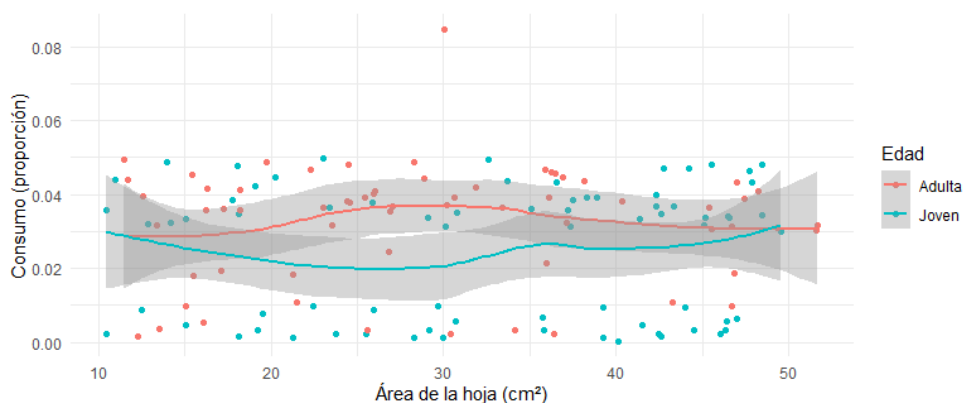
8.2.3. Relación del consumo foliar con el tamaño y edad de los folios

Para analizar si la edad de las hojas y el tamaño, expresado como área total, influyen sobre el consumo foliar, se ajustó y aplicó un Modelo de Regresión Beta. Este modelo fue el más adecuado ya que permitió estimaciones robustas incluso cuando los datos presentaron heterogeneidad en la varianza.

En *A. germinans* el modelo completo mostró un coeficiente $\beta = 0,177$ para hojas jóvenes con un valor de $p = 0,33$; el área presentó un coeficiente $\beta = 0,014$ con un valor de $p = 0,57$, es decir, ni la edad ni el tamaño explican la proporción de área consumida. En el gráfico de dispersión y suavización (Figura 11) se muestran ciertas diferencias visuales entre hojas jóvenes y adultas, siendo las primeras ligeramente más consumidas en tamaños pequeños, pero al existir alta variabilidad no se puede concluir que sea influyente en el consumo.

Figura 11

Consumo en función de área total por edad en hojas de Avicennia germinans

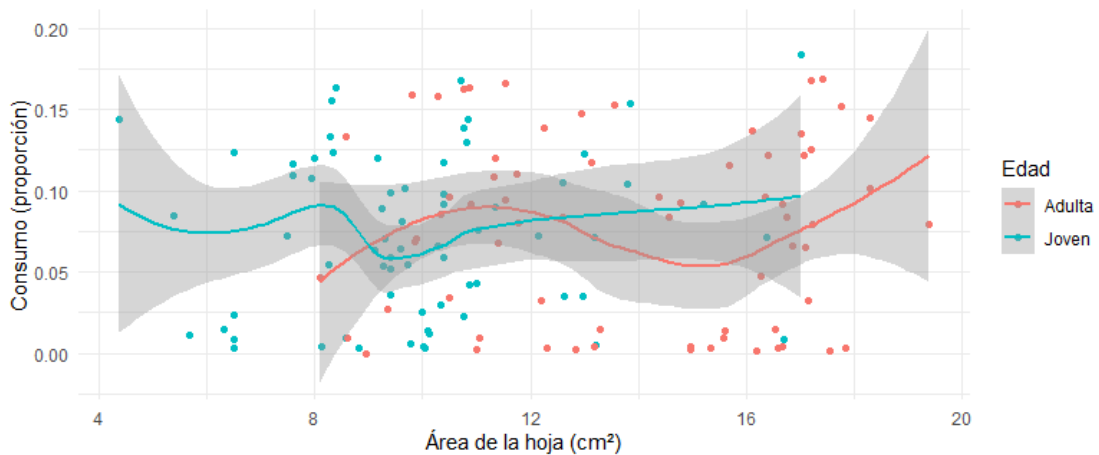


Nota: Los puntos representan observaciones individuales, mientras que las líneas muestran el ajuste de suavizamiento (LOESS) con su respectivo intervalo de confianza (sombra gris).

De la misma manera, los resultados sugieren que ni la edad ni el tamaño de la hoja influyen significativamente en el consumo de hojas de la especie *Laguncularia racemosa* pero al aplicar el modelo de regresión beta para analizar cada predictor de manera independiente, se observó que el modelo con la edad como variable única muestra una ligera tendencia a mayor consumo en hojas jóvenes, con un coeficiente positivo de 0,198 y un valor *p* igual a 0,170; mientras que el modelo con el área foliar mostró una tendencia negativa del consumo respecto al área con un valor *p* igual a 0,221 (Figura 12).

Figura 12

Consumo en función de área total por edad en hojas de Laguncularia racemosa.

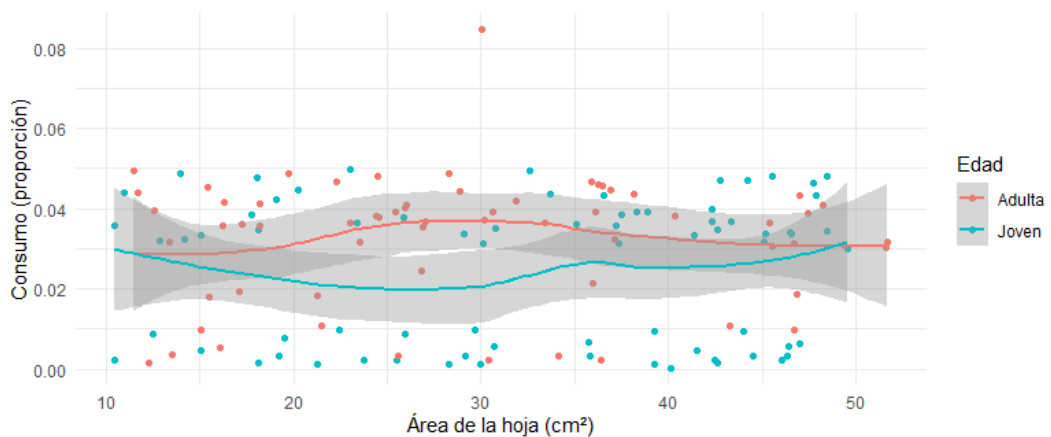


Nota: Los puntos representan observaciones individuales, mientras que las líneas muestran el ajuste de suavizamiento (LOESS) con su respectivo intervalo de confianza (sombra gris)

Contrario a lo mencionado para las otras especies, en *R. mangle* la edad de la hoja tiene una influencia significativa sobre el consumo. En específico, la variable Edad: Joven presentó un coeficiente de -0,443 con un valor $p = 0,00035$ indicando que, las hojas jóvenes experimentan menor consumo en comparación con las adultas. Por otro parte, el tamaño resultó no ser un factor determinante, esto se confirmó por el valor p que fue de 0,35 (Figura 13).

Figura 13

Consumo en función de área total por edad en hojas de Rhizophora mangle



Nota: Los puntos representan observaciones individuales, mientras que las líneas muestran el ajuste de suavizamiento (LOESS) con su respectivo intervalo de confianza (sombra gris).

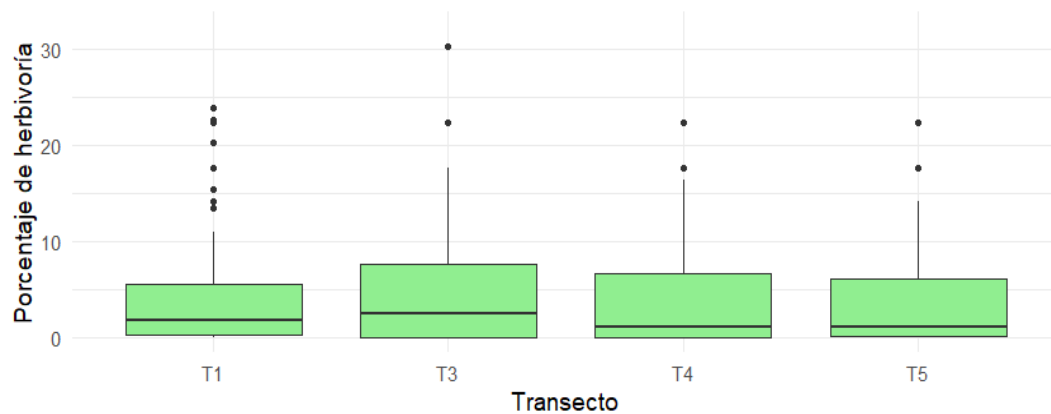
8.3. Dinámica de la herbivoría en el manglar durante la temporada enero-abril

8.3.1. Herbivoría foliar en *Laguncularia racemosa*

En enero, la herbivoría foliar en *Laguncularia racemosa* se mantuvo por debajo del 6% en todos los transectos. El menor consumo se observó en T4, con un promedio de $3,29 \pm 5,13\%$ y un intervalo de confianza del 95% entre 0,50 y 6,08%, mientras que el mayor se registró en T3 con $5,24 \pm 6,78\%$ (IC95%: 1,23 – 9,24%). Aunque se identificaron valores atípicos principalmente en T1, el boxplot evidenció poca dispersión y una alta concentración de datos en el 50% central, lo que sugiere una distribución relativamente homogénea entre transectos (Figura 14) (Anexo 6).

Figura 14

Herbivoría foliar promedio en L. racemosa entre transectos durante enero 2025.

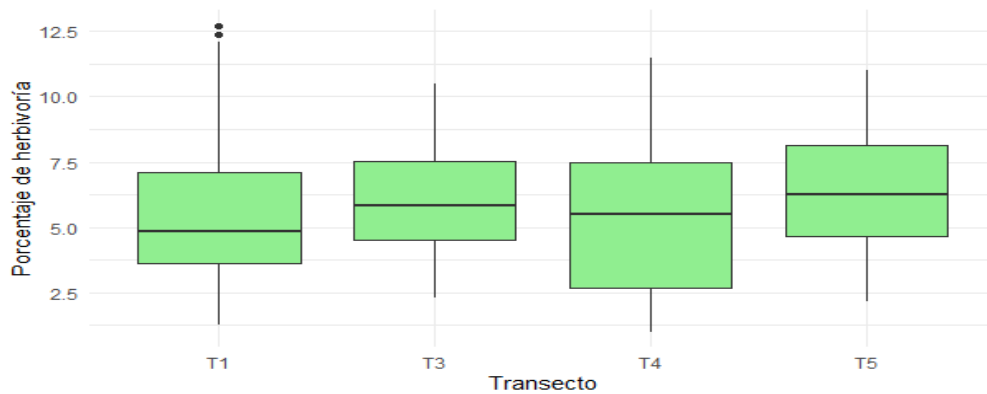


Nota: Se muestran la mediana (línea horizontal dentro de la caja), los cuartiles (límites inferior y superior de la caja), los rangos (líneas o “bigotes”) y los valores atípicos (puntos individuales fuera del rango) para cada transecto.

Durante febrero, los niveles de herbivoría fueron similares a los de enero, con medias que oscilaron entre el 5 y 6%. El mayor consumo se registró nuevamente en T5 con $6,56 \pm 2,41\%$ (IC95%: 4,77–8,34%), seguido por T3 con $5,99 \pm 2,18\%$ (IC95%: 4,71–7,28%). La dispersión fue menor respecto al mes anterior, lo cual se refleja en la forma simétrica de los boxplots (Figura 15) (Anexo 6).

Figura 15

Herbivoría foliar promedio en L. racemosa entre transectos en febrero.

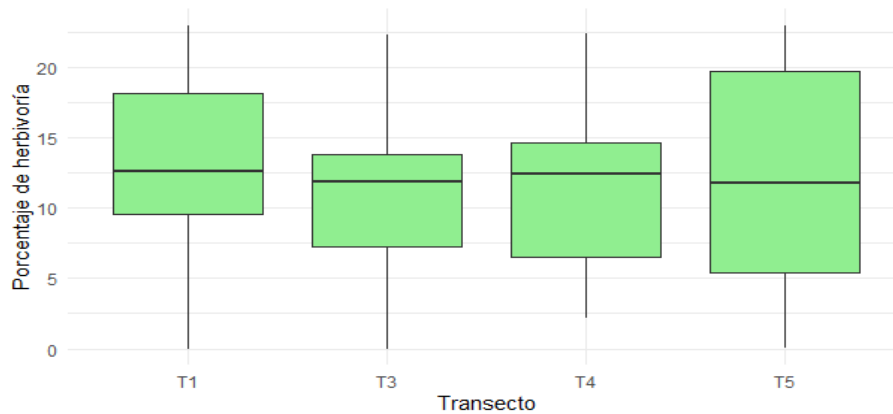


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

En marzo, se evidenció un incremento notable en el consumo foliar, con promedios que alcanzaron entre el 10 y 13%. Los transectos más afectados fueron T1, con $12,93 \pm 6,79\%$ (IC95%: 9,70–16,16%), y T5 con $12,15 \pm 7,09\%$ (IC95%: 6,89–17,40%). T3, aunque presentó el menor promedio de $10,88 \pm 5,92\%$, también mostró el intervalo más estrecho (IC95%: 7,38–14,38%), lo que indica una menor variabilidad interna (Figura 16) (Anexo 6).

Figura 16

Herbivoría foliar promedio en L. racemosa entre transectos durante marzo.

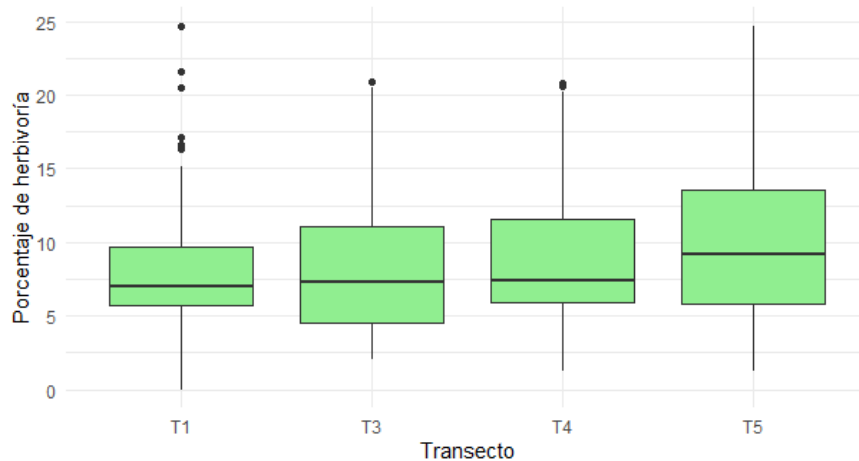


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

Finalmente, en abril, los niveles de herbivoría disminuyeron ligeramente, con promedios que oscilaron entre el 8 y 10%. T5 fue el transecto con mayor afectación, registrando $10,17 \pm 5,94\%$ (IC95%: 5,77–14,57%), seguido por T4 con $9,02 \pm 4,96\%$ (IC95%: 6,32–11,71%). En contraste, T1 presentó la menor media de $8,11 \pm 5,32\%$ (IC95%: 5,59–10,64%). La mayor dispersión se observó en T3, T4 y T5, lo cual evidencia una alta heterogeneidad en la intensidad de consumo entre individuos (Figura 17) (Anexo 6).

Figura 17

Herbivoría foliar promedio en L. racemosa entre transectos durante abril de 2025.



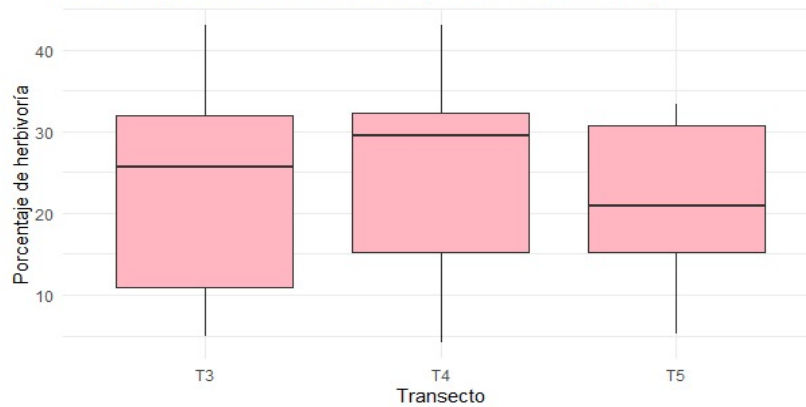
Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

8.3.2. Herbivoría foliar en *Avicennia germinans*

Durante enero, *Avicennia germinans* mostró niveles de herbivoría entre el 5 y 7%. T3 registró el promedio más bajo con $5,09 \pm 1,64\%$ (IC95%: 3,24–6,94%), y una concentración de valores en el 50% central. En contraste, T4 y T5 presentaron mayores niveles de consumo con $6,81 \pm 2,51\%$ (IC95%: 5,39–8,23%) y $7,13 \pm 3,85\%$ (IC95%: 4,74–9,52%) respectivamente, así como una mayor dispersión reflejada en rangos intercuartílicos amplios (Figura 18) (Anexo 7).

Figura 18

Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos durante enero de 2025

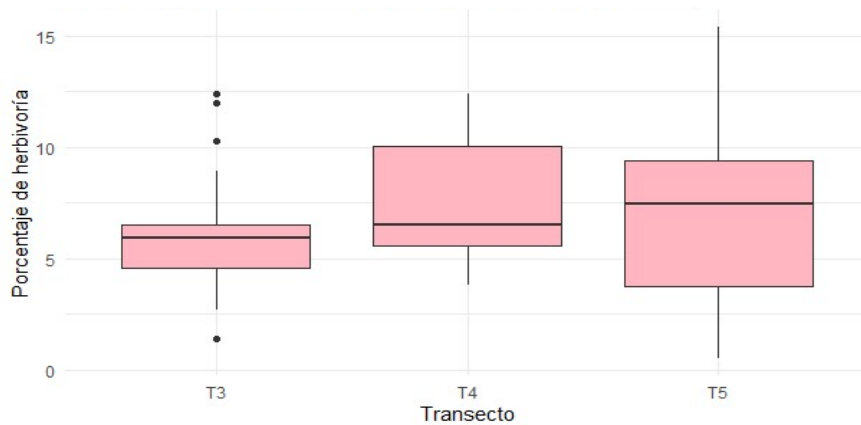


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

En febrero, se registraron incrementos notables, con medias de 11 a 12%. T3 presentó $12,09 \pm 7,43\%$ (IC95%: 5,44–18,74%), T4 alcanzó $12,13 \pm 7,64\%$ (IC95%: 5,44–18,90%), y T5 $11,21 \pm 6,82\%$ (IC95%: 5,44–16,98%). Si bien las cajas fueron simétricas, se evidenciaron valores atípicos que superaron el 30% de herbivoría (Figura 19) (Anexo 7).

Figura 19

Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos durante febrero de 2025

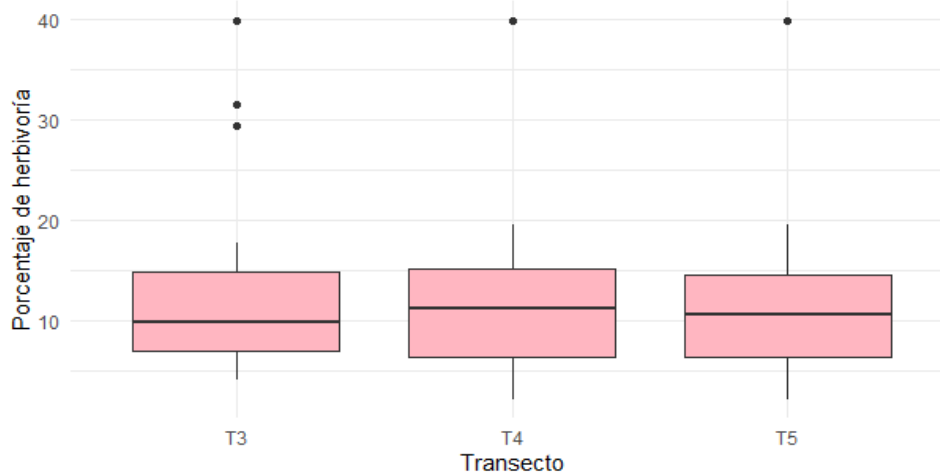


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

Contrario al mes anterior, en marzo la dispersión de los datos fue más notoria en los tres transectos, con una media diferente para cada uno: $18,88 \pm 10,71\%$ (IC95%: 7,38–30,38%) en T3 y $21,04 \pm 11,89\%$ (IC95%: 8,29–33,78%) en T4 siendo las más cercas al 30%, mientras que T5 se acercó más a un 15% con $12,52 \pm 4,93\%$ (IC95%: 6,89–36,89%) (Figura 20) (Anexo 7).

Figura 20

Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos en marzo

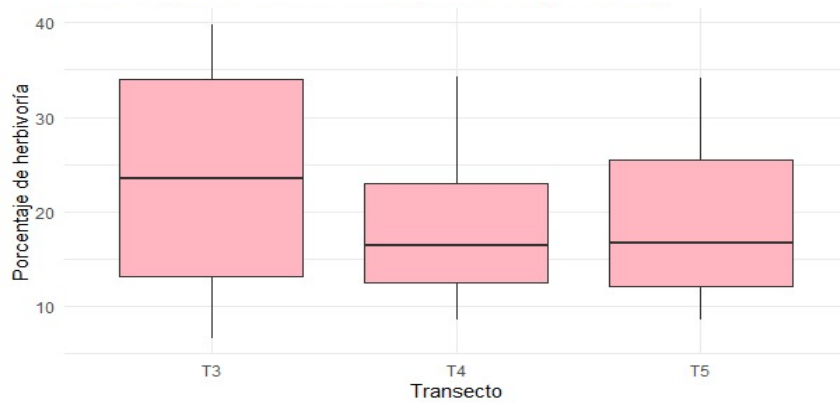


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

La folivoría en el mes de abril presentó un ligero aumento en dos transectos: en T4 donde alcanzó un 25,66% (IC95%: 6,32–11,71%) con una desviación estándar de 9,36 y en T5 con $19,44 \pm 8,65$ (IC95%: 5,77–14,57%) mientras que en T3 a comparación del mes anterior, fue el que presentó una disminución a $12,52 \pm 4,93\%$ con un intervalo de confianza del 95% que se mantuvo en rangos de 5,76–12,44% (Figura 21) (Anexo 7).

Figura 21

Herbivoría foliar promedio en A. germinans entre transectos en abril.



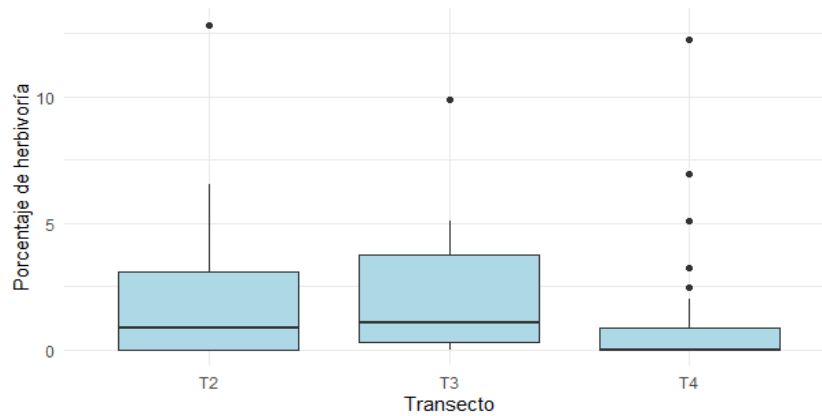
Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

8.3.3. Herbivoría foliar en *Rhizophora mangle*

En *Rhizophora mangle* las tasas de herbivoría por transecto fueron considerablemente bajas en comparación con las otras especies estudiadas. En enero, los niveles oscilaron entre 1 y 2%: T3 presentó $1,67 \pm 2,43\%$ (IC95%: 0,23–3,10%), T4 alcanzó $2,59 \pm 3,44\%$ (IC95%: 0,72–4,46%) y T5 $1,75 \pm 4,26\%$ (IC95%: –1,41–4,91%), con alta variabilidad especialmente en este último (Figura 22) (Anexo 8).

Figura 22

Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante enero de 2025.

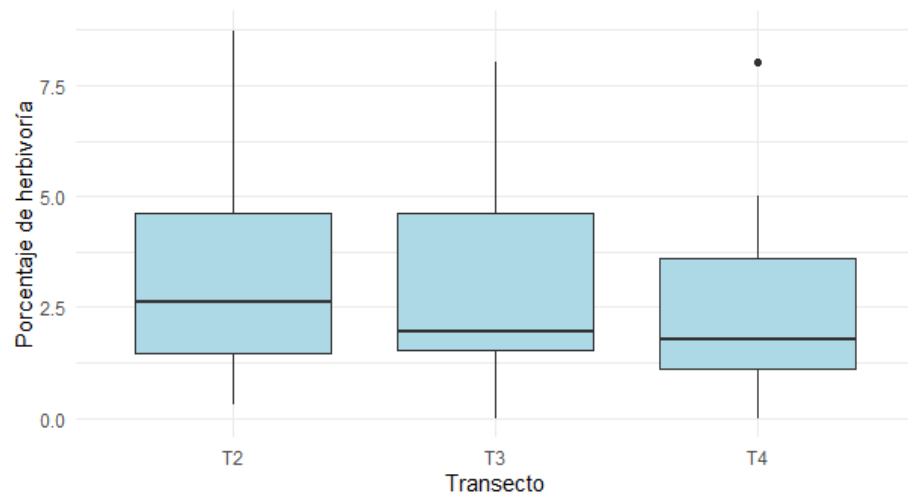


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

Durante febrero, se observaron ligeros aumentos. T3 registró $3,14 \pm 2,15\%$ (IC95%: 1,88–4,41%), T4 presentó $2,03 \pm 2,01\%$ (IC95%: 0,94–3,12%) y T5 apenas alcanzó $1,09 \pm 1,04\%$ (IC95%: 0,32–1,86%), mostrando este último la menor dispersión (Figura 23) (Anexo 8).

Figura 23

Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante febrero de 2025.

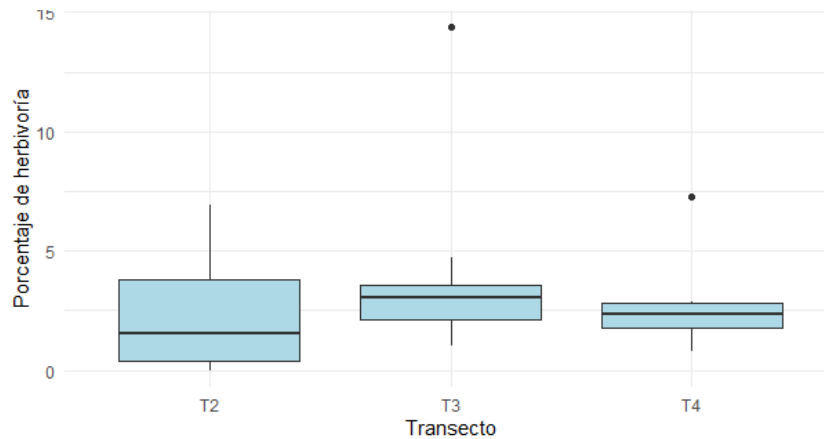


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

En marzo, se observó un leve incremento: T4 registró el mayor valor con $4,18 \pm 4,27\%$ (IC95%: 1,85–6,50%), seguido de T5 con $2,70 \pm 2,00\%$ (IC95%: 1,22–4,18%) y T3 con $2,63 \pm 2,94\%$ (IC95%: 0,89–4,36%). La distribución fue moderadamente concentrada en los tres casos (Figura 24) (Anexo 8).

Figura 24

Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante marzo de 2025

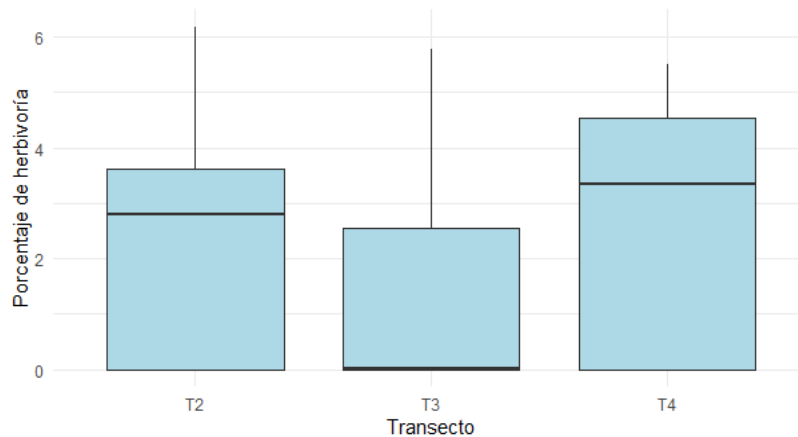


Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

En abril, los niveles de consumo se mantuvieron bajos. T3 mostró una reducción a $1,39 \pm 2,14\%$ (IC95%: 0,23–2,56%), mientras que T2 y T4 presentaron valores similares de $2,45 \pm 1,89\%$ (IC95%: 1,33–3,57%) y $2,69 \pm 2,37\%$ (IC95%: 0,93–4,45%) respectivamente (Figura 25) (Anexo 8).

Figura 25

Herbivoría foliar promedio en R. mangle entre transectos durante abril de 2025



Nota: Se muestran diagramas de caja con la mediana, cuartiles, rangos y valores atípicos para cada transecto.

8.4. Comparación del consumo foliar en cada especie de mangle

Posterior al análisis detallado de los resultados de herbivoría por cada transecto, se procedió a calcular un promedio general de consumo foliar por cada especie de mangle, de tal manera que se pudiera obtener una visión general del daño asociado a cada una de ellas, independientemente de la variabilidad observada en cada transecto.

Durante la temporada enero–abril de 2025, se registraron diferencias notables en la intensidad de herbivoría foliar entre las tres especies de mangle evaluadas (Tabla 5). *Avicennia germinans* presentó los valores promedio más altos

de consumo por herbívoros, con un incremento progresivo mes a mes, desde $6,26 \pm 2,54\%$ (IC95%: 6,15–6,37) en enero, hasta un máximo de $32,27 \pm 5,74\%$ (IC95%: 32,02–32,53) en abril, lo que indica una mayor susceptibilidad a la folivoría, especialmente al cierre de la temporada.

En contraste, *Rhizophora mangle* fue la especie menos afectada, con niveles bajos y relativamente estables durante todo el periodo, que oscilaron entre $2,27 \pm 1,38\%$ (IC95%: 2,20–2,33) en marzo y $2,94 \pm 2,15\%$ (IC95%: 2,84–3,05) en febrero. Esta estabilidad, acompañada de intervalos de confianza estrechos, sugiere una menor variabilidad intermensual y mayor resistencia al consumo foliar.

Por su parte, *Laguncularia racemosa* mostró un patrón intermedio, con una elevación notable en marzo ($12,85 \pm 6,38\%$, IC95%: 12,65–13,05), seguido de una reducción en abril. Los valores en enero y febrero se mantuvieron entre el 4–6%, con IC95% también estrechos que reflejan buena precisión en las estimaciones.

La inclusión de los intervalos de confianza permite observar no solo las diferencias en los promedios de herbivoría entre especies, sino también la variabilidad de los datos y el grado de certeza de cada estimación. Esto fortalece la interpretación de las diferencias detectadas y apoya la categorización del daño según la escala de Lowman (1984), donde *A. germinans* alcanza niveles entre las

categorías 1 y 2, mientras que *R. mangle* y *L. racemosa* se ubican consistentemente en la categoría 1.

Tabla 5

Herbivoría foliar en árboles de mangle.

Especie	Mes				P
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
<i>LR</i>	4,13 ± 1,82 (IC95%: 4,08–4,20)	5,52 ± 2,52 (IC95%: 5,45–5,61)	12,85 ± 6,37 (IC95%: 12,65–13,05)	7,84 ± 4,18 (IC95%: 7,71–7,98)	1
<i>RM</i>	2,77 ± 1,93 (IC95%: 2,66–2,85)	2,94 ± 2,15 (IC95%: 2,84–3,05)	2,26 ± 1,38 (IC95%: 2,20–2,33)	2,29 ± 1,91 (IC95%: 2,21–2,39)	1
<i>AG</i>	6,26 ± 2,54 (IC95%: 6,15–6,37)	11,77 ± 6,86 (IC95%: 11,47–12,07)	21,36 ± 10,25 (IC95%: 20,91–21,81)	32,28 ± 5,74 (IC95%: 32,02–32,53)	1-2

Nota: Los valores representan el promedio de herbivoría foliar (\pm desviación estándar) por especie y mes. Se incluyen los intervalos de confianza del 95% (IC95%) para cada estimación. La columna "P" indica la categoría más representativa de daño foliar según la escala de Lowman (1984).

Para determinar si estadísticamente existieron diferencias significativas en el consumo foliar entre especies de mangle, se aplicó el test Kruskal - Wallis luego de verificar que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad.

Dado que el valor p fue $< 0,05$, significa que existen diferencias relevantes al menos entre dos especies. Por tal motivo, se llevó a cabo una comparación por

pares Dunn con corrección de Bonferroni para determinar con exactitud qué pares de especies difieren (Tabla 6). Los resultados confirmaron que *Avicennia germinans* tiene un consumo foliar distinto de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*.

Tabla 6

Dunn test con corrección Bonferroni para comparación de herbivoría entre especies de mangle

Comparación	Estadístico Z	Valor p
<i>Avicennia germinans</i> vs <i>Laguncularia racemosa</i>	12,109	2,84 x 10 ⁻³³
<i>Avicennia germinans</i> vs <i>Rhizophora mangle</i>	22,723	7,89 x 10 ⁻¹¹⁴
<i>Laguncularia racemosa</i> vs <i>Rhizophora mangle</i>	14,402	1,50 x 10 ⁻⁴⁶

8.5. Organismos folívoros identificados

Durante el muestreo se observaron 1274 organismos folívoros pertenecientes a 11 familias de la clase Insecta: Curculionidae, Scarabaeidae y Chrysomelidae del Orden Coleoptera; Tettigoniidae, Acrididae y Gryllidae del Orden Orthoptera y Noctuidae, Pieridae, Hesperidae, Geometridae y Nymphalidae del Orden Lepidoptera (Tabla 7).

Tabla 7

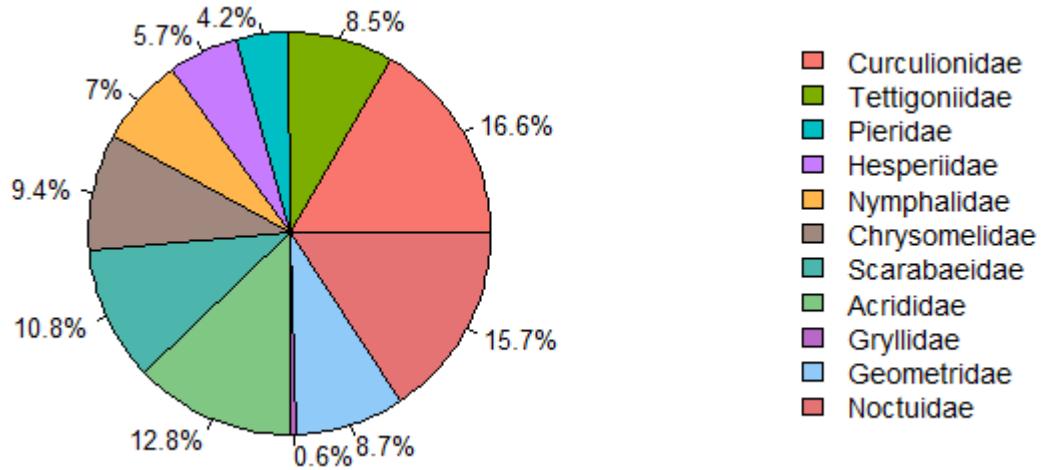
Total de observaciones de organismos folívoros durante la temporada enero-abril en cada transecto.

FAMILIA	SITIOS					TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	
Curculionidae	56	22	69	43	22	202
Tettigoniidae	15	--	23	37	33	108
Pieridae	18	--	12	18	5	53
Hesperiidae	12	12	23	17	9	73
Nymphalidae	29	--	--	34	26	89
Chrysomelidae	29	16	19	42	14	120
Scarabaeidae	33	16	14	56	19	138
Acrididae	--	12	61	78	12	163
Gryllidae	2	--	5	--	--	7
Noctuidae	34	12	38	71	45	200
Geometridae	56		23	13	19	111
TOTAL	284	90	287	409	185	1274

El transecto 5 fue el sitio con el mayor número de observaciones de organismos folívoros, con un total de 409 individuos, mientras que el transecto 2 fue el que presentó menor cantidad, con 90 individuos. Cabe destacar que la familia Curculionidae, se posicionó como la más abundante ocupando el 16,64% del total, seguido de Noctuidae con un 15,70% (Figura 26).

Figura 26

Distribución porcentual por familia.



Entre los coleópteros, el género *Charidotella* (familia Chrysomelidae) fue observado en *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, causando daños de tipo cortador, caracterizado por la eliminación de grandes secciones del limbo foliar. El género *Calligrapha*, también de Chrysomelidae, se asoció a las tres especies de mangle evaluadas, provocando daños mixtos con patrones tanto de minado, mediante consumo interno del mesófilo, como de punteado, que se manifiesta como perforaciones pequeñas y dispersas.

El género *Ligyris* (Scarabaeidae) mostró un comportamiento alimenticio versátil, generando daños de tipo punteado, minador y raspador, lo cual sugiere un espectro amplio de interacción foliar. En cuanto a la familia Curculionidae, se identificaron los géneros *Otiorynchus* y *Anthonomus*, ambos asociados principalmente al daño punteado, que puede afectar significativamente la eficiencia fotosintética sin comprometer grandes áreas del tejido.

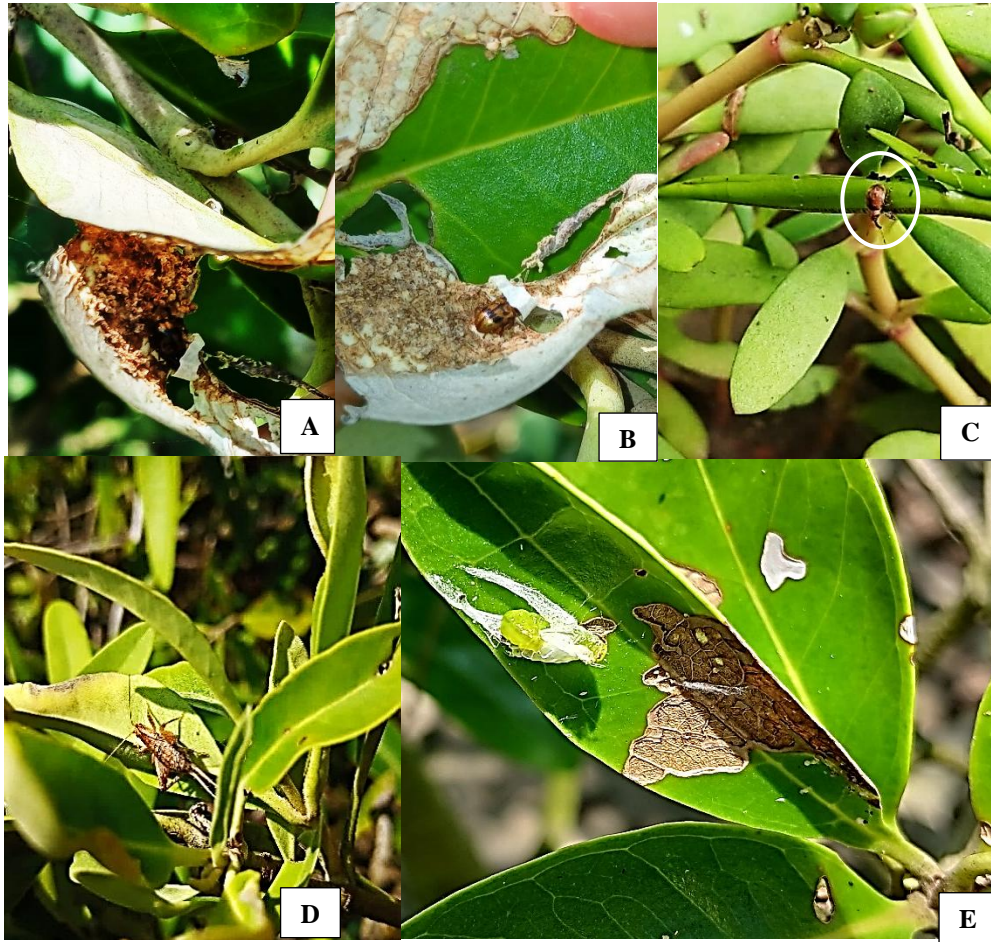
Dentro del orden Orthoptera, se registraron individuos del género *Gomphocerinae* (Acrididae) y *Tettigonia* (Tettigoniidae), cuyos patrones de alimentación fueron predominantemente cortadores, eliminando bordes foliares y generando pérdida directa de área fotosintética, daño que suele ser más severo en hojas jóvenes. Este grupo también incluyó al género *Gryllus* (Gryllidae), con un patrón de daño similar, aunque menos frecuente.

En el caso de Lepidoptera, se registró alta diversidad de larvas que interactúan con las hojas de las especies de mangle. *Anartia* (Nymphalidae) fue observada alimentándose principalmente en *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, generando daño cortador en la lámina foliar. *Urbanus* (Hesperiidae), también presente en estas especies, mostró un comportamiento característico de plegado de hojas mediante hilos sedosos, formando refugios foliares desde donde las larvas se alimentaban, causando también daño cortador.

Otro caso notable fue *Trichoplusia* (Noctuidae), registrada únicamente en *Laguncularia racemosa*, cuya actividad folívora combinó tanto el corte del tejido externo como el minado interno. Asimismo, se documentó una larva no identificada taxonómicamente, asociada a *L. racemosa*, que también provocó daños de tipo cortador y minador. Estas larvas construían refugios al plegar la hoja y adherir sus bordes con filamentos sedosos, una estrategia que reduce la exposición a depredadores y a condiciones ambientales adversas (Figura 27).

Figura 27

Daños foliares asociados a insectos folívoros



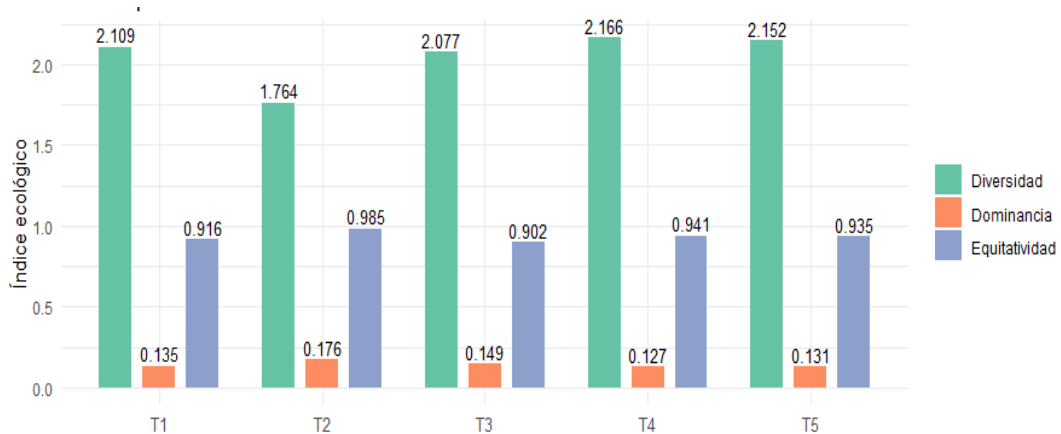
Nota: A-B. Receptáculo formado por *Calligrapha* para la ovoposición en *Avicennia germinans*. C. Ejemplar de la familia Curculionidae alimentándose de *Laguncularia racemosa*. D. Insecto del género *Gryllus* alimentándose de hojas de *Avicennia germinans*. Receptáculo formado por la oruga de *Trichoplusia* (Noctuidae) en *Avicennia germinans*.

8.5.1. Diversidad de organismos folívoros.

El índice de Shannon evidenció variaciones en la diversidad en cada transecto. El transecto 4 presentó mayor diversidad con 2.09 bits, seguido del transecto 5 con 2.03 bits y el transecto 1 con 1.98 bits. Por el contrario, el transecto 2 obtuvo 1.69 bits, lo que se considera bajo de acuerdo con la escala de diversidad. Adicionalmente, el índice de Simpson estuvo entre 0.13 y 0.17, es decir, cercano a 0, dando como resultado la inexistencia de familias dominantes. Así mismo, el índice de equitatividad con valores entre 0.90 y 0.98 al acercarse a 1, explica que la distribución de familias es uniforme entre transectos, concordando con lo mencionado respecto a los índices anteriores. (Figura 28).

Figura 28

Índices ecológicos en cada transecto muestreado.

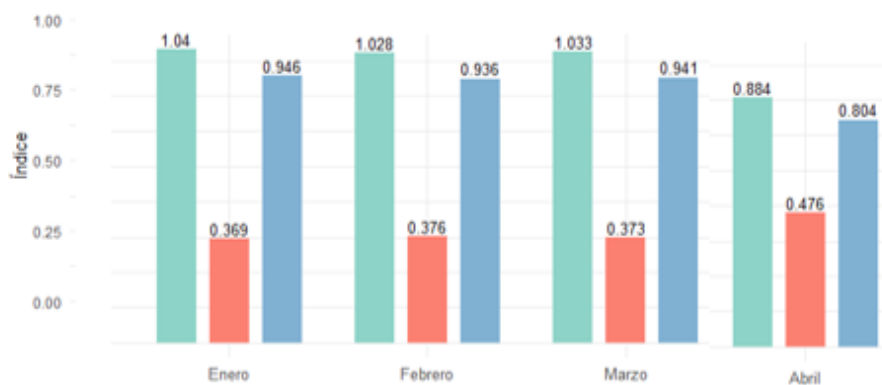


Al evaluar de forma generalizada se presentó mayor diversidad en el mes de enero con 1,94 bits y el menos diverso el mes de abril con 0,88 bits. El índice de dominancia varía entre 0,36 y 0,47 lo que indica alta diversidad entre los meses

monitoreados, pero según el índice de Equitatividad que estuvo entre 0.80 y 0.94, las familias estuvieron presentes en cantidades similares (Figura 29).

Figura 29

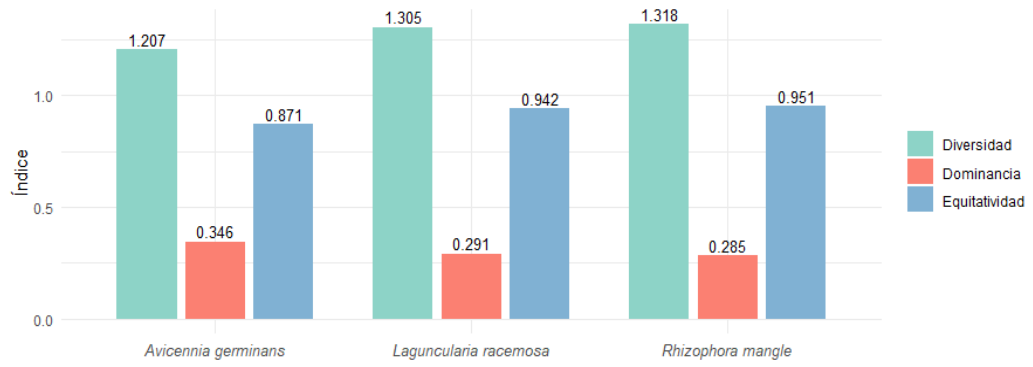
Índices ecológicos en cada mes de muestreo.



La especie *Rhizophora mangle* presentó el valor más alto en el índice de diversidad de Simpson con un total de 1.31 bits, lo cual indica mayor variedad de organismos folívoros asociados a sus hojas, le sigue *Laguncularia racemosa* con 1.30 bits y *Avicennia germinans* como el menos diverso con 1.20 bits. En lo que respecta al índice de dominancia, *Avicennia germinans* obtuvo el valor más alto con 0.34 bits seguido de *Laguncularia racemosa* con 0.29 bits. Finalmente, el índice de Equitatividad que estuvo entre 0.87 y 0.96, muestra que mangle rojo mantiene una comunidad folívora diversa y equitativa (Figura 30).

Figura 30

Índices ecológicos en cada especie de mangle.



CAPÍTULO V

9. DISCUSIONES

9.1. Relación de rasgos foliares y patrones de daño

Las hojas de los árboles de mangle ubicados en el manglar de Jambelí fueron aprovechadas por diversos organismos folívoros, reflejándose en la variedad de daños observados. *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* registraron daños por cortadores, minadores, punteadores y raspadores. Romero, S, & Peña, (2006) afirman que los raspados en la epidermis de las hojas son ocasionados por insectos del orden Thysanoptera, Familia: Phlaeothripidae y moluscos gasterópodos de la familia: Littorinidae; el daño punteador es ocasionado por larvas de coleópteros de la familia Curculionidae, lepidópteros pertenecientes a la familia Pyralidae y grillos de la familia Tettigoniidae y Gryllidae.

Es importante tener en cuenta que, la relación entre folívoros y estrategias de alimentación dependen de las etapas de su ciclo de vida. Beever, Simberloff, & King, (1979) mencionan que los raspados en la epidermis de las hojas en mangle rojo pueden permanecer sin alteraciones durante semanas, pero luego tienden a oscurecer producto de la aparición de hongos, esto explicaría por qué en esta especie el área foliar afectada por hoja es similar en el tipo indeterminado y raspador.

Robertson, (1991) determinó que existe un mayor consumo en especies de mangle con menor dureza foliar, es decir, en *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Además, Schowalter, (2016) explica que los insectos prefieren hojas jóvenes en expansión por su mayor contenido de nitrógeno y baja dureza. Dichos resultados respaldan los mostrados de este estudio que, aunque no existieron diferencias significativas, tanto en mangle blanco como en negro se observó cierta tendencia a un consumo mayor en hojas jóvenes.

Los datos recopilados en mangle rojo difieren de las otras especies, ya que el consumo foliar estuvo asociado principalmente a hojas adultas. En este contexto, Hilaluddin, Yusoff, Natrah, & Lim, (2020) argumentaron que en *Rhizophora mangle* el contenido nutricional es más alto en hojas adultas que en jóvenes, las cuales presentan mayores concentraciones de taninos y azúcares. Estos compuestos pueden influir en las preferencias alimenticias de los insectos, modulando su comportamiento de herbivoría.

Caldwell, Read, & Sanson, (2015) mencionan que las asociaciones entre los rasgos de las hojas maduras y el daño por herbivoría varían según el gremio alimenticio. Es decir, los rasgos mecánicos de las hojas parecen no desempeñar un papel defensivo claro frente a chupadores de savia y minadores, al contrario, su influencia puede estar condicionada por factores como el momento de la alimentación o la capacidad de los minadores para evitar tejidos resistentes.

9.2. Grado de herbivoría en cada especie de mangle

Las tasas de consumo en cada especie de mangle al final de la temporada de estudio son las siguientes: 7,85% para *Laguncularia racemosa*; 2,29% para *Rhizophora mangle* y 32,27% para *Avicennia germinans*. Esto coincide con los estudios realizados por Romero & Peña, (2006) donde se registraron valores promedios mas altos de herbivoría en *A. germinans* con 4,9% y *L. racemosa* con 4,7% mientras que los mas bajos se presentaron en *R. mangle* con 2.3% recalando que, aunque los porcentajes fueron bajos, el 77% de las hojas muestreadas presentaron algun tipo de señal de consumo.

Por el contrario, Rodríguez & Muñoz, (2024) también encontraron diferencias significativas en las tasas de folívoría durante sus muestreos en periodos de enero y febrero, pero los árboles más consumidos pertenecieron a la especie *Rhizophora mangle*. De la misma manera Silva & Maia, (2022) en un manglar hipersalino de Brasil reportaron mayor consumo foliar en arboles de la especie *L. racemosa* muy por encima de *R. mangle*. Además, comparó los porcentajes de consumo foliar entre temporadas y se determinó que en época lluviosa se presentan los valores más altos de herbivoría foliar.

A partir de estos estudios se puede inferir que las tasas de herbivoría varían considerablemente según la región, el sitio de muestreo y la temporada climática. En el presente estudio, los muestreos se realizaron en temporada invernal en Ecuador, periodo en el cual la ocurrencia de lluvias fue frecuente. Cabe destacar

que, tras eventos de precipitación, se observó un aumento en el número de larvas de lepidópteros y otros insectos. En este sentido, Tasnin, Bode y Clarke (2021) afirman que luego de las lluvias, los insectos folívoros tienden a incrementar su actividad, especialmente cuando coinciden con la producción de brotes y hojas jóvenes, lo cual favorece un aumento en la herbivoría.

9.3. Diversidad de organismos folívoros

Se registró un total de 1274 individuos folívoros, distribuidos en 11 familias de insectos, entre las que destacan por su alta abundancia Curculionidae, Noctuidae y Acrididae. Estas tres familias representaron aproximadamente el 50% del total de organismos registrados, lo que sugiere un papel dominante en la herbivoría foliar dentro del ecosistema de manglar estudiado.

La familia Curculionidae, también fue dominante en estudios de insectos xilófagos como el de Murgas & Paton (2022), quienes destacaron su amplia distribución y adaptabilidad, afectando no solo troncos y ramas, sino también el follaje, ya sea en estado larval o adulto.

En cuanto a la diversidad, *Rhizophora mangle* presentó el índice de Shannon más alto (1,31 bits), seguido por *L. racemosa* (1,30) y *A. germinans* (1,20). En términos de dominancia, mangle negro registró el valor más elevado (0,34 bits),

indicando que pocas especies fueron responsables de la mayor parte del daño. A diferencia de estos hallazgos, otros estudios han reportado una mayor diversidad de insectos folívoros en *L. racemosa* y *A. germinans*, como el desarrollado por Castillo (2001). En el caso del mangle negro y blanco, su alta dominancia por especies específicas, como larvas de lepidópteros, explicaría por qué los daños observados se presentan principalmente como hojas minadas y cortadas.

En general, los resultados obtenidos en esta investigación permiten aceptar la hipótesis alternativa, ya que los organismos folívoros mostraron una preferencia diferencial de consumo entre las especies de mangle presentes en la Comuna Jambelí, lo cual coincide con lo establecido por autores como Alves de Silva (2014) y Rodríguez y Muñoz (2024), entre otros. Pese a tales variaciones, la herbivoría se encuentra dentro de una escala baja (categorías 1–2 según Lowman, 1984), lo cual indica que no representa una amenaza directa para el manglar y que este mantiene un estado ecológico aceptable.

Por último, todas las especies de plagas registradas cuentan con enemigos naturales que regulan su población (Castillo, 2001). En el manglar de Jambelí se observaron insectos depredadores del orden Neuroptera (Chrysopidae), Hemiptera (Reduviidae), Coleoptera (Coccinellidae) y Hymenoptera (Formicidae), así como una variedad de organismos de la clase Arachnida aún no identificados, todos los cuales contribuyen activamente al mantenimiento del equilibrio ecológico.

CONCLUSIONES

La preferencia de consumo por parte de los organismos folívoros no se relaciona con la edad ni el tamaño de las hojas en *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. En *Rhizophora mangle* hay un consumo predominante en hojas adultas estableciendo que, en esta especie, los folívoros se ven atraídos por el mayor contenido nutricional y la menor presencia de defensas físicas en hojas en expansión, como lo establece la teoría ecológica de defensa foliar.

La herbivoría foliar en los manglares de la Comuna Jambelí varía significativamente entre especies, tanto en tipo como en frecuencia. *Avicennia germinans* fue la más susceptible al daño predominando el de tipo minador causado por larvas de Lepidópteros, mientras que *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* fueron las menos afectadas manteniendo porcentajes de consumo inferior al 19% manteniéndolos en una de las clasificaciones más bajas según lo propuesto por Lowman.

Existe mayor diversidad de insectos folívoros en *Rhizophora mangle*, pero mayor dominancia de familias en *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, tales como, Curculionidae, Acrididae y Lepidópteros de la familia Noctuidae.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio donde se involucre variables de crecimiento y supervivencia de los mangles, con el fin de compararlos con los distintos grados de afectación y determinar si existen consecuencias a largo plazo.

Se considera necesario la recolección de hojas en los distintos estratos del dosel para establecer posibles diferencias en los niveles de consumo foliar en función del grado de exposición a la luz.

Implementar monitoreos nocturnos que permitan detectar la presencia de folívoros cuya actividad pasa desapercibida durante el día. Además, se sugiere llevar un seguimiento temporal a lo largo del año para analizar la presencia y abundancia de organismos folívoros en distintas épocas.

Realizar un estudio comparativo de la herbivoría foliar en época de invierno y verano para establecer la dinámica de consumo a lo largo de todo el año.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, F. E. (2020). *Ecología química de interacciones entre plantas, insectos y controladores naturales de plagas herbívoras*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4237>
- Agraz-Hernández, C. M., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F. J., & Jiménez-Zacarias, J. J. (2006). *Guía de Campo. Identificación de los Manglares en Mexico*. Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche.
- Aguirre-Segura, A., & Vega Barranco, P. (2015). Orden ORTHOPTERA. *Ibero Diversidad Entomológica*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55721357/ORDEN_ORTHOPTERA-libre.pdf?1517847849=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DOrden_Orthoptera.pdf&Expires=1744748980&Signature=TRqvm4RbS4gdBwbxePTW55S4lGte~-ZewaUGNHseGYQdo~pTSe75uhjH-qy3~5KC7mayL
- Alves de Silva, W. (2014). *Danos foliares por herbivoría en florestas de mangue em tres estuários do Estado da Paraíba*. Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Centro de Ciências Aplicadas e educação. Obtenido de <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/7618/2/arquivototal.pdf>
- Amaru Castillo, J., San Blas, D. G., & Yabar Landa, E. (Diciembre de 2021). La familia Noctuidae (Lepidoptera) de la colección entomológica de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco - Cusco (Perú). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/183806#:~:text=Se%20revis%C3%B3%20material%20de%20la%20familia%20Noctuidae%20depositado,%208Per%C3%BA%29%20a%20Rhizotype%20%3F%20forsteri%20y%20Feltia%20subandina.>
- Atencio-Valdespino, R., Zachrisson, B., Collantes-G, R. D., Lezcano-B, J., González-Dufau, G., & Barba-Alvarado, A. A. (2021). La familia Acrididae (Orthoptera: Acridoidea) y su impacto en la agricultura en Panamá. *CIENCIA AGROPECUARIA*.
- Atkinson, T. H. (2017). Familia Curculionidae: Subfamilia Scolytinae.
- Bar, M. E. (2010). Orden Coleóptera. En *Biología de los artrópodos*.

- Beever, J. W., Simberloff, D., & King, L. (1979). Herbivory and predation by the mangrove tree crab *Aratus pisonii*. *Oecologia*, 317-328. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00344958>
- Bellos González, O., López Del Castillo, P., Trapero Quintana, A., Suárez Megna, Y., Neyra Raola, B., & Hernández Quinta, M. (2017). Macroinvertebrados Dulceacuícolas. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*, 306-325.
- Burghardt, K. (2016). Nutrient supply alters goldenrod's induced response to herbivory. *British Ecological Society*, 1769-1778. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12681>
- Caldwell, E., Read, J., & Sanson, G. D. (2015). Which leaf mechanical traits correlate with insect herbivory among feeding guilds? *Annals of Botany*, 117(2), 349-361. Obtenido de <https://doi.org/10.1093/aob/mcv178>
- Cannicci, S., Damien Burrows, S. F., Smith, T., Offenber, J., & Dahdouh-Guebas, F. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030437700800017X>
- Capella, A. (2024). Más que bosques un ecosistema polifacético: Los Manglares. *ENDEMIKA*. Obtenido de <https://bvearmb.do/handle/123456789/4369>
- Carvajal, V. (2016). *Los Tettigoniidae y Sus Extraordinarias Formas*. Escuela Politécnica del Ecuador, Departamento de biología.
- Castillo, P. S. (2001). Evaluación de las principales plagas del "mangle rojo" (*Rhizophora mangle*), "mangle salado" (*Avicennia germinas*) y "mangle blanco" (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú. *Revista. per. Entomología*, 185-189.
- Cid-Arcos, M. (2023). Confirmación de la presencia de *Calligrapha curvilinea* Stål, 1859 (Coleoptera:Chrysomelidae) en Chile. *49(3)*, 603-607. Obtenido de <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/83229>
- CONABIO. (1753). *Rhizophora mangle*. *Species Plantarum*, 443.
- Darrigran, G., Vilches, A., Legarralde, T., & Damborenea, C. (2007). *Guía para el estudio de macroinvertebrados. I.- Métodos de colecta y técnicas de fijación*. Universidad Nacional de la Plata, Departamento Ciencias Exactas y Naturales, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Demaio, P. (2018). Image J: una herramienta indispensable para medir el mundo biológico. *Folium Relatos botánicos*.

- Dirzo, R. (1984). Insect-Plant Interactions: Some Ecophysiological Consequences of Herbivory. *Physiological ecology of plants of the wet tropics*, 209-224. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-7299-5_15
- Ecuador), M. (., & FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, I. (2014). *Árboles y arbustos de los manglares del Ecuador*. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>
- Esquivel, J. G., Ávila-Cabadilla, L. D., Álvarez-Añorve, M. Y., González-Rodríguez, A., Cuevas-Reyes, P., & Maldonado-López, Y. (2018). DAÑO FOLIAR CAUSADO POR INSECTOS HERBÍVOROS Y SU ASOCIACIÓN CON LA ASIMETRÍA FLUCTUANTE EN *Croton suberosus* (Domínguez et al., 1989) EN BOSQUES MADUROS Y SECUNDARIOS EN CHAMELA, JALISCO. *ECOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO*, 191-197.
- Franceschini, M. C., Murphy, K., Moore, I., & Kennedy, M. (2020). Impacts on freshwater macrophytes produced by small invertebrate herbivores: Afrotropical and Neotropical wetlands compared. *Hydrobiologia*. doi:10.1007/s10750-020-04360-5
- Garcés, H., & Lozano, J. (2021). CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL MANGLEROJO (RHIZOPHORA MANGLE) EN ISLA PAYARDI, COLÓN, PANAMÁ. *Tecnociencia*, 23(2), 5-15. Obtenido de <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/2264/2104>
- Gerónimo Torres, J. d., Pérez de la Cruz, M., de la Cruz Pérez, A., & Torres de la Cruz, M. (2015). Platypodinae and Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) associated with mangroves in Tabasco, Mexico. *Revista Colombiana de Entomología*, 257-261. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882015000200018&script=sci_arttext
- Girón Duque, J. C., & Cardona Duque, J. (2018). Estado del conocimiento de los Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea) en Colombia. . En *En Escarabajos del Neotrópico (Insecta: Coleoptera)* (Primera ed., págs. 71-204). México, Coyoacán, México.
- Gómez-García, E., Soto-Estrada, A., Sol-Sánchez, Á., Pérez-Vázquez, A., Sánchez-Soto, S., & Ruíz-Rosado, O. (2015). Leaf damage caused by herbivory on black mangrove (*Avicennia germinans L.*) trees in Tabasco, México. *Fitosanidad*, 213-219.
- González Muñoz, K. E., & Andrade, J. L. (2024). El mangle negro, el árbol más salado. *Desde el Herbario CICY*, 68-71.

- González Obando, R., Montoya Lerma, J., Ulloa Chacón, P., & Zuñiga, M. (2013). PROTOCOLOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS DE INSECTOS. En *rotocolos de investigación en ecosistemas terrestres, intermareales, submareales y pelágicos para el Parque Nacional Natural Gorgona*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/257197198_PROTOCOLOS_PARA_LA_OBTENCION_DE_DATOS_DE_INSECTOS
- Gonzalez, G. (2001). *Taller de Plan Estratégico Participativo de la Comuna de Jambelí*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- González, R., Sánchez, J. M., & Arrieche, N. (2017). Skipper Species (Lepidoptera: HesperIIDae) deposited at the Museum of Entomology José M. Osorio R., Cabudare, Lara State, Venezuela. *ENTOMOTROPICA*, 32, 96-101. doi:10.13140/RG.2.2.36356.68487
- Gosik, R., & Sprick, P. (15 de November de 2024). Description of the immature stages and bionomics of *Anthonomus* (*Anthonomus*) *brunnipennis* Curtis, 1840 (Coleoptera, Curculionidae, Anthonomin1). (E. A. Varela, Ed.) *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 20-33. doi:10.3897/dez.71.129867
- Gowda, J., Garibladi, L., Pirk, G., Blackhall, M., Chaneton, E., de Paz, M., . . . Sasal, Y. (2014). Herbívoros: actores clave. En E. Raffaele, M. de Torres Curth, C. L. Morales, & T. Kitzberger, *Ecología e historia natural de la Patagonia Andina: un cuarto de siglo de investigación en biogeografía, ecología y conservación*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Granados Sánchez, Ruíz Puga, & Barrera Escorcía. (2018). Ecology of herbivory. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*.
- Granados-Sánchez, D., & Ruíz-Puga, P. (2008). Ecología de la herbivoría. *REVISTA CHAPINGO SERIE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE*, 51-64.
- Groening, J., Venini, D., & Srinivasan, M. V. (2018). Effects of cold anaesthesia on the defensive behaviour of honeybees. *Insectes Sociaux*, 359-366.
- Guzmán-Vásquez, H. M., Sánchez-García, J. A., Hernández-Cruz, J., Rös, M., & Deloya, C. (Abril de 2021). Los escarabajos Dynastinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de Oaxaca, México: lista actualizada de especies y análisis de su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92. doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3419>
- Hilaluddin, F., Yusoff, F., Natrah, F., & Lim. (2020). Disturbance of mangrove forests causes alterations in estuarine phytoplankton community structure in Malaysian Matang mangrove forests. *Marine Environmental Research*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104935>

- Johnson, M. (2011). Evolutionary ecology of plant defenses against herbivores. *Functional Ecology*, 305-311. doi: 10.1111/j.1365-2435.2011.01838.x
- Khyade, V. B., Gaikwad, P. M., & Vare., P. R. (19 de Diciembre de 2018). Explanation of Nymphalidae Butterflies. *International Academic Journal of Science and Engineering*, 5(2), 87–110. doi:10.9756/iajse/v5i1/1810029
- Kreider, J. (14 de julio de 2022). *Life among the mangroves*. Obtenido de WWF: <https://www.worldwildlife.org/stories/life-among-the-mangroves>
- Lauri, B., & Gibson, J. (2021). *Laguncularia racemosa* . Obtenido de Oasis Marino: <https://www.sdnhm.org/oceanoasis/fieldguide/lagu-rac-sp.html>
- Liu, M., Jiang, P., Chase, J. M., & Liu, X. (2024). Global insect herbivory and its response to climate change. *Current Biology*, 2558-2569. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.04.062>
- Lonard, R. I., Judd, F. W., DeYoe, H. R., & Stalter, R. (2020). Biology and ecology of the halophyte *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.: A review. En M. A. Khan (Ed.), *Handbook of Halophytes: From Molecules to Ecosystems towards Biosaline Agriculture* (págs. 1-16). Springer.
- López, K. Y., Ortiz, A., Giraldo, L. E., & Romero Tabarez, M. (2019). Diversidad e interacciones biológicas en el ecosistema de manglar. *Revista de Ciencias*.
- Mancina, C. A., González, A. P., Piña, A. L., & Trapero-Quintana, A. (2017). *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. (C. A. Cruz, Ed.) Editorial AMA, La Habana.
- Márquez Luna, J. (2005). *Técnicas de colecta y preservación de insectos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. Obtenido de http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_37/385_408_Tecnicas.pdf
- Mehlig, U., & Menezes, M. (2005). Mass defoliation of the mangrove tree *Avicennia germinans* by the moth *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae) in Equatorial Brazil. *Ecotopica*, 87-88.
- Mijangos, L. S. (2013). *Variación morfológica de Rhizophora mangle (Rhizophoraceae)*. Obtenido de https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1406/1/10000000972_documento.pdf
- Molina Moreira, N., Grazia Rodríguez, M., & Macías Tulcán, M. (2024). *GUIA DE MANGLARES DEL ECUADOR: Un estudio entre la academia y el saber de las comunidades*. Universidad Espíritu Santo. Obtenido de

<https://uees.edu.ec/descargas/libros/2024/guia-de-manglares-del-ecuador.pdf>

Murgas, A. S., L, J. R., L, J. A., H, C. S., & Paton, S. (2022). Insectos xilófagos asociados al bosque de manglar del área protegida refugio de vida silvestre Ramsar, humedal Bahía de Panamá. *Manglar* , 341-348.

Museo Nacional de Historia Natural. (18 de mayo de 2021). *Coevolución de insectos y plantas: La herbivoría*. Obtenido de Museo Nacional de Historia Natural: <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/coevolucion-de-insectos-y-plantas-la-herbivoría>

Nemera, G., & Bekana, G. (2023). Plants and Insects' Interaction: a Review on the Mechanisms of Plant Defense Against Herbivorous Insects. *Academic Journal of Entomology*, 16(3), 130-140. doi: 10.5829/idosi.aje.2023.130.140

Orellana Claros, M. A. (2007). *DETERMINACION CUANTITATIVA DE TANINOS EN EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE HOJAS DE Fragaria vesca L. (FRESA) POR ESPECTROFOTOMETRIA ULTRAVIOLETA / VISIBLE*. Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador, Centro América . Obtenido de <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/7781e655-04be-4fab-a403-f0f9f1008097/content>

Poveda Burgos, G., & Avilés Almeida, P. (2022). SITUACIÓN DE LOS MANGLARES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL - PROVINCIA DEL GUAYAS - ECUADOR. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible*(11). Obtenido de <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/4651>

Pozo Pozo, G. A. (2023). *Estructura y composición florística del manglar de Jambelí, Provincia de Santa Elena – ECUADOR*. Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar , La Libertad- Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10125/1/UPSE-TBI-2023-0073.pdf>

Pringle, R. M., Abraham, J. O., Anderson, T. M., Coverdale, T. C., Davies, A. B., Dutton, C. L., Veldhuis, M. (2023). Impacts of large herbivores on terrestrial ecosystems. *Current Biology*, 23(11).

Robertson, A. (1991). Plant-animal interactions and the structure and function of mangrove forest ecosystems. *Aust. Jour. Ecol*, 1-7.

Robinson, M., & Strauss, S. (2020). Generalists are more specialized in low-resource habitats, increasing stability of ecological network structure.

- Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2043-2048. Obtenido de <https://doi.org/10.1073/pnas.1820143117>
- Rodríguez, V., & Muñoz, E. A. (2024). Impacto del daño foliar ocasionado por herbivoría en el Manglar de Pixvae, Golfo de Chiriquí, Pacífico de Panamá. *SCIENTIA*, 10-36. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9739038>
- Romero Pérez , A., & Hernández Cumplido, J. (2019). La interacción entre insectos y su entorno. *Herreriana*(1), 21-25. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/4782/6510>
- Romero, I. C., S, J. R., & Peña, E. J. (2006). *Consumo de hojas por herbívoros en manglares del estuario del Río Dagua, Costa Pacífica Colombiana*. Cali, Colombia: Departamento de Biología, Universidad del Valle.
- Ruíz, T. C., Baquero, C. P., & Chebel, M. A. (2019). MANGLARES: MÁS QUE UN REFUGIO. *INFOFLORA Boletín d Bptánica* .
- Sandí, D. A. (2017). *Manglares y mangles de Costa Rica*.
- Sandrini Neto, L., Hostin , L., Lana , P., & Pellizzari, F. (2007). Un nuevo método de análisis digital para la determinación de los. *Investigaciones Marinas*, 111-116. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/imar/v35n1/art11.pdf>
- Santos Murgas, A., Barrios, H. E., & Luna, I. G. (2010). Herbivoría por insectos en cuatro especies de plantas maderables nativas en Sardinilla, Provincia de Colón, Panamá. *Tecnociencia*, 12(1).
- Sauceda-Acosta, C. P., Saucedo-Acosta, R. H., Flores-Sánchez, J. L., Rodríguez-Cota, F. G., Peinado-Torres, A. U., & Cortez-Mondaca, E. (2024). Precision and Efficiency of Digital Image Analysis to Measure Herbivory. *Southwestern Entomologist*, 1449- 1460. Obtenido de <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-49/issue-4/059.049.0419/Precision-and-Efficiency-of-Digital-Image-Analysis-to-Measure-Herbivory/10.3958/059.049.0419.short>
- Schowalter, T. D. (2016). Chapter 12 - Herbivory. En T. D. Schowalter, *Insect Ecology (Fourth edition)* (págs. 406-443). doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803033-2.00012-1>
- Silva, R. J., & Maia, R. C. (2022). Herbivoria foliar em um bosque de mangue no Ceará, Brasil. *Ciênc. Florest.* Obtenido de <https://doi.org/10.5902/1980509843456>
- Spalding, M., & Leal, M. (2021). *El estado de los manglares del mundo 2021*. Obtenido de <https://www.mangrovealliance.org/wp->

content/uploads/2022/09/The-State-of-the-Worlds-Mangroves-Report_2022_Executive_Summary_Spanish_v2.pdf

- Stanley, E. (2013). Herbivoría y características foliares en función de la edad en hojas de *Piper sp.* (piperaceae). *Ecología da Mala Atlántica*.
- Synnove Lilleeng, M., Joar Hegland, S., Rydgren, K., & Moe, S. (2021). Ungulate herbivory reduces abundance and fluctuations of herbivorous insects in a boreal old-growth forest. *Basic and Applied Ecology*, 56, 11-21.
- Tasnin, M. S., Michael Bode, K. M., & Clarke, A. R. (2021). A polyphagous, tropical insect herbivore shows strong seasonality in age-structure and longevity independent of temperature and host availability. *Scientific reports*.
- Teutli-Hernández, C., Herrera-Silveira, J. A., Cruz, D. C.-d., Comín, F. A., Arceo, D., Pérez, O & Carrara, X. C. (2021). *Manual para la restauración ecológica de manglares del sistema arrecifal mesoamericano y la Región del Gran Caribe*. ONU. Obtenido de <https://gefcrew.org/carrcu/SPAWSTAC9/Info-Docs/WG.42-INF.16-es.pdf>
- The Nature Conservancy. (26 de julio de 2021). *State of the World's Mangroves*. Obtenido de <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/state-of-world-mangroves/>
- Torres González, D., & García Guzmán, G. (2014). Análisis del papel de los caracteres foliares de *Cnidocolus* (Euphorbiaceae) en la defensa contra herbívoros y patógenos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 126-134. doi:[https://doi.org/10.1016/S1405-888X\(14\)72087-X](https://doi.org/10.1016/S1405-888X(14)72087-X)
- Urbaneja, A., Silva, D. B., Valiente, M. A., Bento, J. M., & Hedo, M. P. (2021). *Interacciones herbívoro-herbívoro*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Department of Entomology and Acarology. Obtenido de https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8157/2022_Urbaneja_Interacciones.pdf?sequence=1
- Valoy, M., Ordano, M., Bernacki, F., Palacio, F. X., López-Acosta, J. C., & Varela, O. (2018). Patrones de herbivoría en *Vassobia breviflora* (Solanaceae): variación en el daño foliar y selección natural mediada por herbívoros. *Revista de Biología Tropical*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.31869>
- Vázquez-Vázquez, L. L., Jiménez-Pérez, N. d., Cruz-Elizondo, Y. D., Rodríguez-Luna, A. R., & Morales-Bautista, C. M. (2024). Areas affected by defoliator (*Hylesia colimatifex*) in the mangrove area of Laguna

Mecoacán, Tabasco. *Acta universitaria*, 34. Obtenido de <https://doi.org/10.15174/au.2024.4066>

Vladimir Carvajal, L. (2020). *Morfología y principales grupos de Acrididae del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Biología (DB) . Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21024>

Zavala, J. (2010). Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos. *CIENCIAHOY*, 53-59.

ANEXOS

Anexo 1

Delimitación de transectos



Anexo 2

Aplicación de la técnica de golpeo para el monitoreo de insectos folívoros



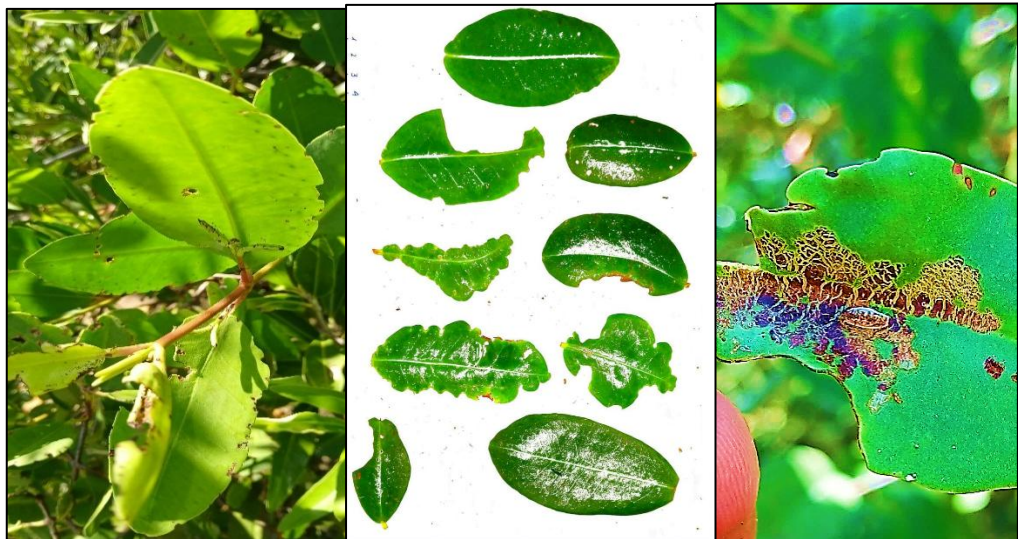
Anexo 3

Uso de Excel para la tabulación de datos recolectados en campo

PRIMERA ESTACIÓN						SEGUNDA ESTACIÓN						
Área consumida	Área restante	Total	Tasa de herbivoría	Tipo de herbivoría	Edad	Área consumida	Área restante	Total	Tasa de herbivoría	Tipo de herbivoría	Edad	
MANABLE BLANCO						MANABLE ROJO						
1	0,102	14,3	14,402	0,708	Punteador Joven	1	0	53,351	0,000	Ninguno	Adulta	
2	0	12,225	27,105	0,000	Ninguno	2	4,822	15,8	20,622	23,383	Indeterminado	Joven
3	0	18,609	18,609	0,000	Ninguno	3	4,944	52,396	66,44	6,087	Indeterminado	Adulta
4	4,15	19,385	23,535	17,633	Minador	4	0,878	26,129	27,007	3,251	Raspador	Adulta
5	0,071	23,687	23,758	0,299	Punteador	5	0,179	67,702	67,881	0,264	Cortador	Adulta
6	0,942	28,905	29,847	3,158	Cortador	6	2,084	29,726	31,81	6,551	Raspador	Joven
7	2,624	18,332	18,956	13,888	Minador	7	0	23,477	23,477	0,000	Ninguno	Joven
8	0	30,551	30,551	0,000	Ninguno	8	2,798	18,991	21,789	12,841	Mixto	Joven
9	0,333	21,042	21,375	1,558	Punteador	9	0	28,403	28,403	0,000	Ninguno	Joven
10	0,022	34,959	34,981	0,063	Cortador	10	0	42,644	42,644	0,000	ninguno	Adulta
11	2,115	18,603	15,718	13,450	ninguno	11	0,543	55,508	56,051	0,969	Indeterminado	Adulta
12	0,601	21,752	22,353	2,688	Cortador	12	0,412	42,835	43,247	0,953	Raspador	Adulta
13	0	26,547	26,547	0,000	ninguno	13	0	32,478	32,478	0,000	ninguno	Adulta
14	1,429	27,053	28,482	5,017	Mixto	14	0	18,066	18,066	0,000	ninguno	Joven
15	0	25,695	25,695	0,000	ninguno	15	0,188	38,181	38,369	0,000	Raspador	Adulta
16	0,638	21,323	21,961	2,905	Mixto	16	0	27,718	27,718	0,000	ninguno	Adulta
17	8,993	18,837	27,83	32,314	Mixto	17	0,289	44,066	44,355	0,652	Cortador	Adulta
18	0,844	14,651	15,495	5,447	Minador	18	0	21,775	21,775	0,000	ninguno	Joven
19	2,92	18,714	21,634	13,497	Minador	19	0,408	48,323	48,731	0,837	Cortador	Adulta
20	2,102	17,286	19,388	10,853	Cortador	20	0,052	56,517	56,569	0,092	Cortador	Adulta
21	14,495	20,85	35,345	41,010	Mixto	21	3,503	59,732	63,235	5,540	Mixto	Adulta
22	0,282	18,608	18,89	1,499	Punteador	22	0,836	19,07	19,906	4,200	Cortador	Joven
23	2,423	15,945	15,368	14,203	Minador	23	0,055	41,319	41,374	0,085	Raspador	Adulta
24	9,052	2,416	11,478	78,953	Minador	24	7,738	47,767	55,505	13,941	Mixto	Adulta
25	7,906	18,213	26,119	30,269	Minador	25	0,668	51,186	51,854	1,288	Mixto	Adulta
26	1,807	22,203	24,01	7,526	Cortador	26	0	21,401	21,401	0,000	ninguno	Joven
27	0,019	26,299	26,274	0,057	Cortador	27	1,09	15,307	23,005	4,738	Indeterminado	Joven
28	0	15,664	15,664	0,000	ninguno	28	1,757	40,244	42,001	4,183	Raspador	Adulta
Promedio por árbol												
						7,833						
						7,103						
						0,432						
						2,729						
						3,026						
						3,008						
						4,814						
						3,250						
						3,259						
						2,915						

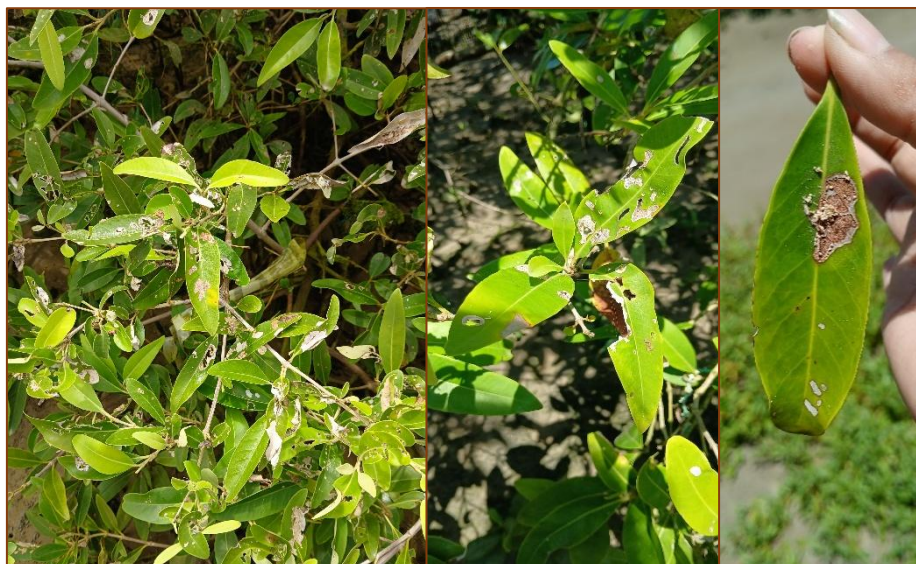
Anexo 4

Herbivoría presente en árbol de *Laguncularia racemosa*



Anexo 5

Herbivoría presente en árbol de Avicennia germinans



Anexo 6

Promedio de herbivoría en Laguncularia racemosa durante la temporada enero-abril

% de herbivoría en <i>Laguncularia racemosa</i>				
	T1	T3	T4	T5
Promedio	4,329	5,235	3,286	3,954
Desv. Estándar	7,324	6,779	5,130	5,810
Coef. Variación (%)	169,175	129,508	156,115	146,931
IC 95% Inferior	0,847	1,229	0,497	-0,350
ENE IC 95% Superior	7,811	9,241	6,075	8,258
Promedio	5,426	5,995	5,439	6,556
De. Estándar	2,500	2,180	2,781	2,410
Coef. Variación (%)	46,076	36,361	51,135	36,767
IC 95% Inferior	4,238	4,707	3,927	4,771
FEB IC 95% Superior	6,614	7,283	6,951	8,341
Promedio (cm ²)	12,932	10,880	11,334	12,145
De. Estándar (cm ²)	6,799	5,920	5,599	7,088
Coef. Variación (%)	52,577	54,405	49,403	58,361
IC 95% Inferior	9,699	7,381	8,29	6,894
MAR IC 95% Superior	16,164	14,378	14,377	17,396
ABR Promedio (cm ²)	8,114	9,101	9,018	10,169

De. Estándar (cm ²)	5,315	5,653	4,958	5,940
Coef. Variación (%)	65,508	62,110	54,978	58,416
IC 95% Inferior	5,587	5,760	6,323	5,769
IC 95% Superior	10,641	12,442	11,713	14,569

Anexo 7

Promedio de herbivoría en Avicennia germinans durante la temporada enero-abril

% de herbivoría en <i>Avicennia germinans</i>				
		T3	T4	T5
	Promedio (cm ²)	5,090	6,807	7,129
	Desv. Estándar (cm ²)	1,635	2,514	3,849
	Coef. Variación (%)	32,124	36,931	53,993
	IC 95% Inferior	3,239	5,385	4,743
ENE	IC 95% Superior	9,241	8,229	9,515
	Promedio (cm ²)	19,629	11,599	10,429
	De. Estándar (cm ²)	2,727	12,909	8,048
	Coef. Variación (%)	13,891	111,299	77,167
	IC 95% Inferior	16,543	4,295	5,440
FEB	IC 95% Superior	22,714	18,903	8,341
	Promedio (cm ²)	18,875	21,036	21,890
	De. Estándar (cm ²)	10,712	11,889	9,675
	Coef. Variación (%)	56,753	56,517	44,198
	IC 95% Inferior	7,381	8,29	6,894
MAR	IC 95% Superior	14,378	14,377	17,396
	Promedio (cm ²)	12,522	25,656	19,440
	De. Estándar (cm ²)	4,930	9,366	8,656
	Coef. Variación (%)	39,368	36,507	44,524
	IC 95% Inferior	5,760	6,323	5,769
ABR	IC 95% Superior	12,442	11,713	14,569

Anexo 8

Promedio de herbivoría en Rhizophora mangle durante la temporada enero-abril

% de herbivoría en <i>Rhizophora mangle</i>				
	T3	T4	T5	
	Promedio (cm2)	1,666	2,588	1,751
	Desv. Estándar (cm2)	2,431	3,439	4,264
	Coef. Variación (%)	145,911	132,899	243,531
	IC 95% Inferior	0,229	0,718	-1,408
ENE	IC 95% Superior	3,103	4,457	4,910
	Promedio (cm2)	3,144	2,026	1,087
	De. Estándar (cm2)	2,147	2,007	1,040
	Coef. Variación (%)	68,275	99,049	95,598
	IC 95% Inferior	1,875	0,935	0,317
FEB	IC 95% Superior	4,413	3,117	1,858
	Promedio (cm2)	2,625	4,178	2,697
	De. Estándar (cm2)	2,939	4,274	1,995
	Coef. Variación (%)	111,967	102,304	73,966
	IC 95% Inferior	0,888	1,854	1,219
MAR	IC 95% Superior	4,362	6,501	4,175
	Promedio (cm2)	2,452	1,393	2,691
	De. Estándar (cm2)	1,893	2,144	2,373
	Coef. Variación (%)	77,215	153,937	88,180
	IC 95% Inferior	1,333	0,227	0,933
ABR	IC 95% Superior	3,571	2,558	4,449

Anexo 9.

Folívoros del Orden Coleoptera encontradas en el manglar de Jambelí

Orden Coleoptera

✚ *Familia Chrysomelidae, género Charidotella*



Vista dorsal



Vista ventral



Vista lateral

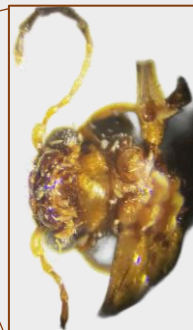
✚ *Familia Chrysomelidae, género Calligrapha*



Vista Dorsal



Vista Ventral



✚ *Familia Scarabaeidae, género Ligyrus*



Vista Dorsal



Vista Ventral



✚ *Familia Curculionidae, género Otiorhynchus*



Vista Dorsal



Vista Ventral



✚ *Familia Curculionidae, género Anthonomus*



Vista Lateral



Vista Ventral



Anexo 10 Folívoros del Orden Orthoptera encontrados en el manglar de Jambelí

Orden Orthoptera

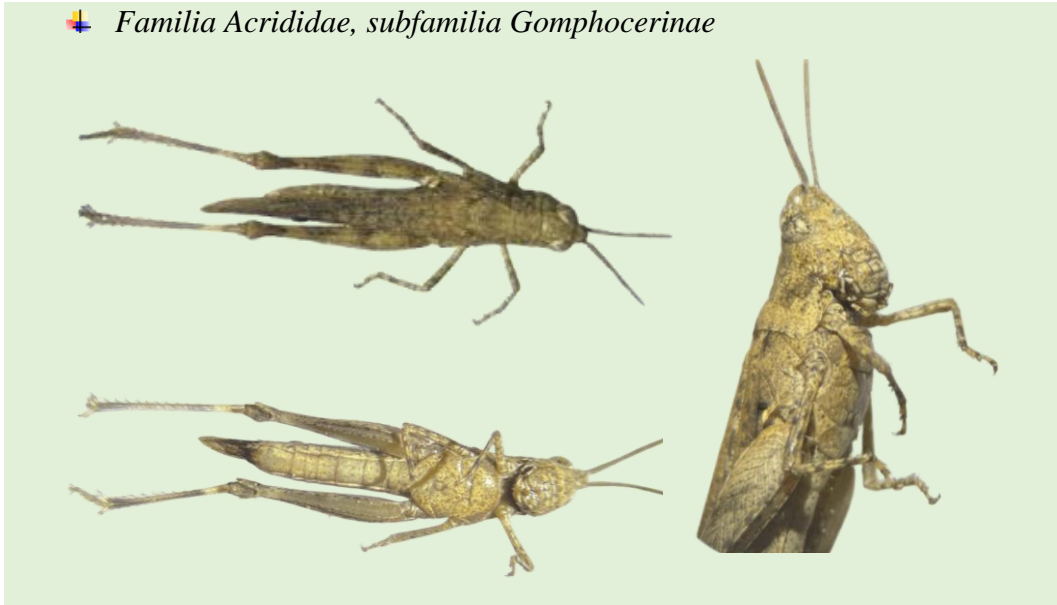
✚ *Familia Gryllidae; género Gryllus*



✚ *Familia Tettigoniidae*



✚ *Familia Acrididae, subfamilia Gomphocerinae*



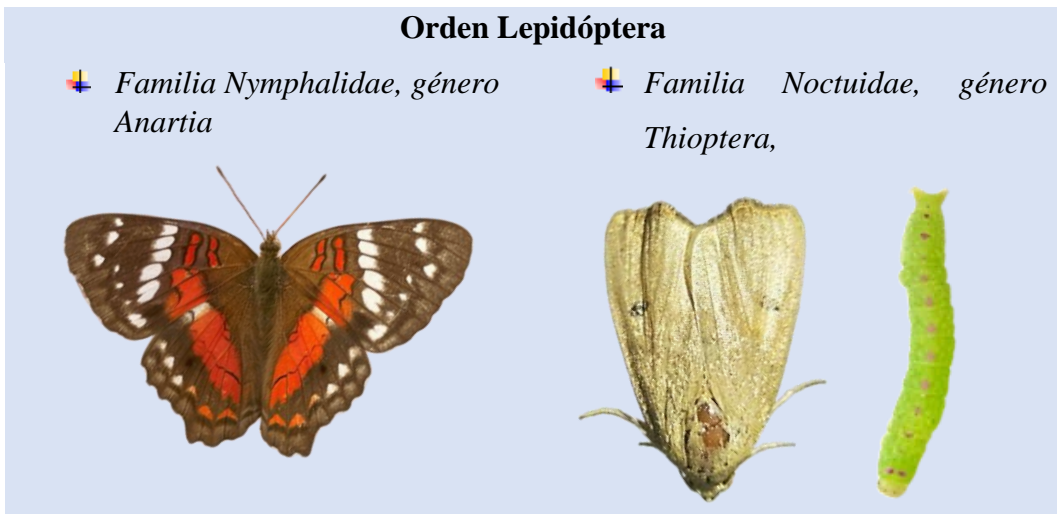
Anexo 11

Folívoros del Orden Lepidóptera encontrados en el manglar de Jambelí

Orden Lepidóptera

✚ *Familia Nymphalidae, género Anartia*

✚ *Familia Noctuidae, género Thioptera,*



✚ *Familia Hesperidae, género Urbanus*



.