UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Evaluación de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y Zonas de amortiguamiento

Tesis
Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Fiorela Cano Carrillo

Bach. Edgar Alexander Coveñas Rumiche

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Evaluación de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y Zonas de amortiguamiento

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Miguel Antonio Puescas Chully
Presidente

Mg. Erick Antonio Suarez Peña
Secretario

Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo
Vocal

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Evaluación de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y Zonas de amortiguamiento

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Bach. Fiorela Cano Carrillo (Autor) _____

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3928-4975

Bach. Edgar Alexander Coveñas Rumiche (Autor) _____

ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3629-1777

Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo (Asesor) _____

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0255-1047

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los nueve días del mes de octubre de dos mil veintiséis, siendo las Doce horas, con Cero minutos (12:00), de la Tarde, de forma presencial, se reunieron en el aula virtual 1 de la Facultad de Ciencias Agrarias, el Jurado Calificador, designado por Resolución Nº 014-2025/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Dr. Miguel Antonio Puescas Chully** (Presidente), **Mg. Erick Antonio Suarez Peña** (Secretario), **Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo** (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al **Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo,** como **Asesor** se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, **"Evaluación de Insectos Asociados a Flores y Frutos de Especies de Mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes",** para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por los **Bach. Fiorela Cano Carrillo y Bach. Edgar Alexander Coveñas Rumiche,** Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de los sustentantes y después de la deliberación, el jurado según el artículo Nº 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara a los: **BACH. FIORELA CANO CARRILLO Y BACH. EDGAR ALEXANDER COVEÑAS RUMICHE**.....Aprobados....., por .....Unanimidad....., con el calificativo .....Muy bueno.....,

Se hace conocer a los sustentantes, que deberán levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda ...Expeditos..... para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria Nº 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las .....Trece..... horas y ...Veinte..... minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, ...09 de Octubre del 2026

Miguel Antonio Puescas Chully DNI Nº 02660522 CODIGO ORCID 0000-0003-1979-9572 Presidente	**Mg. Erick Antonio Suarez Peña** DNI Nº 44752859 CODIGO ORCID 0000-0003-0137-8251 Secretario
Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo DNI Nº 00249859 CODIGO ORCID 0000-0002-0255-1047 Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADOS-ARCHIVO (Decanato)
S. Acad.



Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo
DNI. 00249839
Codigo ORCID: 0000-0002-0255-1047
Asesor de Tesis

FIORELA CANO CARRILLO

Evaluación de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbe...

Evaluación de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y Zonas de...

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:658248470

Fecha de entrega
20 nov 2026, 8:13 GMT-5

Fecha de descarga
20 nov 2026, 8:23 GMT-5

Nombre del archivo
TESIS - CANO CARRILLO - COVEÑAS RUMICHE.pdf

Tamaño del archivo
3.6 MB

91 páginas

20.396 palabras

109.961 caracteres

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

1%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
1%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo
DNI. 00249839
ORCID: 0000-0002-0255-1047
Asesor de Tesis

Fuentes principales

1% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
1% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1 Trabajos del estudiante
Universidad Estatal Amazonica- on 2026-09-14 <1%

2 Trabajos del estudiante
Universidad Estatal Amazonica- on 2025-10-26 <1%

3 Internet
investigacion.usc.gal <1%

4 Trabajos del estudiante
Universidad del Sinú Seccional Cartagena on 2026-05-25 <1%

5 Internet
core.ac.uk <1%

6 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-06-10 <1%

7 Internet
repositorio.utn.edu.ec <1%

8 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Tumbes on 2025-09-12 <1%

9 Internet
emmanuelagmf.com <1%

10 Internet
ipt.biodiversidad.co <1%

11 Internet
repositorio.unaj.edu.pe <1%

Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo
DNI. 00249839
ORCID: 0000-0002-0255-1047
Asesor de Tesis

12 Internet

issuu.com <1%



Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo
DNI: 00249839
ORCID: 0000-0002-0255- 1047
Asesor de Tesis

DEDICATORIA

A mi Dios, por ser mi guía y mi refugio, por iluminar mi camino aun en los momentos de incertidumbre y brindarme la fortaleza necesaria para seguir adelante sin rendirme.

A mis padres, Sabina y Anivar, por su amor, confianza, sacrificio y apoyo incondicional, gracias a cuyo esfuerzo y constante ánimo hoy puedo culminar esta meta.

A mis hermanos, Darri y Gabriel, por su compañía y apoyo en cada momento compartido, por las alegrías vividas juntos y por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida.

A mi novio, Jimmy, por ser mi compañero en esta etapa brindándome su amor, paciencia y apoyo constante, quien siempre me anima a seguir adelante en cada una de mis metas.

Fiorela Cano Carrillo

Me gustaría tomar este momento para expresar mi gratitud principalmente a Dios por brindarme el ánimo y la sabiduría durante todo este proyecto.

A todas las personas que me acompañan en este trayecto, especialmente a mi madre Caroline Rumiche Alemán, por su respaldo constante, confianza y amor incondicional. Su sacrificio silencioso y cada palabra de aliento en los momentos difíciles han sido mi mayor motivación para nunca rendirme. Ella representa la fuerza y determinación que me impulsan a seguir adelante en la búsqueda de mis metas, enseñándome que la perseverancia, el esfuerzo y la dedicación siempre tienen su recompensa.

A mis hermanos, por estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento que me impulsan a dar lo mejor de mí, y por recordarme que, con dedicación y esfuerzo, todo es posible.

Edgar A. Coveñas Rumiche

AGRADECIMIENTO

A nuestro mentor, Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo, por ser una guía fundamental durante este proceso, por su paciencia, dedicación, valiosas enseñanzas y constante orientación, que contribuyeron significativamente al desarrollo y culminación de esta investigación.

A la Ing. Patricia Cruz Córdova, por su tiempo, dedicación y disposición para compartir sus conocimientos, brindándonos una valiosa orientación durante la confirmación e identificación de algunas especies.

A nuestro compañero Patrick Espinoza, por su amistad, compañerismo y apoyo durante nuestra formación universitaria, así como por los momentos, aprendizajes y experiencias compartidas.

Al Ing. Jorge Luis Purizaga Preciado por su disposición, apoyo y aporte fotográfico, valiosos para el desarrollo de esta investigación.

Al Mg. Erick A. Suarez Peña, por su colaboración, apoyo y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación.

A la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), por el financiamiento de nuestra tesis; a la Alianza del Proyecto Panamá-Perú-España, por su apoyo, y al Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), representado por la Dra. Ruth del Cid, por su respaldo.

Al Consorcio Manglares, a través del Ing. Henry Preciado, por su apoyo logístico y colaboración.

A nuestro coordinador de la UNTumbes, Ing. Joel Feijoo Carrillo, por su guía, dedicación y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

Página.

RESUMEN xxii

ABSTRACT xxiii

CAPITULO I 24

INTRODUCCIÓN 24

CAPITULO II 26

REVISION DE LITERATURA 26

2.1. Ecosistemas de manglar y su importancia ecológica 26

2.2. Especies de manglar presentes en el norte del Perú 26

2.3. Realidad Local: El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) 27

2.4. Insectos asociados a flores y frutos en manglares 27

2.5. Insectos visitantes florales en especies de manglar 28

2.5.1. *Rhizophora mangle* (mangle rojo) 28

2.5.2. *Rhizophora harrisonii* (mangle colorado) 29

2.5.3. *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) 30

2.5.4. *Avicennia germinans* (mangle salado) 31

2.6. Fenología floral y dinámica de insectos 31

2.7. Contexto Global de la Entomofauna en Manglares 32

2.8. Situación Regional: Desafíos en el Pacífico Este Tropical 32

2.8.1. Vacíos de conocimiento y relevancia del estudio 33

2.9. Antecedentes 33

2.9.1. Internacionales 33

2.9.2. Antecedentes nacionales 36

CAPITULO III 38

MATERIALES Y METODOS 38

3.1. Lugar de ejecución 38
3.2. Duración del proyecto 41
3.2.1. Fase de campo 41
3.2.2. Fase de gabinete 41
3.3. Materiales y equipos 41
3.3.1. Materiales de campo 41
3.3.2. Materiales de laboratorio 42
3.3.3. Equipos de laboratorio 42
3.3.4. Otros materiales 42
3.4. Metodología 42
3.4.1. Metodología de muestreo y colecta de insectos 43
3.4.2. Índices de diversidad 47
CAPITULO IV 51
RESULTADOS Y DISCUSION 51
4.1. Composición y estructura de la entomofauna en la zona de amortiguamiento 51
4.1.1. Puerto 25 51
4.1.2. El Algarrobo 60
4.2. Análisis de la entomofauna en la Zona Núcleo 70
4.2.1. El Salto 70
4.2.2. Isla Matapalo 79
4.3. Análisis comparativo de la entomofauna entre la Zona Núcleo y la Zona de Amortiguamiento 88
4.3.1. Dinámica de Conservación: Zona de Amortiguamiento frente a Zona Núcleo 89
4.3.2. Asociación de la entomofauna con el tipo de mangle 91
4.3.3. Panel Fotográfico de insectos asociados a flores y frutos de mangle . 93
CAPITULO V 102

CONCLUSIONES 102
CAPITULO VI 104
RECOMENDACIONES 104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 105
ANEXOS 111

ÍNDICE DE TABLAS

Página.

Tabla 1. Localidades de muestreo y coordenadas UTM (WGS 84) en la provincia de Zarumilla, Tumbes..... 41
Tabla 2. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en Puerto 25, en relación con la temperatura y la humedad relativa..... 52
Tabla 3. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en Puerto 25, en relación con la temperatura y la humedad relativa..... 53
Tabla 4. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*Puerto 25 - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025. 55
Tabla 5. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector Puerto 25 57
Tabla 6. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*Puerto 25 - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025..... 59
Tabla 7. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector Puerto 25 59
Tabla 8. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en El Algarrobo, en relación con la temperatura y la humedad relativa..... 61
Tabla 9. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en El Algarrobo, en relación con la temperatura y la humedad relativa..... 63
Tabla 10. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*El Algarrobo - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025. 64
Tabla 11. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de El Algarrobo..... 66

Tabla 12. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*El Algarrobo - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025. 68
Tabla 13. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector de El Algarrobo 68
Tabla 14. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en El Salto, en relación con la temperatura y la humedad relativa 71
Tabla 15. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en El Salto, en relación con la temperatura y la humedad relativa 72
Tabla 16. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*El Salto - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025. 73
Tabla 17. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de El Salto 75
Tabla 18. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*El Salto - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025. 77
Tabla 19. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson 78
Tabla 20. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en Isla Matapalo, en relación con la temperatura y la humedad relativa 79
Tabla 21. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en Isla Matapalo, en relación con la temperatura y la humedad relativa 81
Tabla 22. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*Isla Matapalo - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación 82

Tabla 23. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de Isla Matapalo 85
Tabla 24. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*Isla Matapalo - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación 86
Tabla 25. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector de Isla Matapalo 87
Tabla 26. Resumen comparativo de la diversidad y dominancia de la entomofauna en flores y frutos de la Zona de Amortiguamiento y la Zona Núcleo del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (periodo 2025-2026)..... 89
Tabla 27. Comparación de los atributos comunitarios de la entomofauna entre la Zona de Amortiguamiento y la Zona Núcleo (valores observados, rango entre los dos sitios de cada zona)..... 90
Tabla 28 Índices de biodiversidad registrados en Puerto 25 – Flores..... 111
Tabla 29 Índices de biodiversidad registrados en Puerto 25 – Frutos..... 112
Tabla 30 Índices de biodiversidad registrados en El Algarrobo – Flores..... 113
Tabla 31 Índices de biodiversidad registrados en El Algarrobo – Frutos..... 114
Tabla 32 Índices de biodiversidad registrados en El Salto – Flores. 115
Tabla 33 Índices de biodiversidad registrados en El Salto – Frutos. 116
Tabla 34 Índices de biodiversidad registrados en Isla Matapalo – Flores. 117
Tabla 35 Índices de biodiversidad registrados en Isla Matapalo – Frutos. 118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras reproductivas de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) observadas en campo. (a) Flor con sus características morfológicas distintivas. (b) Fruto en desarrollo. 29
Figura 2. Estructuras reproductivas de *Rhizophora harrisonii* Leechm. presentes en el ecosistema de manglar. (a) Flor con sus principales características morfológicas. (b) Fruto en desarrollo. 30
Figura 3. Estructuras reproductivas de *Laguncularia racemosa*. (mangle blanco) observadas en campo. (a) Inflorescencias florales características de la especie, donde se agrupan las flores en pequeños racimos. (b) Fruto en desarrollo. 30
Figura 4. *Avicennia germinans* (Mangle salado). (a) Inflorescencias en racimos terminales con flores pequeñas. (b) Fruto en desarrollo que facilita la dispersión y regeneración natural. 31
Figura 5. Mapa de distribución de estaciones de muestreo en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y su zona de amortiguamiento. 40
Figura 6. Colecta activa de insectos mediante el uso de redes entomológicas durante los muestreos realizados en las zonas de estudio. (a) Sector El Salto. (b) Sector Isla Matapalo. 43
Figura 7. Recolección de flores y frutos de especies de manglar para el estudio de insectos asociados. (a y b) Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas transparentes y transportadas al campo base para el monitoreo periódico de la emergencia de insectos. 44
Figura 8. Trabajo de laboratorio: (a) conteo y caracterización morfológica de los especímenes, (b) presentación de la colección entomológica organizada. 45
Figura 9. Inspección y evaluación periódica de frutos de mangle para el monitoreo de la emergencia de insectos asociados (a) y (b). 46
Figura 10. Análisis morfológico y determinación taxonómica. (a y b) observación de caracteres a través del estereoscopio. 45
Figura 11. Colecta directa de insectos en flores y frutos de mangle. 46
Figura 12. Procesamiento de muestras durante el muestreo: (a) empleo de placas Petri para análisis preliminar y (b) utilización de cámara letal para la eutanasia de ejemplares en campo. 47

Figura 13. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en Puerto 25. 58
Figura 14. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en Puerto 25. 60
Figura 15. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en El Algarrobo 67
Figura 16. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en El Algarrobo 69
Figura 17. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en El Salto. 76
Figura 18. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en El Salto. 78
Figura 19. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en Isla Matapalo 85
Figura 20. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en Isla Matapalo 88
Figura 21. Insectos visitantes asociados a las inflorescencias de mangle salado (*Avicennia germinans*. Se muestran representantes de los principales grupos taxonómicos registrados durante el estudio: (a) *Colletes* sp. (Colletidae), (b) *Apis mellifera* (Linnaeus 1758) (Apidae), (c) Halictidae, (d) Formicidae, (e) *Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850), (Coccinellidae), (f) Hesperiidae, (g) Reduviidae, (h) Mantidae (i) Diptera, evidenciando la diversidad de insectos que utilizan las flores del mangle como fuente de recursos o sitio de interacción ecológica. 93
Figura 22. Insectos del orden Hymenoptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Colletidae (*Colletes* sp.), (b) y (c) Mutillidae, (d) Formicidae, (e) Pompilidae, (f) Sphecidae, (g) Braconidae, (h) y (i) Ichneumonidae (j) Halictidae (k)Vespidae, (l) Crabronidae, (m) Braconidae (*Chelonus* sp.) (n) Megachilidae y (ñ) Chalcididae, insectos asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio. 94
Figura 23. Insectos del orden Coleoptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) y (b) Chrysomelidae, (c) Buprestidae, (d) y (e) Tenebrionidae (f) Coccinellidae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio. 95

Figura 24. Insectos del orden Diptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Syrphidae (*Palpada sp.*), (b y c) Syrphidae (d) Asilidae, (e y f) Lonchaeidae (g) Sepsidae (h) Ceratopogonidae asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio. 96
Figura 25. Insectos recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Riodinidae (b) Miridae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio. 96
Figura 26. Insectos recolectados en frutos de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Noctuidae (b y c) Tineidae (d) Tortricidae (e) Curculionidae (f) Reduviidae (g) Alydidae (h) Encyrtidae, asociados a frutos del manglar durante el periodo de estudio. 97
Figura 27. Insectos recolectados en flores de mangle blanco (*Laguncularia racemosa)* Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Apidae (*Apis mellifera*) (b) Crabronidae (c) Chrysididae (d) Formicidae (e) Cicadellidae (f) Membracidae (g) Hesperiidae (h) Syrphidae (i) Chrysopidae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio. 98
Figura 28. Insectos recolectados en flores de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Curculionidae (*Coccotrypes rhizophorae*) (b) Halictidae (c) Braconidae (d) Asilidae, recolectados en flores durante el periodo de estudio. 98
Figura 29. Insectos recolectados en frutos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle colorado (*Rhizophora* × *harrisonii*): (a) *Coccotrypes rhizophorae* (Curculionidae), presente en frutos de ambas especies; (b) ejemplar de Eurytomidae, recolectado en frutos de *Rhizophora* × *harrisonii.* 99
Figura 30. Evidencias del ataque de *Coccotrypes rhizophorae* en frutos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*): (a) fruto con daño ocasionado por la infestación del insecto; (b) corte longitudinal del fruto que evidencia la presencia de galerías y del insecto en su interior; y (c) ejemplar de *Coccotrypes rhizophorae* recuperado del interior del fruto. 100
Figura 31. Frutos de mangle colorado (*Rhizophora* × *harrisonii*) y evidencia de infestación por insectos: (a) fruto de R. × harrisonii; (b) daño externo observado en el fruto, atribuible a la actividad de insectos; y (c) ejemplar de una avispa de la familia Eurytomidae recuperado del interior del fruto. 100

Figura 32. Frutos de mangle salado (*Avicennia germinans*) y evidencia de infestación por insectos: (a) fruto de A. germinans; (b) daño interno ocasionado por larvas de lepidópteros (familia Tortricidae); y (c) ejemplar de una mosca de la familia Lauxaniidae recuperada del interior del fruto. 100
Figura 33. Frutos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y evidencia de daño por insectos. (a) fruto de L. racemosa; (b) daño interno ocasionado por larvas de Lepidópteros; y (c) ejemplar de un escarabajo de la familia Curculionidae recuperado del interior del fruto..... 101
Figura 34. Puntos de muestreo y actividades desarrolladas durante el estudio: (a) El Algarrobo, junto al Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo y el Ing. Henry Preciado Chune; (b) El Salto, junto al Ing. Henry Preciado Chune y el Ing. Jorge Luis Purizaga Preciado; (c) participación con la Asociación de Parita, Panamá; (d) Isla Matapalo, junto a la Dra. Ruth del Cid y el Bach. Patrick Espinoza Herrera; (e) participación en el intercambio de experiencias Panamá–Perú, en el marco del proyecto "Desarrollo sostenible de las comunidades costeras a través de la apicultura climáticamente inteligente en ecosistemas de manglar", del Programa de Cooperación Triangular para América Latina y el Caribe de la AECID; y (f) ácaro encontrado en flores de mangle rojo, perteneciente a la familia Ameroseiidae. 119

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la estructura comunitaria y la diversidad entomológica asociada a las estructuras reproductivas (flores y frutos) de especies de mangle en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, Perú, considerando las diferencias descriptivas entre las zonas del gradiente de conservación y las variables microclimáticas durante el periodo 2025–2026. Se empleó un diseño longitudinal descriptivo con seis evaluaciones interestacionales en cuatro puntos de muestreo: dos en la Zona de Amortiguamiento (Puerto 25 y El Algarrobo) y dos en la Zona Núcleo (El Salto e Isla Matapalo). Los especímenes se colectaron mediante muestreo directo sobre estructuras florales y fructíferas de *Rhizophora mangle*, *Rhizophora* × *harrisonii*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, registrándose simultáneamente la temperatura y la humedad relativa in situ. En total, se colectaron 3 035 individuos, correspondientes a 9 órdenes y 87 familias. Los resultados evidenciaron diferencias entre las estructuras reproductivas y las zonas de conservación. Las flores presentaron mayor diversidad y equidad taxonómica, con predominio del orden Hymenoptera (Apidae, Vespidae y Formicidae), alcanzándose la mayor diversidad alfa en Isla Matapalo (H′ = 3,36; 1/D = 19,99). En contraste, los frutos registraron menor diversidad (H′ entre 1,20 y 1,64) y predominio de las familias Curculionidae (Coleoptera) y Lauxaniidae (Diptera). Durante los incrementos térmicos iniciales, la entomofauna mostró una distribución más amplia entre las especies de mangle; mientras que, en los periodos finales de descenso poblacional, se concentró principalmente sobre *A. germinans*. Se concluye que la Zona Núcleo presentó valores de diversidad más altos que la Zona de Amortiguamiento, y que *A. germinans* concentró la mayoría de registros al final del periodo; su posible función como refugio requiere estudios específicos para la entomofauna, resaltando la importancia de conservar este ecosistema para mantener su biodiversidad y funcionamiento ecológico.

Palabras Clave: *Avicennia germinans*; conservación biológica; diversidad alfa; entomofauna; estructuras reproductivas; manglar; Zona Núcleo.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the community structure and entomological diversity associated with the reproductive structures (flowers and fruits) of mangrove species in the Los Manglares de Tumbes National Sanctuary, Peru, considering the descriptive differences among zones along the conservation gradient and microclimatic variables during the 2025–2026 period. A descriptive longitudinal design was employed, involving six inter-seasonal assessments across four sampling sites: two in the Buffer Zone (Puerto 25 and El Algarrobo) and two in the Core Zone (El Salto and Isla Matapalo). Specimens were collected via direct sampling from the floral and fruiting structures of Rhizophora mangle, *Rhizophora* × *harrisonii*, *Laguncularia racemosa*, and *Avicennia germinans*, with in situ measurements of temperature and relative humidity recorded simultaneously. A total of 3,035 individuals were collected, representing 9 orders and 87 families. The results revealed differences between the reproductive structures and the conservation zones. Flowers exhibited greater taxonomic diversity and evenness, with a predominance of the order Hymenoptera (Apidae, Vespidae, and Formicidae); the highest alpha diversity was observed at Isla Matapalo (H′ = 3.36; 1/D = 19.99). In contrast, fruits showed lower diversity (H′ between 1.20 and 1.64) and were dominated by the families Curculionidae (Coleoptera) and Lauxaniidae (Diptera). During the initial stages of rising temperatures, the insect fauna exhibited a broader distribution across the mangrove species; conversely, during the final stages, characterized by a population decline, it became concentrated primarily on *A. germinans*. It is concluded that the Core Zone showed higher diversity values than the Buffer Zone, and that *A. germinans* accounted for the majority of records toward the end of the period. Its possible role as a refuge justifies specific studies on the insect fauna, underscoring the importance of conserving this ecosystem to maintain its biodiversity and ecological functioning.

Keywords: *Avicennia germinans*; biological conservation; alpha diversity; entomofauna; reproductive structures; mangrove; Core Zone.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de manglar son reconocidos a nivel global como biomas críticos debido a su elevada productividad biológica y su capacidad para proveer servicios ecosistémicos esenciales. Estos entornos actúan como barreras naturales frente a la erosión costera y eventos climáticos extremos, además de funcionar como grandes sumideros de carbono, desempeñando un papel vital en la mitigación del cambio climático (Arnaud et al., 2023; Bunting et al., 2022). En el contexto peruano, el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), con una extensión de 2 972 hectáreas, constituye uno de los ecosistemas de manglar más representativos del país por su importancia ecológica y biodiversidad. Su vegetación está conformada por cinco especies: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), que presenta la mayor densidad e índice de valor de importancia (IVI), seguida de *Rhizophora* × *harrisonii* (mangle colorado) y *Avicennia germinans* (mangle salado o mangle negro). En menor proporción se encuentran *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle piña). Estas especies contribuyen al mantenimiento de redes tróficas complejas y al desarrollo de actividades económicas locales, como la pesca artesanal y el ecoturismo (Dioses Puelles, 2020; Erazo & Padilla, 2021).

No obstante, la conservación efectiva de estas formaciones vegetales no depende únicamente de su extensión o cobertura, sino también de procesos biológicos a microescala que sostienen su regeneración natural. Entre estos, las interacciones entre la flora del manglar y su entomofauna asociada resultan determinantes (Diniz et al., 2022), aunque en el caso del SNLMT permanecen prácticamente sin caracterizar. Los insectos asociados a los ecosistemas de manglar desempeñan diversas funciones ecológicas, entre ellas la polinización, la herbivoría y la participación en los procesos de descomposición de materia orgánica.

Los himenópteros y otros visitantes florales pueden intervenir en la reproducción de las especies vegetales, mientras que otros grupos contribuyen a diferentes procesos ecológicos dentro de estos ambientes (Koneri et al., 2025). Asimismo, los manglares albergan comunidades de insectos diversas y diferenciadas, cuya evaluación contribuye a ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad de estos ecosistemas y a orientar su conservación
(Yeo et al., 2021).

Sin embargo, el problema que origina la presente investigación radica en las crecientes presiones antropogénicas y el vacío de información existente. Las alteraciones ambientales pueden modificar la composición de las comunidades de insectos visitantes de las flores y, potencialmente, afectar las interacciones entre las plantas y sus polinizadores. En manglares, se han documentado cambios importantes en la composición de los insectos visitantes florales, aunque estos no necesariamente implican una reducción del éxito reproductivo de las plantas (Nathan y Gruner (2023).

En el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), aún se requieren estudios que profundicen en la diversidad de artrópodos y sus interacciones ecológicas con el ecosistema. El Plan Maestro 2023-2027 del SERNANP contempla la necesidad de ampliar el conocimiento sobre la diversidad de artrópodos y otros componentes de la biodiversidad del área protegida. En este contexto, resulta importante investigar las asociaciones de la entomofauna con las flores y los frutos de las especies de mangle, así como sus variaciones durante los periodos reproductivos, a fin de generar información que contribuya al conocimiento ecológico y al manejo sostenible del ecosistema (SERNANP, 2023).

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la estructura comunitaria y diversidad de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y sus zonas de amortiguamiento, considerando las condiciones microclimáticas de las estaciones de muestreo. De esta manera, se busca contribuir al conocimiento de las interacciones entre insectos y mangles, así como aportar información para la conservación de este ecosistema.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Ecosistemas de manglar y su importancia ecológica

Los manglares son ecosistemas costeros tropicales y subtropicales altamente productivos, dominados por especies arbóreas adaptadas a condiciones de alta salinidad, inundación periódica y suelos con bajo contenido de oxígeno. Estos ecosistemas cumplen funciones ecológicas esenciales, como la protección de la línea costera, el soporte de cadenas tróficas complejas y el almacenamiento de carbono azul, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático (Friess et al., 2019).

Además de su importancia estructural, los manglares albergan una elevada biodiversidad asociada, particularmente de invertebrados, entre los cuales los insectos representan uno de los grupos más diversos y funcionalmente relevantes (Friess et al., 2019). Las interacciones entre plantas de manglar e insectos influyen directamente en procesos como la polinización, herbivoría y regeneración natural del bosque, aunque estos vínculos han sido históricamente poco estudiados en comparación con otros sistemas terrestres (Bhagarathi et al., 2025)

2.2. Especies de manglar presentes en el norte del Perú

En la costa norte del Perú, el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) y sus áreas circundantes albergan cuatro especies de mangle verdadero: *Rhizophora mangle* L. (1753), *Rhizophora* × *harrisonii* Leechm. (1918), *Avicennia germinans* (L.) L. y *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. (1807).

Asimismo, se encuentra *Conocarpus erectus* L. (1753), una especie asociada al ecosistema de manglar, pero que no se considera un mangle verdadero.

Estas especies presentan diferencias morfológicas y ecológicas que contribuyen a la heterogeneidad de la vegetación y ofrecen distintos hábitats y recursos para la fauna asociada (SERNANP, 2020; Zapata-Cruz et al., 2024). Las diferencias en las características florales, la producción de néctar y la temporalidad de la floración entre estas especies influyen directamente en la composición y abundancia de los insectos asociados a flores y frutos. En particular estas características determinan qué grupos de insectos actúan como visitantes florales o consumidores de estructuras reproductivas (Chatterjee et al., 2024).

2.3. Realidad Local: El Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT)

En el Perú, el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) constituye un área natural protegida de gran importancia para la conservación de los manglares; sin embargo, no representa la única formación de este ecosistema en el país, pues también se encuentra el manglar de San Pedro de Vice, en Piura (Charcape-Ravelo & Moutarde, 2005). En Tumbes, la conservación del manglar requiere considerar tanto la diversidad y distribución de la vegetación como las presiones que pueden afectar su estructura y funcionamiento ecológico. Estudios realizados en Puerto Pizarro han documentado variaciones en la diversidad y composición de los árboles de mangle, lo que evidencia la importancia de continuar investigando los componentes biológicos de este ecosistema (Zapata-Cruz et al., 2024). En este contexto, resulta pertinente profundizar en el conocimiento de la entomofauna asociada a las flores y los frutos, así como en sus posibles interacciones con los estados fenológicos de las especies de mangle, debido a que estos aspectos requieren información específica para comprender mejor los procesos ecológicos del manglar.

2.4. Insectos asociados a flores y frutos en manglares

Los insectos asociados a flores y frutos de manglar desempeñan roles ecológicos fundamentales, actuando como polinizadores, herbívoros florales, consumidores de frutos y depredadores de semillas. Diversos estudios recientes destacan que estos organismos influyen directamente en el éxito reproductivo de las especies de manglar y, por ende, en la dinámica

poblacional del bosque (Sánchez-Núñez & ManceraPineda, 2012; Nathan & Gruner, 2023).

A pesar de su relevancia funcional, la entomofauna asociada a estructuras reproductivas de manglar ha sido menos estudiada en comparación con otros grupos faunísticos. Esta carencia de información es especialmente evidente en regiones del Pacífico sudoriental, donde los estudios se han centrado mayormente en aspectos forestales y pesqueros (Friess et al., 2019).

2.5. Insectos visitantes florales en especies de manglar

Los estudios sobre visitantes florales en manglares han documentado la participación de insectos pertenecientes principalmente a los órdenes Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Lepidoptera. Estos grupos utilizan las flores de manglar como fuentes de néctar y polen, contribuyendo potencialmente a la polinización cruzada (Bernal-Loaiza et al., 2025).

Investigaciones recientes realizadas en *A. germinans* demuestran que las flores de manglar sostienen comunidades diversas de insectos, incluso en ambientes con condiciones extremas. Estos hallazgos refuerzan la idea de que los manglares no solo son hábitats estructurales, sino también recursos clave para la supervivencia de numerosas especies de insectos (Bernal-Loaiza et al., 2025).

2.5.1. *Rhizophora mangle* (mangle rojo)

Aunque los estudios enfocados exclusivamente en insectos asociados a *R. mangle* son limitados, esta especie y otros representantes del género *Rhizophora* han sido incluidos en investigaciones que analizan redes de interacción planta insecto en manglares neotropicales. En estos estudios se ha documentado la presencia de insectos visitantes pertenecientes principalmente a los órdenes Hymenoptera, Díptera y Lepidóptera, los cuales utilizan las flores como fuente de néctar y polen (Diniz et al., 2022).

Investigaciones realizadas en manglares de Brasil y el Caribe han registrado que las flores (Fig. 1 a) de *Rhizophora* spp. son visitadas por abejas, moscas y mariposas, evidenciando interacciones entomófilas

generalistas en ecosistemas con baja diversidad vegetal (Sánchez-Núñez & Mancera-Pineda, 2012). Estos resultados sugieren que R. mangle puede desempeñar un papel relevante en el mantenimiento de comunidades de insectos.

En el Pacífico Este Tropical, incluyendo el norte del Perú, la ausencia de estudios taxonómicos detallados sobre insectos asociados a las flores de *R. mangle* resalta la necesidad de investigaciones locales que documenten la diversidad y función de estos organismos en el éxito reproductivo de la especie (Friess et al., 2019).

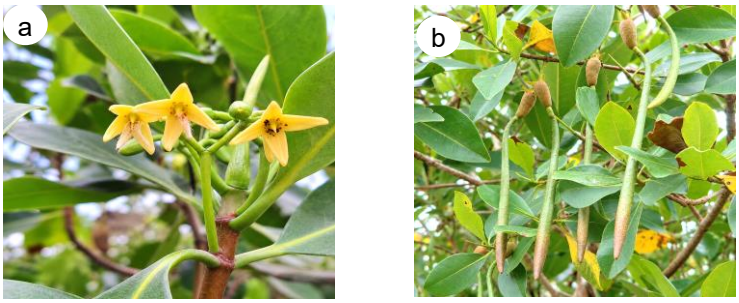


Figura 1. Estructuras reproductivas de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) observadas en campo. (a) Flor con sus características morfológicas distintivas. (b) Fruto en desarrollo.

2.5.2. *Rhizophora harrisonii* (mangle colorado)

La información científica sobre insectos asociados específicamente *a R. harrisonii* es aún más escasa que para otras especies de manglar. Sin embargo, al tratarse de una especie estrechamente relacionada con *R. mangle*, se infiere que comparte patrones similares de interacción con insectos visitantes florales, principalmente de los órdenes Hymenoptera y Diptera (Sánchez-Núñez & Mancera-Pineda, 2012).

Estudios comparativos en manglares mixtos del Pacífico y Atlántico tropical indican que especies del género *Rhizophora* presentan sistemas de polinización generalista, donde múltiples insectos visitan las flores sin una dependencia exclusiva (Fig. 2 a), lo que favorece la reproducción en ambientes variables y sometidos a estrés ambiental (Ribeiro et al., 2021). Esta evidencia respalda la importancia de incluir a *R. harrisonii* en

estudios sobre entomofauna asociada a flores y frutos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes.



Figura 2. Estructuras reproductivas de *Rhizophora harrisonii* Leechm. presentes en el ecosistema de manglar. (a) Flor con sus principales características morfológicas. (b) Fruto en desarrollo.

2.5.3. *Laguncularia racemosa* (mangle blanco)

Diversos estudios realizados en manglares del Caribe y Sudamérica han documentado que *L. racemosa* forma parte de redes de visitantes florales, siendo sus flores visitadas principalmente por insectos de los órdenes Hymenoptera y Diptera (Tomlinson, 2016; Diniz et al., 2022). Estas visitas sugieren un sistema de polinización entomófila generalista, similar al observado en otras especies de manglar.

Aunque las interacciones entre *L. racemosa* e insectos no han sido ampliamente estudiadas en el Pacífico sudoriental, la evidencia disponible indica que esta especie ofrece recursos florales que pueden ser aprovechados por una variedad de insectos (Fig. 3 a), contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad asociada al ecosistema de manglar (Friess et al., 2019).

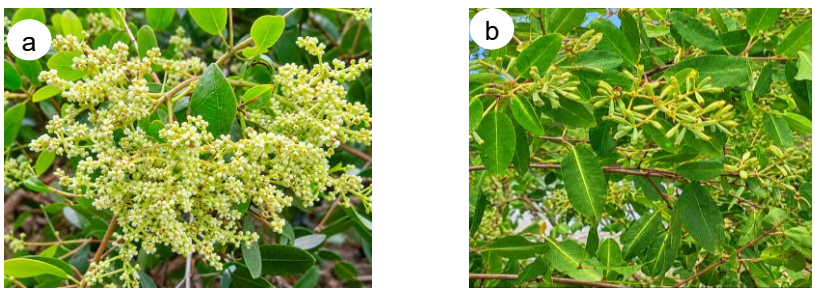


Figura 3. Estructuras reproductivas de *Laguncularia racemosa*. (mangle blanco) observadas en campo. (a) Inflorescencias florales características de la especie, donde se agrupan las flores en pequeños racimos. (b) Fruto en desarrollo.

2.5.4. *Avicennia germinans* (mangle salado)

A diferencia de otras especies de manglar, *A. germinans* cuenta con estudios específicos que documentan la diversidad de insectos visitantes florales. En la costa central del Golfo de California, México, se registraron 29 especies de insectos visitando las flores de esta especie, incluyendo abejas, avispas, moscas, mariposas y hormigas (Bernal-Loaiza et al., 2025).

En dicho estudio, la abeja melífera (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) y la avispa *Polistes dominula* (Christ, 1791) fueron identificadas entre los visitantes florales frecuentes de *Avicennia germinans*. Los autores sugieren que ambas especies podrían actuar como polinizadores potenciales de este mangle. Asimismo, registraron 29 especies de insectos visitantes, evidenciando la diversidad de organismos que interactúan con sus flores (Bernal-Loaiza et al., 2025).

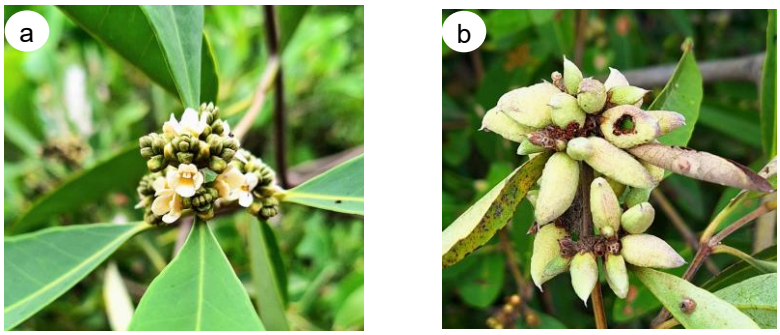


Figura 4. *Avicennia germinans* (Mangle salado). (a) Inflorescencias en racimos terminales con flores pequeñas. (b) Fruto en desarrollo que facilita la dispersión y regeneración natural.

2.6. Fenología floral y dinámica de insectos

La fenología floral de las especies de manglar regula la disponibilidad temporal de recursos alimenticios para los insectos, lo que se traduce en fluctuaciones en la abundancia y diversidad de estos organismos. Estudios recientes han evidenciado una correlación significativa entre los picos de floración y el aumento en la actividad de insectos asociados (Chatterjee et al., 2024).

Estas dinámicas fenológicas son especialmente relevantes en ecosistemas de manglar, donde las condiciones ambientales cambian rápidamente y los

insectos deben sincronizar sus ciclos de vida con los periodos reproductivos de las plantas. Evaluar estas relaciones resulta clave para comprender la estabilidad ecológica del sistema (Chatterjee et al., 2024).

2.7. Contexto Global de la Entomofauna en Manglares

A nivel mundial, los manglares ocupaban aproximadamente 14,7 millones de hectáreas en 2020 y son reconocidos por los servicios ecosistémicos que proporcionan, entre ellos el almacenamiento de carbono y la protección costera (Bunting et al., 2022). Sin embargo, la diversidad y las funciones ecológicas de los insectos asociados a estos ecosistemas aún requieren mayor investigación. Yeo et al. (2021) demostraron que los manglares pueden albergar una fauna de insectos diversa y diferenciada, con una presencia destacada de especies depredadoras, pese a su relativamente baja diversidad vegetal. Asimismo, los insectos pueden participar en interacciones ecológicas importantes, como la polinización y la herbivoría, aunque su función varía según las especies involucradas y las características de cada manglar. Por ello, estudiar las comunidades de insectos y sus interacciones con la vegetación resulta fundamental para comprender mejor el funcionamiento ecológico de estos ecosistemas.

2.8. Situación Regional: Desafíos en el Pacífico Este Tropical

En el ámbito regional, los manglares del Pacífico Este Tropical constituyen ecosistemas de elevada importancia para la conservación de la biodiversidad, pero se encuentran sometidos a diversas presiones ambientales y antrópicas. Estudios recientes han evidenciado que estos ecosistemas pueden albergar una elevada diversidad de insectos, pese a su baja diversidad vegetal, resaltando su importancia como reservorios de biodiversidad entomológica (Yeo et al., 2021). Asimismo, en la costa ecuatoriana del Pacífico se ha documentado una importante diversidad de insectos asociados a los manglares, registrándose 31 especies de hormigas en ocho bosques de manglar, lo que evidencia la necesidad de fortalecer el conocimiento y monitoreo de la entomofauna de estos ecosistemas (Barreno et al., 2024)

La interacción entre *Rhizophora mangle* y sus visitantes florales es fundamental para su reproducción. Aunque tradicionalmente se ha considerado a R. mangle como una especie predominantemente anemófila, Sánchez-Núñez y Mancera-Pineda (2012) demostraron que presenta una polinización ambófila (viento e insectos), destacando a la mosca sírfido del género Copestylum como un polinizador altamente efectivo. Estos hallazgos demuestran que el papel de los insectos en la polinización de R. mangle ha sido históricamente subestimado, resaltando la importancia de estudiar las comunidades de insectos para comprender las interacciones ecológicas del manglar y su utilidad como indicadores de cambios ambientales.

2.8.1. Vacíos de conocimiento y relevancia del estudio

A pesar de los avances recientes, existe una notable ausencia de estudios específicos sobre insectos asociados a flores y frutos de manglar en el Perú, particularmente en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. La mayoría de las investigaciones disponibles se enfocan en la cobertura vegetal o en fauna de importancia económica, dejando de lado la entomofauna (Friess et al., 2020).

Esta falta de información limita la comprensión de los procesos reproductivos y de regeneración natural del manglar. En este contexto, la evaluación de los insectos asociados a flores y frutos de *R. mangle, R. harrisonii, L. racemosa, A. germinans* y *C. erectus* resulta fundamental para fortalecer las estrategias de conservación y manejo del ecosistema.

2.9. Antecedentes

2.9.1. Internacionales

Bernal-Loaiza et al. (2025) estudiaron los insectos visitantes florales de *A. germinans* en manglares del Golfo de California, registrando 29 especies de insectos pertenecientes principalmente a los órdenes Hymenoptera, Díptera y Lepidóptera. Las abejas y avispas fueron los visitantes más frecuentes, lo que sugiere su rol potencial en la polinización del mangle salado.

Cannicci et al. (2021) realizaron una revisión global sobre las interacciones fauna–flora en manglares, señalando que los insectos asociados a flores y frutos cumplen funciones clave como polinizadores, herbívoros florales y depredadores de semillas, influyendo directamente en el éxito reproductivo de las especies de mangle.

Chatterjee et al. (2024) analizaron la relación entre la fenología floral y la dinámica de insectos en manglares de la India, encontrando que la abundancia de insectos visitantes se incrementó significativamente durante los picos de floración. Los órdenes Hymenoptera y Diptera fueron los más representativos, evidenciando una dependencia temporal entre la floración y la actividad de los insectos.

Clarke y Myerscough (1991) estudiaron en Australia la interacción entre insectos polinizadores y *Avicennia marina*, identificando a las abejas nativas como los principales agentes de polinización. Los autores demostraron que la actividad de estos insectos influyó directamente en la producción de semillas y la regeneración del manglar.

Erazo y Padilla (2021) destacaron la relevancia de los manglares de Honduras como hábitat para diversos organismos, incluidos insectos que interactúan directamente con las especies de mangle. Los autores resaltaron el papel de estos insectos en procesos como la polinización y la dinámica trófica, contribuyendo al equilibrio y funcionalidad del ecosistema.

Flores Romero, et al. (2014) registraron en la Barra Salada de Santiago, Los Cóvanos Sonsonate y Bahia de Jiquilisco, un total de 37 familias de insectos asociados al mangle, de las cuales 13 correspondieron a insectos xilófagos. El estudio concluyó que estos insectos, aunque oportunistas, pueden contribuir al deterioro de árboles debilitados, formando parte de un conjunto de factores asociados a la mortalidad del manglar.

Flores-Verdugo et al. (2007) describieron a los manglares como ecosistemas costeros dominados por árboles y arbustos adaptados a regiones tropicales y subtropicales, los cuales se desarrollan en zonas

regularmente inundadas por mareas marinas o estuarinas. Los autores señalaron que la distribución y estructura de los manglares dependen del régimen de mareas, el gradiente topográfico y la salinidad del agua y del suelo, factores que influyen directamente en la biodiversidad asociada, incluidos los insectos.

Hoyos Ruíz (2021) estudió la dispersión del polen y los artrópodos asociados a las flores de *Rhizophora mangle* en Colombia. Encontró que la dispersión por el viento era de corto alcance y que, aunque la abundancia de visitantes florales fue baja, los ácaros presentaron una alta densidad y algunos transportaban granos de polen, lo que sugiere su posible participación en la polinización.

Kulkarni et al. (2021) reportaron en la India que insectos barrenadores de madera, particularmente escolítidos, ocasionaron daños significativos en especies de mangle, facilitando la entrada de patógenos y debilitando la estructura de los árboles, lo que puede afectar la estabilidad del ecosistema.

Sánchez-Núñez y Mancera-Pineda (2012) estudiaron la polinización y formación de frutos en las principales especies de mangle neotropical del Caribe suroccidental. Los investigadores evaluaron la efectividad de los visitantes florales en *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, identificando diversos insectos con capacidad de actuar como polinizadores efectivos. Los resultados demostraron la importancia de los insectos en los procesos reproductivos de estas especies de mangle.

Gamboa-Camacho (2025) evaluó los daños ocasionados por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos del género *Rhizophora* en cinco localidades de la provincia de Esmeraldas, Ecuador. El estudio determinó el porcentaje de infestación, identificó las zonas del propágulo más afectadas y estimó la población del insecto, aportando información sobre los daños asociados a este coleóptero en las estructuras reproductivas del manglar.

Molina-Moreira et al. (2024) evaluaron los daños ocasionados por *Coccotrypes rhizophorae* en propágulos de especies del género Rhizophora en la costa ecuatoriana. Se analizaron 13 200 propágulos en once localidades, registrándose una tasa de infestación del 45 %. Los resultados evidenciaron la presencia de este coleóptero y su incidencia en los propágulos, destacando la importancia de estudiar las interacciones entre insectos y estructuras reproductivas del manglar.

Ortiz et al. (2018) señalaron que los insectos constituyen uno de los grupos más abundantes y diversos en los manglares de Colombia, incluyendo representantes de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera. Asimismo, reportaron la presencia de agallas en individuos de *R. mangle*, posiblemente inducidas por insectos.

Santos Murgas et al. (2022) documentaron la presencia de insectos xilófagos en los bosques de manglar del Refugio de Vida Silvestre Ramsar Bahía de Panamá, destacando la predominancia de la familia Curculionidae y su rol en la descomposición de la madera.

2.9.2. Antecedentes nacionales

Castillo (2001) señaló que los estudios sobre insectos asociados a manglares en el Perú son limitados, registrándose principalmente insectos herbívoros que afectan la salud de estos ecosistemas. El autor evaluó las principales plagas del mangle rojo (*R. mangle*), mangle salado *(A. germinans*) y mangle blanco (*L. racemosa*), evidenciando la ausencia de investigaciones enfocadas en insectos asociados a flores y frutos.

Lamas et al. (2021) señalaron que el conocimiento entomológico en el Perú presenta vacíos importantes en ecosistemas costeros, particularmente en manglares, donde los estudios sobre insectos asociados a plantas son escasos en comparación con ecosistemas amazónicos y andinos.

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP, 2020) indicó que, si bien en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes se ha documentado ampliamente la fauna de

vertebrados, la información sobre insectos asociados a las estructuras reproductivas de las especies de mangle es escasa, lo que resalta la necesidad de estudios específicos en la zona.

La FAO (2007) reconoció la importancia de los manglares en la protección costera y la provisión de servicios ecosistémicos; no obstante, destacó que las interacciones entre insectos y mangles, particularmente en procesos de polinización y dispersión de semillas, han sido poco estudiadas en muchos países, incluido el Perú.

En conjunto, estos antecedentes evidencian que el conocimiento sobre los insectos asociados a flores y frutos de las especies de mangle en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y zonas de amortiguamiento es limitado, lo que justifica la realización de la presente investigación.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en cuatro estaciones de muestreo: Isla Matapalo y la base del Destacamento Naval El Salto, ubicadas en el interior del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), y Puerto 25 y El Algarrobo, situadas en su zona de amortiguamiento (Fig. 5, Tabla 1). La delimitación de estas áreas se realizó considerando la zonificación y la zona de amortiguamiento establecidas en el Plan Maestro del SNLMT (SERNANP, 2023).

La selección de las estaciones respondió a criterios de accesibilidad, representatividad de las especies de mangle y presencia de condiciones ambientales diferenciadas. Asimismo, se consideraron las características particulares de cada sitio, incluyendo la composición vegetal, cobertura del manglar, condiciones de exposición y proximidad a áreas intervenidas, con el propósito de evaluar la entomofauna asociada a flores y frutos en distintos contextos de conservación.

A continuación, se describen las estaciones de muestreo (coordenadas en la Tabla 1; ubicación en la Fig. 5). En el santuario, los mangles pueden alcanzar hasta unos 20 m de altura según la especie (SERNANP, 2023). En la zona de amortiguamiento se evaluaron dos estaciones, ambas en el distrito de Zarumilla. Puerto 25, ubicada a unos 6,3 km al este de El Salto, es el principal acceso al santuario y sede de un puesto de vigilancia y control; es un sector de transición entre las actividades humanas y el ecosistema protegido, con actividad turística en embarcaciones menores y desembarque de recursos como la concha negra y el cangrejo (Ordinola et al., 2023). En esta estación se muestrearon *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

El Algarrobo, también en la zona de amortiguamiento, alberga un puesto de control y el Centro de Interpretación del santuario, y en su entorno se desarrolla la extracción tradicional de recursos del manglar; en este sector predominó *A. germinans*. Se ubica a solo 346 m de El Salto, pero fuera del límite del área protegida, lo que permitió contrastar estaciones espacialmente próximas con distinto estatus de protección.

En el interior del santuario se evaluaron El Salto e Isla Matapalo. El Salto (Zarumilla) corresponde a la base del Destacamento Naval El Salto; su acceso es restringido por razones de seguridad y control territorial, y la intervención humana es mínima. Allí se muestrearon principalmente *A. germinans*, además de *R. mangle*, *L. racemosa* y *R. × harrisonii* en frutos.

Isla Matapalo (sector Venado, distrito de Aguas Verdes), ubicada a unos 4,7 km de El Salto, es un área insular protegida con acceso restringido, relativo aislamiento geográfico y escasa intervención antrópica. En esta estación se muestrearon *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle* en flores y frutos, además de *Conocarpus erectus* en flores y *R. × harrisonii* en frutos.

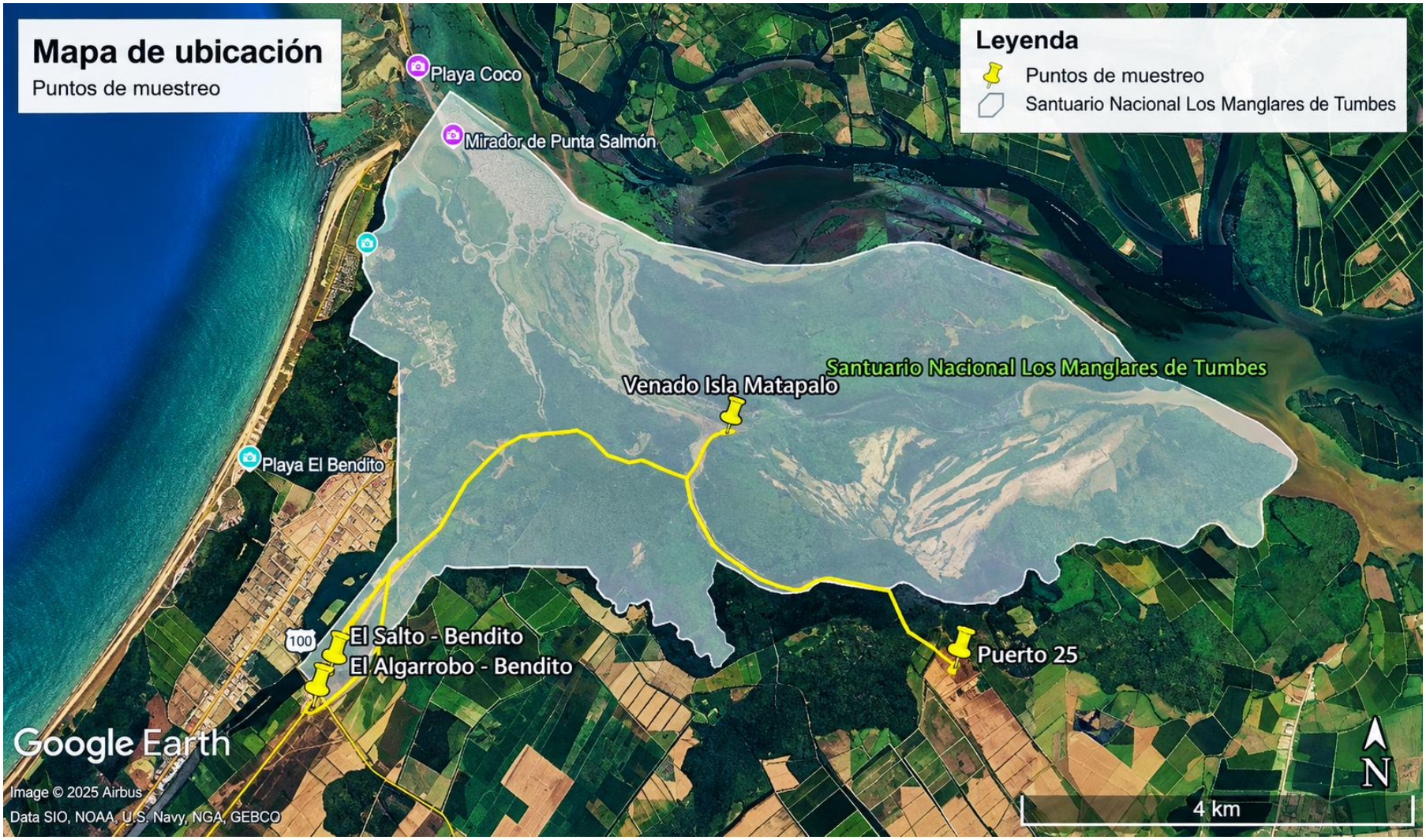


Figura 5. Mapa de distribución de estaciones de muestreo en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y su zona de amortiguamiento.

Tabla 1. Localidades de muestreo y coordenadas UTM (WGS 84) en la provincia de Zarumilla, Tumbes

N°	Localidad	Distrito	Coordenadas UTM (ESTE/NORTE)	ZONA UTM
1	El Salto	Zarumilla	576075.85 m E, 9618719.53 m N	17M
2	Venado - Isla matapalo	Aguas Verdes	580235.31 m E, 9620877.75 m N	17M
3	El Algarrobo	Zarumilla	575896.44 m E, 9618423.71 m N	17M
4	Puerto 25	Zarumilla	582347.30 m E, 9618718.11 m N	17M

3.2. Duración del proyecto

3.2.1. Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre mayo de 2025 y enero de 2026.

Se realizaron seis evaluaciones por estación, en las siguientes fechas: Puerto 25: 09/05, 19/07, 22/08, 27/09, 02/12 y 12/12/2025; El Algarrobo: 01/05, 24/05, 05/07, 13/09, 04/10 y 02/12/2025; El Salto: 09/05, 28/06, 09/08, 27/08, 26/11 y 20/12/2025; Isla Matapalo: 01/05, 16/08, 04/10, 11/11 y 12/12/2025, y 15/01/2026.

3.2.2. Fase de gabinete

Esta fase se inició en junio del 2025 y culminó en marzo del 2026.

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. Materiales de campo

Redes entomológicas para capturar insectos en flores y frutos, tubos de ensayo, alcohol al 70 % y 90 % para conservar muestras, cámara fotográfica para documentar los especímenes y su interacción con las plantas, placas Petri de 60 mm × 15 mm y de 90 mm × 15 mm, grapadora, bolsas plásticas transparentes para transportar flores y frutos, cinta Scotch, microviales con fondo cónico de 1,8 ml, viales de vidrio con tapa de baquelita de 20 ml, cámara letal, tijera, lupa triple de

10x y 21x, termohigrómetro (Crop Business HTC-2) y GPS Garmin GPSMAP 66sr, empleado para la toma de coordenadas de los puntos de muestreo. Durante cada evaluación, la temperatura (°C) y la humedad relativa (%) se registraron con el termohigrómetro una sola vez por fecha y punto de muestreo, antes de iniciar la colecta de insectos. Por ello, los valores son los mismos para flores y frutos de una misma evaluación.

3.3.2. Materiales de laboratorio

Alfileres entomológicos N° 0,00,000,1,2 y 3, bloque de montaje, Plancha de poliestireno expandido (EPS- Tecnopor), pinzas entomológicas punta gruesa y punta fina, pincel Van Gogh serie 191 tamaño 00, caja entomológica modelo Smith, caja entomológica modelo Cornell, espuma de polietileno, bandejas de plástico, y tapers de plástico de distinto tamaño, puntas entomológicas.

3.3.3. Equipos de laboratorio

Estereoscopio marca Olympus BX41M-LED, Microscopio compuesto modelo Eclipse E100 LED, celular Samsung A54, cámara fotográfica marca CANON, laptop Acer Core i5, refrigeradora Indurama modelo RI-469D.

3.3.4. Otros materiales

Equipo de protección personal (guantes y mascarillas), papelería y etiquetas para organizar muestras, claves taxonómicas y guías de identificación de insectos.

3.4. Metodología

Con la información obtenida a partir de las colectas realizadas en campo y la posterior identificación de los insectos asociados a flores y frutos de las especies de mangle, se efectuó la tabulación y el procesamiento de los datos registrados. Posteriormente, se realizó el análisis y la discusión de los resultados obtenidos, así como la redacción y presentación del informe final de la investigación.

3.4.1. Metodología de muestreo y colecta de insectos

La investigación se desarrolló mediante un muestreo activo de insectos asociados a flores y frutos de especies de mangle, el cual se llevó a cabo tanto dentro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes como en sus zonas de amortiguamiento. Los puntos de muestreo ubicados dentro del área protegida fueron Isla Matapalo y la Base de Destacamento Naval El Salto, mientras que en la zona de amortiguamiento se evaluaron los sectores de Puerto 25 y El Algarrobo.

En cada uno de los puntos de estudio se estableció un transecto lineal de 100 metros, a lo largo del cual se realizaron las actividades de muestreo. La colecta de insectos se efectuó mediante técnicas de colecta activa, empleando redes entomológicas para capturar insectos presentes sobre flores y frutos (Fig. 6a y 6b), así como en vuelo cercano a las estructuras reproductivas de las plantas de mangle.

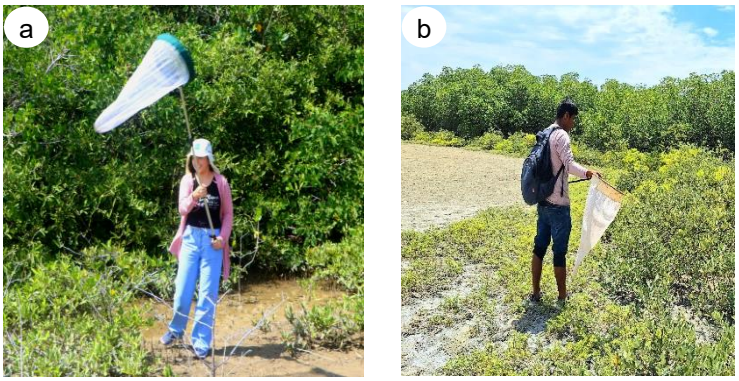


Figura 6. Colecta activa de insectos mediante el uso de redes entomológicas durante los muestreos realizados en las zonas de estudio. (a) Sector El Salto. (b) Sector Isla Matapalo.

Para el registro de los insectos asociados a las especies de mangle, se diferenciaron dos métodos de colecta: la captura directa mediante red entomológica en campo y la obtención de ejemplares mediante la crianza de flores y frutos recolectados (Fig. 7a y 7b).

La recolección de insectos se realizó mediante dos procedimientos. En campo, se emplearon redes entomológicas y tubos de ensayo para capturar los ejemplares encontrados sobre las flores y frutos de las

especies de mangle. Asimismo, se recolectaron muestras de flores y frutos, las cuales fueron colocadas en bolsas o recipientes transparentes, debidamente rotulados y trasladados al laboratorio.

En el laboratorio, las muestras de flores y frutos se colocaron en recipientes transparentes para observar la emergencia de insectos. Los recipientes fueron revisados periódicamente y los ejemplares obtenidos se recolectaron para su posterior montaje e identificación taxonómica. Este procedimiento permitió registrar insectos asociados directamente al material vegetal, complementando las capturas realizadas en campo.



Figura 7. Recolección de flores y frutos de especies de manglar para el estudio de insectos asociados. (a y b) Las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas transparentes y transportadas al campo base para el monitoreo periódico de la emergencia de insectos.

En el laboratorio se realizó el conteo, la caracterización morfológica (Fig. 8a y 8b) y la identificación taxonómica de los insectos recolectados durante las salidas de campo (Fig. 9a y b). Para este procedimiento se utilizaron claves taxonómicas y material bibliográfico especializado, como el libro Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, de Triplehorn y Johnson (2005); el manual de apuntes Sistemática de Insectos II: Órdenes Homoptera-Hymenoptera, elaborado por el Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo (2022); y el manual Dípteros de Costa Rica y la América Tropical, de Manuel A. Zumbado (2006).

Asimismo, las identificaciones taxonómicas fueron corroboradas y confirmadas por especialistas en la materia: la Ing. Patricia Cruz

Córdova, curadora y encargada del Museo Entomológico de la UNTUMBES; el Dr. Pedro S. Castillo-Carrillo, docente principal de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNTUMBES); y el Dr. Claus Rasmussen, especialista de la Universidad de Aarhus (Dinamarca), quien confirmó las determinaciones del orden Hymenoptera (familias Apidae, Halictidae, Colletidae, Megachilidae, entre otras).

Las determinaciones precedidas de «cf.» (Derodontidae, Diastatidae y Pemphredonidae) se consideran tentativas y quedan pendientes de confirmación por especialistas de cada grupo.

Por otro lado, se inspeccionaron los frutos recolectados para identificar daños y extraer los insectos presentes en su interior (Fig. 10). Los ejemplares obtenidos fueron montados, etiquetados y conservados en cajas entomológicas, quedando depositados en el Museo Entomológico de la Universidad Nacional de Tumbes (UNTUMBES), como material de referencia para futuras consultas.

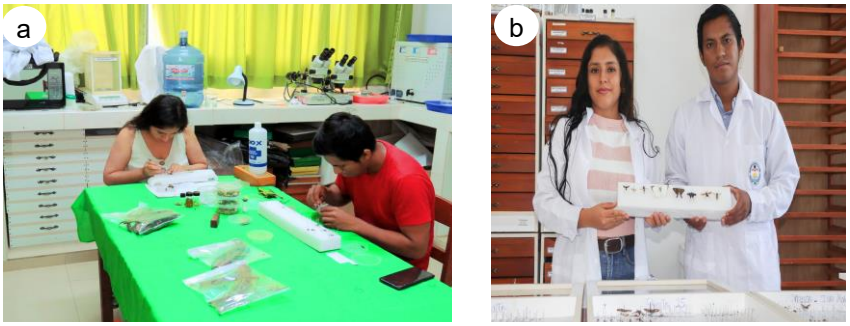


Figura 8. Trabajo de laboratorio: (a) conteo y caracterización morfológica de los especímenes, (b) presentación de la colección entomológica organizada.

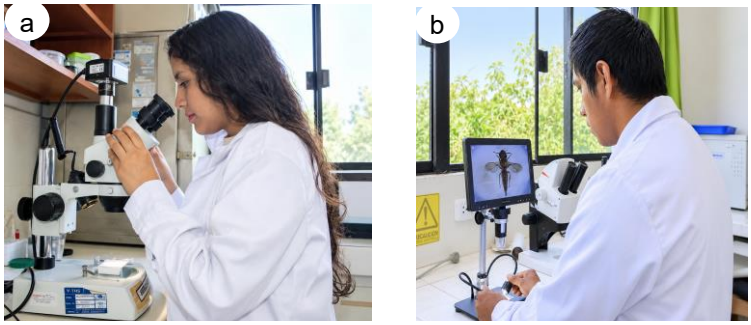


Figura 9. Análisis morfológico y determinación taxonómica. (a y b) observación de caracteres a través del estereoscopio.



Figura 10. Inspección y evaluación periódica de frutos de mangle para el monitoreo de la emergencia de insectos asociados (a) y (b).

La colecta directa de insectos se efectuó utilizando tubos de ensayo (Fig. 11), microviales con fondo cónico de 1,8 ml y viales de vidrio de 20 ml con tapa de baquelita. Los especímenes recolectados fueron preservados en alcohol al 70 % y 90 %, según el tipo de insecto y el objetivo posterior de análisis. Para la documentación visual, se empleó una cámara fotográfica, registrándose tanto los especímenes como sus interacciones con las plantas de mangle.



Figura 11. Colecta directa de insectos en flores y frutos de mangle.

Durante el proceso de muestreo también se utilizaron placas Petri de 60 mm × 15 mm y 90 mm × 15 mm para la observación y manipulación de insectos (Fig. 12 a), así como una cámara letal para la eutanasia de los ejemplares cuando fue necesario (Fig. 12 b). Otros materiales empleados incluyeron grapadora, cinta adhesiva, tijeras y lupa, los cuales facilitaron la observación detallada y el manejo adecuado de los insectos en campo.



Figura 12. Procesamiento de muestras durante el muestreo: (a) empleo de placas Petri para análisis preliminar y (b) utilización de cámara letal para la eutanasia de ejemplares en campo.

3.4.2. Índices de diversidad

Para evaluar la estructura y diversidad de la comunidad biológica se emplearon índices ecológicos ampliamente utilizados en estudios de biodiversidad: el **índice de diversidad de Shannon–Wiener** y el **índice de diversidad de Simpson**, los cuales permiten cuantificar la diversidad considerando tanto la riqueza de especies como la abundancia relativa de los individuos en una comunidad (Magurran, 2004).

3.4.2.1. Índice de Shannon–Wiener (H')

El índice de Shannon–Wiener es una medida de diversidad basada en la teoría de la información, que integra la riqueza de familias y la distribución de sus abundancias relativas dentro de una comunidad entomológica (Shannon, 1948; Magurran, 2004). Este índice es ampliamente utilizado en estudios ecológicos para evaluar la diversidad de las comunidades de organismos.

El índice se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln(p_i)$$

Donde:

- H′ = índice de diversidad de Shannon–Wiener.
- S = número total de familias registradas.
- (p_i) = proporción de individuos pertenecientes a la familia i respecto al número total de individuos registrados.
- (ln) = logaritmo natural.

El valor del índice aumenta conforme se incrementa el número de familias y la distribución de los individuos entre ellas es más equilibrada. Su valor mínimo es 0, cuando todos los individuos pertenecen a una sola familia, mientras que su valor máximo corresponde a ln(S), cuando todas las familias presentan la misma abundancia (Magurran, 2004).

Valor de H′	**Interpretación**
H′ < 1	Diversidad baja
1 ≤ H′ ≤ 3	Diversidad media
H′ > 3	Diversidad alta

En términos generales, los valores elevados de H′ indican una mayor diversidad de familias y una distribución más equilibrada de sus abundancias, mientras que los valores bajos reflejan una menor diversidad y una mayor concentración de individuos en determinadas familias. Para la interpretación de los resultados, se consideraron los valores obtenidos en cada estación de muestreo y se compararon las comunidades de insectos asociados a flores y frutos de las especies de mangle.

3.4.2.2. Índice de Simpson (D)

El índice de Simpson es una medida de diversidad que expresa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una comunidad pertenezcan a la misma familia, considerando la abundancia relativa de los grupos taxonómicos registrados

(Simpson, 1949; Magurran, 2004). Este índice permite evaluar la dominancia de determinadas familias dentro de una comunidad entomológica.

El índice de dominancia de Simpson se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

Donde:

- D = índice de dominancia de Simpson.
- 1/D = índice de diversidad de Simpson recíproco.
- S = número total de familias registradas.
- p_i = proporción de individuos pertenecientes a la familia i respecto al total de individuos registrados.

El índice de dominancia de Simpson (D) presenta valores entre 0 y 1, donde los valores próximos a 1 indican una mayor dominancia de determinadas familias, mientras que los valores próximos a 0 reflejan una menor dominancia. Por su parte, el índice recíproco (1/D) presenta un valor mínimo de 1, cuando todos los individuos pertenecen a una sola familia, y alcanza su valor máximo cuando todas las familias presentan igual abundancia, correspondiendo este máximo al número total de familias registradas (Magurran, 2004).

En consecuencia, los valores elevados de 1/D indican una mayor diversidad efectiva y una menor dominancia relativa, mientras que los valores próximos a 1 evidencian una mayor concentración de individuos en una o pocas familias. La interpretación de los resultados se realizó mediante la comparación de los valores obtenidos entre las estaciones de muestreo y entre los insectos asociados a flores y frutos.

El cálculo del índice se realizó manualmente mediante Microsoft Excel, utilizando las abundancias de las familias registradas en cada unidad de análisis

Asimismo, en el presente estudio se empleó su forma recíproca, denominada índice de diversidad de Simpson recíproco (1/D), cuya expresión es:

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{S} p_i^2}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir del muestreo sistemático de la entomofauna asociada a las flores y frutos de las especies de mangle presentes en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), así como su correspondiente discusión en función de los objetivos planteados en la investigación.

El estudio se desarrolló en cuatro puntos de muestreo, distribuidos en dos zonas según su categoría de manejo y conservación: la **zona de amortiguamiento**, conformada por **Puerto 25** y **El Algarrobo**, y la **zona núcleo**, integrada por la **Base del Destacamento Naval El Salto** y la **Isla Matapalo**.

Los resultados se analizan de manera cuantitativa y cualitativa, considerando la composición, abundancia y distribución de la entomofauna registrada en cada punto de muestreo. Asimismo, se realiza una comparación entre ambas zonas con el propósito de identificar diferencias y semejanzas en la estructura de las comunidades de insectos asociadas al ecosistema de manglar. El análisis se presenta de forma ordenada, iniciando con los puntos de la zona de amortiguamiento y continuando con los correspondientes a la zona núcleo.

4.1. Composición y estructura de la entomofauna en la zona de amortiguamiento

4.1.1. Puerto 25

La evaluación biológica en la zona de amortiguamiento comenzó en el punto Puerto 25, un área crítica por su rol de transición entre las actividades humanas y el ecosistema protegido. Los especímenes

recolectados en esta estación fueron procesados, cuantificados y agrupados según su orden taxonómico para establecer la estructura base de la comunidad local.

4.1.1.1. Composición general y fluctuación temporal (Nivel de Orden)

Como se detalla en la Tabla 2, se registró una abundancia total de 564 individuos asociados a flores, distribuidos en 6 órdenes de la clase Insecta. Esta primera aproximación cuantitativa revela los patrones de dominancia y representatividad de los diferentes grupos en el sector.

Tabla 2. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en Puerto 25, en relación con la temperatura y la humedad relativa

PUERTO 25 - FLORES				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR %**	**Orden**	**N° Ejemplares**
9/05/25	31,5	68	Hemiptera	15
			Coleoptera	17
			Hymenoptera	73
			Lepidoptera	20
			Diptera	19
19/07/25	31,7	84	Hemiptera	10
			Coleoptera	10
			Hymenoptera	75
			Diptera	9
22/08/25	31,10	83	Hemiptera	11
			Neuroptera	2
			Coleoptera	9
			Hymenoptera	60
			Lepidoptera	3
			Diptera	5
27/09/25	31,12	67	Hemiptera	1
			Coleoptera	8
			Hymenoptera	39
			Diptera	14
2/12/25	31,10	64	Hemiptera	3
			Hymenoptera	42
			Diptera	30
12/12/25	32	70	Hemiptera	17
			Coleoptera	6
			Hymenoptera	32
			Lepidoptera	1
			Diptera	33
$\bar{x}$	31,42	72,67		
Total				564

Al analizar los datos de la Tabla 2, se observa una marcada dominancia del orden Hymenoptera, el cual representa el 56,9 % del total de la muestra. Este resultado sugiere que las condiciones microclimáticas y la disponibilidad de recursos florales en Puerto 25 favorecieron el establecimiento de este grupo. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Bernal-Loaiza et al. (2025), quienes señalaron que las flores de *A. germinans* albergan una alta diversidad de himenópteros atraídos por la disponibilidad de néctar y polen.

Tabla 3. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en Puerto 25, en relación con la temperatura y la humedad relativa

PUERTO 25 - FRUTOS				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
9/05/25	31,5	68	Coleoptera	54
19/07/25	31,7	84	Coleoptera	61
			Hymenoptera	44
			Lepidoptera	1
			Diptera	70
22/08/25	31,10	83	Coleoptera	52
			Diptera	45
27/09/25	31,12	67	Coleoptera	26
			Hymenoptera	5
			Lepidoptera	2
			Diptera	23
12/12/25	32	70	Coleoptera	24
$\bar{x}$	31,48	74,4		
			Total	407

Al analizar la comunidad de insectos asociada a los frutos de mangle en el sector Puerto 25 (Tabla 3), se registró una abundancia total de 407 especímenes durante las seis evaluaciones realizadas. Sin embargo, en la evaluación del 02/12/2025 no se encontraron insectos asociados a los frutos, por lo que la tabla presenta únicamente los resultados de las cinco evaluaciones en las que se registraron ejemplares. La comunidad presentó un patrón ecológico caracterizado por la dominancia de los órdenes Coleoptera y Diptera, cuya abundancia varió a lo largo del periodo de evaluación.

Asimismo, Santos Murgas et al. (2022) reportaron una estrecha asociación de Curculionidae con las estructuras reproductivas del manglar, respaldando el predominio de este grupo y la influencia del estado de desarrollo de los frutos sobre la composición de la entomofauna.

4.1.1.2. Estructura taxonómica detallada y diversidad (Nivel de Familia y Tipo de Mangle)

Con el fin de obtener una visión más detallada de la entomofauna registrada en Puerto 25, el análisis se realizó a nivel de familia, permitiendo identificar con mayor precisión los grupos de insectos presentes en el área de estudio. Asimismo, se consideró la especie de mangle asociada a cada registro, considerando que las diferentes especies vegetales pueden ofrecer condiciones particulares de alimentación, refugio y reproducción para los insectos.

Para una mejor comprensión de estas asociaciones, se elaboraron tablas independientes para los insectos registrados en flores y frutos de las distintas especies de mangle presentes en la zona de estudio. De esta manera, fue posible evaluar la composición de la entomofauna en cada tipo de estructura reproductiva y determinar las familias con mayor representatividad.

Además, para ambos conjuntos de datos (flores y frutos), se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson, los cuales permiten evaluar la diversidad y la dominancia de las comunidades registradas. En las siguientes tablas se presenta la composición de insectos a nivel de familia, su asociación con las diferentes especies de mangle y los valores de diversidad obtenidos.

Tabla 4. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*Puerto 25 - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

PUERTO 25 - FLORES					
Tipo de Mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° de Ejemplares**
S	**9/05/25**	**31,5**	**Hemiptera**	Miridae	2
S-B				Reduviidae	5
S				Alydidae	8
S			**Coleoptera**	Tenebrionidae	15
S-B				Coccinellidae	2
S			**Hymenoptera**	Ichneumonidae	3
S-R				Braconidae	4
S				Eurytomidae	2
S-B				Chalcididae	4
S				Mutillidae	3
S-B-R				Formicidae	10
S-B				Vespidae	12
S				Colletidae	14
S				Halictidae	3
S-B-R				Apidae	18
S-B			**Lepidoptera**	Crambidae	4
S-B				Geometridae	2
S				Hesperiidae	10
S-R				Pieridae	3
S				Nymphalidae	1
S-B			**Diptera**	Dolichopodidae	3
S-B				Syrphidae	12
S-B				Agromyzidae	4
S	**19/07/25**	**31,7**	**Hemiptera**	Miridae	1
S				Reduviidae	3
S-B				Coreidae	3
S				Cicadellidae	3
S			**Coleoptera**	Ptinidae	4
S				Coccinellidae	6
S			**Hymenoptera**	Braconidae	8
S				Chalcididae	5
S-B				Formicidae	12
S-B-R				Vespidae	15
S				Pompilidae	3
S				Halictidae	8
S-B				Apidae	24
S-B			**Diptera**	Dolichopodidae	3
S				Agromyzidae	6
S	**22/08/25**	**31,10**	**Hemiptera**	Miridae	1
S				Coreidae	3
S				Alydidae	3
S				Cicadellidae	4
S			**Neuroptera**	Chrysopidae	2
S			**Coleoptera**	Nitidulidae	9
S			**Hymenoptera**	Braconidae	5
S-B				Formicidae	10
S-B				Vespidae	15
S				Pompilidae	5

S				Colletidae	10
S				Halictidae	8
S				Apidae	7
S			**Lepidoptera**	Hesperiidae	2
S				Riodinidae	1
S			**Diptera**	Ephydridae	5
S			**Hemiptera**	Alydidae	1
S			**Coleoptera**	Nitidulidae	6
S				Coccinellidae	2
S			**Hymenoptera**	Braconidae	2
S				Chalcididae	1
S-B				Formicidae	3
S	**27/09/25**	**31,12**		Vespidae	16
S				Sphecidae	3
S-B				Apidae	14
S			**Diptera**	Dolichopodidae	6
S				Lonchaeidae	3
S				Curtonotidae	5
S			**Hemiptera**	Reduviidae	3
S			**Hymenoptera**	Braconidae	4
S				Mutillidae	3
S	**2/12/25**	**31,10**		Vespidae	18
S-B				Apidae	17
S			**Diptera**	Ceratopogonidae	16
S				Cecidomyiidae	14
S			**Hemiptera**	Miridae	2
S				Cicadellidae	5
S				Membracidae	10
S			**Coleoptera**	Latridiidae	4
S-B				Curculionidae	2
S			**Hymenoptera**	Mutillidae	3
S-B	**12/12/25**	**32**		Vespidae	15
S				Colletidae	5
S-B				Apidae	9
S			**Lepidoptera**	Geometridae	1
S			**Diptera**	Ceratopogonidae	15
S				Cecidomyiidae	15
S				Syrphidae	3
Total		31,42			564

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R = mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

En los resultados obtenidos de la entomofauna asociada a las flores de mangle en Puerto 25 (Tabla 4), se observó que el orden Hymenoptera fue el grupo más abundante durante las evaluaciones. Asimismo, las familias Apidae, Vespidae y Formicidae presentaron una presencia constante, evidenciando una estrecha asociación con las estructuras florales. Por otro lado, el orden Diptera mostró variaciones en su composición familiar a lo largo de los muestreos, registrándose un incremento de algunas familias durante los periodos de mayor temperatura.

En cuanto a Coleoptera, las familias registradas presentaron una distribución más variable y una menor frecuencia de aparición. Además, la mayor parte de los insectos se encontró asociada al mangle salado (*A. germinans*), el cual concentró la mayor diversidad de familias registradas. Estos hallazgos concuerdan con Bernal-Loaiza et al. (2025), quienes reportaron que las flores de *A. germinans* albergan una alta diversidad de insectos visitantes, principalmente himenópteros, debido a la disponibilidad de recursos florales.

Tabla 5. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector Puerto 25

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	39
Número total de individuos (N)	564
Índice de Shannon-Wiener (H')	3,08
Índice de Simpson recíproco (1/D)	13,77

Los resultados obtenidos para la entomofauna asociada a flores de mangle en Puerto 25 registraron un total de 564 individuos distribuidos en 39 familias (Fig. 13). Asimismo, el índice de Shannon-Wiener (H' = 3,08) evidenció una diversidad alta, mientras que el índice de Simpson recíproco (1/D = 13,77) indicó una baja dominancia y una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las familias registradas.

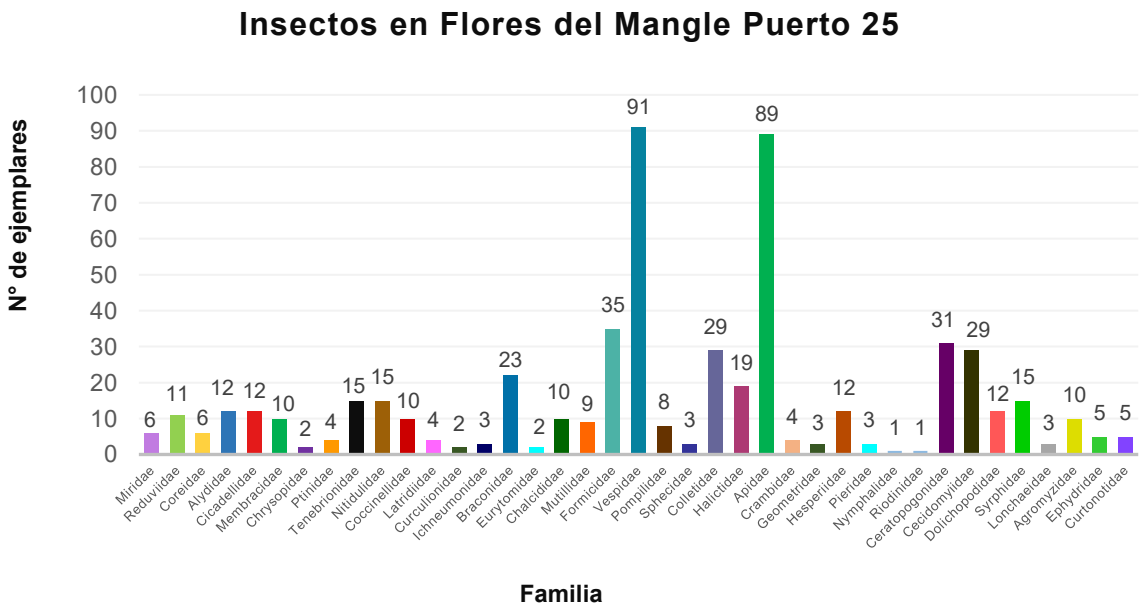


Figura 13. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en Puerto 25.

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R = mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Al descender al nivel de familia en los frutos de Puerto 25 (Tabla 6), se observa una dinámica ecológica altamente especializada y dominada por pocos grupos. En primer lugar, Curculionidae destaca como la familia dominante y constante en todas las evaluaciones, con picos de hasta 60 individuos, lo que evidencia una fuerte dependencia hacia los frutos de mangle, probablemente como perforadores o barrenadores del tejido.

Por otro lado, Lauxaniidae y Eurytomidae presentaron incrementos marcados durante la Evaluación 2, con 70 y 44 individuos, posiblemente asociados a condiciones ambientales favorables y a la disponibilidad de frutos en maduración o fermentación. Finalmente, el Mangle salado (*A. germinans*) se identificó como el principal hospedero, concentrando la mayor actividad de la entomofauna y desempeñando un papel importante como núcleo trófico en Puerto 25.

Este patrón coincide con lo descrito por Santos Murgas et al. (2022), quienes reportaron a Curculionidae como uno de los grupos más representativos en los manglares debido a su estrecha asociación con los tejidos vegetales.

Tabla 6. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*Puerto 25 - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

PUERTO 25 - FRUTOS					
Tipo de Mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° ejemplares**
S	9/05/25	31,5	Coleoptera	Dermestidae	4
S				Coccinellidae	2
S-R				Curculionidae	48
S	19/07/25	31,7	Coleoptera	Carabidae	1
S-B				Curculionidae	60
S			Hymenoptera	Eurytomidae	44
S			Lepidoptera	Noctuidae	1
S			Diptera	Lauxaniidae	70
S-B	22/08/25	31,10	Coleoptera	Curculionidae	52
B			Diptera	Lauxaniidae	45
S	27/09/25	31,12	Coleoptera	Curculionidae	26
S			Hymenoptera	Braconidae	1
S				Chalcididae	1
S				Pemphredonidae	3
S			Lepidoptera	Tortricidae	2
B			Diptera	Lauxaniidae	18
S				Ephydridae	1
S				Curtonotidae	4
S-B	12/12/25	32	Coleoptera	Curculionidae	24
	x̄	31,48			
				Total	407

Nota. S: Mangle salado (*Avicennia germinans*); R: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*); B: Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Las combinaciones (S-B, S-R, S-B-R) indican la presencia o recolección mixta del taxón entomológico en múltiples especies hospederas durante la misma evaluación. T°C: Temperatura en grados Celsius.

Tabla 7. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector Puerto 25

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	13
Número total de individuos (N)	407
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,20
Índice de Simpson recíproco (1/D)	2,60

Los frutos de las especies de mangle en Puerto 25 estuvo conformada por 407 individuos pertenecientes a 13 familias. El índice de Shannon-Wiener (H′ = 1,20) indica una diversidad intermedia; sin embargo, el índice de Simpson recíproco (1/D = 2,60) equivale a solo unas tres familias igualmente abundantes, cifra baja frente a las 13 registradas. Esto sugiere que pocas familias concentran la mayoría de los individuos, con abundancias poco equilibradas (Fig. 14).

El índice de Simpson Recíproco (2,60) evidencia baja equidad y dominancia de Curculionidae. En conclusión, los frutos constituyen un microhábitat especializado, dominado por pocas familias de insectos, a diferencia de las flores, que presentan mayor diversidad.

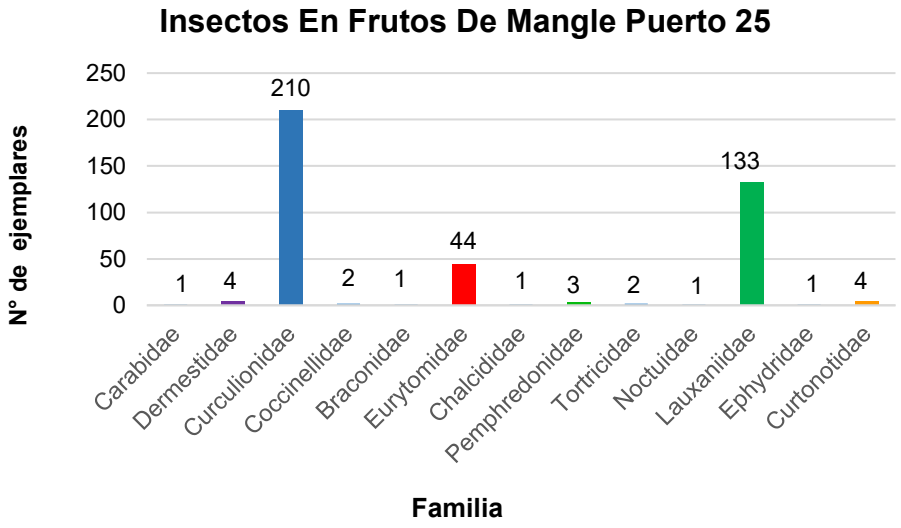


Figura 14. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en Puerto 25.

Nota: Los registros obtenidos evidenciaron diferencias marcadas en la abundancia de ejemplares entre las familias taxonómicas, destacando Curculionidae (210 ejemplares) y Lauxaniidae (133), seguidas por Eurytomidae (44), mientras que las demás familias presentaron valores considerablemente inferiores.

4.1.2. El Algarrobo

Tras caracterizar la entomofauna en Puerto 25, el segundo sector evaluado dentro de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes fue El Algarrobo.

Este punto, debido a su ubicación geográfica y conectividad, presenta características ambientales particulares que influyen directamente en la disponibilidad de recursos botánicos. Al igual que en la estación anterior, las

recolecciones se dividieron según las estructuras reproductivas del manglar (flores y frutos) y se analizaron inicialmente a nivel de orden para identificar las fluctuaciones estacionales y climáticas dominantes en el área.

4.1.2.1. Composición general y fluctuación temporal (Nivel de Orden)

En las flores de mangle de El Algarrobo (Tabla 8) se registró una abundancia total de 541 individuos, valor muy similar al de Puerto 25 (564), lo que indica un flujo entomológico bastante uniforme entre ambas zonas.

El orden Hymenoptera presentó la mayor abundancia, con 78 individuos en la Evaluación 4, mientras que Diptera alcanzó 49 individuos en la Evaluación 6. Por su parte, Coleoptera, Lepidoptera y Neuroptera registraron menores abundancias. Chatterjee et al. (2024) señalaron que la abundancia de visitantes florales puede variar según la fenología de las plantas y las condiciones microclimáticas. Asimismo, Sánchez-Núñez y Mancera-Pineda (2012) destacaron la participación de los dípteros en la polinización de R. mangle, al identificar a Copestylum como un polinizador altamente efectivo.

Tabla 8. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en El Algarrobo, en relación con la temperatura y la humedad relativa

ALGARROBO - FLORES				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
1/05/25	28	71	Hemiptera	11
			Hymenoptera	53
			Lepidoptera	4
			Diptera	9
24/05/25	31	54	Hemiptera	16
			Hymenoptera	65
			Lepidoptera	7
			Diptera	14
5/07/25	27,3	78	Hemiptera	10
			Coleoptera	3
			Hymenoptera	43
			Lepidoptera	12
			Diptera	8
13/09/25	33	50	Coleoptera	8

			Hymenoptera	78
			Diptera	16
4/10/25	33	57	Neuroptera	2
			Coleoptera	4
			Hymenoptera	74
			Lepidoptera	3
			Diptera	5
2/12/25	31,1	64	Hemiptera	12
			Coleoptera	5
			Hymenoptera	28
			Lepidoptera	2
			Diptera	49
$\bar{x}$	30,57	62,33		
			Total	541

Al analizar la entomofauna asociada a los frutos de El Algarrobo (Tabla 9), se registró una abundancia total de 114 individuos, mientras que en Puerto 25 se contabilizaron 407 individuos. Esta diferencia refleja una menor abundancia de insectos registrados en El Algarrobo durante el periodo de evaluación. Sin embargo, esta variación debe interpretarse con cautela, ya que podría estar relacionada con diferencias en el esfuerzo de muestreo, particularmente en la cantidad de frutos recolectados en cada sector, por lo que no es posible atribuirla directamente a un menor atractivo trófico de este recurso.

En este sentido, Coleoptera dominó con 67 individuos, concentrando su mayor abundancia en las evaluaciones 1 y 3. Asimismo, la Evaluación 3 destacó como el periodo de mayor actividad de la entomofauna, con una mayor presencia de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera y Diptera. Por otro lado, en las últimas evaluaciones se observó un descenso en la abundancia de insectos. Cabe señalar que durante la evaluación del 04/10/2025 se encontraron pocos frutos de mangle, por lo que no se registraron insectos asociados a estas estructuras. Esta ausencia estuvo relacionada con la etapa fenológica de las plantas, debido a que la floración había culminado y los frutos recién se encontraban en proceso de desarrollo. Esta situación coincidió con el término del periodo de floración del Mangle Salado (*Avicennia germinans*), especie predominante en el sector El Algarrobo.

Estos resultados guardan relación con lo reportado por Santos Murgas et al. (2022), quienes identificaron a Curculionidae como uno de los principales grupos asociados a las estructuras reproductivas del manglar. Del mismo modo, Vásquez et al. (2003)

documentaron la presencia de coleópteros vinculados a los propágulos de *Rhizophora mangle*, lo que respalda la presencia y representatividad de este orden en los frutos evaluados.

Tabla 9. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en El Algarrobo, en relación con la temperatura y la humedad relativa

ALGARROBO - FRUTOS				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
1/05/25	28	71	Coleoptera	20
24/05/25	31	54	Coleoptera	9
			Lepidoptera	1
5/07/25	27,3	78	Coleoptera	28
			Hymenoptera	20
			Lepidoptera	1
			Diptera	24
13/09/25	33	50	Hymenoptera	1
2/12/25	31,1	64	Coleoptera	10
x̄	30,08	63,40		
			Total	114

4.1.2.2. Estructura taxonómica detallada y diversidad (Nivel de Familia y Tipo de Mangle)

Con el objetivo de profundizar en la estructura de las comunidades de insectos presentes en el sector El Algarrobo, se procedió a desglosar los órdenes entomológicos a nivel de familia, vinculando cada registro con la especie de mangle hospedante. Esta aproximación fina permite evaluar si la notable preferencia observada por ciertos órdenes responde a interacciones ecológicas estrechas con taxones vegetales específicos dentro de esta porción de la zona de amortiguamiento.

Tabla 10. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*El Algarrobo - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

ALGARROBO - FLORES

Tipo de Mangle	Fecha de Evaluación	T °C	Orden	Familia	N° de Ejemplares
S	1/05/25	28	Hemiptera	Reduviidae	8
S				Alydidae	3
S			Hymenoptera	Formicidae	18
B				Vespidae	14
S-B				Apidae	21
S-B			Lepidoptera	Tortricidae	4
S			Diptera	Ephydridae	4
S-B				Muscidae	2
S-B				Tachinidae	3
B	24/05/25	31	Hemiptera	Reduviidae	6
B				Cicadellidae	9
B				Psyllidae	1
B			Hymenoptera	Ichneumonidae	3
B				Braconidae	3
B				Chalcididae	4
B-S				Formicidae	20
B				Crabronidae	5
B				Pompilidae	3
S				Halictidae	3
S-B				Apidae	24
S			Lepidoptera	Psychidae	1
S				Pieridae	2
S-B				Riodinidae	2
S				Lycaenidae	2
S-B			Diptera	Tephritidae	3
B				Ulidiidae	3
B				Lauxaniidae	4
S				Ephydridae	1
B				Tachinidae	3
S-B-R	5/07/25	27,3	Hemiptera	Reduviidae	3
B				Berytidae	3
S				Alydidae	4
S			Coleoptera	Nitidulidae	3
S			Hymenoptera	Formicidae	5
S-B-R				Vespidae	15
R				Halictidae	3
S-B				Apidae	20
S-B			Lepidoptera	Pyralidae	2
S-B				Crambidae	2
R-B				Riodinidae	4
S				Lycaenidae	4
S-B			Diptera	Syrphidae	5
S-B				Tachinidae	3

S			Coleoptera	Coccinellidae	8
S			Hymenoptera	Ichneumonidae	1
S				Braconidae	2
S				Mutillidae	3
S				Vespidae	17
S				Crabronidae	8
S				Pompilidae	5
S	13/09/25	33		Colletidae	10
S-B				Apidae	32
S			Diptera	Asilidae	2
S				Bombyliidae	2
S				Syrphidae	5
S				Calliphoridae	3
S				Sarcophagidae	2
S				Tachinidae	2
S			Neuroptera	Chrysopidae	2
S			Coleoptera	Nitidulidae	4
S			Hymenoptera	Braconidae	5
S				Chalcididae	4
S				Formicidae	4
S-B				Vespidae	19
S				Crabronidae	5
S	4/10/25	33		Pompilidae	3
S-B				Colletidae	8
S				Halictidae	2
R				Megachilidae	2
S-B				Apidae	22
S			Lepidoptera	Lycaenidae	3
S			Diptera	Syrphidae	5
S			Hemiptera	Reduviidae	2
B				Membracidae	10
S			Coleoptera	Coccinellidae	5
S			Hymenoptera	Ichneumonidae	2
S				Mutillidae	2
S-B				Formicidae	7
S-B	2/12/25	31,1		Vespidae	7
S-B				Apidae	10
S			Lepidoptera	Lycaenidae	2
S			Diptera	Asilidae	10
S				Syrphidae	12
S				Lauxaniidae	13
S				Ephydridae	14
Total					541

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R = mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Al analizar la entomofauna a nivel de familia en las flores de El Algarrobo (Tabla 10), se observa el predominio de visitantes florales, principalmente Apidae, Formicidae y Vespidae, siendo las abejas el grupo más representativo. Por otro

lado, entre los dípteros sobresalen Syrphidae y Lauxaniidae, lo que evidencia una comunidad diversa asociada al recurso floral. Finalmente, aunque el Mangle salado (*A. germinans*) concentró la mayor actividad al final del monitoreo, el Mangle Blanco (*L. racemosa*) y las asociaciones mixtas contribuyeron al mantenimiento de la diversidad entomológica durante las primeras evaluaciones. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Ribeiro et al. (2021), quienes señalaron que las flores de manglar sostienen comunidades diversas de insectos visitantes, con predominio de himenópteros y dípteros. Asimismo, Cannicci et al. (2021) destacan que la diversidad de visitantes florales favorece las interacciones ecológicas y contribuye al funcionamiento de los ecosistemas de manglar.

Tabla 11. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de El Algarrobo

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	39
Número total de individuos (N)	541
Índice de Shannon-Wiener (H')	2,91
Índice de Simpson recíproco (1/D)	10,27

Al evaluar la comunidad entomológica en las flores de El Algarrobo (Tabla 11), los índices reflejan un ecosistema diverso y equilibrado. En este sentido, el índice de Shannon-Wiener (2,91) evidencia una diversidad moderada a alta, sustentada por la presencia de 39 familias distribuidas en 541 individuos (Fig. 15). Asimismo, el índice de Simpson Recíproco (10,27) indica una baja dominancia y una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las familias.

En conjunto, estos resultados demuestran que las flores de El Algarrobo albergan una comunidad entomológica diversa, estable y más homogénea que la observada en los frutos.

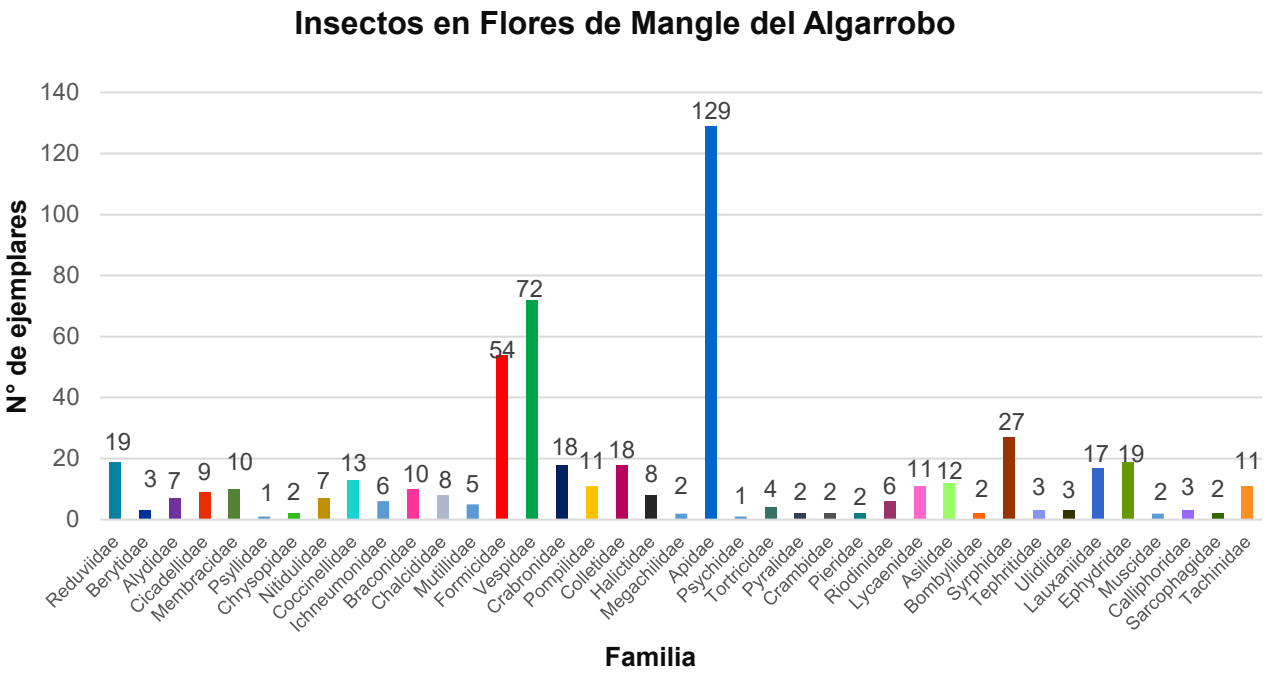


Figura 15. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en El Algarrobo

Nota. S = mangle salado (Avicennia germinans); B = mangle blanco (Laguncularia racemosa); R = mangle rojo (Rhizophora mangle). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Al analizar los frutos de El Algarrobo (Tabla 12), se observaron variaciones en la composición y abundancia de insectos durante las evaluaciones. La familia Curculionidae (Coleoptera) fue la más recurrente, registrándose en cuatro fechas (01/05, 24/05, 05/07 y 02/12/2025, alcanzando su mayor abundancia el 05/07/2025). Durante la evaluación del 04/10/2025 no se registraron insectos debido a la escasa cantidad de frutos recolectados. La mayor abundancia se obtuvo el 05/07/2025, con 73 individuos, destacando las familias Lauxaniidae y Curculionidae. En total, se identificaron insectos de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Diptera, evidenciando variaciones en la presencia de familias a lo largo del periodo de estudio.

Estos resultados concuerdan parcialmente con lo reportado por Santos Murgas et al. (2022), quienes identificaron a Curculionidae como uno de los principales grupos asociados a las estructuras reproductivas del manglar.

Tabla 12. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*El Algarrobo - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

ALGARROBO - FRUTOS					
Tipo de mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° de Ejemplares**
R	1/05/25	28	Coleoptera	Curculionidae	17
S				Coccinellidae	3
R-B	24/05/25	31	Coleoptera	Curculionidae	7
S				Coccinellidae	2
S			Lepidoptera	Gelechiidae	1
B	5/07/25	27,3	Coleoptera	Curculionidae	28
S			Hymenoptera	Chalcididae	15
S				Formicidae	5
S			Lepidoptera	Pyralidae	1
S			Diptera	Lauxaniidae	24
S	13/09/25	33	Hymenoptera	Eulophidae	1
B	2/12/25	31,1	Coleoptera	Curculionidae	10
Total					114

Nota. S = mangle salado (Avicennia germinans); B = mangle blanco (Laguncularia racemosa); R = mangle rojo (Rhizophora mangle). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Tabla 13. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector de El Algarrobo

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	Valor
Número de familias (S)	8
Número total de individuos (N)	114
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,33
Índice de Simpson recíproco (1/D)	2,77

Al evaluar la estructura cuantitativa en los frutos de El Algarrobo (Tabla 13), los índices ecológicos evidencian una comunidad de insectos poco diversa, simplificada y fuertemente dominada. En este sentido, el índice de Shannon-Wiener (1,33) refleja una baja diversidad, debido a la presencia de solo 8 familias y 114 individuos (Fig. 16), lo que indica un recurso altamente selectivo. Asimismo, el índice de Simpson Recíproco (2,77) confirma una fuerte dominancia, ya que la abundancia se concentra principalmente en Curculionidae, mientras que las demás familias presentan registros marginales.

En conclusión, los frutos de mangle en el sector de El Algarrobo funcionan como un microhábitat especializado, con baja equidad y dominado por insectos barrenadores, a diferencia de la mayor diversidad observada en las flores.

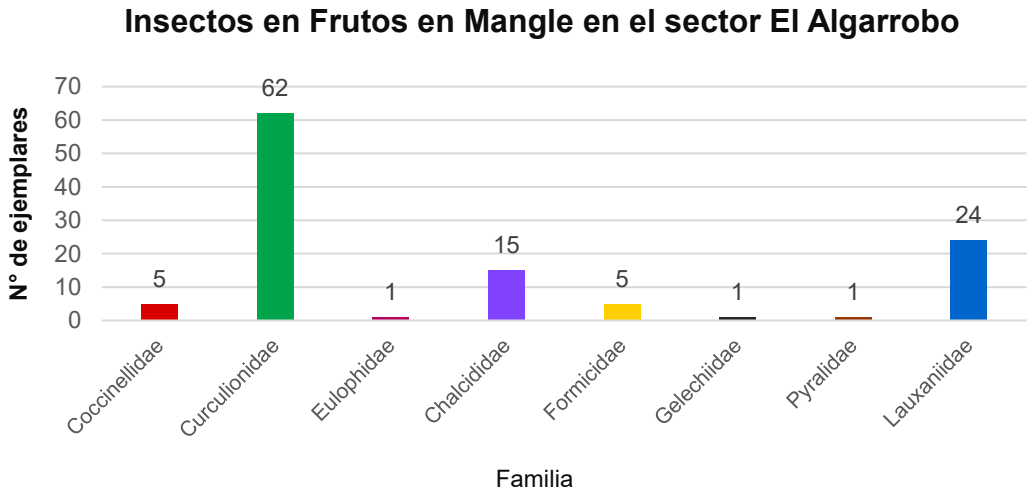


Figura 16. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en El Algarrobo

Nota: Los registros de insectos en los frutos de mangle en el sector El Algarrobo evidenciaron una marcada predominancia de Curculionidae (62 ejemplares), seguida de Lauxaniidae (24) y Chalcididae (15). En menor proporción se registraron Coccinellidae y Formicidae (5 ejemplares cada una), mientras que Eulophidae, Gelechiidae y Pyralidae presentaron únicamente 1 ejemplar cada una. En conjunto, Curculionidae, Lauxaniidae y Chalcididae fueron las familias predominantes.

4.2. Análisis de la entomofauna en la Zona Núcleo

Una vez caracterizados los atributos comunitarios de la entomofauna en las estaciones de la zona de amortiguamiento, se procedió a analizar el comportamiento biológico de los insectos dentro de la Zona Núcleo del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT). Este sector, debido a su estricto estado de conservación y mínima perturbación antropogénica, ofrece condiciones ecológicas diferenciadas para el desarrollo de las poblaciones de artrópodos.

El estudio en esta zona abarcó los dos puntos de muestreo seleccionados: **El Salto** e **Isla Matapalo**, evaluando las fluctuaciones de abundancia y riqueza tanto a nivel de orden como de familia, separadas según las estructuras reproductivas del manglar (flores y frutos).

4.2.1. El Salto

El primer punto evaluado dentro de la zona núcleo fue la base Destacamento Naval El Salto. Las recolecciones en este sector permiten identificar si la composición taxonómica responde a patrones ambientales similares a los de la periferia o si manifiesta una estructura comunitaria particular debido al estado de conservación del bosque.

4.2.1.1. Composición general y fluctuación temporal (Nivel de Orden)

El análisis de la entomofauna en El Salto se inició evaluando la abundancia de los órdenes en las estructuras reproductivas del manglar; así, este primer nivel permitió identificar patrones de dominancia y, a su vez, comprender cómo estas poblaciones fluctúan en función de la temperatura y la humedad relativa.

Tabla 14. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en El Salto, en relación con la temperatura y la humedad relativa

EL SALTO - FLORES				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
9/05/25	31,6	68	Hemiptera	15
			Coleoptera	21
			Hymenoptera	75
			Lepidoptera	5
			Diptera	40
28/06/25	28	70	Hemiptera	11
			Coleoptera	20
			Hymenoptera	80
			Lepidoptera	5
			Diptera	2
9/08/25	29,9	84	Hemiptera	20
			Coleoptera	5
			Hymenoptera	75
			Lepidoptera	7
			Diptera	10
27/08/25	27	71	Mantidae	1
			Hemiptera	5
			Coleoptera	2
			Hymenoptera	30
			Lepidoptera	3
			Diptera	7
26/11/25	31	70	Hemiptera	4
			Hymenoptera	17
			Lepidoptera	2
			Diptera	8
20/12/25	29,5	66	Odonata	1
			Mantidae	1
			Hemiptera	2
			Hymenoptera	29
			Lepidoptera	2
			Diptera	9
x̄	29,50	71,5		
			Total	514

En las flores de El Salto (Tabla 14) se registraron 514 individuos, evidenciando un flujo poblacional importante en la Zona Núcleo. En este sentido, Hymenoptera se mantuvo como el orden dominante en todas las evaluaciones, alcanzando su mayor abundancia en la segunda evaluación (80 individuos). Asimismo, Diptera y Hemiptera presentaron incrementos puntuales asociados a variaciones de temperatura y humedad.

Finalmente, se observó un descenso general hacia el final del muestreo, junto con la aparición esporádica de Mantodea y Odonata, lo que evidencia una comunidad con mayor complejidad taxonómica. Estos resultados son consistentes con lo

señalado por Chatterjee et al. (2024), quienes indican que la composición de la entomofauna asociada a las flores de manglar varía en función de la fenología y de las condiciones ambientales.

Tabla 15. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en El Salto, en relación con la temperatura y la humedad relativa

El Salto - Frutos				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
09/05/25	31,6	68	Coleoptera	20
28/06/25	28	70	Hemiptera	32
			Coleoptera	16
			Lepidoptera	1
			Diptera	22
9/08/25	29,9	84	Coleoptera	50
			Hymenoptera	33
27/08/25	27	71	Coleoptera	14
			Hymenoptera	13
			Lepidoptera	2
26/11/25	31	70	Lepidoptera	2
20/12/25	29,5	66	Lepidoptera	2
			Diptera	20
x̄	29,50	71,5		
			Total	227

Al evaluar la entomofauna en los frutos de El Salto (Tabla 15), se registró una abundancia total de 227 individuos durante el periodo de estudio. En este sentido, Coleoptera se mantuvo como el grupo dominante con 100 ejemplares, alcanzando su mayor abundancia en la Evaluación 3. Asimismo, la Evaluación 2 presentó una mayor representatividad de Hemiptera y Diptera, mientras que al cierre del monitoreo se observó un incremento puntual de este último orden, evidenciando una comunidad dinámica, pero con predominio de coleópteros.

Este patrón es similar al reportado por Santos Murgas et al. (2022), quienes identificaron a los coleópteros, especialmente Curculionidae, como uno de los grupos más representativos asociados a las estructuras reproductivas del manglar.

4.2.1.2. Estructura taxonómica detallada y diversidad (Nivel de Familia y Tipo de Mangle)

Con el objetivo de profundizar en la organización de las comunidades entomológicas en la Zona Núcleo, se realizó el desglosado de los órdenes biológicos a nivel de familia, relacionando cada registro con su respectiva especie de mangle hospedante (*R. mangle, R. harrisonii, A. germinans o L. racemosa*). De esta manera, esta resolución taxonómica más detallada permite analizar si la composición de insectos está influenciada por preferencias específicas hacia el sustrato vegetal en un ecosistema con mínima intervención antrópica. Finalmente, este enfoque sirve como base fundamental para el posterior cálculo de los índices de diversidad alfa.

Tabla 16. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*El Salto - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

EL SALTO - FLORES					
Tipo de mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° de Ejemplares**
S-B	9/05/25	31,6	Hemiptera	Reduviidae	4
S				Alydidae	3
S				Cixiidae	8
S			Coleoptera	Derodontidae	6
S				Tenebrionidae	6
S				Coccinellidae	5
B				Chrysomelidae	4
S			Hymenoptera	Ichneumonidae	7
S-R				Braconidae	8
S				Chalcididae	5
S				Formicidae	10
S-B-R				Vespidae	15
S				Crabronidae	4
S				Colletidae	8
S-B-R				Apidae	18
S			Lepidoptera	Pieridae	2
S				Lycaenidae	3
S			Diptera	Dolichopodidae	3
S-B				Syrphidae	6
S				Lonchaeidae	4
S				Sepsidae	7
S				Ephydridae	3
S				Drosophilidae	3
S				Diastatidae	1
S				Chloropidae	8
S				Tachinidae	5
S	28/06/25	28	Hemiptera	Alydidae	5

S				Cixiidae	6
S			Coleoptera	Cryptophagidae	6
S-B				Coccinellidae	14
S			Hymenoptera	Mutillidae	1
S				Formicidae	22
S				Vespidae	16
S				Pompilidae	3
S				Colletidae	12
S				Apidae	26
S			Lepidoptera	Tineidae	1
S				Tortricidae	1
S				Noctuidae	1
S				Lycaenidae	2
S			Diptera	Canacidae	2
S			Hemiptera	Reduviidae	3
S				Alydidae	4
R-S				Cixiidae	11
S				Cicadellidae	2
S			Coleoptera	Coccinellidae	3
S				Chrysomelidae	2
S			Hymenoptera	Aphelinidae	1
S				Bethylidae	6
S				Mutillidae	5
S				Formicidae	14
S				Vespidae	15
S	9/08/25	29,9		Colletidae	12
S				Apidae	22
S			Lepidoptera	Pieridae	3
S				Lycaenidae	4
S			Diptera	Syrphidae	6
S				Ephydridae	2
S				Chloropidae	2
S			Mantodea	Mantidae	1
S			Hemiptera	Reduviidae	5
S			Coleoptera	Chrysomelidae	2
S			Hymenoptera	Braconidae	4
S				Mutillidae	2
S				Crabronidae	5
S	27/08/25	27		Colletidae	12
S				Apidae	7
S			Lepidoptera	Tortricidae	1
S				Riodinidae	2
S			Diptera	Dolichopodidae	2
S				Muscidae	2
S				Tachinidae	3
S			Hemiptera	Berytidae	4
S-R			Hymenoptera	Braconidae	3
S				Mutillidae	2
S				Crabronidae	3
S				Pompilidae	5
S	26/11/25	31		Sphecidae	2
S				Apidae	2
S			Lepidoptera	Hesperiidae	2
S			Diptera	Stratiomyidae	2
S				Asilidae	3
S				Syrphidae	3
S	20/12/25	29,5	Odonata	Libellulidae	1

S		Mantodea	Mantidae	1
S		Hemiptera	Reduviidae	2
S		Hymenoptera	Braconidae	8
S			Chrysididae	4
S			Formicidae	3
S			Colletidae	12
S			Megachilidae	2
S		Lepidoptera	Geometridae	2
S		Diptera	Asilidae	3
S			Syrphidae	6
TOTAL				514

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R = mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Al desglosar las poblaciones a nivel de familia en las flores de El Salto (Tabla 16), se evidencia una comunidad entomológica compleja, con recambio de familias y marcada preferencia por un sustrato dominante. En este sentido, dentro de Hymenoptera destacan Apidae y Formicidae en las primeras evaluaciones; posteriormente, Colletidae incrementó su representatividad, reflejando una alternancia entre los principales visitantes florales. Asimismo, en Diptera, la mayor diversidad se registró al inicio del monitoreo, mientras que familias como Syrphidae y Asilidae reaparecieron hacia las últimas evaluaciones.

Finalmente, la comunidad mostró una marcada asociación con el Mangle Salado (*A. germinans*), que concentró la mayor riqueza de familias registradas. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Bernal-Loaiza et al. (2025), quienes describieron a *A. germinans* como un importante recurso para una amplia diversidad de insectos visitantes.

Tabla 17. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de El Salto

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	48
Número total de individuos (N)	514
Índice de Shannon-Wiener (H')	3,20
Índice de Simpson recíproco (1/D)	15,73

Al evaluar la comunidad entomológica en las flores de El Salto (Tabla 17), los índices biológicos evidencian un ecosistema altamente diverso y equilibrado. En este sentido, el índice de Shannon-Wiener (3,20) refleja una alta diversidad, sustentada por 48 familias distribuidas en 514 individuos (Fig. 17). Asimismo, el índice de Simpson Recíproco (15,73) indica una excelente equidad y baja dominancia, demostrando que las abundancias se distribuyen de manera homogénea entre las distintas familias. En conjunto, estos resultados confirman que las flores de El Salto albergan una comunidad entomológica diversa, estable y ecológicamente estructurada.

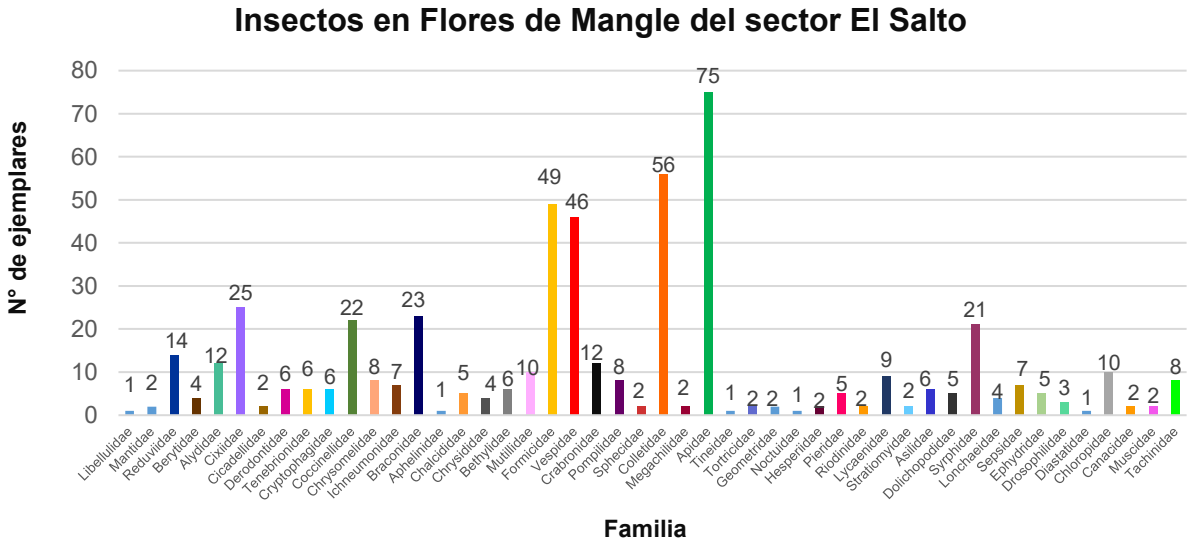


Figura 17. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en El Salto.

Nota: Los registros obtenidos evidenciaron una mayor abundancia de ejemplares en las familias Apidae (75 ejemplares) y Colletidae (56), seguidas por Formicidae (49) y Vespidae (46), mientras que las demás familias presentaron valores iguales o inferiores a 25 ejemplares. En conjunto, Apidae, Colletidae, Formicidae y Vespidae fueron las familias predominantes.

Al analizar la entomofauna a nivel de familia en los frutos de El Salto (Tabla 18), se observa el predominio de Curculionidae, que registró la mayor abundancia de ejemplares, especialmente durante la evaluación del 09/08/2025, con 50 individuos. Asimismo, destacaron Coccidae, Eurytomidae y Lauxaniidae, que también presentaron cantidades importantes de ejemplares. En contraste, familias como Gracillariidae, Tortricidae y Formicidae registraron menores abundancias durante el periodo de evaluación. Esta menor abundancia podría estar relacionada con la limitada disponibilidad de frutos en algunas evaluaciones.

En particular, Coccidae destacó por su presencia en los frutos del Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*). Cabe señalar que también se encontraron individuos de esta familia adheridos a las ramitas cercanas a las flores de dicha especie. Este registro resulta relevante debido a que los Coccidae presentan hábitos sésiles y permanecen adheridos a las superficies vegetales, por lo que su presencia se observó tanto en los frutos como en las estructuras vegetativas próximas a las flores.

Estos resultados coinciden con Santos Murgas et al. (2022), quienes reportaron a Curculionidae como una de las familias más frecuentes en las estructuras reproductivas del manglar. Asimismo, Vázquez Moreno et al. (2003) documentaron la asociación de coleópteros con los propágulos de *Rhizophora mangle*, respaldando la relación de este grupo con las estructuras reproductivas del manglar.

Tabla 18. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*El Salto - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación en el año 2025.

El Salto - Frutos					
Tipo de mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° de Ejemplares**
R	09/05/25	31,6	Coleoptera	Curculionidae	20
B	28/06/25	28,0	Hemiptera	Coccidae	32
R			Coleoptera	Curculionidae	16
R			Lepidoptera	Gracillariidae	1
S			Diptera	Lauxaniidae	22
R-C	9/08/25	29,9	Coleoptera	Curculionidae	50
C			Hymenoptera	Eurytomidae	25
S-B				Formicidae	8
R-C	27/08/25	27,0	Coleoptera	Curculionidae	14
C			Hymenoptera	Eurytomidae	9
S-B				Formicidae	4
B			Lepidoptera	Gracillariidae	2
S	26/11/25	31,0	Lepidoptera	Tortricidae	2
S	20/12/25	29,5	Lepidoptera	Tortricidae	2
S			Diptera	Lauxaniidae	20
Total					227

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R =mangle rojo (*Rhizophora mangle*); C = mangle colorado *(Rhizophora* × *harrisonii*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Tabla 19. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector de El Salto

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	7
Número total de individuos (N)	227
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,52
Índice de Simpson recíproco (1/D)	3,65

Al evaluar la estructura cuantitativa de la entomofauna en los frutos de El Salto (Tabla 19), los índices evidencian una comunidad poco diversa y dominada por pocos grupos especializados. En este sentido, el índice de Shannon-Wiener (1,52) refleja una baja diversidad, debido a la presencia de solo 7 familias (Fig. 18). Asimismo, el índice de Simpson Recíproco (3,65) indica una distribución desigual de las abundancias, con una marcada dominancia de Curculionidae.

En conjunto, estos resultados confirman que los frutos de El Salto constituyen un microhábitat selectivo, ocupado principalmente por insectos especializados.

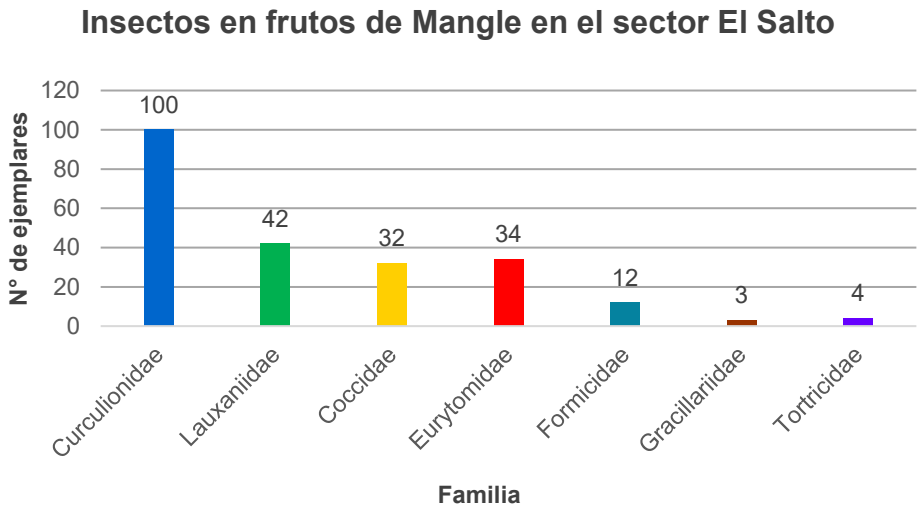


Figura 18. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en El Salto.

Nota: Los registros evidenciaron diferencias marcadas en la abundancia de ejemplares entre las familias de insectos asociados a los frutos del mangle. Curculionidae presentó la mayor abundancia, con 100 ejemplares, seguida de Lauxaniidae (42), Eurytomidae (34) y Coccidae (32). En menor proporción se registraron Formicidae (12), Tortricidae (4) y Gracillariidae (3). En conjunto, Curculionidae destacó ampliamente como la familia predominante en los frutos del mangle.

4.2.2. Isla Matapalo

El último sector analizado dentro de la Zona Núcleo del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes fue Isla Matapalo. Debido a su condición de área insular protegida y con acceso restringido, el estudio de su entomofauna resulta clave para comprender los procesos de colonización, distribución y estabilidad de las comunidades de insectos en un ambiente con relativo aislamiento geográfico y escasa intervención antrópica.

4.2.2.1. Composición general y fluctuación temporal (Nivel de Orden)

Al igual que en los sectores previamente evaluados, el estudio en Isla Matapalo comenzó con un análisis general a nivel de orden, con el fin de identificar los patrones de abundancia de los insectos asociados a las estructuras reproductivas del manglar (flores y frutos). Asimismo, se examinó cómo estas poblaciones varían en función de los cambios de temperatura y humedad relativa registrados durante las seis evaluaciones realizadas entre mayo de 2025 y enero de 2026.

Tabla 20. Distribución de la entomofauna asociada a flores de mangle a nivel de orden taxonómico en Isla Matapalo, en relación con la temperatura y la humedad relativa

ISLA MATAPALO - FLORES				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
1/05/25	31	70	Hemiptera	32
			Coleoptera	23
			Hymenoptera	81
			Lepidoptera	7
			Diptera	59
16/08/25	26,3	87	Hemiptera	14
			Coleoptera	6
			Hymenoptera	78
			Lepidoptera	7
			Diptera	18
4/10/25	30,8	56	Coleoptera	3

			Hymenoptera	10
			Diptera	3
11/11/25	30,9	65	Hemiptera	7
			Neuroptera	2
			Hymenoptera	33
			Lepidoptera	2
			Diptera	5
12/12/25	29	63	Hemiptera	18
			Coleoptera	3
			Hymenoptera	36
			Lepidoptera	7
			Diptera	9
15/01/26	30,7	67	Hemiptera	12
			Coleoptera	5
			Hymenoptera	12
			Lepidoptera	2
			Diptera	6
x̄	29,78	68		
			Total	500

Al evaluar la entomofauna en las flores de Isla Matapalo (Tabla 20), se registró una abundancia total de 500 individuos. En este sentido, Hymenoptera se mantuvo como el orden dominante, mientras que Diptera y Hemiptera presentaron picos de abundancia al inicio del monitoreo.

Además, se observó una disminución poblacional en la tercera evaluación, coincidiendo con menores niveles de humedad. Finalmente, las últimas evaluaciones mostraron una recuperación gradual y una mayor diversidad de grupos, evidenciando una comunidad entomológica dinámica. Estos resultados son consistentes con lo descrito por Chatterjee et al. (2024), quienes señalan que la composición de la entomofauna asociada a las flores de manglar responde a los cambios en la fenología y en las condiciones ambientales.

Tabla 21. Distribución de la entomofauna asociada a frutos de mangle a nivel de orden taxonómico en Isla Matapalo, en relación con la temperatura y la humedad relativa

ISLA MATAPALO - FRUTOS				
Fecha de Evaluación	**T °C**	**HR%**	**Orden**	**N° Ejemplares**
1/05/2025	31	70	Orthoptera	1
			Hemiptera	1
			Coleoptera	5
			Hymenoptera	10
			Lepidoptera	1
			Diptera	13
16/08/2025	26,3	87	Coleoptera	8
			Hymenoptera	6
4/10/2025	30,8	56	Coleoptera	5
			Hymenoptera	2
11/11/2025	30,9	65	Coleoptera	62
			Hymenoptera	4
			Lepidoptera	4
			Diptera	25
12/12/2025	29	63	Diptera	5
15/01/2026	30,7	67	Hymenoptera	2
			Lepidoptera	2
			Diptera	12
x̄	29,78	68		
Total				168

Al evaluar la entomofauna en los frutos de Isla Matapalo (Tabla 21), se registró una abundancia total de 168 individuos, con una dinámica marcada por pulsos de actividad. En este sentido, Coleoptera fue el orden dominante, alcanzando su mayor abundancia en la cuarta evaluación.

Del mismo modo, Diptera se posicionó como el segundo grupo más representativo, con incrementos tanto al inicio del monitoreo como durante el periodo de mayor actividad. Finalmente, Hymenoptera y los demás órdenes presentaron una baja representatividad, observándose una disminución general de la comunidad hacia el final del monitoreo. Este comportamiento guarda relación con lo descrito por Santos Murgas et al. (2022), quienes reportaron el predominio de coleópteros asociados a las estructuras reproductivas del manglar.

4.2.2.2. Estructura taxonómica detallada y diversidad (Nivel de Familia y Tipo de Mangle)

Con el fin de analizar con mayor detalle la organización de la entomofauna en condiciones de insularidad, en Isla Matapalo se desglosaron los órdenes recolectados hasta el nivel de familia. Además, cada registro fue asociado a su respectivo mangle hospedante, lo que permite identificar posibles preferencias de microhábitat y grado de especificidad ecológica dentro de la Zona Núcleo.

Tabla 22. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras florales (*Isla Matapalo - Flores*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación

ISLA MATAPALO - FLORES					
Tipo de mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N°Ejemplares**
R-B	1/05/2025	31	Hemiptera	Cixiidae	24
S-B-R				Cicadellidae	8
R			Coleoptera	Dermestidae	6
S				Tenebrionidae	4
R				Nitidulidae	6
S				Chrysomelidae	7
S			Hymenoptera	Braconidae	3
S				Perilampidae	1
B				Chrysididae	1
S				Formicidae	13
S-B-R				Vespidae	15
S-B				Crabronidae	12
S-B				Colletidae	11
R				Halictidae	5
S-B-R				Apidae	20
S-B-R			Lepidoptera	Gelechiidae	2
R-S				Pyralidae	5
S-B			Diptera	Dolichopodidae	6
S-B				Syrphidae	4
S-B				Tephritidae	5
S				Platystomatidae	3
S-B-R				Agromyzidae	4
S-B-R				Ephydridae	12
S				Diastatidae	6
S				Chloropidae	13
S-B				Canacidae	3
S-B-R				Tachinidae	3
S-B-R	16/08/2025	26,3	Hemiptera	Reduviidae	6
S-B				Alydidae	5
P				Scutelleridae	3
S			Coleoptera	Nitidulidae	4

S				Coccinellidae	2
S-B				Chalcididae	7
S				Formicidae	18
S-B-R				Vespidae	16
S-B			Hymenoptera	Pompilidae	9
S				Colletidae	10
R				Halictidae	6
S-B-R				Apidae	12
S				Hesperiidae	2
S			Lepidoptera	Pieridae	2
S				Lycaenidae	3
S				Stratiomyidae	3
S-B-R				Syrphidae	8
S			Diptera	Drosophilidae	1
S				Diastatidae	3
S				Muscidae	3
S			Coleoptera	Tenebrionidae	3
S-B				Formicidae	4
R	4/10/2025	30,8	Hymenoptera	Halictidae	3
S				Apidae	3
S-R			Diptera	Asilidae	3
S-R			Hemiptera	Reduviidae	4
S-B				Alydidae	3
R			Neuroptera	Chrysopidae	2
S-B-R				Braconidae	3
S-B				Formicidae	5
S				Vespidae	6
S	11/11/2025	30,9	Hymenoptera	Pompilidae	3
S				Colletidae	5
R				Halictidae	3
S				Apidae	8
R-S			Lepidoptera	Pieridae	2
S			Diptera	Bombyliidae	2
S				Syrphidae	3
S-B				Reduviidae	4
S			Hemiptera	Alydidae	6
R-S				Cixiidae	8
R			Coleoptera	Curculionidae	3
R				Braconidae	4
B				Chrysididae	2
S				Mutillidae	4
S			Hymenoptera	Formicidae	7
S-R	12/12/2025	29		Vespidae	6
S				Colletidae	5
S				Halictidae	3
S				Apidae	5
S				Tortricidae	3
S			Lepidoptera	Hesperiidae	2
S				Pieridae	2
B			Diptera	Asilidae	5
B-S				Syrphidae	4
S				Reduviidae	4
S			Hemiptera	Alydidae	3
P-S				Rhopalidae	2
R	15/01/2026	30,7		Cixiidae	3
S			Coleoptera	Buprestidae	2
P-S				Nitidulidae	3
S			Hymenoptera	Chalcididae	2

S		Vespidae	3
S		Colletidae	3
S		Apidae	4
S	Lepidoptera	Tortricidae	1
S		Pieridae	1
S	Diptera	Asilidae	2
S		Syrphidae	2
S		Lauxaniidae	2
Total			500

Nota. S = mangle salado (*Avicennia germinans*); B = mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); R = mangle rojo (*Rhizophora mangle*); P = mangle piña (*Conocarpus erectus*). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

En el análisis a nivel de familia de las flores de Isla Matapalo (Tabla 22), se evidencia una comunidad entomológica diversa al inicio, con variaciones marcadas a lo largo del tiempo. En este sentido, dentro de Hymenoptera destacan Apidae y Formicidae en las primeras evaluaciones, mientras que Vespidae y Colletidae mantuvieron una presencia constante. De la misma forma, en Diptera se registró una alta diversidad al inicio del monitoreo, con reapariciones de Syrphidae y Asilidae en las últimas evaluaciones, mientras que en Hemiptera sobresalió un incremento temprano de Cixiidae. Finalmente, la entomofauna mostró una mayor asociación con el Mangle Salado (*A. germinans*), que concentró la mayor representatividad de familias al finalizar el monitoreo.

Estos hallazgos concuerdan con Bernal-Loaiza et al. (2025), quienes describieron a *A. germinans* como un recurso importante para una amplia diversidad de insectos visitantes.

Tabla 23. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en flores de mangle en el sector de Isla Matapalo

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	48
Número total de individuos (N)	500
Índice de Shannon-Wiener (H')	3,36
Índice de Simpson recíproco (1/D)	19,99

Al evaluar la estructura de la comunidad entomológica en las flores de Isla Matapalo (Tabla 23), los índices ecológicos evidenciaron una diversidad alta. El índice de Shannon-Wiener (3,36) refleja esta condición, sustentada por el registro de 48 familias y 500 individuos (Fig. 19). Por su parte, el índice de Simpson recíproco (19,99) indica una diversidad efectiva equivalente a aproximadamente 20 familias con abundancias similares. Asimismo, los valores de equidad (E = 0,42 y J′ = 0,87) muestran una distribución relativamente equilibrada de los individuos, aunque no uniforme entre todas las familias. En conjunto, estos resultados indican que las flores de mangle en Isla Matapalo albergan una comunidad entomológica diversa, con diferencias en la abundancia de sus familias.

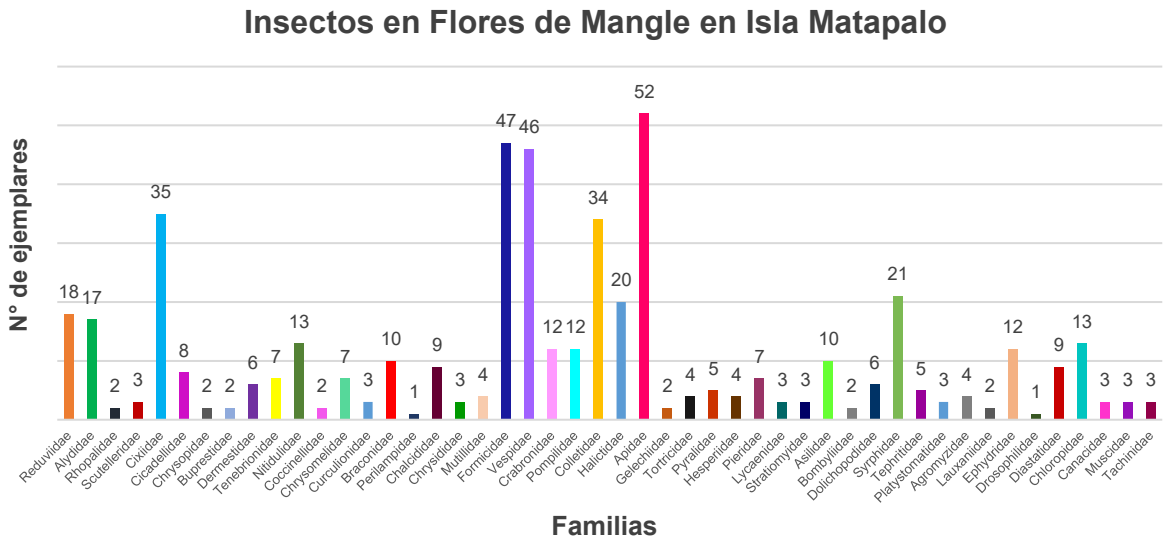


Figura 19. Abundancia de familias de insectos asociados a flores de mangle en Isla Matapalo.

Nota: Los registros de insectos asociados a las flores de mangle en Isla Matapalo evidenciaron una mayor abundancia en las familias Apidae (52 ejemplares), Formicidae (47), Vespidae (46), Cixiidae (35), Colletidae (34), Syrphidae (21) y Halictidae (20). También destacaron Reduviidae (18), Alydidae (17) y Nitidulidae y Chloropidae (13 ejemplares cada una). Las demás familias presentaron abundancias menores. En total, se registraron 500 individuos distribuidos en 48 familias.

El análisis a nivel de familia en los frutos de Isla Matapalo (Tabla 24) muestra variaciones en la abundancia de insectos a lo largo de las evaluaciones. En este sentido, Curculionidae presentó la mayor abundancia, alcanzando su valor más alto en la Evaluación 4, con 50 ejemplares. Por su parte, Lauxaniidae destacó por su presencia en diferentes momentos del monitoreo, registrando 13, 25, 5 y 12 ejemplares en las evaluaciones 1, 4, 5 y 6, respectivamente. Asimismo, Hymenoptera presentó una mayor abundancia en las primeras evaluaciones, representada principalmente por Eurytomidae, con 10 ejemplares en la primera evaluación y 6 en la segunda; posteriormente, su abundancia disminuyó y se registraron otras familias de este orden en las evaluaciones siguientes.

Finalmente, la comunidad mostró una mayor asociación con el Mangle salado (*A. germinans*), que concentró la mayor representatividad de familias al finalizar el estudio. Este comportamiento es similar con lo reportado por Santos Murgas et al. (2022), quienes identificaron a Curculionidae como una de las familias más representativas en las estructuras reproductivas del manglar.

Tabla 24. Composición taxonómica detallada a nivel de familia de la entomofauna asociada a estructuras de fructificación (*Isla Matapalo - Frutos*) y su distribución por tipo de mangle y fecha de evaluación

ISLA MATAPALO - FRUTOS					
Tipo de mangle	**Fecha de Evaluación**	**T °C**	**Orden**	**Familia**	**N° Ejemplares**
S	1/05/2025	31	Orthoptera	Tettigoniidae	1
S			Hemiptera	Reduviidae	1
R-C			Coleoptera	Curculionidae	5
C			Hymenoptera	Eurytomidae	10
S			Lepidoptera	Tineidae	1
S			Diptera	Lauxaniidae	13
R	16/08/2025	26,3	Coleoptera	Curculionidae	8
C			Hymenoptera	Eurytomidae	6
B	4/10/2025	30,8	Coleoptera	Curculionidae	5
S			Hymenoptera	Braconidae	2
R	11/11/2025	30,9	Coleoptera	Dermestidae	4
S				Tenebrionidae	5
S				Chrysomelidae	3
S-B				Curculionidae	50
S			Hymenoptera	Ichneumonidae	1
B-S				Braconidae	3
S			Lepidoptera	Tineidae	1
S				Tortricidae	3

S			Diptera	Lauxaniidae	25
S	12/12/2025	29	Diptera	Lauxaniidae	5
S	15/01/2026	30,7	Hymenoptera	Eulophidae	1
S				Encyrtidae	1
S			Lepidoptera	Tineidae	1
S				Tortricidae	1
S			Diptera	Lauxaniidae	12
Total					168

Nota. S = mangle salado (Avicennia germinans); B = mangle blanco (Laguncularia racemosa); R = mangle rojo (Rhizophora mangle); C = mangle colorado (Rhizophora × harrisonii). Los códigos combinados (p. ej., S-B) indican que la familia se registró en más de una especie de mangle en esa fecha.

Tabla 25. Resumen estadístico de los índices de diversidad biológica (H') y Simpson recíproco (1/D) de la comunidad de insectos en frutos de mangle en el sector de Isla Matapalo

INDICES DE DIVERSIDAD	
Parámetro	**Valor**
Número de familias (S)	14
Número total de individuos (N)	168
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,64
Índice de Simpson recíproco (1/D)	3,52

Al evaluar la estructura de la comunidad entomológica en los frutos de Isla Matapalo (Tabla 25), los índices ecológicos muestran una diversidad media, de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener (H′ = 1,64), considerando el registro de 14 familias y 168 individuos (Fig. 20). Por su parte, el índice de Simpson recíproco (1/D = 3,52) indica una diversidad efectiva equivalente a aproximadamente 3,52 familias con abundancias similares, lo que evidencia una distribución desigual de los individuos. Esta tendencia se relaciona con la mayor representatividad de las familias Curculionidae y Lauxaniidae. En conjunto, los resultados muestran que la comunidad de insectos asociados a los frutos presenta una diversidad media y una concentración de individuos en determinadas familias.

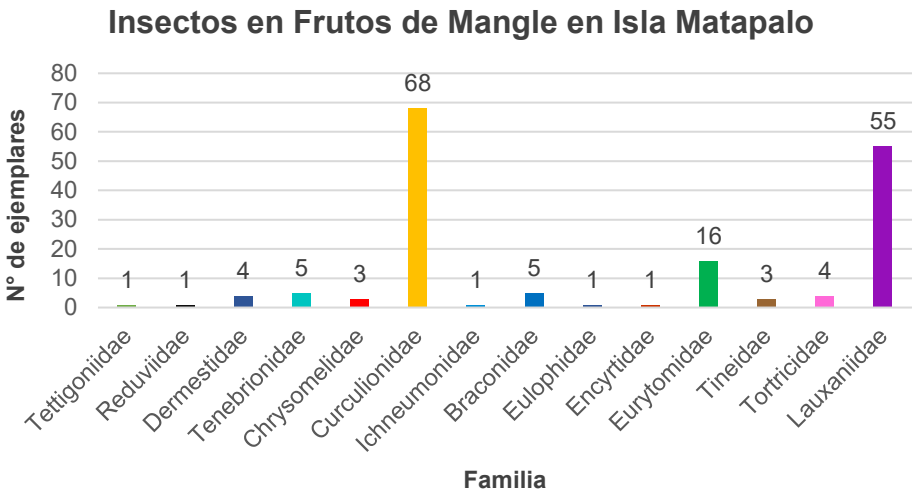


Figura 20. Abundancia de familias de insectos asociados a frutos de mangle en Isla Matapalo.

Nota: Los registros obtenidos evidenciaron diferencias marcadas en la abundancia de ejemplares entre las familias taxonómicas, destacando Curculionidae (68 ejemplares) y Lauxaniidae (55), seguidas por Eurytomidae (16), mientras que las demás familias presentaron valores considerablemente inferiores (entre 1 y 5 ejemplares).

4.3. Análisis comparativo de la entomofauna entre la Zona Núcleo y la Zona de Amortiguamiento

Tras evaluar de manera independiente cada punto de muestreo de la Zona de Amortiguamiento (Puerto 25 y El Algarrobo) y de la Zona Núcleo (El Salto e Isla Matapalo), se realizó un análisis comparativo integrado de la entomofauna. De esta manera, fue posible identificar los patrones de distribución y composición de las comunidades de insectos a lo largo del gradiente de conservación. Asimismo, este enfoque permitió contrastar la influencia de las distintas estructuras reproductivas del manglar (flores y frutos) sobre la estructura de la entomofauna y, finalmente, evaluar la estabilidad ecológica del manglar mediante el análisis de los índices de diversidad alfa y dominancia.

Los parámetros comunitarios e índices biológicos consolidados para la totalidad del área de estudio se presentan de manera integrada en la Tabla 26.

Tabla 26. Resumen comparativo de la diversidad y dominancia de la entomofauna en flores y frutos de la Zona de Amortiguamiento y la Zona Núcleo del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (periodo 2025-2026).

Zona de Conservación	Punto de Muestreo	Sustrato	Riqueza (S)*	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice Reciproco de Simpson (1/D)
Amortiguamiento	**Puerto 25**	Flores	39	564	3,08	13,77
		Frutos	13	407	1,20	2,60
	El Algarrobo	Flores	39	541	2,91	10,27
		Frutos	8	114	1,33	2,77
Núcleo	**El Salto**	Flores	48	514	3,20	15,73
		Frutos	7	227	1,52	3,65
	Isla Matapalo	Flores	48	500	3,36	19,99
		Frutos	14	168	1,64	3,52

4.3.1. Dinámica de Conservación: Zona de Amortiguamiento frente a Zona Núcleo

El debate sobre la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de la entomofauna se esclarece al contrastar los parámetros ecológicos de la Zona de Amortiguamiento (Puerto 25 y El Algarrobo) con los de la Zona Núcleo (El Salto e Isla Matapalo). Los resultados de esta investigación evidencian que la Zona Núcleo alberga una comunidad entomológica con mayor diversidad y una estructura comunitaria más equilibrada.

A nivel cuantitativo, mientras que la Zona de Amortiguamiento exhibió picos de abundancia dominados por taxones generalistas u oportunistas, posiblemente favorecidos por el efecto de borde y la proximidad a actividades antrópicas, la Zona Núcleo presentó los mayores valores de diversidad alfa. El patrón más representativo se observó en las flores de Isla Matapalo, donde se registró el mayor índice de Shannon-Wiener de todo el estudio (H' = 3,36), seguido por El Salto (H' = 3,20).

De igual manera, el índice recíproco de Simpson mostró los valores más elevados las zonas ubicadas dentro del SNLMT, alcanzando 19,99 en Isla Matapalo y 15,73 en El Salto, lo que indica una distribución más homogénea de las abundancias entre las familias registradas y una menor dominancia de pocos taxones.

Estos resultados concuerdan con Lee et al. (2014), quienes señalan que los manglares con mayor integridad ecológica mantienen una mayor heterogeneidad de hábitats y, por consiguiente, una mayor diversidad biológica. Asimismo, Chatterjee et al. (2024) indican que las comunidades de insectos responden positivamente a ambientes con menor perturbación, favoreciendo una estructura comunitaria más equilibrada.

En la Zona Núcleo se registraron familias que no fueron observadas en la Zona de Amortiguamiento, entre ellas Perilampidae, Encyrtidae, Aphelinidae, Bethylidae y Chrysididae (Hymenoptera), Mantidae (Mantodea), Libellulidae (Odonata), así como Cixiidae, Chloropidae y Coccidae, entre otras. Sin embargo, Chalcididae, Mutillidae, Asilidae y Eulophidae también estuvieron presentes en la Zona de Amortiguamiento. Estas diferencias reflejan variaciones en la composición taxonómica entre ambas zonas. Al respecto, Cannicci et al. (2021) destacan la importancia de la diversidad de invertebrados para la funcionalidad de los ecosistemas de manglar, aunque la presencia de familias poco frecuentes en este estudio no permite establecer por sí sola una mayor diversidad funcional ni su condición de bioindicadores.

Tabla 27. Comparación de los atributos comunitarios de la entomofauna entre la Zona de Amortiguamiento y la Zona Núcleo (valores observados, rango entre los dos sitios de cada zona)

Sustrato	Parámetro	Zona de Amortiguamiento (Puerto 25 – El Algarrobo)	Zona Núcleo (El Salto – Isla Matapalo)
Flores	Riqueza de familias (S)	39 – 39	48 – 48
	Abundancia (N)	564 – 541	514 – 500
	Shannon-Wiener (H′)	3,08 – 2,91	3,20 – 3,36
	Simpson recíproco (1/D)	13,77 – 10,27	15,73 – 19,99
	Familia más abundante (% de N)	Vespidae 16,1 % – Apidae 23,8 %	Apidae 14,6 % – Apidae 10,4 %
Frutos	Riqueza de familias (S)	13 – 8	7 – 14
	Abundancia (N)	407 – 114	227 – 168
	Shannon-Wiener (H′)	1,20 – 1,33	1,52 – 1,64
	Simpson recíproco (1/D)	2,60 – 2,77	3,65 – 3,52
	Curculionidae (% de N)	51,6 % – 54,4 %	44,1 % – 40,5 %

4.3.2. Asociación de la entomofauna con el tipo de mangle

Un patrón consistente observado durante toda la investigación fue la preferencia de la entomofauna por determinadas especies de mangle a medida que avanzó el periodo de evaluación. Durante las primeras evaluaciones, caracterizadas por una mayor disponibilidad de recursos florales y condiciones ambientales favorables, los insectos se distribuyeron entre distintas especies de mangle, incluyendo R*. mangle, L. racemosa y A. germinans*. Sin embargo, en las evaluaciones finales, coincidiendo con una reducción en la abundancia general de la comunidad, se observó una mayor concentración de individuos sobre *A. germinans*.

La mayor concentración de individuos de insectos sobre *Avicennia germinans* durante las evaluaciones finales constituye una observación recurrente en los cuatro puntos de muestreo. Este patrón evidencia una asociación de la entomofauna con esta especie de mangle; sin embargo, no permite establecer una preferencia específica ni atribuirla a condiciones microclimáticas favorables, debido a que no se evaluaron dichas condiciones por especie vegetal. Asimismo, esta asociación podría estar relacionada con la disponibilidad de recursos florales, la abundancia de esta especie en el área de estudio u otros factores. En consecuencia, la posible función de *A. germinans* como refugio microclimático constituye una hipótesis que deberá evaluarse mediante investigaciones futuras.

Estos resultados son consistentes con lo señalado por Bernal-Loaiza et al. (2025), quienes destacan que *A. germinans* alberga una elevada diversidad de insectos visitantes debido a la disponibilidad de recursos florales y a las características estructurales de la especie. Asimismo, Lee et al. (2014) señalan que la heterogeneidad estructural de los manglares incrementa la disponibilidad de refugios y microhábitats, favoreciendo la conservación de la biodiversidad asociada. En conjunto, la información obtenida en este estudio respalda la importancia ecológica de *A. germinans* para el mantenimiento de la entomofauna del Santuario

Nacional Los Manglares de Tumbes, especialmente durante los periodos de menor disponibilidad de recursos.

La presencia recurrente de insectos asociados a *Avicennia germinans* (mangle negro) en los cuatro puntos de muestreo evidencia que esta especie estuvo asociada con diversos grupos de insectos durante el periodo de estudio. Sin embargo, esta frecuencia podría estar relacionada con su disponibilidad y representación en las áreas evaluadas, así como con su estado fenológico. Por ello, no es posible afirmar que actúe como refugio microclimático para la entomofauna, aunque se plantea como una posible función que deberá evaluarse mediante estudios futuros que consideren mediciones microclimáticas específicas y comparaciones entre las especies de mangle.

4.3.3. Panel Fotográfico de insectos asociados a flores y frutos de mangle

4.3.3.1. Insectos en flores de mangle salado en su habitat natural

La Figura 21 muestra las distintas especies de insectos registradas *in situ* durante el trabajo de campo.

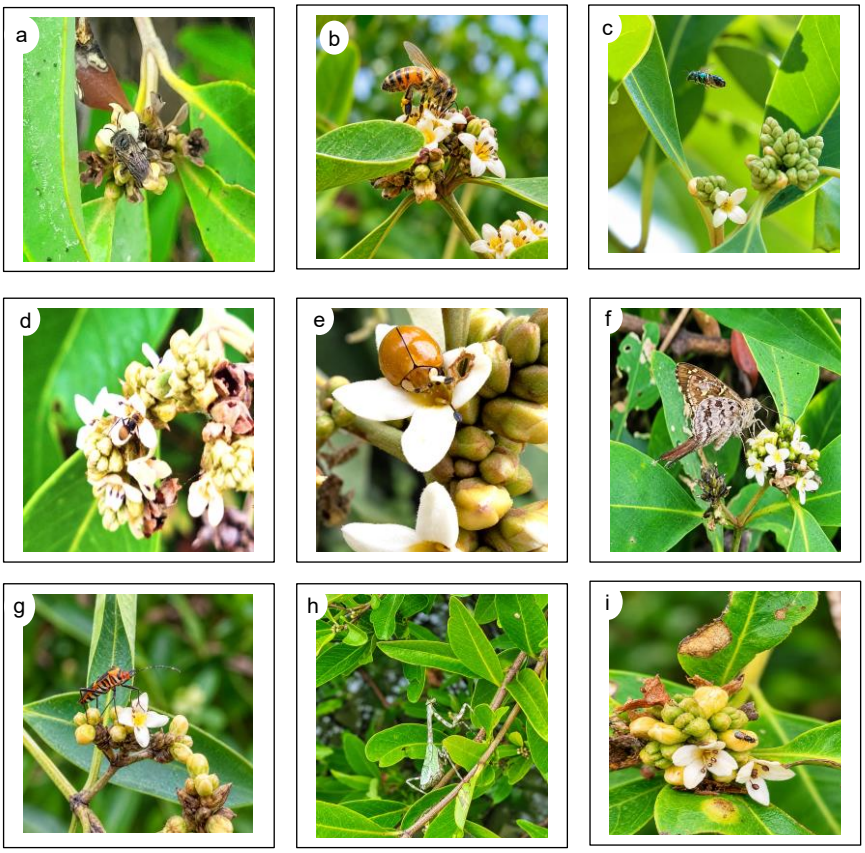


Figura 21. Insectos visitantes asociados a las inflorescencias de mangle salado (*Avicennia germinans*. Se muestran representantes de los principales grupos taxonómicos registrados durante el estudio: (a) *Colletes* sp. (Colletidae), (b) *Apis mellifera* (Linnaeus 1758) (Apidae), (c) Halictidae, (d) Formicidae, (e) *Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850), (Coccinellidae), (f) Hesperiidae, (g) Reduviidae, (h) Mantidae (i) Diptera, evidenciando la diversidad de insectos que utilizan las flores del mangle como fuente de recursos o sitio de interacción ecológica.

4.3.3.2. Insectos recolectados en flores de mangle salado

En la Figura 22 se muestra un registro fotográfico de las principales especies del orden Hymenoptera, insectos recolectados en las flores de *A. germinans*.

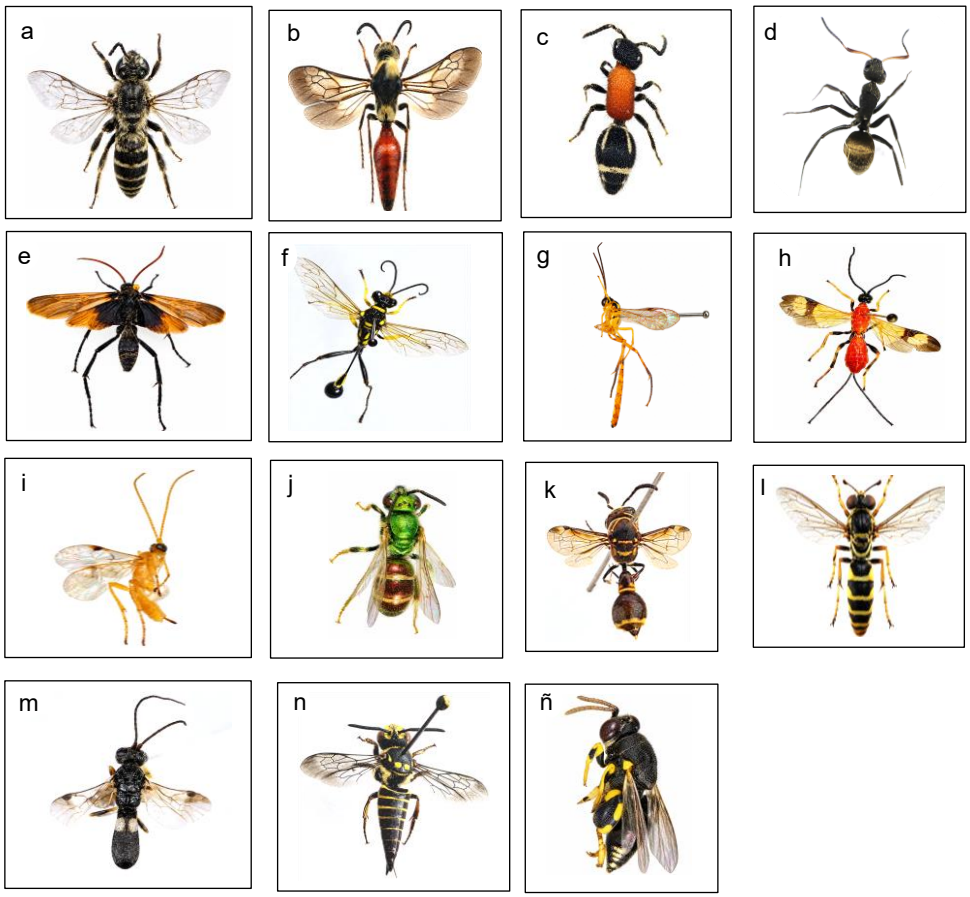


Figura 22. Insectos del orden Hymenoptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Colletidae (*Colletes* sp.), (b) y (c) Mutillidae, (d) Formicidae, (e) Pompilidae, (f) Sphecidae, (g) Braconidae, (h) y (i) Ichneumonidae (j) Halictidae (k)Vespidae, (l) Crabronidae, (m) Braconidae (*Chelonus* sp.) (n) Megachilidae y (ñ) Chalcididae, insectos asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio.

En la Figura 23 se muestra un registro fotográfico de las principales especies del orden Coleoptera, insectos recolectados en las flores de *A. germinans.*

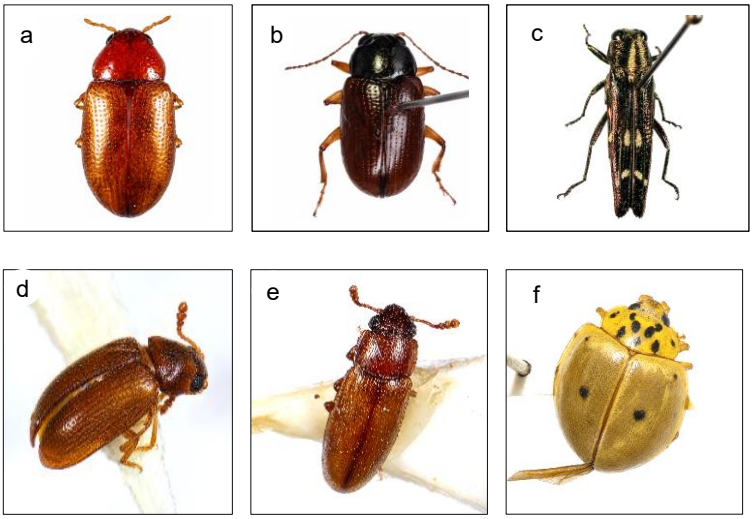
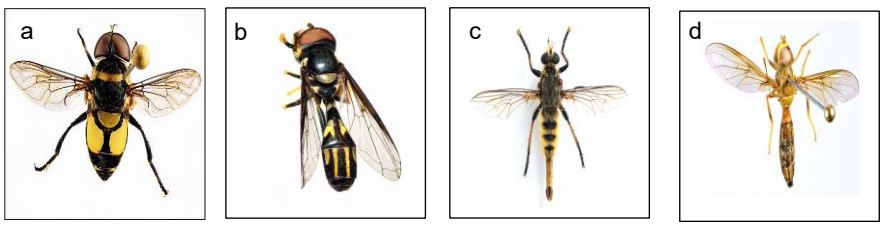


Figura 23. Insectos del orden Coleoptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) y (b) Chrysomelidae, (c) Buprestidae, (d) y (e) Tenebrionidae (f) Coccinellidae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio.

En la Figura 24 se muestra un registro fotográfico de las principales especies del orden Diptera, insectos recolectados en las flores de *A. germinans*.



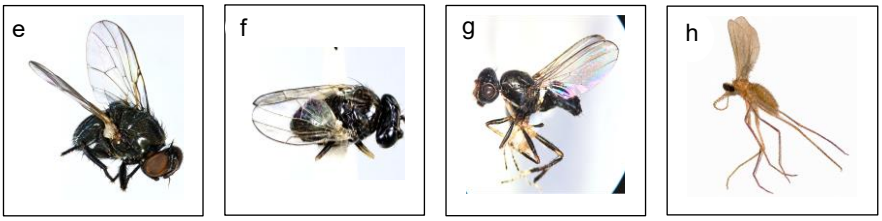


Figura 24. Insectos del orden Diptera recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Syrphidae (*Palpada sp.*), (b y c) Syrphidae (d) Asilidae, (e y f) Lonchaeidae (g) Sepsidae (h) Ceratopogonidae asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio.

En la Figura 25 se muestra un registro fotográfico de las principales especies de los órdenes Lepidoptera e Hemiptera, insectos recolectados en las flores de *A. germinans* .

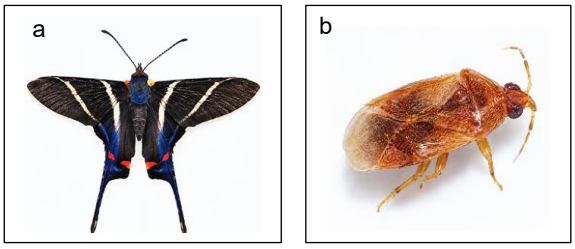


Figura 25. Insectos recolectados en flores de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Riodinidae (b) Miridae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio.

4.3.3.3. Insectos asociados a frutos de mangle salado

En la Figura 26 se muestra un registro fotográfico de las principales especies de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera Hemiptera y Hymenoptera respectivamente, insectos recolectados en los frutos de *A. germinans.*

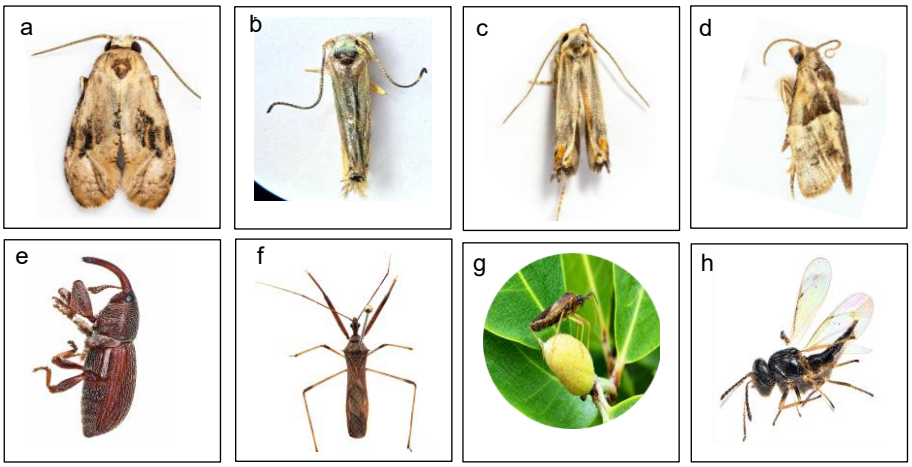
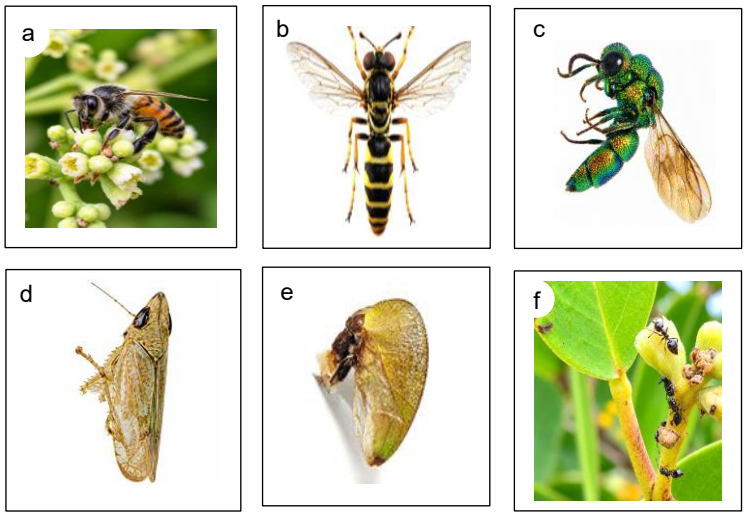


Figura 26. Insectos recolectados en frutos de mangle salado (*Avicennia germinans*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Noctuidae (b y c) Tineidae (d) Tortricidae (e) Curculionidae (f) Reduviidae (g) Alydidae (h) Encyrtidae, asociados a frutos del manglar durante el periodo de estudio.

4.3.3.4. Insectos en flores de mangle blanco

En la Figura 27 se muestra un registro fotográfico de las principales especies de los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Diptera y Neuroptera respectivamente, insectos recolectados en las flores de *L. racemosa.*



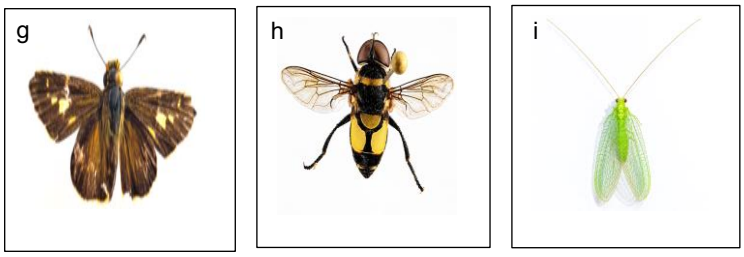


Figura 27. Insectos recolectados en flores de mangle blanco (*Laguncularia racemosa)* Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Apidae (*Apis mellifera*) (b) Crabronidae (c) Chrysididae (d) Formicidae (e) Cicadellidae (f) Membracidae (g) Hesperiidae (h) Syrphidae (i) Chrysopidae, asociados a las inflorescencias del manglar durante el periodo de estudio.

4.3.3.5. Insectos encontrados en flores de mangle rojo

En la Figura 28 se muestra un registro fotográfico de las principales especies de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera y Diptera respectivamente, insectos recolectados en las flores de *R. mangle*.

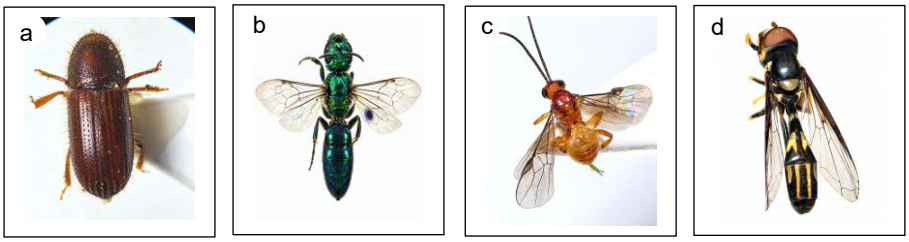


Figura 28. Insectos recolectados en flores de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Se presentan ejemplares representativos de las familias (a) Curculionidae (*Coccotrypes rhizophorae*) (b) Halictidae (c) Braconidae (d) Asilidae, recolectados en flores durante el periodo de estudio.

4.3.3.6. Insectos encontrados en frutos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle colorado (*Rhizophora × harrisonii*)

Se presentan ejemplares de las familias (a) Curculionidae, representada por *Coccotrypes rhizophorae* (Hopkins, 1915), recolectado en frutos de *R. mangle* y *R. × harrisonii*, y (b) Eurytomidae, recolectado en frutos de *R. × harrisonii*.

Coccotrypes rhizophorae (Hopkins, 1915) (Curculionidae: Scolytinae) es un barrenador de propágulos del género Rhizophora. En el presente estudio se registró su presencia en frutos de *R. mangle* y *R. × harrisonii* (Figs. 29 y 30), lo que concuerda con lo reportado en la costa ecuatoriana: Molina-Moreira et al. (2024) registraron una tasa de infestación del 45 % en 13 200 propágulos evaluados, y Gamboa-Camacho (2025) documentó daños de esta especie en propágulos de *Rhizophora* en Esmeraldas. Sin embargo, en este estudio no se cuantificó el porcentaje de frutos dañados, por lo que se recomienda evaluar su incidencia en futuras investigaciones, dada su posible influencia en la regeneración natural del manglar. Adicionalmente, se registraron ácaros de la familia Ameroseiidae (Acari: Mesostigmata) en flores de R. mangle (Fig. 34f), lo que concuerda con Hoyos Ruíz (2021), quien observó una alta densidad de ácaros, algunos portadores de granos de polen, en las flores de esta especie.

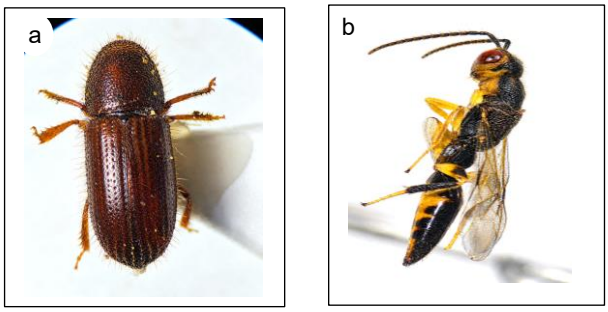


Figura 29. Insectos recolectados en frutos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle colorado (*Rhizophora × harrisonii*): (a) *Coccotrypes rhizophorae* (Curculionidae), presente en frutos de ambas especies; (b) ejemplar de Eurytomidae, recolectado en frutos de *Rhizophora × harrisonii.*

4.3.3.7. Daños en los frutos de especies de mangle

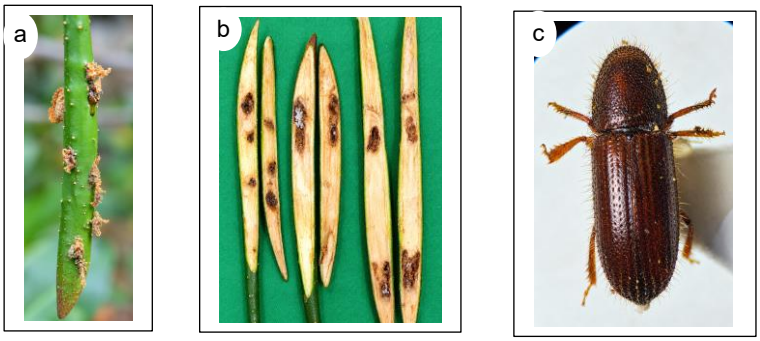


Figura 30. Evidencias del ataque de *Coccotrypes rhizophorae* en frutos de mangle rojo (*Rhizophora mangle*): (a) fruto con daño ocasionado por la infestación del insecto; (b) corte longitudinal del fruto que evidencia la presencia de galerías y del insecto en su interior; y (c) ejemplar de *Coccotrypes rhizophorae* recuperado del interior del fruto.

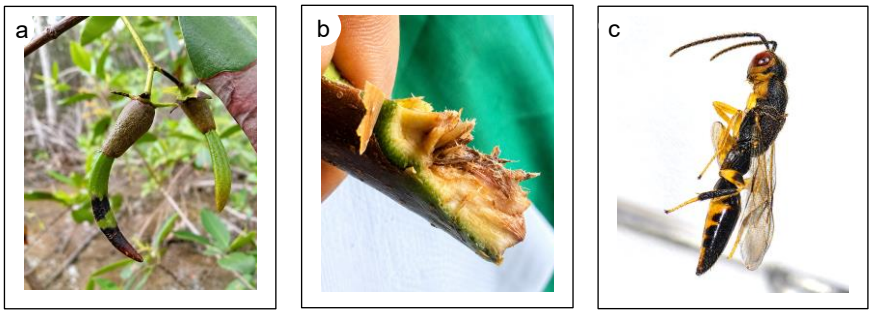


Figura 31. Frutos de mangle colorado (*Rhizophora* × *harrisonii*) y evidencia de infestación por insectos: (a) fruto de R. × harrisonii; (b) daño externo observado en el fruto, atribuible a la actividad de insectos; y (c) ejemplar de una avispa de la familia Eurytomidae recuperado del interior del fruto.

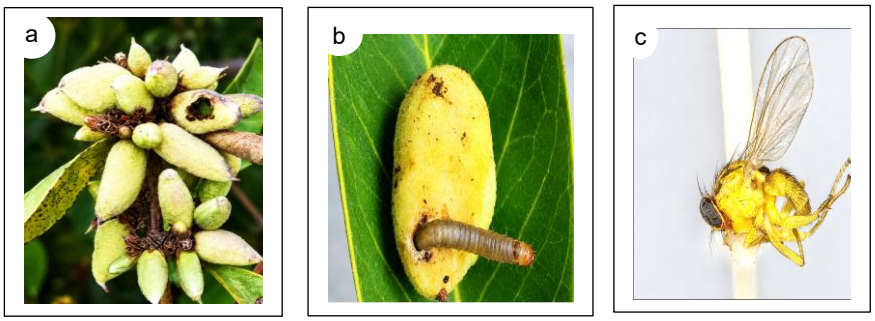


Figura 32. Frutos de mangle salado (*Avicennia germinans*) y evidencia de infestación por insectos: (a) fruto de A. germinans; (b) daño interno ocasionado por larvas de lepidópteros (familia Tortricidae); y (c) ejemplar de una mosca de la familia Lauxaniidae recuperada del interior del fruto.

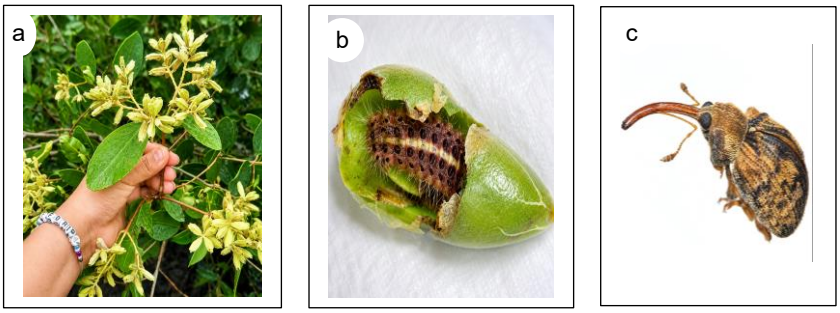


Figura 33. Frutos de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y evidencia de daño por insectos. (a) fruto de L. racemosa; (b) daño interno ocasionado por larvas de Lepidópteros; y (c) ejemplar de un escarabajo de la familia Curculionidae recuperado del interior del fruto.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

La evaluación de la entomofauna asociada a las estructuras reproductivas de las especies de mangle permitió registrar un total de 3 035 individuos, distribuidos en 9 órdenes y 87 familias, evidenciando una importante diversidad de insectos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y sus zonas de amortiguamiento.

Las flores presentaron una mayor diversidad y riqueza de familias de insectos en comparación con los frutos. Los mayores valores de diversidad se registraron en Isla Matapalo (H′ = 3,36; 1/D = 19,99), seguida de El Salto (H′ = 3,20; 1/D = 15,73). En estas estructuras predominó el orden Hymenoptera, principalmente las familias Apidae, Vespidae y Formicidae.

Los frutos presentaron una menor diversidad entomológica y una mayor dominancia de determinadas familias, principalmente Curculionidae y Lauxaniidae. Esta tendencia se evidenció en Puerto 25, donde se obtuvo el menor índice de Shannon-Wiener (H′ = 1,20) y un índice de Simpson recíproco de 2,60, reflejando una comunidad con menor equidad en la distribución de sus abundancias.

La comparación entre las zonas de estudio evidenció mayores valores de diversidad y equidad en las flores de la Zona Núcleo, particularmente en Isla Matapalo y El Salto, en comparación con los sectores de la Zona de Amortiguamiento. Estos resultados muestran diferencias en la composición y estructura de las comunidades entomológicas entre los puntos evaluados.

Avicennia germinans presentó una asociación recurrente con diversas familias de insectos, especialmente durante las evaluaciones finales, cuando se observó una mayor concentración de individuos sobre esta especie. Este patrón resalta su

importancia como recurso y posible microhábitat para la entomofauna, aunque su función como refugio térmico y biológico requiere estudios específicos que permitan comprobarla.

La composición y abundancia de los insectos variaron entre las fechas de evaluación, coincidiendo con cambios en la temperatura, la humedad relativa y la disponibilidad de estructuras reproductivas. Asimismo, la menor presencia de insectos en algunas evaluaciones estuvo relacionada con la limitada disponibilidad de flores o frutos y las condiciones ambientales registradas.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Implementar un programa de monitoreo entomológico a largo plazo en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes y sus zonas de amortiguamiento, que permita evaluar los cambios temporales en la composición, abundancia y diversidad de los insectos asociados a las especies de mangle.

Promover la participación directa de la Universidad Nacional de Tumbes (UNTUMBES), en coordinación con el SERNANP, mediante investigaciones, proyectos y actividades de monitoreo que contribuyan al conocimiento y conservación de la biodiversidad del manglar.

Considerar a *Avicennia germinans* como una especie de interés para la conservación, debido a su asociación con una importante diversidad de insectos. Asimismo, realizar estudios experimentales para evaluar su posible función como refugio térmico y biológico.

Ampliar las investigaciones sobre los insectos asociados a flores y frutos, considerando diferentes periodos fenológicos y condiciones ambientales.

Evaluar la influencia de la temperatura y la humedad relativa sobre la actividad y abundancia de los insectos, mediante registros microclimáticos y análisis estadísticos.

Desarrollar actividades de educación ambiental dirigidas a las comunidades locales y otros actores vinculados al manglar, resaltando la importancia de conservar su biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia Andina. (2023). Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes: uno de los ecosistemas más importantes del Perú. Agencia Peruana de Noticias. https://andina.pe/agencia/noticia-santuario-nacional-manglares-tumbes-conoce-aporte-ecologico-esta-area-protegida-931020.aspx

Arnaud, M., Krause, S., Norby, R. J., Dang, T. H., Acil, N., Kettridge, N., Gauci, V., & Ullah, S. (2023). Global mangrove root production, its controls and roles in the blue carbon budget of mangroves. Global Change Biology, 29(12), 3256–3270. https://doi.org/10.1111/gcb.16701

Barreno, M., Arias de López, M., Molina-Moreira, N., & Pazmiño-Palomino, A. (2024). A first overview of ant diversity in mangroves along the Ecuadorian coast. Revista Brasileira de Entomologia, 69(1), e20240062. https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2024-0062

Bernal-Loaiza, E. M., Meling-López, A. E., Hinojo-Hinojo, C., Ortega-Romero, P., Castellanos-Villegas, A. E., Bustamante-Monge, A., & de la Cueva, H. (2025). Floral visitors of black mangrove (*Avicennia germinans*) in the Gulf of California. Southwestern Entomologist, 50(3), 1–17. https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-50/issue-3/059.050.0303/Floral-Visitors-of-Black-Mangrove-Avicennia-germinans1-in-the-Gulf/10.3958/059.050.0303.short

Bhagarathi, L. K., Maharaj, G., & Da Silva, P. N. B. (2025). A review of factors affecting insect pollinators and pollination in mangrove ecosystems. World Journal of Advanced Pharmaceutical and Life Sciences, 8(2), 61–91. https://doi.org/10.53346/wjapls.2025.8.2.0031

Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R. M., Thomas, N., Tadono, T., Worthington, T. A., Spalding, M., Murray, N. J., & Rebelo, L.-M. (2022). Global mangrove extent change 1996–2020: Global Mangrove Watch version 3.0. Remote Sensing, 14(15), 3657. https://doi.org/10.3390/rs14153657

Cannicci, S., Lee, S. Y., Bravo, H., Cantera-Kintz, J. R., Dahdouh-Guebas, F., Fratini, S., Fusi, M., Jimenez, P. J., Nordhaus, I., Porri, F., & Diele, K. (2021). A functional analysis reveals extremely low redundancy in global

mangrove invertebrate fauna. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(32). https://doi.org/10.1073/pnas.2016913118

Castillo, P. (2001). Evaluación de las principales plagas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú. Revista Peruana de Entomología, 42, 185–189.

Castillo Carrillo, P. S. (2022). Apuntes de resúmenes de Sistemática de Insectos II: Órdenes Homoptera-Hymenoptera. Universidad Nacional de Tumbes.

Charcape-Ravelo, M., & Moutarde, F. (2005). Diversidad florística y conservación del Santuario Regional de Piura Manglares San Pedro de Vice-Sechura. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172799332005000200016&script=sci_abstract

Chatterjee, T., Chakrabarty, S., Mitra, B., & Chaudhuri, P. (2024). Unveiling the association of mangrove flowering phenology on the dynamics of insect abundance. Acta Oecologica, 126, 104052. https://doi.org/10.1016/j.actao.2024.104052

Clarke, P. J., & Myerscough, P. J. (1991). Floral biology and reproductive ecology of Avicennia marina in southeastern Australia. Australian Journal of Botany, 39(3), 283–293. https://doi.org/10.1071/BT9910283

Diniz, U. M., de Lima Nadia, T., Mello, M. A. R., & Machado, I. C. (2022a). Few plants and one dominant fly shape a unique pollination network in a Neotropical mangrove. Aquatic Botany, 180(103526), 103526. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103526

Dioses Puelles, J. E. (2020). Determinación y evaluación de la cobertura vegetal a través de parcelas de monitoreo permanente en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes - Perú. https://repositorio.untumbes.edu.pe/server/api/core/items/76898f8c-d87b-4064-94c7-25bec968a404

Erazo, M. E., & Padilla, F. (2021). Estado actual del ecosistema de manglar en Honduras. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal (ICF) & GOAL Global. https://www.goalglobal.org/wp-content/uploads/2022/03/Estado-Actual-del-Ecosistema-de-Manglar-en-Honduras-1.pdf

Flores Romero, A., Ruiz Mejía, J., & Salas Sayes, R. (2014). Insectos xilófagos y su incidencia en la muerte de mangle en Barra Salada, del área natural protegida Los Cóbanos, Sonsonate y Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/152

Flores-Verdugo, F. J., Agraz-Hernández, C. M., & Benítez-Pardo, D. (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. En O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, & L. Zambrano (Eds.), Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México (pp. 147–166). Instituto Nacional de Ecología.

Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., Lucas, R., Primavera, J., Rajkaran, A., & Shi, S. (2019). The state of the world's mangrove forests: Past, present, and future. Annual Review of Environment and Resources, 44, 89–115. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302

Gamboa-Camacho, N. (2025). Evaluación del daño causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera-Scolytidae) en propágulos del género Rhizophora en cinco lugares de la provincia de Esmeraldas. Investigatio, (23). https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/download/1308/917/7158

García, A., Rojas, M., & Neira, F. (2024). Inventario de la entomofauna en ecosistemas de humedales del norte peruano. Editorial Universitaria.

García-Hansen, J., Herrera, E., & Méndez, V. (2018). Polinización y artrópodos asociados a *Rhizophora mangle* en el Caribe colombiano. Revista de Biología Tropical, 66(2).

González, M., Pérez, L., & Torres, J. (2022). Dispersión de semillas en manglares: El papel clave de los insectos. Ecología y Conservación, 39(1), 87–102.

Hoyos Ruíz, T. (2021). Vectores de dispersión de polen y diversidad de artrópodos asociados a las flores del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) L. Universidad del Magdalena. https://hdl.handle.net/20.500.14923/6639

Koneri, R., Siahaan, P., Saroyo, & Nangoy, M. J. (2025). Arboreal insects and mangrove vegetation pollinators in Bunaken National Park, North

Sulawesi, Indonesia. Biodiversitas, 26(4). https://doi.org/10.13057/biodiv/d260407

Kulkarni, N. A., & Bhosale, L. J. (2021). Mangroves of Maharashtra State (India): Diversity and sustainability. Pla. Sci., 4(3), 178–207. https://www.researchgate.net/publication/352360467_Mangroves_of_Maharashtra_State_India_Diversity_and_Sustainability

Lamas, G., Robbins, R. K., Harvey, D. J., & Grados, J. (2021). Diversity and knowledge gaps of butterflies (Lepidoptera) in Peru. Journal of Insect Conservation, 25, 681–695. https://doi.org/10.1007/s10841-021-00344-1

Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., Mendelssohn, I., Mukherjee, N., & Record, S. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. Global Ecology and Biogeography, 23(7), 726–743. https://doi.org/10.1111/geb.12155

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.

Miller, S., Davis, R., & Kumar, P. (2022). The invisible workers: Insect-plant interactions in mangrove forests. Annual Review of Entomology, 67, 451–470.

Nathan, M., & Gruner, D. S. (2023). Sustained mangrove reproduction despite a major shift in pollinator community composition at the range expansion limit. Annals of Botany, 132(1), 107–120. https://doi.org/10.1093/aob/mcad085

Núñez-Farfán, J., García, S. M., & Martínez, S. E. (2022). Diversidad de insectos en frutos de Lauraceae en México: implicaciones ecológicas. Acta Botánica Mexicana, 128(1), 23–35. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S187034532022000100322&script=sci_abstract

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2007). Los manglares de América Latina y el Caribe: Distribución, ecología, conservación y uso sostenible. FAO.

Ortiz, A., Robles, K., Urrego, L., & Romero, M. (2018). Diversidad e interacciones biológicas en el ecosistema de manglar. Rev. Cienc., 22(2), 111–127.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012119352018000200111

Pérez, M., & Ramírez, C. (2019). Interacciones insecto-manglar en ecosistemas costeros: Lecciones desde Ecuador y Colombia. Ecología y Conservación de Humedales, 12(2), 234–248.

Ribeiro, F. V., Oliveira, P. S., & Silva, J. O. (2021). Insect visitation and pollination systems in neotropical mangrove forests. Journal of Tropical Ecology, 37(2), 65–74. https://doi.org/10.1017/S0266467421000065

Sánchez-Núñez, D. A., & Mancera-Pineda, J. E. (2012). Pollination and fruit set in the main neotropical mangrove species from the Southwestern Caribbean. Aquatic Botany, 103, 60–65. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2012.06.004

Santos Murgas, A., Rivera L., J., Abrego L., J., Vargas 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, 19(4), 341–348. https://doi.org/10.57188/manglar.2022.043

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). (2020). Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1928742-santuario-nacional-los-manglares-de-tumbes

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). (2023). Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2023-2027 (Resolución de Presidencia N.° 064-2023-SERNANP). Ministerio del Ambiente. https://www.gob.pe/institucion/sernanp/normas-legales/3907709-064-2023-sernanp

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27, 379–423.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. Nature, 163, 688. https://doi.org/10.1038/163688a0

Távara, J. (2012a). El papel ecológico de los manglares en la protección costera y su adaptación a ambientes salinos. Revista de Ciencias Ambientales, 45(3), 112–125.

Távara, J. (2012b). Los manglares como defensores ambientales: Captura de CO_2, retención de sedimentos y filtración de contaminantes. Revista de Ecología y Cambio Climático, 18(4), 78–92.

Tomlinson, P. B. (2016). The botany of mangroves (2nd ed.). Cambridge University Press.

Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). Borror and DeLong's introduction to the study of insects (7.ª ed.). Thomson Brooks/Cole.

Vázquez Moreno, L. L., Rodríguez Pérez, M., & Zorrilla, M. A. (2003). Lista de escolítidos (Coleoptera) de Cuba y sus plantas hospedantes. Fitosanidad, 7(1), 17–21. https://fitosanidad.edicionescervantes.com/index.php/fitosanidad/article/view/354

Yeo, D., Srivathsan, A., Puniamoorthy, J., Maosheng, F., Grootaert, P., Chan, L., Guénard, B., Damken, C., Wahab, R. A., Yuchen, A., & Meier, R. (2021). Mangroves are an overlooked hotspot of insect diversity despite low plant diversity. BMC Biology, 19(1), 202. https://doi.org/10.1186/s12915-021-01088-z

Zapata-Cruz, M., García-Seminario, R., Hidalgo-Mogollón, A., Vieyra-Peña, E., Sánchez-Suárez, H., & Ordinola-Zapata, A. (2024). Características estructurales del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el manglar de Puerto Pizarro (Tumbes, Perú). FIGEMPA: Investigación y Desarrollo, 17(1), 1–15. https://doi.org/10.29166/revfig.v17i1.5673

Zumbado, M. A. (2006). Dípteros de Costa Rica y la América tropical = Diptera of Costa Rica and the New World tropics. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

ANEXOS

Tabla 28 Índices de biodiversidad registrados en Puerto 25 – Flores

Familias	N° de ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Miridae	6	0.010638298	-0.04833292	0.000113173
Reduviidae	11	0.019503546	-0.07678856	0.000380388
Coreidae	6	0.010638298	-0.04833292	0.000113173
Alydidae	12	0.021276596	-0.08191803	0.000452694
Cicadellidae	12	0.021276596	-0.08191803	0.000452694
Membracidae	10	0.017730496	-0.07149768	0.000314371
Chrysopidae	2	0.003546099	-0.02000676	1.25748E-05
Ptinidae	4	0.007092199	-0.03509759	5.02993E-05
Tenebrionidae	15	0.026595745	-0.09646287	0.000707334
Nitidulidae	15	0.026595745	-0.09646287	0.000707334
Coccinellidae	10	0.017730496	-0.07149768	0.000314371
Latridiidae	4	0.007092199	-0.03509759	5.02993E-05
Curculionidae	2	0.003546099	-0.02000676	1.25748E-05
Ichneumonidae	3	0.005319149	-0.02785341	2.82933E-05
Braconidae	23	0.040780142	-0.13047851	0.00166302
Eurytomidae	2	0.003546099	-0.02000676	1.25748E-05
Chalcididae	10	0.017730496	-0.07149768	0.000314371
Mutillidae	9	0.015957447	-0.0660292	0.00025464
Formicidae	35	0.062056738	-0.1724995	0.003851039
Vespidae	91	0.161347518	-0.29432929	0.026033021
Pompilidae	8	0.014184397	-0.0603633	0.000201197
Sphecidae	3	0.005319149	-0.02785341	2.82933E-05
Colletidae	29	0.05141844	-0.15259751	0.002643856
Halictidae	19	0.033687943	-0.11422285	0.001134878
Apidae	89	0.157801418	-0.29136736	0.024901288
Crambidae	4	0.007092199	-0.03509759	5.02993E-05
Geometridae	3	0.005319149	-0.02785341	2.82933E-05
Hesperiidae	12	0.021276596	-0.08191803	0.000452694
Pieridae	3	0.005319149	-0.02785341	2.82933E-05
Nymphalidae	1	0.00177305	-0.01123237	3.14371E-06
Riodinidae	1	0.00177305	-0.01123237	3.14371E-06
Ceratopogonidae	31	0.054964539	-0.15945581	0.003021101
Cecidomyiidae	29	0.05141844	-0.15259751	0.002643856
Dolichopodidae	12	0.021276596	-0.08191803	0.000452694
Syrphidae	15	0.026595745	-0.09646287	0.000707334
Lonchaeidae	3	0.005319149	-0.02785341	2.82933E-05
Agromyzidae	10	0.017730496	-0.07149768	0.000314371
Ephydridae	5	0.008865248	-0.04189376	7.85926E-05
Curtonotidae	5	0.008865248	-0.04189376	7.85926E-05
TOTAL	564	1	-3.08127911	0.072638449
			-1	
H (Shannon)			3.08	
D (Simpson)				13.77

Tabla 29 Índices de biodiversidad registrados en Puerto 25 – Frutos

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Carabidae	1	0.002457002	-0.01476367	6.03686E-06
Dermestidae	4	0.00982801	-0.04543016	9.65898E-05
Curculionidae	210	0.515970516	-0.34142061	0.266225573
Coccinellidae	2	0.004914005	-0.02612121	2.41474E-05
Braconidae	1	0.002457002	-0.01476367	6.03686E-06
Eurytomidae	44	0.108108108	-0.24049984	0.011687363
Chalcididae	1	0.002457002	-0.01476367	6.03686E-06
Pemphredonidae	3	0.007371007	-0.03619313	5.43317E-05
Tortricidae	2	0.004914005	-0.02612121	2.41474E-05
Noctuidae	1	0.002457002	-0.01476367	6.03686E-06
Lauxaniidae	133	0.326781327	-0.36549317	0.106786036
Ephydridae	1	0.002457002	-0.01476367	6.03686E-06
Curtonotidae	4	0.00982801	-0.04543016	9.65898E-05
TOTAL	407	1	-1.20052783	0.385024962
			-1	
H (Shannon)			1,20	
1/D (Simpson)				2,60

Tabla 30 Índices de biodiversidad registrados en El Algarrobo – Flores.

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Reduviidae	19	0.03512015	-0.117616683	0.001233425
Berytidae	3	0.00554529	-0.028806693	3.07502E-05
Alydidae	7	0.012939	-0.056252429	0.000167418
Cicadellidae	9	0.01663586	-0.06814372	0.000276752
Membracidae	10	0.01848429	-0.07376773	0.000341669
Psyllidae	1	0.00184843	-0.011632938	3.41669E-06
Chrysopidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Nitidulidae	7	0.012939	-0.056252429	0.000167418
Coccinellidae	13	0.02402957	-0.089593547	0.00057742
Ichneumonidae	6	0.01109057	-0.049925987	0.000123001
Braconidae	10	0.01848429	-0.07376773	0.000341669
Chalcididae	8	0.01478743	-0.062313904	0.000218668
Mutillidae	5	0.00924214	-0.043290031	8.54172E-05
Formicidae	54	0.09981516	-0.230017565	0.009963066
Vespidae	72	0.13308688	-0.268403378	0.017712117
Crabronidae	18	0.03327172	-0.113225241	0.001107007
Pompilidae	11	0.02033272	-0.079206588	0.000413419
Colletidae	18	0.03327172	-0.113225241	0.001107007
Halictidae	8	0.01478743	-0.062313904	0.000218668
Megachilidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Apidae	129	0.23844732	-0.341839717	0.056857124
Psychidae	1	0.00184843	-0.011632938	3.41669E-06
Tortricidae	4	0.00739372	-0.036281885	5.4667E-05
Pyralidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Crambidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Pieridae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Riodinidae	6	0.01109057	-0.049925987	0.000123001
Lycaenidae	11	0.02033272	-0.079206588	0.000413419
Asilidae	12	0.02218115	-0.084477175	0.000492003
Bombyliidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Syrphidae	27	0.04990758	-0.14960208	0.002490766
Tephritidae	3	0.00554529	-0.028806693	3.07502E-05
Ulidiidae	3	0.00554529	-0.028806693	3.07502E-05
Lauxaniidae	17	0.03142329	-0.108731055	0.000987423
Ephydridae	19	0.03512015	-0.117616683	0.001233425
Muscidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Calliphoridae	3	0.00554529	-0.028806693	3.07502E-05
Sarcophagidae	2	0.00369686	-0.020703409	1.36668E-05
Tachinidae	11	0.02033272	-0.079206588	0.000413419
TOTAL	541	1	-2.908323781	0.097358558
			-1	
H (Shannon)			2,91	
1/D (Simpson)				10,27

Tabla 31 Índices de biodiversidad registrados en El Algarrobo – Frutos

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Coccinellidae	5	0.04385965	-0.13713862	0.001923669
Curculionidae	62	0.54385965	-0.331245368	0.295783318
Eulophidae	1	0.00877193	-0.0415456	7.69468E-05
Chalcididae	15	0.13157895	-0.266861611	0.017313019
Formicidae	5	0.04385965	-0.13713862	0.001923669
Gelechiidae	1	0.00877193	-0.0415456	7.69468E-05
Pyralidae	1	0.00877193	-0.0415456	7.69468E-05
Lauxaniidae	24	0.21052632	-0.328030446	0.04432133
TOTAL	114	1	-1.325051466	0.361495845
			-1	
H (Shannon)			1,33	
1/D (Simpson)				2,77

Tabla 32 Índices de biodiversidad registrados en El Salto – Flores.

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Libellulidae	1	0.0019455	-0.012144403	3.785E-06
Mantidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Reduviidae	14	0.0272374	-0.098140706	0.0007419
Berytidae	4	0.0077821	-0.03778933	6.056E-05
Alydidae	12	0.0233463	-0.087719454	0.000545
Cixiidae	25	0.0486381	-0.147049973	0.0023657
Cicadellidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Derodontidae	6	0.0116732	-0.051950939	0.0001363
Tenebrionidae	6	0.0116732	-0.051950939	0.0001363
Cryptophagidae	6	0.0116732	-0.051950939	0.0001363
Coccinellidae	22	0.0428016	-0.134875443	0.001832
Chrysomelidae	8	0.0155642	-0.064790377	0.0002422
Ichneumonidae	7	0.0136187	-0.058510101	0.0001855
Braconidae	23	0.0447471	-0.139017059	0.0020023
Aphelinidae	1	0.0019455	-0.012144403	3.785E-06
Chalcididae	5	0.0097276	-0.045066005	9.463E-05
Chrysididae	4	0.0077821	-0.03778933	6.056E-05
Bethylidae	6	0.0116732	-0.051950939	0.0001363
Mutillidae	10	0.0194553	-0.076646657	0.0003785
Formicidae	49	0.0953307	-0.224065653	0.0090879
Vespidae	46	0.0894942	-0.21600149	0.0080092
Crabronidae	12	0.0233463	-0.087719454	0.000545
Pompilidae	8	0.0155642	-0.064790377	0.0002422
Sphecidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Colletidae	56	0.1089494	-0.241526864	0.01187
Megachilidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Apidae	75	0.1459144	-0.280846569	0.021291
Tineidae	1	0.0019455	-0.012144403	3.785E-06
Tortricidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Geometridae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Noctuidae	1	0.0019455	-0.012144403	3.785E-06
Hesperiidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Pieridae	5	0.0097276	-0.045066005	9.463E-05
Riodinidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Lycaenidae	9	0.0175097	-0.070826825	0.0003066
Stratiomyidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Asilidae	6	0.0116732	-0.051950939	0.0001363
Dolichopodidae	5	0.0097276	-0.045066005	9.463E-05
Syrphidae	21	0.040856	-0.130645365	0.0016692
Lonchaeidae	4	0.0077821	-0.03778933	6.056E-05
Sepsidae	7	0.0136187	-0.058510101	0.0001855
Ephydridae	5	0.0097276	-0.045066005	9.463E-05
Drosophilidae	3	0.0058366	-0.030021076	3.407E-05
Diastatidae	1	0.0019455	-0.012144403	3.785E-06
Chloropidae	10	0.0194553	-0.076646657	0.0003785
Canacidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Muscidae	2	0.0038911	-0.021591736	1.514E-05
Tachinidae	8	0.0155642	-0.064790377	0.0002422
TOTAL	514	1	-3.204758395	0.0635816
			-1	
H (Shannon)			3,20	
1/D (Simpson)				15,73

Tabla 33 Índices de biodiversidad registrados en El Salto – Frutos.

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Curculionidae	100	0.440528634	-0.36113649	0.194065478
Lauxaniidae	42	0.185022026	-0.312184039	0.03423315
Coccidae	32	0.140969163	-0.276188774	0.019872305
Eurytomidae	34	0.149779736	-0.284370232	0.022433969
Formicidae	12	0.052863436	-0.155420795	0.002794543
Gracillariidae	3	0.013215859	-0.05717627	0.000174659
Tortricidae	4	0.017621145	-0.071165738	0.000310505
TOTAL	227	1	-1.517642337	0.273884609
			-1	
H (Shannon)			1,52	
1/D (Simpson)				3,65

Tabla 34 Índices de biodiversidad registrados en Isla Matapalo – Flores.

Familias	N° de Ejemplares	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Reduviidae	18	0.036	-0.119672508	0.001296
Alydidae	17	0.034	-0.114967422	0.001156
Rhopalidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Scutelleridae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Cixiidae	35	0.07	-0.186148203	0.0049
Cicadellidae	8	0.016	-0.066162665	0.000256
Chrysopidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Buprestidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Dermestidae	6	0.012	-0.053074184	0.000144
Tenebrionidae	7	0.014	-0.059761771	0.000196
Nitidulidae	13	0.026	-0.094891127	0.000676
Coccinellidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Chrysomelidae	7	0.014	-0.059761771	0.000196
Curculionidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Braconidae	10	0.02	-0.07824046	0.0004
Perilampidae	1	0.002	-0.012429216	0.000004
Chalcididae	9	0.018	-0.072312903	0.000324
Chrysididae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Mutillidae	4	0.008	-0.03862651	0.000064
Formicidae	47	0.094	-0.222259287	0.008836
Vespidae	46	0.092	-0.219508937	0.008464
Crabronidae	12	0.024	-0.089512835	0.000576
Pompilidae	12	0.024	-0.089512835	0.000576
Colletidae	34	0.068	-0.182800835	0.004624
Halictidae	20	0.04	-0.128755033	0.0016
Apidae	52	0.104	-0.235389896	0.010816
Gelechiidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Tortricidae	4	0.008	-0.03862651	0.000064
Pyralidae	5	0.01	-0.046051702	0.0001
Hesperiidae	4	0.008	-0.03862651	0.000064
Pieridae	7	0.014	-0.059761771	0.000196
Lycaenidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Stratiomyidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Asilidae	10	0.02	-0.07824046	0.0004
Bombyliidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Dolichopodidae	6	0.012	-0.053074184	0.000144
Syrphidae	21	0.042	-0.133143598	0.001764
Tephritidae	5	0.01	-0.046051702	0.0001
Platystomatidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Agromyzidae	4	0.008	-0.03862651	0.000064
Lauxaniidae	2	0.004	-0.022085844	0.000016
Ephydridae	12	0.024	-0.089512835	0.000576
Drosophilidae	1	0.002	-0.012429216	0.000004
Diastatidae	9	0.018	-0.072312903	0.000324
Chloropidae	13	0.026	-0.094891127	0.000676
Canacidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Muscidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
Tachinidae	3	0.006	-0.030695975	0.000036
TOTAL	500	1	-3.356002104	0.050016
			-1	
H (Shannon)			3,36	
1/D (Simpson)				19,99

Tabla 35 Índices de biodiversidad registrados en Isla Matapalo – Frutos.

Familias	N° de individuos (N)	Pi	Pi*lnPi	Pi^2
Tettigoniidae	1	0.00595238	-0.030499786	3.54308E-05
Reduviidae	1	0.00595238	-0.030499786	3.54308E-05
Dermestidae	4	0.02380952	-0.088992134	0.000566893
Tenebrionidae	5	0.0297619	-0.10459899	0.000885771
Chrysomelidae	3	0.01785714	-0.07188128	0.000318878
Curculionidae	68	0.4047619	-0.366089444	0.1638322
Ichneumonidae	1	0.00595238	-0.030499786	3.54308E-05
Braconidae	5	0.0297619	-0.10459899	0.000885771
Eulophidae	1	0.00595238	-0.030499786	3.54308E-05
Encyrtidae	1	0.00595238	-0.030499786	3.54308E-05
Eurytomidae	16	0.0952381	-0.223940501	0.009070295
Tineidae	3	0.01785714	-0.07188128	0.000318878
Tortricidae	4	0.02380952	-0.088992134	0.000566893
Lauxaniidae	55	0.32738095	-0.365563653	0.107178288
Total	168	1	-1.639037334	0.28380102
			-1	
H (Shannon)			1.64	
1/D (Simpson)				3.52



Figura 34. Puntos de muestreo y actividades desarrolladas durante el estudio: (a) El Algarrobo, junto al Dr. Pedro Saúl Castillo Carrillo y el Ing. Henry Preciado Chune; (b) El Salto, junto al Ing. Henry Preciado Chune y el Ing. Jorge Luis Purizaga Preciado; (c) participación con la Asociación de Parita, Panamá; (d) Isla Matapalo, junto a la Dra. Ruth del Cid y el Bach. Patrick Espinoza Herrera; (e) participación en el intercambio de experiencias Panamá–Perú, en el marco del proyecto "Desarrollo sostenible de las comunidades costeras a través de la apicultura climáticamente inteligente en ecosistemas de manglar", del Programa de Cooperación Triangular para América Latina y el Caribe de la AECID; y (f) ácaro encontrado en flores de mangle rojo, perteneciente a la familia Ameroseiidae.