



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

David Almestar Villegas

<https://orcid.org/0000-0003-1936-6355>

Jhancor Nicol Valera Herrera

<https://orcid.org/0000-0002-3376-4408>

Asesor:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

<https://orcid.org/0000-0003-3755-4093>

Coasesor:

Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas

<https://orcid.org/0000-0001-6726-5095>

Moyobamba, Perú

2024



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu

Para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

David Almestar Villegas

Jhancor Nicol Valera Herrera

Sustentado y aprobado el 8 de noviembre del 2024, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado
Ing. M. Sc Juan José Pinedo
Cana

Secretario de Jurado
Blgo. M.Sc Luis Eduardo
Rodríguez Pérez

Vocal de Jurado
Ing. M. Sc Mariano Chávez
Bazán

Asesor
Ing. M. Sc Santiago Alberto
Casas Luna

Coasesor
Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López
Rojas

Moyobamba, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS
CONDUCTENTES A TÍTULO PROFESIONAL N.º 042-2024-UNSM/EPIA/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 476-2022-UNSM/CFT/FE, Moyobamba 30 de diciembre de 2022, modificado con Resolución N.º 427-2024-UNSM/CF/FE, Moyobamba 29 de agosto de 2024.

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A las 11:00 horas, del día viernes 8 de noviembre del 2024, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu**, para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, presentado por **David Almestar Villegas y Jhancor Nicol Valera Herrera**, con la asesoría del **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** y co-asesor: **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta** (Presidente del jurado), **Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez** (Secretario), **Ing. M.Sc. Mariano Chávez Bazán** (Vocal) y acompañado por el **Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna** (Asesor) y por el co-asesor: **Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas**, el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 230-2023-UNSM/CF/FE, de fecha 01 de junio de 2023**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluado por el jurado con la venia del asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue *Dieciséis..(16)*, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12,55 horas, el mismo día 8 de noviembre del 2024.

Ing. M.Sc. Juan José Pinedo Canta
Presidente de Jurado

Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez
Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Mariano Chavez Bazán
Vocal del Jurado

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Asesor

David Almestar Villegas
Autor

Jhancor Nicol Valera Herrera
Autor

Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas
Co-asesor

Declaratoria de autenticidad

David Almestar Villegas, con DNI N° 77796173 y **Jhancor Nicol Valera Herrera**, con DNI N° 70109234, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 8 de noviembre de 2024.



David Almestar Villegas
DNI N° 77796173



Jhancor Nicol Valera Herrera
DNI N° 70109234

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y tecnología ambiental. Línea de investigación: Desarrollo Sostenible para la Amazonia. Sub línea de investigación: Gestión Integral de Biodiversidad Amazónica Gestión y Promoción de Bionegocios. Grupo de investigación: Gestión Integral de la Amazonía, Resolución N° 382-2022-UNSM/CFT/FE, 02 de noviembre de 2022. Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autores: David Almestar Villegas Jhancor Nicol Valera Herrera</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-1936-6355 https://orcid.org/0000-0002-3376-4408</p>
<p>Asesor: Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0003-3755-4093</p>
<p>Coasesor: Blgo. M.Sc. Jhon Jairo López Rojas</p>	<p>Contraparte científica: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental Unidad o Laboratorio Ingeniería Ambiental https://orcid.org/0000-0001-6726-5095</p>

Dedicatoria

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial y guiar mi camino día a día. De igual manera dedico todo mi esfuerzo y empeño a mis amores eternos Dermith, Nixon, Jeny y Fabricio, quienes son mi inspiración para seguir adelante.

Jhancor

A la Divina Providencia, por darme en cada día la luz suficiente para enfrentar el camino de la vida. A mis padres, Camucho y Lety, que pusieron su más grande empeño en mi desarrollo y en mi educación. A mis hermanos, quienes con su apoyo ilimitado me recuerdan a diario el valor trascendental de un vínculo familiar.

David

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a mi familia, a mi compañero de tesis y al Blgo. Jhon Jairo López Rojas por su valiosísimo aporte y experiencia en la investigación científica y a quienes ayudaron a ser esto posible.

Jhancor

El agradecimiento infinito va dirigido para toda mi familia, por estar presente en cada uno de mis objetivos; para el Blgo. Jhon Jairo López Rojas, por su apoyo voluntarioso tanto moral como académicamente durante todo este proceso; para todos mis amigos y demás personas que contribuyeron a esta investigación ya sea en campo o en laboratorio.

David

Índice general

Ficha de identificación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	11
Índice de figuras	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	18
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	23
3.1.1 Contexto de la investigación.....	23
3.1.2 Periodo de ejecución.....	23
3.1.3 Autorizaciones y permisos	23
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	24
3.2. Sistema de variables	24
3.2.1 Variables principales	24
3.3. Procedimientos de la investigación.....	24
3.3.1. Identificación de los grupos funcionales de la fauna insectil	26
3.3.2. Determinación de la diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos	28
3.3.3. Determinación de la atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil	28
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. General	29
4.2. Grupos funcionales de la fauna insectil en el área de estudio	30
4.3. Diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos	40
4.4. Atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil.....	43
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

ANEXOS 54

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de las variables por cada objetivo específico.....	24
Tabla 2 Ficha de registro de insectos capturados.....	27
Tabla 3 Cálculo de la diversidad funcional.....	40
Tabla 4 Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Bosque.....	44
Tabla 5 Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Borde	44
Tabla 6 Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Quemado	44
Tabla 7 Resumen total de los resultados obtenidos.....	47

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de los tratamientos para las 36 trampas de los tres estratos. ...	25
Figura 2. Distribución de órdenes en cada uno de los grupos funcionales de los insectos registrados.....	29
Figura 3. Representación general de los grupos funcionales.....	30
Figura 4. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Bosque.	31
Figura 5. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Borde.....	32
Figura 6. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Quemado.....	33
Figura 7. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T1.	35
Figura 8. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T2.	36
Figura 9. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T3.	37
Figura 10. Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T4.	38
Figura 11. Representación de la diversidad funcional por cada estrato.	43
Figura 12. Representación de la diversidad funcional por cada tratamiento.	43
Figura 13. Representación de la diversidad funcional por cada tratamiento en cada tipo de estrato.	45

RESUMEN

Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu

El interés que reciben los insectos dentro del campo de la investigación no es el suficiente con relación a su importancia dentro de los ecosistemas naturales. Es conocido que existen investigaciones referentes a insectos, pero la gran parte de estas se aboca a estudiar especies concretas de insectos y no familias o grupos. En nuestro país existe un descuido por parte los investigadores respecto a esta clase taxonómica, por ello, en la presente investigación se desarrolló una exploración enfocada a la diversidad funcional de insectos presentes en un área del Centro de investigación Pabloyacu. La diversidad funcional de los insectos se expresa a través de la variedad de funciones que puede coexistir en un determinado ecosistema, independientemente de la cantidad de individuos; para conocer la funcionalidad de un individuo se debe conocer previamente el grupo funcional al que pertenece. La presente investigación tuvo como objetivos específicos: Identificar los grupos funcionales de la fauna insectil, Determinar la diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos y Determinar la atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil. Se usaron tres tipos de feromonas como Fuscumol acetate bubble, anti C6 diols, Fuscumol bubble con la finalidad de atraer diversos insectos, que se colocaron en trampas de embudo múltiple y se ubicaron tomando ciertos criterios de campo. En esta investigación fue primordial lograr una valoración del grado de atracción que presentan las feromonas utilizadas. Los parámetros de estudio que se tomaron en cuenta fueron: el grado de atracción de las feromonas sintéticas frente a la diversidad funcional de insectos. Se concluye que el tratamiento T1 atrajo una mayor diversidad funcional de la fauna insectil en comparación con los otros tratamientos, además, cada tratamiento puede actuar de manera distinta en un determinado tipo de estrato.

Palabras clave: Atracción, dispersión, diversidad funcional, estrato, familia, feromonas, grupo funcional, insecto, trampa, tratamiento.

ABSTRACT

Functional diversity of insect fauna attracted by synthetic pheromones at the Pabloyacu research center

The interest that insects receive in the field of research is not sufficient in relation to their importance in natural ecosystems. It is known that research on insects exists, but most of it is focused on the study of specific insect species and not families or groups. In Peru, this taxonomic class is neglected by researchers. For this reason, in the present research an exploration focused on the functional diversity of insects present in an area of the Pabloyacu Research Center was developed. The functional diversity of insects is expressed through the variety of functions that can coexist in a given ecosystem, regardless of the number of individuals. To understand the functionality of an individual, the functional group to which it belongs must first be identified. The specific objectives of this research were to identify the functional groups of the insect fauna, to determine the functional diversity of the insect fauna in the treatments, and to determine the attraction of synthetic pheromones on the functional diversity of the insect fauna. Three types of pheromones such as Fuscumol acetate bubble, anti C6 diols and Fuscumol bubble were used to attract different insects, which were placed in multiple funnel traps and located according to certain field criteria. In this research, it was essential to evaluate the degree of attraction of the pheromones used. The study parameters taken into account were: the degree of attraction of the synthetic pheromones to the functional diversity of insects. It was concluded that the T1 treatment attracted a greater functional diversity of insect fauna compared to the other treatments, in addition, each treatment can act differently in a certain type of stratum.

Keywords: Attraction, dispersal, functional diversity, stratum, family, pheromone, functional group, insect, trap, treatment.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La pérdida de biodiversidad, la deforestación y la erosión son problemas ambientales importantes que amenazan la diversidad de especies y los servicios ecosistémicos en todo el mundo. Los cálculos sobre la situación ambiental indican que los bosques están disminuyendo a una velocidad impredecible. La expansión agrícola se suma a este contexto y tiene efectos perjudiciales en el clima, los ciclos del agua, el carbono y el nitrógeno, las emisiones de gases de invernadero y la biodiversidad (Mamani, 2019).

Es por ello que, la conservación se ha convertido en un tema crucial para la investigación debido a la disminución de la biodiversidad mundial. La investigación en ecología química no ha logrado satisfacer la necesidad de conservación. Un aspecto fundamental de la ecología general, la biodiversidad y la investigación con respecto a la conservación es la evaluación de la abundancia, distribución y tendencias de las poblaciones de especies individuales, comunidades y ecosistemas completos. Para contener o mejorar las tendencias negativas, el reto más importante para la conservación es calcular el riesgo de extinción y reconocer factores importantes en la decadencia de las especies (Larsson, 2016).

Los insectos del tipo herbívoros son responsables de la pérdida de más de la quinta parte de la producción agrícola mundial en un año, y se estima que dichas pérdidas aumenten por efecto del calentamiento global. Se aplican 400 000 toneladas anuales de insecticidas en todo el mundo con la finalidad de proteger los cultivos y esto genera efectos negativos, no solo en los ecosistemas, sino también en la salud pública.

Debido a que las plagas han desarrollado una resistencia constante a las sustancias controladoras, se han aumentado las dosis por área tratada para tratar de controlar las plagas (Wang, 2022).

Para controlar las plagas, las feromonas son una opción ecológica. Debido a que los procesos de fabricación actuales aún no son capaces de producir feromonas a bajo costo que permitan su uso en cultivos de bajo valor, la mayor parte de las sustancias actuales están adiestradas a plagas de lepidópteros de cultivos representativos (Wang, 2022).

En los últimos 10 o 15 años, no se han realizado muchas feromonas de insectos para utilizarlas en estudios de biodiversidad y conservación, tomando en cuenta incluso las feromonas utilizadas para monitorear poblaciones (Larsson, 2016).

A través del seguimiento, la captura intensiva o la perturbación del apareamiento, las feromonas sexuales evitan o reducen el daño causado por los insectos plagas. Las feromonas sexuales son exclusivas de una especie y causan reacciones funcionales o de comportamiento en individuos pertenecientes a la misma especie (Wang, 2022).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Mayorga (2023), comprobó que, los semioquímicos, en específico las feromonas, son un potencial instrumento para combatir a los insectos y lograr una reducción poblacional de las plagas por debajo del límite de daño comercial y, de esa manera, evitar los inconvenientes de los plaguicidas convencionales, esto con el objetivo de combatir plagas en actividades agrícolas. En concreto, las feromonas de agregación, de alarma y sexuales, son los tipos de feromonas que más destacan o que resultan más prometedoras en este sector debido a sus múltiples usos.

Wang (2022), comprobó que los señuelos de feromonas derivados de plantas fueron igual de efectivos que los señuelos de feromonas sintéticos para vigilar la polilla de espalda de diamante, *Plutella xylostella*, en el repollo y para detener el apareamiento del gusano cogollero del algodón, *Helicoverpa armigera*, en campos de frijol común. Utilizando la ingeniería metabólica en el cultivo de semillas oleaginosas, este estudio demuestra la eficacia biológica y la viabilidad económica de producir feromonas en fábricas de plantas.

Alvarado (2021), estudió la variedad de Coleóptera recolectados a través de feromonas de agregación en BRUNAS – Tingo María. Se instalaron trampas tipo panel cada 25 m con seis feromonas de agregación: T1 (sin ninguna feromona), T2 (Cerambycid 2-hydroxy-3-hexanone H), T3 (Cerambycid 2-hydroxy-3-octanone H ChemTica), T4 (Cerambycid RRSS 2,3-hexanediol Cont ChemTica), T6 (Fuscomol), T7 (Se recolectaron 776 coleópteros en 15 familias; se registró una mayor diversidad de familias que usaban Fuscomol y Fuscomol acetato de manera independiente; hubo una mayor cantidad de familias (80%) e individuos utilizando la mezcla de feromonas (15,59%). Se descubrió que cuando se utilizaron diferentes feromonas de agregación, la riqueza de familias y la abundancia de individuos eran similares.

Ghiglione et al. (2021), distinguió diferentes grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz y sus taipas, utilizando diferentes métodos de manejo. En una zona de producción arrocería intensa en el Departamento San Javier, Santa Fe, Argentina, se realizaron muestreos en establecimientos con prácticas de manejo convencional (EMC) y agroecológico (EMA) durante un ciclo de producción de arroz durante la primavera y verano 2017-2018. Se utilizaron redes entomológicas para capturar 1 008 insectos de 237 especies y morfoespecies. Las taipas demostraron mayor riqueza, abundancia y

diversidad que los cultivos, y el EMA se destacó por la presencia de los cinco grupos funcionales. Se encontraron *Sepedonea sp.*, *Protodictya sp.* y *Eryopsis connexa (L)* en ambos lugares.

Sánchez-Flores et al. (2019), examinó la variedad de insectos terrestres, identificando cuatro biotopos: Salicornial, Gramadal, Juncal y Total. Utilizaron diferentes técnicas de recolección de ejemplares, como trampas pitfall, trampas Malaise, recolección con red aérea y recolección manual. Se llega a la conclusión de que la comunidad vegetal con la mayor variedad de especies fue la de Salicornial, seguida de Juncal, Gramadal y Total. Los índices de equidad y los coeficientes de similitud muestran que las comunidades son muy similares entre sí.

Mamani (2019), evaluó la diversidad y la abundancia de grupos funcionales de insectos en los sistemas de producción de palto, mango y chirimoyo. En cada sistema, se tomó una muestra de un árbol por variedad, considerando a cada árbol como un conglomerado para el muestreo de insectos mediante trampas de caída, golpes de red y conteos de individuos en órganos vegetales. En consecuencia, se capturaron 74 739 ejemplares de insectos, divididos en 85 morfoespecies y pertenecientes a 46 familias y 12 órdenes. Los índices de diversidad indicaron que el cultivo de palto tiene la mayor diversidad de insectos (Shannon-Weaver = 1,93 y Simpson = 0,79); también se han identificado cuatro grupos funcionales.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Feromonas

Desde que se descubrieron por primera vez las feromonas sexuales en la polilla de gusanos de seda en 1959, se ha realizado una gran cantidad de investigación para encontrar e interpretar los mecanismos de las feromonas sexuales en cientos de especies de insectos. La investigación sobre nuevas feromonas de insectos, la biosíntesis de feromonas, el modo de acción, el sistema nervioso periférico y los mecanismos olfativos ha aumentado significativamente en las últimas dos décadas. Además, sus aplicaciones prácticas en el manejo integrado de plagas también han aumentado.

Las señales químicas liberadas por el cuerpo llamadas feromonas sexuales provocan una reacción sexual en un individuo del sexo opuesto de la misma especie. Más de 600 especies de feromonas de lepidópteros se han identificado desde que se caracterizó la estructura de la primera feromona sexual de la polilla de seda *Bombyx mori* en 1959. Sus características clave, como la especificidad de especie, la no toxicidad para

mamíferos y otros organismos beneficiosos, la baja actividad y la rápida degradación ambiental, pronto fueron reconocidas como herramientas prometedoras para el control de plagas, la evaluación de la población de plagas, la entrada y detección de la propagación de microorganismos invasores, el control de plagas y la protección de especies en peligro de extinción. De hecho, en los últimos años, el monitoreo de la población de plagas, la captura masiva, la interrupción del apareamiento y las estrategias push-pull han sido las aplicaciones prácticas más exitosas de las feromonas sexuales en el manejo integrado de plagas (IPM).

El número de artículos publicados en la literatura sobre estos temas ha aumentado significativamente a lo largo de los años, especialmente en las últimas dos décadas. Los géneros más citados son *Helicoverpa*, *Spodoptera*, *Grapholita* y *Cydia*.

a. Tipos de feromonas

Varía según el autor, para este trabajo se toma lo descrito por Martinazzo et al. (2022), que divide a las feromonas en los siguientes tipos:

- Sexuales: Son señales químicas que produce un insecto para atraer al sexo opuesto, con el fin de reproducirse, y se consideran sustancias muy activas, capaces de provocar respuestas en muy limitadas.
- De agregación: Son emitidas por un sexo y que atrae especímenes de ambos sexos.
- De rastro: Sirven para enseñar la ubicación de una fuente alimentaria y son bastante utilizadas por las hormigas.
- De alarma: Son compuestos iniciados por un comportamiento agresivo o pueden causar dispersión como respuesta a los depredadores, y son utilizadas principalmente por insectos.
- De marcación: Igualmente utilizadas por los mamíferos, para demarcar un territorio.
- Feromonas repelentes: Son compuestos que actúan como señales de alerta para evitar focos de colonización o alimento.

2.2.2. Biosíntesis de feromonas sexuales

Las feromonas sexuales están hechas de compuestos insaturados. El neuropéptido activador de la biosíntesis de feromonas (PBAN), una neurohormona que se produce en el ganglio esofágico y se libera en la hemolinfa para actuar directamente sobre la glándula de feromonas (PG), activa el grupo funcional modificando enzimas o acetil coenzima A carboxilasa (ACC) en muchas especies de mariposas. En el primer paso de

la biosíntesis de feromonas, ACC cataliza la carboxilación de acetil-CoA a malonil-CoA. Luego, la sintasa de ácidos grasos se activa, lo que resulta en la producción de ácidos grasos saturados (Robles, 1994).

2.2.3. Mecanismos de percepción de feromonas sexuales de insectos

Los insectos usan la sensibilidad táctil de las antenas y el receptor olfativo maxilar (OR) en la mandíbula superior para detectar moléculas de feromonas y olores volátiles. Los poros de olor y el canal de los poros conducen feromonas y otras moléculas de olor hacia el interior de la piel sensible al olor.

El silum del sistema linfático contiene proteínas de unión a feromonas (PBP), que se unen a las feromonas volátiles y las solubilizan, lo que activa los receptores de feromonas.

El sentido del olfato y las neuronas olfativas (OSN) en las antenas y los brazos de los insectos están extremadamente especializados y optimizados para detectar olores. Las feromonas sexuales en las antenas de los machos son las más específicas. Los OSN llegan al lóbulo antenal del cerebro del insecto desde la periferia. El ordenamiento y los mecanismos periféricos de la emanación de los insectos han sido objeto de numerosos estudios. Se han publicado investigaciones adicionales en publicaciones de revisión recientes que examinan estos varios rudimentos olfativos, así como los mecanismos celulares y moleculares utilizados para detectar señales de feromonas volátiles en un sensor olfativo.

Los pelos olfativos periféricos o sensilas olfativas que albergan las OSN juegan un papel importante en la percepción de los olores, especialmente de las feromonas sexuales. Se han encontrado varios tipos morfológicos y distribuciones de sensilla olfatoria en varias especies de insectos en función de sus nichos ecológicos. Por ejemplo, muchas especies de polillas tienen OSN sintonizados con feromonas sexuales en la sensila tricoide larga, mientras que las antenas de moscas y avispa tienen sensila basicónica y placoide, que son los vellos olfativos periféricos más comunes (Hussain et al., 2021).

2.2.4. Los insectos

Son formas de vida relativamente pequeñas, exitosas y demasiado importantes para imaginar la diversidad de vida en nuestro planeta, ya que dominan todos los hábitats posibles y utilizan casi todas las fuentes de alimento disponibles (Jiménez, 2009).

Los insectos interactúan con su entorno a través del propio comportamiento del insecto, que se manifiesta como reflejos, taxis e instintos (Cordero et al., 2008). Por lo general,

los insectos son más beneficiosos para los ecosistemas de la biosfera, para el ser humano y para sus agroecosistemas (Romero, 2004).

a. Características generales de los insectos

- Se reproducen varias veces al año, en otras palabras, tienen muchas generaciones por año y las hembras engendran increíbles cantidades de huevos.
- Su pequeño tamaño les permite vivir en todo lugar, sumado a que requieren poco espacio y alimento, se esconden fácilmente de sus depredadores naturales y sortean los escenarios ambientales hostiles.
- El esqueleto externo y alas que la mayoría de insectos posee les da mucha protección.
- La variedad de formas de las partes de la boca les permite obtener el alimento de distintas formas.
- Poseen muchas formas de respirar por ello existen insectos terrestres y acuáticos.
- Pasan por diferentes etapas a lo largo de su vida, esto les permite aprovechar más componentes del ambiente.
- Ostentan gran adaptabilidad a las condiciones ambientales, que está presente en sus genes y es cedida a las futuras generaciones.

2.2.5. Las feromonas en los insectos

Las feromonas de insectos son compuestos naturales únicos que cumplen con los requisitos modernos de control de plagas: específicos de la especie, no tóxico para los mamíferos, respetuoso con el medio ambiente y parte del manejo integrado de plagas agrícolas. Por lo tanto, la aplicación práctica de feromonas de insectos, especialmente feromonas sexuales, ha tenido mucho éxito en el control de poblaciones de plagas de baja densidad y en la reducción del número de plagas a largo plazo con un efecto mínimo sobre sus enemigos naturales. El uso de feromonas sexuales para la captura masiva e interrupción del apareamiento ha disminuido significativamente el uso de pesticidas convencionales, lo que permite un control de plagas sostenible y ecológico en los cultivos agrícolas (Hussain et al., 2021).

Las neuronas sensoriales olfatorias (OSN) dentro de la sensila olfatoria en la superficie de las antenas y los palillos maxilares ayudan a los insectos a detectar olores. Las capacidades olfativas de un insecto dependen principalmente de su repertorio de genes receptores olfativos (OR) expresados, así como de las propiedades funcionales de las

proteínas receptores olfativos (OBP), su sensibilidad y la variedad de respuestas que pueden tener (Hussain et al., 2021).

2.2.6. Grupo funcional

Es un grupo de especies que comparten características (morfológicas, fisiológicas, conductuales o de la historia de vida) similares y que cumplen funciones ecológicas similares (Martínez, 2008).

a. Tipos de grupos funcionales en insectos

Los grupos funcionales en los insectos pueden variar de acuerdo a los diversos autores. Para esta investigación se ha tomado en cuenta los siguientes:

Depredador: Habitualmente, los insectos depredadores son depredadores generalistas que atacan a una variedad de presas, como ácaros, psílidos, pulgones, huevos y orugas. Muchas especies (algunos Lygaeidae, por ejemplo) atacan presas debilitadas o moribundas, pero algunas especies son depredadores activos que cazan presas resistentes (Ephytia, 2021).

Detritívoro: Son insectos que comen detritos. Estos detritos son partículas de materia orgánica que se encuentran en cuerpos en descomposición o materia muerta, tanto animales como vegetales. En otras palabras, los detritívoros se alimentan de desechos orgánicos (Rothschuh, 2022).

Dieta variada: Son aquellos insectos que se alimentan de más de una fuente (pueden ser polívoros, cleptoparásitos, polinizadores y xilófagos).

Fitófago: Son insectos que penetran en tejidos vegetales diferentes a las hojas, ya sean vivos o muertos. sobre tejidos vivos, como yemas, tallos, raíces, frutos, semillas, nueces o granos.

Fungívoro (o micófago): Son los insectos que comen alguna estructura fúngica como micelio, cuerpos fructíferos y esporas. La principal relación entre insectos y carpóforos de macromicetos es la micofagia (Amat-García, 2003).

Parasitoide: Los parasitoides son insectos que insertan sus huevos en el cuerpo o el huevo de otro insecto (hospedero) para completar su ciclo de vida. Los parasitoides experimentan una completa metamorfosis, pasando por varios estándares de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Los parasitoides deben alimentarse de su hospedero para terminar su desarrollo; las hembras primero depositan sus huevos en su hospedero (Smith, 2022).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

a. Ubicación política

- País: Perú
- Departamento: San Martín
- Provincia: Moyobamba
- Distrito: Moyobamba

b. Ubicación geográfica

- Coordenadas UTM:
Este: 285000 m
Norte: 9328000 m

Este proyecto se realizó en el área del Centro de Producción e Investigación Pabloyacu de la Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, ubicado en la jurisdicción territorial del centro poblado Marona, a unos 5 km al sureste de la ciudad de Moyobamba, distrito y provincia de Moyobamba en San Martín a una altitud entre los 870 y los 1 700 msnm y comprendiendo un área de 200 hectáreas.

Se accede a esta zona por el camino marginal Fernando Belaunde Terry que pasa por el IIRS, unos metros a la derecha del borde se encuentran las herraduras, a las que se puede acceder en movimiento (moto, carro) o caminando por unos 15 min.

3.1.2 Periodo de ejecución

El periodo de ejecución de la investigación fue de 11 meses, contados a partir de junio del 2023 hasta abril del 2024.

3.1.3 Autorizaciones y permisos

La actividad de recolectar insectos utilizando feromonas se desarrollará bajo el respaldo de la legislación peruana de actividades científicas. Los insectos serán recolectados de acuerdo a la Autorización N° 10-HUA-TM/AUT-IFS-2019-006 y se usarán las feromonas de según el Permiso de Investigación N° 004-MINAGRI-SENASA para el período

2022/2023. Además, se tomará en cuenta el permiso de exportación de especímenes de flora y/o fauna silvestre con fines científicos (Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI y Decreto Supremo N°019-2015-MINAGRI) emitido por el SERFOR.

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La realización del proyecto no presenta algún riesgo ambiental, los materiales y equipos que se utilizarán no tienen características de peligrosidad para el ambiente o para el investigador.

3.2. Sistema de variables

3.2.1 Variables principales

Las variables del proyecto se describen a continuación:

- Variable independiente: feromonas sintéticas.
- Variable dependiente: diversidad insectil.

Tabla 1

Descripción de las variables por cada objetivo específico

Objetivo específico N° 1: Identificar los grupos funcionales de la fauna insectil.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Grupos funcionales de la fauna insectil.	Morfología de insectos	Ficha de campo Observación directa de los insectos	Nº grupo funcional
Objetivo específico N° 2: Determinar la diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Diversidad funcional de la fauna insectil	Diversidad funcional por tipo estrato y tipo de feromona	Ficha de campo Observación directa de los insectos	Alta o baja diversidad Funcional (FD)
Objetivo específico N° 3: Determinar la atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil.			
Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Grado de atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil	Tipos de feromonas: Fuscumol acetate bubble, syn C6 diols, Fuscumol bubble	Anova y Post-hoc Tukey	Nivel de significancia ($p < 0.05$)

3.3 Procedimientos de la investigación

La presente investigación se realizó en el área del Centro de Producción e Investigación Pabloyacu de la Facultad de Ecología.

Los niveles del factor A fueron trampas con 3 paneles de intercepción (a1) y trampas con 4 paneles de intercepción (a2). Los niveles del factor B fueron feromonas syn-

hexandiol (b1), fuscumol (b2) y fuscumol acetato (b3). El diseño experimental fue un diseño en bloque completamente al azar con 6 repeticiones.

Se estableció un área de estudio con tres estratos (Bosque, Borde y Quemado) en los que se instaló 12 trampas por estrato y a las cuales se les asignaron tratamientos compuestos por combinaciones de feromonas, que fueron distribuidos en el terreno mediante el método Split Plot. Los tratamientos fueron tres combinaciones binarias y una terciaria usando tres tipos de feromonas distintas (Syn C6, Fuscomol y Fuscomol Acetate) logrando hacer cuatro combinaciones diferentes (Figura 1).

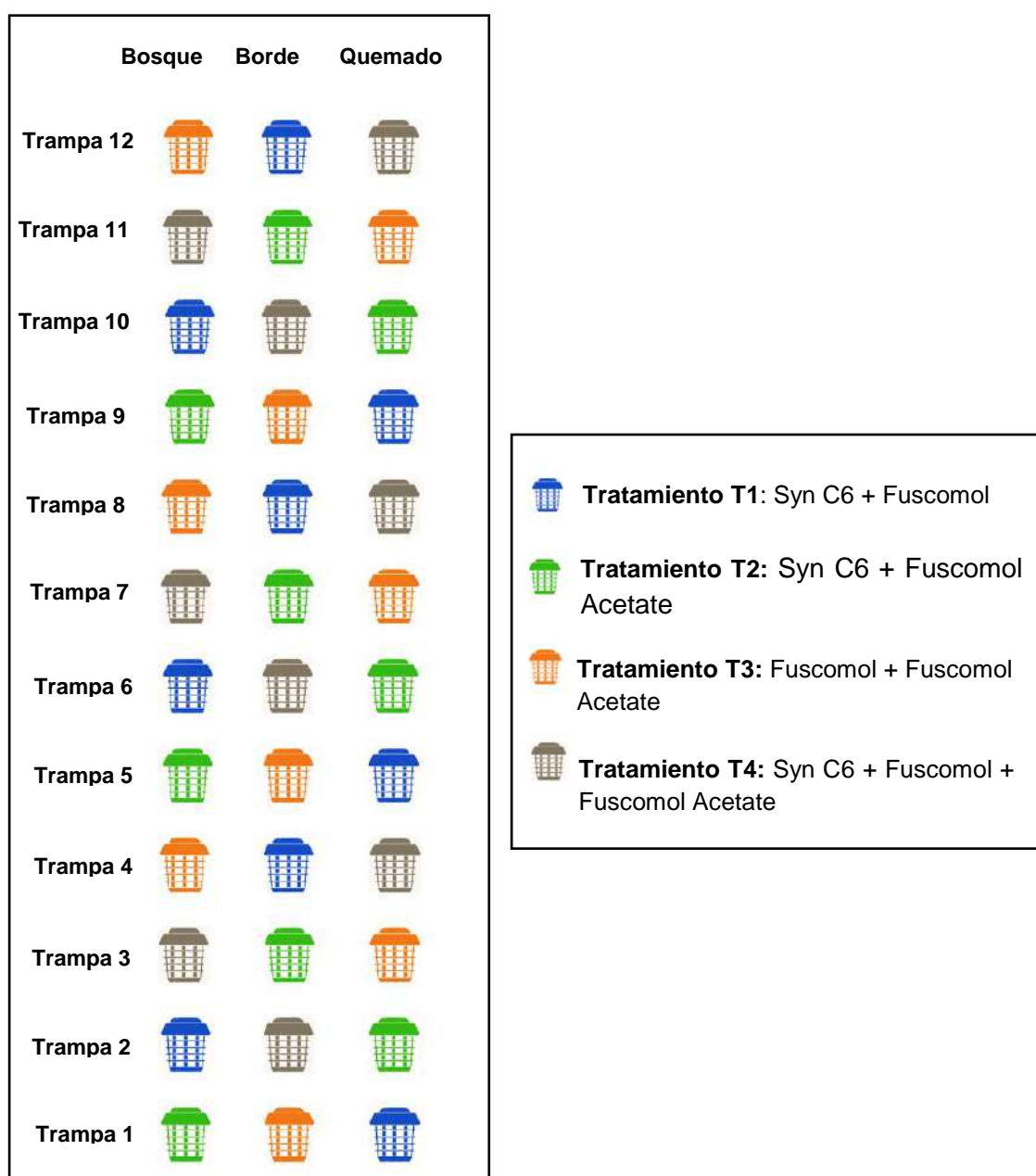


Figura 1

Distribución de los tratamientos para las 36 trampas de los tres estratos.

b) Representación de la información

La información y/o datos obtenidos en campo fueron procesados posteriormente en gabinete, y representados en tablas y figuras a fin de un mejor análisis e interpretación de resultados. La identificación de los insectos hasta el nivel de familia se realizó mediante el libro “Insectos de Brasil: diversidad y taxonomía” (Rafael, 2024).

c) Análisis estadístico

Para analizar la acción de las feromonas en la atracción de la diversidad de la fauna insectil, primero se evaluó los supuestos de normalidad y homocedasticidad y posteriormente la prueba paramétrica de correlación de Pearson, el análisis se realizó a un 95% de confiabilidad. Se empleó el software SPSS Statistics y Excel.

Asimismo, para comparar la diferencia dentro y entre las combinaciones en los tres tipos de estratos en la atracción de la diversidad funcional de la fauna insectil, se realizó primero el análisis de los supuestos de normalidad y homocedasticidad y se utilizó el análisis de Varianza (ANOVA) y posteriormente la prueba de post-hoc de Tukey para comparaciones múltiples. Los estadísticos se analizaron a un 95% de confianza empleando el software SPSS Statistics y Excel.

3.3.1. Identificación de los grupos funcionales de la fauna insectil

a. Actividades y tareas

- Identificar los sitios para colocar las trampas con feromonas.
- Colectar los insectos capturados.
- Identificación por medio de grupos funcionales.

b. Descripción de los procedimientos

Identificar los sitios, para colocar las trampas con feromonas.

Se realizó una visita objetiva a la zona alta del centro de investigación Pabloyacu para verificar y establecer un terreno que presente mejores condiciones donde se instauró las 36 trampas en los tres estratos, tomando una distancia de 25 metros entre cada trampa y 30 metros entre cada estrato.

Algunas consideraciones que se tuvieron en cuenta fueron:

1. Que el terreno no sea muy accidentado para poder recoger las muestras colectadas una vez a la semana.

2. Que el lugar elegido para colocar la trampa no presente tendencias a derrumbes o a caídas de árboles para evitar que el estudio se vea perjudicado.

3. Que el terreno no se encuentre muy distante de la caseta de vigilancia del centro de investigación Pabloyacu.

Colectar los insectos capturados.

Para esta actividad se usó 36 depósitos herméticos (uno para cada trampa) en los que se depositó una vez por semana los insectos colectados. Se hizo uso de agua mezclada con jabón líquido sin olor, que fue también la misma sustancia que se usó para el depósito receptor de la trampa. Las muestras fueron trasladadas cuidadosamente hasta el laboratorio de la universidad para su póstuma identificación de los insectos.

Identificación por medio de grupos funcionales

Una vez que los insectos estén en el laboratorio se hará uso de un estereoscopio para poder identificar a cada individuo a nivel de familia y se estableció cada característica funcional (tipo de: aparato bucal, pata, ala y antena) de los insectos colectados; a partir de ello se realizó la clasificación en grupos funcionales de los insectos colectados. Para esta última actividad se hizo uso de bibliografía científica relacionada a la materia de investigación.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el registro de los insectos colectados se usó fichas específicas (ver tabla 1). Además, se hizo una base de datos en Excel para almacenar la información que luego fue usada para realizar tablas y gráficos que ayudaron a presentar la información con mayor coherencia.

Tabla 2

Ficha de registro de insectos capturados

Salida	Fecha	Bloque	Tratamiento	Trampa	Familia
1					
2					
3					
4					
5					
.					
.					
n					

3.3.2. Determinación de la diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos

a. Actividades y tareas

- Cálculo e interpretación de la diversidad funcional

b. Descripción de los procedimientos

Cálculo e interpretación de la diversidad funcional

Para realizar esta actividad se usó el software R, que con el cual se generó una tabla con índices de diversidad funcional (FD) por cada trampa.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para este objetivo se usaron las características funcionales de los insectos () identificadas en el laboratorio. Estas características fueron procesadas en el software R y así se generó una tabla de con los índices de diversidad funcional por cada una de las trampas de los tres estratos.

3.3.3. Determinación de la atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil

a. Actividades y tareas

- Procesar los valores obtenidos en el segundo objetivo
- Generar gráficos de diversidad funcional en el software R.

b. Descripción de los procedimientos

Procesar los valores obtenidos en el segundo objetivo

Se usó los valores obtenidos en el objetivo anterior para analizar la información mediante el software R.

Generar gráficos de diversidad funcional en el software R

Se generó tres gráficos de cajas y bigotes, lo cual nos permiten entender la distribución de la diversidad funcional por cada estrato y por cada tratamiento.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se realizó un análisis de cada uno de los estratos y de los tratamientos mediante la diversidad funcional, y a partir de ello se pudo dar una respuesta de cuál es el tratamiento o estrato que mostró más diversidad funcional.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. General

De un total de 1683 insectos registrados en 12 muestreos dentro de los estratos determinados (Bosque, Borde y Quemado), se obtuvo los siguientes órdenes: Blattodea, Coleóptera, Dermáptera, Hemíptera, Hymenóptera, Isóptera, Lepidóptera, Mantodea, Orthóptera y 6 grupos funcionales: depredador, detritívoro, dieta variada, fitófago, fungívoro y parasitoide (Figura 2). Para el análisis de la información de este apartado se consideró todos los individuos registrados en campo, y vale aclarar que las familias de algunos órdenes no fueron identificadas (pertenecientes a los órdenes Dermáptera, Isóptera, Lepidóptera y Mantodea). En este proceso de identificación se hizo uso de literatura confiable que se muestra en las referencias bibliográficas (Rafael, 2024).

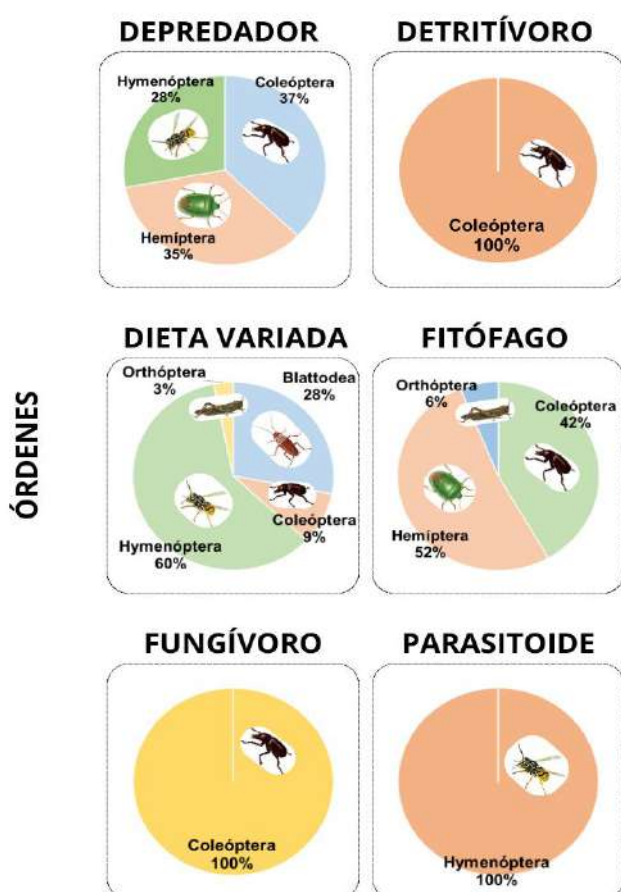


Figura 2

Distribución de órdenes en cada uno de los grupos funcionales de los insectos registrados.

4.2. Grupos funcionales de la fauna insectil en el área de estudio

Un total de 6 grupos funcionales se registraron para las 37 familias. El grupo funcional de mayor predominancia fue fitófago con un 48% (Figura 3), y a su vez, y este a su vez está representado por las familias Curculionidae (27%), Cicadidae (23%), Scutelleridae (17%) y Chrysomelidae (11%).

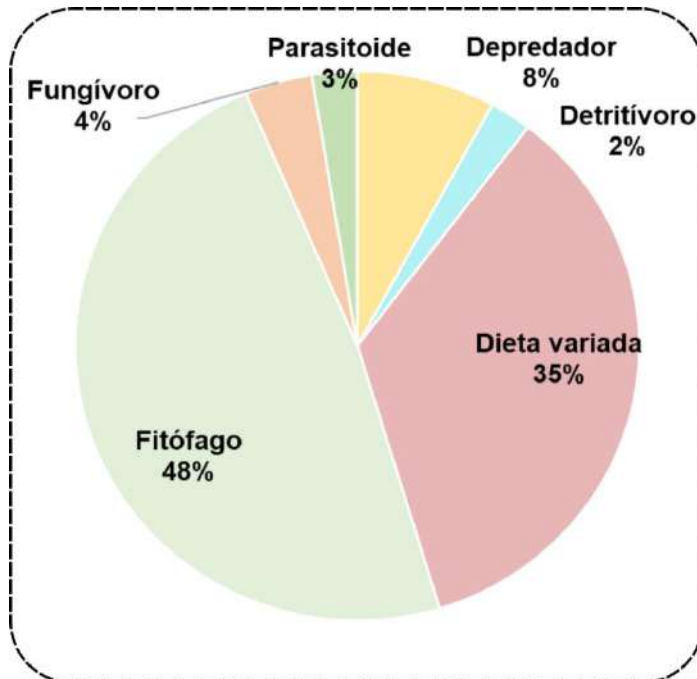


Figura 3

Representación general de los grupos funcionales.

El total de insectos registrados está representado principalmente por fitófagos (48%), seguido por los insectos de dieta variada (35%) en los que se encuentran incluidos los polívoros, cleptoparásitos, polinizadores y xilófagos, y luego están grupos más pequeños como los depredadores (8%), fungívoros (4%), parasitoides (3%) y detritívoros (2%).

BOSQUE

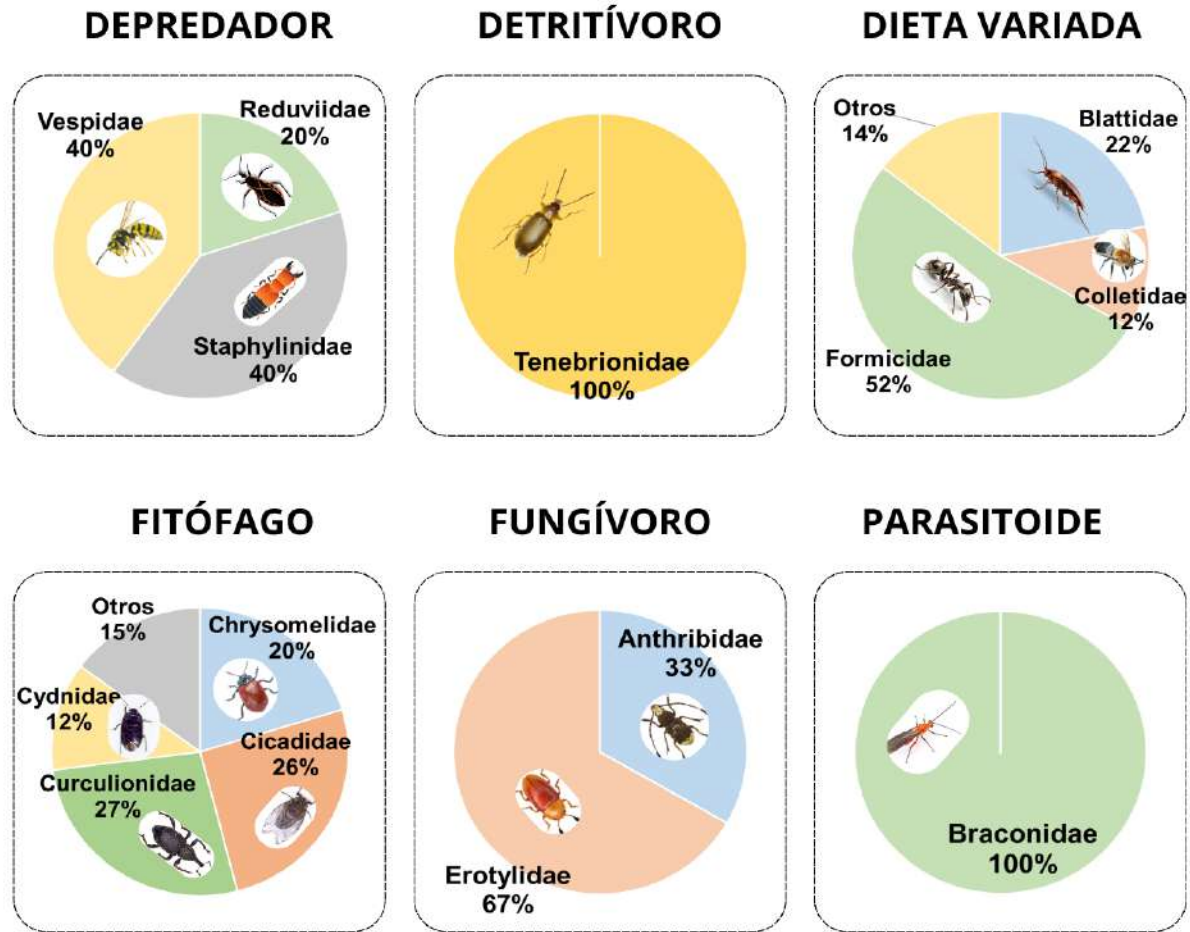


Figura 4
Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Bosque.

BORDE

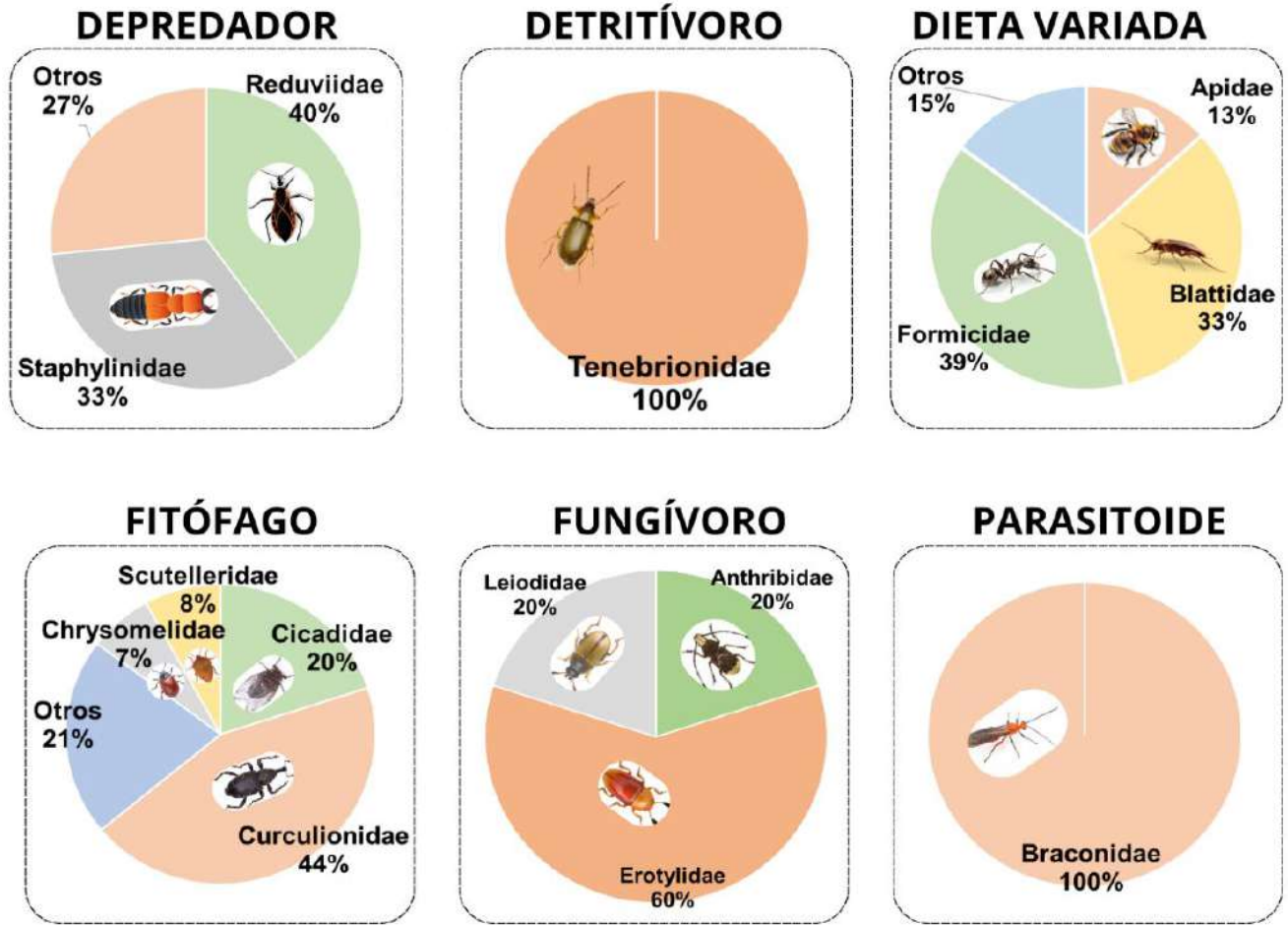


Figura 5
Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Borde.

QUEMADO

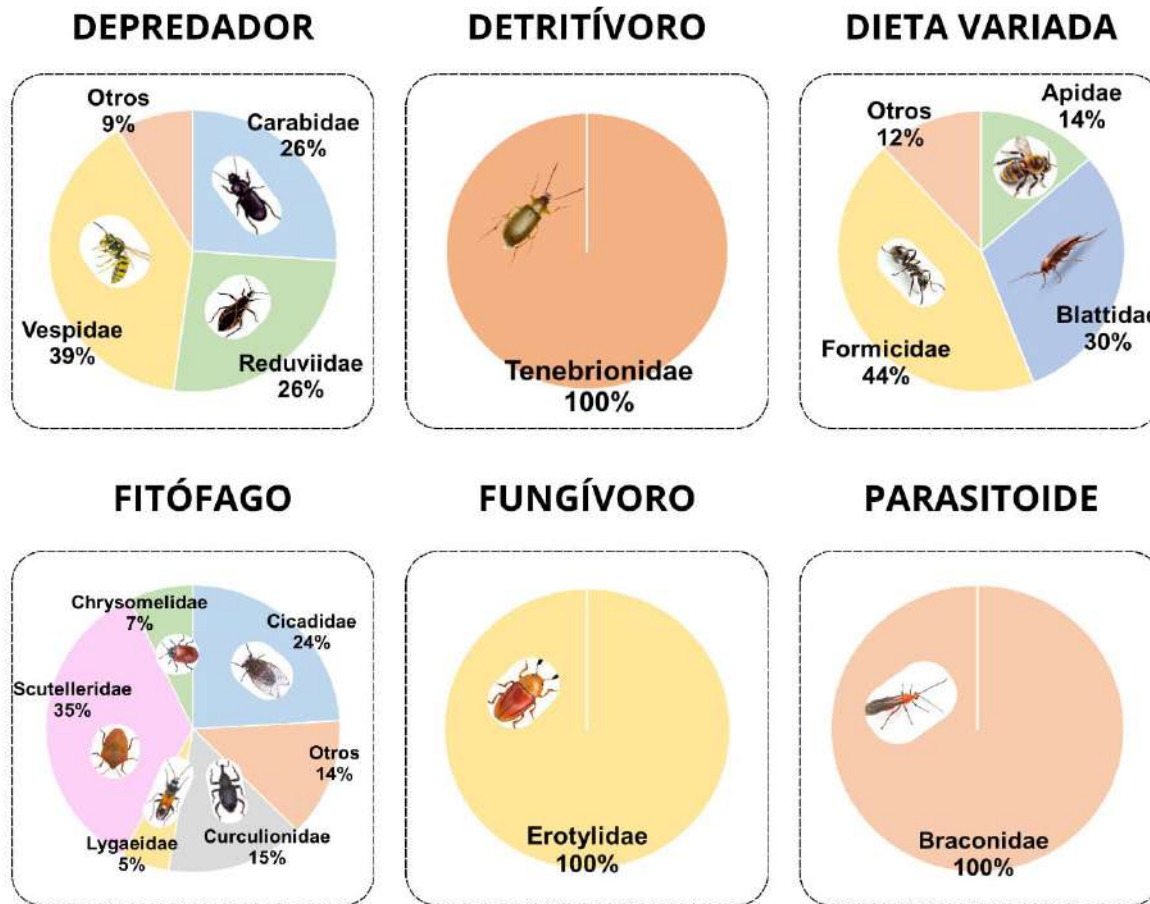


Figura 6

Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el estrato Quemado.

Los depredadores, en el estrato Bosque, están representados principalmente por las familias Vespidae (40%) y Staphylinidae (40%), seguida por la familia Reduviidae (20%). En el estrato Borde la familia Reduviidae (40%) es la que más sobresale, y le sigue la familia Staphylinidae (33%). Mientras tanto, en el estrato Quemado la familia Vespidae (39%) presenta una mayor preponderancia, seguida de las familias Carabidae y Reduviidae con 26% cada una.

En el caso de los detritívoros, en los tres estratos son representados absolutamente por la familia Tenebrionidae (100%).

En los insectos que presentan dieta variada, en el estrato Bosque, hay una gran preponderancia de la familia Formicidae con un 52%, seguido por la familia Blattidae (22%) y Colletidae (12%). En Borde también predomina la familia Formicidae (39%), seguido por las familias Blattidae (33%) y Apidae (13%). En el estrato Quemado se repite la predominancia de las mismas familias del estrato Borde: Formicidae (44%), Blattidae (30%) y Apidae (14%).

En cuanto a los fitófagos, existe una moderada variedad de familias con respecto a los otros grupos funcionales. En Bosque predomina la familia Curculionidae (27%), existiendo otras familias menos representativas como Cicadidae (26%), Chrysomelidae (20%) y Cydnidae (12%). En Borde predomina también la familia Curculionidae (44%) y además existen otras familias: Cicadidae (20%) y Scutelleridae (8%). El estrato Quemado está representado principalmente por la familia Scutelleridae (35%), además de otras familias como Cicadidae (24%), Curculionidae (15%), Chrysomelidae (7%) y Lygaeidae (5%).

Los fungívoros, en Bosque, están representados por dos familias Erotylidae (67%) y Anthribidae (33%). En Borde existen solamente 3 familias de fungívoros: Erotylidae (60%), Anthribidae (20%) y Leiodidae (20%). El estrato Quemado está representado completamente por la familia Erotylidae (100%).

Por último, los parasitoides están representados absolutamente en los tres estratos por la familia Braconidae (100%).

TRATAMIENTO
T1

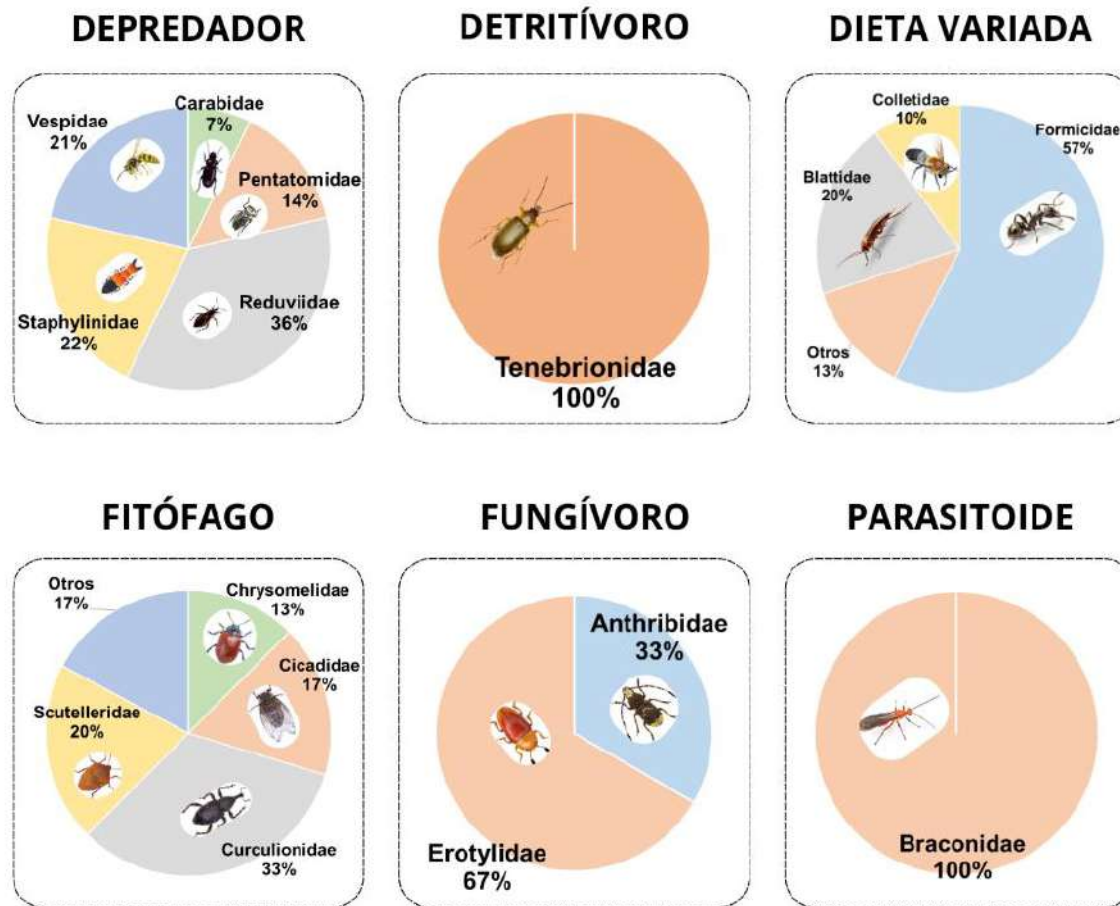


Figura 7

Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T1.

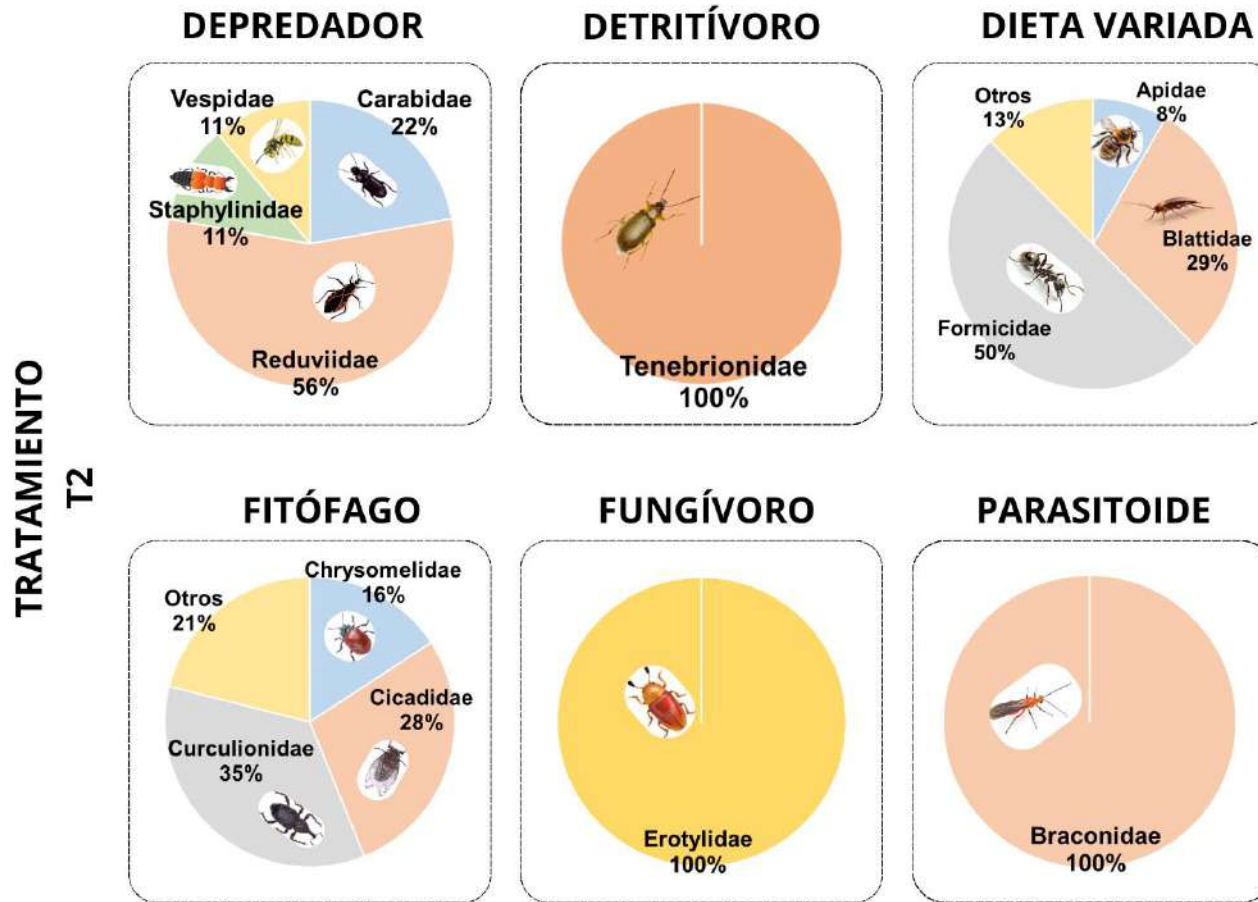


Figura 8
Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T2.

TRATAMIENTO
T3

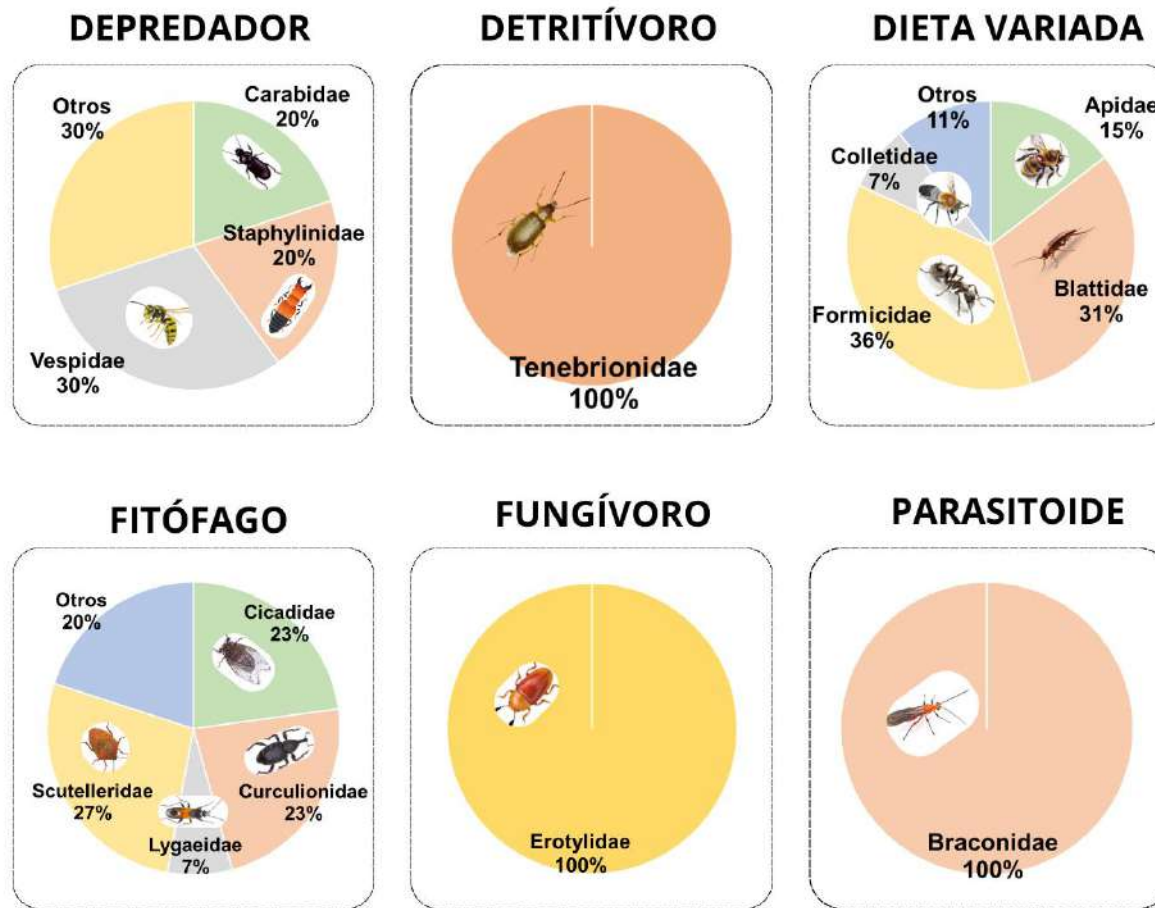


Figura 9

Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T3.

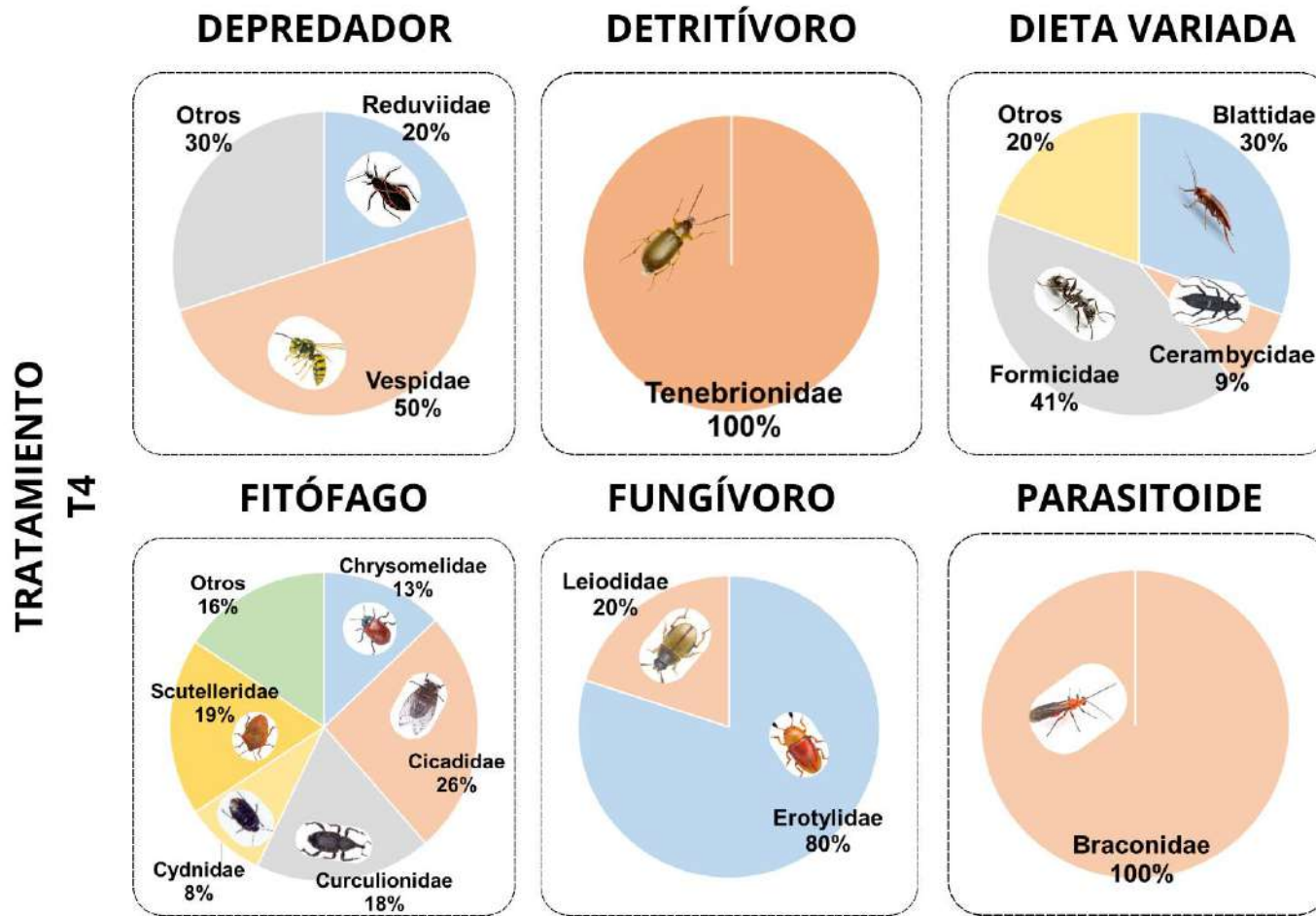


Figura 10
Distribución de las familias de insectos registradas por grupo funcional en el tratamiento T4.

En cuanto a depredadores, se evidencia que los tratamientos T1, T2 y T4 presentan una atracción potencial hacia la familia Reduviidae, mostrando los siguientes porcentajes: 36%, 56 % y 20 %, respectivamente. Otras de las familias de depredadores que estuvieron presentes en los cuatro tratamientos en porcentajes moderados fueron: Vespidae, Staphylinidae y Carabidae.

Los detritívoros, en los cuatro tratamientos, están representados absolutamente por la familia Tenebrionidae (100%).

En cuanto a los insectos de dieta variada, la familia Formicidae presentó predominancia en los cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4) con porcentajes de 57%, 50%, 36%, 41%, respectivamente. Otras de las familias de menor cantidad en los cuatro tratamientos fueron: Blattidae, Colletidae y Apidae. Además, el T4 es el tratamiento que logró atraer la cantidad más significativa de la familia Cerambycidae que representa un 9% de los depredadores.

Los fitófagos, en los tratamientos T1 y T2, están representados por la familia Curculionidae con porcentajes de 33% y 35%, respectivamente, mientras que el tratamiento T3 está representado por la familia Scutelleridae (27%) y el tratamiento T4 es representado por la familia Cicadidae (26%). Otras de las familias que representan los cuatro tratamientos en menor escala son: Chrysomelidae, Lygaeidae y Cydnidae.

Los insectos fungívoros, en el tratamiento T1, están representados por dos familias: Erotylidae (67%) y Anthribidae (33%), mientras que en los tratamientos T2 y T3 hay una prevalencia absoluta de la familia Erotylidae (100%), y en el tratamiento T4 hay también dos familias: Erotylidae (80%) y Anthribidae (20%), evidenciándose que ocurre una preponderancia de la familia Erotylidae en los cuatro tratamientos.

Y en los insectos parasitoides existe una predominancia absoluta en los cuatro tratamientos de la familia Braconidae (100%).

Al realizar un enfoque hacia el ámbito agrícola se puede clasificar a los insectos en benéficos y dañinos. Según Capinera (2021) menciona que los artrópodos beneficiosos se dividen en dos categorías principales: depredadores y parasitoides. Similarmente, en nuestros resultados se registra un desbalance entre los benéficos y dañinos, siendo estos últimos representados generalmente por los fitófagos (Chrysomelidae, Cicadidae, Curculionidae, Cydnidae, Scutelleridae, entre otros): el grupo funcional más amplio en este estudio, y por contraste están los insectos benéficos, representados por los depredadores (Carabidae, Reduviidae, Staphylinidae, Vespidae, etc.), los fungívoros (Anthribidae, Erotylidae, Leiodidae), los polinizadores incluidos en dieta variada

(Apidae), los detritívoros (Tenebrionidae) y los parasitoides (Braconidae); luego está el gran grupo funcional dieta variada (Apidae, Blattidae, Colletidae, Formicidae, etc.), lo cual abarca a los insectos que pueden tener más de un tipo de alimentación, por lo que no se les puede considerar si son buenos o malos, dentro de estos se considera a los polífagos, cleptoparásitos, polinizadores y xilófagos.

La existencia descomunal de insectos fitófagos en el área de estudio puede deberse a la poca presencia de insectos depredadores, este argumento lo refuerza Ghiglione et al. (2021) al mencionar que el uso de insecticidas de amplio espectro, que matan insectos depredadores, es un factor que contribuye al aumento del número de herbívoros. Entonces, podríamos suponer que la existencia de cultivos asociado a malas prácticas ambientales (uso de insecticidas) en zonas aledañas al área de estudio puede que hayan gestado un desbalance entre fitófagos y depredadores.

4.3. Diversidad funcional de la fauna insectil en los tratamientos

Tabla 3

Cálculo de la diversidad funcional

Estrato	Tratamiento	Trampa	FD
Bosque	T2	TR1	1,984844
Bosque	T1	TR2	3,362199
Bosque	T4	TR3	2,434142
Bosque	T3	TR4	2,751678
Bosque	T2	TR5	2,032062
Bosque	T1	TR6	1,668616
Bosque	T4	TR7	2,566226
Bosque	T3	TR8	2,158499
Bosque	T2	TR9	2,10152
Bosque	T1	TR10	2,31225
Bosque	T4	TR11	2,708356
Bosque	T3	TR12	2,382286
Borde	T3	TR1	2,426387
Borde	T4	TR2	3,112704
Borde	T2	TR3	1,663417
Borde	T1	TR4	2,675859
Borde	T3	TR5	2,942465
Borde	T4	TR6	3,51922
Borde	T2	TR7	2,944258
Borde	T1	TR8	1,97088
Borde	T3	TR9	2,982591
Borde	T4	TR10	2,494887
Borde	T2	TR11	2,7251
Borde	T1	TR12	1,592154
Quemado	T1	TR1	3,381639
Quemado	T2	TR2	2,706249
Quemado	T3	TR3	2,880919
Quemado	T4	TR4	3,030739
Quemado	T1	TR5	2,950036

Quemado	T2	TR6	3,133561
Quemado	T3	TR7	2,474146
Quemado	T4	TR8	2,751678
Quemado	T1	TR9	3,851527
Quemado	T2	TR10	3,222216
Quemado	T3	TR11	3,361484
Quemado	T4	TR12	2,80337

Para analizar este objetivo se tomó como unidad mínima a la trampa (12 trampas por estrato) con lo cual se calculó la diversidad funcional de insectos. En la tabla 3 se puede observar que, de todo el estudio, el índice más alto de diversidad funcional se obtuvo en la trampa TR9 (T1) del estrato Quemado y el menor índice lo obtuvo al estrato Borde en la trampa TR12 (T1).

Para el estrato Bosque, la trampa con mayor índice de diversidad funcional fue la TR2 (3,362199), perteneciente al tratamiento T1, mientras que la trampa que presentó menor índice de diversidad funcional fue la TR6 (1.668616), perteneciente también al tratamiento T1. En este estrato se obtuvo una trampa que dentro del rango tres de diversidad funcional (TR2), nueve trampas dentro del rango dos: TR4, TR11, TR7, TR3, TR12, TR10, TR8, TR9, TR5, pertenecientes a los tratamientos T3, T4, T4, T4, T3, T1, T3, T2, T2, respectivamente, y las restantes dentro del rango uno de diversidad funcional: TR1, TR6, que corresponden a los tratamientos T2, T1, respectivamente.

En el caso del estrato Borde, la trampa TR6, con el tratamiento T4, presentó el mayor índice (3,51922) de diversidad funcional y, por el contrario, la trampa TR12, con el tratamiento T1, presentó el menor índice de diversidad funcional (1.592154). En este estrato se obtuvo dos trampas con el índice que está dentro de un rango tres de diversidad funcional: TR6, TR2, ambas con el tratamiento T4, siete trampas que oscilan en el rango dos de diversidad funcional: TR9, TR7, TR5, TR11, TR4, TR10, TR1, pertenecientes a los tratamientos T3, T2, T3, T2, T1, T4, T3, respectivamente, y las restantes están dentro del rango uno de diversidad funcional: TR8, TR3, TR12, con los tratamientos T1, T2 Y T1, respectivamente.

En el estrato Quemado, la TR9, con el tratamiento T1, logró un índice de diversidad funcional de 3,851527, mientras que la trampa que logró el menor índice de diversidad funcional (2,474146) fue la TR7 con el tratamiento T3. Dentro de este estrato se obtuvo seis trampas que lograron un índice de diversidad funcional dentro del rango tres: TR9, TR1, TR11, TR10, TR6, TR4, con los tratamientos T1, T3, T4, T4, T2, T3, respectivamente, y seis trampas dentro del rango dos de diversidad funcional: TR5, TR3, TR12, TR8, TR2, TR7, pertenecientes a los tratamientos T1, T3, T4, T4, T2, T3,

respectivamente. Ninguna trampa obtuvo valores de diversidad funcional menores de dos.

En caso del índice de diversidad funcional por cada trampa, se pudo observar una variación entre los estratos, siendo el estrato Quemado el que presentó más trampas con un alto índice de diversidad funcional. Esta situación puede ocurrir debido a que este estrato presenta condiciones ambientales óptimas para la presencia masiva de insectos funcionalmente distintos entre sí, sin embargo, al analizar las condiciones netamente de una trampa, existen muchas variables que pueden influir en la eficiencia de esta. Según el Portal-frutícola (2018), en su Guía para la utilización de trampas de feromonas y atrayentes para el control de plagas agrícolas, menciona algunos detalles para tener en cuenta en la utilización de una trampa: época para emplear la trampa, tipo de trampa a emplear, ubicación de la trampa, densidad de la trampa, activación de la trampa y mantenimiento de la trampa. Valiéndose de esta información, se podría sustentar que cada una de las trampas que tuvieron un índice alto de diversidad funcional en los tres estratos se debe a que presentaron condiciones óptimas para desarrollar su función. Una de estas condiciones óptimas en las que se debe encontrar una trampa es el espacio libre que facilite el acceso de los insectos, además de la colocación de los dispersores de feromonas, que deben estar en una zona estratégico de la trampa para efectuar su idónea dispersión.

En cuanto a las trampas en los que se obtuvo un medio o bajo índice de diversidad funcional, puede deberse a ciertos detalles, o errores, como los cataloga Portal-frutícola (2018), y los señala: no guardar los difusores y no cambiarlos a tiempo, no limpiar las trampas de feromonas con regularidad, no colocar los difusores de feromona correctamente en el campo. En tal sentido, se presume que las trampas que obtuvieron menor índice de diversidad funcional se debió a que estaban en un lugar de poco espacio libre, o presentaron dificultades meteorológicas para la dispersión de las feromonas, o porque no se limpiaron adecuadamente y poco a poco fueron perdiendo su efectividad, o porque los dispersores de feromonas no se colocaron en un espacio adecuado para su óptima dispersión o para resguardarlo de la insolación, ya que la alta temperatura daña apresuradamente su efecto.

4.4. Atracción de feromonas sintéticas en la diversidad funcional de la fauna insectil

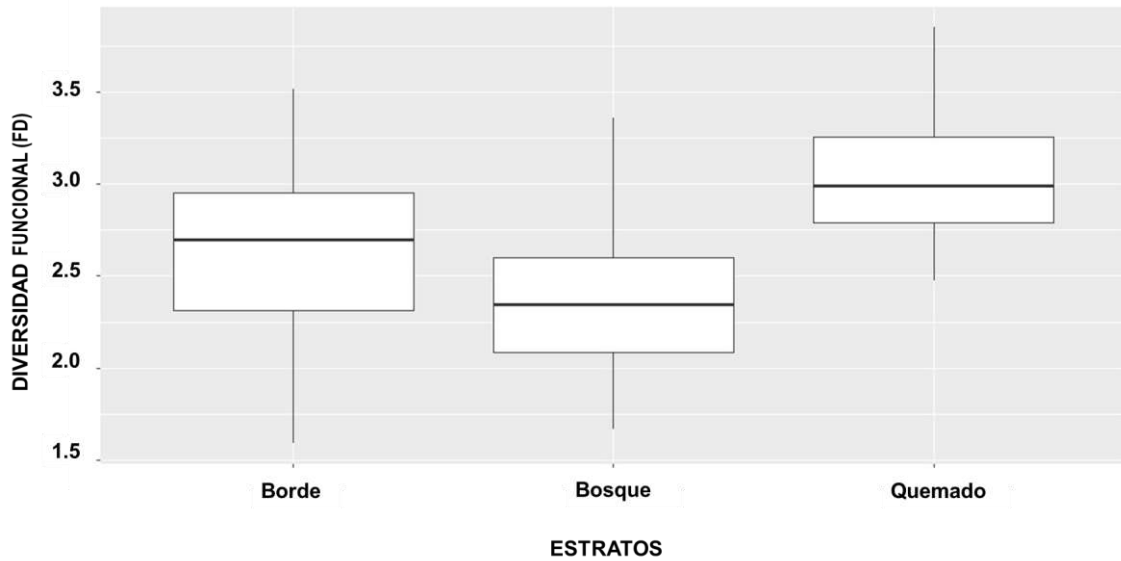


Figura 11

Representación de la diversidad funcional por cada estrato.

La Figura 11 muestra que el estrato Quemado presenta una mayor diversidad funcional respecto a los otros dos estratos, a diferencia del estrato Bosque, el cual presenta una diversidad funcional menor. Se evidencia que los datos de diversidad funcional para los tres estratos están sutilmente concentrados.

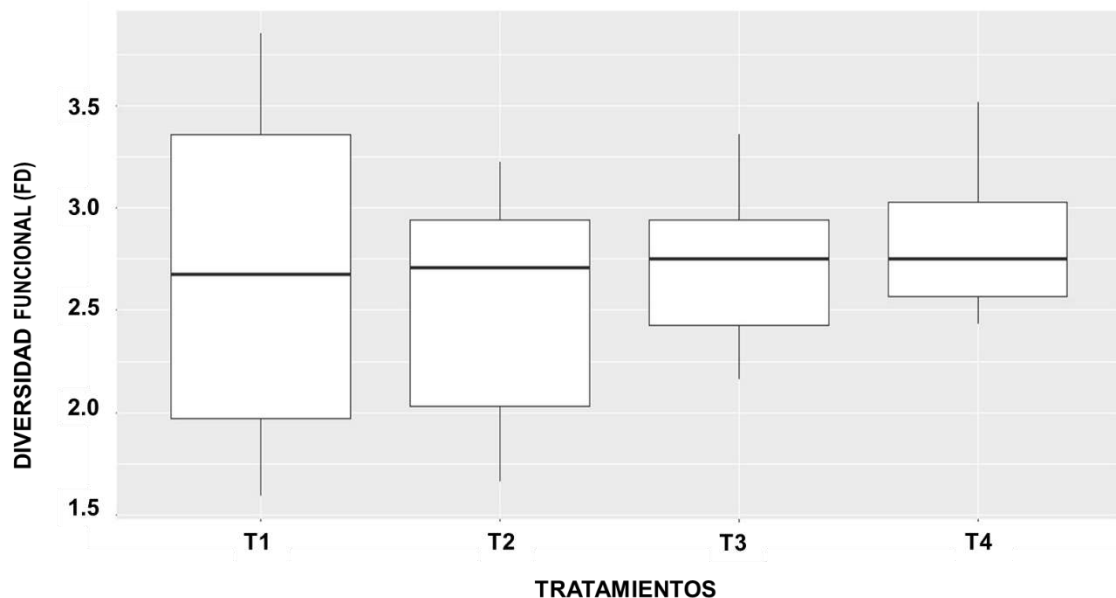


Figura 12

Representación de la diversidad funcional por cada tratamiento.

La Figura 12 Indica que todos los tratamientos presentan un valor similar de diversidad funcional, esto debido a que la mediana es muy semejante para los cuatro; sin embargo, se aprecia que los tratamientos T1 y T2 muestran una dispersión mayor de los datos de

diversidad funcional, a diferencia de los tratamientos T3 y T4, cuyos valores son más concentrados.

Tabla 4

Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Bosque

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-valor	Valor crítico (F)
Entre grupos	0,47639096 4	3	0,158796988	0,7 537	0,55	4,066
Dentro de los grupos	1,68559369 5	8	0,210699212			
Total	2,16198465 9	11				

Del análisis de varianza de los tratamientos (combinaciones de feromonas) para el estrato de Bosque, se encontró un p-valor de 0,55; es decir, mayor que 0,05. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en este estrato.

Tabla 5

Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Borde

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-valor	Valor crítico (F)
Entre grupos	1,57141340 9	3	0,52380447	1,84 760	0,22	4,066
Dentro de los grupos	2,26804022 5	8	0,283505028			
Total	3,83945363 4	11				

Del análisis de varianza de los tratamientos (combinaciones de feromonas) para el estrato de Borde, se encontró un p-valor de 0,22; es decir, mayor que 0,05. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en este estrato.

Tabla 6

Análisis de varianza de los tratamientos en el estrato Quemado

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	p-valor	Valor crítico (F)
Entre grupos	0,52692483 1	3	0,17564161	1,40 867	0,31	4,066
Dentro de los grupos	0,99748619 7	8	0,124685775			
Total	1,52441102 8	11				

Del análisis de varianza de los tratamientos (combinaciones de feromonas) para el estrato de Quemado, se encontró un p-valor de 0,31; es decir, mayor que 0,05. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en este estrato.

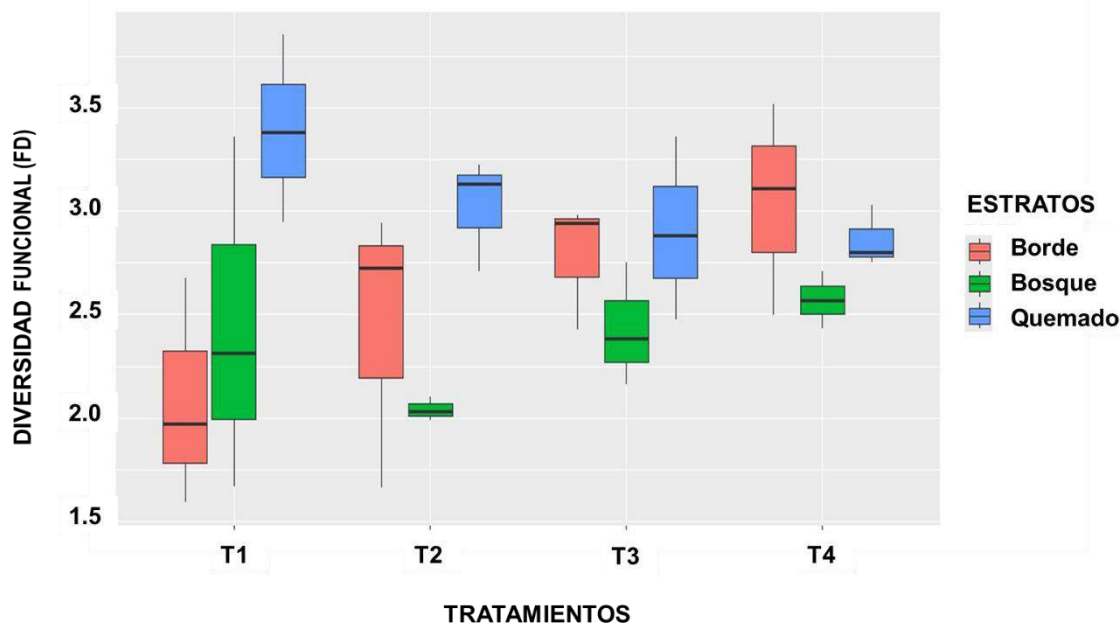


Figura 13

Representación de la diversidad funcional por cada tratamiento en cada tipo de estrato.

La Figura 13 es una representación más detallada de los datos de diversidad funcional. En ella podemos apreciar que el tratamiento T1, en cuando a Borde, atrajo una baja diversidad funcional respecto los demás tratamientos, mientras que en Bosque atrajo una diversidad funcional moderada, con una gran dispersión de los datos; sin embargo, en Quemado logró atraer una diversidad funcional mayor a cualquier otro tratamiento, siendo estos datos concentrados frugalmente.

El tratamiento T2 atrajo una diversidad funcional moderada en Borde, siendo los datos bastante dispersos, y en Bosque, aunque los datos son bastante concentrados, es el tratamiento que menor diversidad funcional logró atraer respecto a los otros tratamientos. En el estrato Quemado este tratamiento es el segundo, después de T1, en atracción de diversidad funcional.

El tratamiento T3, en cuanto a Borde, está en segundo lugar en atracción de diversidad funcional respecto a los otros tratamientos, y en Bosque efectuó una atracción semejante al tratamiento T1, a diferencia de que el tratamiento T3 presenta una altísima concentración de los datos; en Quemado es el tercer tratamiento en cuanto a la diversidad funcional con una moderada dispersión de datos.

El tratamiento T4, en Borde, logró la mayor atracción de diversidad funcional, con una dispersión de datos moderada, además, en Bosque también logró la mayor atracción de diversidad funcional respecto a los otros tratamientos, con datos altamente concentrados, sin embargo, en Quemado, aunque los datos se muestran

soberanamente concentrados, presentó la más baja atracción de diversidad funcional respecto a los otros tratamientos.

El estrato Quemado es la zona donde mayor diversidad funcional se registró, coincidiendo también con la mayor cantidad de individuos colectados; esto se debe a que, por la falta de protección vegetal, esta zona recibe una altísima temperatura, y según De La Rosa (2023) “la temperatura juega un rol importante en la presencia de las plagas (insectos), puesto que mientras más alta es la temperatura mayor es la presencia y en la temperatura más baja hay menor incidencia”; además, De La Rosa (2023) afirma que “la temperatura es el factor ambiental más importante que perjudica la dinámica poblacional de los insectos puesto que influyen sobre su fisiología y comportamiento”. Así mismo, Yaguanara (2022) afirma que El factor limitante para la presencia de insectos polinizadores (incluidos en esta investigación en el grupo funcional dieta variada) es la variable temperatura; esta variable está directamente relacionada con los géneros y la diversidad de insectos. El aumento de la temperatura aumentará la presencia y diversidad de insectos.

La mayor presencia de diversidad funcional en el estrato Quemado podría deberse a que una abundante cantidad de grupos funcionales de insectos registrados tiene preferencia por espacios abiertos (estrato Quemado) en los que puedan realizar sus actividades biológicas.

Otro de los factores por lo cual pueda haber ocurrido una diferencia significativa entre el estrato Quemado con los otros dos estratos tiene que ver con el alcance que tuvieron las feromonas, ya que en una zona más libre ocurre una dispersión mayor de los olores debido a la dinámica del viento, situación contraria que ocurre en Bosque, debido a que la densa vegetación impide una fluidez adecuada del viento y por ende la dispersión limitada de los olores, esto evita que sean detectados por los insectos (Mayorga, 2023). Otra posible limitante para el estrato Bosque es que los insectos tengan dificultades para realizar sus actividades básicas y de vuelo, debido al mismo factor de la densa vegetación. Si nos referimos al estrato Borde, que se encuentra en una zona intermedia a los otros dos estratos, su diversidad funcional registrada es más o menos un promedio entre el Bosque y el Quemado, y esto puede suponerse que se debe a que hay una compartición de fortalezas y debilidades de ambos estratos en cuanto a la diversidad funcional de insectos.

Respecto a la atracción de las feromonas se aprecia en la Figura 13 que los tratamientos tienen sus diferencias significativas (ya sea que uno es efectivo para un tipo de estrato y el otro es más efectivo para otro tipo de estrato). Esta situación también puede haber

ocurrido debido a la combinación que se realizó para cada tratamiento, aconteciendo que en los tratamientos donde se registró menor atracción, la combinación de dos o tres feromonas, lejos de reforzar el poder de atracción más bien redujeron o anularon su potencial.

Como resultado total, se obtuvo una elevada frecuencia de capturas en cuanto al género Coleóptera (528) distribuidos en 19 familias. El género en el que se suscitó menos frecuencia de capturas fue Dermáptera (3), del cual no se logró determinar hasta el nivel de familia. Así mismo, los individuos de los géneros Isóptera (3), Lepidóptera (15), Mantodea (6) tampoco pudieron ser identificados a nivel de familia, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Resumen total de los resultados obtenidos

Orden	Familia	Frecuencia de captura	
Blattodea (159)	Blattidae	159	
	Anthribidae	6	
	Brentidae	3	
	Carabidae	18	
	Cerambycidae	21	
	Chrysomelidae	84	
	Cleridae	3	
	Coccinellidae	6	
	Curculionidae	210	
	Coleóptera (528)	Dynastinae	3
		Elateridae	30
		Endomychidae	12
		Erotylidae	54
		Geotrupidae	3
		Leiodidae	3
		Scarabaeidae	3
		Staphylinidae	21
		Tenebrionidae	39
		Zopheridae	9
Dermáptera (36)	Familia 1 (NI)	36	
	Cicadellidae	6	
	Cicadidae	183	
	Coreidae	12	
Hemíptera (453)	Cydnidae	45	
	Lygaeidae	24	
	Pentatomidae	6	
	Reduviidae	39	
	Scutelleridae	138	
	Apidae	51	
	Braconidae	42	
	Hymenóptera (417)	Colletidae	30
Formicidae		258	
Vespidae		36	
Isóptera (3)	Familia 1 (NI)	3	

Lepidóptera (15)	Familia 1 (NI)	15
Mantodea (6)	Familia 1 (NI)	6
	Acrididae	18
	Gryllidae	18
Orthóptera (66)	Pyrgomorphidae	3
	Romaleidae	3
	Tettigoniidae	24
Total		1 683

Nota. NI (No identificado)

CONCLUSIONES

Se logró identificar seis grupos funcionales entre toda la población de insectos colectados en la presente investigación. Los grupos funcionales son: depredador, detritívoro, dieta variada, fitófago, fungívoro y parasitoide.

Los tratamientos actuaron de manera variada de acuerdo al estrato en el que se aplicaron. Cada tratamiento logró una atracción diferente con respecto a la diversidad funcional, quedando comprobado que dependiendo a la zona en que se quiera muestrear y al tipo de insectos que se requiera colectar, todos tienen una validez probada. La diversidad funcional de la fauna insectil obtuvo sus mayores índices en el estrato Quemado, siendo este espacio el que mayor número de trampas con un alto índice de diversidad funcional registró. Además, las otras dos zonas tuvieron un bajo número de trampas que lograron valores altos de diversidad funcional.

Los tres estratos de muestreo tienen diferencias significativas en cuanto a la presencia de grupos funcionales, siendo el estrato Quemado la zona donde se registró el mayor número de estos y el estrato Bosque la zona donde hubo menor incidencia. Las feromonas sintéticas utilizadas en esta investigación presentaron eficiencia para la colecta de insectos, sin embargo, son feromonas que no atraen todo tipo de insectos, lo cual indica que no todas pueden ser útiles si se requiere colectar una familia o un orden en específico.

RECOMENDACIONES

A los agricultores aledaños al centro de investigación Pabloyacu, recomendarles que eviten el uso de insecticidas y de otras prácticas dañinas para la fauna insectil. Más bien que traten de virar poco a poco hacia el uso analítico de trampas con feromonas para manejar el manejo de plagas que afectan sus cultivos.

A instituciones del sector agrícola y a las municipales distritales recomendarles desarrollar capacitaciones y/o escuelas de campo para incentivar a agricultores las buenas prácticas agrícolas y evitar la afección de a las familias de insectos, ya que estos individuos son muy importantes en la dinámica de los ecosistemas.

A los póstumos investigadores, recomendarles prolongar este tipo de investigaciones y replicar esta metodología en otros lugares, ya que existen muchas variables con las que se puede trabajar para generar información acerca de la diversidad funcional de la fauna insectil.

A los póstumos investigadores, recomendarles el uso de otro tipo de feromonas para comprobar la variación de la diversidad funcional.

A los póstumos investigadores, recomendarles tener muy presente el emplazamiento de trampas, ya que existen criterios óptimos que se deben seguir, lo cual permitirá que la trampa logre desarrollar su función de manera objetiva y de esta manera recolectar datos que hagan del trabajo de investigación una fuente fidedigna para póstumas investigaciones.

A los estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín, recomendarles realizar estudios referidos a la diversidad funcional de la fauna insectil, dado el caso de la poca información que se tiene sobre el tema en el medio local. Se cree conveniente incentivar a que se sigan realizando este tipo de investigaciones, tomando en cuenta las técnicas y métodos empleados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A. (2021). *Diversidad de coleoptera colectados con feromonas de agregación en el bosque reservado de la universidad agraria de la selva, Tingo María, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/2059/TS_AAC_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Amat-García, E. C. (2003). *Entomofauna_micofaga*. https://www.rds.org.co/aa/img_upload/cd3189bd6b9a1ea1575134c54f92a42c/Entomofauna_Micofaga.pdf
- Anónimo. (2008). *Experimento Split-Plot (Parcelas o cuadrantes partidas/os)*. Academic: <https://academic.uprm.edu/dgonzalez/6005/split-plot.pdf>
- Bear, R. (2022). *Khan Academy*. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/ecology-ap/biodiversity/a/community-structure#:~:text=Diversidad%20de%20especies,-La%20diversidad%20de&text=Es%20una%20funci%C3%B3n%20tanto%20del,una%20mayor%20diversidad%20de%20especies>.
- Smith, H. A., Capinera, J. L., & Martini, X. (2021). *Enemigos naturales y control biológico*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/in120>
- Castillo, D., & Silva, C. (2015). *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de taza elaborado por ASDEME, mediante pruebas aceleradas (ASLT) en dos tipos de empaque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura].
- Córdova-Tapia, F., & Zambrano, L. (2015). La diversidad funcional en la ecología de comunidad. *Asociación Española de Ecología Terrestre*, 10.
- Ephytia. (2021). *Bichos depredadores (Hemiptera)*. Ephytia. <https://ephytia.inra.fr/es/C/26162/VID-Bichos-depredadores#:~:text=Los%20insectos%20depredadores%20son%20generalmente,atacan%20presas%20debilitadas%20o%20moribundas>.
- Ghiglione, C., Zumoffen, L., Dalmazzo, M. de los M., Strasser, R., & Attademo, A. M. (2021). Diversidad y grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz y sus bordes bajo manejo convencional y agroecológico en Santa Fe, Argentina. *Ecología Austral*, 31(2), 261–276. <https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1110>

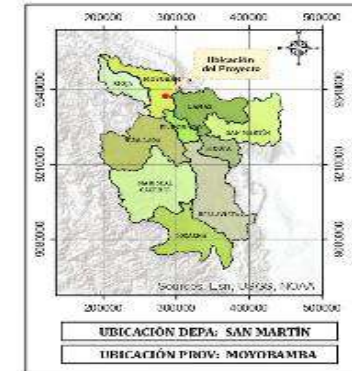
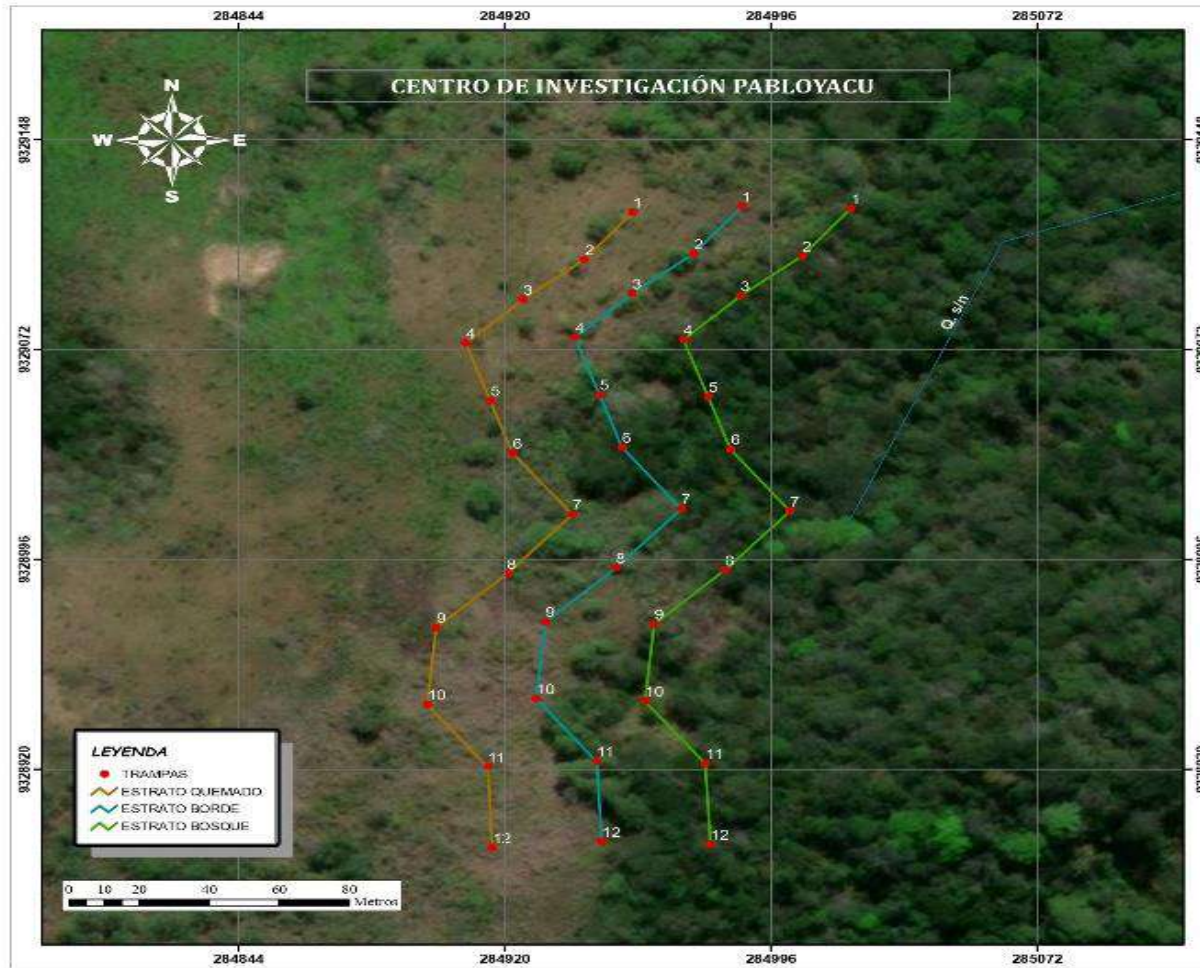
- Hussain, S. A., George, J., Reddy, G. V. P., Zeng, X., & Guerrero, A. (2021). Latest Developments in Insect Sex Pheromone Research and Its Application in Agricultural Pest Management. *Insects*, 12(6), 484. <https://doi.org/10.3390/insects12060484>
- Larsson M. C. (2016). Pheromones and Other Semiochemicals for Monitoring Rare and Endangered Species. *Journal of chemical ecology*, 42(9), 853–868. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0753-4>
- Macbride, J. (1995). Flora of Perú. *Field Museum of Natural History*, 13(3A/1): 3-200.
- Mamani, T. (2019). *Diversidad taxonómica y grupos funcionales de la fauna insectil en los cultivos*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4865/TAG00796M21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martinazzo, J., Ballen, S. C., Steffens, J., & Steffens, C. (2022). Sensing of pheromones from *Euschistus heros* (F.) stink bugs by nanosensors. *Sensors and Actuators Reports*, 4, 100071. <https://doi.org/10.1016/j.snr.2021.100071>
- Mayorga, V. J. (2023). *Potencial uso de feromonas para el control de plagas en el sector agrícola* [Pontificia Universidad Católica del Perú] https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/26590/MAYORGA_MARTINO_VANESSA_%20POTENCIAL_USO_FEROMONAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rothschuh, U. (2022). *Detritívoros: definición y ejemplos*. Ecología verde. <https://www.ecologiaverde.com/detritivoros-definicion-y-ejemplos-3987.html>
- Portal-frutícola. (2018). *Guía para la utilización de trampas de feromonas y atrayentes para el control de plagas agrícolas*. Portal frutícola. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/16/guia-para-la-utilizacion-de-trampas-de-feromonas-y-atrayentes-para-el-control-de-plagas-agricolas/>
- Martínez, M. 2008. Grupos funcionales, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 365-412
- De La Rosa, M. B. (2023). *Identificación de insectos plaga en el cultivo de limón (Citrus aurantifolia Swingle), maracuyá (Passiflora edulis F.) en la comuna Cerezal Bellavista-Colonche, Santa Elena* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península De Santa Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9744/1/UPSE-TIA-2023-0007.pdf>

- Rodríguez, A. C. (2022). *Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad El Bosque] <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/2e933fc7-8061-4b7b-9395-841aaaf6c2e6/content>
- Sánchez-Flores, P. S., Alvariño, L., & Iannacone, J. (2019). Diversidad de insectos terrestres en cuatro comunidades vegetales del área de conservación regional (acr) humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *The Biologist*, 17(1), 73–94. <https://doi.org/10.24039/rtb2019171294>
- Smith, D. (2022). *Control biológico de plagas. Los parasitoides*. Extensión en Español. <https://extensionesp.umd.edu/2022/03/03/control-biologico-de-plagas-los-parasitoides/>
- Tatistical, M. (s.f.). *Diseños de parcelas divididas en el diseño de experimentos*. Obtenido de Minitab Statistical Software: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/factorial-and-screening-designs/split-plot-designs-in-design-of-experiments/#:~:text=Un%20dise%C3%B1o%20de%20parcelas%20divididas%20es%20un%20experimen>
- Wang, H. D. (2022). Insect pest management with sex pheromone precursors from engineered oilseed plants. *Nature Sustainability*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41893-022-00949-x>
- Yaguanara, D. V. (2022). *Identificación de insectos polinizadores, usando la aplicación inaturalist en el cultivo de chocho (lupinus mutabilis sweet) basada en el manejo orgánico para la producción en 5 parroquias de la provincia de Cotopaxi 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9222/1/PC-002336.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de área de estudio y representación del diseño



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN			
PLAZA: PROMESA ORIGINADA EN EL INTERIOR DEBIDO AL DUEÑO DE LOS TERRENO Fecha: WGS 84 Zona: 18 S Proyección: UTM			
Autores: - ALMENDAR VILLEGAS, DAVID - VALERA HERRERA, JEANCOR		Ubicación: DEPTO: SAN MARTIN PROV: MOYOBAMBA DISTR: MOYOBAMBA SECTOR: MARONA	
PROYECTO DE TESIS: "Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu"			
Diseño: IDERSAM	Fecha: MAYO DE 2024	Escala: 1:1.250	LÁMINA: L-01

Anexo 2. Componentes de la base de datos usada para procesar la información

Salidas	Fecha	Estrato	Trampa	Tratamiento	Orden	Familia	Nombre común	Grupo funcional	Aparato bucal	Alas	Patas	Antenas	Cód. fotografía
1													
2													
.													
.													
.													

Anexo 3. Categorización de grupos funcionales a nivel de orden

Orden	Grupos funcionales							Total general
	Depredador	Detritívoro	Dieta variada	Fitófago	Fungívoro	Parasitoide	SGF	
Blattodea			159					159
Coleóptera	48	39	51	327	63			528
Dermáptera							36	36
Hemíptera	45			408				453
Hymenóptera	36		339			42		417
Isóptera							3	3
Lepidóptera							15	15
Mantodea							6	6
Orthóptera			18	48				66
Total general	129	39	567	783	63	42	60	1683

Anexo 4. Distribución familias por grupo funcional en el estrato Bosque

Familias	Grupo funcional							Total general
	Depredador	Detritívoro	Dieta variada	Fitófago	Fungívoro	Parasitoide	SGF	
Acrididae				6				6
Anthribidae					3			3
Apidae			3					3
Blattidae			45					45
Braconidae						3		3
Cerambycidae			3					3
Chrysomelidae				45				45
Cicadellidae				3				3
Cicadidae				57				57
Colletidae			24					24
Curculionidae				60				60
Cydnidae				27				27
Elateridae				6				6
Endomychidae			12					12
Erotylidae					6			6
Formicidae			108					108
Geotrupidae			3					3
Gryllidae			9					9
Lygaeidae				6				6
NI							21	21
Reduviidae	3							3
Scarabaeidae				3				3
Scutelleridae				3				3
Staphylinidae	6							6
Tenebrionidae		9						9

Tettigoniidae				6				6
Vespidae	6							6
Total general	15	9	207	222	9	3	21	486

Nota. NI: No identificado, SFG: Sin grupo funcional

Anexo 5. Distribución familias por grupo funcional en el estrato Borde

Familias	Grupo funcional							Total general
	Depredador	Detritívoro	Dieta variada	Fitófago	Fungívoro	Parasitoide	SGF	
Acrididae				3				3
Anthribidae						3		3
Apidae			24					24
Blattidae			60					60
Braconidae						30		30
Brentidae			3					3
Cerambycidae			6					6
Chrysomelidae				15				15
Cicadidae				45				45
Cleridae	3							3
Coccinellidae	3							3
Colletidae			6					6
Coreidae				12				12
Curculionidae				99				99
Cydnidae				9				9
Elateridae				12				12
Erotylidae						9		9
Formicidae			72					72
Gryllidae			9					9
Leiodidae						3		3
NI							24	24
Pentatomidae	3							3
Reduviidae	18							18
Scutelleridae				18				18
Staphylinidae	15							15

									59
Tenebrionidae		21							21
Tettigoniidae					12				12
Vespidae	3								3
Zopheridae				3					3
Total general	45	21	183	225	15	30	24	543	

Nota. NI: No identificado, SGF: Sin grupo funcional

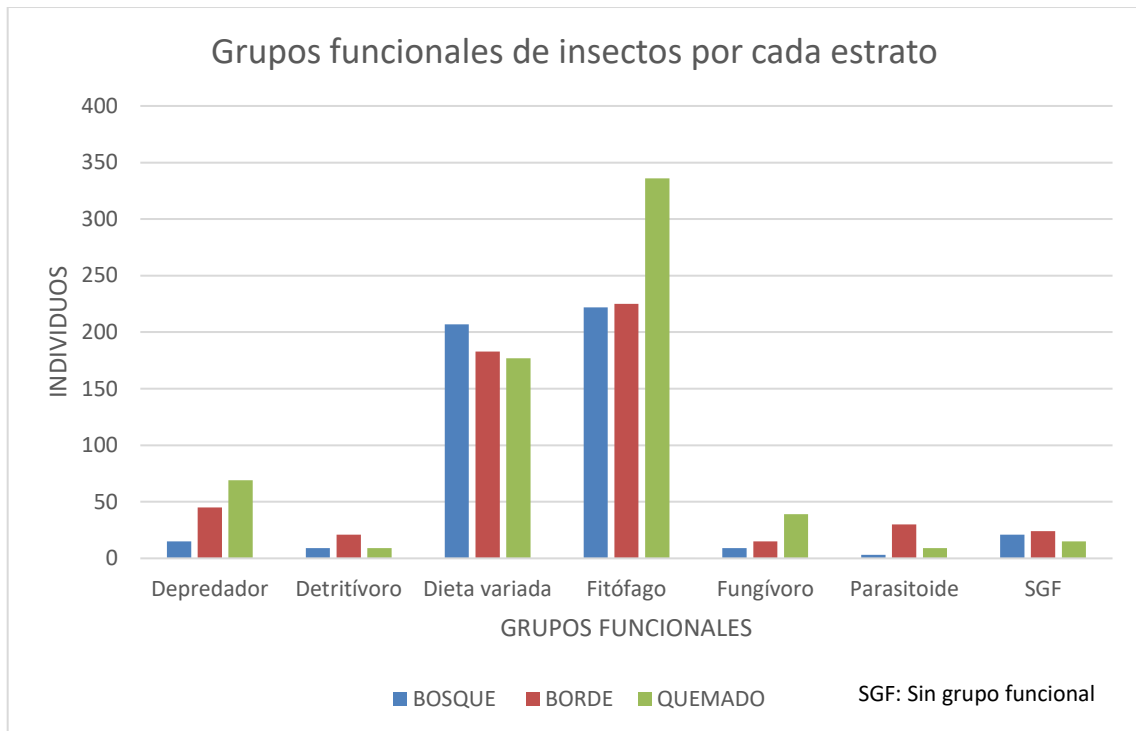
Anexo 6. Distribución familias por grupo funcional en el estrato Quemado

Familias	Grupo funcional							Total general
	Depredador	Detritívoro	Dieta variada	Fitófago	Fungívoro	Parasitoide	SGF	
Acrididae				9				9
Apidae			24					24
Blattidae			54					54
Braconidae						9		9
Carabidae	18							18
Cerambycidae			12					12
Chrysomelidae				24				24
Cicadellidae				3				3
Cicadidae				81				81
Coccinellidae	3							3
Curculionidae				51				51
Cydnidae				9				9
Dynastinae			3					3
Elateridae				12				12
Erotylidae						39		39
Formicidae			78					78
Lygaeidae				18				18
NI							15	15
Pentatomidae	3							3
Pyrgomorphidae				3				3
Reduviidae	18							18
Romaleidae				3				3
Scutelleridae				117				117
Tenebrionidae		9						9
Tettigoniidae				6				6

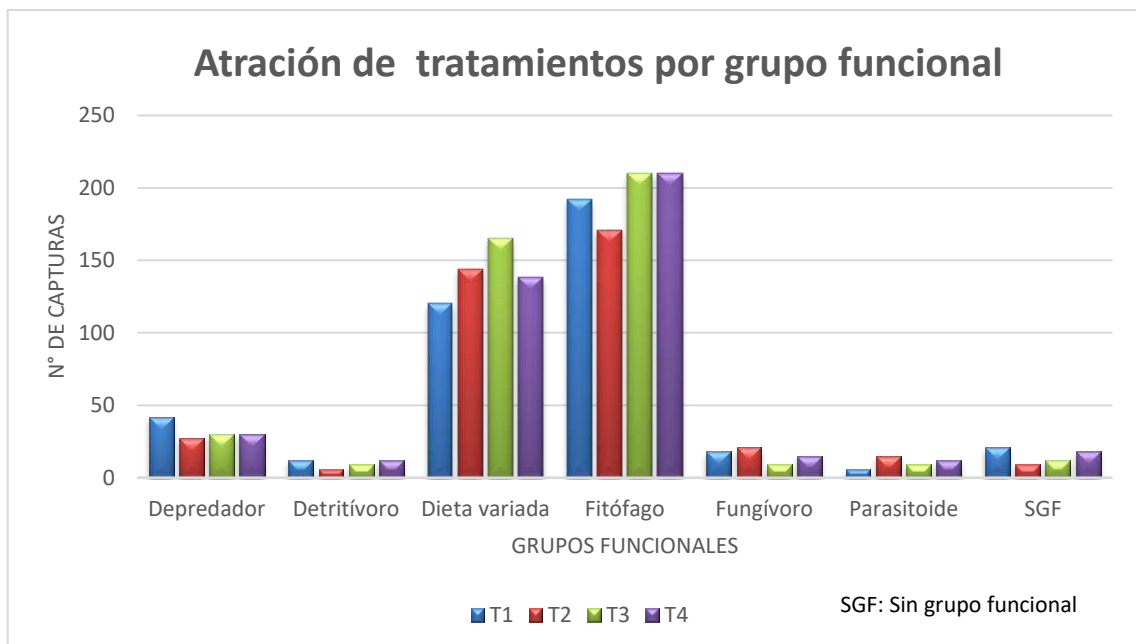
									61
Vespidae	27								27
Zopheridae			6						6
Total general	69	9	177	336	39	9	15	654	

Nota. NI: No identificado, SGF: Sin grupo funcional

Anexo 7. Gráfico de los grupos funcionales de insectos por cada estrato



Anexo 8. Gráfico de la atracción de tratamientos por grupos funcionales



Anexo 9. Panel fotográfico



Fotografía 1. Reconocimiento del área de estudio con el equipo de trabajo.



Fotografía 2. Armado de las trampas de insectos.



Fotografía 3. Emplazamiento de trampa en el estrato Quemado



Fotografía 4. Trampa fijada en un árbol en el estrato Bosque.



Fotografía 5. Recolección de insectos del depósito de la trampa.



Fotografía 6. Rotulación de los frascos de muestras.



Fotografía 7. Equipo de trabajo en actividades de identificación de muestras y procesamiento de datos.

Anexo 10. Muestras representativas de insectos por cada orden

Orden Coleoptera

Fotografía 1: Familia: Cerambycidae -
Grupo funcional: Polífago

Orden Coleoptera

Fotografía 2: Familia: Tenebrionidae -
Grupo funcional: Detritívoro

Orden Hymenoptera

Fotografía 3: Familia: Formicidae -
Grupo funcional: Dieta variada

Orden Hymenoptera

Fotografía 4: Familia: Braconidae -
Grupo funcional: Parasitoide

Orden Orthoptera



Fotografía 1: Familia: Romaleidae –
Grupo funcional: Fitófago

Orden Orthoptera



Fotografía 2: Familia: Acrididae –
Grupo funcional: Fitófago

Orden Hemiptera



Fotografía 3: Familia: Pentatomidae -
Grupo funcional: Depredador

Orden Hemiptera



Fotografía 4: Familia: Cydnidae -
Grupo funcional: Fitófago

Orden Blattodea

Fotografía 3: Familia: Blattidae -
Grupo funcional: Omnívoro

Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu

por Jhancor Nicol Valera Herrera

Fecha de entrega: 02-jul-2025 10:51a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2660991152

Nombre del archivo: TESIS_JHANCOR_02.07.2025.docx (8.04M)

Total de palabras: 10916

Total de caracteres: 62094

Diversidad funcional de la fauna insectil atraída por feromonas sintéticas en el centro de investigación Pabloyacu

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	ojs.ecologiaaustral.com.ar Fuente de Internet	1%
6	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%