TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

"VISITANTES FLORALES DE CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERÚ"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AGROFORESTAL

Presentado por:

Adela Sabrina Baque Mas (0000-0002-2903-7056)

Asesor:

Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini (0000-0002-3023-5500)

Lima – Perú

2026

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 18 de setiembre de 2025

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Santiago Hilarión Pastor Soplín
Miembro 1: Mg. Evelyn Yuliana Sánchez Sandoval
Miembro 2: Dr. Akira Armando Wong Sato

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: "**VISITANTES FLORALES DEL CULTIVO DE CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERÚ**", con código de proyecto: 197-2019-PRE10

Presentada por el egresado:

- Adela Sabrina Baque Mas

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal

Asesorados por: Mg. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del egresado de la carrera de Ingeniería Agroforestal en la sustentación, se concluye de manera unánime (X) / por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Adela Sabrina Baque Mas			Nota (en letras): catorce
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. Santiago Hilarión Pastor Soplín
Presidente del Jurado

Mg. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini
Asesor

Mg. Evelyn Yuliana Sánchez Sandoval
Miembro 1

Dr. Akira Armando Wong Sato
Miembro 2

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 04 de noviembre del 2025

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo Adela Sabrina Baque Mas, egresada de la carrera de ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Mg. Sc. Alfonso Diulio Lizárraga Travaglini, declaramos que este informe final de tesis titulado: "VISITANTES FLORALES DE CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERÚ", sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero Agroforestal, es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI:
75607023

Firma del asesor de tesis
DNI:
06809873

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Visitantes florales del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Satipo, región Junín, Perú

Autores. Adela Sabrina Baque Mas

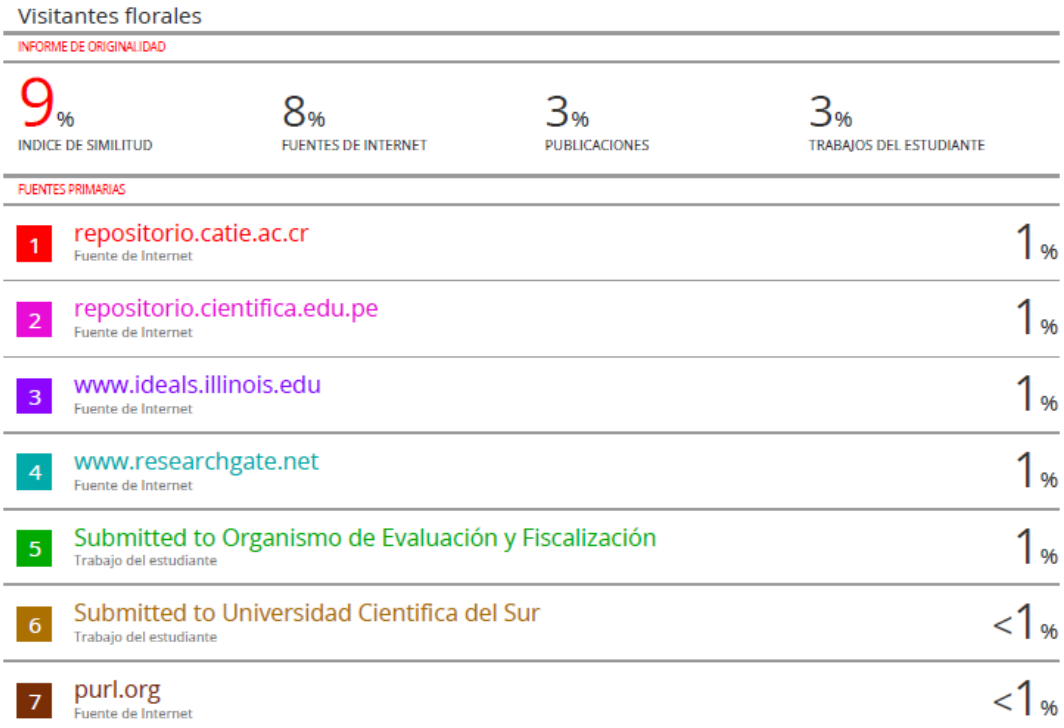
Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 3008629065).

Código de registro. 197-2019-PRE10

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Visitantes florales

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.catie.ac.cr Fuente de Internet	1%
2	repositorio.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.ideals.illinois.edu Fuente de Internet	1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	<1%
7	purl.org Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi abuela por ser mi ángel guardián y a mi mamá por ser el soporte de mi familia, y darme las fuerzas necesarias para seguir adelante. También a todas las personas especiales que me ayudaron en el proceso de culminación.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

AGRADECIMIENTOS

Al Mg Sc. Alfonso Lizárraga, asesor de tesis, por compartir sus conocimientos y base intelectual.

A la señorita Bethzabé Hurtado y a los propietarios de la finca “Bungalows H & E”, por su amabilidad, por confiar en el trabajo realizado, su hospitalidad y apoyo a la investigación.

A la Dr. Rafael Alvis, Raul Olaechea y allegados a los laboratorios de la Universidad Científica del Sur, Carrera de Ingeniería Agroforestal, por las facilidades en el procesamiento de las muestras.

A la entomóloga Candy Carrera, por apoyo y la ayuda en las descripciones taxonómicas.

Al Profesor Freddy Barona por su empatía, ayuda y guía en el proceso de tesis.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice General.

A. Índice de Figuras 8

B. Índice de tablas 12

I. Planteamiento del problema 16

II. **Marco teórico** 19

2.1. Antecedentes 19

2.2. Generalidades 24

2.2.1. Aspectos generales del cacao (*Theobroma cacao* L.) 24

2.2.1.1. Ubicación taxonómica del cacao (*Theobroma cacao* L.) 25

2.2.1.2. Origen del cacao 26

2.2.1.3. Polen de cacao 28

2.2.1.4. Situación e importancia del cacao en el mundo 29

2.2.1.5. El cacao en el Perú 31

2.2.1.6. Entomofauna asociada a la floración y polinización potencial . 33

III. Hipótesis y objetivos 36

3.1. Hipótesis de investigación 36

3.2. Objetivo general 36

3.2.1. Objetivos específicos 36

VI. Metodología 37

4.1. Ubicación 37

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.2. Método de recolección de visitantes florales en el cultivo de cacao. 38

4.2.1. Colecta con aspiradores entomológicos. 39

4.2.2. Colecta con trampa van Someren-Rydon. 40

4.2.3. Las trampas Malaise modelo Townsend 42

4.2.4. Datos meteorológicos. 43

4.3. Etapa de gabinete 44

4.3.1.1. Transporte de las muestras entomológicas 45

4.3.1.2. Preservación y montaje de especímenes 45

4.3.1.3. Etiquetado y depósito en colección 46

4.4. Análisis estadístico 47

4.4.1. Medición de índices 48

V. Resultados 51

5.1. Estructura general de la entomofauna visitante floral 51

5.2. Entomofauna de visitantes florales específicos 52

5.3. Análisis de diversidad alfa por parcela 60

5.3.1. Parcela 01 60

5.3.2. Parcela 02 61

5.3.3. Parcela 03 63

5.3.4. Parcela 04 65

5.3.5. Parcela 05 67

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

5.4. Análisis estadístico 69

5.4.1. Índice de Margalef (Mg) 69

5.4.2. Índice de Menhinick (*Mh*) 70

5.4.3. Índice de Shannon (*H'*) 71

5.4.4. Índice de Dominancia (*D*) 72

5.4.5. Índice de Pielou (*J*) 73

5.5. Análisis de diversidad alfa según tipo de trampa por parcela. 74

5.5.1. Parcela 01 75

5.5.2. Parcela 02 76

5.5.3. Parcela 03 77

5.5.4. Parcela 04 78

5.5.5. Parcela 05 79

5.6. Análisis de interacción entre las trampas 80

5.7. Comparación de índices de diversidad beta por parcelas y trampas. 82

5.7.1. Índice de Margalef (Mg) 82

5.7.2. Índice de Menhinick (Mh) 83

5.7.3. Índice de Shannon (H') 84

5.7.4. Índice de Dominancia (D) 85

5.7.5. Índice de Pielou (J) 86

5.8. Curva de acumulación de especies 87

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

VI. Discusión 89

VII. Conclusiones 94

A. Índice de Figuras

Figura 1. Distribución de los cinco puntos de muestreo. 37

Figura 2. Etapas de las fases fenológicas del cacao, Senamhi 2020. 39

Figura 3. Método de colecta de insectos polinizadores con el método de aspirador Bioquip #1135 40

Figura 4. Método de colecta de insectos polinizadores con las trampas van Someren-Rydon 41

Figura 5. Método de colecta de insectos polinizadores con las trampas Malaise modelo Townsend 43

Figura 6. Datos meteorológicos del Senamhi de los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2019. 44

Figura 7. Procesamiento de muestras en el laboratorio de Ingeniería Agroforestal en la Universidad Científica del Sur. 47

Ilustración 8. Abundancia y riqueza de las morfoespecies de visitantes florales en relación con el total de la entomofauna colectada. 52

Figura 9. Tachinidae sp1 (Diptera: Tachinidae) 54

Figura 10. *Forcipomyia* sp (Diptera: Ceratopogonidae). 54

Figura 11. Loncheidae sp1 (Diptera: Loncheidae). 55

Figura 12. Mycetophilidae sp1 (Diptera: Mycetophilidae). 55

Figura 13. Sciaridae sp1 (Diptera: Sciaridae). 56

Figura 14. Syrphidae sp2 (Diptera: Syrphidae). 56

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 15. Dolichoderinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae). 57

Figura 16. Myrmicinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae)..... 57

Figura 17. Pseudomyrmicinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae). 58

Figura 18. Formicinae sp.1 (Hymenoptera: Formicidae). 58

Figura 19. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, visitantes extraflorales y visitantes intraflorales en todas las parcelas evaluadas. 59

Ilustración 20. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 01. 60

Figura 21. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 01. 61

Figura 22. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 02. 62

Figura 23. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 02. 63

Ilustración 24.Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 03. 64

Figura 25. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 03. 65

Figura 26. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 04 66

Figura 27. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 04. 67

Figura 28. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 05. 68

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 29. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 05. 69

Ilustración 30. Índices de Margalef (Mg) en las 5 parcelas. 70

Figura 31. Índices de Menhinick (Mh) en las 5 parcelas. 71

Figura 32. Índices de Shannon (H') en las 5 parcelas. 72

Figura 33. Índices de Dominancia (D) en las 5 parcelas. 73

Figura 34. Índices de Pielou (J) en las 5 parcelas. 74

Figura 35. Abundancia y diversidad de insectos en las 5 parcelas. 75

Figura 36. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 01. 76

Figura 37. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 02. 77

Figura 38. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 03. 78

Figura 39. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 04. 79

Figura 40. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 05. 80

Figura 41. Riqueza de morfoespecies seleccionadas según el tipo de trampa en las 5 parcelas evaluadas. 81

Figura 42. Abundancia de morfoespecies seleccionadas según el tipo de trampa en las 5 parcelas evaluadas. 82

Figura 43. Índices de Margalef (Mg) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas. 83

Figura 44. Índices de Menhinick (Mh) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas. 84

Figura 45. Índices de Shannon (H') en las trampas por las 5 parcelas evaluadas. 85

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 46. Índices de Dominancia (D) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas. 86

Figura 47. Índices de Pielou (J) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.. 87

Ilustración 48. Curva de acumulación de especies en las 5 parcelas evaluadas. 87

Figura 49. Desarrollando trabajo de colecta en la Trampa Malaise..... 111

Figura 50. Desarrollando trabajo de colecta en la Trampa Malaise..... 111

Figura 51. Desarrollando trabajo de colecta en la trampa Van Someren Ryle. 112

Figura 52. Punto de muestreo 1; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.) 112

Figura 53. Punto de muestreo 2; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.) 112

Ilustración 54. Punto de muestreo 3; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.) 113

Figura 55. Punto de muestreo 4; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.) 113

Ilustración 56. Punto de muestreo 5; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.) 113

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

B. Índice de tablas

Tabla 1. Entomofauna colectada en el cultivo de cacao en Satipo – Junín (campaña 2019-2020). 51

Tabla 2. Composición taxonómica y abundancia relativa de los visitantes florales específicos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Satipo – Junín. ... 53

Tabla 3. Morfoespecies y familias de especímenes colectados. 114

Tabla 4. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Margalef por parcelas. 118

Tabla 5. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Menhinick por parcelas. 119

Tabla 6. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Shannon por parcelas. 120

Tabla 7. Análisis de varianza de la prueba de dominancia de Simpson por parcelas. 121

Tabla 8. Análisis de varianza de la prueba de Equitatividad de Pielou por parcelas. 122

Tabla 9. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Margalef por trampas. 123

Tabla 10. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Menhinick por trampas. 123

Tabla 11. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Shannon por trampas. 124

Tabla 12. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Simpson por trampas. 125

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 13. Análisis de varianza de la prueba de Equitatividad de Pielou por trampas. 126

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resumen

Theobroma cacao L. es un cultivo cuya polinización es fundamentalmente entomófila, debido a que las características morfológicas de la flor limitan la transferencia de polen por otros agentes naturales. Aunque se reconoce a los dípteros de la familia Ceratopogonidae (géneros *Forcipomyia*, *Dasyhelea* y *Atrichopogon*) como los principales polinizadores, el conocimiento sobre la comunidad general de visitantes florales en la región aún es incompleto. El objetivo de esta investigación fue evaluar la diversidad y abundancia de los visitantes florales del cacao bajo sistemas agroforestales en una finca productiva en la provincia de Satipo, Junín, sector donde este cultivo representa cerca del 80% del ingreso familiar. Para ello, se realizaron muestreos y conteos de insectos en cinco parcelas previamente establecidas de 50×20 metros, evaluando además las variables ambientales y de manejo asociadas a su presencia. Los resultados determinaron una alta diversidad de insectos en las parcelas evaluadas, destacando una mayor abundancia del orden Hymenoptera en comparación con el orden Diptera. Asimismo, se encontró que la composición del terreno, la riqueza de especies y la densidad de especies frutales presentan una relación directa y significativa con la abundancia de los visitantes florales. Estos hallazgos sugieren que el diseño del sistema agroforestal influye directamente en la conservación de la entomofauna asociada al cultivo de cacao, ofreciendo pautas críticas para el manejo técnico y la sostenibilidad de los sistemas productivos en la Amazonía peruana.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, entomofauna, diversidad, abundancia, visitantes florales, Satipo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Abstract

Theobroma cacao L. is a crop whose pollination is fundamentally entomophilous, given that the morphological characteristics of the flower limit pollen transfer by other natural agents. Although dipterans of the Ceratopogonidae family (genera *Forcipomyia*, *Dasyhelea*, and *Atrichopogon*) are recognized as the primary pollinators, knowledge regarding the general community of floral visitors in the region remains incomplete. The objective of this research was to evaluate the diversity and abundance of cocoa floral visitors under agroforestry systems on a productive farm in the province of Satipo, Junín, a sector where this crop represents nearly 80% of family income. To this end, insect sampling and counts were conducted in five previously established plots measuring 50 × 20 meters, while additionally evaluating environmental and management variables associated with their presence. The results determined a high diversity of insects within the evaluated plots, highlighting a greater abundance of the order Hymenoptera compared to the order Diptera. Furthermore, it was found that land composition, species richness, and fruit species density exhibit a direct and significant relationship with the abundance of floral visitors. These findings suggest that the design of the agroforestry system directly influences the conservation of the entomofauna associated with cocoa cultivation, offering critical guidelines for the technical management and sustainability of production systems in the Peruvian Amazon.

Keywords: Agroforestry systems, entomofauna, diversity, abundance, floral visitors, Satipo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

I. Planteamiento del problema

En la Amazonía peruana, los agroecosistemas dedicados al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) albergan comunidades bióticas complejas cuya dinámica interactiva es fundamental para el éxito productivo (Deus & Silva, 2020). A pesar de su importancia, en la actualidad existe un vacío de conocimiento crítico respecto a la composición exacta y la estructura comunitaria de los insectos que actúan como visitantes florales en estas plantaciones (Ríos, 2015). En la literatura científica persiste una falta de delimitación conceptual y cuantitativa entre aquellos organismos de la entomofauna que realizan visitas frecuentes a las estructuras florales motivados por la búsqueda de recursos: como refugio, néctar o apareamiento; aquellos que cumplen con un rol polinizador efectivo mediante la transferencia exitosa de gametos (Jaramillo et al., 2018; Vansynghel et al., 2022). Esta distinción es crucial, ya que la presencia de un ensamble diverso de visitantes florales complementarios no solo estabiliza el servicio de polinización, sino que regula las redes tróficas dentro del agroecosistema (Nieto-Rodríguez et al., 2022). Por lo tanto, el inventario taxonómico y la caracterización estructural de estos componentes bióticos representan una línea base biológica imperativa, indispensable antes de diseñar e implementar cualquier estrategia de conservación o manejo técnico de la biodiversidad en el cultivo (Garibaldi et al., 2016).

La estabilidad poblacional y los índices de diversidad de la entomofauna en los entornos agrícolas están experimentando severas presiones debido a factores antropogénicos y perturbaciones ambientales globales. El uso indiscriminado de paquetes tecnológicos agroquímicos, la simplificación y fragmentación del

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

paisaje natural, y las anomalías climáticas asociadas al cambio global representan las amenazas más agudas para estos insectos (Gemmill-Herren, 2016; Maglianesi, 2016; Obeso & Herrera, 2018). El impacto de estas variables sobre los gremios de insectos degrada directamente la resiliencia de los servicios ecosistémicos, incidiendo negativamente en la sostenibilidad de los cultivos que dependen de la polinización entomófila (Asela et al., 2014). Las investigaciones históricas señalan de manera uniforme a los dípteros de la familia Ceratopogonidae, específicamente del género *Forcipomyia*, como los vectores biológicos esenciales para la fecundación del cacao (Kaufmann, 1975; Sánchez et al., 2001), la evidencia científica contemporánea resalta que la eficiencia de este proceso depende de una estructura comunitaria mucho más amplia de visitantes florales (Deus & Silva, 2020). Estos grupos cohabitan el espacio floral y su abundancia es relativa a la heterogeneidad y conectividad botánica del entorno agroforestal (Vansynghel et al., 2022). A escala de la selva central peruana, donde las condiciones de alta precipitación y humedad configuran nichos ecológicos particulares, la respuesta de estos gremios ante los regímenes de sombra sigue sin ser esclarecida empíricamente (Ríos, 2015), existiendo escasos reportes que evalúen cómo la composición botánica local altera estos ensambles de insectos (Valenzuela & García, 2021).

En el contexto nacional, el cultivo de cacao se ha consolidado como un motor socioeconómico estratégico para el Perú. Los reportes estadísticos sectoriales consolidan un volumen de exportación anual que supera las 135,000 toneladas métricas, abarcando una superficie cosechada mayor a las 180,000 hectáreas, lo cual inyecta a la economía nacional un valor FOB superior a los USD 450 millones en divisas, teniendo como principales destinos comerciales a la Unión

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Europea y los Estados Unidos (MIDAGRI, 2024). Asimismo, esta cadena de valor agraria sustenta la economía familiar al generar más de 11 millones de jornales anuales, beneficiando de forma directa a cerca de 100,000 familias de las regiones amazónicas (Cámara Peruana del Café y Cacao, 2025). A pesar de la relevancia crítica de este sector productivo en la región Junín, y específicamente en las zonas de vida características de la ceja de selva y selva baja, los estudios locales enfocados en cuantificar y caracterizar la biodiversidad entomológica asociada a la floración del cultivo siguen siendo alarmantemente escasos. Esta carencia de información empírica sectorizada impide que los productores de la provincia de Satipo diseñen e implanten sistemas agroforestales eficientes que configuren microhábitats óptimos para salvaguardar y potenciar la entomofauna benéfica del agroecosistema.

La presente investigación atiende esta necesidad científica mediante el inventario sistemático, la identificación taxonómica y el análisis de la abundancia relativa de los visitantes florales en las parcelas cacaoteras de la provincia de Satipo. Los hallazgos empíricos generados permitirán evaluar por primera vez en la zona la relación existente entre las variables estructurales del entorno agroforestal (como la riqueza y densidad de especies frutales concurrentes) y la dinámica de las comunidades de insectos asociadas a la floración, diferenciando su actividad entre visitantes extraflorales y visitantes intraflorales. De este modo, el estudio aportará datos científicos rigurosos orientados a la transición hacia modelos de gestión agrícola sostenible y conservación biológica en la selva central peruana. La investigación plantea como objetivo general determinar la abundancia y diversidad de los visitantes florales en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Satipo, Región Junín.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Las comunidades biológicas en los agroecosistemas tropicales se estructuran mediante variables de interacción complejas que se logran diferenciar a través de dos descriptores ecológicos fundamentales: la riqueza de especies (número de entidades taxonómicas presentes) y la abundancia (conteo cuantitativo de individuos por taxón) (Campbell & Reece, 2007). En el entorno agroforestal de *Theobroma cacao* L., el análisis integrado de ambos descriptores es un requisito mandatorio para caracterizar la diversidad biótica asociada a los picos de floración. Las investigaciones enfocadas en inventariar estos complejos gremios demostraron la alta diversidad que alberga el cultivo; por ejemplo, en regiones de África occidental, Adjaloo y Oduro (2013) catalogaron un ensamble de 2,721 insectos visitantes florales distribuidos en 7 órdenes y 36 especies distintas, evidenciando que la arquitectura floral del cacao sostiene una comunidad entomológica altamente heterogénea.

No obstante, desde la perspectiva de la ecología de comunidades y la morfología funcional, es imperativo establecer una rigurosa distinción conceptual entre la entomofauna asociada al agroecosistema, los visitantes extraflorales y aquellos catalogados como visitantes intraflorales. Investigaciones previas señalan que la presencia de un insecto en la estructura floral no equivale automáticamente a una correspondencia mecánica o funcional directa con el perianto (Faegri & van der Pijl, 1979). Taxones altamente abundantes dentro del agroecosistema, tales como los gremios de hormigas (Formicidae), a pesar de interactuar directamente con la superficie externa de la flor, poseen dinámicas de forrajeo periféricas. Por

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

consiguiente, estos grupos se desempeñan primordialmente como visitantes extraflorales, diferenciándose de la actividad realizada por los visitantes intraflorales (como los dípteros diminutos de las familias Ceratopogonidae o Cecidomyiidae) cuyas adaptaciones anatómicas y conductuales les permiten operar eficazmente en el interior del capuchón petalar (INIAP, 1993; Young, 1994; Córdoba et al., 2013). De igual manera, esta delimitación permite aislar del análisis floral a la entomofauna asociada al agroecosistema, cuya actividad en la parcela responde a dinámicas biológicas independientes de la morfología de la flor.

Un fenómeno homólogo ocurre con los formícidos (hormigas). Los reportes históricos pioneros de Soetardi (1950) indicaban que hasta un 23.3% de la entomofauna capturada en plantaciones correspondía a géneros como *Solenopsis* sp., *Pheidole* sp., *Wasmannia auropunctata* y *Crematogaster* sp. Sin embargo, su función en el éxito reproductivo del cultivo ha sido descartada o permanece bajo severa discusión. Leston (1970) demostró que el rol de las hormigas en el cacao es estrictamente perimetral y conductual, exhibiendo un espaciamiento homogéneo regulado por una intensa competencia interespecífica. Debido a la morfología especializada y restrictiva de la flor del cacao (Feinsinger & Swarm, 1978), las hormigas raramente logran penetrar en el receptáculo floral interno para ejecutar la transferencia de polen, actuando más bien como reguladores del microambiente del árbol (Janzen, 1977). Adicionalmente, se ha documentado que las perturbaciones antropogénicas, como la aplicación indiscriminada de insecticidas sintéticos, desestabilizan la dispersión de estos formícidos, fracturando el equilibrio trófico general del agroecosistema (Leston, 1970).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La literatura científica se mantiene en consenso al identificar a los microdípteros de la familia Ceratopogonidae como los agentes polinizadores primarios y eficaces del cacao. El reconocimiento de este vínculo ecológico comenzó a consolidarse formalmente a mediados del siglo pasado, cuando Glendenning en 1958, determinó que los mosquitos del género *Forcipomyia* spp. constituían el grupo dominante en las flores. Dicho hallazgo fue validado experimentalmente mediante ensayos mecánicos con bolsas de exclusión selectiva; estas estructuras impidieron el acceso de insectos medianos y grandes, demostrando que únicamente los microdípteros de dimensiones milimétricas eran capaces de ingresar a la flor, efectuar la polinización y consolidar el cuajado del fruto (Pesantes, 2011). Posteriormente, evaluaciones morfométricas exhaustivas confirmaron que las dimensiones microscópicas de estos dípteros representan una adaptación evolutiva, permitiéndoles sortear la barrera anatómica de los estaminodios y la cápsula de los pétalos, espacio que emplean como zona de refugio y alimentación (Soria, 1970; Borkent & Spinelli, 2007). Al respecto, Goitia et al. (1992) sugirieron un proceso de coevolución y especialización mutua entre la disposición de las setas corporales del insecto y la arquitectura anatómica interna de la flor.

En el ámbito biogeográfico neotropical, la riqueza de este grupo es masiva, registrándose formalmente 1,095 especies de Ceratopogonidae distribuidas en géneros clave como *Forcipomyia*, *Atrichopogon*, *Dasyhelea* y *Stilobezzia*, los cuales colonizan nichos ecológicos definidos por altos gradientes de humedad (Borkent & Spinelli, 2007). Los patrones biológicos de visitación difieren sutilmente entre géneros; en *Forcipomyia*, la polinización es ejercida casi de forma exclusiva por las hembras en su búsqueda de recursos reproductivos (De

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

la Cruz & Soria, 1973), mientras que en el género *Atrichopogon*, si bien ambos sexos visitan las estructuras florales para abastecerse de carbohidratos, las hembras exhiben una mayor frecuencia de contacto estigmático debido a la necesidad fisiológica de extraer polen como fuente proteica para la maduración de sus huevos (Young, 1983). A nivel global, la dominancia de especies específicas varía según la región; en el Neotrópico, Soria et al. (1980) identificaron a *F. blantoni*, *F. tuberculata* y *Forcipomyia* sp. como las especies con mayor tasa de visitación efectiva en Costa Rica, en contraste con África Occidental (Ghana), donde subgéneros como *Forcipomyia (Euprojoannisia)*, *F. ashantii*, *F. lepidohelea* e *F. inornatipennis* lideran la eficiencia del servicio ecosistémico (Brew, 1984; Ramos, 2011).

Se ha determinado que las fluctuaciones poblacionales de *Forcipomyia* demuestran una sincronía biológica estricta con los picos de floración del cacao, mediada tanto por factores morfológicos del cultivo como por la disponibilidad de los estigmas del polen (Young, 1983). No obstante, al poseer larvas de hábitos detritívoros, la permanencia de estos ceratopogónidos está supeditada de manera directa a la gestión de la materia orgánica del suelo (Borkent & Spinelli, 2007). Las parcelas comerciales caracterizadas por el uso intensivo de insumos sintéticos y la remoción de la cobertura vegetal experimentan colapsos en la abundancia de estos dípteros; por el contrario, los modelos de producción orgánica o diversificada que conservan un espeso mantillo de hojarasca estimulan el incremento de los sitios de oviposición y el óptimo desarrollo larvario (Ramos, 2011).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estudios clásicos y contemporáneos coinciden en que la disposición estratégica de desechos vegetales porosos, tales como pseudotallos de banano y cáscaras de cacao, actúa como un amortiguador microclimático crítico que retiene altos niveles de humedad relativa, multiplicando las poblaciones de ceratopogónidos en una proporción de 10 a 1 en comparación con suelos desnudos (Young, 1983; Ramos, 2011). Esta necesidad de mantener sustratos húmedos y un dosel de sombra equilibrado ha sido respaldada por estudios cuantitativos y experimentales recientes, los cuales corroboran que la optimización de los servicios de polinización y el incremento de la abundancia de microdípteros requieren un manejo holístico del mantillo orgánico y de la heterogeneidad vegetal del entorno (Nieto-Castañeda & Ramírez-Sánchez, 2020; Frimpong et al., 2023).

Finalmente, la literatura nos dice que la correcta interpretación de la diversidad de insectos asociados al cultivo exige evaluar críticamente las metodologías de muestreo empleadas. Deus y Silva (2020) advierten que el uso de trampas pasivas y cromáticas genera sesgos metodológicos documentados que tienden a sobrerrepresentar órdenes voladores masivos (como Hymenoptera y Diptera), razón por la cual los registros obtenidos mediante estas técnicas deben catalogarse formalmente como inventarios de visitación floral potencial y no como indicadores biológicos directos de éxito reproductivo o cuajado. Asimismo, se ha demostrado que la complejidad del paisaje agroforestal ejerce efectos diferenciales sobre las comunidades de insectos, pues tiende a modificar significativamente la riqueza general de los visitantes florales complementarios, pero no altera necesariamente la densidad absoluta de los polinizadores (Ramírez-Gómez & Aguilar-Sánchez, 2021).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Esta evidencia justifica de forma concluyente la pertinencia de la presente investigación en la provincia de Satipo (Selva Central del Perú). Bajo el reconocimiento de dichos sesgos e interacciones botánicas locales, resulta indispensable establecer la línea base de la comunidad de visitantes florales dentro de sistemas diversificados, consolidando un aporte científico clave para la sostenibilidad biológica del cultivo frente a las dinámicas ecológicas globales y las demandas de conservación actuales (Deere & Struebig, 2022; Vansynghel et al., 2022).

2.2. Generalidades

2.2.1. Aspectos generales del cacao (*Theobroma cacao* L.)

El género *Theobroma* se encuentra clasificado taxonómicamente dentro de la familia Malvaceae, específicamente bajo la subfamilia Byttnerioideae, y está compuesto por 22 especies botánicas distintas que se desarrollan de forma natural en los estratos bajos de los bosques tropicales lluviosos. El área de distribución nativa de este género se extiende desde la cuenca del Amazonas, en América del Sur, hasta la región meridional de México, abarcando una franja latitudinal comprendida entre los 18° Norte y los 15° Sur (Thomas et al., 2012). Su mayor centro de diversidad específica y variabilidad genética se ubica sólidamente en la región amazónica, comprendiendo los territorios actuales de Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia (Motamayor et al., 2008). Morfológicamente, las especies del género *Theobroma* se caracterizan por ser árboles ramificados de hojas simples que desarrollan un fruto indehiscente carnoso comúnmente denominado mazorca. A pesar de la existencia de otras especies del mismo género que son aprovechadas de manera estrictamente local y sin

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

trascendencia en los mercados masivos, el abastecimiento y la producción comercial global de cacao se obtienen exclusivamente a partir del cultivo técnico de la especie *Theobroma cacao* L. (Dostert, 2011).

2.2.1.1. Ubicación taxonómica del cacao (*Theobroma cacao* L.)

La determinación taxonómica de la especie responde a los sistemas modernos de clasificación botánica para las angiospermas. Históricamente, el cultivo fue asignado a la familia independiente Sterculiaceae; sin embargo, sobre la base de análisis filogenéticos contemporáneos y las directrices del Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, el género *Theobroma* ha sido reubicado formalmente dentro de la familia Malvaceae, compartiendo características estructurales y evolutivas con dicho clado (APG IV, 2016). De este modo, la jerarquía taxonómica oficial para el cacao se establece de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Tipo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Theobroma*

Especie: *T. cacao* L.

A nivel de sistemática vegetal, la validez nomenclatural de la especie está respaldada por la descripción original de Carlos Linneo (*Linné*, 1753), fijando a *Theobroma cacao* L. como la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

especie tipo del género. Esta clasificación es la que rige de manera uniforme para los estudios de diversidad y entomofauna asociada en los agroecosistemas tropicales (Sánchez & Garcés, 2012).

2.2.1.2. Origen del cacao

El centro de origen primario del cacao se localiza en la región de la alta Amazonía, abarcando las cuencas hidrográficas que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, siendo esta zona geográfica la que concentra la mayor variabilidad y diversidad genética de la especie (Ríos, 2011). Desde este núcleo amazónico, el germoplasma se dispersó hacia Mesoamérica y Centroamérica, regiones donde fue domesticado y cultivado activamente por diversas culturas prehispánicas durante más de tres milenios. En el ámbito de la biogeografía histórica, los flujos de dispersión comercial transoceánica documentan que el cacao fue introducido desde Brasil hacia la colonia portuguesa de Príncipe en 1822, y posteriormente a São Tomé en 1830, en el Golfo de Guinea. Este hito marcó el inicio de la explotación cacaotera en África Occidental, una región que desde mediados del siglo XX consolidó una hegemonía en el suministro global, aunque en años recientes ha experimentado severas contracciones en su representatividad frente al repunte de la producción en los países de origen de la cuenca amazónica (Ríos, 2011).

A lo largo del siglo pasado, el debate sobre el epicentro de origen de este cultivo generó diversas posturas teóricas. Inicialmente, el fitogeógrafo Nikolay Vavilov propuso a Mesoamérica como el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

centro primario de origen debido a su intensa riqueza cultural asociada al uso del grano. No obstante, las expediciones de recolecta de germoplasma lideradas por el agrónomo F.J. Pound en la Amazonía permitieron acumular evidencia botánica crucial. Sobre la base de dichos hallazgos, las investigaciones fitotaxonómicas determinaron que el verdadero centro de origen se situaba en la alta Amazonía, específicamente en un radio de influencia geográfica adyacente a los ríos Napo y Putumayo (Ríos, 2011). Esta distribución biogeográfica clásica fue ratificada mediante análisis de filogenia molecular por Motamayor et al. (2008), quienes establecieron la existencia de 10 grupos genéticos o clústeres estructurados que guardan una correlación directa con las coordenadas geográficas de la cuenca amazónica, desvirtuando la hipótesis mesoamericana como origen botánico y confirmando que la dispersión hacia el norte del continente fue un proceso secundario de domesticación.

Evidencias arqueológicas contemporáneas han fortalecido esta perspectiva científica al identificar vestigios del uso del cacao significativamente más antiguos en Sudamérica que en Mesoamérica. En el sitio arqueológico Santa Ana-La Florida, ubicado en el cantón Palanda de la provincia de Zamora Chinchipe (Ecuador), se identificaron gránulos de almidón de cacao y residuos de teobromina atrapados en piezas ceremoniales de cerámica y piedra pertenecientes a la cultura Mayo-Chinchipe, cuya antigüedad data de hace 5,300 años antes del presente (Zarrillo et

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

al., 2018). Este descubrimiento transformó el paradigma histórico del cultivo al demostrar que las poblaciones de la alta Amazonía ya utilizaban y movilizaban activamente el cacao aproximadamente 2,300 años antes de los primeros registros arqueológicos documentados en las culturas olmeca y maya de México, consolidando a la región amazónica como el núcleo original tanto biológico como cultural del recurso (Motamayor et al.,2008).

2.2.1.3. Polen de cacao

Las especies botánicas cuyas estructuras reproductivas dependen de la mediación de insectos vectores (polinización entomófila) han desarrollado adaptaciones evolutivas específicas en la superficie y cantidad de sus granos de polen para asegurar la transferencia efectiva de gametos (Raven et al., 2004). En el caso particular de *Theobroma cacao* L., la flor presenta una longevidad promedio de 48 horas tras la antesis (apertura floral), la cual puede prolongarse bajo condiciones microclimáticas de alta humedad y bajas temperaturas hasta un máximo de 72 horas antes de desencadenar la abscisión o caída de la estructura si no ha sido fecundada (Sounigo et al., 2003). Contrario a otros sistemas entomófilos, el polen del cacao posee una alta viabilidad biológica inicial, pero su ventana de fertilidad fisiológica decrece rápidamente con el tiempo, lo que exige una sincronización estricta con las tasas de visitación de la entomofauna local.

Morfológicamente, los granos de polen de cacao se caracterizan por sus dimensiones diminutas, registrando un tamaño promedio

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

aproximado de 16 a 17 micrómetros. De acuerdo con las descripciones palinológicas estandarizadas, exhiben una forma esférica a suboblata-esférica, provista de una exina (capa externa) con estratificación tectada, diseño finamente reticulado y un sistema de apertura de tipo tricolpado (asociado a tres surcos germinales) (Sounigo et al., 2003). Asimismo, una propiedad física determinante en su dinámica ecológica es su consistencia aglutinante y pegajosa debida a la presencia de un recubrimiento lipídico o *pollenkitt*. Esta característica aglomerante impide categóricamente la dispersión anemófila (por acción del viento), confinando el éxito reproductivo del cultivo de cacao de forma exclusiva al transporte mecánico en la pilosidad corporal de insectos diminutos específicos de la entomofauna asociada (Vansynghel et al., 2022).

2.2.1.4. Situación e importancia del cacao en el mundo

La producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) es fundamental en los países de economías de desarrollo, debido a que constituye la base de la economía local y, en muchos casos, el principal sustento de las exportaciones agrícolas nacionales. A pesar de que productos como el cacao y el café han sido analizados históricamente como bienes transables de alto valor, paradójicamente se consolidan como materias primas de exportación estratégica desde las regiones tropicales hacia los países industrializados (Mithöfer et al., 2023). En la actualidad, la volatilidad climática y las fluctuaciones drásticas de precios

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

internacionales han transformado la cadena de valor global, haciendo imperativa la intensificación ecológica para asegurar los rendimientos frente a las demandas cambiantes del mercado (Wanger et al., 2024).

De acuerdo con los reportes de la Organización Internacional del Cacao (ICCO, 2025, 2026), el sector experimentó una fuerte transición estructural tras enfrentar un histórico déficit global de 492 mil toneladas en la campaña 2023/2024 debido a pérdidas climáticas masivas en el cinturón cacaotero africano. No obstante, para la campaña 2024/2025 la producción mundial inició un proceso de recuperación estimado en un incremento del 8.3%, alcanzando aproximadamente 4.723 millones de toneladas métricas. Esta reactivación de la oferta global ha aliviado parcialmente las presiones del mercado, impulsada de manera prioritaria por un repunte en las cosechas de los principales exportadores de África Occidental, aunque bajo un balance de inventarios sumamente ajustado y condicionado a la resiliencia climática regional.

Específicamente en el ámbito sudamericano, el Perú consolidó un posicionamiento de liderazgo histórico. Según datos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2025), durante el año 2024 la producción nacional del país alcanzó las 160 mil toneladas métricas, llegando incluso a un récord histórico superior a las 202 mil toneladas contabilizadas al cierre del ciclo agrícola de septiembre de 2025. Este dinámico comportamiento comercial, que

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

permitió ingresos por agroexportaciones superiores a los USD 1,280 millones gracias a cotizaciones internacionales que oscilaron atípicamente entre los USD 5,000 y USD 12,500 por tonelada, ratifica la trascendencia socioeconómica actual del cultivo. Este repunte financiero ha beneficiado de manera directa a más de 100 mil familias de la región amazónica, destacando provincias de la selva central como Satipo dentro del mapa productivo nacional (MIDAGRI, 2025).

2.2.1.5. El cacao en el Perú

El territorio peruano destaca a nivel global por su excepcional patrimonio genético, al albergar aproximadamente el 60% de la biodiversidad total de cacao existente en el mundo (MIDAGRI, 2020). Históricamente, las regiones productoras han explotado comercialmente tres grupos genéticos principales: el tipo Trinitario, que representa el 53.3% de la producción nacional y predomina en la selva central (región Junín); el Forastero amazónico, con un 37.3% concentrado principalmente en Cusco y Ayacucho; y el Criollo o nativo, que constituye el 9.4% restante y se cultiva mayoritariamente en las zonas norteñas de San Martín, Amazonas y Cajamarca (MIDAGRI, 2020). Si bien esta distribución clonal base se mantiene en las plantaciones tradicionales, la reciente expansión de genotipos altamente productivos e introducidos (como el clon CCN-51) ha reconfigurado los volúmenes de acopio regional, impulsando la necesidad de caracterizar ecológicamente

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

las zonas que aún conservan sistemas agroforestales diversificados con variedades tradicionales de fino de aroma.

A lo largo de las últimas dos décadas, la dinámica de la producción cacaotera en el Perú ha mostrado un crecimiento sostenido, transformando radicalmente su posicionamiento en el comercio internacional. Aunque proyecciones institucionales previas a la crisis de suministro global estimaban contracciones temporales en el volumen de cosecha (MIDAGRI, 2021), la superficie cosechada y el rendimiento por hectárea experimentaron un repunte sin precedentes. Así, el país superó con creces las tasas de crecimiento promedio globales del sector, logrando escalar posiciones hasta consolidarse firmemente dentro de los seis principales productores mundiales y como el segundo productor de cacao de América, aportando más del 4% de la oferta global (Cámara Peruana del Café y Cacao [CPC], 2024; MIDAGRI, 2025).

Este avance cuantitativo ha estado acompañado de una reconfiguración geográfica interna. La selva central, específicamente la provincia de Satipo en la región Junín, se ha afianzado como una de las zonas estratégicas para el acopio y la exportación de cacaos finos de aroma, donde el mantenimiento de sistemas agroforestales diversificados no solo sostiene los ingresos económicos familiares, sino que actúa como un refugio indispensable para salvaguardar la entomofauna visitante floral asociada al éxito reproductivo de este cultivo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

2.2.1.6. Entomofauna asociada a la floración y polinización potencial

A la fecha se ha asumido la existencia de hasta 200,000 especies de animales que actúan como vectores de polen en los ecosistemas globales. Aunque cerca de 1,000 de estas corresponden a vertebrados, incluyendo aves y pequeños mamíferos tropicales, los insectos o entomofauna constituyen el grupo más diverso y numéricamente significativo dentro de estos procesos (Jaramillo et al., 2018). La polinización entomófila representa un servicio ecosistémico crítico, siendo responsable de la reproducción de la gran parte de la flora silvestre y de la seguridad alimentaria mundial. Sin embargo, diversos agroecosistemas dependientes de insectos sufren frecuentemente de un fenómeno denominado "limitación por polinización", donde los cultivos no logran recibir la cantidad o calidad de polen necesaria debido a la degradación de sus hábitats circundantes (Garibaldi et al., 2016).

Frente a este escenario, se han establecido ciertos criterios morfológicos y conductuales básicos para evaluar el potencial de un insecto dentro de la flor, tales como la presencia de pilosidad corporal o estructuras especializadas para la adhesión y transporte de los granos de polen (Garibaldi et al., 2013). Si bien es cierto que polinizadores generalistas como la abeja de la miel (*Apis mellifera*) poseen estas características adaptativas de forma idónea para una amplia gama de cultivos comerciales, la producción agrícola global

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

e interna, especialmente en sistemas tropicales complejos, depende predominantemente de las dinámicas de comunidades de polinizadores silvestres de menor tamaño, cuya abundancia está supeditada a la heterogeneidad vegetal del paisaje (Garibaldi et al., 2013).

Para evitar sesgos interpretativos en la evaluación entomológica del cacao (*Theobroma cacao* L.), es fundamental delimitar las fronteras operativas entre la entomofauna asociada al agroecosistema, los visitantes extraflorales y los visitantes intraflorales, ya que la sola presencia o abundancia de un espécimen en el entorno botánico no garantiza una correspondencia anatómica directa con el interior de la estructura floral (Deus & Silva, 2020). Estas categorías se diferencian críticamente por su ubicación espacial, grado de afinidad microanatómica y comportamiento de forrajeo en la flor (Faegri & van der Pijl, 1979).

Por un lado, los visitantes extraflorales se definen como aquellos insectos que transitan o interactúan de forma recurrente con las piezas externas de la flor abierta o el pedúnculo, motivados por la búsqueda de recursos periféricos, sin ingresar a las cavidades reproductivas internas; tal es el caso de las hormigas (Formicidae) de hábitos caminadores o cursoriales, que recorren las estructuras externas, pero raramente acceden a la zona interna del perianto (Brew, 1984; Jaramillo et al., 2018).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Por otro lado, dentro de este ensamble se distinguen los visitantes intraflorales, quienes poseen una estricta correspondencia morfológica y conductual con la compleja arquitectura interna de la flor. Su escala milimétrica les asegura el ingreso a las cavidades internas del pétalo (capuchón petalar) donde se resguardan las anteras, garantizando el contacto directo con los órganos reproductores protegidos (Garibaldi et al., 2016); un rol de exploración interna que en el cultivo del cacao desempeñan las mosquitas diminutas del género *Forcipomyia* (Ceratopogonidae) y otras familias de dípteros menores (Young, 1986, 1994). Finalmente, la entomofauna asociada al agroecosistema engloba a aquellos insectos generalistas cuya actividad biológica ocurre en el entorno general de la parcela sin manifestar ninguna afinidad ni interacción con el perianto de la especie vegetal.

Basado en esta distinción, los inventarios cuantitativos realizados mediante trampas pasivas o aspiradores entomológicos documentan estrictamente la comunidad de visitantes florales específicos presentes en el agroecosistema. Afirmar el rol de polinizador efectivo requeriría pruebas complementarias de exclusión o análisis de carga polínica corporal (Vansynghel et al., 2022), las cuales escapan a los alcances descriptivos de la presente investigación en la provincia de Satipo, asumiéndose el registro de la diversidad entomófila bajo el enfoque riguroso de visitación floral y salud ecológica global del cultivo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

III. Hipótesis y objetivos

3.1. Hipótesis de investigación

Ha: Los visitantes florales del cacao en Satipo superan la dominancia exclusiva de Forcipomyia.

Ho: Los visitantes florales del cacao en Satipo están limitados a la dominancia exclusiva de Forcipomyia.

3.2. Objetivo general

- Determinar la diversidad de visitantes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Satipo.

3.2.1. Objetivos específicos

- Evaluar la riqueza taxonómica de los visitantes florales presente durante el periodo de floración en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Satipo.

- Cuantificar la abundancia de los visitantes florales presente durante el periodo de floración en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Satipo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VI. Metodología

4.1. Ubicación

La investigación se realizó en la finca “Bungalows H & E”, distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín. La finca se eleva por arriba de los 577 m s. n. m. ubicada en la carretera Marginal km. 1.5 - Rio Negro, a 7km., se cultivan variedades de cacao ICS1, ICS39, CCN51, Forastero, manejado en combinación con diversas variedades frutales y forestales. Entre las especies agrícolas asociadas destacan la naranja (*Citrus sinensis*), el plátano (*Musa × paradisiaca*), la piña (*Ananas comosus*) y la palta (*Persea americana*), además de la inclusión de árboles maderables de alto valor comercial como la teca (*Tectona grandis*).

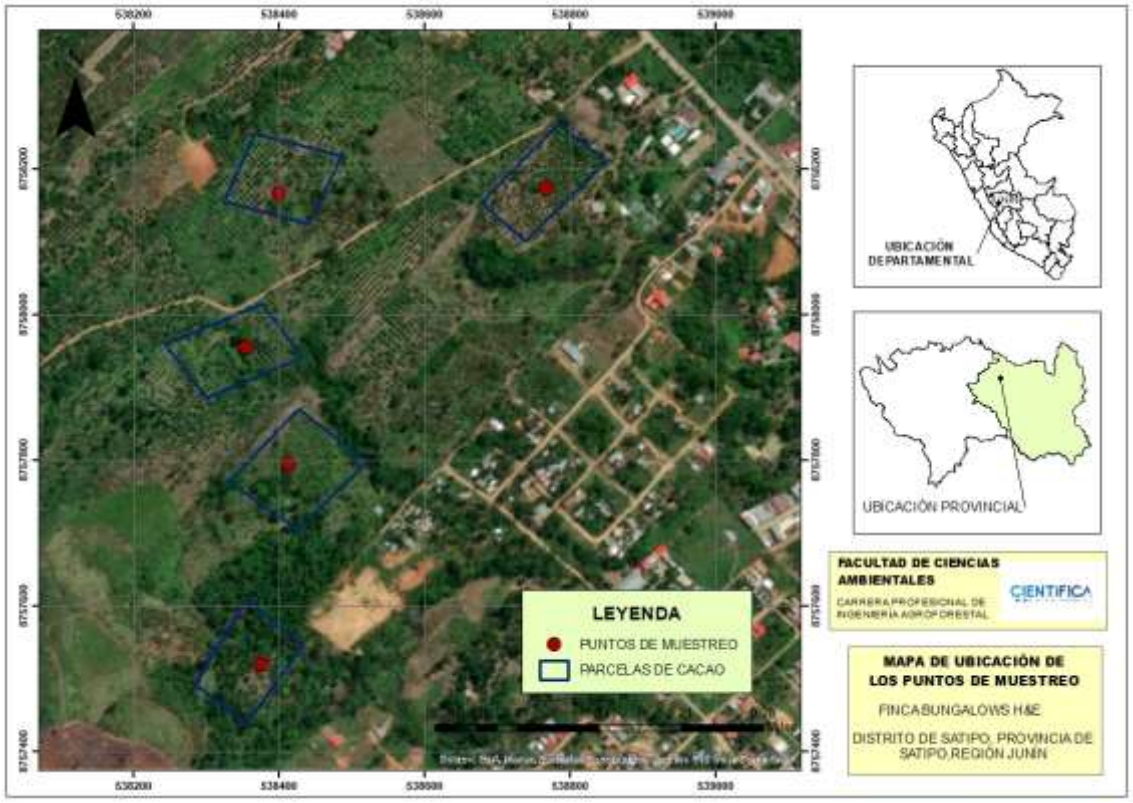


Figura 1. Distribución de los cinco puntos de muestreo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.2. Método de recolección de visitantes florales en el cultivo de cacao.

Para la ejecución de los muestreos, el área de investigación de cada unidad evaluada se subdividió sistemáticamente en cinco subparcelas o puntos de muestreo distribuidos de forma homogénea (Figura 1). En cada uno de estos puntos se implementó un diseño de muestreo mixto que combinó técnicas activas y pasivas, ejecutado de manera simultánea durante un periodo de evaluación de tres días consecutivos (72 horas continuas) por cada mes de muestreo (septiembre, octubre y noviembre), logrando cubrir de este modo el pico principal de floración de la campaña agroproductiva 2019–2020.

El esfuerzo de colecta pasiva consistió en la instalación ininterrumpida de las trampas durante las 72 horas programadas para cada campaña mensual. Este método se complementó con un muestreo activo dirigido mediante la recolección directa con aspirador entomológico, la cual se realizó con una frecuencia rítmica de tres veces al día, estratificada en turnos de mañana, mediodía y tarde, durante los tres días de evaluación, enfocándose estrictamente en capturar los insectos situados en el interior y el contorno de las estructuras florales abiertas. Finalmente, las condiciones microclimáticas de precipitación, temperatura y humedad relativa imperantes en la zona durante las jornadas de campo fueron contrastadas y validadas utilizando los registros históricos de la estación meteorológica local de Satipo (SENAMHI, 2020).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Figura 2. Etapas de las fases fenológicas del cacao, Senamhi 2020.

4.2.1. Colecta con aspiradores entomológicos.

Para la captura activa de los insectos se utilizó un aspirador entomológico de succión mecánica Bioquip modelo #1135 (Figura 3). El procedimiento de colecta se ejecutó en tres turnos horarios diarios a lo largo de las jornadas de evaluación: el primero de 06:00 a 08:00 horas, el segundo de 11:00 a 13:00 horas, y el tercero de 15:00 a 17:00 horas. El esfuerzo de muestreo abarcó un total de 300 plantas en estado de floración activa por cada campaña mensual, evaluando aleatoriamente 60 plantas por cada uno de los cinco puntos de muestreo preestablecidos, siguiendo los criterios metodológicos adaptados de Salazar y Torres (2017). Para la selección al azar de estos individuos arbóreos, se estableció como requisito de inclusión que cada planta presentara un mínimo de tres botones florales maduros o flores completamente abiertas al momento del registro.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Figura 3. Método de colecta de insectos polinizadores con el método de aspirador Bioquip #1135

4.2.2. Colecta con trampa van Someren-Rydon.

Para la captura de los visitantes florales voladores, se utilizó una trampa tipo van Someren-Rydon por cada subparcela, las cuales fueron suspendidas en las plantas de cacao a una altura estandarizada de 1.50 metros respecto al nivel del suelo. La estructura de este dispositivo consistió en un cilindro de tela tipo tul con la sección superior sellada (Figura 4), provisto en su zona media de un sistema de apertura y cierre rápido diseñado para optimizar la remoción y recuperación de los especímenes capturados. En la base inferior del cilindro se acondicionó un plato destinado a contener el cebo atrayente, compuesto por miel de la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

zona, manteniendo una distancia de separación de 2.5 cm entre el borde inferior de la estructura textil y la superficie del cebo, siguiendo las especificaciones de diseño descritas por Andrade y Triviño (2013). El esfuerzo de muestreo pasivo se extendió de forma continua durante un periodo de 72 horas por campaña mensual, realizándose la revisión y recolección de los insectos atrapados cada 24 horas a las 06:00 horas.



Figura 4. Método de colecta de insectos polinizadores con las trampas van Someren-Rydon

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.2.3. Las trampas Malaise modelo Townsend.

Para la captura pasiva de insectos voladores de vuelo bajo, se utilizó una trampa Malaise modelo Townsend de la marca Bioquip con código #2875DT, confeccionada con tela de organdí blanco (Figura 5). Se instaló una trampa en cada una de las cinco subparcelas, asegurando que su ubicación estuviera dispuesta de forma opuesta y distante respecto a las trampas van Someren-Rydon para evitar interferencias en el radio de muestreo. Los especímenes entomológicos colectados a través de este sistema se depositaron de forma inmediata en frascos de plástico herméticos que contenían alcohol de graduación al 70 % como agente preservante. Posteriormente, el material biológico recuperado fue trasladado al Laboratorio de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur para su respectivo procesamiento analítico, el cual incluyó las fases de conteo cuantitativo, identificación taxonómica y registro de datos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Figura 5. Método de colecta de insectos polinizadores con las trampas Malaise modelo Townsend.

4.2.4. Datos meteorológicos.

Las variables microclimáticas registradas durante las jornadas de campo se contrastaron con los datos históricos de la estación meteorológica Satipo, administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dicha infraestructura corresponde a una estación de tipo convencional-meteorológica, ubicada en el distrito y provincia de Satipo, con código de identificación 111038. La estación se encuentra georreferenciada bajo las coordenadas geográficas de latitud 11°13'28.82" S y longitud 74°36'31.28" W, emplazada a una altitud de 577 m s. n. m. A partir de esta fuente oficial se recopilaron y analizaron los parámetros climáticos correspondientes al periodo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

comprendido entre septiembre y noviembre del año 2019, coincidiendo con la ventana temporal del muestreo entomológico.

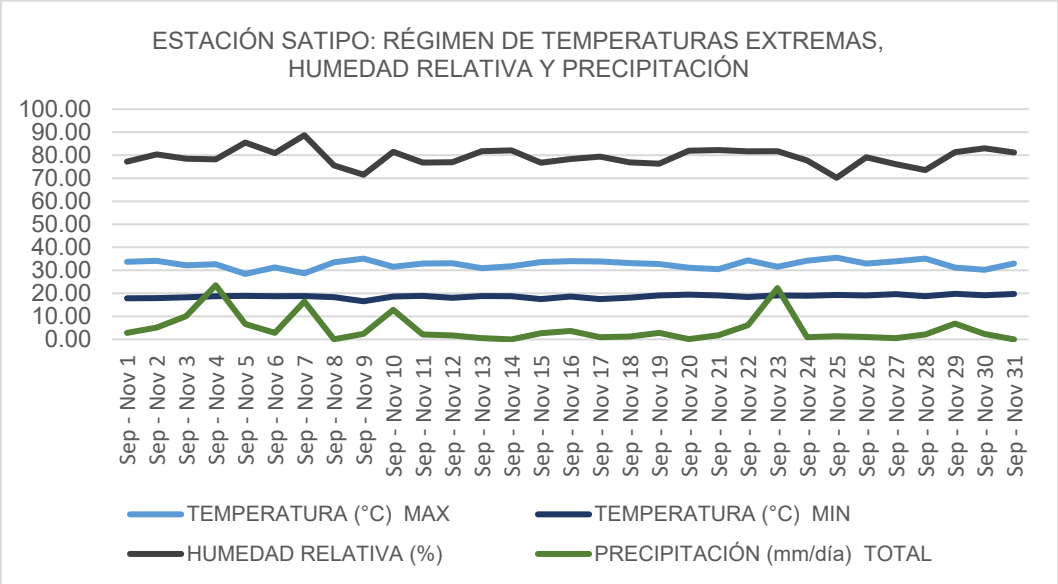


Figura 6. Datos meteorológicos del Senamhi de los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2019.

4.3. Etapa de gabinete

4.3.1. Método de procesamiento en laboratorio

Una vez trasladadas las muestras al Laboratorio de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur (Figura 7), se procedió con la separación y limpieza del material biológico empleando microscopios estereoscópicos para asegurar la obtención de individuos incontaminados y aptos para el análisis morfológico. La totalidad de los insectos capturados fue contabilizada y clasificada jerárquicamente en categorías taxonómicas de orden, superfamilia, familia y morfoespecie. Para este proceso de diagnosis fitosanitaria y taxonómica, se aplicaron

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

claves especializadas según el grupo entomológico correspondiente, destacando las propuestas de Arnett (1985), CSIRO (1991), Beingolea (1994), Borror y Delong (2006), Fernández y Sharkey (2006), y Michener (2007). Entre otros de acorde a la taxa.

4.3.1.1. Transporte de las muestras entomológicas

Los especímenes recolectados en campo fueron acondicionados inmediatamente según sus dimensiones morfológicas para garantizar su integridad estructural durante el traslado. Los insectos diminutos (menores a 3 mm), como los microdípteros de la familia Ceratopogonidae, fueron transportados inmersos en una solución de alcohol de graduación al 70 % dentro de viales plásticos con sistema de cierre hermético. Por su parte, los insectos de mayores dimensiones se transportaron en seco, utilizando para su sacrificio frascos de cámara húmeda previamente preparados con cianuro de potasio, siguiendo los protocolos de conservación en campo descritos por Márquez (2005).

4.3.1.2. Preservación y montaje de especímenes

La conservación definitiva del material biológico se ejecutó mediante dos modalidades técnicas estandarizadas por Muñoz-Saba y Simmons (2005):

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Conservación en medio líquido: Aplicada a los insectos de dimensiones microscópicas y cuerpo blando, los cuales se preservaron de forma definitiva en viales con alcohol al 70 %, agrupando estrictamente a los ejemplares pertenecientes a la misma entidad taxonómica por frasco.
- Conservación en seco y montaje: Los ejemplares de mediano y gran tamaño sacrificados en las cámaras con cianuro de potasio o acetato de etilo fueron sometidos a montaje entomológico tradicional. Para ello, se utilizaron alfileres entomológicos de acero inoxidable de numeración variable (grosor 00 al 3) con una longitud estándar de 38 mm, fijando los especímenes según las directrices anatómicas dictadas para cada orden insectil.

4.3.1.3. Etiquetado y depósito en colección

Para el etiquetado de los ejemplares montados y preservados se empleó cartulina de hilo de 185 g, confeccionando rótulos con dimensiones estandarizadas de 2 cm de largo por 1 cm de ancho (Muñoz-Saba & Simmons, 2005). A cada individuo se le asignaron dos etiquetas rotuladas con estilógrafo de tinta fina (graduación 0.05 o 0.1) resistente al alcohol, de acuerdo con los criterios de Murillo y Hamel (2008). La primera correspondía a la etiqueta de localidad (provincia, distrito, localidad específica, coordenadas, altitud, fecha de colecta y nombre del recolector); la segunda correspondió a la etiqueta de identificación sistemática (familia, género, especie o morfoespecie, y el autor de la descripción

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

original). Finalmente, las muestras debidamente procesadas y curadas se organizaron en cajas tipo Cornell, procediendo a su depósito formal en la Colección Entomológica del Laboratorio de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur.



Figura 7. Procesamiento de muestras en el laboratorio de Ingeniería Agroforestal en la Universidad Científica del Sur.

4.4. Análisis estadístico

Los datos de cada punto de muestreo se trabajaron por separado, y luego en conglomerado, posteriormente al promediar dichos puntos se obtuvieron los índices de diversidad alfa y equidad. Se utilizó el programa estadístico The R-Proyect For Statistical Computing Versión v4.2.1 y Rstudio versión v3.3.0.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.4.1. Medición de índices

4.4.1.1. Índice de Shannon-Wiener.

El índice de Shannon y Weaver; 1949, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S, este representa el índice de equidad:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(p_i \times \log_2 p_i)$$

Se realizó con los datos de cada parcela (conglomerado) un análisis univariado de varianza (Anova) contrastando cada conglomerado con cada una de las variables del estudio para cada parcela. También se realizó un análisis multivariado de varianza (Manova) con todos los datos de los conglomerados y variables. Asimismo, se realizará un análisis de correlación y de regresión lineal para establecer los grados de asociación y dependencia entre variables. Finalmente se estableció correlaciones mediante un análisis de Redundancia canónica (p. ejem., abundancia y riqueza de polinizadores con diversidad y abundancia de especies del dosel de sombra) (Ramos, 2011).

4.4.1.2. Índices de Riqueza Específica de Margalef.

Interpreta la relación del número de especies presentes en la comunidad:

$$R_1 = \frac{S-1}{\ln(n)}$$

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Donde:

S = número total de especies

n = número total de individuos observados

4.4.1.3. Índice de Diversidad de Simpson.

Incorpora en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatibilidad:

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

Donde:

p_i = abundancia proporcional del número de especies, representa la probabilidad de que un individuo de una especie esté presente en la muestra.

4.4.1.4. Índice de dominancia de Simpson.

Cuantifica la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar correspondan o no, a la misma especie (Segovia, 1987, Franco et al., 1985, Matteucci, et al., 1982), siendo su mínimo cero, cuando existe alta diversidad (Magurran, 1987 y Moreno, 2001):

$$S = \sum_{i=1}^{n} (p_i)^2$$

Donde:

pi = Proporción de cobertura del número de especies en toda la muestra.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4.4.1.5. Índice de Equitatibilidad de Pielou.

Indica que todas las especies de una muestra presentan la misma abundancia, o la proporción de la diversidad:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dónde:

H' = índice de Shannon-Wiener

$\log_2 S$ = es la diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativa:

$$H'_{max} = -S\left(\frac{1}{S}\times\log_2\frac{1}{S}\right) = \log_2 S$$

4.4.1.6. Curvas de acumulación de especies.

Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Este determinara si el esfuerzo de captura es correcto, o si hay otra especie que haya sido capturada (Álvarez et al., 2004).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

V. Resultados

5.1. Estructura general de la entomofauna visitante floral

Las colectas de insectos en el cultivo de cacao orientadas a la caracterización de visitantes florales en el fundo “Bungalows H & E” en Satipo, Junín, generaron un total de 897 especímenes pertenecientes a 95 morfoespecies contenidas en 40 familias y 10 órdenes (Tabla 1). Del total de la muestra colectada, una abundancia de 198 individuos correspondió al grupo de los visitantes florales, distribuidos en una riqueza de 15 morfoespecies (Tabla 2, Figura 8); dentro de este grupo se lograron diferenciar los visitantes extraflorales y los visitantes intraflorales. El volumen restante de la colecta general (699 especímenes) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema.

Tabla 1. Entomofauna colectada en el cultivo de cacao en Satipo – Junín (campaña 2019-2020).

Parcelas	Morfoespecie	Orden	Especímenes
P1	28	6	159
P2	29	7	242
P3	41	6	147
P4	28	6	168
P5	37	6	181
Total	95	10	897
Vist. Florales	15	6	198

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

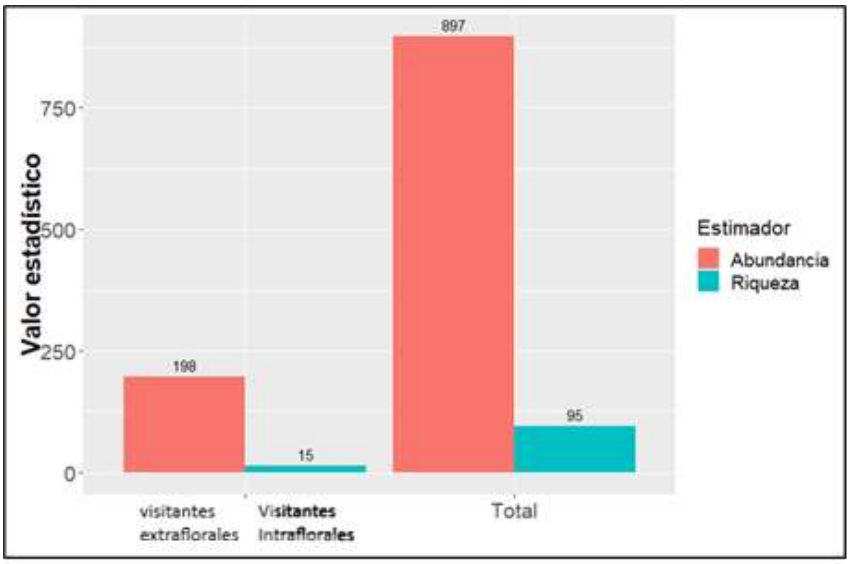


Ilustración 8. Abundancia y riqueza de las morfoespecies de visitantes florales en relación con el total de la entomofauna colectada.

5.2. Entomofauna de visitantes florales específicos

De los 198 especímenes colectados correspondientes a los visitantes florales, se determinó que estos pertenecen a 12 familias (Tabla 2). La mayor representatividad cuantitativa estuvo concentrada en la familia Formicidae (85.35%), la cual se desempeña en el estrato externo como el grupo principal de visitantes extraflorales. El porcentaje restante se distribuyó entre familias de dípteros e himenópteros menores, destacando Sciaridae (5.56%) y Syrphidae (4.55%), seguidos por Halictidae (0.51%), Apidae (0.51%), Tipulidae (0.51%), Ceratopogonidae (0.51%), Cecidomyiidae (0.51%), Mycetophilidae (0.51%), Loncheidae (0.51%), Phoridae (0.51%) y Tachinidae (0.51%).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 2. Composición taxonómica y abundancia relativa de los visitantes florales específicos en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Satipo – Junín.

Orden	Familia	Morfoespecie	Abundancia	Porcentaje
Hymenoptera	Formicidae	Formicinae 1	81	40.91%
		Myrmicinae 1	44	22.22%
		Dolichoderinae1	40	20.20%
		Pseudomyrmecinae 1	4	2.02%
	Halictidae	Halictidae 1	1	0.51%
	Apidae	Apidae 1	1	0.51%
Díptera	Tipulidae	Tipulidae 1	1	0.51%
	Ceratopogonidae	Forcipomyia sp.	1	0.51%
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae 1	1	0.51%
	Mycetophilidae	Mycetophilidae 1	1	0.51%
	Sciaridae	Sciaridae 1	11	5.56%
	Loncheidae	Loncheidae 1	1	0.51%
	Phoridae	Phoridae 1	1	0.51%
	Syrphidae	Syrphidae 2	9	4.55%
	Tachinidae	Tachinidae 1	1	0.51%
	Total		**198**	**100%**

Con relación a la riqueza de los visitantes florales, las colectas generaron 15 morfoespecies, las cuales corresponden a 12 familias y dos órdenes de insectos (Hymenoptera y Diptera). El morfotipo Formicinae 1 es el que se presentó con mayor abundancia que todos los demás insectos capturados, con 81 individuos (40.91%), seguido de Myrmicinae 1 con 44 individuos registrados (22.22%), Dolichoderinae 1 con 40 individuos (20.20%), Sciaridae 1 con 11 individuos (5.56%), Syrphidae 2 con nueve individuos (4.55%) y Pseudomyrmecinae 1 con

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

cuatro individuos (2.02%). Todos los demás morfotipos se presentaron solamente con un individuo (0.51% cada uno) (Tabla 2) (Figuras 9 – 18).



Figura 9. Tachinidae sp1 (Diptera: Tachinidae)



Figura 10. *Forcipomyia* sp (Diptera: Ceratopogonidae).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

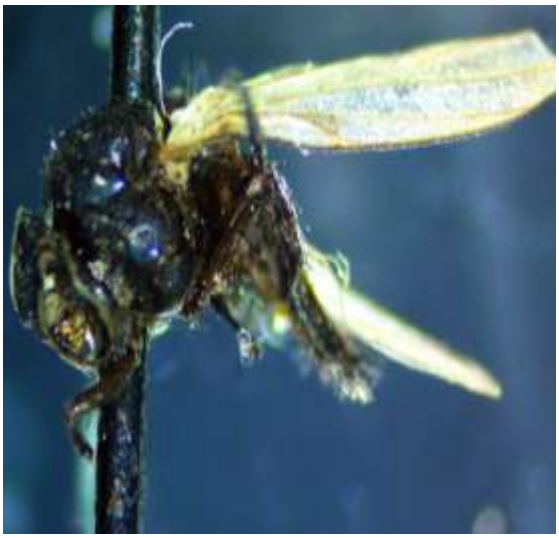


Figura 11. Loncheidae sp1 (Diptera: Loncheidae).



Figura 12. Mycetophilidae sp1 (Diptera: Mycetophilidae).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Figura 13. Sciaridae sp1 (Diptera: Sciaridae).



Figura 14. Syrphidae sp2 (Diptera: Syrphidae).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Figura 15. Dolichoderinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae).



Figura 16. Myrmicinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Figura 17. Pseudomyrmicinae sp1 (Hymenoptera: Formicidae).



Figura 18. Formicinae sp.1 (Hymenoptera: Formicidae).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La abundancia relativa observada en el conteo general fue de 77.93% para los insectos reconocidos como entomofauna asociada al agroecosistema (Figura 19). El 22.07% restante correspondió al conjunto global de los visitantes florales (extraflorales e intraflorales); dentro de este porcentaje, los visitantes extraflorales representados por el gremio de las hormigas registraron las mayores proporciones, destacando Formicinae 1 con un 9.03%, seguido de Myrmicinae 1 con un 4.91% y Dolichoderinae 1 con un 4.46% entre los taxones más abundantes de la muestra total.

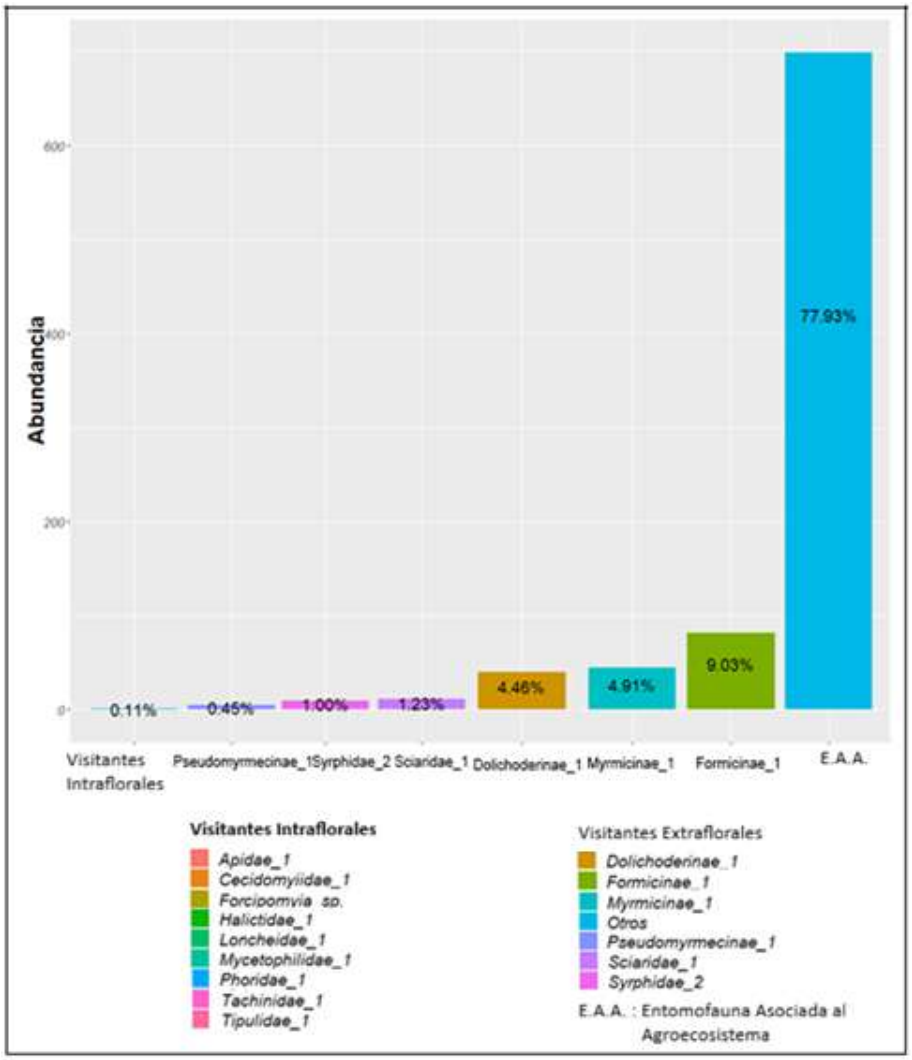


Figura 19. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, visitantes extraflorales y visitantes intraflorales en todas las parcelas evaluadas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

5.3. Análisis de diversidad alfa por parcela

5.3.1. Parcela 01

En función a la diversidad alfa de los visitantes florales con relación al total registrado en la parcela 01, encontramos que su riqueza estuvo conformada por 10 morfoespecies contenidas en 56 individuos, dentro de un gran total de 28 morfoespecies distribuidas en 159 individuos capturados en la parcela (Figura 20). De las 10 morfoespecies de visitantes florales registradas, Myrmicinae 1, fue la que presentó el mayor porcentaje de individuos con un 23.27%, seguida de Formicinae 1 con un 3.77% y Dolichoderinae 1 con un 3.14%, en relación con el total general evaluado. El porcentaje restante (64.78%) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema en general, (Figura 21).

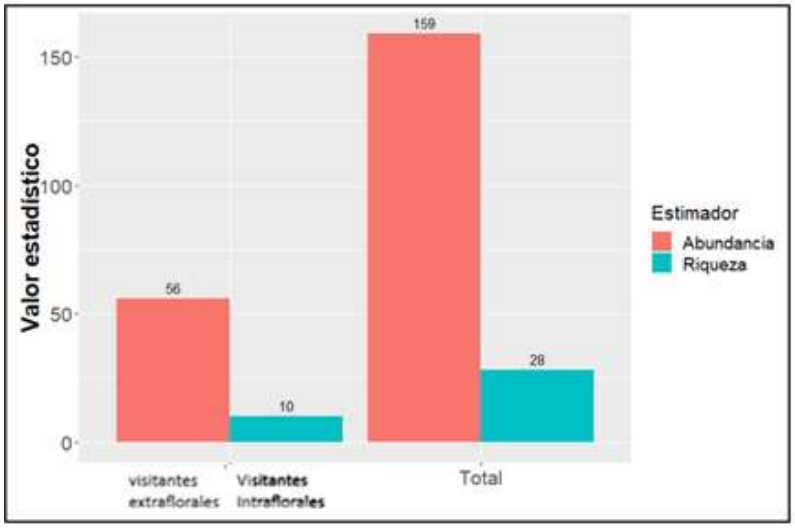


Ilustración 20. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 01.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

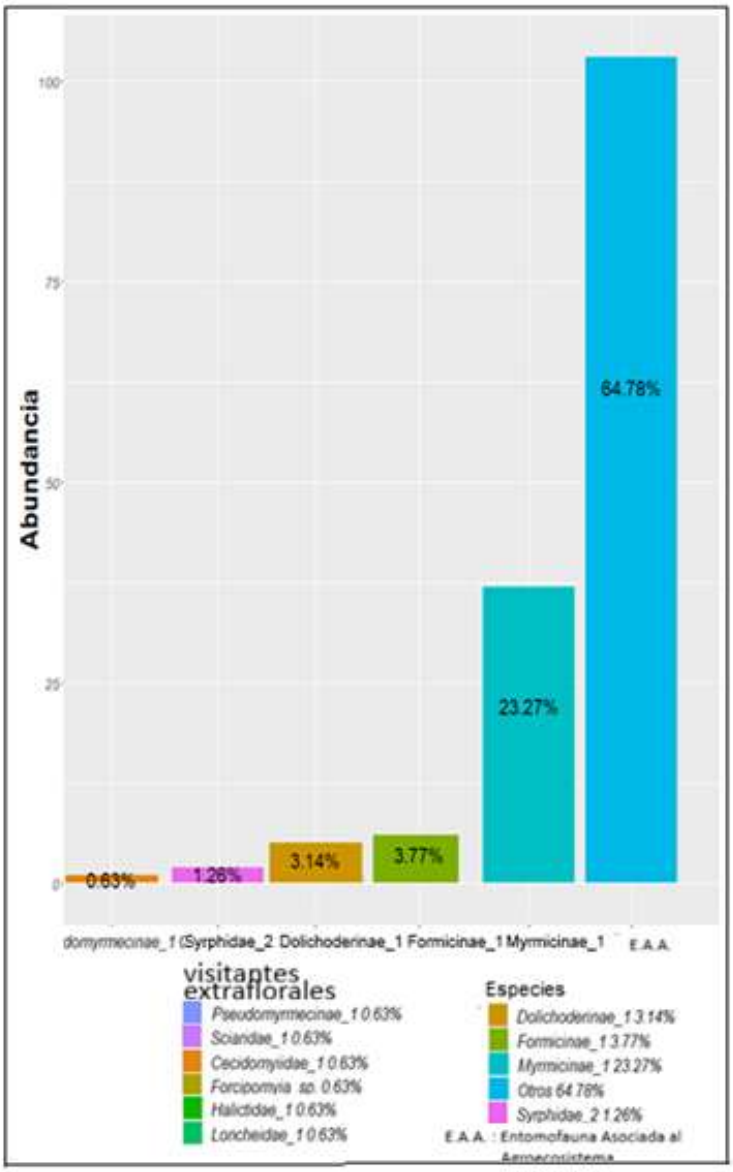


Figura 21. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 01.

5.3.2. Parcela 02

En la parcela 02, encontramos que la riqueza estuvo conformada por seis morfoespecies contenidas en 41 individuos, de un total de 29 taxones distribuidos en un total de 242 individuos (Figura 22).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

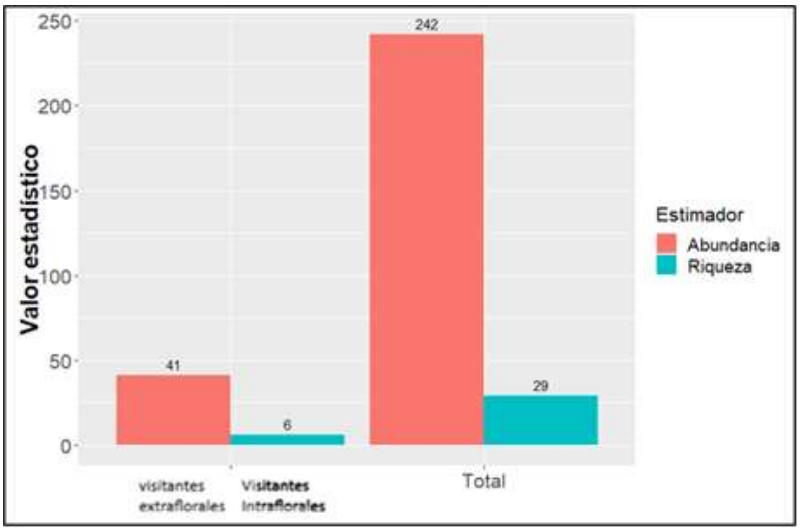


Figura 22. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 02.

De las seis morfoespecies de visitantes florales registradas, Dolichoderinae 1, fue la que presentó el mayor porcentaje de individuos con un 8.26%, seguida de Formicinae 1 con un 6.20%, en relación con el total general evaluado. El porcentaje restante (83.06%) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema en general, agrupada bajo la categoría de otros taxones no relacionados con la estructura floral (Figura 23).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

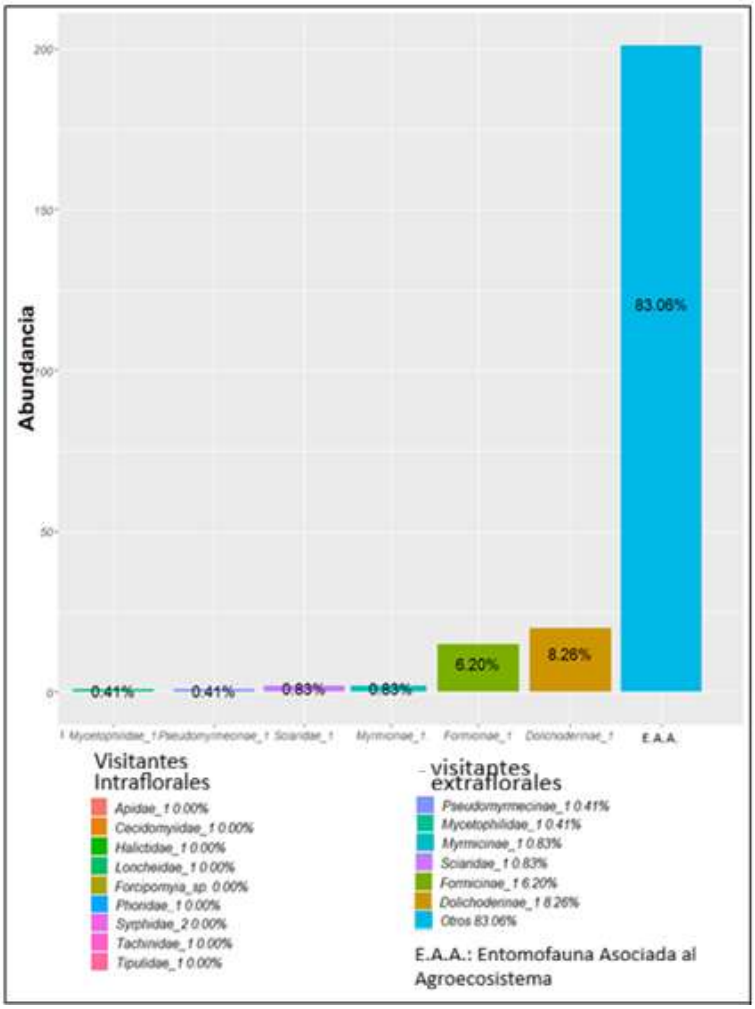


Figura 23. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 02.

5.3.3. Parcela 03

En la parcela 03, encontramos que la riqueza estuvo conformada por cinco morfoespecies contenidas en 27 individuos, de un total de 41 taxones distribuidos en un total de 147 individuos (Figura 24).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

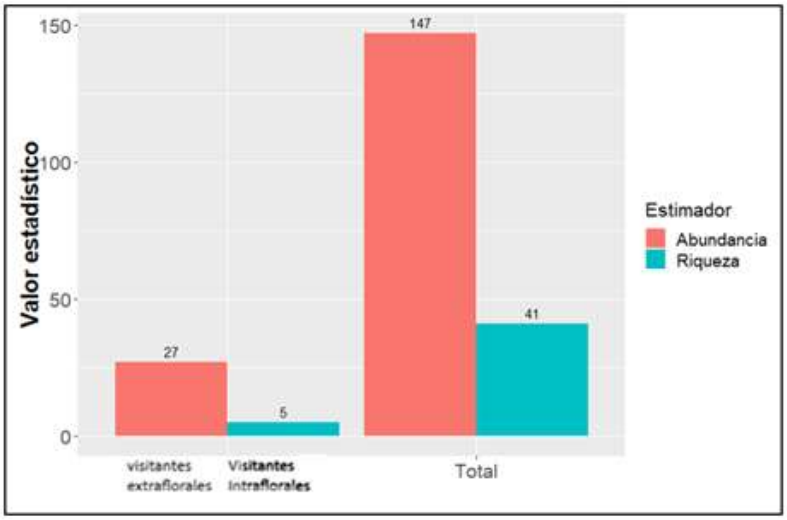


Ilustración 24.Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 03.

De las cinco morfoespecies de visitantes florales registradas, Formicinae 1, fue la que presentó el mayor porcentaje de individuos con un 11.56%, seguida de Myrmicinae 1 con un 2.72% y Dolichoderinae 1 con un 2.04%, en relación con el total general evaluado. El porcentaje restante (81.63%) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema en general, agrupada bajo la categoría de otros taxones sin interacción directa con la estructura floral (Figura 25).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

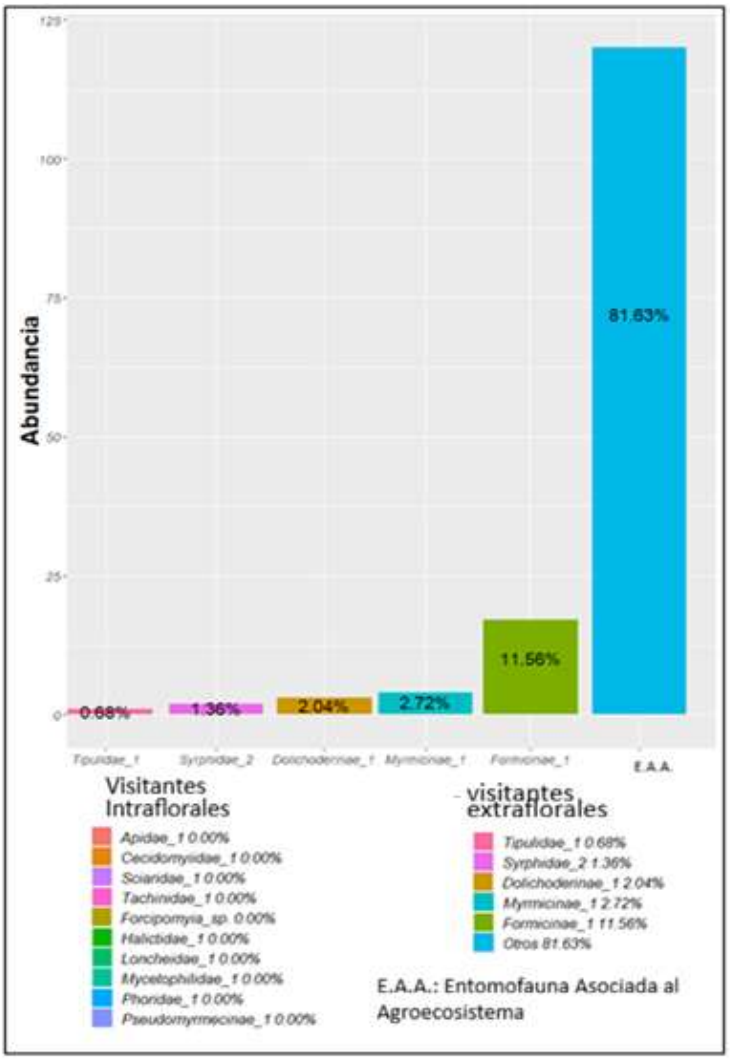


Figura 25. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 03.

5.3.4. Parcela 04

En la parcela 04, encontramos que la riqueza estuvo conformada por seis morfoespecies contenidas en 41 individuos, de un total de 28 taxones distribuidos en un total de 168 individuos (Figura 26).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

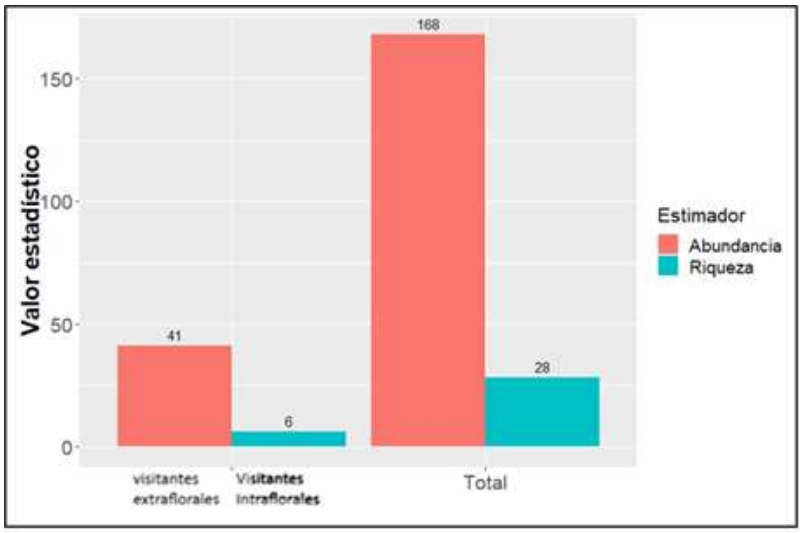


Figura 26. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 04

De las seis morfoespecies de visitantes florales registradas, Formicinae 1, fue la que presentó el mayor porcentaje de individuos con un 18.45%. A este taxón le siguieron, con menores proporciones, los insectos asociados a la dinámica de visitantes intraflorales y dípteros afines, representados por Sciaridae.1 con un 2.98%, Syrphidae 2 con un 1.19% y Apidae 1 con un 0.60%, en relación con el total general evaluado. El porcentaje restante (75.60%) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema en general, agrupada bajo la categoría de otros taxones sin interacción directa con el perianto (Figura 27).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

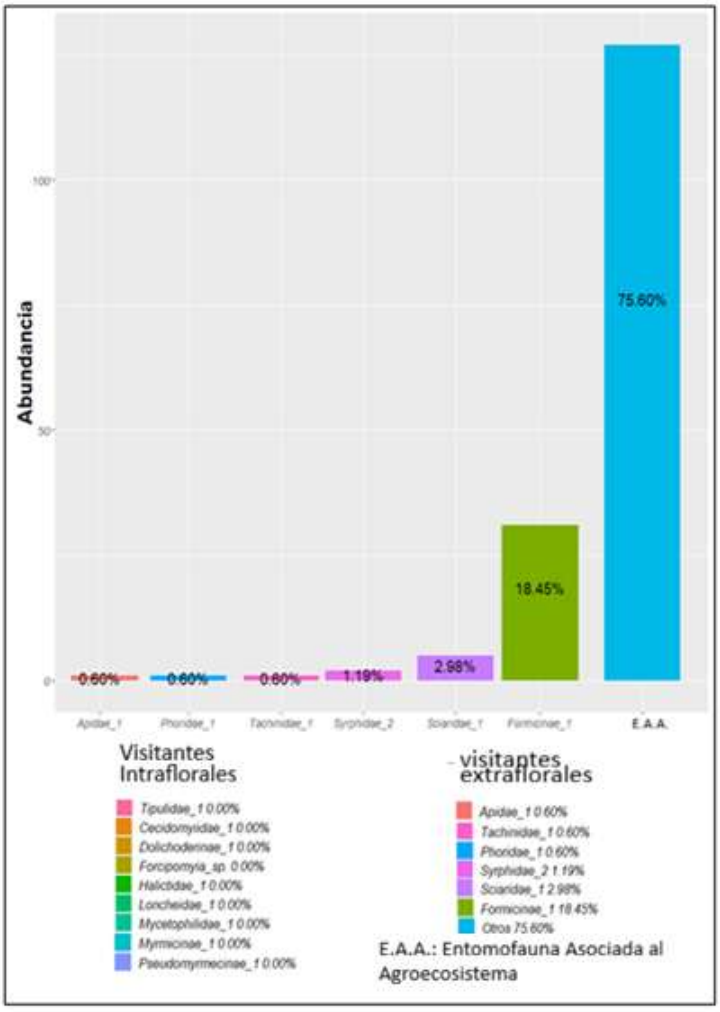


Figura 27. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 04.

5.3.5. Parcela 05

En la parcela 05, encontramos que la riqueza estuvo conformada por seis morfoespecies contenidas en 33 individuos, de un total de 37 taxones distribuidos en un total de 181 individuos (Figura 28).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

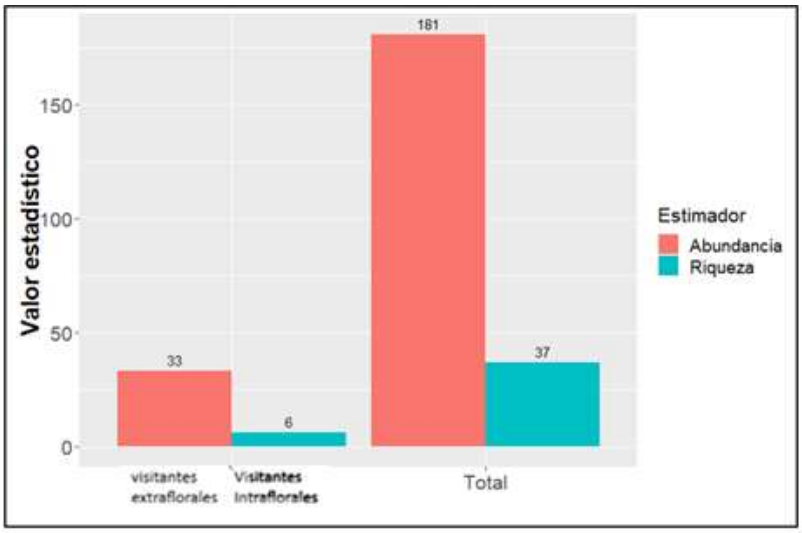


Figura 28. Porcentaje de densidad poblacional de los visitantes florales y la entomofauna asociada al agroecosistema en la parcela 05.

De las seis morfoespecies de visitantes florales registradas, Dolichoderinae 1 y Formicinae 1, fueron las que presentaron los mayores porcentajes de individuos, con un 6.63% cada una. A estos taxones le siguieron los insectos vinculados a la dinámica de visitantes intraflorales y dípteros afines, representados por Sciaridae 1 con un 1.66% y Syrphidae 2 también con un 1.66%, en relación con el total general evaluado. El porcentaje restante (81.77%) correspondió a la entomofauna asociada al agroecosistema en general, agrupada bajo la categoría de otros taxones sin interacción directa con el perianto (Figura 29).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

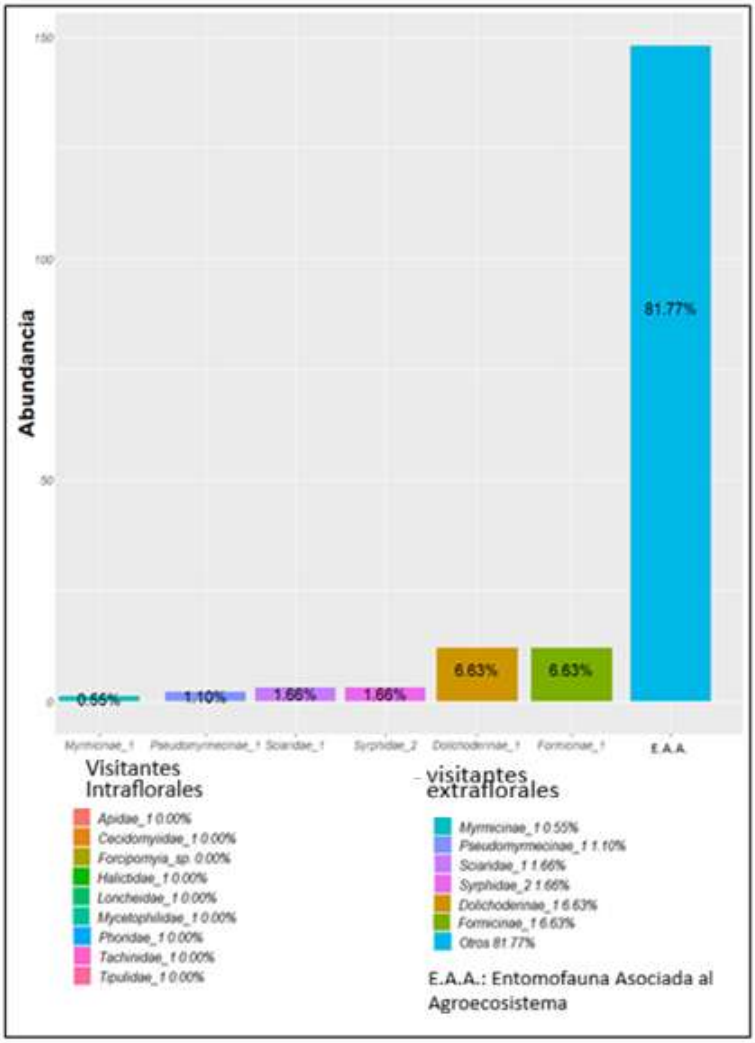


Figura 29. Abundancia de la entomofauna asociada al agroecosistema, en la parcela 05.

5.4. Análisis estadístico

5.4.1. Índice de Margalef (Mg)

Se determinó el análisis de varianza de la diversidad de Margalef entre las parcelas; sin embargo, la prueba de Shapiro indicó que los datos no presentaron distribución de normalidad ($p < 0.05$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Los resultados demostraron que hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por parcela (p = 0.014) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (figura 30).

La parcela 1 fue la que registró un mayor índice de Margalef (0.13 ± 0.5 a), seguido de la parcela 02 (0.16 ± 0.88 ab) y parcela 04 (0.18 ± 1.11 ab) (Tabla 4).

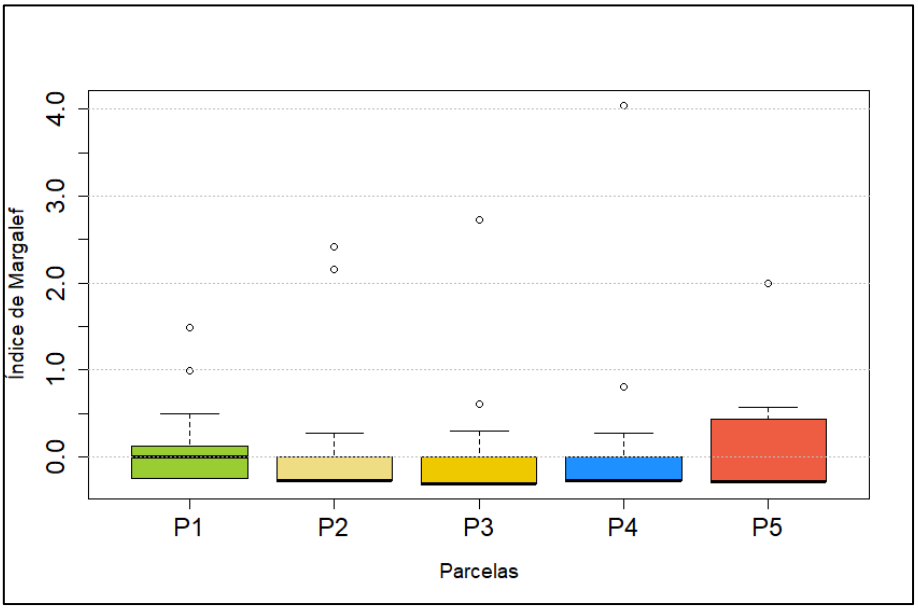


Ilustración 30. Índices de Margalef (Mg) en las 5 parcelas.

5.4.2. Índice de Menhinick (*Mh*)

Se determinó el análisis de varianza de la diversidad de Menhinick entre las parcelas; sin embargo, la prueba de Shapiro indicó que los datos no presentaron distribución de normalidad ($p < 0.05$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica (figura 31).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por parcela ($p = 0.87$) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 5).

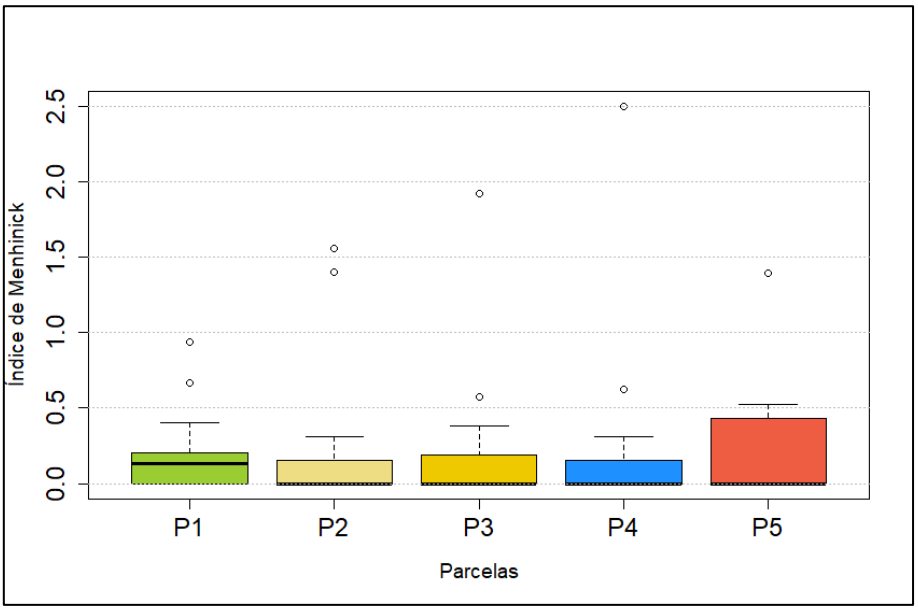


Figura 31. Índices de Menhinick (Mh) en las 5 parcelas.

5.4.3. Índice de Shannon (*H'*)

Se determinó el análisis de varianza del índice de Shannon entre las parcelas; sin embargo, la prueba de Shapiro indicó que los datos no presentaron distribución de normalidad ($p < 0.05$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica (figura 32).

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por parcela (p = 0.91) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 6).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

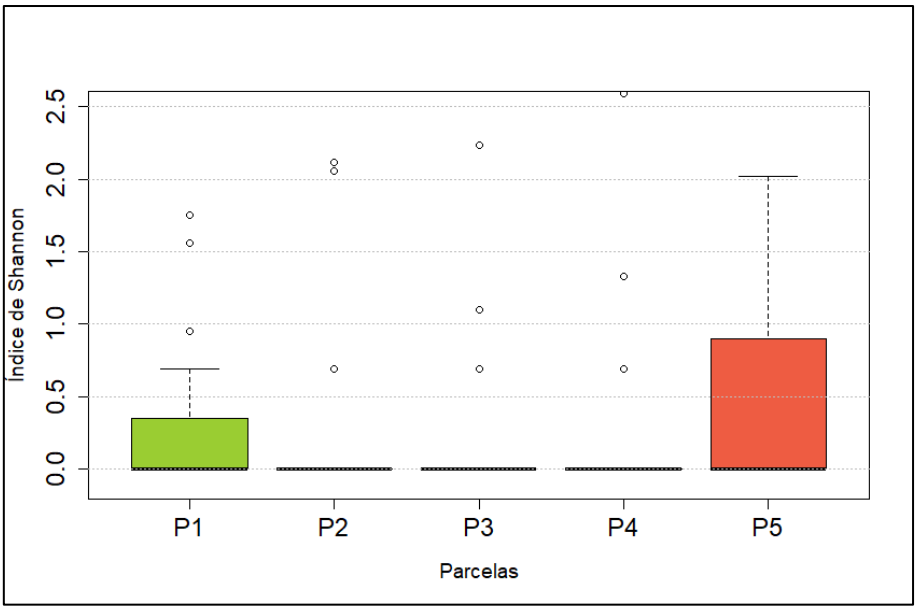


Figura 32. Índices de Shannon (H') en las 5 parcelas.

5.4.4. Índice de Dominancia (*D*)

Se determinó el análisis de varianza de la dominancia de Simpson entre las parcelas; sin embargo, la prueba de Shapiro indicó que los datos no presentaron distribución de normalidad ($p < 0.05$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica (figura 33).

Los resultados demostraron que hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por parcela (p = 0.025) mediante la prueba de Kruskal-Wallis. La parcela 03 fue la que registró un mayor índice de Margalef (0.8 ± 0.36 a), seguido de la parcela 05 (0.84 ± 0.28 ab), parcela 02 (0.75 ± 0.41 ab) y parcela 04 (0.74 ± 0.41 ab) (Tabla 7).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

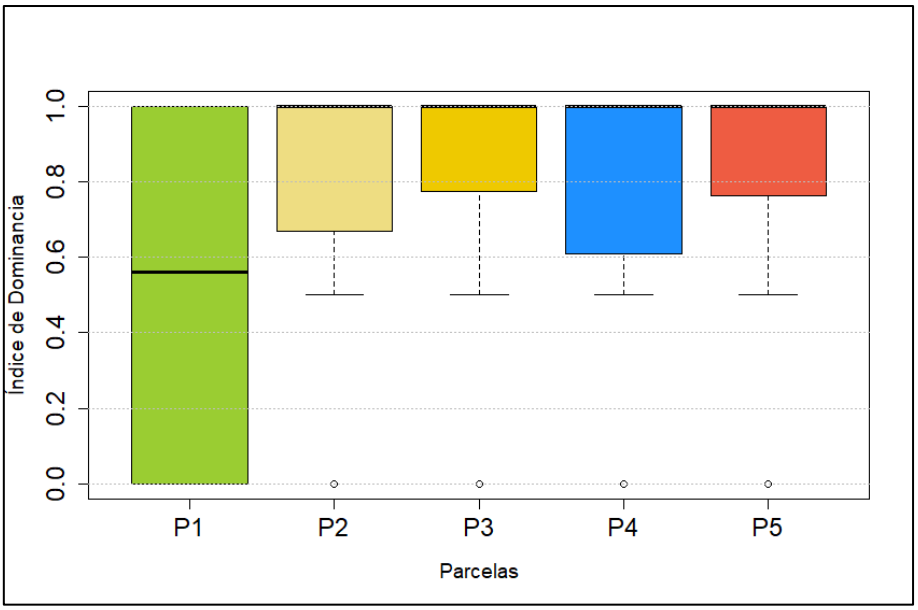


Figura 33. Índices de Dominancia (D) en las 5 parcelas.

5.4.5. Índice de Pielou (*J*)

Se determinó el análisis de varianza del índice de Pielou entre las parcelas; sin embargo, la prueba de Shapiro indicó que los datos no presentaron distribución de normalidad ($p < 0.05$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica (figura 34).

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por parcela ($p = 0.81$) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 8).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

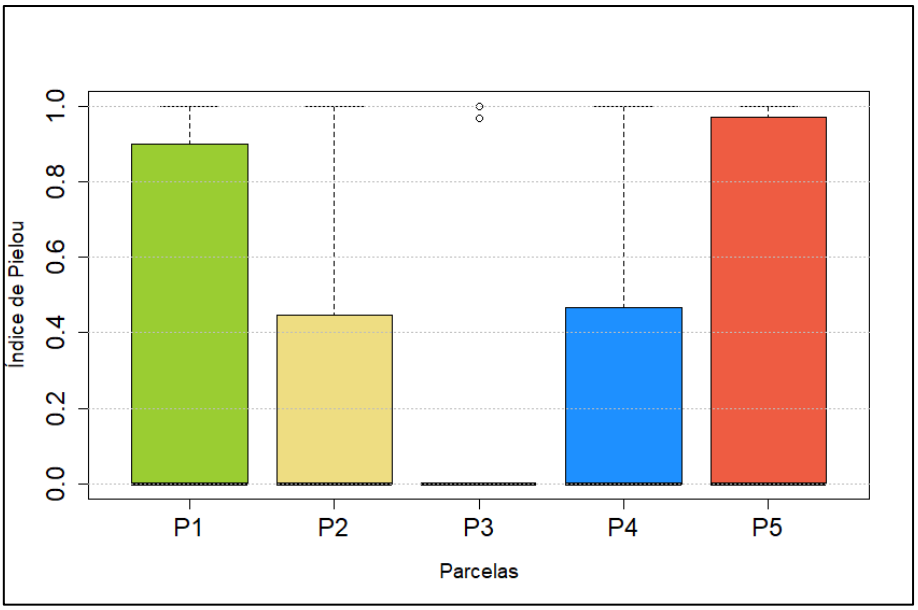


Figura 34. Índices de Pielou (J) en las 5 parcelas.

5.5. Análisis de diversidad alfa según tipo de trampa por parcela.

El análisis global evidenció que, en términos de abundancia por tipo de trampa en todas las parcelas, el método de aspiración entomológica (ASP) fue el más efectivo, acumulando un total de 558 especímenes pertenecientes a la entomofauna asociada al agroecosistema y 138 individuos catalogados como visitantes florales. Por otro lado, al evaluar la riqueza biológica, las trampas Van Someren-Rydon (VST) demostraron una mayor eficiencia en la captura de diversidad, aportando el mayor número de morfoespecies tanto para la entomofauna asociada al agroecosistema (46) como para el grupo de los visitantes florales (9).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

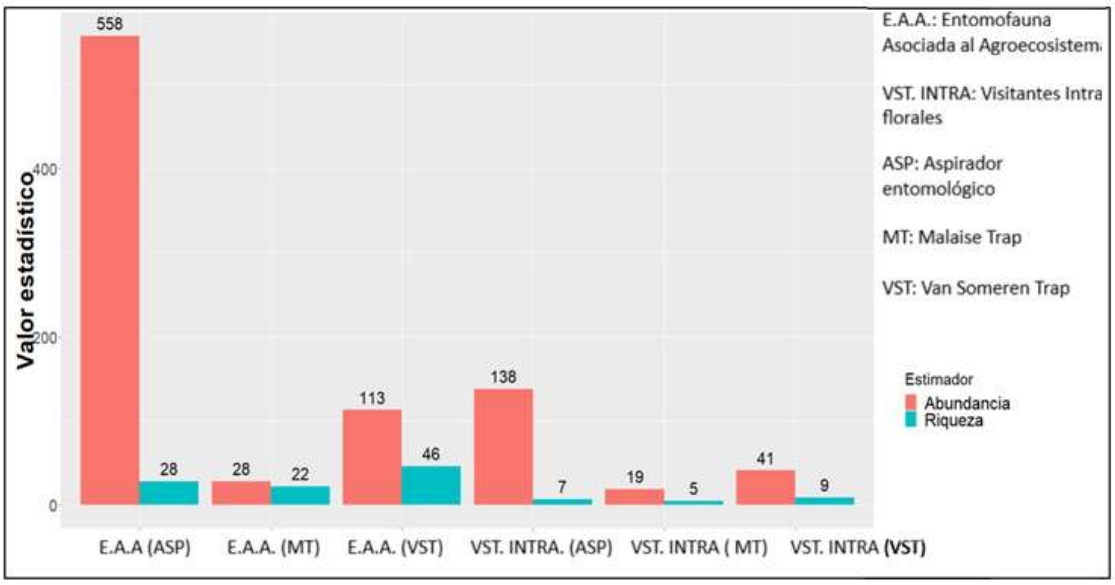


Figura 35. Abundancia y diversidad de insectos en las 5 parcelas.

5.5.1. Parcela 01

El análisis de la entomofauna en la parcela 01 evidenció que el método de aspiración entomológica (ASP) fue el más efectivo en términos de abundancia, acumulando 89 especímenes pertenecientes a la entomofauna asociada al agroecosistema y 48 individuos catalogados como visitantes florales. Del mismo modo, a nivel de riqueza, mediante el método ASP se aisló el mayor número de morfoespecies de visitantes florales (5), mientras que la trampa Malaise (MT) aportó la mayor diversidad para la entomofauna asociada al agroecosistema con 18 morfoespecies (Figura 36).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

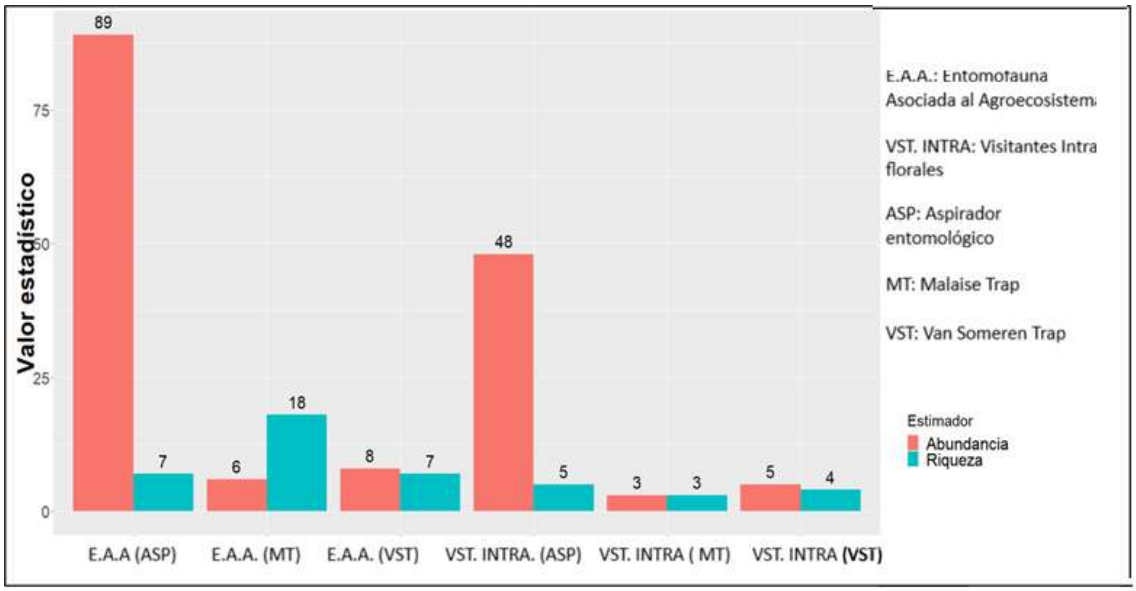


Figura 36. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 01.

5.5.2. Parcela 02

Para la parcela 02, el análisis demostró que el método de aspiración entomológica (ASP) registró la mayor efectividad en cuanto a abundancia, acumulando un total de 176 especímenes de la entomofauna asociada al agroecosistema (E.A.A.) y 25 individuos pertenecientes a los visitantes intraflorales. En contraste, al evaluar la riqueza, las trampas Van Someren-Rydon (VST) exhibieron una mayor eficiencia, reportando el mayor número de morfoespecies tanto para la entomofauna asociada al agroecosistema (12) como para el grupo de los visitantes intraflorales (4)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

(Figura 37).

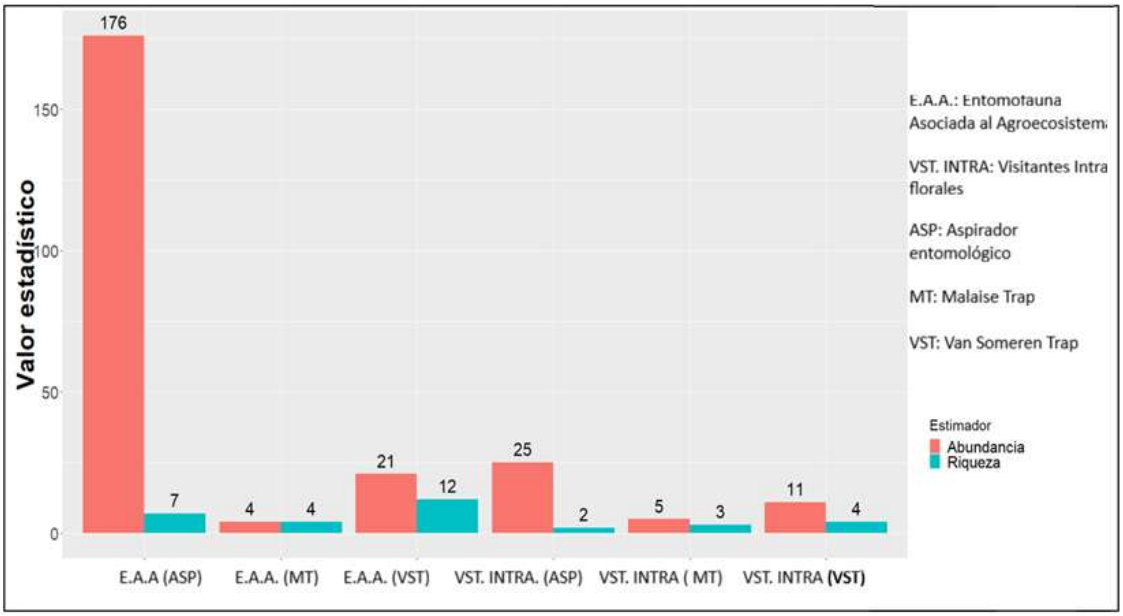


Figura 37. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 02.

5.5.3. Parcela 03

En Para la parcela 03, el monitoreo reflejó que el método de aspiración entomológica (ASP) continuó siendo el más efectivo en términos de abundancia, registrando un total de 72 especímenes pertenecientes a la entomofauna asociada al agroecosistema (E.A.A.) y 12 individuos de visitantes intraflorales. Por otra parte, al evaluar la riqueza de morfoespecies de visitantes intraflorales, se observó un rendimiento equivalente entre las técnicas de VST y ASP, reportando 3 morfoespecies cada una; mientras que la mayor diversidad para la entomofauna asociada al agroecosistema se obtuvo mediante las trampas Van Someren-Rydon (VST), acumulando 23 morfoespecies (Figura 38).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

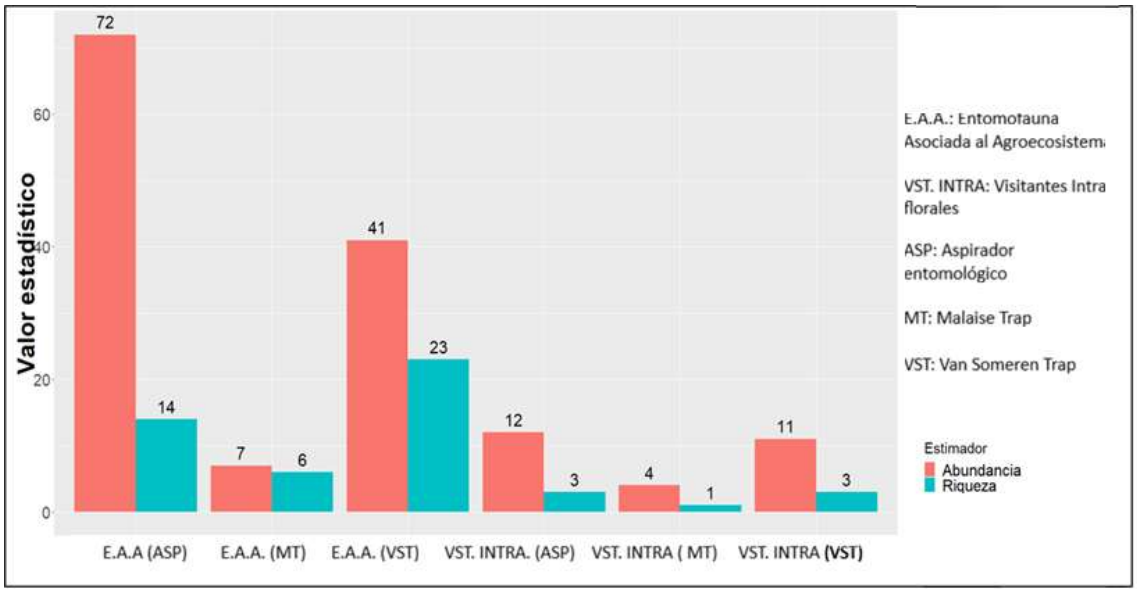


Figura 38. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 03.

5.5.4. Parcela 04

Para la parcela 04, el análisis demostró que el método de aspiración entomológica (ASP) registró la mayor efectividad en cuanto a abundancia, acumulando un total de 102 especímenes de la entomofauna asociada al agroecosistema (E.A.A.) y 29 individuos pertenecientes al grupo de los visitantes intraflorales. En contraste, al evaluar la riqueza de morfoespecies, las trampas Van Someren-Rydon (VST) exhibieron una mayor eficiencia, reportando el mayor número de morfoespecies tanto para la entomofauna asociada al agroecosistema (14) como para los visitantes intraflorales (4) (Figura 39).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

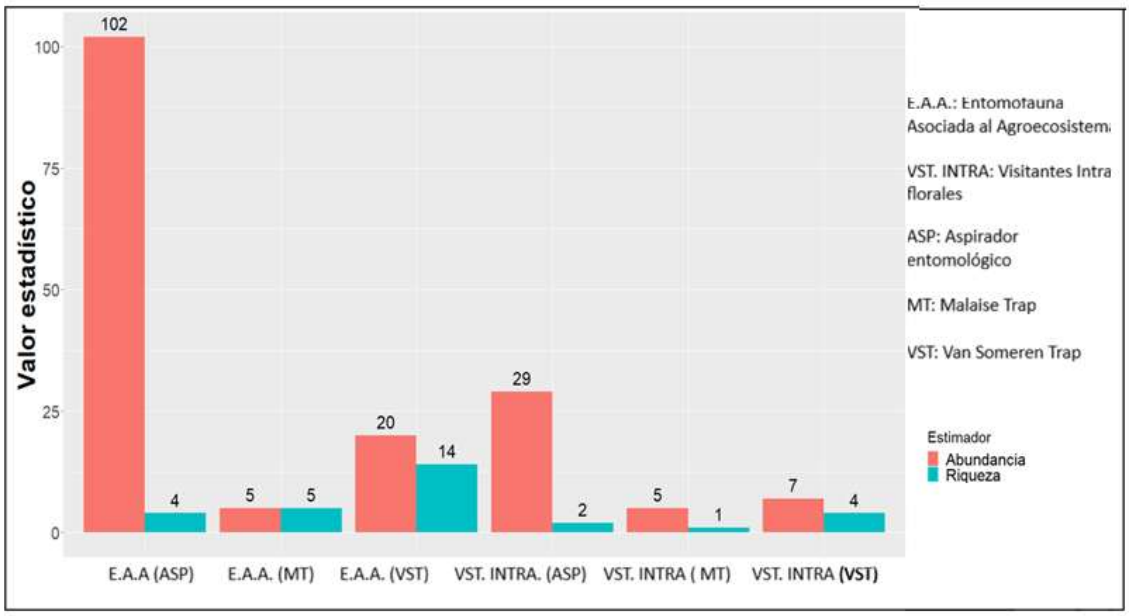


Figura 39. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 04.

5.5.5. Parcela 05

Por último, para la parcela 05, el monitoreo reflejó que el método de aspiración entomológica (ASP) continuó siendo el más efectivo en términos de abundancia, registrando un total de 119 especímenes pertenecientes a la entomofauna asociada al agroecosistema (E.A.A.) y 24 individuos de los visitantes intraflorales. Por otra parte, al evaluar la riqueza de morfoespecies, las trampas Van Someren-Rydon (VST) demostraron una mayor eficiencia, aportando el mayor número de morfoespecies tanto para la entomofauna asociada al agroecosistema (14) como para el grupo de los visitantes intraflorales (4) (Figura 40).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

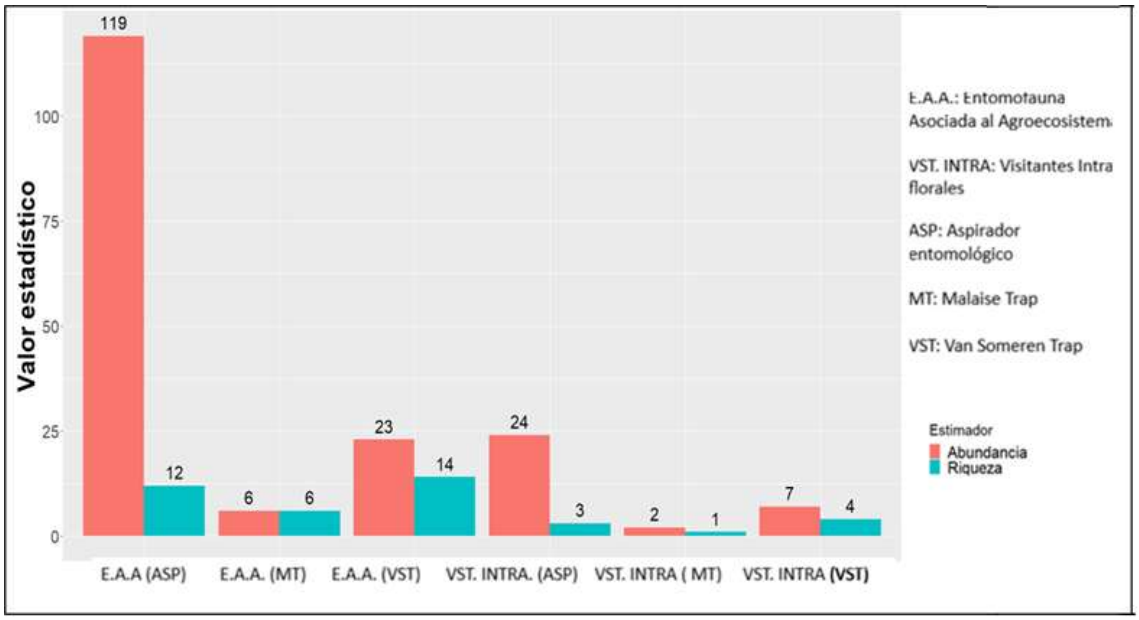


Figura 40. Abundancia y diversidad de insectos en la parcela 05.

5.6. Análisis de interacción entre las trampas

Según la presencia de las morfoespecies por trampas en cada parcela, observamos que mediante la colecta por aspiradores entomológicos (ASP), se encontró la mayor riqueza en la parcela 01 (05), seguido por el método de las trampas Van Someren (VST) entre las parcelas 01 y 02 (04) y entre las parcelas 04 y 05 (04) y por el método de las trampas Malaise (MT) entre las parcelas 01 y 02 (03) (Figura 41).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

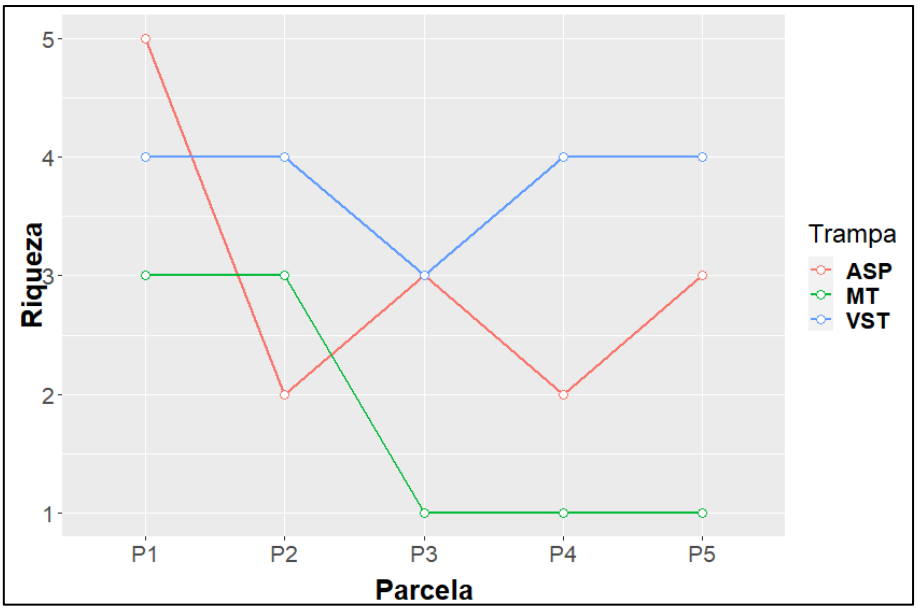


Figura 41. Riqueza de morfoespecies seleccionadas según el tipo de trampa en las 5 parcelas evaluadas.

Por otro lado, con relación al número de individuos de cada morfoespecie encontrados por trampas en cada parcela, observamos que mediante la colecta por aspiradores entomológicos es donde se encontró la mayor abundancia en la parcela 01 (> 45), seguido por el método de las trampas Van Someren entre las parcelas 02 y 03 (> 10) y método de las trampas Malaise en las parcelas 02 y 04 (05) (Figura 42).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

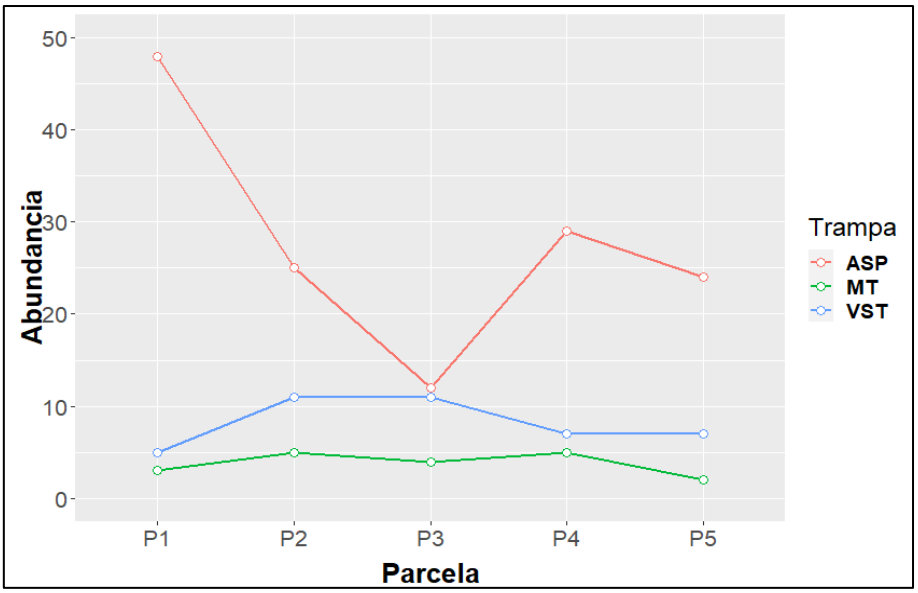


Figura 42. Abundancia de morfoespecies seleccionadas según el tipo de trampa en las 5 parcelas evaluadas.

5.7. Comparación de índices de diversidad beta por parcelas y trampas.

5.7.1. Índice de Margalef (Mg)

Se determinó el análisis de varianza de la diversidad de Margalef entre las trampas, donde la prueba de Shapiro indicó que los datos sí presentaron distribución de normalidad ($p > 0.23$) y la prueba de Bartlett indicó que existe homogeneidad de varianzas entre los resultados ($p > 0.12$), lo cual valida la prueba de ANOVA como análisis paramétrico (figura 43).

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por trampa ($p = 0.07$) mediante la prueba de ANOVA (Tabla 9).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

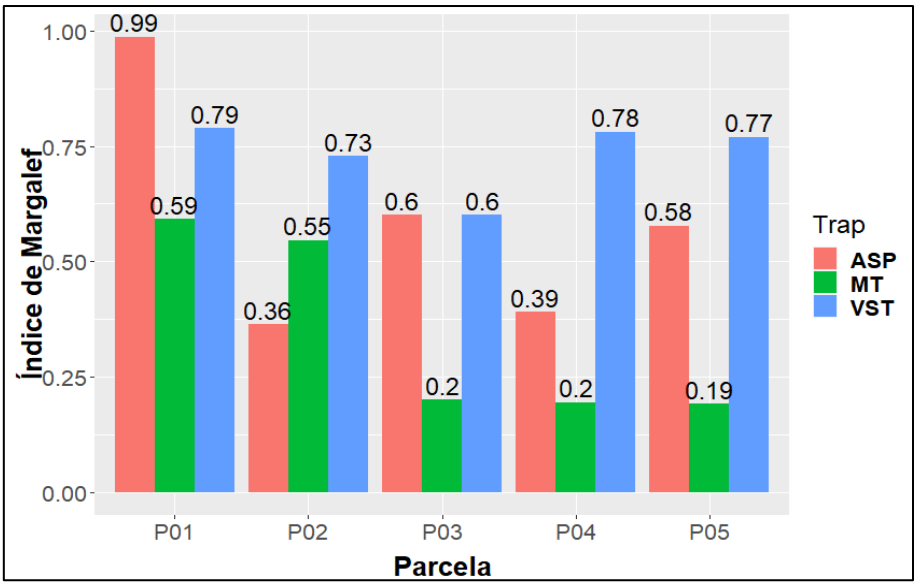


Figura 43. Índices de Margalef (Mg) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.

5.7.2. Índice de Menhinick (Mh)

Se determinó el análisis de varianza de la diversidad de Menhinick entre las trampas, donde la prueba de Shapiro indicó que los datos sí presentaron distribución de normalidad ($p > 0.52$) y la prueba de Bartlett indicó que existe homogeneidad de varianzas entre los resultados ($p > 0.199$), lo cual valida la prueba de ANOVA como análisis paramétrico (figura 44).

Los resultados demostraron que sí hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por trampa ($p = 0.028$) mediante la prueba de ANOVA. La trampa VST fue la que registró un mayor índice de Menhinick (1.38 ± 1.38 a), seguido de la trampa MT (0.95 ± 0.95 ab) y la trampa ASP (0.59 ± 0.59 b) (Tabla 10).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

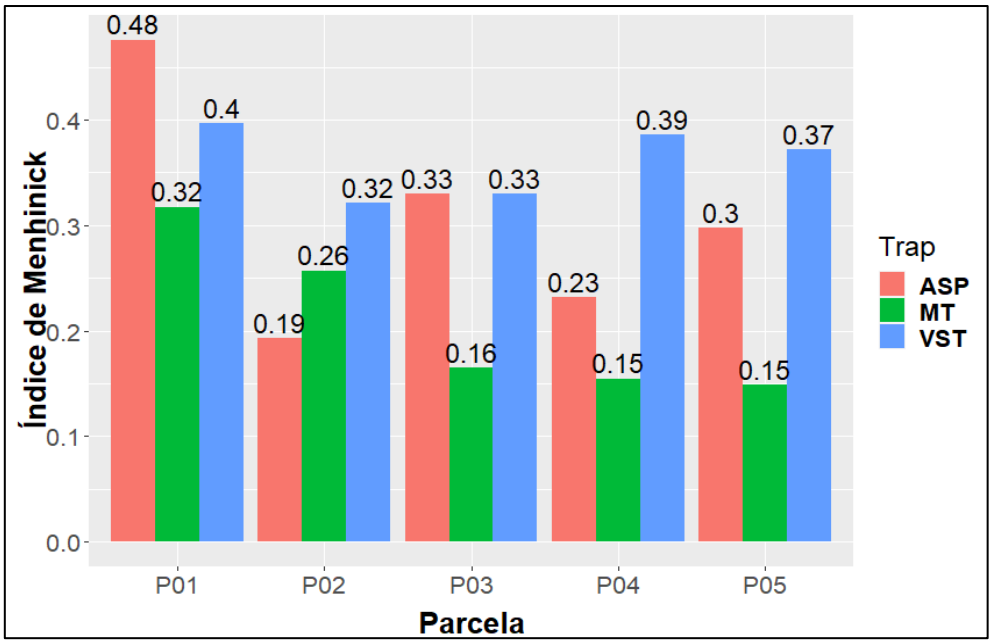


Figura 44. Índices de Menhinick (Mh) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.

5.7.3. Índice de Shannon (H')

Se determinó el análisis de varianza del índice de distribución de Shannon entre las trampas, donde la prueba de Shapiro indicó que los datos sí presentaron distribución de normalidad ($p > 0.053$) y la prueba de Bartlett indicó que existe homogeneidad de varianzas entre los resultados ($p > 0.15$), lo cual valida la prueba de ANOVA como análisis paramétrico (figura 45).

Los resultados demostraron que sí hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por trampa ($p = 0.037$) mediante la prueba de ANOVA. La trampa VST fue la que registró un mayor índice de Shannon (1.16 ± 0.23 a), seguido de la trampa ASP (0.64 ± 0.28 ab) y la trampa MT (0.43 ± 0.59 b) (Tabla 11).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

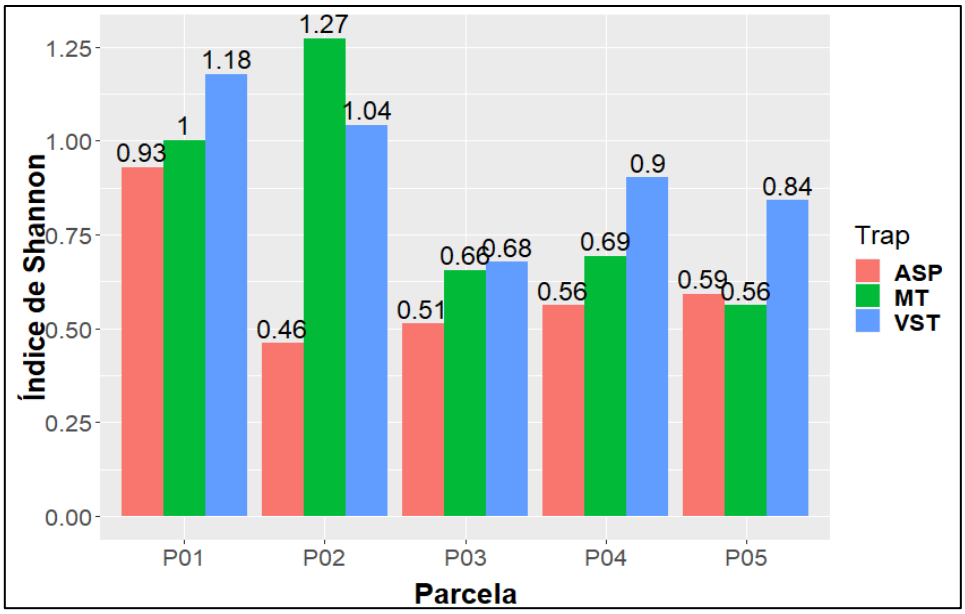


Figura 45. Índices de Shannon (H') en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.

5.7.4. Índice de Dominancia (D)

Se determinó el análisis de varianza del índice de dominancia de Simpson entre las trampas, donde la prueba de Shapiro indicó que los datos sí presentaron distribución de normalidad ($p > 0.14$) y la prueba de Bartlett indicó que existe homogeneidad de varianzas entre los resultados ($p > 0.11$), lo cual valida la prueba de ANOVA como análisis paramétrico (figura 46).

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por trampa ($p = 0.083$) mediante la prueba de ANOVA (Tabla 12).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

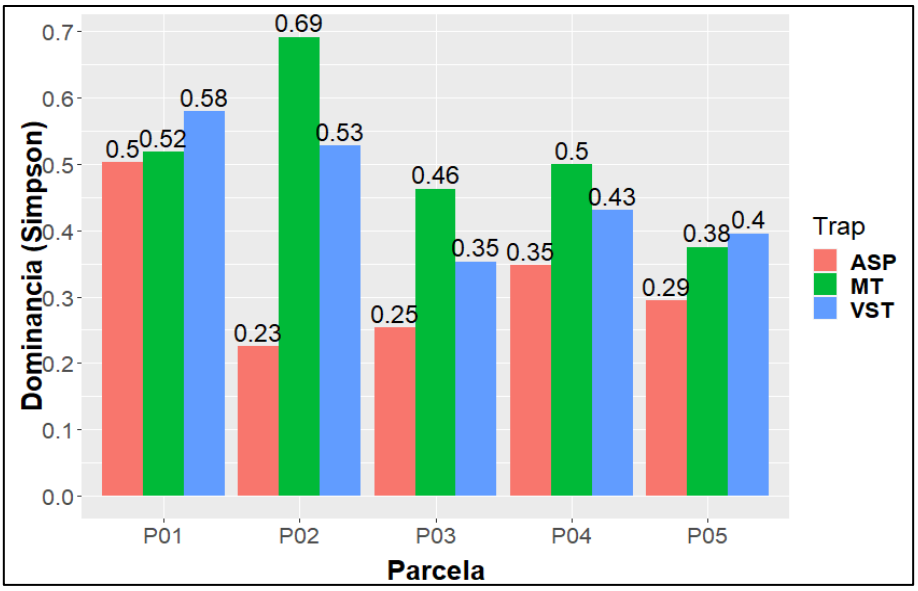


Figura 46. Índices de Dominancia (D) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.

5.7.5. Índice de Pielou (J)

Se determinó el análisis de varianza del índice de Pielou entre las trampas, donde la prueba de Shapiro indicó que los datos sí presentaron distribución de normalidad ($p < 0.152$), pero la prueba de Bartlett indicó que existe heterogeneidad de varianzas entre los resultados ($p > 0.026$), lo cual descarta la prueba de ANOVA y se opta por la prueba no paramétrica (figura 47).

Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto a los índices calculados por trampa ($p = 0.489$) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 13).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

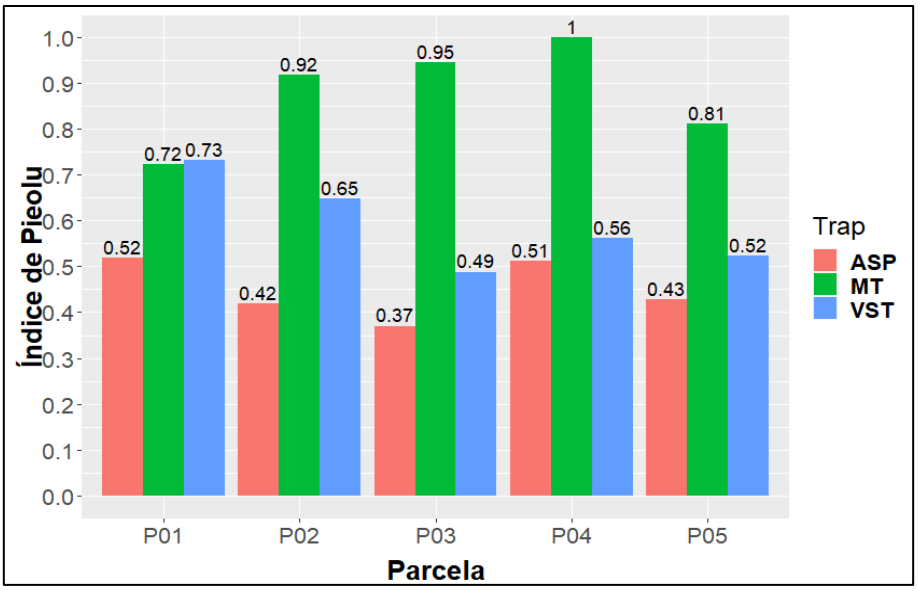


Figura 47. Índices de Pielou (J) en las trampas por las 5 parcelas evaluadas.

5.8. Curva de acumulación de especies

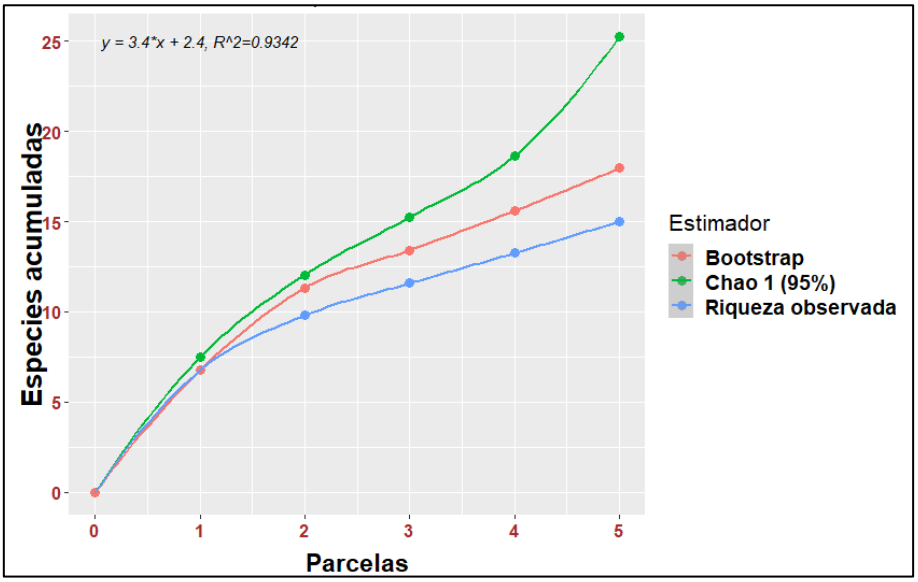


Ilustración 48. Curva de acumulación de especies en las 5 parcelas evaluadas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Con los datos obtenidos en campo, se realizó la curva de acumulación obteniendo un R^2 de 0.9342 por Bootstrap, siendo un valor muy cercano a 1 indicando un buen ajuste del modelo a los datos. Además, se obtuvo los valores de a: 3.4 y b: 2.4; motivo por la cual se pudo obtener el valor de la pendiente cual fue 1.02°, siendo la proporción de insectos registrados de un 83.5% (Figura 48).

Los resultados obtenidos con la curva de acumulación de especies muestran que la evaluación realizada estuvo próxima de llegar a la asíntota, es decir el punto en que por más muestreos que se lleven a cabo, ya no se puedan obtener nuevos registros porque ya se han registrado la mayoría de las especies presentes en un determinado momento y lugar. Sin embargo, la proporción de insectos registrados sobrepasó del 70% donde algunos autores consideran como proporción mínima a partir de la cual la riqueza asintótica se hace estable, para el caso de la ecuación de Clench (Hortal & Lobo, 2001).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VI. Discusión

La diversidad y el ensamblaje de los insectos relacionados con las estructuras reproductivas del cacao en su etapa de floración se evaluaron bajo los criterios ecológicos aplicados en agroecosistemas neotropicales. De los 897 especímenes colectados en el fundo “Bungalows H & E”, la familia Ceratopogonidae (Orden: Diptera) representó únicamente el 0.51% de la abundancia general. En contraste, la composición de la muestra floral estuvo fuertemente dominada por la familia Formicidae (Orden: Hymenoptera) con un 40.91% para su morfotipo principal, seguida en menor proporción por la familia Halictidae. Está marcada dominancia del orden Hymenoptera en el entorno floral concuerda parcialmente con escenarios descritos históricamente por Goitia (1992), pero debe ser analizada bajo un enfoque espacial segregado.

Las hormigas interactúan predominantemente como visitantes extraflorales. Investigaciones recientes sustentan que, si bien la mayoría de las especies de Formicidae no realizan una polinización directa debido a barreras mecánicas y a las secreciones antibióticas de sus glándulas metapleurales que afectan la viabilidad del polen (De Vega et al., 2021), su constante forrajeo en los nectarios extraflorales, pedicelos y caras externas del perianto ejerce una influencia indirecta crucial. Esta actividad ambulatoria puede perturbar mecánicamente o modificar el comportamiento de vuelo de los visitantes intraflorales genuinos, optimizando indirectamente las tasas de transferencia de polen xenógamo (Nieto-Rodríguez et al., 2022). Asimismo, se ha demostrado que la arquitectura botánica de los clones de cacao modernos y el manejo del dosel alteran la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

presencia de estas comunidades de visitantes, influyendo en la tasa de cuajado final (Vansynghel et al., 2023).

Por otro lado, la dinámica microscópica dentro del perianto corresponde formalmente a los visitantes intraflorales. La literatura actual confirma que los dípteros diminutos de las familias Ceratopogonidae (particularmente de los géneros *Forcipomyia*, *Dasyhelea* y *Atrichopogon*) y Cecidomyiidae poseen la correspondencia morfológica y el tamaño idóneo (generalmente < 3 mm) para sortear las complejas barreras botánicas del cacao, tales como las guías de néctar, las conchas de los pétalos y la densidad de tricomas glandulares (Sánchez-Ángel et al., 2024). Estos atributos anatómicos impiden el ingreso de insectos más robustos pertenecientes a la entomofauna asociada al agroecosistema general, como los grandes himenópteros (Apidae), cuyos tamaños exceden el espacio útil de la cámara estaminal.

Ciertas hormigas diminutas (ej. *Wasmannia auropunctata* o *Solenopsis* sp.) podrían como visitantes de las partes distales de las flores debe interpretarse bajo el concepto de segregación por tamaño. La presencia de hormigas de tamaño minúsculo puede favorecer el movimiento de polen en genotipos autocompatibles al ingresar a las cavidades florales, superando el impedimento morfológico del perianto, aunque su interacción también deba balancearse con los posibles efectos de la protección de hemípteros fitófagos que estas realizan en los cojines florales, un fenómeno ampliamente documentado en la ecología de agroecosistemas de cacao actuales (Wartenberg et al., 2021).

Las hormigas de la subfamilia Formicinae alcanzaron un 9.03% de abundancia relativa en el conteo general del agroecosistema estudiado. Este grupo presenta

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

una distribución homogénea en el cultivo, lo cual suele manifestarse en interacciones de competencia interespecífica; no obstante, una consecuencia indirecta de la alta dispersión de estos formícidos es la aplicación desmedida de insecticidas sintéticos, lo que genera un severo desequilibrio en las dinámicas de polinización natural (Leston, 1970). Las hormigas son reconocidas como uno de los taxones más recurrentes en plantaciones de cacao, registrándose estimaciones antiguas que sugerían que hasta un 23.3% de las especies de la comunidad entomológica participaban en la dinámica floral (Soetardi, 1950). Estudios clásicos sobre interacciones insecto-planta en *Theobroma cacao*, como el de Goitia et al. (1992) en Venezuela, también reportaron más de 40 especies de hormigas distribuidas en parches tanto en árboles cultivados como silvestres, una heterogeneidad espacial que coincide con lo observado en este trabajo. En dichos escenarios históricos, géneros como *Azteca* y *Wasmannia* dominaban hasta el 80% de las plantas domesticadas. Si bien su presencia no afectaba la supervivencia de los botones florales, *Azteca foreli* reducía en un 42% el número de flores polinizadas debido a la exclusión competitiva de otros insectos, mientras que *Wasmannia auropunctata* incrementaba un 46% el cuajado floral, sugiriendo una compleja red de interacciones mecánicas u organolépticas con los vectores polinizadores microscópicos.

El comportamiento social y la elevada abundancia de los Formicidae en las regiones tropicales explican su predominancia en los muestreos de diversidad biológica. Al ser asociados a sistemas agrícolas, reflejan interacciones ecológicas complejas donde su rol (ya sea como comensales, depredadores o perturbadores del vuelo de otros insectos) constituye un factor clave para el manejo sostenible del cultivo (Wartenberg et al., 2021). Los resultados de la

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

presente investigación respaldan este patrón, posicionando a los Formicidae como un grupo altamente conspicuo en el entorno floral, alcanzando el 40.91% de los 198 especímenes capturados directamente en las flores de cacao.

En lo que respecta a los visitantes intraflorales, la familia Ceratopogonidae registró una abundancia relativa del 0.51% en este estudio. La baja densidad de estos dípteros suele explicarse por requerimientos microambientales específicos; la literatura señala que los ceratopogónidos dependen críticamente de suelos cubiertos por hojarasca húmeda y restos orgánicos del pericarpio del cacao, sustratos que incrementan notablemente su tasa de emergencia reproductiva en comparación con parcelas desprovistas de cobertura vegetal (Ramos, 2011). Específicamente, los dípteros del género *Forcipomyia* utilizan la materia orgánica en descomposición como sitio de ovoposición y desarrollo larval. Por consiguiente, los agroecosistemas sometidos a un uso intensivo de agroquímicos y con nula cobertura vegetal muestran una drástica reducción en estos microvisitantes, cuya abundancia es indispensable para garantizar tasas de cuajado comercialmente rentables (Toledo-Hernández et al., 2021).

Aunque reportes históricos consideraban a trips del género *Frankliniella* y a la hormiga *W. auropunctata* como agentes directos de transferencia de polen (Enríquez, 1985), investigadores como Hernández (1965) y Soria (1970) sostienen que estas interacciones corresponden a polinizaciones accidentales o mecánicamente ineficientes, siendo funcionalmente superadas por la alta especialización anatómica de *Forcipomyia* sp. Esta diferenciación de nichos resalta la importancia de la metodología de captura. El uso simultáneo de trampas Malaise (MT) y Van Someren-Rydon (VST) ha sido validado en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

inventarios biológicos orientados a evaluar el complejo entomológico del cacao (Sánchez, 2015; Ngo et al., 2013; Smith-Pardo & González, 2007). La combinación de estos métodos es crucial, ya que permite capturar tanto a la entomofauna asociada al agroecosistema general en sus rutas de vuelo, como a los visitantes específicos de las estructuras botánicas según sus hábitos de desplazamiento. La alta efectividad en abundancia registrada por el método de aspiración entomológica (ASP) se asocia directamente a su capacidad de recolectar de forma dirigida e inmediata a los insectos situados sobre el perianto, capturando de manera masiva a los visitantes extraflorales (Formicidae) en sus rutas de forrajeo activo y, en menor medida, a los visitantes intraflorales (Sánchez-Ángel et al., 2024). En contraste, la alta eficiencia de las trampas Van Someren-Rydon (VST) para registrar una mayor riqueza de morfoespecies (tanto de la entomofauna asociada al agroecosistema como de visitantes específicos) responde a que este método utiliza atrayentes orgánicos volátiles que cubren un radio de acción espacial y un gradiente vertical más amplio en el dosel, interceptando la diversidad críptica y los taxones de vuelo difuso que no se encuentran necesariamente posados en la estructura floral al momento del muestreo manual dirigido (Vansynghel et al., 2023; Ramírez-Restrepo et al., 2022). Esta complementariedad metodológica demuestra que para entender la ecología entomológica del cacao se requiere evaluar simultáneamente el microhábitat floral y el entorno inter-parcelario (Toledo-Hernández et al., 2021).

Las investigaciones modernas confirman que el cacao está integrado a un complejo mosaico de insectos donde coexisten vectores bióticos principales y un amplio espectro de visitantes secundarios; esta condición adquiere una relevancia crítica al considerar que *Theobroma cacao* es un cultivo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

esencialmente dependiente de la actividad de la entomofauna para su éxito reproductivo (Lizárraga, 2022; Tscharntke et al., 2023).

VII. Conclusiones

- Las colectas de insectos orientadas a la evaluación de entomofauna del cultivo de cacao en el fundo “Bungalows H & E” (Satipo, Junín) generaron un total de 897 especímenes pertenecientes a 94 morfoespecies, contenidas en 40 familias y 10 órdenes. Del total general, 198 especímenes correspondieron al grupo de los visitantes florales (abundancia), distribuidos en 15 morfoespecies (riqueza).
- Dentro del grupo de los visitantes florales (198 especímenes), se identificaron 12 familias botánicas, destacando con una marcada dominancia numérica la familia Formicidae (40.91%), seguida por Sciaridae (5.56%), Syrphidae (4.55%) y, en proporciones marginales del 0.51% cada una, las familias Halictidae, Apidae, Tipulidae, Ceratopogonidae, Cecidomyiidae, Mycetophilidae, Loncheidae, Phoridae y Tachinidae. De acuerdo con su comportamiento, este complejo agrupa la diversidad capturada en interacción con la estructura floral del cultivo.
- A nivel de riqueza biológica dentro de los visitantes florales, las 15 morfoespecies registradas pertenecieron a dos órdenes de insectos (Hymenoptera y Diptera). El morfotipo Formicinae sp.1 presentó la mayor densidad poblacional con un 40.91% del grupo floral, seguido de Myrmicinae sp.1 con 44 individuos (22.22%), Dolichoderinae sp.1 con 40 individuos (20.20%), Sciaridae sp.1 con 11 individuos (5.56%), Syrphidae

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

sp.2 con 9 individuos (4.55%) y Pseudomyrmecinae sp.1 con 4 individuos (2.02%). Las restantes 9 morfoespecies se registraron de forma unitaria con un solo individuo (0.51% cada una), correspondiendo a un único morfotipo para las familias Halictidae, Apidae, Tipulidae, Ceratopogonidae (*Forcipomyia* sp.), Cecidomyiidae, Mycetophilidae, Loncheidae, Phoridae y Tachinidae.

- Al evaluar la estructura comunitaria global del agroecosistema, la densidad poblacional estuvo fuertemente representada por la entomofauna asociada al agroecosistema con un 77.93% del total de las capturas. El 22.07% restante correspondió al grupo de los visitantes florales, donde la subfamilia Formicinae presentó la mayor densidad relativa con un 9.03%, seguida por Myrmicinae sp.1 con 4.91% y Dolichoderinae sp.1 con 4.46% con respecto al universo total de insectos colectados.
- El análisis de la diversidad alfa según el tipo de trampa demostró que el método de aspiración entomológica (ASP) fue el más efectivo en términos de abundancia absoluta, acumulando 138 individuos de visitantes florales y 558 especímenes de la entomofauna asociada al agroecosistema. Las trampas Van Someren-Rydon (VST) exhibieron la mayor eficiencia para la captura de riqueza biológica, aportando el mayor número de morfoespecies tanto para los visitantes florales (9) como para la entomofauna del agroecosistema (46).
- Aunque se estandarizaron variables metodológicas clave, tales como la selección de los meses de mayor floración, los horarios de colecta, el empleo coordinado de técnicas masivas (Malaise y Van Someren) y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

dirigidas (aspiración entomológica), y un tamaño de muestra floral constante, el inventario biótico estuvo condicionado por factores ambientales no controlables, principalmente las precipitaciones pluviales y los gradientes microclimáticos locales de la zona.

- Se rechaza estadísticamente la hipótesis de dominancia de los dípteros de la familia Ceratopogonidae (específicamente del género *Forcipomyia*) dentro del grupo de los visitantes florales para este periodo y lugar de muestreo. El contraste cuantitativo evidenció una presencia críticamente baja de Ceratopogonidae (1 solo individuo, equivalente al 0.51% del grupo de visitantes florales), frente a una dominancia absoluta de la familia Formicidae (40.91%). No obstante, este resultado no descarta su importancia en el agroecosistema, sino que refleja un sesgo de muestreo temporal y metodológico, atribuible a la vulnerabilidad de estos microdípteros ante las lluvias incidentes durante el periodo de colecta y a que las trampas empleadas interceptan principalmente insectos de mayor movilidad o forrajeo periférico (como las hormigas), subestimando la fauna críptica de menor tamaño que habita en la flor.
- A través del método de recolección dirigida por aspiración entomológica, se certifica que los especímenes clasificados como visitantes florales se encontraban interactuando directamente en la estructura floral al momento de la captura; sin embargo, debido a la naturaleza descriptiva del muestreo, no es posible asegurar de forma concluyente que la totalidad de los insectos registrados hayan completado con éxito el servicio ecosistémico de transferencia efectiva de polen funcional (Salazar R. & Torres V., 2017).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

VIII. Recomendaciones

- Complementar el uso de trampas masivas con muestreos directos en la hojarasca y cascabillos de cacao en descomposición, reduciendo el sesgo hacia insectos de alta movilidad periférica (*Formicidae*).
- Incorporar registradores de temperatura, humedad y precipitación local en el dosel para correlacionar las tasas de visita de los insectos en la estructura floral.
- Desarrollar líneas de investigación que vinculen los índices de diversidad entomológica con la captura de carbono y biomasa en estos sistemas agroforestales, otorgando un valor agregado a los sistemas agroforestales.
- Orientar los futuros inventarios de invertebrados hacia la caracterización funcional y comportamiento específico de los visitantes florales, más allá de un análisis puramente taxonómico.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

IX. Referencias Bibliográficas

Adjaloo, M. K., & Oduro, W. (2013). Insect assemblage and the pollination system of cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Applied Biosciences*, *62*(1), 4582–4594. https://m.elewa.org/Journals/wp-content/uploads/2013/05/2.pdf

Álvarez, M., Córdova, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A., y Villareal, E. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Andrade, G., Reinel, E., y Triviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *37*(144), 50–60.

Angiosperm Phylogeny Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *181*(1), 1–20. https://doi.org/10.1111/boj.12385

Asociación Peruana de Productores de Cacao. (2017). *Perú es segundo productor de cacao orgánico en el mundo*. APPCacao.

Bravo, M., Somarriba, E., y Arteaga, G. (2011). Factores que afectan la abundancia de insectos polinizadores del cacao en sistemas agroforestales. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *28*(1), 74–85.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Brew, A. H. (1984). The pollination of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by insects: A review. En *Proceedings of the 9th International Cocoa Research Conference* (pp. 567–571). Cocoa Research Institute of Ghana.

Briceño, C., Guasch, L., Díaz, L., Rozenberg, J., Bozanigo, L., Moroz, H., Stern, A., Vega, G., Osborne, T., Cubas, D., Rendón, C., Carruthers, R., Andrade, R., Córdoba, C., Barrios, R., Menéndez, A., Montoliu, M., Rodríguez, A., Fay, M., ... y Lederman, D. (2016). *Análisis integral de la logística en el Perú: 5 cadenas de exportación*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo / Grupo Banco Mundial.

Cámara Peruana del Café y Cacao. (2024). *Reporte anual de sostenibilidad y evolución del comercio exterior del cacao peruano* (Informe Estadístico de Sector N.º 12). https://camcafecacao.org.pe

Chacoff, N. (2006). *Los ecosistemas naturales como fuente de polinizadores para Citrus paradisi en el pie de monte de las yungas* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Comahue]. Repositorio Institucional UNCOMA.

Chagerben, A. (2017). *Establecimiento de relaciones alométricas para estimar la producción de biomasa en cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional desarrollados por la UTEQ* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ.

Chaves, R., y Salazar, R. (2016). *Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (Theobroma cacao): Impactos sobre la productividad y calidad del fruto* [Informe de Proyecto de Investigación]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Collantes, K. (2018). *Insectos polinizadores de Theobroma cacao L. en dos sistemas de cultivos relacionados con la residualidad de organofosforados, en la provincia de Los Ríos* [Tesis de Licenciatura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ.

Córdoba, C., Cerda, R., Deheuvels, O., Hidalgo, E., y DeClerck, F. (2013). Polinizadores, polinización y producción potencial de cacao en sistemas agroforestales de Bocas del Toro, Panamá. *Agroforestería en las Américas*, (49), 26–32.

Cosavalente, J. (2016). *Memoria institucional anual* [Reporte Institucional]. Municipalidad Provincial de Satipo.

Dafni, A., Kevan, P. G., & Husband, B. C. (2005). *Practical pollination ecology*. Enviroquest Ltd.

Deere, N. J., & Struebig, M. J. (2022). Plant heterogeneity and canopy cover sustain floral visitor communities in tropical perennial agroecosystems. *Ecology Letters*, *25*(4), 889–901. https://doi.org/10.1111/ele.13976

Deus, E., & Silva, R. A. (2020). Sampling methods for floral visitors in tropical perennial crops: Biases and recommendations. *Journal of Economic Entomology*, *113*(4), 1821–1832. https://doi.org/10.1093/jee/toaa102

Enríquez, G. (1985). *Curso sobre el cultivo de cacao*. Biblioteca Orton IICA / CATIE.

Franco, F., De la Cruz, A. G., Rocha, N., Navarrete, G., Flores, E., Kato, S., Sánchez, L., Abarca, F., y Bedia, C. (1985). *Manual de ecología* (2.ª ed.). Editorial Trillas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Frimpong, E. A., Krauss, J., & Steffan-Dewenter, I. (2023). Managing breeding substrates to optimize cocoa pollination services by *Forcipomyia* midges. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *342*, Artículo 108241. https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108241

García, L. (2011). *Encuesta al productor de cacao* (Anexo 2; Reporte Técnico). Ministerio de Agricultura y Riego.

Garibaldi, L. A., Carvalheiro, L. G., Vaissière, B. E., Gemmill-Herren, B., Hipólito, J., Freitas, B. M., Ngo, H. T., Azzu, N., Sáez, A., May-Grosset, J., Blaauw, B., Choi, B. R., da Silva, F. J., Göransson, O., Gonzalez, V. H., Goulson, D., Guedes, R. N., Herrera, F. H., Kastberger, G., ... & Hughes, J. (2016). Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield worldwide. *Science*, *351*(6271), 388–391. https://doi.org/10.1126/science.aac7287

Gemmill-Herren, B. (2016). *Pollination services to agriculture: Sustaining and enhancing a key ecosystem service*. Food and Agriculture Organization of the United Nations / Routledge.

Gil-Albert, F. (2012). *Operaciones básicas para el mantenimiento de jardines, parques y zonas verdes*. Editorial Paraninfo.

Goitia, W. (1992). *Estructura de la flor de cacao* [Informe Técnico]. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Goitia, W., Bosque, C., y Jaffe, K. (1991). *Interacción hormiga-polinizador en cacao* [Boletín Técnico]. FONAIAP – Estación Experimental Miranda.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Gómez, C. (2018). *Identificación y cuantificación de dípteros (Ceratopogonidae) polinizadores de cacao (Theobroma cacao L.) en la Granja Luker (Palestina, Caldas) a través de la utilización de materia orgánica en descomposición* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Juveriana]. Repositorio Institucional Javeriana.

Hardy, F. (1961). Botánica morfológica de la planta de cacao. En F. Hardy (Ed.), *Manual de cacao* (pp. 329–337). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

Hortal, J., y Lobo, J. M. (2001). Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, (15), 405–432.

Kaufmann, T. (1975a). Cocoa pollination by males of *Forcipomyia squamipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Ghana. *Tropical Agriculture*, *52*(1), 71–74.

Kaufmann, T. (1975b). Ecology and behavior of cocoa pollinating Ceratopogonidae in Ghana, W. Africa. *Environmental Entomology*, *4*(2), 347–351.

Kaufmann, T. (1975c). Studies on the ecology and biology of a cocoa pollinator, *Forcipomyia squamipennis* I. & M. (Diptera, Ceratopogonidae), in Ghana. *Bulletin of Entomological Research*, *65*(2), 263–268.

Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *29*(1), 83–112. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83

Kitching, R. L., Li, D., & Stork, N. E. (2001). Assessing biodiversity 'sampling packages': How similar are arthropod assemblages in different tropical

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

rainforests? *Biodiversity and Conservation*, *10*(5), 793–813. https://doi.org/10.1023/A:1016624024003

Lizárraga, T. A. (2022). *Innovación agraria y la promoción de abejas silvestres en los agroecosistemas en el Perú* [Boletín Técnico]. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Maglianesi, M. A. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Biocenosis*, *26*(1), 11–22.

Magurran, A. E. (1987). *Diversidad ecológica y su medición*. Vedra Ediciones.

Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (37), 385–408.

Martin, J. E. (1977). *The insects and arachnids of Canada. Part 1: Collecting, preparing, and preserving insects, mites and spiders* (Publication No. 1643). Research Branch, Canada Department of Agriculture.

Matteucci, S. D., Colma, A., y De Miranda, F. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.

Medina, S. (1977). *Manual de procedimientos para colectar, preservar y montar insectos y otros artrópodos* [Boletín Técnico]. Estación Experimental Agrícola Río Piedras.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2012). *Catálogo de cultivares de cacao del Perú*. Dirección General de Competitividad Agraria.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2025). *Evolución de la producción nacional y las agroexportaciones del sector cacaotero peruano en el período 2024–2025* (Reporte Estadístico Institucional). Dirección General de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas.

Mithöfer, D., Roshetko, J. M., Donovan, J. A., Ekowati, D., y Fowler, M. (2023). Global cocoa value chains: Sostenibilidad, dinámicas de mercado y el rol de los pequeños productores. *World Development*, *161*, Artículo 106101. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106101

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Motamayor, J. A., Lachenaud, P., da Silva e Silva, J. W., Loor, R., Kuhn, D. N., Brown, J. S., & Schnell, R. J. (2008). Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, *3*(10), e3311. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003311

Murillo, R., y Humberto, J. (2008). *Materiales y técnicas para la confección y preservación de colecciones entomológicas*. Museo de Insectos, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Nieto-Rodríguez, A., Jaramillo, J., y Tscharntke, T. (2022). Beyond pollination: The role of floral visitors in the trophic networks of tropical perennial crops. *Biotropica*, *54*(3), 612–624. https://doi.org/10.1111/btp.13089

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Noyes, J. S. (1982). Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Journal of Natural History*, *16*(3), 315–334. https://doi.org/10.1080/00222938200710261

Ocampo-Ariza, C., Vansynghel, J., Osterman, J., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2024). Global production of cacao depends on insect pollination, but specialized midges are severely underestimated. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *361*, Artículo 108820. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108820

Obeso, J. R., y Herrera, J. M. (2018). Polinizadores y cambio climático. *Ecosistemas*, *27*(2), 52–59. https://doi.org/10.7818/ECOS.1417

Organización Internacional del Cacao. (2026). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics: Market fluctuations and supply-demand balance for the 2024/2025 crop year* (Vol. LII, No. 1). International Cocoa Organization.

Pinzón, J., y Ardila, J. (1998). *Guía técnica para el cultivo del cacao* [Reporte Técnico]. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria.

Puerto Rodríguez, A. M. del, Suárez, S., y Palacio, É. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, *52*(3), 372–387.

Ramos, M. (2011). *Estudio de la diversidad de insectos polinizadores en sistemas agroforestales de cacao y su relación con la productividad y diversidad de especies del dosel* [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Pedro Sula]. Repositorio Institucional USGS.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ramírez-Restrepo, L., & Cultid-Medina, C. A. (2022). Comparing active and passive sampling methods for documenting canopy-dwelling arthropods in Neotropical agricultural landscapes. *Sociobiology*, *69*(2), e7321. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v69i2.7321

Rico-Gray, V., & Oliveira, P. S. (2007). *The ecology and evolution of ant-plant interactions*. University of Chicago Press.

Ríos, D. (2015). *Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de Theobroma cacao* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Digital PUCE.

Ríos, P. (2011). *Historia, evolución biológica y flujos de dispersión comercial del germoplasma de cacao en América y el mundo* (Informe Técnico de Investigación N.º 4). Estación Experimental Central de la Amazonía.

Rodríguez, J., Vélez, B., Zaragoza, S., Noguera, F., González, E., y Ramírez, E. (2010). Diversity of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) collected with Malaise traps in the tropical dry forest of San Javier, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *81*(3), 813–822. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.003.647

Romero, C. (2015). *Estudio del cacao y el mundo* [Reporte Institucional]. Dirección General de Políticas Agrarias.

Salazar, R., y Torres, V. (2017). *Estudio de la dinámica de polinizadores del cultivo de cacao (Theobroma cacao) en tres sistemas de producción* [Informe de Proyecto de Investigación]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Sánchez, P., Morillo, F., Muñoz, W., Soria, S., y Marín, C. (2001). Las especies de *Forcipomyia* Meigen (Diptera: Ceratopogonidae) polinizadoras del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la colección de la Estación Experimental del INIA-Miranda, Venezuela. *Entomotropica*, *16*(2), 147–148.

Segovia, J. (1987). *Cambios en la estructura de la vegetación en la reserva alto andina de Pampa Galeras: Rol de los grandes herbívoros* [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.

Shimabukuro, E. M., Pepinelli, M., Perbiche–Neves, G., & Trivinho-Strixino, S. (2015). A new trap for collecting aquatic and semi-aquatic insects from madicolous habitats. *Insect Conservation and Diversity*, *8*(6), 578–583. https://doi.org/10.1111/icad.12133

Soria, S. de J. (1971). *La polinización del cacao por las mosquitas Forcipomyia spp. (Diptera, Ceratopogonidae)* [Boletín Técnico]. Comisión Nacional del Cacao.

Soria, S. de J. (1973). Locais de coleta e distribuição de *Forcipomyia* (Diptera, Ceratopogonidae) relacionados com a floração e frutificação do cacaueiro na Bahia, Brasil. *Revista Theobroma*, *3*(2), 41–49.

Soria, S. de J., Wirth, W. W., & Chapman, R. K. (1980). Insect pollination of cacao in Costa Rica: Preliminary list of the ceratopogonid midges collected from flowers. *Revista Theobroma*, *10*(2), 61–69.

Sounigo, O., Umaharan, R., Christopher, Y., Sankar, A., & Ramdahin, S. (2003). Assessing the genetic diversity of cacao (*Theobroma cacao* L.) using floral

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *50*(8), 861–871. https://doi.org/10.1023/A:1025028522304

Steyskal, G. C. (1981). A bibliography of the Malaise trap. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, *83*(2), 225–229.

Thomas, E., van Zonneveld, M., Loo, J., Hodgkin, T., Galluzzi, G., & Jacob, M. (2012). Present and future distribution of wild cacao (*Theobroma cacao* L.) in the Neotropics. *PLoS ONE*, *7*(10), e47639. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047639

Toledo-Hernández, M., Tscharntke, T., Tjoa, A., Anshary, A., & Saunders, M. E. (2021). Landscape management shapes the diversity of flower-visiting midges (Ceratopogonidae) in tropical cacao agroforestry. *Journal of Insect Conservation*, *25*(3), 441–452. https://doi.org/10.1007/s10841-021-00314-y

Uribe, E., y Ávila, L. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina* [Reporte Técnico]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe / Unión Europea.

Valarezo, O., Cañarte, E., y Navarrete, B. (2012). *Artrópodos asociados al cultivo de cacao en Manabí*. Universidad Técnica de Manabí.

Valenzuela, R., & García, M. (2021). Diversidad de la entomofauna y servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales de la Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, *28*(2), e20142. https://doi.org/10.15381/rpb.v28i2.20142

Vansynghel, J., Ocampo-Ariza, C., Maas, B., Martin, E. A., Thomas, E., Hanf-Dressler, K., ... & Tscharntke, T. (2022). Quantifying floral visitors versus effective

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

pollinators in agroforestry systems: Implications for global cocoa production. *Ecological Applications*, *32*(5), e2611. https://doi.org/10.1002/eap.2611

Vansynghel, J., Thomas, E., Chamba, J. A., & Tscharntke, T. (2022). Cocoa pollination and floral visitors in shade-tree agroforestry systems: A global review. *Journal of Applied Ecology*, *59*(4), 912–924. https://doi.org/10.1111/1365-2664.14115

Wanger, T. C., Devetter, M., & Tscharntke, T. (2024). Climate volatility and price increments in the global cocoa sector: The urgent need for ecological intensification. *Trends in Ecology & Evolution*, *39*(2), 112–115. https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.11.004

Wartenberg, A. C., Blaser, W. J., Janensch, M., & Six, J. (2021). Ant communities in cacao agroforestry systems: Assessing the balance between ecological functions and pest management. *Agroforestry Systems*, *95*(4), 675–688. https://doi.org/10.1007/s10457-021-00618-z

Young, A. M. (1983). Seasonal differences in abundance and distribution of cocoa-pollinating midges in relation to flowering and fruit-set between shaded and sunny habitats of the La Lola Cocoa Farm in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology*, *20*(3), 801–831. https://doi.org/10.2307/2403127

Young, A. M. (1986a). Cocoa pollination. *The Quarterly Review of Biology*, *61*(1), 43–58. https://doi.org/10.1086/414728

Young, A. M. (1986b). Cocoa pollination. *Cocoa Growers' Bulletin*, *37*, 5–23.

Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lugo-Herrera, I., Austin, D., Rey, X., Luna, C., Valdez, F., Yepez, J., Grivetti, L., & Olivera, M. (2018). The

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

antiquity and onward dispersal of *Theobroma cacao* in South America. *Nature Ecology & Evolution*, *2*(12), 1879–1888. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

X. Anexos

10.1. Trampas recolectoras de insectos polinizadores y trabajo en campo.



Figura 49. Desarrollando trabajo de colecta en la Trampa Malaise.



Figura 50. Desarrollando trabajo de colecta en la Trampa Malaise.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR



Figura 51. Desarrollando trabajo de colecta en la trampa Van Someren Ryle.



Figura 52. Punto de muestreo 1; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Figura 53. Punto de muestreo 2; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Ilustración 54. Punto de muestreo 3; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Figura 55. Punto de muestreo 4; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)



Ilustración 56. Punto de muestreo 5; Trampa Malaise (izq.), trampa Van Someren Ryle (der.)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

10.2. Morfoespecies y familias de especímenes colectados.

Tabla 3. Morfoespecies y familias de especímenes colectados.

Orden	Familia	Morfoespecie
Diptera	Culicidae	Culicidae sp1
		Culicidae sp2
	Ceratopogonidae	Forcipomyia sp.
	Tipulidae	Tipulidae sp1
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp1
	Mycetophilidae	Mycetophilidae sp1
	Sciaridae	Sciaridae sp1
		Sciaridae sp2
	Micropezidae	Micropezidae sp1
		Micropezidae sp2
	Ulididae	Ulidiidae sp1
	Loncheidae	Loncheidae sp1
	Phoridae	Phoridae sp1
	Dolichopodidae	Dolichopodidae sp1
	Tephritidae	Tephritidae sp1
	Syrphidae	Syrphidae sp1
		Syrphidae sp2
		Syrphidae sp3
		Syrphidae sp4
		Syrphidae sp5
		Syrphidae sp6

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Orden	Familia	Morfoespecie
		Syrphidae sp7
	Tachinidae	Tachinidae sp1
		Tachinidae sp2
		Tachinidae sp3
		Tachinidae sp4
		Tachinidae sp5
Hymenoptera	Formicidae	Myrmicinae sp1
		Myrmicinae sp2
		Myrmicinae sp3
		Myrmicinae sp4
		Formicinae sp1
		Dolichoderinae sp1
		Dolichoderinae sp2
		Dolichoderinae sp3
		Dolichoderinae sp4
		Dolichoderinae sp5
		Dolichoderinae sp6
		Dolichoderinae sp7
		Pseudomyrmecinae sp1
		Pseudomyrmecinae sp2
		Ecitoninae sp1
	Vespidae	Vespidae sp1
		Vespidae sp2

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Orden	Familia	Morfoespecie
		Vespidae sp3
		Vespidae sp4
	Halictidae	Halictidae sp1
		Sphecidae sp1
	Sphecidae	Sphecidae sp5
	Encyrtidae	Encyrtidae sp1
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp1
		Ichneumonidae sp2
	Apidae	Apidae sp1
Hemiptera	Alydidae	Alydidae sp1
		Alydidae sp2
	Rophalidae	Rophalidae sp1
		Rophalidae sp2
		Rophalidae sp3
		Rophalidae sp4
		Rophalidae sp5
	Berytidae	Berytidae sp1
	Pentatomidae	Pentatomidae sp1
		Pentatomidae sp2
	Miridae	Miridae sp1
		Miridae sp2
	Fulgoridae	Fulgoridae sp1
	Coreidae	Coreidae sp1

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Orden	Familia	Morfoespecie
		Coreidae sp2
	Membracidae	Membracidae sp1
		Membracidae sp2
		Membracidae sp3
	Cicadellidae	Cicadellidae sp1
		Cicadellidae sp2
	Aphididae	Aphididae sp1
Coleoptera	Curculionidae	Curculionidae sp1
		Curculionidae sp2
	Cincindelidae	Cicindelidae sp1
	Tenebrionidae	Tenebrionidae sp1
Lepidoptera		Lepidoptera sp1
		Lepidoptera sp3
		Lepidoptera sp4
		Lepidoptera sp5
		Lepidoptera sp6
		Lepidoptera sp7
		Lepidoptera sp8
		Lepidoptera sp9
		Lepidoptera sp10
	Hesperiidae	Hesperiidae sp2
		Hesperiidae sp1
Isoptera	Isoptera	Isoptera sp1

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Orden	Familia	Morfoespecie
Blattodea	Blatellidae	Blatellidae sp1
Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp1
Thysanoptera	Thysanoptera	Thysanoptera sp1
Psocoptera	Psocoptera	Psocoptera sp1

10.3. Pruebas estadísticas de diversidad por parcelas

10.3.1. Diversidad de Margalef

a. Análisis de varianza

Tabla 4. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Margalef por parcelas.

Parámetros medidos	G.L.	Suma de cuadrado	Media de S.C.	Valor de F	Valor de p
Parcela	4	0.22	0.0546	0.077	0.989
Errores residuales	70	49.38	0.7054		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

b. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.60483, Valor de p = 6.706e-13

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 7.9359, G.L. = 4, Valor de p = 0.09396

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

* X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

c. Prueba no paramétrica

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 12.503, df = 4, p-value = 0.01398

10.3.2. Diversidad de Menhinick

d. Análisis de varianza

Tabla 5. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Menhinick por parcelas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Parcela	4	0.22	0.0546	0.077	0.989
Errores residuales	70	49.38	0.7054		
Códigos de significancia	0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '				

e. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

Valor de W = 0.60575, Valor de p = 6.955e-13

*W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

X_{k-1}^2 de Bartlett = 9.1166, G.L. = 4, Valor de p = 0.05825

* X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

f. Prueba no paramétrica

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 1.2117, df = 4, p-value = 0.8762

10.3.3. Diversidad de Shannon

g.Análisis de varianza

Tabla 6. Análisis de varianza de la prueba de diversidad de Shannon por parcelas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Parcela	4	0.32	0.0805	0.166	0.955
Errores residuales	70	33.9	0.4843		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

h.Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.63385, Valor de p = 2.203e-12

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 0.98525, G.L. = 4, Valor de p = 0.912

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

i. Prueba no paramétrica

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 0.97618, df = 4, p-value = 0.9134

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

10.3.4. Dominancia de Simpson

j. Análisis de varianza

Tabla 7. Análisis de varianza de la prueba de dominancia de Simpson por parcelas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Parcela	4	0.987	0.2468	1.645	0.173
Errores residuales	70	10.505	0.1501		
Códigos de significancia	0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '				

k. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.82091, Valor de p = 4.109e-08

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 0.97618, G.L. = 4, Valor de p = 0.4927

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

l. Prueba no paramétrica

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 10.5782, df = 4, p-value = 0.0251

10.3.5. Equitatividad de Pielou

m. Análisis de varianza

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 8. Análisis de varianza de la prueba de Equitatividad de Pielou por parcelas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Parcela	4	0.307	0.0767	0.367	0.831
Errores residuales	55	11.504	0.2092		
Códigos de significancia	0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' '				

n. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.71194, Valor de p = 1.518e-09

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 0.40764, G.L. = 4, Valor de p = 0.9818

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

o. Prueba no paramétrica

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 1.5724, df = 4, p-value = 0.8137

10.4. Pruebas estadísticas de diversidad por trampas

10.4.1. Diversidad de Margalef

p. Análisis de varianza

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 9. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Margalef por trampas.

Parámetros medidos	G.L.	Suma de cuadrado	Media de S.C.	Valor de F	Valor de p
Trampas	2	2.086	1.0428	3.149	0.0796.
Errores residuales	12	3.974	0.3312		
Códigos de significancia	0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '				

q. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.92621, Valor de p = 0.2393

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 4.2684, G.L. = 2, Valor de p = 0.1183

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

r. Diferencias Significativas

Prueba HSD de Tukey

Rango del valor crítico estandarizado = 3.77, df =2, MDS = 0.97

10.4.2. Diversidad de Menhinick

s. Análisis de varianza

Tabla 10. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Menhinick por trampas.

Parámetros medidos	G.L.	Suma de cuadrado	Media de S.C.	Valor de F	Valor de p
Trampas	2	1.566	0.7832	4.916	0.0276*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Errores residuales	12	1.912	0.1593		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

t. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.95002, Valor de p = 0.5247

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 3.2293, G.L. = 2, Valor de p = 0.199

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

u. Diferencias significativas

Prueba HSD de Tukey

Rango del valor crítico estandarizado = 3.77, df =2, MDS = 0.67

10.4.3. Diversidad de Shannon

v. Análisis de varianza

Tabla 11. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Shannon por trampas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Trampas	2	1.414	0.7072	4.391	0.0371*
Errores residuales	12	1.933	0.1611		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

w. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.88367, Valor de p = 0.05384

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 3.6914, G.L. = 2, Valor de p = 0.1579

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

x. Diferencias significativas

Prueba HSD de Tukey

Rango del valor crítico estandarizado = 3.77, df =2, MDS = 0.67

10.4.4. Dominancia de Simpson

y. Análisis de varianza

Tabla 12. Análisis de varianza de la prueba de Diversidad de Simpson por trampas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Trampas	2	0.3623	0.18115	3.084	0.083.
Errores residuales	12	0.7049	0.05874		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

z. Validación de la prueba mediante supuestos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

  Valor de W = 0.91239, Valor de p = 0.1473

  *W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

  X_{k-1}^2 de Bartlett = 4.3937, G.L. = 2, Valor de p = 0.1112

  * X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

aa. Diferencias significativas

Prueba HSD de Tukey

Rango del valor crítico estandarizado = 3.77, df =2, MDS = 0.41

10.4.5. Equitatividad de Pielou

bb. Análisis de varianza

Tabla 13. Análisis de varianza de la prueba de Equitatividad de Pielou por trampas.

Parámetros medidos	**G.L.**	**Suma de cuadrado**	**Media de S.C.**	**Valor de F**	**Valor de p**
Trampas	2	0.5617	0.2809	2.2	0.153
Errores residuales	12	1.5319	0.1277		
Códigos de significancia	0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘				

cc. Validación de la prueba mediante supuestos

- **Shapiro: Prueba de normalidad**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Valor de W = 0.91328, Valor de p = 0.152

*W: Valor de contraste

- **Bartlett: Prueba de homogeneidad de varianzas**

X_{k-1}^2 de Bartlett = 7.2538, G.L. = 2, Valor de p = 0.0266

* X_{k-1}^2 de Bartlett: Valor de contraste

dd. Prueba no paramétrica

Prueba de Kruskal-Wallis

X^2 Kruskal-Wallis = 1.4303, df = 2, p-value = 0.4891

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Resolución de aprobación de proyecto de tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°016-2019-DACIAF-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

Lima, 26 de junio de 2019

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: "**DIVERSIDAD DE INSECTOS POLINIZADORES DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN SATIPO – JUNÍN**", presentado por:

- **ADELA SABRINA BAQUE MAS**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniera Agroforestal** en la **Carrera de Ingeniería Agroforestal**, se debe desarrollar una tesis.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur; en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: "**DIVERSIDAD DE INSECTOS POLINIZADORES DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN SATIPO – JUNÍN**" con N° de registro: **197-2019-PRE10**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al colaborador **MSc. ALFONSO LIZÁRRAGA TRAVAGLINI** como asesor para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

FACULTAD CIENCIAS AMBIENTALES
DIRECTOR ACADÉMICO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

MSc. Alfonso Dhino Lizárraga Travaglini
Director Académico de Carrera
Ingeniería Agroforestal

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Resolución de cambio de título

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N°240-FCCAA-U. CIENTÍFICA-2026

Lima, 19 de junio de 2026

VISTA:

La solicitud presentada por: Adela Sabrina Baque Mas con el fin de modificar el título de la tesis: ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN SATIPO – JUNÍN

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo con lo dispuesto en las Normas y Procedimientos de los Trabajos de Investigación para la Obtención de Títulos Profesionales y Grados Académicos, se admite el cambio del título de la tesis dados motivos que justifican el cambio.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al decano de la facultad.

Que, habiendo recibido la justificación del cambio de título y, luego de su evaluación por parte de la carrera profesional, esta se considera satisfactoria.

SE RESUELVE:

Aprobar el cambio del título de la tesis: **ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN SATIPO – JUNÍN**

Por: VISITANTES FLORALES DEL CULTIVO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN LA PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERÚ

Regístrese, comuníquese y archívese.

Marie Anne Gálvez Escudero
Decana de Facultad
de Ciencias Ambientales

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis