



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE
ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*inga insignis*),
CLAUDIA (*prunus domestica*), DURAZNO (*prunus persica*) EN EL
CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
2024”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título
de Ingeniero Agrónomo.

Autor:

Quishpe Churaco Milton Javier

Tutor:

Jácome Mogro Emerson Javier

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quishpe Churaco Milton Javier, con cédula de ciudadanía No. 1750386896, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “**DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024**”, siendo el Ingeniero PhD. Emerson Javier Jácome Mogro, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Milton Javier Quishpe Churaco
CC: 1750386896
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **QUISHPE CHURACO MILTON JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía **1750386896** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: marzo 2019 – agosto 2019

Finalización de la carrera: abril 2024 – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Jácome Mogro Emerson Javier, Ph.D.

Tema: **“DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de agosto del 2024.



Milton Javier Quishpe Churaco
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024”, de Quishpe Churaco Milton Javier, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph. D
CC: 0501974703
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Quishpe Churaco Milton Javier, con el título de Proyecto de investigación: “**DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024**” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

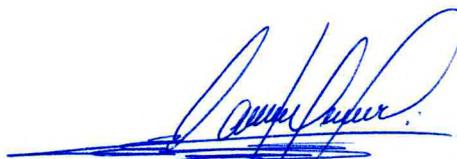
Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Diana Elizabeth Toapanta Gallegos, Mg.

C.C: 1002749800

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.

C.C: 0501604409

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Karina Paola Marin Quevedo, Mg.

C.C: 0502672934

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a dios por haberme concedido esta meta añadiendo la salud el esfuerzo el coraje la sabiduría para culminar con éxito esta vocación académica.

Agradezco Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agronómicas y Recursos Naturales, por haberme abierto sus puertas para formarme como profesional para aportar lo mejor de mí a la sociedad al país y al mundo entero. Igualmente agradezco a todos mis profesores por su loable labor quienes no solo fungían como instructores o moderadores de los contenidos académicos, sino que también como inspiración y motivación para luchar por mis sueños.

También agradezco a mi tutor Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D. por suministrarme con gran dedicación las herramientas y procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos de este proyecto de investigación científica.

Igualmente doy gracias a mi familia y mis familiares por sumar fuerzas y motivarme a lo largo de toda esta travesía en especial a mi madre quien fue mi fortaleza y apoyo incondicional no solo moralmente si también en lo económico.

Milton Javier Quishpe Churaco

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre María Churaco, pues sin ella nada lo habría logrado.

Su bendición a lo largo a lo largo de mi vida me protegió ante cualquier amenaza y me guio por el camino del bien acompañado de mi padre José Quishpe quien me formo como hombre para enfrentar cualquier adversidad en la vida, sin su apoyo y sus consejos para hacer de mi vida una mejor persona para la sociedad, a mis hermanas que fueron un pilar fundamental en el transcurso de mi vida por la universidad ya que ellas me motivaron para seguir adelante y no dejarme caer a pesar de los problemas ellas me dieron la mano para afrontar los gastos económicos y morales por eso y muchas cosas más que no me alcanzaría la página para describir lo buenas que han sido con migo muchas gracias de corazón.

A mi hermano Jefferson Quishpe que es comprensivo con mis estudios y me apoya para que pueda avanzar en mi ciclo académico, generando ingresos.

A mis tíos quienes siempre están pendientes de mi trayectoria en la universidad y por fin les voy a dar esa satisfacción de otro profesional más en la familia

Muchas gracias de corazón

Milton Javier Quishpe Churaco

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABA (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024”.

Autor:
Quishpe Churaco Milton Javier

RESUMEN

La biodiversidad de artrópodos es fundamental para el equilibrio ecológico en los sistemas agrícolas, sin embargo, la intensificación agrícola puede afectar negativamente la diversidad y abundancia de estos organismos. El objetivo del estudio fue comparar la diversidad y abundancia de artrópodos en tres cultivos; guaba, claudia y durazno; y evaluar la influencia de factores climáticos y temporales en estos parámetros. Se realizaron muestreos durante 18 semanas en los tres cultivos utilizando 15 trampas pitfall para evaluar estos parámetros. En el cultivo de guaba, la abundancia de artrópodos varió entre 29 y 242 individuos, con picos en las semanas 7, 9, 13 y 14. Los trips fueron los más abundantes (1167 individuos), seguidos por cochinillas (879) y arañas (292). En claudia, con mayor diversidad relativa, se capturaron entre 40 y 218 individuos, con picos en las semanas 3, 9, 14 y 18; los trips (585) y cochinillas (590) dominaron, pero la diversidad fue más equilibrada. En durazno, los rangos de capturas fueron de 34 a 265 individuos, con picos en las semanas 10, 14, 16 y 18. Las cochinillas (1167) y hormigas (585) fueron predominantes. La clase Insecta fue la más abundante en todos los cultivos, con durazno mostrando la mayor cantidad de individuos. La Arachnida presentó abundancias similares entre los cultivos, mientras que Chilopoda fue más abundante en claudia. Los análisis estadísticos no encontraron una relación significativa entre la abundancia/diversidad de artrópodos y las variables climáticas o variaciones semanales, aunque hubo diferencias entre los puntos de muestreo. Aunque se observaron diferencias significativas en la diversidad entre los tres cultivos, no se encontraron diferencias en la abundancia de artrópodos que pudieran explicarse por las condiciones climáticas o las variaciones temporales. Esto sugiere que otros factores no evaluados, como las características edáficas o el manejo agrícola, podrían estar influyendo en la diversidad y abundancia de artrópodos.

Palabras clave: Diversidad, artrópodos, cultivos, abundancia, condiciones climáticas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Theme: “Determination of the Diversity and Abundance of Arthropods in Fruit Crops Guaba (*Inga Insignis / Edulis*), Claudia (*Prunus Domestica*), Durazno (*Prunus Persica*) in the Campus Salache of the Universidad Técnica de Cotopaxi 2024.”

Author:

Quishpe Churaco Milton Javier

ABSTRACT

Arthropod biodiversity is fundamental to the ecological balance in agricultural systems; however, agricultural intensification can negatively affect the diversity and abundance of these organisms. The study aimed to compare the diversity and abundance of arthropods in three crops, guaba, Claudia, and peach, and to evaluate the influence of climatic and temporal factors on these parameters. Sampling was carried out for 18 weeks in the three crops using 15 pitfall traps to evaluate these parameters. In guaba, arthropod abundance ranged from 29 to 242 individuals, with peaks in weeks 7, 9, 13, and 14. Thrips were the most abundant (1167 individuals), followed by mealybugs (879) and spiders (292). In Claudia, with higher relative diversity, 40 and 218 individuals were captured, with peaks in weeks 3, 9, 14, and 18; thrips (585) and mealybugs (590) dominated, but diversity was balanced. Peach catch ranges were from 34 to 265 individuals, with peaks in weeks 10, 14, 16, and 18. Mealybugs (1167) and ants (585) were predominant. The Insecta class was the most abundant of all crops, with peaches showing the highest number of individuals. Arachnida showed similar abundances between crops, while Chilopoda was more abundant in claudia. Statistical analyses found no significant relationship between arthropod abundance/diversity and climatic variables or weekly variations, although there were differences between sampling points. Although significant differences in diversity were observed between the three crops, no differences in arthropod abundance were found that could be explained by climatic conditions or temporal variations. It suggests that other factors not evaluated, such as edaphic characteristics or agricultural management, could influence arthropod diversity and abundance.

Keywords: Diversity, Arthropods, Crops, Abundance, Climatic Conditions.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
5. OBJETIVOS.....	7
5.1. General.....	7
5.2. Específicos	7
6. ACTIVIDADES	8
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA	11
7.1. Introducción a la biodiversidad de artrópodos.....	11
7.1.1. Importancia de los artrópodos en los ecosistemas agrícolas	11
7.2. Sistemas frutícolas y su impacto en la fauna de artrópodos	13
7.2.1. Descripción de los sistemas frutícolas.....	13
7.3. Metodologías de monitoreo de artrópodos	14
7.3.1. Técnicas de captura y monitoreo	14
7.3.2. Preparación y uso de trampas pitfall.....	15
7.3.3. Solución de captura	16
7.4. Análisis de diversidad y abundancia de artrópodos.....	17
7.4.1. Índices de diversidad	17

8.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	18
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	18
9.1.	Descripción del sitio de estudio	18
9.2.	Diseño experimental	19
9.3.	VARIABLES MEDIDAS	20
9.4.	Métodos de muestreo	20
9.5.	Procedimiento de identificación y conteo	20
9.6.	Análisis de datos	21
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
10.1.	Abundancia de artrópodos en los sistemas frutícolas por semana	21
10.2.	Especies identificadas de artrópodos en los sistemas frutícolas	24
10.3.	Diversidad de artrópodos en los sistemas frutícolas	27
10.4.	Diferencia entre sistemas frutícolas	27
10.5.	Discusión.....	29
11.	IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS.....	33
11.1.	Impacto técnico	33
11.2.	Impacto social	34
11.3.	Impacto ambiental	34
11.4.	Impacto económico	34
12.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	35
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
14.	REFERENCIAS	37
15.	ANEXOS.....	47

INCICE DE TABLAS

Tabla 1. Índice de diversidad total de artrópodos en los sistemas frutícolas.....	27
Tabla 2. Cuadro de análisis de la varianza multivariado PERMANOVA	27
Tabla 3. Cuadro de promedios	28
Tabla 4. Diferencia entre semanas para la diversidad de artrópodos PERMANOVA.....	28
Tabla 5. Diferencia entre semanas para la abundancia de artrópodos	28
Tabla 6. Presupuesto del proyecto de monitoreo de artrópodos en cultivos frutícolas.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trampas pitfall para el muestreo de artrópodos	15
Figura 2. Área de estudio.....	19
Figura 3. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de Guaba	21
Figura 4. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de Claudia.....	22
Figura 5. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de durazno	23
Figura 6. Número de individuos capturados clasificados por nombre común en los tres sistemas de cultivo.....	24
Figura 7. Número de individuos capturados clasificados por Clase en los tres sistemas de cultivo	25
Figura 8. Número de individuos capturados clasificados por Orden en los tres sistemas de cultivo	26

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ARTRÓPODOS EN CULTIVOS FRUTÍCOLAS GUABAS (*Inga insignis*), CLAUDIA (*Prunus domestica*), DURAZNO (*Prunus persica*) EN EL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2024”.

Fecha de inicio:

Abril 2024

Fecha de finalización:

Agosto 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi- Barrio Salache- Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga- Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado:

Sustentabilidad de la producción agrícola

Responsable del proyecto vinculado

Ing. Jacome Mogro Emerson Xavier, Ph. D

Equipo en trabajo:

Tutor: Ing. Jacome Mogro Emerson Xavier, Ph. D

Lector 1: Ing. Diana Elizabeth Toapanta gallegos, Mg.

Lector 2: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.

Lector 3: Ing. Karina Paola Marin Quevedo, Mg.

Responsable del proyecto:

Nombre: Milton Javier Quishpe Churaco

Teléfono: 0979828645

Correo electrónico: milton.quishpe6896@utc.edu.ec

Área de conocimiento:

Agricultura, Silvicultura y Pesca - Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Producción agrícola sostenible.

Línea de vinculación con la carrera:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realiza con el objetivo de determinar la diversidad y abundancia de artrópodos en los diferentes sistemas frutícolas del campo CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) en la ciudad de Latacunga. Esta investigación es necesaria porque los artrópodos juegan un papel crucial en los ecosistemas agrícolas, ya que contribuyen a la polinización, control biológico de plagas y la descomposición de materia orgánica, entre otros (Jankielsohn, 2018). Sin embargo, la falta de estudios detallados sobre su diversidad y abundancia en los sistemas frutícolas específicos de en la ciudad de Latacunga limita la comprensión de su impacto en la agricultura local y la salud del ecosistema.

Esta investigación aporta con datos valiosos sobre la composición y cantidad de artrópodos presentes en los cultivos de guaba, durazno y claudia. Sus resultados permiten identificar las especies benéficas y perjudiciales para los cultivos, lo cual es fundamental para desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas y conservación de la biodiversidad, como se lo ha hecho en previos estudios (Deguine et al., 2021). Además, la comparación entre los tres sistemas frutícolas proporciona una comprensión más profunda de cómo diferentes prácticas agrícolas y tipos de cultivos afectan a la fauna de artrópodos (Menta et al., 2020)

La investigación beneficia principalmente a los agricultores y gestores agrícolas de la región, proporcionándoles información práctica para mejorar el manejo de sus cultivos. Asimismo, los académicos y estudiantes de la UTC se benefician al disponer de un estudio de caso concreto que puede ser utilizado como referencia para futuras investigaciones. También, las autoridades agrícolas y ambientales pueden utilizar estos datos para formular políticas y programas que promuevan prácticas agrícolas sostenibles, como se ha realizado en otras regiones del mundo (Dessart et al., 2019) (Piñeiro et al., 2020)

El impacto de esta investigación a nivel local radica en su contribución al conocimiento científico sobre la biodiversidad de artrópodos en sistemas agrícolas específicos de la UTC. Por

su parte, la relevancia de este estudio es alta, ya que responde a la necesidad de desarrollar prácticas agrícolas que no solo sean productivas, sino también sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Pretty, 2018). Al incrementar la comprensión de la interacción entre los artrópodos y los sistemas frutícolas, se promueve un uso racional de pesticidas y otras prácticas de manejo agrícola (Lowe et al., 2019).

Finalmente, la utilidad práctica de esta investigación se manifiesta en futuras implementaciones de estrategias de manejo de cultivos basadas en los hallazgos del estudio. Por ejemplo, la identificación de artrópodos benéficos permite a los agricultores fomentar su presencia mediante prácticas adecuadas (Arnold et al., 2021). Por otro lado, la detección de especies perjudiciales orienta el uso selectivo y eficaz de métodos de control; así lo sugiere (Torres et al., 2018). Asimismo, los datos obtenidos pueden servir para educar y capacitar a los agricultores sobre la importancia de la biodiversidad en sus campos y cómo pueden gestionarla para obtener mejores rendimientos y sostenibilidad a largo plazo.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los académicos y estudiantes de la UTC son los principales beneficiarios de los resultados de este estudio ya que la investigación proporciona un valioso caso de estudio que puede ser utilizado en la enseñanza e investigación futura. Los estudiantes pueden aprender sobre métodos de monitoreo de artrópodos, análisis de biodiversidad y la importancia de la fauna de artrópodos en la agricultura. Por su parte, los académicos pueden utilizar los datos para desarrollar nuevas líneas de investigación y publicaciones científicas.

Los agricultores y gestores agrícolas son también beneficiarios de esta investigación. Esto debido a que la información obtenida sobre la diversidad y abundancia de artrópodos les permite mejorar las prácticas de manejo de sus cultivos. Con datos precisos sobre las especies benéficas y perjudiciales presentes en sus campos, pueden implementar estrategias de manejo integrado de plagas que optimicen la salud de los cultivos y aumenten la productividad.

Además, al comprender mejor la fauna de artrópodos, podrán reducir el uso de pesticidas y adoptar métodos más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Las autoridades agrícolas y ambientales locales pueden verse beneficiados al obtener información detallada y actualizada sobre la biodiversidad de artrópodos en sistemas frutícolas específicos. Estos datos pueden ser utilizados para formular y mejorar políticas y programas que promuevan prácticas agrícolas sostenibles y la conservación de la biodiversidad.

Finalmente, la comunidad local en general de los sectores aledaños también se beneficia de este proyecto. La adopción de prácticas agrícolas más sostenibles y eficaces mejora la calidad de los productos agrícolas y contribuye a la reducción del impacto ambiental de la agricultura. Esto favorece a la salud y bienestar de la comunidad, así como a la preservación del entorno natural. Además, al mejorar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas, se promueve la estabilidad económica y social.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, la agricultura enfrenta desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad y la conservación de la biodiversidad (Hoffmann, 2022). La intensificación agrícola y el uso extensivo de pesticidas han llevado a una disminución de la biodiversidad, afectando negativamente a los servicios ecosistémicos esenciales, como la polinización y el control biológico de plagas (Kremen, 2020). Los artrópodos, que desempeñan un papel crucial en estos procesos, están particularmente amenazados. Estudios globales han demostrado una alarmante disminución en las poblaciones de insectos, lo que podría tener consecuencias catastróficas para la producción de alimentos y la estabilidad de los ecosistemas (Cardoso et al., 2020) (Wagner, 2020) (Raven & Wagner, 2021).

En Ecuador, la agricultura es una actividad económica vital que sustenta a una gran parte de la población. Sin embargo, los agricultores enfrentan desafíos relacionados con la gestión de plagas y la conservación de la biodiversidad (Saavedra Mera et al., 2022) (Kleemann

et al., 2022). El uso de pesticidas es común, lo que puede tener efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente. La falta de estudios específicos sobre la diversidad y abundancia de artrópodos en los sistemas agrícolas ecuatorianos impide la adopción de prácticas de manejo integrado de plagas que sean efectivas y sostenibles.

En la región de Cotopaxi, donde se encuentra el campo CEASA de la UTC, los sistemas frutícolas como los cultivos de guaba, durazno y claudia son importantes tanto para la economía local como para la seguridad alimentaria. En los sistemas frutícolas del campo CEASA se desconocen los niveles de diversidad y abundancia de artrópodos, los cuales son cruciales para la polinización, control biológico de plagas y descomposición de materia orgánica, Esto limita la capacidad de los agricultores para manejar adecuadamente las plagas y conservar la biodiversidad.

El estudio se centra en estos tres sistemas de cultivos frutícolas, para ello, se utilizan trampas pitfall para capturar artrópodos, permitiendo su identificación y cuantificación. La biodiversidad de artrópodos incluye tanto especies benéficas como perjudiciales, y su manejo adecuado puede influir en la productividad agrícola y la salud del ecosistema.

Estudios previos a nivel internacional han demostrado que la biodiversidad de artrópodos en sistemas agrícolas puede variar significativamente según el tipo de cultivo y las prácticas de manejo utilizadas (Redlich et al., 2021) (Menta et al., 2020) (Jaworski et al., 2023). Investigaciones en la región latinoamericana incluyendo Ecuador han resaltado la importancia de comprender la fauna de artrópodos para desarrollar estrategias de manejo que minimicen el uso de pesticidas y promuevan la biodiversidad (García Flores et al., 2019) (Vera-Aviles et al., 2020) (Hernández-Cumplido et al., 2023) (Dagatti et al., 2024).

Actualmente, la gestión de artrópodos en los sistemas frutícolas del campo CEASA se realiza sin una comprensión detallada de la diversidad y abundancia de especies presentes, esto puede llevar a prácticas de manejo ineficientes y un uso excesivo de pesticidas, con

consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud humana. La falta de datos específicos impide futuras implementaciones de prácticas agrícolas sostenibles y la optimización del manejo de plagas.

La problemática es altamente relevante porque afecta directamente la productividad agrícola y la sostenibilidad ambiental de la región. Al no conocer la diversidad y abundancia de artrópodos, se dificulta la adopción de prácticas de manejo integrado de plagas que sean efectivas y respetuosas con el medio ambiente. Además, la investigación puede proporcionar información crucial para mejorar la salud del ecosistema agrícola, promover la conservación de especies benéficas y reducir el impacto negativo de plagas y pesticidas. Es por ello, que la investigación propuesta busca abordar esta brecha de conocimiento, proporcionando datos esenciales que permitan una mejor gestión de los cultivos frutícolas de la UTC.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Determinar la diversidad y abundancia de artrópodos de acuerdo con los sistemas frutícolas en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.2. Específicos

- Evaluar la diversidad de artrópodos en los diferentes sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia) del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Cuantificar la abundancia de artrópodos capturados mediante trampas pitfall en los sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia) del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

6. ACTIVIDADES

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
<p>Evaluar la diversidad de artrópodos en los diferentes sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia) del campo CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi</p>	<p>1. Diseño e instalación de trampas pitfall.</p> <p>Preparar 15 trampas pitfall utilizando vasos de plástico, pinchos, platos desechables y silicona.</p> <p>Colocar 5 trampas pitfall en cada uno de los tres sistemas de cultivos frutícolas (guaba, durazno, y claudia).</p> <p>Ubicar las trampas en un patrón zigzag alrededor de los árboles frutales, asegurándose de que estén a nivel del suelo</p>	<p>Para evaluar la diversidad de artrópodos, se diseñaron e instalaron trampas pitfall en tres sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia). Se prepararon 15 trampas utilizando vasos de plástico, pinchos, platos desechables y silicona, distribuyéndolas en un patrón zigzag alrededor de los árboles frutales. La solución de captura se preparó mezclando 10cc de alcohol al 70%, 10cc de formol y 10cc de jabón líquido en un litro de agua. Las trampas se revisaron semanalmente desde el 3 de marzo hasta finales de julio, recolectando y registrando todas las especies de artrópodos</p>	<p>Registro de la captura de artrópodos adecuadamente en los tres sistemas frutícolas.</p> <p>Hallazgos que nos indica la abundancia y diversidad de artrópodos en el cultivo de guaba, se observó una alta abundancia de trips (1167 individuos), seguidos por cochinillas (879 individuos) y arañas (292 individuos).</p> <p>La claudia mostró una mayor diversidad de artrópodos, con un índice de diversidad de 0.7379, y una distribución más equilibrada de diferentes órdenes, incluyendo trips (585 individuos) y cochinillas (590 individuos).</p> <p>En el cultivo de durazno, se destacó una alta abundancia de cochinillas (1167 individuos) y hormigas (585 individuos), con una notable presencia de ciempiés (292 individuos) y tijeras (292 individuos).</p>

	<p>2. Preparación de la solución de captura.</p> <p>Preparar una solución líquida mezclando 10cc de alcohol al 70%, 10cc de formol y 10cc de jabón líquido en un litro de agua.</p> <p>Verter la solución en cada trampa pitfall para asegurar la captura y conservación de los artrópodos</p>	<p>capturados. Las especies fueron clasificadas y catalogadas utilizando claves taxonómicas y literatura científica.</p> <p>Posteriormente, se comparó la diversidad de especies entre los tres sistemas frutícolas utilizando índices de diversidad como el índice de Shannon y el índice de Simpson.</p>	<p>La solución fue efectiva que aseguro la conservación de los artrópodos capturados sin descomposición pasa su identificación taxonómica .</p>
	<p>3. Monitoreo semanal de trampas.</p> <p>Revisar las trampas pitfall semanalmente desde el 3 de marzo hasta finales de julio.</p> <p>Identificar y registrar todas las especies de artrópodos capturados en cada trampa.</p> <p>Renovar la solución en cada trampa</p>		<p>Registro semanal de muestras de artrópodos en cada sistema frutícola(guaba,Claudia,durazno), con la identificación precisa de clase y orden.</p>

	después de cada revisión para continuar con el monitoreo.		
	<p>4. Análisis de diversidad.</p> <p>Clasificar y catalogar las especies de artrópodos capturadas utilizando claves taxonómicas y literatura científica.</p> <p>Comparar la diversidad de especies entre los tres sistemas frutícolas.</p>		<p>Clasificación completa y catalogación de todas las especies de artrópodos capturadas, obteniendo una lista detallada de la diversidad de especies presente en cada sistema frutícola. Comparación clara y significativa de la diversidad de especies entre los tres sistemas frutícolas mediante índices de diversidad.</p>
<p>Cuantificar la abundancia de artrópodos capturados mediante trampas pitfall en los sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia) del campo CEASA de la</p>	<p>1. Recolección de datos de abundancia.</p> <p>Contar el número de individuos de cada especie de artrópodo capturados en cada trampa pitfall semanalmente.</p>	<p>Para cuantificar la abundancia de artrópodos, se contaron los individuos de cada especie capturados en las trampas pitfall durante las revisiones semanales. Los datos se registraron en un archivo de Excel,</p>	<p>Datos completos y precisos sobre el número de individuos de cada especie de artrópodo capturados semanalmente, registrados de manera organizada en un archivo de Excel.</p>

Universidad Técnica de Cotopaxi	Registrar los datos en un archivo de Excel, especificando el número de individuos por especie y por trampa	especificando el número de individuos por especie y por trampa. Se utilizó análisis estadístico, como el análisis de varianza (ANOVA), para	
	<p>2. Análisis estadístico de la abundancia.</p> <p>Utilizar herramientas estadísticas para analizar los datos de abundancia y determinar patrones significativos. Comparar la abundancia de artrópodos entre los tres sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia).</p>	<p>determinar las diferencias en la abundancia de artrópodos entre los sistemas frutícolas. Se elaboraron gráficos y tablas para visualizar la abundancia de artrópodos en los diferentes cultivos, y se redactaron los hallazgos sobre la abundancia en cada sistema frutícola.</p>	<p>Revela de forma detallada las diferencias significativas en la abundancia de artrópodos entre los sistemas frutícolas. Obtención de datos cuantitativos claros que indiquen la densidad y abundancia relativa de artrópodos en cada sistema.</p>

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

7.1. Introducción a la biodiversidad de artrópodos

7.1.1. Importancia de los artrópodos en los ecosistemas agrícolas

Los artrópodos, que incluyen insectos, arácnidos, miriápodos y crustáceos, son componentes fundamentales de los ecosistemas agrícolas. Su diversidad y abundancia desempeñan roles cruciales en la sostenibilidad y productividad de estos sistemas (Haan et al., 2021). Entre sus principales funciones están:

Rol en la polinización: La polinización es un proceso vital para la reproducción de muchas plantas con flores, incluyendo numerosos cultivos agrícolas. Los artrópodos, particularmente los insectos como abejas, mariposas, moscas y escarabajos son los polinizadores más importantes y a través del transporte de polen de una flor a otra, estos insectos facilitan la fertilización y el desarrollo de frutos y semillas (Katumo et al., 2022). Este servicio ecosistémico es esencial para la producción de alimentos y la diversidad genética de las plantas cultivadas y silvestres, por ello, la pérdida de polinizadores debido al uso intensivo de pesticidas y la destrucción del hábitat puede tener consecuencias negativas significativas para la agricultura y la biodiversidad global.

Los artrópodos también juegan un papel crítico en el control biológico de plagas, ayudando a mantener el equilibrio ecológico en los sistemas agrícolas (Deka et al., 2021). Predadores como las mariquitas, avispas parasitoides y arañas, y parásitos como los nematodos, regulan las poblaciones de insectos plaga que pueden causar daños significativos a los cultivos (Sawicka & Egbuna, 2020). Este control natural reduce la necesidad de pesticidas químicos, promoviendo un enfoque más sostenible y ecológicamente amigable para el manejo de plagas. El fomento de hábitats adecuados para estos artrópodos benéficos, como setos, flores silvestres y coberturas vegetales, es una estrategia clave en el manejo integrado de plagas (MIP) (Angon et al., 2023).

Los artrópodos descomponedores, como los escarabajos, lombrices, y ciertos tipos de moscas, son esenciales para la descomposición de la materia orgánica (Frouz, 2018). A través de su actividad, descomponen restos de plantas y animales, facilitando la liberación de nutrientes esenciales de regreso al suelo (Benbow et al., 2019). Este proceso de reciclaje de nutrientes es crucial para mantener la fertilidad del suelo y la salud de los ecosistemas agrícolas. Además, los descomponedores mejoran la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y aireación, lo que beneficia el crecimiento de las plantas.

7.2. Sistemas frutícolas y su impacto en la fauna de artrópodos

7.2.1. Descripción de los sistemas frutícolas

Cultivo de guaba: La guaba (*Inga edulis*) es un árbol frutal nativo de la región amazónica que se cultiva ampliamente en Ecuador. Este árbol es conocido por sus vainas largas y comestibles que contienen una pulpa dulce y nutritiva. La guaba es un cultivo que se adapta bien a suelos pobres y áreas con alta pluviosidad. Su sistema radicular profundo ayuda a estabilizar el suelo y a prevenir la erosión.

La guaba proporciona un hábitat diversificado para los artrópodos, debido a su follaje denso y floración prolongada, que atraen a una variedad de polinizadores como abejas y mariposas. Las vainas y hojas caídas sirven como fuente de alimento y refugio para descomponedores y detritívoros, promoviendo la biodiversidad del suelo. Las estructuras florales y la presencia de néctar pueden atraer tanto polinizadores como depredadores naturales de plagas, fomentando un equilibrio ecológico (Leakey, 2024).

Cultivo de durazno: El durazno (*Prunus persica*) es un árbol frutal de clima templado, conocido por sus frutos jugosos y aromáticos. En Ecuador, el durazno se cultiva principalmente en regiones con altitudes moderadas a altas, donde las temperaturas son más frescas.

La floración temprana del durazno proporciona una fuente crucial de néctar y polen para polinizadores al inicio de la temporada de crecimiento. Sus hojas y frutos del durazno pueden ser susceptibles a diversas plagas, lo que crea un nicho para los depredadores naturales que controlan estas poblaciones. La gestión del durazno mediante prácticas agrícolas sostenibles, como la reducción del uso de pesticidas, puede promover una mayor biodiversidad de artrópodos benéficos en el entorno del cultivo (Taha et al., 2019).

Cultivo de claudia: La claudia (*Prunus domestica*) es una variedad de ciruela que se adapta bien a climas templados y se cultiva por sus frutos dulces y versátiles. Este cultivo es

valorado tanto por su consumo fresco como por su uso en la producción de mermeladas y conservas.

Sus flores son una importante fuente de alimento para los polinizadores durante su período de floración. Los árboles de claudia proporcionan un microhábitat para diversos artrópodos, incluyendo depredadores y parásitos que regulan las poblaciones de plagas. Las prácticas de manejo, como la poda y el control biológico, pueden influir positivamente en la diversidad de artrópodos, favoreciendo un ecosistema agrícola equilibrado (Zalá et al., 2022).

Cada uno de estos sistemas frutícolas crea un microambiente único que afecta la composición y abundancia de artrópodos. La estructura del árbol, floración, disponibilidad de recursos alimentarios y prácticas de manejo agrícola juegan roles cruciales en determinar la diversidad y abundancia de las poblaciones de artrópodos (Jacquot et al., 2019).

7.3. Metodologías de monitoreo de artrópodos

7.3.1. Técnicas de captura y monitoreo

El monitoreo de artrópodos es esencial para estudiar la diversidad y abundancia en los ecosistemas agrícolas, siendo una de las técnicas más eficaces y comúnmente utilizadas, las trampas pitfall, que permiten la captura pasiva de artrópodos terrestres (Costa-Silva et al., 2019).

Las trampas pitfall son dispositivos simples pero efectivos para capturar artrópodos que se desplazan por el suelo (Hohbein & Conway, 2018). Consisten en recipientes enterrados a nivel del suelo, que atrapan a los artrópodos cuando caen dentro de ellos mientras se desplazan. Estas trampas son especialmente útiles para estudiar la fauna de artrópodos que habita en la superficie del suelo, como insectos, arácnidos y otros pequeños invertebrados (Hutchins, 1993).

7.3.2. *Preparación y uso de trampas pitfall*

Para preparar y utilizar estas trampas, se requieren materiales básicos y seguir una serie de pasos específicos. Los materiales necesarios incluyen vasos de plástico, pinchos, platos desechables, silicona y herramientas para hacer hoyos en el suelo (Figura 1).

Figura 1. Trampas pitfall para el muestreo de artrópodos



Para comenzar, se deben preparar las trampas. Esto se hace pegando tres pinchos en la parte superior de cada vaso de plástico utilizando silicona. Los pinchos sirven para fijar un plato desechable sobre el vaso, el cual actúa como cubierta protectora. Esta cubierta es esencial para evitar que el agua de lluvia entre en la trampa y para proteger a los artrópodos capturados del sol y de posibles depredadores (Wynne et al., 2019).

Una vez preparadas, las trampas se instalan en el campo en donde se seleccionan sitios de muestreo representativos en los diferentes sistemas frutícolas. En cada sitio, se hace un hoyo en el suelo de tal manera que el borde superior del vaso quede a nivel del suelo. Las trampas se colocan firmemente en los hoyos, asegurándose de que estén estables y no se muevan fácilmente. La ubicación de las trampas en un patrón zigzag alrededor de los árboles frutales

maximiza la probabilidad de capturar una diversidad representativa de artrópodos (Saji et al., 2021).

7.3.3. Solución de captura

Para capturar y conservar los artrópodos, se utiliza una solución especial dentro de las trampas pitfall. Esta solución previene la descomposición de los especímenes y facilita su identificación posterior en el laboratorio. La solución de captura se prepara mezclando un litro de agua con 10 cc de alcohol al 70%, 10 cc de formol y 10 cc de jabón líquido; esta mezcla debe ser homogénea para garantizar su efectividad (Whitman et al., 2019).

Una vez preparada, la solución se vierte en cada trampa pitfall, llenando aproximadamente un tercio del volumen del vaso. La presencia de esta solución líquida asegura que los artrópodos que caigan en las trampas sean preservados hasta que puedan ser recolectados y analizados.

El monitoreo de las trampas se realiza de manera semanal, durante cada revisión, se vacía el contenido de las trampas en recipientes adecuados para su transporte al laboratorio. En el laboratorio, los artrópodos capturados se identifican y registran, anotando la abundancia de cada especie. Después de cada revisión, se renueva la solución de captura en las trampas para mantener su efectividad para futuros muestreos (Costa-Silva et al., 2019).

La preparación y uso de trampas pitfall, junto con la adecuada solución de captura, son fundamentales para obtener datos precisos sobre la diversidad y abundancia de artrópodos en sistemas agrícolas. Esta metodología permite un monitoreo efectivo y sostenible de los artrópodos, contribuyendo al manejo integrado de plagas y a la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas.

7.4. Análisis de diversidad y abundancia de artrópodos

7.4.1. Índices de diversidad

El análisis de la diversidad de artrópodos en los sistemas frutícolas se lleva a cabo utilizando índices de diversidad, los cuales son herramientas estadísticas que permiten cuantificar y comparar la biodiversidad en diferentes entornos. Entre los índices más utilizados se encuentran el Índice de Shannon y el Índice de Simpson (Wale & Yesuf, 2022).

Índice de Shannon:

El Índice de Shannon (H'), también conocido como Índice de Shannon-Wiener, es una medida que considera tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución de individuos entre las especies) en una comunidad biológica (Roberts, 2019). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \log p_i$$

Donde:

- p_i es la proporción de individuos de la especie i en la comunidad.
- \log es el logaritmo natural.

Este índice refleja tanto la abundancia relativa de las especies como su diversidad. Un valor alto de H' indica una comunidad con una alta diversidad y una distribución equitativa de individuos entre las especies. Por el contrario, un valor bajo sugiere una menor diversidad y/o una distribución desigual.

Índice de Simpson:

El Índice de Simpson (D) es otra medida de diversidad que pone énfasis en la dominancia de especies en una comunidad (Roswell et al., 2021). Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

- p_i es la proporción de individuos de la especie i en la comunidad.

El valor de D varía entre 0 y 1, donde 0 indica una alta diversidad y 1 indica una baja diversidad (es decir, dominancia de una o pocas especies). Para facilitar la interpretación, a menudo se utiliza el índice de diversidad de Simpson ($1 - D$), donde valores cercanos a 1 indican alta diversidad.

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

La validación de hipótesis en esta investigación se realiza mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo, utilizando un diseño experimental y descriptivo. Sustentado en resultados previos de otras investigaciones relacionadas, y mediante la recolección y análisis de datos de diversidad y abundancia de artrópodos en los sistemas frutícolas del campo CEASA de la UTC, se han formulado las siguientes hipótesis de investigación:

Hipótesis 1 (diversidad): La diversidad de artrópodos varía significativamente entre los sistemas frutícolas de guaba, durazno y claudia.

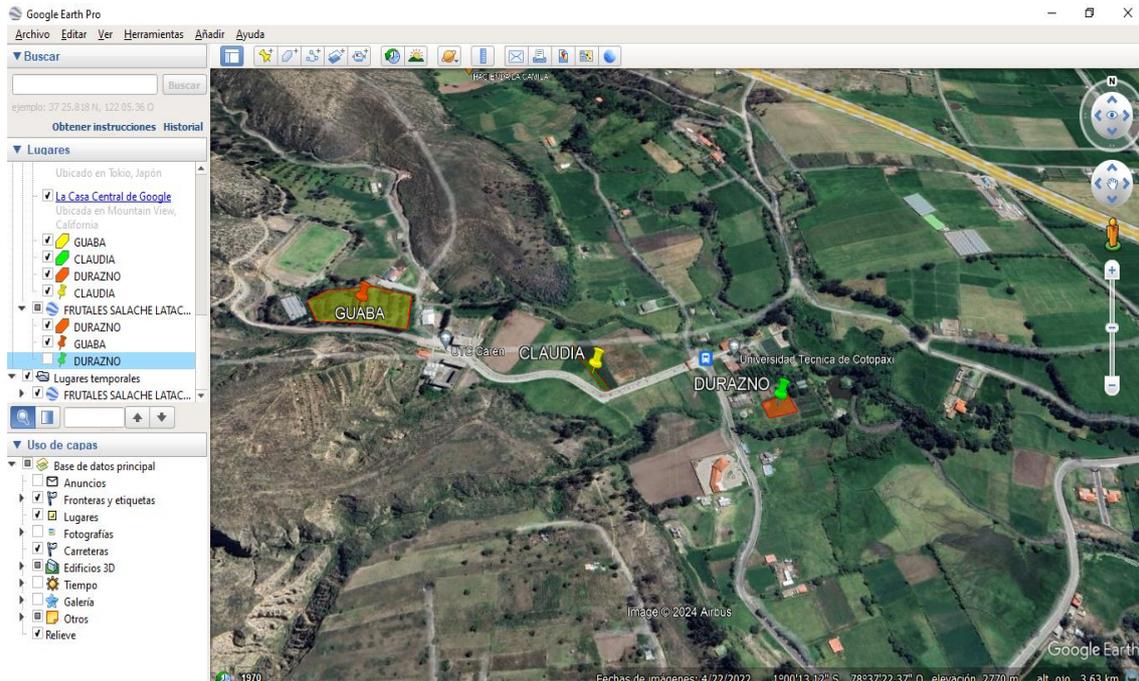
Hipótesis 2 (abundancia): La abundancia de artrópodos difiere significativamente entre los sistemas frutícolas de guaba, durazno y claudia.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Descripción del sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Técnica del Cotopaxi, campus Salache, ubicada al Suroeste de la provincia de Cotopaxi, en el Sector Salache perteneciente a la parroquia Eloy Alfaro (coordenadas: 765038.00 m E; 9889333.00 m S) (Figura 1). La zona se caracteriza por un clima templado con una precipitación anual promedio de 1000 mm, una temperatura promedio de 12,5°C pudiendo alcanzar de 21°C, y con una humedad relativa promedio anual de 79%.

Figura 2. Área de estudio



Fuente: Fotografía aérea extraída de Google Earth

9.2. Diseño experimental

En este estudio se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar donde los tratamientos consistieron en los puntos de muestreo teniendo tres tratamientos T1 Guaba, T2 Claudia, T3 Durazno, con 5 repeticiones completamente aleatorizado, para colocar en cada punto, cinco trampas pitfall; cada sistema frutícola tuvo 18 réplicas (semanas), lo que permitió obtener una estimación más precisa de la variabilidad dentro de cada tratamiento.

Las trampas pitfall se instalaron en un patrón zigzag en cada uno de los tres sistemas frutícolas (guaba, durazno y claudia). Para ello, se cavó un hoyo para cada trampa, asegurándose de que quedara al nivel del suelo. Se realizó un monitoreo semanal de las trampas desde el 3 de marzo hasta finales de julio y durante cada visita, se revisaron las trampas para verificar la diversidad y abundancia de artrópodos, y se reemplazó la solución en las trampas.

Los datos recolectados se registraron y cuantificaron en un archivo de Excel, con información sobre la diversidad (número de especies) y abundancia (número total de individuos) de artrópodos en cada trampa.

9.3. Variables medidas

Las variables incluyeron diversidad (número de especies diferentes capturadas en cada trampa) y abundancia de artrópodos (número total de individuos en cada trampa).

9.4. Métodos de muestreo

Las trampas pitfall se construyeron utilizando vasos de plástico, pinchos, platos desechables y silicona. Se pegó con silicona tres pinchos a cada vaso y el plato desechable se fijó a las puntas de los pinchos, creando una estructura estable para la trampa. Además, se preparó una solución líquida utilizando 1 litro de agua, 10 cc de alcohol al 70%, 10 cc de formol y 10 cc de jabón líquido; esta solución se utilizó para evitar la descomposición de los artrópodos capturados. Las trampas se instalaron en el área más cercana al frutal en un patrón zigzag.

Cada semana se revisaron las 15 trampas pitfall para verificar la diversidad y abundancia de artrópodos capturados, durante cada revisión, se reemplazó la solución en las trampas para continuar con el monitoreo. Los datos recolectados se registraron en un archivo de Excel, donde se cuantificaron todas las especies de artrópodos capturadas en cada trampa.

9.5. Procedimiento de identificación y conteo

Los especímenes capturados en las trampas pitfall se recolectaron semanalmente y se almacenaron en frascos con alcohol al 70% para su conservación hasta su identificación. Los artrópodos recolectados se identificaron por el nombre común, orden y clase utilizando claves taxonómicas estándar (Borror et al., 1989). En el laboratorio, se emplearon lupas binoculares y microscopios estereoscópicos para facilitar la identificación de los especímenes.

Una vez identificados, se realizó el conteo de los individuos de cada especie. Los datos se registraron en un archivo de Excel, incluyendo el número de individuos de cada especie capturados en cada trampa y la fecha de recolección. Esta información se utilizó para analizar la diversidad y la abundancia de artrópodos en cada sistema frutícola.

9.6. Análisis de datos

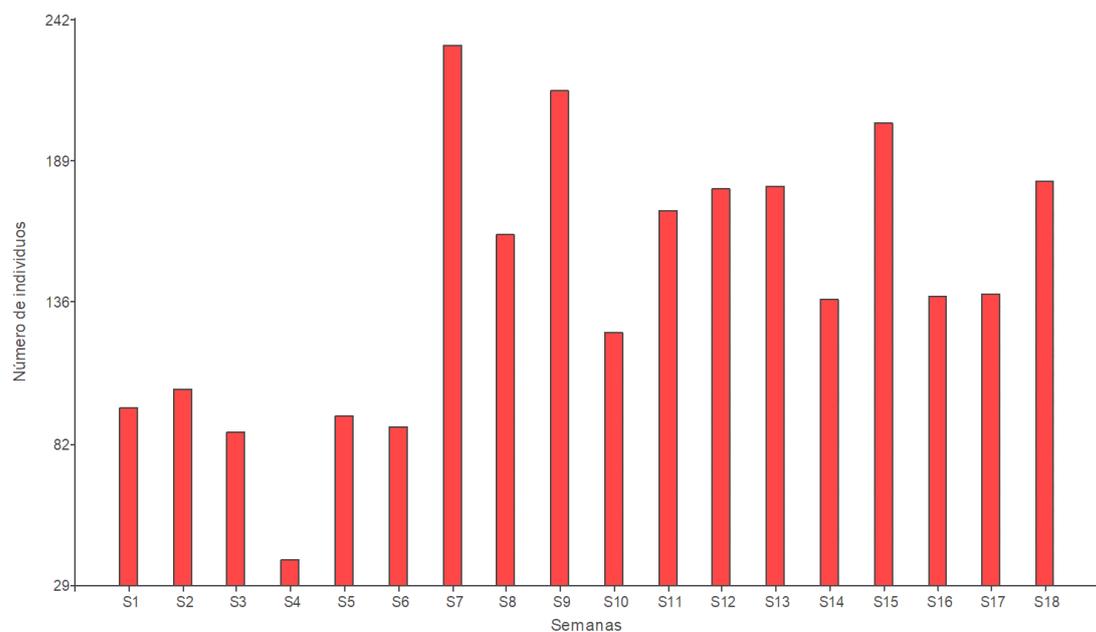
Los datos recolectados se analizaron utilizando métodos estadísticos para determinar la significancia de las variables medidas sobre la diversidad y abundancia de artrópodos.

Se utilizó análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la significancia de las variables climáticas y temporales. Para comparaciones específicas entre puntos de muestreo, se aplicó el test de Tukey. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el InfoStat.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Abundancia de artrópodos en los sistemas frutícolas por semana

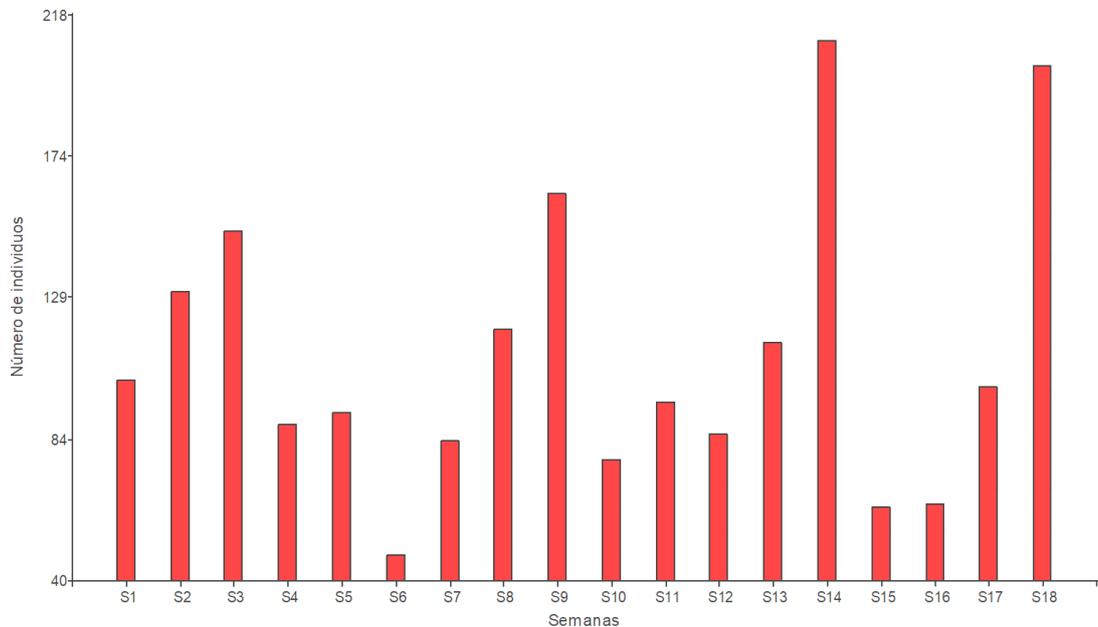
Figura 3. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de Guaba



Para el cultivo de guaba se contabilizaron individuos de artrópodos capturados, con un rango que va desde los 29 hasta 242 individuos. En este cultivo se observaron picos de abundancia de artrópodos en las semanas 7 (242 individuos), 9 (casi 200), 13 (190) y 14 (230), indicando que estas semanas tuvieron condiciones particularmente favorables para la captura de artrópodos. La abundancia de artrópodos varía significativamente de semana a semana, con algunas semanas mostrando aumentos abruptos y otras caídas notables, lo que podría estar relacionado con factores ambientales, disponibilidad de recursos, o cambios en el manejo del cultivo. A

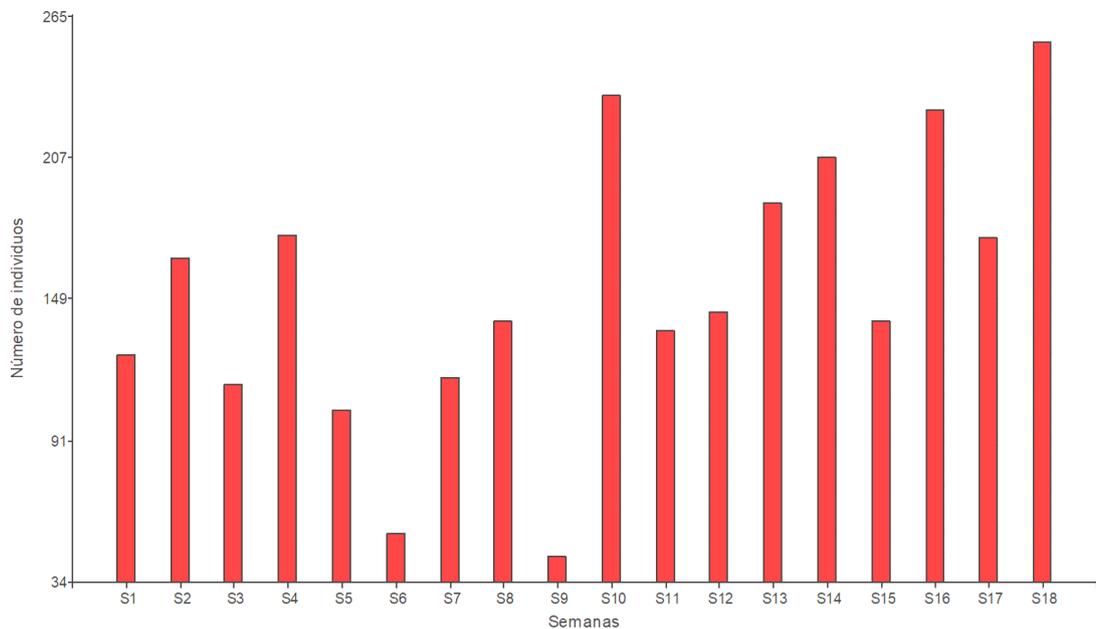
pesar de las fluctuaciones, se observa una tendencia general de incremento en la abundancia de artrópodos desde la semana 6 hasta la semana 14, seguida por una estabilización.

Figura 4. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de Claudia



Para el cultivo de claudia se capturaron diferentes artrópodos, con un rango entre los 40 hasta 218 individuos. Para este cultivo se observaron picos de abundancia en las semanas 3 (con cerca de 177 individuos), 9 (115), 14 (cerca de 200) y 18 (200), lo cual indica que durante estas semanas se dieron condiciones favorables para una mayor captura de artrópodos. La abundancia de artrópodos muestra fluctuaciones significativas semana a semana, con períodos de aumento y disminución claros lo cual puede ser atribuido a diversos factores ambientales y biológicos. A pesar de las fluctuaciones, se puede observar una tendencia general de picos seguidos por caídas, lo cual puede sugerir ciclos de vida de artrópodos, cambios en las condiciones ambientales, o la influencia de prácticas de manejo agrícola.

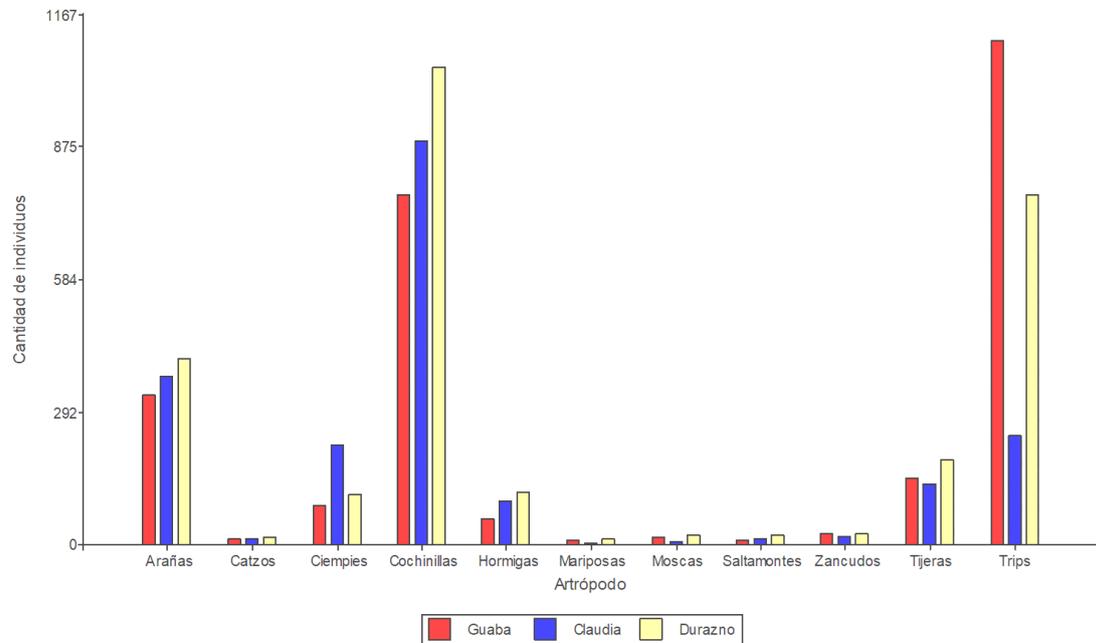
Figura 5. Cantidad total de grupo de artrópodos capturados por semana en el cultivo de durazno



Para el cultivo de durazno se contabilizaron individuos de artrópodos capturados, con un rango que va desde los 34 hasta 265 individuos. Se observan picos de abundancia en las semanas 10 (250), 14 (190), 16 (180) y 18 (265), indicando que estas semanas tuvieron condiciones particularmente favorables para la captura de artrópodos. La abundancia de artrópodos muestra fluctuaciones significativas semana a semana, con períodos de aumento y disminución claros. Esto podría estar relacionado con factores ambientales, disponibilidad de recursos, o cambios en el manejo del cultivo. A pesar de las fluctuaciones, se observa una tendencia general de incremento en la abundancia de artrópodos desde la semana 8 hasta la semana 18, con algunos picos importantes en semanas específicas.

10.2. Especies identificadas de artrópodos en los sistemas frutícolas

Figura 6. Número de individuos capturados clasificados por nombre común en los tres sistemas de cultivo

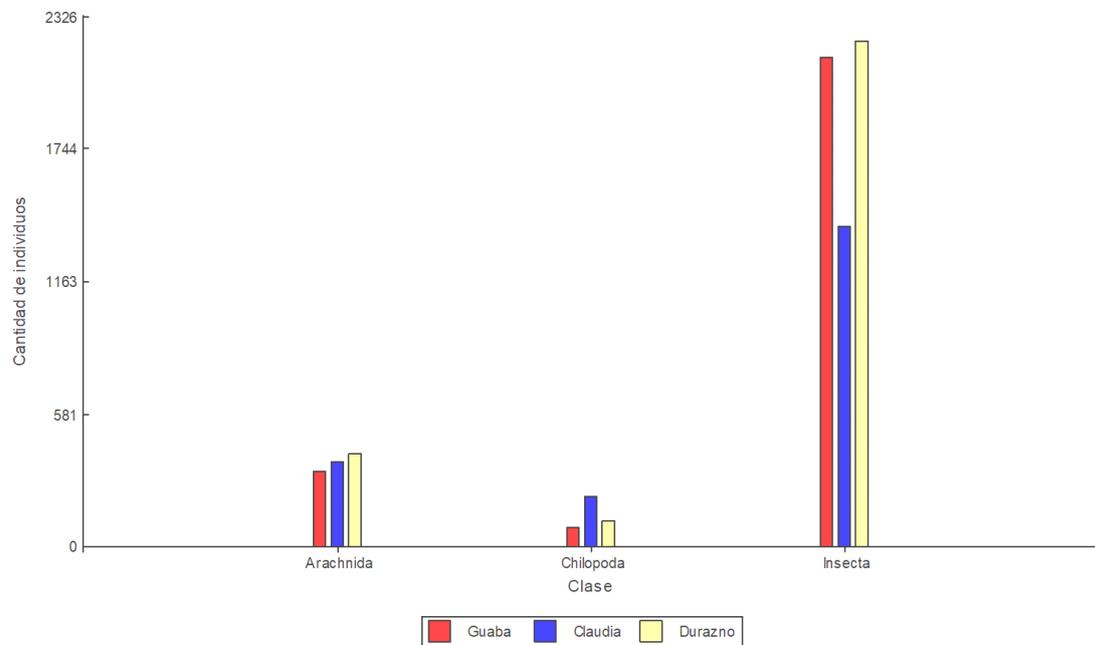


Se muestra la cantidad de individuos capturados para cada tipo de artrópodo, con un rango desde 0 hasta aproximadamente 1167 individuos. En el sistema de cultivo de guaba, se observó que los trips fueron los artrópodos más abundantes, con una cantidad aproximada de 1167 individuos, seguidos de cochinillas con alrededor de 879 individuos y arañas con aproximadamente 292 individuos. La cantidad de trips en guaba fue significativamente mayor en comparación con los otros dos cultivos, sugiriendo que las condiciones en este cultivo son particularmente favorables para esta especie.

El sistema de cultivo de claudia presentó una mayor diversidad relativa de artrópodos en comparación con guaba, aunque los trips (aproximadamente 585 individuos) y las cochinillas (alrededor de 590 individuos) también fueron prominentes. Además, claudia mostró una cantidad moderada de arañas con cerca de 292 individuos, lo que indica un entorno algo más equilibrado en términos de diversidad de artrópodos.

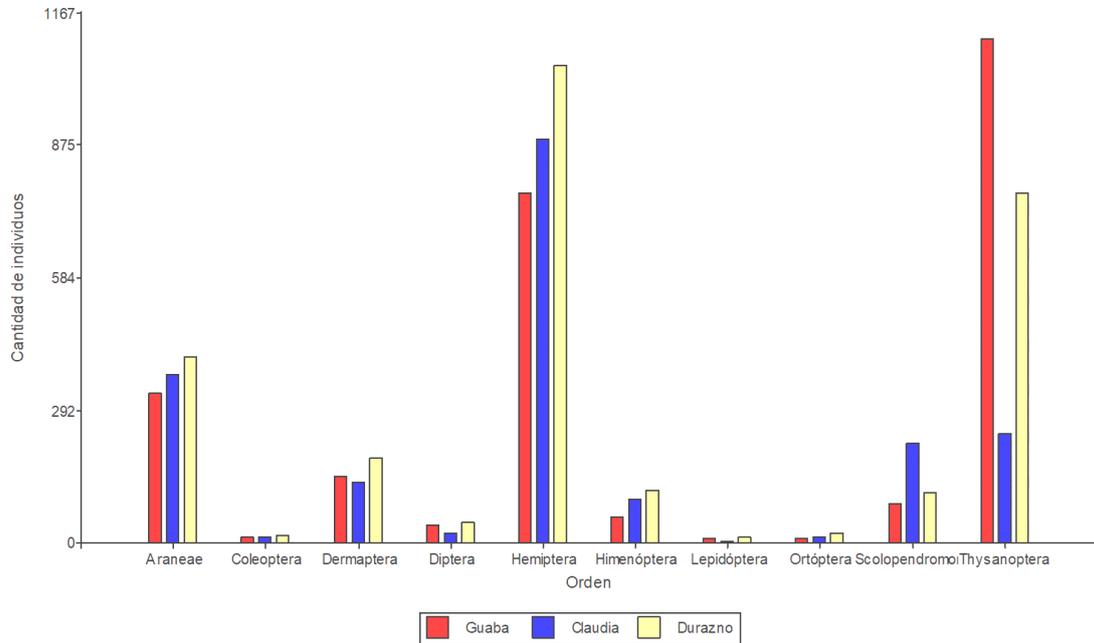
En el cultivo de durazno, se destacó una alta abundancia de cochinillas con aproximadamente 1167 individuos y hormigas con alrededor de 585 individuos, con números significativamente mayores de estos artrópodos en comparación con los otros cultivos. Además, durazno mostró una notable presencia de ciempiés con aproximadamente 292 individuos y tijeras con alrededor de 292 individuos, lo que sugiere que este cultivo proporciona un hábitat favorable para una mayor variedad de especies de artrópodos.

Figura 7. Número de individuos capturados clasificados por Clase en los tres sistemas de cultivo



La gráfica revela que la clase Insecta es la más abundante en todos los sistemas de cultivo, con durazno presentando la mayor cantidad de individuos, seguido por guaba y claudia. La clase Arachnida muestra una abundancia similar en los tres cultivos, mientras que la clase Chilopoda es más abundante en claudia. El cultivo de durazno parece ser el más favorable para la clase Insecta, mientras que Claudia proporciona mejores condiciones para la clase Chilopoda. Guaba, aunque presenta una alta cantidad de insectos, muestra una menor diversidad relativa en comparación con los otros cultivos.

Figura 8. Número de individuos capturados clasificados por Orden en los tres sistemas de cultivo



La gráfica revela que la abundancia de diferentes órdenes de artrópodos varía significativamente entre los tres sistemas de cultivo. En general, los cultivos de guaba y durazno tienden a albergar una mayor cantidad de Hemiptera y Thysanoptera, mientras que claudia presenta una distribución más equilibrada de diferentes órdenes, pero en menores cantidades.

El cultivo de guaba es particularmente favorable para Thysanoptera (trips) y Hemiptera (cochinilla), con 1167 y 879 individuos respectivamente, también muestra una alta presencia de Hymenoptera (879 individuos). Para claudia presenta una diversidad más equilibrada con altas cantidades de Hemiptera (879 individuos) y Thysanoptera (879 individuos), aunque en menor cantidad que guaba y durazno, sin embargo, este último cultivo alberga la mayor cantidad de Hemiptera y Hymenoptera (1167 individuos cada uno), y una alta presencia de Thysanoptera (1167 individuos).

10.3. Diversidad de artrópodos en los sistemas frutícolas

Tabla 1. Índice de diversidad total de artrópodos en los sistemas frutícolas

Cultivo	Promedio de diversidad
Guaba	0,6585
Claudia	0,7379
Durazno	0,6796
Total general	0,6920

El cultivo de claudia tiene el índice de diversidad más alto (0,7379), lo que sugiere que este sistema es el más favorable para la diversidad de artrópodos. Esto podría estar relacionado con características específicas del cultivo de claudia que crean un hábitat más diverso o con prácticas de manejo que promueven la biodiversidad. Por su parte, el cultivo de guaba muestra el índice de diversidad más bajo (0,6585), lo que indica que este sistema tiene la menor diversidad de artrópodos entre los tres cultivos analizados, lo que podría ser una señal de que este sistema es menos favorable para una amplia variedad de especies de artrópodos, posiblemente debido a limitaciones en el hábitat o en los recursos disponibles. El cultivo de durazno, con un índice de diversidad de 0,6796, se sitúa en un punto intermedio, sugiriendo una diversidad moderada.

10.4. Diferencia entre sistemas frutícolas

Tabla 2. Cuadro de análisis de la varianza multivariado PERMANOVA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PUNTO	0,06	2	0,03	3,2	0,0531 ns
REPETICIÓN	0,27	17	0,02	1,7	0,0925 ns
Error	0,32	34	0,01		
Total	0,66	53			
CV	14,08				

En la tabla 2 se observa que para puntos y repeticiones no hay valores significativos con un coeficiente de variación de 14.08

Tabla 3. Cuadro de promedios

Punto de muestreo	Medias
Claudia	110,67
Guaba	142,44
Durazno	152,22

Los resultados indican que las medias de los tres puntos son estadísticamente similares, esto confirma lo que el ANOVA inicial sugirió, que, aunque hubo una diferencia significativa en general entre los puntos, siendo el durazno en promedio el más abundante y debido a que es un sistema de producción orgánico

Tabla 4. Diferencia entre semanas para la diversidad de artrópodos PERMANOVA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,27	17	0,02	1,4	0,1987 ns
Temperatura °C	0	1	0	0	>0,9999 ns
Humedad %	0	1	0	0	>0,9999 ns
Precipitación mm/día	0	0	0	-	-
Error	0,38	34	0,01		
Total	0,66	53			

El análisis de varianza muestra que ninguna de las variables (Temperatura, Humedad, Precipitación) tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente (diversidad). En particular, la variable Repetición, que representa las semanas, no muestra diferencias significativas ($p\text{-valor} = 0,1987$) y los factores climáticos (Temperatura °C, Humedad %, Precipitación mm/día) tampoco son significativos ($>0,9999$). Estos resultados sugieren que, en el contexto de este estudio, la variabilidad en la diversidad de artrópodos no puede ser explicada de manera significativa por las semanas ni por los factores climáticos medidos.

Tabla 5. Diferencia entre semanas para la abundancia de artrópodos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	46748,19	17	2749,89	0,95	0,525 ns
Temperatura °C	0	1	0	0	>0,9999 ns
Humedad %	0	1	-5,80E-11	0	>0,9999 ns
Precipitación mm/día	0	0	0	sd	Sd ns
Error	97962	34	2881,24		
Total	152697,33	53			

Similarmente al resultado anterior, el análisis de varianza muestra que ninguna de las variables (Repetición, Temperatura °C, Humedad %, Precipitación mm/día) tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente (diversidad o abundancia). En particular, la variable Repetición, que representa las semanas, no muestra diferencias significativas en la abundancia de artrópodos (p -valor = 0,1987) y los factores climáticos tampoco son significativos. De igual manera estos resultados sugieren que, la variabilidad en la abundancia de artrópodos no puede ser explicada de manera significativa por las semanas ni por los factores climáticos medidos.

10.5. Discusión

Los hallazgos de este estudio indican que la abundancia y diversidad de artrópodos varían entre los sistemas de cultivo frutícola de guaba, claudia y durazno. En el cultivo de guaba, se observó una alta abundancia de trips (1167 individuos), seguidos por cochinillas (879 individuos) y arañas (292 individuos), estos resultados coinciden con la literatura donde Gundappa & Mani (2022) señalan que los trips son particularmente abundantes en cultivos con alta densidad de vegetación y humedad, condiciones que parecen estar presentes en el cultivo de guaba. Sin embargo, la baja diversidad relativa observada en guaba, con un índice de 0.6585, sugiere limitaciones en el hábitat o recursos disponibles, lo que restringe la variedad de especies presentes. Esta observación es respaldada por estudios como el de Ebeling et al. (2018) que destacan cómo la estructura del hábitat y la disponibilidad de recursos pueden influir significativamente en la biodiversidad de artrópodos.

Por otra parte, en el cultivo de claudia mostró una mayor diversidad de artrópodos, con un índice de diversidad de 0.7379, y una distribución más equilibrada de diferentes órdenes, incluyendo trips (585 individuos) y cochinillas (590 individuos). La mayor diversidad en claudia podría estar relacionada con prácticas de manejo que promueven la biodiversidad, como la reducción del uso de pesticidas y la implementación de cultivos de cobertura. Estos resultados son consistentes con la literatura (Footitt & Adler, 2018) y varios estudios (Gaspar et al., 2022)

(de Pedro et al., 2020) (Marja et al., 2022) de quienes encontraron que las prácticas agrícolas sostenibles pueden aumentar la diversidad y abundancia de polinizadores y otros artrópodos beneficiosos.

En el cultivo de durazno, se destacó una alta abundancia de cochinillas (1167 individuos) y hormigas (585 individuos), con una notable presencia de ciempiés (292 individuos) y tijeras (292 individuos). El índice de diversidad de 0.6796 sitúa a durazno en un punto intermedio en términos de biodiversidad. La alta abundancia de insectos en durazno puede ser atribuida a prácticas de manejo específicas que favorecen estos artrópodos. Un estudio de Freundlich et al. (2023) también encontró que las prácticas de manejo agrícola pueden influir significativamente en la abundancia de ciertos grupos de artrópodos, apoyando los hallazgos de este estudio.

Estos hallazgos son significativos porque resaltan cómo la alta abundancia de trips en guaba, cochinillas y hormigas en durazno, y una distribución más equilibrada de especies en claudia, subrayan la importancia de adaptar las prácticas de manejo a las condiciones específicas de cada cultivo para promover la biodiversidad.

Por otra parte, la identificación de los picos de abundancia en semanas específicas sugiere que factores temporales, como las condiciones climáticas y las prácticas de manejo, juegan un papel crucial en la dinámica de las poblaciones de artrópodos. Esto coincide con la literatura existente que enfatiza la influencia de los factores ambientales y el manejo agrícola en la biodiversidad de artrópodos (Sharma & Dhillon, 2020)

A pesar de que observan posibles diferencias tanto para la abundancia como la diversidad de grupos de artrópodos en los tres sistemas de cultivos, los resultados de los análisis estadísticos indican que, ni los factores climáticos (temperatura, humedad y precipitación) ni las variaciones temporales (representadas por las semanas) explican de manera significativa la variabilidad en la diversidad y abundancia de artrópodos. Este resultado sugiere que, en estos sistemas específicos, otros factores podrían estar desempeñando un papel más determinante en la

configuración de la comunidad de artrópodos. Estos hallazgos son consistentes con algunos estudios previos, mientras que otros estudios han encontrado resultados contrastantes.

En un estudio realizado por Araújo et al. (2018) se observó que las variables climáticas tenían un impacto limitado en la diversidad de artrópodos en plantaciones frutícolas, similar a lo encontrado en este trabajo. Los autores sugirieron que otros factores, como la estructura del hábitat y la disponibilidad de recursos alimenticios, podrían tener un papel más relevante en la determinación de la diversidad de artrópodos.

Por otro lado, investigaciones como las de Wise & Lensing (2019) y Asmus et al. (2018) han destacado la importancia de los factores climáticos en la diversidad y abundancia de polinizadores en cultivos agrícolas. Estos estudios mostraron que las variaciones en la temperatura y la precipitación podían afectar significativamente la presencia y actividad de los polinizadores, entre ellos, artrópodos, lo cual difiere de los resultados obtenidos en nuestro estudio. Esta discrepancia podría explicarse por diferencias en los tipos de cultivos, las prácticas de manejo agrícola y las características específicas de los ecosistemas estudiados.

En cuanto a las variaciones temporales, nuestro estudio no encontró un efecto significativo de las semanas en la diversidad y abundancia de artrópodos, lo cual concuerda con lo que señala Martin-Chave et al. (2019) y otros estudios (Liu et al., 2018) (Tarjuelo et al., 2019) (Fischer et al. (2022) quienes reportaron que las fluctuaciones estacionales no tenían un impacto considerable en la abundancia de artrópodos en sistemas agrícolas diversificados. Sin embargo, la literatura y otras investigaciones, han documentado que las variaciones estacionales pueden tener efectos significativos en la composición de la comunidad de artrópodos, especialmente en sistemas monoculturales (Veríssimo et al., 2021) (Paiva et al., 2020) (Soares et al., 2021). Esto sugiere que la diversidad del paisaje agrícola y las prácticas de manejo pueden moderar la influencia de las variaciones temporales.

Por otra parte, la variable "Punto de Muestreo" mostró significancia estadística cercana al umbral convencional de 0.05, lo que podría sugerir diferencias en la diversidad o abundancia entre los diferentes puntos de muestreo. Este hallazgo es consistente con estudios que han mostrado la importancia de la heterogeneidad espacial en la biodiversidad agrícola (Sirami et al., 2019) (Martin et al., 2020). Sin embargo al aplicar el test de Tukey se confirmó la falta de diferencias significativas entre los puntos específicos lo que podría deberse a la similitud en las prácticas de manejo y las condiciones ambientales locales en los puntos de muestreo, lo cual resalta la necesidad de estudios adicionales para identificar los factores subyacentes que podrían estar influyendo en estas variaciones.

Esta falta de diferencias significativas entre los distintos sistemas de cultivos podría obedecer a que las mediciones se realizaron en un periodo de tiempo relativamente corto o en un área geográfica pequeña, es posible que no haya habido suficiente variabilidad en las condiciones ambientales o en las poblaciones de artrópodos para detectar diferencias significativas. Pueden existir otros factores ambientales o ecológicos no considerados en el análisis que influyen en la diversidad y abundancia de artrópodos que pueden incluir la presencia de depredadores, competencia entre especies, o la disponibilidad de recursos. Otros como las diferencias en las prácticas agrícolas (como el uso de pesticidas, riego, y fertilización) entre los sistemas frutícolas podrían afectar a las poblaciones de artrópodos, como así lo han reportado varios estudios (van der Meer et al., 2020) (Sofa et al., 2020) (Han et al., 2022) (Lu et al., 2022); si estas prácticas no fueron homogéneas o controladas, podrían confundir los resultados. Es por ello, que variables climáticas seleccionadas (temperatura, humedad, precipitación) pueden no ser los principales factores que afectan la diversidad y abundancia de artrópodos en este contexto específico. Considerar otras variables o indicadores biológicos puede ser necesario.

Los resultados del presente estudio contribuyen al campo de la ecología agrícola al resaltar que, en los sistemas frutícolas de claudia, durazno y guaba, los factores climáticos comunes y las

variaciones temporales no son los principales determinantes de la diversidad y abundancia de artrópodos, estos hallazgos sugieren que otros factores, posiblemente relacionados con las prácticas de manejo agrícola y la estructura del hábitat, podrían tener un papel más significativo. Este trabajo añade evidencia a la literatura existente que cuestiona la predominancia de los factores climáticos en la determinación de la biodiversidad en ciertos contextos agrícolas.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se identifican varias direcciones para futuros trabajos que podrían ampliar y profundizar en la comprensión de los factores que influyen en la diversidad y abundancia de artrópodos en sistemas frutícolas. Nuevas líneas de investigación pueden incluir otras variables potencialmente influyentes, como el tipo de suelo y la disponibilidad de nutrientes, prácticas de manejo agrícola, uso de pesticidas y tipos de cultivo. Evaluar estos factores podría proporcionar una comprensión más completa de los determinantes de la biodiversidad en estos sistemas.

Finalmente, los resultados del estudio proporcionan una comprensión de cómo diferentes sistemas de cultivo frutícola afectan la biodiversidad de artrópodos. Los resultados destacan la necesidad de considerar las características específicas del hábitat y las prácticas de manejo al diseñar estrategias para promover la biodiversidad en sistemas agrícolas. Además, los hallazgos de este estudio pueden informar futuras investigaciones y políticas agrícolas, sugiriendo que prácticas de manejo sostenibles y adaptativas pueden mejorar la diversidad y abundancia de artrópodos beneficiosos. Esto es particularmente relevante en el contexto del manejo integrado de plagas, donde la biodiversidad de artrópodos puede jugar un papel clave en el control biológico de plagas.

11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS

11.1. Impacto técnico

Los hallazgos de este estudio proporcionan información valiosa para desarrollar prácticas de manejo agrícola que promuevan la biodiversidad de artrópodos. Conocer qué cultivos y

prácticas favorecen a diferentes especies puede guiar la implementación de técnicas agrícolas más sostenibles y adaptativas.

La identificación de picos de abundancia de artrópodos en semanas específicas ayuda a establecer un calendario de monitoreo más efectivo y estrategias de manejo integrado de plagas, reduciendo la dependencia de pesticidas químicos y mejorando el control biológico.

Los resultados sugieren que diversificar los cultivos puede aumentar la biodiversidad de artrópodos. Integrar cultivos como claudia, que muestran una alta diversidad, con otros cultivos menos diversos puede mejorar la salud del ecosistema agrícola.

11.2. Impacto social

Los agricultores pueden beneficiarse de capacitaciones basadas en los resultados de este estudio para adoptar prácticas que favorezcan la biodiversidad. Esto no solo mejora la producción agrícola, sino que también promueve una agricultura más responsable y consciente del medio ambiente.

Involucrar a las comunidades rurales en proyectos de monitoreo de biodiversidad puede aumentar la conciencia sobre la importancia de la biodiversidad y fomentar una mayor participación en la conservación de los recursos naturales.

11.3. Impacto ambiental

Fomentar la biodiversidad de artrópodos en sistemas agrícolas contribuye a la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas. Una mayor diversidad biológica puede mejorar el funcionamiento del ecosistema, incluyendo la polinización y el control natural de plagas.

11.4. Impacto económico

Al promover una mayor diversidad de artrópodos, se puede mejorar la polinización y el control natural de plagas, lo que puede llevar a un aumento en los rendimientos de los cultivos.

Implementar prácticas de manejo que reduzcan la necesidad de pesticidas químicos y fertilizantes puede disminuir los costos de producción para los agricultores.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 6. Presupuesto del proyecto de monitoreo de artrópodos en cultivos frutícolas

Categoría	Detalle	Costo (\$)
Recursos Humanos		
	pasajes (semanal)	100
Total recursos humanos		100
Equipos y Materiales		
	Trampas Pitfall (15 trampas a \$10 cada una)	150
	Fascos de almacenamiento (100 fascos a \$0.50 cada uno)	50
Total equipos de muestreo		200
Costos Operativos		
	Combustible	150
	Telefonía y Datos	15
	Software de Análisis de Datos	20
	Impresiones y Fotocopias	20
Total costos operativos		205
Costos Indirectos		
	Imprevistos	50
Total General		555

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Comparando los tres cultivos, la clase Insecta fue la más abundante en todos los sistemas, con durazno presentando la mayor cantidad de individuos, seguido por guaba y claudia. La clase Arachnida mostró una abundancia similar en los tres cultivos, mientras que la clase Chilopoda fue más abundante en claudia. Estos resultados indican que cada cultivo proporciona un hábitat que favorece a ciertas clases de artrópodos más que a otras.

En términos de órdenes de artrópodos, guaba y durazno tienden a albergar una mayor cantidad de Hemiptera y Thysanoptera, mientras que claudia presenta una distribución más equilibrada de diferentes órdenes, aunque en menores cantidades. Esto sugiere que las condiciones y prácticas de manejo en guaba y durazno son particularmente favorables para estos órdenes específicos.

Finalmente, el análisis de los índices de diversidad muestra que el cultivo de claudia es el más favorable para la diversidad de artrópodos, seguido por durazno y luego guaba. Esto implica que las características del hábitat y las prácticas de manejo en claudia son más eficaces en promover la biodiversidad de artrópodos. Por el contrario, guaba, con la menor diversidad relativa, puede estar limitado por el hábitat o los recursos disponibles para una amplia variedad de especies de artrópodos.

Los resultados indican que la diversidad de artrópodos fue más alta en el cultivo de claudia, seguida por durazno, y fue más baja en el cultivo de guaba, lo que sugiere que la hipótesis 1 se cumple, ya que se observaron diferencias significativas en la diversidad de artrópodos entre los tres sistemas frutícolas analizados, mientras que la hipótesis 2 no se cumple completamente, ya que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de artrópodos que pudieran ser explicadas por los factores estudiados entre los sistemas frutícolas de guaba, durazno y claudia.

A través de los análisis estadísticos, los resultados sugieren que, para los sistemas frutícolas analizados (claudia, durazno y guaba), ni los factores climáticos considerados (temperatura, humedad y precipitación) ni las variaciones temporales (representadas por las semanas) explican de manera significativa la variabilidad en la diversidad y abundancia de artrópodos.

Las posibles diferencias observadas en la diversidad o abundancia entre los puntos de muestreo requieren una investigación más profunda para comprender mejor las causas subyacentes, ya que los análisis post-hoc no mostraron diferencias significativas entre los puntos específicos.

Dado que las variables climáticas medidas no mostraron un efecto significativo sobre la diversidad y abundancia de artrópodos, se recomienda incluir otras variables potencialmente influyentes como, por ejemplo, factores edáficos (tipo de suelo, nutrientes), manejo agrícola (uso de pesticidas, tipo de cultivo), y características del paisaje circundante (presencia de áreas naturales).

Además, considerando que la variabilidad temporal no mostró un impacto significativo, es aconsejable extender el periodo de muestreo para cubrir un rango más amplio de condiciones climáticas y fenológicas, esto puede ayudar a capturar variaciones estacionales y cambios a largo plazo que podrían influir en la diversidad y abundancia de artrópodos. Finalmente, se recomienda aumentar el número de puntos de muestreo para obtener una mejor representación de la variabilidad espacial dentro de los sistemas frutícolas, lo que podría proporcionar una comprensión más detallada de las diferencias locales.

14. REFERENCIAS

- Angon, P. B., Mondal, S., Jahan, I., Datto, M., Antu, U. B., Ayshi, F. J., & Islam, Md. S. (2023). Integrated Pest Management (IPM) in Agriculture and Its Role in Maintaining Ecological Balance and Biodiversity. *Advances in Agriculture*, 2023(1), 5546373. <https://doi.org/10.1155/2023/5546373>
- Araújo, J. de L., Pastori, P. L., Gomes, V. F. F., Mendes Filho, P. F., & Nunes, L. A. P. L. (2018). Changes in the abundance and diversity of soil arthropods in the cultivation of fruit crops. *Revista Ciência Agronômica*, 49, 537-546. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180061>
- Asmus, A. L., Chmura, H. E., Høye, T. T., Krause, J. S., Sweet, S. K., Perez, J. H., Boelman, N. T., Wingfield, J. C., & Gough, L. (2018). Shrub shading moderates the effects of weather on arthropod activity in arctic tundra. *Ecological Entomology*, 43(5), 647-655. <https://doi.org/10.1111/een.12644>
- Benbow, M. E., Barton, P. S., Ulyshen, M. D., Beasley, J. C., DeVault, T. L., Strickland, M. S., Tomberlin, J. K., Jordan, H. R., & Pechal, J. L. (2019). Necrobiome framework for bridging decomposition ecology of autotrophically and heterotrophically derived organic matter. *Ecological Monographs*, 89(1), e01331. <https://doi.org/10.1002/ecm.1331>

- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1989). *An Introduction to the Study of Insects* (6th ed.). Saunders College Publishing.
- Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C., Hallmann, C. A., Hill, M. J., Hochkirch, A., Kwak, M. L., Mammola, S., Ari Noriega, J., Orfinger, A. B., Pedraza, F., Pryke, J. S., Roque, F. O., ... Samways, M. J. (2020). Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*, *242*, 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>
- Costa-Silva, V., Grella, M. D., & Thyssen, P. J. (2019). Optimized Pitfall Trap Design for Collecting Terrestrial Insects (Arthropoda: Insecta) in Biodiversity Studies. *Neotropical Entomology*, *48*(1), 50-56. <https://doi.org/10.1007/s13744-018-0613-8>
- Dagatti, C. V., Campón, F. F., González, M. F., Mazzitelli, M. E., Marcucci, B., Solís, S. E., Bonfanti, S., & Uliarte, E. M. (2024). Diversidad de insectos, colémbolos y arañas en viñedos bajo diferentes sistemas de producción, convencional y agroecológico, en Mendoza, Argentina. *Ecología Austral*, *34*(1), Article 1. <https://doi.org/10.25260/EA.24.34.1.0.2272>
- Deka, B., Baruah, C., & Babu, A. (2021). Entomopathogenic microorganisms: Their role in insect pest management. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *31*(1), 121. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00466-7>
- de Pedro, L., Perera-Fernández, L. G., López-Gallego, E., Pérez-Marcos, M., & Sanchez, J. A. (2020). The Effect of Cover Crops on the Biodiversity and Abundance of Ground-Dwelling Arthropods in a Mediterranean Pear Orchard. *Agronomy*, *10*(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040580>
- Ebeling, A., Hines, J., Hertzog, L. R., Lange, M., Meyer, S. T., Simons, N. K., & Weisser, W. W. (2018). Plant diversity effects on arthropods and arthropod-dependent ecosystem

- functions in a biodiversity experiment. *Basic and Applied Ecology*, 26, 50-63.
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.014>
- Fischer, C., Gerstmeier, R., & Wagner, T. C. (2022). Seasonal and temporal patterns of rainfall shape arthropod community composition and multi-trophic interactions in an arid environment. *Scientific Reports*, 12(1), 3742. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07716-0>
- Footitt, R. G., & Adler, P. H. (2018). *Insect Biodiversity: Science and Society, Volume 2*. John Wiley & Sons.
- Freundlich, G. E., Schaeffer, R. N., Tebeau, A. S., Black, B. L., Ransom, C. V., Reeve, J. R., & Alston, D. G. (2023). Organic orchard floor management in peach: Effects on arthropods and associated fruit injury in the Intermountain West. *Journal of Economic Entomology*, 116(6), 2052-2061. <https://doi.org/10.1093/jee/toad185>
- Frouz, J. (2018). Effects of soil macro- and mesofauna on litter decomposition and soil organic matter stabilization. *Geoderma*, 332, 161-172.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.039>
- García Flores, A., Farfan Estrada, E., Monroy Martinez, R., Monroy Ortiz, C., Colin Bahena, H., & Pino Moreno, J. M. (2019). Fauna registrada en huertos frutícolas tradicionales de Yauatepec, Morelos, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(2).
<https://doi.org/10.56369/tsaes.2789>
- Gaspar, H., Loureiro, J., Castro, H., Siopa, C., Castro, M., Casais, V., & Castro, S. (2022). Impact of local practices and landscape on the diversity and abundance of pollinators in an insect-dependent crop. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 326, 107804.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107804>

- Gundappa, B., & Mani, M. (2022). Pests and Their Management in Guava. En M. Mani (Ed.), *Trends in Horticultural Entomology* (pp. 605-623). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0343-4_19
- Haan, N. L., Iuliano, B. G., Gratton, C., & Landis, D. A. (2021). Chapter Five—Designing agricultural landscapes for arthropod-based ecosystem services in North America. En D. A. Bohan & A. J. Vanbergen (Eds.), *Advances in Ecological Research* (Vol. 64, pp. 191-250). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2021.01.003>
- Han, P., Lavoie, A.-V., Rodriguez-Saona, C., & Desneux, N. (2022). Bottom-Up Forces in Agroecosystems and Their Potential Impact on Arthropod Pest Management. *Annual Review of Entomology*, 67(Volume 67, 2022), 239-259. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-060121-060505>
- Hernández-Cumplido, J., Cruz-Caballero, M., Reyes-Hernández, L., Castellanos-Vargas, I., Hernández-Cumplido, J., Cruz-Caballero, M., Reyes-Hernández, L., & Castellanos-Vargas, I. (2023). Diversidad de artrópodos asociados a traspatios con dominancia de árboles de durazno *Prunus persica* (Rosales: Rosaceae) en el Estado de México. *Acta zoológica mexicana*, 39. <https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912571>
- Hohbein, R. R., & Conway, C. J. (2018). Pitfall traps: A review of methods for estimating arthropod abundance. *Wildlife Society Bulletin - Record Set Up In Error*, 42(4), 597-606. <https://doi.org/10.1002/wsb.928>
- Hoffmann, S. (2022). Challenges and opportunities of area-based conservation in reaching biodiversity and sustainability goals. *Biodiversity and Conservation*, 31(2), 325-352. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02340-2>
- Hutchins, S. H. (1993). Techniques for Sampling Arthropods in Integrated Pest Management. En *Handbook of Sampling Methods for Arthropods in Agriculture*. CRC Press.

- Jacquot, M., Massol, F., Muru, D., Derepas, B., Tixier, P., & Deguine, J.-P. (2019). Arthropod diversity is governed by bottom-up and top-down forces in a tropical agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 285, 106623. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106623>
- Jankielsohn, A. (2018). The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. *Advances in Entomology*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.4236/ae.2018.62006>
- Jaworski, C. C., Thomine, E., Rusch, A., Lavoit, A.-V., Wang, S., & Desneux, N. (2023). Crop diversification to promote arthropod pest management: A review. *Agriculture Communications*, 1(1), 100004. <https://doi.org/10.1016/j.agrcom.2023.100004>
- Katumo, D. M., Liang, H., Ochola, A. C., Lv, M., Wang, Q.-F., & Yang, C.-F. (2022). Pollinator diversity benefits natural and agricultural ecosystems, environmental health, and human welfare. *Plant Diversity*, 44(5), 429-435. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.01.005>
- Kleemann, J., Koo, H., Hensen, I., Mendieta-Leiva, G., Kahnt, B., Kurze, C., Inclan, D. J., Cuenca, P., Noh, J. K., Hoffmann, M. H., Factos, A., Lehnert, M., Lozano, P., & Fürst, C. (2022). Priorities of action and research for the protection of biodiversity and ecosystem services in continental Ecuador. *Biological Conservation*, 265, 109404. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109404>
- Kremen, C. (2020). Ecological intensification and diversification approaches to maintain biodiversity, ecosystem services and food production in a changing world. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(2), 229-240. <https://doi.org/10.1042/ETLS20190205>
- Leakey, R. (2024). *Living With the Trees of Life: A Practical Guide to Rebooting the Planet through Tropical Agriculture and Putting Farmers First, 2nd Edition*. CABI.
- Liu, J.-L., Ren, W., Zhao, W.-Z., & Li, F.-R. (2018). Cropping systems alter the biodiversity of ground- and soil-dwelling herbivorous and predatory arthropods in a desert

- agroecosystem: Implications for pest biocontrol. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 109-121. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.023>
- Lu, A., Gonthier, D. J., Sciligo, A. R., Garcia, K., Chiba, T., Juárez, G., & Kremen, C. (2022). Changes in arthropod communities mediate the effects of landscape composition and farm management on pest control ecosystem services in organically managed strawberry crops. *Journal of Applied Ecology*, 59(2), 585-597. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14076>
- Marja, R., Tschardtke, T., & Batáry, P. (2022). Increasing landscape complexity enhances species richness of farmland arthropods, agri-environment schemes also abundance – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 326, 107822. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107822>
- Martin, A. E., Collins, S. J., Crowe, S., Girard, J., Naujokaitis-Lewis, I., Smith, A. C., Lindsay, K., Mitchell, S., & Fahrig, L. (2020). Effects of farmland heterogeneity on biodiversity are similar to—Or even larger than—The effects of farming practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 288, 106698. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106698>
- Martin-Chave, A., Béral, C., Mazzia, C., & Capowiez, Y. (2019). Agroforestry impacts the seasonal and diurnal activity of dominant predatory arthropods in organic vegetable crops. *Agroforestry Systems*, 93(6), 2067-2083. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0309-4>
- Menta, C., Conti, F. D., Lozano Fondón, C., Staffilani, F., & Remelli, S. (2020). Soil Arthropod Responses in Agroecosystem: Implications of Different Management and Cropping Systems. *Agronomy*, 10(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070982>
- Paiva, I. G., Auad, A. M., Veríssimo, B. A., & Silveira, L. C. P. (2020). Differences in the insect fauna associated to a monocultural pasture and a silvopasture in Southeastern Brazil. *Scientific Reports*, 10(1), 12112. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68973-5>

- Raven, P. H., & Wagner, D. L. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(2), e2002548117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002548117>
- Redlich, S., Martin, E. A., & Steffan-Dewenter, I. (2021). Sustainable landscape, soil and crop management practices enhance biodiversity and yield in conventional cereal systems. *Journal of Applied Ecology*, *58*(3), 507-517. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13821>
- Roberts, F. S. (2019). Measurement of Biodiversity: Richness and Evenness. En H. G. Kaper & F. S. Roberts (Eds.), *Mathematics of Planet Earth: Protecting Our Planet, Learning from the Past, Safeguarding for the Future* (pp. 203-224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22044-0_8
- Roswell, M., Dushoff, J., & Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos*, *130*(3), 321-338. <https://doi.org/10.1111/oik.07202>
- Saavedra Mera, K. A., Cabrera Aguilar, J. K., & Zambrano Flores, P. A. (2022). La ética en la agricultura para el cuidado del medio ambiente en el Ecuador. *Análisis Científico de la Ética desde la Perspectiva Multidisciplinaria, 2022, ISBN 978-9942-7014-2-8, págs. 35-48*, 35-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8583925>
- Saji, A., Al Rashdi, Z. S., Ahmed, S., Soorae, P. S., & Al Dhaheri, S. (2021). Diversity and composition of epigeal arthropods using pitfall trapping method in different habitat types of Abu Dhabi Emirate, UAE. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *28*(7), 3751-3758. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.053>
- Sawicka, B., & Egbuna, C. (2020). Chapter 1—Pests of Agricultural Crops and Control Measures. En C. Egbuna & B. Sawicka (Eds.), *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control* (pp. 1-16). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00001-4>

- Sharma, H. C., & Dhillon, M. K. (2020). Climate Change Effects on Arthropod Diversity and its Implications for Pest Management and Sustainable Crop Production. En *Agroclimatology* (pp. 595-619). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr60.2016.0019>
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A. B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguet, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giralt, D., Bota, G., Badenhausser, I., Lefebvre, G., Gauffre, B., ... Fahrig, L. (2019). Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(33), 16442-16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>
- Soares, D. M., Nascimento, A. R. T., Silva, J. M. H. da, & Oliveira, C. H. E. de. (2021). Litter arthropods community in multifunctional landscapes: Spatial and temporal complementarity of Brazilian ecosystems. *Pedobiologia*, *84*, 150707. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2021.150707>
- Sofo, A., Mininni, A. N., & Ricciuti, P. (2020). Soil Macrofauna: A key Factor for Increasing Soil Fertility and Promoting Sustainable Soil Use in Fruit Orchard Agrosystems. *Agronomy*, *10*(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040456>
- Taha, E.-K. A., Taha, R. A., & AL-Kahtani, S. N. (2019). Nectar and pollen sources for honeybees in Kafrelsheikh province of northern Egypt. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(5), 890-896. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.12.010>
- Tarjuelo, R., Morales, M. B., Arribas, L., & Traba, J. (2019). Abundance of weeds and seeds but not of arthropods differs between arable habitats in an extensive Mediterranean farming system. *Ecological Research*, *34*(5), 624-636. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12029>

- van der Meer, M., Kay, S., Lüscher, G., & Jeanneret, P. (2020). What evidence exists on the impact of agricultural practices in fruit orchards on biodiversity? A systematic map. *Environmental Evidence*, 9(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s13750-020-0185-z>
- Vera-Aviles, D., Suarez-Capello, C., Llugany, M., Poschenrieder, C., De Santis, P., & Cabezas-Guerrero, M. (2020). Arthropod Diversity Influenced by Two Musa-Based Agroecosystems in Ecuador. *Agriculture*, 10(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060235>
- Veríssimo, B. A., Auad, A. M., Oliveira, C. M., & Paiva, I. G. (2021). Seasonality of predatory insects (Diptera: Syrphidae and Asilidae) in pasture monoculture and silvopastoral systems from Southeast Brazil. *International Journal of Tropical Insect Science*, 41(1), 861-872. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00276-8>
- Wagner, D. L. (2020). Insect Declines in the Anthropocene. *Annual Review of Entomology*, 65(Volume 65, 2020), 457-480. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025151>
- Wale, M., & Yesuf, S. (2022). Abundance and diversity of soil arthropods in disturbed and undisturbed ecosystem in Western Amhara, Ethiopia. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 767-781. <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00600-w>
- Whitman, J. D., Yanega, D., Watson, C. B. G., & Strode, V. W. (2019). Collection and Preservation of Terrestrial Arthropods. En W. H. Yong (Ed.), *Biobanking: Methods and Protocols* (pp. 163-189). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8935-5_17
- Wise, D. H., & Lensing, J. R. (2019). Impacts of rainfall extremes predicted by climate-change models on major trophic groups in the leaf litter arthropod community. *Journal of Animal Ecology*, 88(10), 1486-1497. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13046>
- Wynne, J., Howarth, F., & Sommer, S. (2019). Fifty years of cave arthropod sampling: Techniques and best practices. *KIP Articles*. https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/2042

Zală, C. R., Istrate, R., & Manole, S. (2022). Research on diseases and pests detected in the fruit tree species in Bucharest. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*, 36(2), 163-168.