



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL
CULTIVO DE CAFÉ EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Carlos Luis Yagual Quinde

LA LIBERTAD, JULIO 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL
CULTIVO DE CAFÉ EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Carlos Luis Yagual Quinde

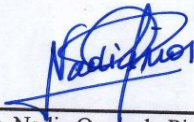
Tutora: Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD

LA LIBERTAD, JULIO 2024

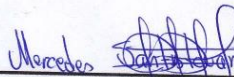
TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **CARLOS LUIS YAGUAL QUINDE** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

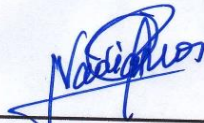
Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 17/ 07/ 2024.



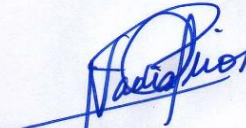
Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



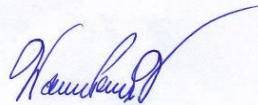
Ing. Mercedes Santistevan Méndez, Ph. D.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Con inmensa gratitud y humilde reconocimiento, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de mi vida. Le agradezco de ante mano por la salud, la sabiduría y la oportunidad de vivir cada jornada plena de amor y esperanza. Sin su divina providencia, nada de lo que soy y he logrado habría sido posible. Reconozco con profunda apreciación que su presencia enmarcada constantemente en mi vida, la cual me brinda paz y propósito incluso en los momentos más desafiantes.

Estimados padres, Carlos Yagual de la Cruz e Ildaura Quinde Rodríguez. Les expreso notablemente mis agradecimientos por todo lo que son y representan en mi vida. Su amor incondicional, los sacrificios que han realizado y su inquebrantable apoyo han sido los cimientos sobre los cuales he construido mi trayectoria personal. Ustedes me han inculcado el valor del esfuerzo, la importancia de la integridad y el poder del amor familiar, principios que han guiado mi camino. Asimismo, agradezco a mi hermano, Christian Yagual, por ser mi compañero de vida, mi confidente y mi amigo, aunque a veces peleamos, como dicen quien en su vida no ha tenido un problema en discusión con sus hermanos, pero siempre nos arreglamos en santa paz, a pesar de las dificultades. Juntos hemos compartido momentos de alegría, sueños y desafíos, y su presencia ha sido una fortaleza invaluable. Expreso mi más sincera gratitud por todo lo que han hecho por mí. Su influencia y dedicación han sido fundamentales en mi desarrollo y crecimiento personal.

A mis abuelos Filomena, Esperanza y Reyes, les agradezco por el legado de sabiduría y amor que han dejado en mi corazón. Sus historias, sus enseñanzas y su cariño han moldeado gran parte de mi carácter y mis valores. No puedo olvidar a mis queridas mascotas, Spike, Alita, Toby y Rama, quienes llenan mis días de felicidad y ternura. Gracias por ser mis compañeros leales y por alegrar mi vida con su presencia. Y a mi body, gracias por acompañarme en este viaje, por motivarme a ser mejor cada día y por compartir conmigo esta increíble aventura llamada vida.

DEDICATORIA

Mi tesis va dirigida a mis padres, Carlos Yagual e Ildaura Quinde, por su amor incondicional, su sacrificio y su constante apoyo en cada paso de mi camino. Su guía y sus enseñanzas han sido el pilar fundamental en mi vida. Esta tesis es un reflejo de todo lo que me han dado y de todo lo que he aprendido de ustedes. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado.

A mis primas hermanas, Nahidelyn y Sophie, que son más que primas, son mis hermanas del alma. Las quiero muchísimo y agradezco cada momento compartido, cada risa y cada abrazo. Su cariño y sus ocurrencias han sido una fuente constante de alegría y motivación.

A mis tías, Jackelinne Yagual y Clarita Quinde, por su apoyo incondicional y por estar siempre presentes en mi vida. Sus palabras de aliento y su apoyo constante han sido fundamentales en la consecución de este logro. Gracias por ser una parte tan importante de mi camino.

RESUMEN

Los agroecosistemas cafetaleros sirven como refugio a una gran variedad de especies de insectos, Este estudio se enfocó en identificar y comparar la diversidad, abundancia y estructura de artrópodos en dos agroecosistemas de café en Colonche y Libertador Bolívar, considerando la riqueza de especies por grupo trófico y las variables ambientales de cada agroecosistema. Los muestreos se realizaron durante los meses de octubre de 2023 a febrero de 2024 con una regularidad quincenal, se establecieron tres métodos de muestreo Pitfall, red entomofauna y recolección directa. Se recolectaron un total de 2910 especies de artrópodos de los cuales 1768 (63%) se recolectaron en temporada húmeda y 1142 (40%) en temporada seca. El muestreo más abundante fue trampa pitfall obtuvo mayor número de especies en ambos agroecosistemas (72%) y (65%) respectivamente. En los agroecosistemas de café bajo sombra, los depredadores constituyen el grupo funcional más abundante, en control biológico (29%). A diferencia del cultivo de café sin sombra que el grupo funcional más abundante fue omnívoro con el (27%) lo que demuestra su adaptabilidad al consumo de recursos y descomposición de la materia orgánica. Se determinó que en los cultivos de café bajo sombra hay mayor abundancia de diversidad de insectos mejorando la biodiversidad, creando microhábitats y proporcionando recursos esenciales para diversas especies. a diferencia de los cultivos de café sin sombra.

Palabras clave: diversidad de insectos, muestreo, trampas, artrópodos, grupos funcionales, índice de diversidad.

ABSTRACT

This study focused on identifying and comparing the diversity, abundance and structure of arthropods in two coffee agroecosystems in Colonche and Libertador Bolívar, considering the richness of species by trophic group and the environmental variables of each agro-ecosystem. Sampling took place during the months of October 2023 to February 2024 with a five-year regularity, three Pitfall sampling methods, entomofauna network and direct collection were established. A total of 2,910 arthropod species were collected, of which 1,768 (63%) were harvested in the wet season and 1,142 (40%) in the dry season. The most abundant sampling was pitfall trap obtained the highest number of species in both agroecosystems (72%) and (65%) respectively. In shaded coffee agroecosystems, predators constitute the most abundant functional group, in biological control (29%). Unlike unshadowed coffee growing that the most abundant functional group was omnivorous with (27%) which demonstrates its adaptability adapt to resource consumption and decomposition of organic matter It has been determined that in shadow coffee crops there is a greater abundance of insect diversity improving biodiversity, creating micro-habitats and providing essential resources for various species. Unlike shade coffee groves.


Keywords: insect diversity, sampling, traps, arthropods, functional groups, diversity index.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “EVALUACIÓN DE ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE CAFÉ EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA” y elaborado por **Carlos Luis Yagual Quinde**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	1
Justificación	1
Objetivos	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Características generales del cultivo	3
1.1.1. Descripción del café	3
1.1.2. Descripción taxonómica	3
1.1.3. Origen	4
1.2. El café: impacto económico y ecológico a nivel Local y global	4
1.3. Impacto económico y social del cultivo de café en la provincia de Santa Elena .	4
1.4. Importancia ecológica del café	5
1.5. Tipos de agroecosistemas de café y sus características	5
1.5.1. Café bajo sombra	5
1.5.2. Café agroforestal.....	6
1.5.3. Café convencional	6
1.6. Diferencias en la estructura del dosel, la vegetación circundante	6
1.6.1. Estructura del dosel.....	6
1.6.2. Vegetación Circundante.....	7
1.6.3. Prácticas agrícolas entre ambos agroecosistemas	7
1.7. El papel vital de los artrópodos en los agroecosistemas: implicaciones para la sostenibilidad y la biodiversidad	8
1.7.1. Importancia de la biodiversidad de los artrópodos en los ecosistemas.....	8
1.7.2. Principales grupos tróficos de artrópodos presentes en los cultivos de café ...	8
1.7.3. El rol fundamental de los artrópodos en los ecosistemas	8
1.8. Análisis de los factores determinantes de la entomofauna en agroecosistemas cafetaleros	9
1.8.1. Factores que influyen en la entomofauna en agroecosistemas agroforestales	9
1.8.2. Factores que influyen en la entomofauna en agroecosistemas convencionales	10
1.9. Análisis de la Diversidad de Artrópodos en el Cultivo de Café	10
1.9.1. Análisis faunístico	10
1.9.2. Aplicaciones de análisis faunístico de artrópodos.....	11
1.10. Uso de trampas, Pitfall, redes entomológicas y recolección directa	11
1.11. Resultados y conclusiones de estudios anteriores	11
1.12. Importancia de la evaluación de la entomofauna en los agroecosistemas de café	12
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1. Caracterización del área	13
2.2. Materiales, equipos y reactivos	13
2.2.1. Material de campo para colecta de muestras	13
2.2.2. Material de laboratorio.....	14
2.2.3. Equipos de laboratorio	14

2.2.4.	Material biológico.....	14
2.3.	Tipo de investigación.....	15
2.4.	Diseño experimental.....	15
2.5.	Manejo del experimento.....	16
2.5.1.	Muestreo y análisis de fauna de artrópodos.....	16
2.6.	Parámetros evaluados.....	18
2.9.1.	Análisis de fauna.....	18
2.9.2.	Índices de biodiversidad.....	19
2.7.	Redes tróficas.....	19
2.8.	Análisis estadístico de los resultados.....	20
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		21
3.1.	Niveles de Abundancia del café bajo sombra y sin sombra.....	21
3.2.	Análisis faunístico.....	27
3.2.1.	Dominancia de ordenes en especies de artrópodos.....	27
3.3.	Análisis comparativo de la diversidad.....	32
3.3.1.	Tipo de trampeo.....	32
3.4.	Grupos tróficos.....	34
3.4.1.	Distribución de grupos troficos.....	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		36
Conclusiones.....		36
Recomendaciones.....		36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		38
ANEXOS.....		41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de Café arábico.....	3
Tabla 2. Taxonomía del cultivo de Café robusta.....	3
Tabla 3. Características de los agroecosistemas en estudio.....	15
Tabla 4. Niveles de Abundancia de artrópodos en agroecosistemas de café bajo sombra y sin sombra en la comuna Libertador Bolívar y la Parroquia Colonche durante los meses de octubre 2023 y febrero del 2024.....	23
Tabla 5. Análisis Faunístico en Plantaciones de Café (bajo sombra y sin sombra)	28
Tabla 6. Análisis por trampas en agroecosistemas de café bajo sombra	32
Tabla 7. Análisis por trampas en agroecosistema de café sin sombra.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugares donde se realizaron los monitoreos en los agroecosistemas de café bajo sombra y sin sombra	13
Figura 2. Distancia de 10 metros entre trampa pitfall	16
Figura 3. Esquema de recolección directa, para insecto artrópodos.....	17
Figura 4. Esquema de cómo realizar una red entomológica, para insecto artrópodos	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A Instalación y recolección de individuos en trampas pitfall de café bajo sombra.	41
Figura 2A Colectas de individuos, por recolección directa en café bajo sombra.....	41
Figura 3A Colectas de individuos por red entomofauna en café bajo sombra	41
Figura 4A Instalación y recolección de individuos en trampas pitfall en café sin sombra. 41	
Figura 5A Colectas de individuos por red entomofauna en café sin sombra.	41
Figura 6A Colectas de individuos, por recolección directa en café sin sombra.	41
Figura 1B <i>Deloyala guttata</i>	42
Figura 2B <i>Oecetis ochracea</i>	42
Figura 3B <i>Vespa tropica</i>	42
Figura 4B <i>Conocephalus brevipens</i>	42
Figura 5B <i>Incisitermes minor</i>	42
Figura 6B <i>Steatoda triangulosa</i>	42
Figura 1C <i>Porcellio scaber</i>	43
Figura 2C <i>Porcellio laevis</i>	43
Figura 3C <i>Exocentrus adspersus</i>	43
Figura 4C <i>Hermetia illucens</i>	43
Figura 5C <i>Camponotus castaneus</i>	43
Figura 6C <i>Camponotus americanus</i>	43
Figura 7C <i>Apis cericana</i>	43
Figura 8C <i>Harmonia axyridi</i>	43

INTRODUCCIÓN

El género *Coffea* incluye seis especies de plantas que producen café comercial originario de África: *Coffea arabica*, *C. benghalensis*, *C. canephora*, *C. congensis*, *C. liberica* y *C. stenophylla* (ITIS, 2015). Cada uno con atributos únicos en términos de calidad, sabor y producción. *C. arabica* y *C. canephora* se trasladaron a áreas tropicales, donde se desarrollaron y adaptaron. Más de la mitad del café exportable del mundo se produce en estas áreas, en particular en América Central y América del Sur (ICO, 2015).

En la provincia de Santa Elena, se encuentran dos agroecosistemas distintos en los cuales se cultiva el café. Aumentar sobre las condiciones climáticas de Santa Elena en la comuna Libertador Bolívar, y en la Parroquia Colonche. A través de la identificación y análisis de las diferentes especies de insectos presentes en cada agroecosistema podemos observar cómo afecta estos insectos en el cultivo de café también busca comprender la relación entre la entomofauna y el cultivo (Hernández, Soto & Montoya, 2015).

El estudio de la entomofauna asociada al cultivo de café en diferentes agroecosistemas se ha convertido en un área de interés para los científicos y agricultores, debido a la importancia de comprender la ecología y dinámica de los insectos presentes en estas plantaciones. A través de una evaluación detallada de la entomofauna, es posible identificar especies beneficiosas que pueden actuar como polinizadores o controladores naturales de plagas, así como especies perjudiciales que pueden causar daños significativos en el cultivo de café (Pilco et al., 2020).

Problema Científico

¿Cómo se relaciona las características de los agroecosistemas del cultivo de café con la diversidad y abundancia de la entomofauna asociada en las fincas agroecológicas con unidades de producción de Colonche y Libertador Bolívar?

Justificación

Aunque el café no sea la principal fuente económica de la provincia de Santa Elena, su economía se destaca por el turismo, la pesca, la agricultura y la manufactura son sus principales pilares. No obstante, la producción cafetalera enfrenta constante la amenaza de diferentes especies de insectos que pueden actuar como polinizadores benéficos o como las plagas perjudiciales. Comprender esas dinámicas entomológicas

permite a los agricultores gestionar sus cultivos de manera más eficaz aumentando su producción en beneficios económicos y reducción de pérdidas.

Los agroecosistemas cafetaleros es crucial conservar la biodiversidad mediante una gestión sostenible, la presencia de variedades de insectos y vida en estos sistemas pueden mejorar la salud de los ecosistemas de la provincia. Examinar la fauna de este cultivo es fundamental para comprender la riqueza biológica y orientar las estrategias de manejo para la protección de los hábitats naturales y promuevan una biodiversidad robusta. Favoreciendo un equilibrio saludable entre la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales. De esta manera, los agricultores pueden contribuir a la sostenibilidad a largo plazo de sus cultivos y del entorno natural.

Objetivos

Objetivo General:

- * Evaluar la diversidad de insectos asociados al agroecosistema del café en dos unidades de producción agrícola

Objetivos Específicos:

1. Identificar las especies de artrópodos presentes en dos agroecosistemas de cultivo de café (*C. arábica*) ubicadas en las comunas Colonche y Libertador Bolívar
2. Comparar la diversidad y abundancia de la entomofauna entre los dos agroecosistemas, mediante análisis de índices de diversidad y estadística de abundancia.
3. Comparar la riqueza de especies en cada grupo trófico bajo diferentes tipos de manejo, y analizar la composición y estructura de la entomofauna en relación con las variables ambientales de ambos agroecosistemas

Hipótesis

La diversidad de especies de entomofauna asociadas al cultivo de café varía entre las unidades de producción de Colonche y Libertador Bolívar podría estar asociado al manejo y características de los agroecosistemas.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Características generales del cultivo.

1.1.1. Descripción del café

El género *Coffea* tiene aproximadamente 80 especies nativas de África y Asia, pero las más importantes comercialmente son: *coffea arabica L* y *coffea canephora*, que representan el 65% y el 33% del área cultivada global respectivamente (Smith, J., 2019). La superficie cafetalera en nuestro país es de aproximadamente 231.919 hectáreas, de las cuales 151.958 hectáreas (66%) son plantaciones de café Arábica y 79.969 hectáreas son plantaciones de café Robusta (Buitrago et al, 2016).

1.1.2. Descripción taxonómica

El café pertenece al género *coffea* de la familia *Rubiaceae* e incluye principalmente dos variedades cultivadas: (*coffea arabica* y *coffea canephora*). Según Anzueto (2013), la principal diferencia del (*coffea arabica*) que tiene un sabor suave. Y según (Rojo & Pérez, 2014), *coffea canephora* es más resistente y produce granos de café con un sabor más fuerte.

La clasificación taxonómica del café según Anzueto (2013) se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de Café arábico

Taxonomía	
Reino	<i>Vegetal</i>
Subreino	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Nombre científico	<i>Coffea arabica L.</i>
Nombre común	Café arábico

La clasificación taxonómica del café según Rojo & Pérez, (2014) se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de Café robusta

Taxonomía	
Reino	<i>Vegetal</i>
Subreino	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Gentianales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>

Genero	<i>Coffea</i>
Nombre científico	<i>Coffea canephora</i>
Nombre común	Café robusto

1.1.3. Origen

Según Tocancipá (2002), el café tiene sus orígenes en las montañas de Etiopia, el altiplano del Sudan y el norte de Kenia en África. Se desarrolla en el sotobosque, prosperando entre los 1300 y 2000 sobre el nivel del mar. Esta región es reconocida como la cuna del café arábigo, una especie de gran importancia en la industria cafetera mundial, cuya historia y legado cultural han impregnado una huella profunda en la tradición y economía del café global.

1.2. El café: impacto económico y ecológico a nivel Local y global

El café tiene un importante impacto económico y ecológico a nivel local. Aunque genera empleo y desarrollo económico, puede causar dependencia excesiva y fluctuaciones de precios. Su cultivo puede promover prácticas agrícolas sostenibles, pero el uso de agroquímicos puede amenazar la biodiversidad y los recursos naturales, por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio en maximizar beneficios y minimizar impacto (Arreaga *et al.*, 2021).

El mercado del café es fundamental en la economía global, siendo uno de los productos más consumidos a nivel mundial después del agua. El café se encuentra en diversas formas y se integra en numerosas bebidas y alimentos cotidianos. Estudios indican que el 80% de los productos contienen café, destacando su extensión cultivable (Sánchez, Orellana, & Pérez, 2018).

Ecuador reconocido por su producción cafetera, cuenta con provincias en las zonas cinco y siete que ofrecen condiciones ideales para el cultivo, destacando suelo, clima y recursos adecuados. Esto se traduce en una mayor producción y exportación de café (Quezada *et al.*, 2021).

1.3. Impacto económico y social del cultivo de café en la provincia de Santa Elena

Según Reyes & Freire (2018), la provincia de Santa Elena se destaca por su economía diversificada, siendo el turismo, la pesca, la agricultura y la manufactura sus principales pilares. A pesar de que el cultivo de café no es una actividad económica dominante, se ha impulsado su producción como parte de una estrategia de diversificación agrícola y desarrollo local. En años recientes, se han establecido

plantaciones de café en zonas con condiciones climáticas favorables, buscando fortalecer la economía regional y expandir la oferta agrícola.

1.4. Importancia ecológica del café

El cultivo de café desempeña un papel vital en la protección del medio ambiente al proteger el suelo de la erosión y promover la recarga de los acuíferos. Los agroecosistemas de café de sombra ayudan a mitigar la pérdida de servicios ambientales que brindan los bosques nubosos en las montañas del centro de Veracruz, que a su vez brindan hábitat para una variedad de especies y ayudan a conservar la biodiversidad (Aragón, 2006).

Según Cerón (2015), señala que los cultivos de café también ofrecen servicios ambientales esenciales, como la captura de carbono y la conservación de la energía. En conclusión, el cultivo de café no solo tiene una relevancia económica y cultural, sino que también juega un papel fundamental en la conservación del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible.

1.5. Tipos de agroecosistemas de café y sus características

1.5.1. *Café bajo sombra*

El café bajo sombra es un tipo de café que se cultiva bajo una sombra diversificada, lo que proporciona un hábitat rico en biodiversidad y protege a las especies de aves migratorias. Este tipo de café se ha convertido en una oportunidad para desarrollar un mecanismo de pago por servicios ambientales, donde los consumidores pueden pagar un sobrepago por garantizar que el café se produce bajo condiciones que protegen la biodiversidad (Fonseca, 2006).

Características

Reduce la erosión del suelo, preserva la biodiversidad y captura carbono, lo que la convierte en una técnica más amigable con el medio ambiente (Nerger, 2021).

Proporciona cobertura a las plantas de café, salvaguardándolas de la exposición directa al sol, regulando las condiciones de temperatura y humedad, y disminuyendo la demanda de riego (Meléndez, 2021).

Ayuda a preservar los ecosistemas naturales no solo beneficia a las comunidades rurales, sino que también fomenta el desarrollo sostenible de las zonas cafetaleras (Agro Perú, 2023).

1.5.2. Café agroforestal

Según Mejía, (2014) el café agroforestal es una práctica que integra el cultivo de café con otros árboles y plantas en un sistema agroforestal. Esto crea un ambiente favorable para el café, protegiendo el suelo, la flora, aportando materia orgánica y nutrientes al suelo.

Características

Fomenta la diversidad biológica y la durabilidad del medio ambiente al combinar varias plantas que se relacionan entre ellas (Villavicencio, 2013).

Según Calderón et al., (2018), Para lograr una mayor resiliencia del ecosistema y conservar la biodiversidad, es necesario diversificar los ingresos y tener un mayor conocimiento en el manejo agroforestal y la planificación a largo plazo.

1.5.3. Café convencional

Según (Rojas, 2020) se cultiva utilizando métodos agrícolas convencionales que pueden involucrar el uso intensivo de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos sintéticos.

Características

Se utiliza herramientas tales como el riego por goteo, la fertilización precisa, el control de plagas y enfermedades mediante métodos biológicos o de bajo impacto ambiental, y sistemas eficientes de cosecha y procesamiento (Alvarado et al., 2020).

Se busca incrementar el rendimiento por unidad de superficie y mejorar la calidad del café, disminuyendo los gastos de producción y reduciendo el impacto ambiental (Lucas Villiger, 2024).

1.6. Diferencias en la estructura del dosel, la vegetación circundante

Según Saldaña & Lusk, (2003) señala que sistemas de cultivo de café de sombra presentan una estructura del dosel más compleja y una mayor diversidad de vegetación circundante en comparación con los sistemas convencionales, lo que resulta en beneficios ecológicos significativos.

1.6.1. Estructura del dosel

Bosques tropicales: Los bosques tropicales, como el Amazonas, presentan un dosel muy denso y estratificado, con múltiples capas que incluyen el dosel emergente, el dosel superior, el sotobosque y el suelo forestal. Este dosel complejo proporciona hábitats diversos y una alta biodiversidad (Whitmore, 1998).

Bosques templados: los bosques templados generalmente tienen menos capas de dosel estratificado en comparación con los bosques tropicales. La mayoría de los árboles alcanzan alturas uniformes, y el sotobosque puede ser más abierto, permitiendo el crecimiento de una mayor variedad de plantas herbáceas y arbustos (Fusco et al., 2024).

1.6.2. Vegetación Circundante

Bosques tropicales: La vegetación circundante en los bosques tropicales es extremadamente densa y diversa, con una gran cantidad de especies de árboles, lianas, epífitas y plantas herbáceas. La competencia por la luz es intensa, lo que lleva a adaptaciones como la formación de hojas grandes y la presencia de numerosas plantas trepadoras (Ávalos, 2002).

Bosques templados: En los bosques templados, la vegetación circundante incluye una mezcla de árboles de hoja caduca y coníferas, así como un sotobosque compuesto por arbustos, helechos y hierbas. Las especies vegetales suelen estar adaptadas a las estaciones marcadas, con muchas plantas herbáceas floreciendo en primavera antes de que los árboles desarrollen completamente sus hojas.

1.6.3. Prácticas agrícolas entre ambos agroecosistemas

Según Stupino & Iermanó, (2017), los sistemas agroecológicos buscan mantener la variedad y complejidad de los ecosistemas agrícolas, esto se logra mediante prácticas sostenibles que fomentan la biodiversidad y reducen el impacto ambiental. Algunas de estas prácticas incluyen la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos y el estímulo de la vegetación circundante proporciona hábitats a organismos beneficiosos.

Según Rodale (2018), la agricultura tradicional y la agricultura convencional presentan diferentes ventajas y desventajas. La selección del enfoque más apropiado depende de diversos factores, como las condiciones agroecológicas, los objetivos de producción, las necesidades de los agricultores y las preferencias de los consumidores. Por lo tanto, se considera que la agricultura tradicional es más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, mientras que la agricultura convencional puede ser más productiva y eficiente a corto.

1.7. El papel vital de los artrópodos en los agroecosistemas: implicaciones para la sostenibilidad y la biodiversidad

1.7.1. Importancia de la biodiversidad de los artrópodos en los ecosistemas

Los artrópodos son el grupo de animales más diversos del mundo, desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio y la funcionalidad de los ecosistemas. Su presencia abarca una amplia gama de hábitats, tanto terrestres como acuáticos, y su diversidad de formas y funciones ecológicas los posiciona como componentes esenciales para la salud y la sostenibilidad de la vida en la tierra (Ibáñez, 2012).

1.7.2. Principales grupos tróficos de artrópodos presentes en los cultivos de café

Polinización: Según (Ibáñez, 2012), expresa los insectos como abejas, mariposas, escarabajos y moscas son polinizadores clave. En su búsqueda de néctar y polen, transfieren el polen entre flores, permitiendo la fertilización y la formación de semillas y frutos, asegurando la reproducción de las plantas.

Plagas: Según (Suárez, 2018), indica que numerosas especies de insectos se alimentan de los brotes, hojas, flores y frutos del café, lo que causa daños significativos en los cultivos. Entre las plagas más comunes se encuentran el gorgojo del café, la broca del café, ácaros, pulgones y escarabajos.

Descomponedores: Los insectos, como escarabajos y larvas de moscas, son cruciales para la descomposición de materia orgánica. Al alimentarse de ella, aceleran su descomposición y liberan nutrientes esenciales para las plantas, facilitando su absorción y favoreciendo su crecimiento (Bradford, 2016).

Control biológico: Los insectos depredadores y actúan como controladores biológicos de plagas en la agricultura. Su acción depredadora ayuda a regular las poblaciones de insectos plaga, manteniendo el equilibrio y reduciendo su impacto negativo en los cultivos (Rosselli, 2017).

1.7.3. El rol fundamental de los artrópodos en los ecosistemas

Control de poblaciones: De acuerdo con (Santos et al., 2018), los artrópodos depredadores, como arañas, libélulas, mantis religiosas y varios escarabajos, tienen un papel crucial en el control de poblaciones de otros insectos, pequeños animales y algunos vertebrados. Actúan como reguladores poblacionales, previniendo la proliferación de plagas que podrían dañar cultivos, bosques y otros ecosistemas. Interacción plantas microorganismo.

Ciclado de nutrientes: Según Coleman (2004), los artrópodos descomponedores, como lombrices de tierra, milpiés y cochinillas son esenciales para el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas. Descomponen la materia orgánica muerta liberando nutrientes al suelo, lo que facilita el crecimiento de las plantas.

Indicadores ambientales: De acuerdo (Rosenberg, & Lehmkuhl, 1986) los artrópodos son indicadores clave de la salud ambiental debido a su sensibilidad a los cambios en el medio ambiente. Su presencia, abundancia y diversidad son útiles para evaluar la calidad del aire, el agua y el suelo, y para detectar contaminación y otros impactos ambientales.

Fuente de alimento: Los son una fuente vital de alimento para diversas especies, incluyendo peces, aves, reptiles, mamíferos y otros artrópodos, siendo esenciales en las cadenas alimenticias para el flujo de energía y la estructura trófica de los ecosistemas (Basset et al., 2004).

1.8. Análisis de los factores determinantes de la entomofauna en agroecosistemas cafetaleros

1.8.1. Factores que influyen en la entomofauna en agroecosistemas agroforestales

Diversidad de vegetación: Según (Villada et al., 2017), la presencia de una variedad de especies vegetales como árboles, arbustos, hierbas, flores y otras plantas brinda diversos hábitats y recursos alimentarios para los insectos, lo cual puede incrementar la diversidad y cantidad de la entomofauna.

Estructura del dosel: De acuerdo (Medianero & Barrios, 2003) la estructura del dosel arbóreo tiene un impacto crucial en la regulación de la cantidad de luz, humedad y temperatura en el agroecosistema, lo cual afecta la disponibilidad de recursos para los insectos.

Manejo agrícola: Según (FAO, 2022) Las practicas agroecológicas benefician no solo a la biodiversidad de insectos, también mejoran la residencia en los sistemas agrícolas para contrarrestar a plagas y enfermedades, disminuyendo el uso de pesticidas por lo tanto se promueve una agricultura más sostenible.

Presencia de refugios y nichos: La disponibilidad de hábitats naturales como la hojarasca, los troncos caídos y la vegetación densa es de vital importancia lugares para la reproducción, refugio y alimentación de la fauna de para la supervivencia y prosperidad de la fauna de insectos. Además estos elementos no solo proporciona

refugio y oportunidades de reproducción, sino que también crea un ambiente rico en recursos alimenticias y equilibrio en la biodiversidad (Otavo et al., 2017).

Interacciones planta-insecto: Según Potts, (2018) las interacciones entre planta insecto son esenciales para mantener la biodiversidad y la salud de los agroecosistemas, mediante la polinización y la herbívora, influyen en la diversidad de insectos. Estas relaciones dinámicas afectan a las especies individuales, también la estructura y funcionalidades de las comunidades ecológicas.

1.8.2. Factores que influyen en la entomofauna en agroecosistemas convencionales

Uso de pesticidas: El uso intensivo de pesticidas en los agroecosistemas convencionales afectan la diversidad de insectos como su abundancia esto implica repercusiones en la salud del agroecosistemas y las sostenibilidad (Devine et al., 2008).

Monocultivos: La presencia de monocultivos en los agroecosistemas convencionales puede reducir la diversidad de plantas hospederas y, por lo tanto, afectar la diversidad de insectos asociados a ellas (Tschardt et al., 2012).

Fragmentación de hábitat: De acuerdo Bianchi et al. (2006), debido a la intensificación agrícola puede reducir la conectividad entre áreas naturales, lo que afecta la capacidad de dispersión y supervivencia de la entomofauna.

Prácticas agrícolas: Según Kremen et al. (2002), las prácticas agrícolas como el laboreo excesivo del suelo o la eliminación de setos y bordes de campos pueden eliminar hábitats y recursos importantes para la entomofauna.

Clima: El cambio climático puede afectar la distribución y abundancia de la entomofauna en los agroecosistemas convencionales al cambiar las condiciones ambientales (Zhang et al., 2015).

1.9. Análisis de la Diversidad de Artrópodos en el Cultivo de Café

1.9.1. Análisis faunístico

Según Magurran (2004), los análisis faunísticos de artrópodos investigan la diversidad, abundancia y distribución de especies en áreas específicas, clave para entender su ecología. Estos estudios permiten evaluar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente, siendo fundamentales para la conservación. Una vez recolectados los datos faunísticos, estos deber analizados para obtener información sobre la diversidad, distribución y abundancia de artrópodos.

1.9.2. Aplicaciones de análisis faunístico de artrópodos

Monitoreo al medio ambiente: Según Kannan (2024), estudios de fauna de artrópodos pueden ser empleados para la vigilancia del entorno. Por ejemplo, se pueden utilizar para evaluar el efecto de la polución o del cambio climático en los ecosistemas.

Manejo de plagas: Los análisis faunísticos de artrópodos son cruciales para identificar y gestionar plagas, permitiendo estrategias eficaces de control en agricultura y otros sectores (Jaureguiberr, 2022).

Conservación: Los análisis faunísticos de artrópodos son esenciales para la identificación y preservación de hábitats críticos, permitiendo la conservación efectiva de especies en peligro al identificar áreas prioritarias para su protección (Engel, 2005).

1.10. Uso de trampas, Pitfall, redes entomológicas y recolección directa

Pitfall: Según Vandermeer (2002), indica son una herramienta versátil para el estudio de la entomología del café, pero su aplicación efectiva depende de factores específicos del cultivo. Las trampas pitfall son útiles en agricultura, incluyendo el café, para monitorear plagas y depredadores, facilitando decisiones de manejo de plagas.

Red entomofauna: Según Ramírez Freire et al. (2014), la red entomológica se emplea como un complemento a los inventarios biológicos para capturar especies menos frecuentes. En definitiva, constituye una herramienta crucial en diversas áreas para la recolección y estudio de insectos.

Recolección directa: Según Davidson & Moeed (2007), la recolección directa de insectos es una técnica comúnmente utilizada en entomología para capturar especímenes vivos con el propósito de estudio o investigación.

1.11. Resultados y conclusiones de estudios anteriores

Según Berensztein (2018), indican estudios previos sobre la entomofauna en sistemas de café agroecológicos analizan la variedad y disposición de artrópodos en diferentes métodos de cultivo. Se observó un incremento de los enemigos naturales al reducir la aplicación de agroquímicos, al comparar con ambientes seminaturales y prácticas agrícolas.

Un segundo estudio investigó la biodiversidad vegetal funcional en el cultivo de café bajo sistemas de conversión convencionales y agroecológicos (Bedoya, 2020).

De acuerdo Ferrari Legorreta, (2013) se identificaron 15 especies de visitantes florales, agrupadas en abejas melíferas, abejas nativas y otros polinizadores. La especie más común fue (*Apis mellifera*), que representó el 84% de las visitas registradas, seguida (*Scaptotrigona mexicana*) Guérin con un 7%. Las demás especies tuvieron una distribución menor al 1%.

1.12. Importancia de la evaluación de la entomofauna en los agroecosistemas de café

Según Liburd, (2018) la evaluación permite identificar las plagas que afectan, así como sus enemigos naturales, como depredadores, parasitoides y patógenos, por lo tanto, se debe implementar estrategias de control más efectivas y ecológicas para minimizar el uso intensivo de pesticidas químicos y sus impactos negativos hacia los agroecosistemas. Es crucial para la producción y el equilibrio ecológico, ya que los insectos y artrópodos son clave en polinización, control de plagas y descomposición orgánica.

Según Calderón (2020), Un cafetal con una entomofauna diversa y equilibrada es un ecosistema más saludable y resiliente. Los insectos como las abejas son fundamentales para la producción de café. Mientras que otros insectos ayudan a controlar plagas y enfermedades de los cafetales, la evaluación de la entomofauna en los agroecosistemas de café es fundamental para el manejo sostenible de estos sistemas, ya que permite el uso de estrategias de control biológico y el diseño de prácticas agrícolas que conservan la biodiversidad y promueven la resiliencia del cultivo frente a plagas y enfermedades.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del área

El presente estudio se realizó en dos fincas dedicadas al cultivo de café, ubicadas en la comuna Libertador Bolívar con coordenadas UTM zona 17S: 9889452.894308068 N y 611263.8122788549 E, y en la parroquia Colonche con coordenadas UTM zona 17S: 9778905.133178527 N y 611213.3012712385 E. Ambas zonas tienen un clima tropical. Libertador Bolívar recibe una precipitación anual promedio de 1.500 mm y Colonche 2.000 mm, concentradas en la estación húmeda (diciembre a mayo). La temperatura promedio anual es de 24°C en Libertador Bolívar y 25°C en Colonche, con rangos de 18°C a 30°C (INAMHI, 2023).

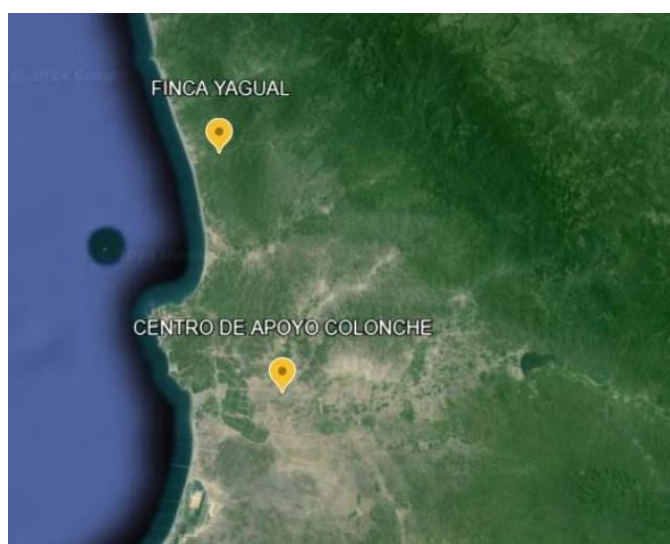


Figura 1. Lugares donde se realizaron los monitoreos en los agroecosistemas de café bajo sombra y sin sombra (Google Earth, 2024)

Los suelos de Colonche, son mayormente Entisoles Arents con texturas franco-arcillosas y fertilidad variable. Aunque aptos para cultivos semipermanentes, enfrentan riesgo de sequía debido a condiciones agroclimáticas adversas. Por otro lado, en Libertador Bolívar predominan inceptisoles y vertisoles, con alta fertilidad química y adecuados para pastizales, cultivos permanentes y conservación forestal, con bajo riesgo de sequía (MAG, 2019).

2.2. Materiales, equipos y reactivos

2.2.1. *Material de campo para colecta de muestras*

- * Trampas de Pitfall
- * Botellas plásticas

- * Detergente
- * Agua
- * Sal
- * Pinzas
- * Frascos de vidrio
- * Alcohol al 70%
- * Libreta
- * pala

2.2.2. *Material de laboratorio*

- * Alcohol
- * Pinzas
- * Guantes
- * Libreta y esferos

2.2.3. *Equipos de laboratorio*

- * Microscopio
- * Computadora
- * Calculadora
- * Guías taxonómicas

2.2.4. *Material biológico*

En un área de 500 m², se definió un estudio en un sistema agroecológico de café con sombra. Este cultivo se estableció a mediados del 2022 en la parroquia de Manglaralto, dentro de la finca de la comuna Libertador Bolívar. La distribución de las plantas es de 2 metros entre hileras y 1 metro entre plantas, lo que resulta en una densidad de 5000 plantas/ha.

El sistema agroforestal empleado en el cultivo incluye diversas especies de árboles que brindan múltiples beneficios. Por ejemplo, la especie mata ratón (*Gliricidia sepium*), un árbol leguminoso de 3 a 5 años se encuentra en su etapa productiva. La moringa (*Moringa oleífera*), por su parte, comienza a florecer y dar frutos a los 6 meses o 1 año. Mientras tanto, el samán (*Albizia saman*) continúa su rápido crecimiento, pudiendo alcanzar entre 10 y 20 metros de altura en aproximadamente 10 años, dependiendo de las condiciones del suelo y el clima. El café, uno de los cultivos más

comunes en estos sistemas, se beneficia de la sombra parcial, lo que mejora la calidad del grano y la sostenibilidad del cultivo. La implementación del manejo de cultivos bajo sombra implica el uso de árboles y plantas que aportan materia orgánica al suelo a través de la caída de hojas y otros residuos. Además, se emplean cultivos de cobertura que proporcionan sombra temporal a otros cultivos durante las fases críticas de crecimiento.

Las plagas reportadas en el cafetal son el minador de la hoja del café (*Leucoptera coffeella*), el gorgojo del café (*Araecerus fasciculatus*) y la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

El segundo agroecosistema de café sin sombra, se definió un área de estudio de 500 m² establecido a principios del 2023 se encuentra en la parroquia Colonche, en el Centro de Apoyo UPSE. La distancia de plantación también es 2 x1 metros con una densidad de 500 plantas/ha. En cuanto al manejo de los cultivos se determinó mediante conservación directa Se recomienda seleccionar cultivos adecuados: Optar por variedades de plantas que sean resistentes a la luz solar intensa y al calor, también el uso de un riego Eficiente a fin de Implementar sistemas de riego eficientes como el riego por goteo para asegurar que las plantas reciban suficiente agua sin desperdiciar recursos. monitoreo y control de plagas: Realizar inspecciones regulares para detectar y controlar plagas y enfermedades que puedan proliferar bajo condiciones de cultivo a pleno sol. Las principales plagas reportadas en este agroecosistema son la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el ácaro (*Oligonychus coffeae*) y la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

Tabla 3. Características de los agroecosistemas en estudio

Agroecosistema	Fecha establecimiento	Marco plantación (m)	Altura (msnm)	Coordenadas UTM	Comuna	Parroquia
Café con sombra	17/5/2022	2 x 1	2	9889452.894308068	Libertador bolívar	Manglar alto
Café sin sombra	01/02/2023	2 x 1	5	9778905.133178527	Colonche	Colonche

2.3. Tipo de investigación

Según este estudio se categoriza como descriptivo en relación con sus objetivos, además de ser tanto cualitativo como cuantitativo en su enfoque para abordar el problema (Marconi & Lakatos (2017).

2.4. Diseño experimental

La investigación es de carácter no experimental, según Silva & Menezes (2000), la investigación cualitativa reconoce una relación dinámica entre el mundo real y el

sujeto, que no puede ser expresada en términos numéricos y se basa en la recolección de datos directamente del ambiente natural, sin necesidad de utilizar métodos estadísticos.

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Muestreo y análisis de fauna de artrópodos

Los muestreos se realizaron durante los meses de octubre de 2023 a febrero de 2024 con una regularidad quincenal, se establecieron tres métodos de muestreo ubicados en transectos con una distancia entre trampas de 10 metros. Se establecieron métodos de colecta de artrópodos, en tres trampeos transversales uno en cada extremo y uno en el medio de cada finca, dando un total de tres muestras por agroecosistemas.

En el siguiente apartado se detallan las características de los tres trampeos comúnmente empleadas en el muestreo de insectos: trampas pitfall, recolección directa y red entomofauna. Cada una de estas técnicas presenta ventajas y desventajas, lo que permite su adaptación a diferentes situaciones y tipos de suelos.

Trampas de caída tipo pitfall: se establecieron ocho trampas tipo pit-fall en cada agroecosistema distribuidas en tres grillas de cuadrantes opuestos con una distancia de 10 metros entre si (Figura 2), las trampas serán revisadas quincenalmente y permanecerán activas durante 2 meses.

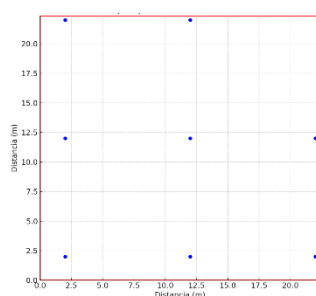


Figura 2. Disposición de trampas en cada agroecosistema

Recolección Directa: En cada agroecosistema de café, se seleccionará al azar diez plantas en un área de 500 m². Cada planta seleccionada se dividirá en tres estratos: el estrato bajo (EB) que representa el suelo, el estrato medio (EM) que abarca desde el suelo hasta 0,40 metros de altura correspondiente al tallo, y el estrato alto (EA) que va desde 0,40 hasta 1,50 metros de altura correspondiente a la copa de la planta (figura 3).



Figura 3. Esquema de recolección directa, para insecto artrópodos (Luna, 2005).

Red entomológica: Según Hernández et al (2003), En cada agroecosistema se establecieron tres transectos perpendiculares de 100 metros cada uno a una distancia de 25 metros entre ellos dentro de la parcela de una 500 m². Cada transecto será recorrido por la mañana durante 30 minutos por dos días de muestreo en cada temporada, los insectos serán colectados con la ayuda de una red entomológica en un ancho máximo de 2 metros de cada transecto (figura 4).

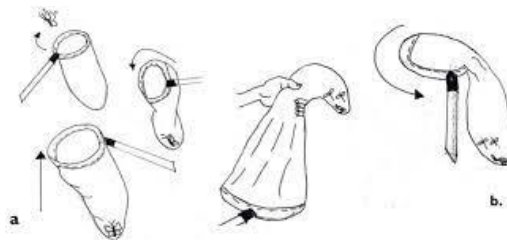


Figura 4. Esquema de cómo realizar una red entomológica, para insecto artrópodos (Márquez, 2005).

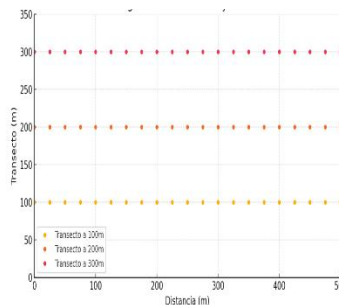


Figura 5 Esquema de establecimiento de líneas perpendiculares en parcelas, estudio de artrópodos (Krebs, 1999)

Según Márquez & Sánchez (2005), Los insectos recolectados se colocan en una cámara letal y luego se llenan de frascos de plástico con alcohol etílico al 70% para conservarlos. Luego se registra la fecha, la ubicación y el nombre del recolector en un

diario, la recolección de insectos se llevará a cabo cada 15 días en cada periodo en cada agroecosistema.

Los insectos colectados fueron clasificados en base a sus características taxonómicas hasta el máximo nivel posibles. Para lograr una identificación precisa, se procedió a consultar claves taxonómicas especializadas y actualizadas (Triplehorn & Johnson, 2005). Estas claves taxonómicas son herramientas esenciales en entomología, ya que proporcionan descripciones detalladas y comparativas de las especies con precisión.

2.6. Parámetros evaluados

2.9.1. Análisis de fauna

En base a la metodología propuesta por Silveira Neto et al. (1976) se determinó:

a) La frecuencia (F): se calculada a partir de las familias de acuerdo con la formula.

$$F = (ni/N) \times 100,$$

donde F=frecuencia, ni=número total de individuos de la especie y N número total de individuos de la muestra. Las clases de frecuencia se clasificaron en poco frecuentes (PF) cuando la frecuencia es menor que el límite inferior del IC de la media; frecuente (F) cuando la frecuencia entre los límites inferior y superior del IC de la media y superfrecuentes (SF) y muy frecuentes cuando la frecuencia es mayor que el límite superior del IC de la media;

b) La constancia: se define a través del porcentaje de ocurrencia de las familias en el levantamiento utilizando la formula:

$$C = p \times 100/N$$

donde C=porcentaje de constancia, p=número de colectas conteniendo la familia y N=total de colectas efectuadas. Las familias se consideran constantes (W) cuando están presentes en más del 50% de las muestras, accesorias (Y) cuando presentes en el 25-50% de las muestras y accidentales (Z) cuando están presentes en menos del 25% de las colectas.

c) La dominancia: se calcula a partir de la abundancia relativa de cada familia según la formula:

$$LD = (1/S) \times 100$$

En que LD= porcentaje de dominancia, S=número total de familias, las familias se consideran dominantes cuando los valores de frecuencia son superiores al límite de dominancia y no dominantes cuando los valores fueron inferiores (Sakagami & Laroca, 1971). Una especie dominante es aquella que tiene la capacidad de influir en su entorno para su propio beneficio. Esto puede conducir al surgimiento o extinción de otras especies (Silveira Neto et al.1976);

d) **la abundancia:** fue calculada empleando una medida de dispersión, a través del cálculo del intervalo de confianza (IC) de las medias de las familias al 5% de probabilidad. Las familias fueron clasificadas en raras (r) cuando el número de individuos es menor que el límite inferior del IC; dispersas (d) cuando el numero queda entre los limites inferiores del IC; comunes (c) cuando el número de individuos este situado dentro del IC; abundantes (a) cuando están entre los limites superiores y muy abundantes (ma) cuando el número es mayor que el límite superior del IC (Silveira Neto et al., 1995).

2.9.2. Índices de biodiversidad

A partir del número de individuos colectados en cada uso del suelo serán calculados los índices de biodiversidad Shannon Wiener (H') y de Equidad de Pielou (J'). El índice Shannon evalúa la diversidad taxonómica, la similitud biológica y la diversidad de la macrofauna, la muestra que mayor valor del índice presente mayor será la diversidad de organismos (Magurran, 2004).

2.7. Redes tróficas

Según Torres, J. (2020), se establecieron redes tróficas entre los artrópodos identificados a través de la consulta de material bibliográfico especializado basados en información taxonómica en donde se analizó los hábitos alimenticios de los artrópodos clasificados en varias categorías funcionales: como predadores, parasitoides, fitófagos, detritívoros o indiferentes.

Durante su clasificación se consideraron diversos factores ecológicos y biológicos entre ellas las interacciones alimenticias entre especies, y la disponibilidad de recursos con relación de dependencia energética. Este enfoque proporcionara una mejor comprensión en las dinámicas ecológicas y la estructura en comunidades de artrópodos, destacando la importancia de cada grupo en el equilibrio del ecosistema (Begon, Townsend, & Harper, 2006).

2.8. Análisis estadístico de los resultados

Los índices de biodiversidad fueron determinados con el software PAST versión 4.13 (2001) y la composición de la entomofauna determinada con las fórmulas antes detalladas en el software Excel versión (2024)

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Niveles de Abundancia del café bajo sombra y sin sombra

A continuación, se presentaron los resultados de la abundancia de macrofauna edáfica encontrada en agroecosistemas de café bajo sombra y sin sombra, ubicados en Libertador Bolívar y Colonche, durante los meses de octubre de 2023 y febrero de 2024. Se registró un total de 2,910 especímenes de artrópodos, de los cuales 1,768 (63%) fueron colectados en los cultivos de café bajo sombra y 1,142 (40%) en los cultivos sin sombra.

Se registraron tres clases de especies de insectos: Insecta, que representaron el (87%), Arachnida (8%) y Malacostraca, con el (5%). En cuanto al tipo de muestreo, se observó que la colecta con trampas tipo pitfall capturó el mayor número de individuos, con 1262 (72%) en el agroecosistema bajo sombra y 745 (65%) en el agroecosistema sin sombra, mientras la recolección directa con 395 (22%) y 267 (23%) individuos. Por otro lado, la red entomofauna obtuvo 111 (6%) y 130 (11%) individuos en ambos agroecosistemas.

En el clase insecta, se identificaron siete ordenes de los cuales seis estuvieron presentes en los tres muestreos realizados en el cultivo de café bajo sombra. Estos seis ordenes, ordenados de mayor a menor abundancia, fueron: Himenóptera con (17%), Lepidóptera (11%), Hemíptera (8%), Díptera (5%), Thysanoptera (5%) y Coleóptera (3%). Mientras que, en los cultivos de café sin sombra, estuvieron presentes cinco de los siete ordenes mencionados anteriormente con las siguientes abundancias Himenóptera con (7%), Coleóptera (6%), Díptera (6%), Hemíptera (6%) y Blattodea (2%).

En la clase Arachnida se identificó únicamente el orden Araneae (5%), precisamente en los cultivos de café sin sombra. En la clase Malacostraca se identificó solo orden Isópoda durante el muestreo de la trampa pitfall, representando un (5%) y (7%) de presencia en ambos agroecosistemas.

En la proporción de los órdenes, se observó que, en el cultivo de café bajo sombra, los órdenes más abundantes fueron Himenóptera y Lepidóptera con un (17%) y (11%) A diferencia, del cultivo de café sin sombra, los órdenes predominantes fueron Himenóptera y Coleóptera con (7 %) y (6%).

De acuerdo con Rojas (2009) este método de muestreo ha sido ampliamente utilizado debido a eficacia para la captura de diferentes especies de insectos y otros artrópodos en diversos agroecosistemas, durante estudios comparativos, se ha demostrado que este tipo de trampas puede proporcionar una visión más completa de la comunidad de artrópodos en área específica.

Según (Kannan, 2024) estudios han resaltado la importancia de los cultivos agroforestales y de café bajo sombra no solo por la conservación de la biodiversidad, sino también para el control biológico de plagas del cultivo café. Integrar árboles de sombra en los cafetales ofrece beneficios ecológicos al mantener una mayor diversidad de especies y un equilibrio del ecosistema como el control natural de plagas. A diferencia, de los cultivos de café que particularmente son desarrollados en sistemas convencionales en este tipo de cultivos suelen ser más homogéneos y menos diversos ecológicamente, por ende, menos presencias de individuos.

Tabla 4. Niveles de Abundancia de artrópodos en agroecosistemas de café bajo sombra y sin sombra en la comuna Libertador Bolívar y la Parroquia Colonche durante los meses de octubre 2023 y febrero del 2024

CLASE	Orden	Genero	Especies	café bajo sombra			café sin sombra		
				pitfall	red entomofauna	recolección directa	pitfall	red entomofauna	recolección directa
ARACHNIDA	Aranae	Steatoda	<i>Steatoda triangulosa</i>	0	0	0	0	29	0
ARACHNIDA	Aranae	Peucetia	<i>Peucetia longipalpis</i>	0	0	0	0	14	0
ARACHNIDA	Aranae	Leucauge	<i>Leucauge festiva</i>	0	0	0	0	21	0
ARACHNIDA	Aranae	Philodromus	<i>Philodromus dispar</i>	0	0	0	0	3	0
INSECTA	Blattodea	Incisitermes	<i>Incisitermes minor</i>	0	0	0	29	0	0
INSECTA	Coleóptera	Orthosoma	<i>Orthosoma brunneum</i>	0	0	0	128	0	0
INSECTA	Coleóptera	Harmonia	<i>Harmonia axyridis</i>	0	0	0	0	35	0
INSECTA	Coleóptera	Batocera	<i>Batocera rufomaculata</i>	0	0	0	0	1	0
INSECTA	Coleóptera	Deloyala	<i>Deloyala guttata</i>	0	0	14	0	0	0
INSECTA	Coleóptera	hippodamia	<i>hippodamia convergens</i>	19	0	0	7	0	0
INSECTA	Coleóptera	Hypothenemus	<i>Hypothenemus obscurus</i>	19	0	0	3	0	0
INSECTA	Coleóptera	Hylastes	<i>hylastes ater</i>	0	14	0	0	0	0
INSECTA	Coleóptera	Pachnaeus	<i>Pachnaeus litus</i>	0	0	0	16	5	0

INSECTA	Coleóptera	Eupholus	<i>Eupholus schoenherri</i>	0	0	0	0	0	29
INSECTA	Coleóptera	Diaprepes	<i>Diaprepes abbreviatus</i>	0	0	0	0	0	5
INSECTA	Coleóptera	Rhynchophorus	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	0	0	7	0	0	0
INSECTA	Coleóptera	Strategus	<i>Strategus aloeus</i>	0	0	0	0	1	0
INSECTA	Coleóptera	Paederus	<i>Paederus littoralis</i>	0	0	0	1	0	0
INSECTA	Díptera	Trialeurodes	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	0	22	0	0	0	0
INSECTA	Díptera	Bemisia	<i>Bemisia tabaci</i>	4	0	0	0	3	0
INSECTA	Díptera	Cochliomyia	<i>Cochliomyia macellaria</i>	0	0	0	0	10	0
INSECTA	Díptera	Lucilia	<i>Lucilia sericata</i>	0	0	91	0	0	0
INSECTA	Díptera	Drosophila	<i>Drosophila melanogaster</i>	0	0	13	12	0	0
INSECTA	Díptera	Hermetia	<i>Hermetia illucens</i>	3	0	45	108	0	0
INSECTA	Hemíptera	Membracidae	<i>Campylenchia latipes</i>	0	0	12	0	0	0
INSECTA	Hemíptera	Issus	<i>Issus coleoptratus</i>	5	18	0	0	0	0
INSECTA	Hemíptera	Zelus	<i>Loxocelus reclusa</i>	0	1	142	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Frieseomelitta	<i>Frieseomelitta nigra</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Bombus	<i>Bombus lucorum</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Apis	<i>Apis cerana</i>	5	6	20	11	0	0

INSECTA	Hymenóptera	Xylocopa	<i>Xylocopa virginica</i>	5	0	9	0	6	0
INSECTA	Hymenóptera	Polistes	<i>Polistes metricus</i>	9	11	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Polistes	<i>Polistes humilis</i>	1	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Polybia	<i>Polybia occidentalis</i>	23	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Brachymimymex	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	149	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Camponotus	<i>Camponotus americanus</i>	161	0	0	0	0	91
INSECTA	Hymenóptera	Camponotus	<i>Camponotus castaneus</i>	56	0	10	113	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Canponotus	<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	68	0	0	0	0	44
INSECTA	Hymenóptera	Linepithema	<i>Linepithema</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Myrmica	<i>Myrmica rubra</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Odontomachus	<i>Odontomachus monticola</i>	182	0	0	147	0	0
INSECTA	Hymenóptera	<i>Paratrechina</i>	<i>Paratrechina longicornis</i>	83	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Prenolepis	<i>Prenolepis imparis</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Solenopsis	<i>Solenopsis invicta</i>	16	0	0	0	2	0
INSECTA	Hymenóptera	Tapinoma	<i>Tapinoma sessile</i>	0	0	13	13	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Diplazon	<i>Diplazon laetatorius</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Timulla	<i>Timulla vagans</i>	0	0	0	0	0	32

INSECTA	Hymenóptera	Hermetia	<i>Monobia quadridens</i>	0	0	14	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Vespa	<i>Vespa velutina</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Hymenóptera	Vespidae	<i>Zelus luridus</i>	0	0	5	50	0	0
MALACOSTRACA	Isopoda	Philoscia	<i>Philoscia muscorum</i>	182	0	0	107	0	0
MALACOSTRACA	Isopoda	Porcellio	<i>Porcellio scaber</i>	2	0	0	0	0	66
MALACOSTRACA	Isopoda	Porcellio	<i>Porcellio laevis</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Coleophora	<i>Coleophora striatipennella</i>	0	15	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Rupela	<i>Rupela albinella</i>	126	16	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Nymphalis	<i>Nymphalis Vaualbum</i>	0	3	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Pieris	<i>Pieris rapae</i>	0	5	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Pieris	<i>Pieris virginiensis</i>	0	0	0	0	0	0
INSECTA	Lepidóptera	Plodia	<i>Plodia interpunctella</i>	8	0	0	0	0	0
INSECTA	Thysanoptera	Thrips	<i>Thrips palmi</i>	136	0	0	0	0	0
Total por trampas				1262	111	395	745	130	267
Total por agroecosistemas					1768			1142	
Total de individuos						2910			

3.2. Análisis faunístico

3.2.1. Dominancia de ordenes en especies de artrópodos

En los cultivos de café bajo sombra se identificaron 3 órdenes dominantes con una mayor presencia de diversas especies de artrópodos: Lepidóptera, Coleóptera Himenóptera. El orden lepidóptera, la especie dominante es *Rupela albinella* con (142) individuos, pertenece a la familia Pyralidae. El orden Coleóptera la especie predominante son *Harmonía axyridis*, con (35) individuos pertenece a la familia Chrysomelidae El orden Himenóptera pertenece la especie *Camponotus castaneus* pertenece a la familia Formicidae con (66) individuos. Estos ordenes fueron clasificados como muy frecuentes y abundantes.

Además, se identificaron 4 órdenes no dominantes en café bajo sombra: Aranae, Blattodea, Thysanoptera e Isópoda. No se observaron especies de artrópodos.

En los cultivos de café sin sombra se identificaron 4 órdenes dominantes con una mayor presencia de diversas especies de artrópodos: Coleóptera, Himenóptera, Aranae e Isópoda. El orden Coleóptera la especie predominante *Orthosoma brunneum*, con (128) individuos, perteneciendo a la familia de los Coccinellidae. En el orden Himenóptera la especie *Timulla vagans* pertenece a la con (32) individuos. En el orden Aranae la especie dominante es *Steatoda triangulosa* pertenece a la familia Theridiida. El orden Isópoda la especie predominante es *Philoscia muscorum* (107) individuos, pertenece a la familia Philosciidae. Los órdenes fueron clasificados como frecuentes y poco abundantes según su manejo del sistema convencional. Mientras que, en los cultivos de café sin sombra, la orden lepidóptera no se observó.

Durante el estudio de muestreo la orden Himenóptera fue el más predominante en ambos los agroecosistemas de café.

De acuerdo con lo estudios presentados por Velasco, (2010) estudios la predominancia de himenópteros en ambos agroecosistemas de café nos indica que estas se adaptan a una variedad de condiciones ambientales. Sin embargo, las características de los ecosistemas pueden afectar la diversidad y el comportamiento de las especies que los habitan. Lo cual podría influir en las prácticas de manejo agrícola y la conservación de la biodiversidad.

Tabla 5. Análisis Faunístico en Plantaciones de Café bajo sombra y sin sombra

Orden	Especies	n apariciones	Café bajo sombra							Café sin sombra				
			n	F	5%	C	A	n apar	N	F	5%	C	A	
Lepidóptera	<i>Coleophora striatipennella</i>	5	15	0.85	D	83%	Z r	0	0	0.00	ND	0%	Z a	
	<i>Rupela albinella</i>	6	142	8.03	D	100%	W ma	0	0	0.00	ND	0%	Z r	
	<i>Nymphalis Vaualbum</i>	5	3	0.17	D	83%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z -	
	<i>Pieris rapae</i>	5	5	0.28	D	83%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z -	
	<i>Pieris virginiensis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z r	0	0	0.00	ND	0%	Z -	
	<i>Plodia interpunctella</i>	6	8	0.45	D	100%	w r	0	0	0.00	ND	0%	Z -	
Coleóptera	<i>Orthosoma brunneum</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z -	6	128	11.21	D	100%	W R	
	<i>Harmonia axyridis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z -	6	35	3.06	D	100%	Y R	
	<i>Batocera rufomaculata</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	1	1	0.09	D	17%	Z R	
	<i>Deloyala guttata</i>	4	14	0.79	D	67%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z	
	<i>hippodamia convergens</i>	5	19	1.07	D	83%	W r	3	7	0.61	D	50%	Y R	
	<i>Hypothenemus obscurus</i>	6	19	1.07	D	100%	W r	3	3	0.26	D	50%	Y R	
	<i>hylastes ater</i>	6	14	0.79	D	100%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z	
	<i>Pachnaeus litus</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	21	1.84	D	100%	W R	
<i>Eupholus schoenherri</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	29	2.54	D	100%	W R		

	<i>Diaprepes abbreviatus</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	4	5	0.44	D	67%	W R
	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	4	7	0.40	D	67%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Strategus aloeus</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	1	1	0.09	D	17%	Z R
	<i>Paederus littoralis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	1	1	0.09	D	17%	Z R
Hymenóptera	<i>Frieseomelitta nigra</i>	0	0	0.00	ND	0%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Bombus lucorum</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Apis cerana</i>	6	31	1.75	D	100%	W r	4	11	0.96	D	67%	Z R
	<i>Xylocopa virginica</i>	6	14	0.79	D	100%	W r	2	6	0.53	D	33%	Z R
	<i>Polistes metricus</i>	5	20	1.13	D	83%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z R
	<i>Polistes humilis</i>	1	1	0.06	D	17%	Z r	0	0	0.00	ND	0%	Z R
	<i>Polybia occidentalis</i>	6	23	1.30	D	100%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	6	149	8.43	D	100%	W ma	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Camponotus americanus</i>	6	161	9.11	D	100%	W ma	6	91	7.97	D	100%	Z
	<i>Camponotus castaneus</i>	6	66	3.73	D	100%	W a	0	113	9.89	D	0%	Z
	<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	6	68	3.85	D	100%	W a	6	44	3.85	D	100%	W A
	<i>Linepithema</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	0	0.00	ND	100%	W Ma
	<i>Myrmica rubra</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	0	0.00	ND	100%	W R
	<i>Odontomachus monticola</i>	6	182	10.29	D	100%	W ma	6	147	12.87	D	100%	Z Ma

	<i>Paratrechina longicornis</i>	6	83	4.69	D	100%	W a	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Prenolepis imparis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Solenopsis invicta</i>	4	16	0.90	D	67%	W r	2	2	0.18	D	0%	Z
	<i>Tapinoma sessile</i>	4	13	0.74	D	67%	W r	4	13	1.14	D	0%	Z
	<i>Diplazon laetatorius</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	2	0	0.00	ND	33%	Z r
	<i>Timulla vagans</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	4	32	2.80	D	67%	W r
	<i>Monobia quadridens</i>	6	14	0.79	D	100%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Vespa velutina</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Zelus luridus</i>	3	5	0.28	D	50%	W r	4	50	4.38	D	0%	Z
Díptera	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	5	22	1.24	D	83%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Bemisia tabaci</i>	3	4	0.23	D	50%	W r	3	3	0.26	D	50%	Y r
	<i>Cochliomyia macellaria</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	5	10	0.88	D	83%	W r
	<i>Lucilia sericata</i>	6	91	5.15	D	100%	W ma	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Drosophila melanogaster</i>	3	13	0.74	D	50%	W r	3	12	1.05	D	50%	Y
	<i>Hermetia illucens</i>	6	48	2.71	D	100%	W r	6	108	9.46	D	100%	W r
Hemíptera	<i>Campylenchia latipes</i>	4	12	0.68	D	67%	W r	0	0	0.00	ND	0%	Z
	<i>Issus coleoptratus</i>	4	23	1.30	D	67%	W r	0	0	0.00	ND	100%	Z

	<i>Loxocoles reclusa</i>	6	143	8.09	D	100%	W ma	0	0	0.00	ND	0%	Z
Thysanoptera	<i>Thrips palmi</i>	2	136	7.69	D	33%	Y ma	0	0	0.00	ND	0%	Z
Aranae	<i>Steatoda triangulosa</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	29	2.54	D	100%	W r
	<i>Peucetia longipalpis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	4	14	1.23	D	67%	W r
	<i>Leucauge festiva</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	6	21	1.84	D	100%	W r
	<i>Philodromus dispar</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	2	3	0.26	D	33%	Y r
Blattodea	<i>Incisitermes minor</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z r	6	29	2.54	D	100%	W r
Isopoda	<i>Philoscia muscorum</i>	6	182	10.29	D	100%	w	6	107	9.37	D	100%	W ma
	<i>Porcellio scaber</i>	2	2	0.11	D	33%	Z	5	66	5.78	D	83%	W a
	<i>Porcellio laevis</i>	0	0	0.00	ND	0%	Z	0	0	0.00	ND	0%	Z
	TOTAL		1768						1142				

3.3. Análisis comparativo de la diversidad

3.3.1. Tipo de trampeo

La dominancia es un índice de biodiversidad que mide la riqueza de organismos y la biodiversidad de un hábitat cuando una especie se vuelve muy abundante con relación al resto. Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad, ya que toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

En la Tabla 6 y 7 se muestran los índices de biodiversidad entre tipo de trampeo y agroecosistemas. La dominancia (D) registro una mayor abundancia de especies de artrópodos en ambos agroecosistemas mediante recolección directa. El índice de Shannon (H) indico una mayor diversidad en las muestras obtenidas en ambos agroecosistemas utilizando trampas pitfall. La Equitability (J) presento el valor más de equitativa de individuos entre especie en café bajo sombra con red entomofauna y el café sin sombra con recolección directa.

Tabla 6. Análisis por trampas en agroecosistemas de café bajo sombra

	Pitfall	Red entomofauna	Recolección directa
Dominance_D	0.103	0.1283	0.2031
Shannon_H	2.463	2.134	1.993
Equitability_J	0.7968	0.9266	0.7771

Tabla 7. Análisis por trampas en agroecosistema de café sin sombra

	Pitfall	Red entomofauna	Recolección directa
Dominance_D	0.1393	0.1645	0.228
Shannon_H	2.141	2.042	1.589
Equitability_J	0.8112	0.8219	0.8867

La recolección directa requiere el uso de herramientas especializadas para realizar muestreos continuos. De acuerdo Gaston et al. (1993) este método es especialmente eficaz para obtener información sobre las diversidades de especies de artrópodos que habitan en hábitats complejos donde estos organismos pueden estar ocultos. Proporciona datos precisos y se considera un método muy útil para estos estudios.

El índice de Shannon determino la diversidad mayor en las muestras obtenidas en la trampa pitfall en ambos agroecosistemas. Según (Pilco *et al.*, 2020) En este estudio los cultivos de café bajo sombra y sin sombra, las trampas pitfall ha demostrado ser una herramienta eficiente para la captura de insectos, lo cual es fundamental para comprender los impactos ecológicos en las diferentes prácticas agrícolas.

Según Perfecto *et al.* (1996), equitatividad en las especies de café bajo sombra es mayor debido a la diversidad de artrópodos que hábitat y a su variedad de plantas que los rodean. A diferencia de los estudios Vandermeer y Perfecto (2007) señalan que el cultivo café sin sombra tiene menor equitatividad ya que en los cultivos de café sin sombran se emplean prácticas de monocultivos y el uso de un sistema convencional, lo cual reduce la equitatividad y aumenta la vulnerabilidad a plagas y enfermedades.

3.4. Grupos tróficos

3.4.1. Distribución de grupos tróficos

En los diagramas A y B se clasificaron grupos trófico según su abundancia relativa en cultivos de café bajo sombra y sin sombra. En los cultivos de café bajo sombra los grupos de mayor a menor fueron: depredadores (29%), herbívoros fitófagos (20%), xilófagos (15%), detritívoros (18%), omnívoro (9%), polinizadores (6%), fitófagos (3%) y parasitoides (0%). Los grupos tróficos que predominaron son depredadores (29%) y herbívoros fitófagos (20%)

En los cultivos de café sin sombra se clasificaron los grupos tróficos de mayor a menor en: omnívoros (27%), detritívoros (26%), depredadores (13%), herbívoros fitófagos (13%), xilófagos (11%), fitófagos (6%), polinizadores (3%) y parasitoides (1%). Los grupos tróficos predominantes son omnívoros (27%) y detritívoros (26%).

Según Perfecto et al. (1997), los sistemas de café bajo sombra tienen una mayor diversidad de depredadores debido a su heterogeneidad estructural y variedad hábitats. Estos sistemas agroforestales, albergan plantas alimentan a diversos insectos herbívoros. Lo que indica una diversidad trófica equilibrada. La presencia depredadores y los herbívoros fitófagos es crucial para el equilibrio del agroecosistema, por lo tanto, se recomienda evitar uso de productos químicos para proteger la presencia las especies de artrópodos.

Según el estudio de Philpott et al. (2006), Tanto los omnívoros como los detritívoros son los grupos más predominantes, que se relacionan con su adaptabilidad en el consumo de recursos y su eficiencia en la descomposición de materia orgánica.

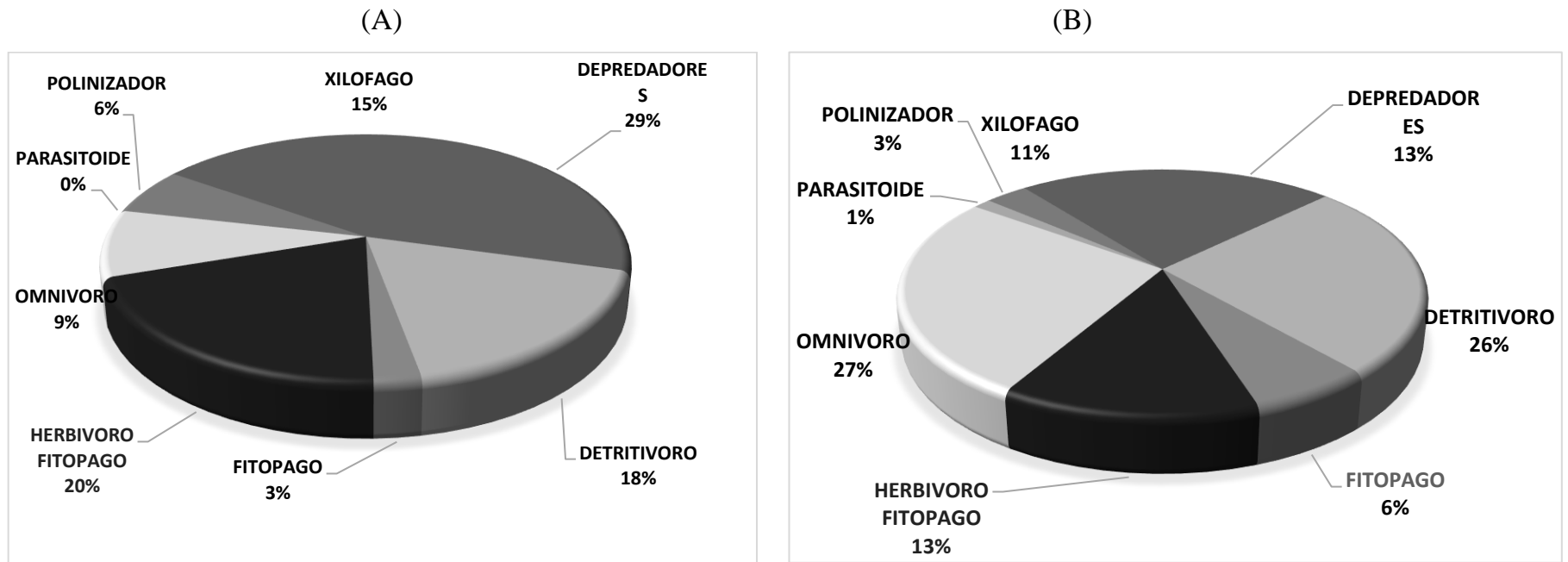


Diagrama 1. Grupos tróficos en agroecosistemas de café con sombra (A) y sin sombra (B) en la comuna Liberador Bolívar y en la parroquia Colonche durante los meses de octubre 2023 y febrero 2024

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se identificaron tres clases de especies de artrópodos. La clase Insecta en los agroecosistemas de café bajo sombra, los órdenes predominantes fueron Himenóptera (17%) y Lepidóptera (11%). En cambio, en los agroecosistemas de café sin sombra, los órdenes principales fueron Himenóptera (7%) y Coleóptera (6%). En la clase Arachnida, únicamente se identificó el orden Aránea (5%), presente en los cultivos de café sin sombra. En la clase Malacostraca, el orden Isópoda fue identificado durante el monitoreo con trampas pitfall, con (5%) y (7%) de presencia en ambos agroecosistemas.

Las especies más abundantes, constantes y frecuentes en el sistema bajo sombra fueron *Rupella albinella* y *Camponotus castaneus* que pertenecen a las familias *Pyralida* y *formicidae* mientras que en el cultivo sin sombra fueron *Orthosoma brunneum* y *Philoscia muscorum* que pertenecen a las familias *Coccinellidae* y *Philosciidae*

Hubo un predominio de grupos tróficos de depredadores (29%) y fitófagos (20%) en el cultivo bajo sombra, en el caso del café sin sombra se observó un predominio de omnívoros (27%) y detritívoros (26%) lo que se podría relacionar con la presencia de diversidad de flora en los cultivos bajo sombra ya que si hay mayor presencia de especies arbórea habrá mayor presencia de especies artrópodos promoviendo la biodiversidad y control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos de café

Recomendaciones

Para estudios posteriores, se recomienda tener en cuenta diferentes tipos de muestreos en distintas temporadas climáticas y llevar a cabo los muestreos durante más de un año. También sería beneficioso correlacionar estos muestreos con las actividades de manejo de cada sistema, tal como se hace en la mayoría de las investigaciones, para poder realizar comparaciones con otros estudios sobre la biodiversidad de artrópodos presentes en los cultivos de café.

Para mejorar la captura de insectos, se sugiere usar diversas trampas, no solo trampas de caída, para abarcar diferentes niveles de desplazamiento y no solo el suelo. También se recomienda establecer un área específica de muestreo en lugar de transectos o ubicaciones aleatorias, lo que facilita el mantenimiento de los sitios de monitoreo para futuros muestreos

Los insectos polinizadores son esenciales para la producción de café, ya que su polinización mejora el rendimiento y la calidad de los cultivos. Ajustar las prácticas agrícolas puede aumentar la sostenibilidad y productividad del cultivo de café, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado-Huamán, L. et al. (2020) 'Caracterización de fincas productoras de café convencional y orgánico en el valle del Alto Mayo, región San Martín, Perú', *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), pp. 100–111. Available at: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182020000200013&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: 9 June 2024).
- Anzueto R, Francisco. 2013. *Revista el Cafetal*. Edición 35. P. 3. Asociación Nacional del Café (Anacafé). Guatemala.
- Aragón G., C. 2006. Cafeticultura, inequidad y pobreza. In: Ramírez V., B, J.P. Juárez S. y A. Cesín V., eds. *Productores indígenas de café de la sierra nororiente de Puebla. Problemas y alternativas*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Colegio de Postgraduados. México. p: 13-32.
- Arreaga Ronquillo, E. et al. (2021) 'Impacto económico generado por la producción cafetalera en Ecuador en el periodo 2016- 2019', 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(6), pp. 83–91. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8149610> (Accessed: 8 June 2024).
- Ávalos-Sartorio, B. 2002. Los cafetales de sombra como proveedores de servicios ambientales. *Ciencia y Mar*, pp.17-22. <http://www.umar.mx/revistas/17/cafetales.pdf>. Consultado el 12 de mayo de 2014.
- Basset, Y. et al. (2004) 'Conservation and biological monitoring of tropical forests: The role of parataxonomists', *Journal of Applied Ecology*, 41(1), pp. 163–174. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00878.x>.
- Buitrago, J.A.B. et al. (2016) 'COMITÉ NACIONAL Período 1° enero/2015- diciembre 31/2018 José Fernando Montoya Ortega'.
- David C. Coleman, (2004) *Fundamentals of Soil Ecology*. Available at: <https://shop.elsevier.com/books/fundamentals-of-soil-ecology/coleman/978-0-12-179726-3> (Accessed: 9 June 2024).
- Diana Carolina Poveda and Rosselli, L. (2017) 'Influencia de las practicas agrícolas sobre la comunidad de coleópteros (scarabaeidae, carabidae y staphylinidae) y percepciones ambientales de la conservacion en la vereda el verjón - Cerros orientales de Bogotá, Colombia'
- FAO (2022) FAOSTAT. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#home> (Accessed: 9 June 2024).
- Fonseca, S.A. (2006) 'El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad'.
- Fusco, E. et al. (2024) 'Chapter 9 - Temperate forests', in S.G. McNulty (ed.) *Future Forests*. Elsevier, pp. 177–202. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90430-8.00007-1>.
- Guido Granados, I., Rodríguez, C. and Sancho Rodríguez, J. (2008) 'Importancia de la diversificación de los árboles de sombra para la conservación de la fauna en los ecosistemas cafetaleros en San Isidro de San Ramón, 2003', *Pensamiento*

- Actual, 8(10–11), pp. 74–81. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5897877> (Accessed: 9 June 2024).
- María Teresa Suárez Landa, (2018) Sistemática y ecología de artrópodos con interés en medicina humana y animal. Available at: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/182-sistemica-y-ecologia-de-artropodos-con-interes-en-medicina-humana-y-animal> (Accessed: 9 June 2024).
- Medianero, E., Valderrama, A. and Barrios, H. (2003) ‘Diversidad de insectos minadores de hojas y formadores de agallas en el dosel y sotobosque del bosque tropical’, *Acta zoológica mexicana*, (89), pp. 153–168. Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0065-17372003000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es (Accessed: 9 June 2024).
- Mejía, A.D.M. (2014) ‘Implementación y mejoramiento de arreglos forestales asociados al cultivo de café según el convenio 493-09, crc y comité de cafeteros del cauca’.
- Otavo, S. et al. (2017) ‘Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad’, *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(4), pp. 924–935. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.041>.
- Quezada Campoverde, J. et al. (2021) ‘Impacto económico generado por la producción cafetalera en Ecuador en el periodo 2016- 2019’, 593 *Digital Publisher CEIT*, 6(6), pp. 83–91. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8149610> (Accessed: 8 June 2024).
- Reyes, F., & Freire, L. (2018). La producción de café “Robusta” en la Provincia de Santa Elena, Ecuador: Un análisis financiero. *Revista de Planeación y Control Microfinanciero*, 3(9), 1-10. https://www.ecorfan.org/spain/rj_planeacion_cm.php
- Richard Rojas-Ruiz (2020) Caracterización de fincas productoras de café convencional y orgánico en el valle del Alto Mayo, región San Martín, Perú. Available at: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000200013&script=sci_arttext (Accessed: 9 June 2024).
- Robert Rodale (2018) ‘Regenerative Organic Agriculture’, Rodale Institute. Available at: <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-basics/regenerative-organic-agriculture/> (Accessed: 9 June 2024).
- Rojo Jiménez, E. and Pérez-Urria Carril, E. (2014) ‘Café I (G. Coffea)’. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/33729> (Accessed: 8 June 2024).
- Rosenberg, D.M., Danks, H.V. and Lehmkuhl, D.M. (1986) ‘Importance of insects in environmental impact assessment’, *Environmental Management*, 10(6), pp. 773–783. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF01867730>.
- Saldaña, A. and Lusk, C.H. (2003) ‘Influencia de las especies del dosel en la disponibilidad de recursos y regeneración avanzada en un bosque templado lluvioso del sur de Chile’, *Revista chilena de historia natural*, 76(4), pp. 639–650. Available at: <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000400008>.

- Santos Díaz, A.M. et al. (2018) Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros: agentes de control biológico. V. 1. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - agrosavia. Available at: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigation.7402537>.
- Sergio Ibáñez-Bernal (2012) inecol. Available at: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/182-sistematica-y-ecologia-de-artropodos-con-interes-en-medicina-humana-y-animal> (Accessed: 9 June 2024).
- Simon G. Potts (2018) Informe de evaluación sobre polinizadores, polinización y producción de alimentos | secretaría de la IPBES. Available at: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators> (Accessed: 9 June 2024).
- Tocancipá-Falla, J. (2002) ‘el café, historia de la semilla que cambió al mundo’, Revista Colombiana de Antropología, 38, pp. 340–343. Available at: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0486-65252002000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=es (Accessed: 8 June 2024).
- Villada-Bedoya, S. et al. (2017) ‘Diversidad de insectos acuáticos en quebradas impactadas por agricultura y minería, Caldas, Colombia’, Revista de Biología Tropical, 65(4), pp. 1635–1659. Available at: <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.26903>.
- Whitmore, T.C. (1998) An Introduction to Tropical Rain Forests. Second Edition, Second Edition. Oxford, New York: Oxford University Press.

ANEXOS



Figura 1A Instalación y recolección de individuos en trampas pitfall de café bajo sombra.



Figura 2A colectas de individuos, por recolección directa en café bajo sombra.



Figura 3A colectas de individuos por red entomofauna en café bajo sombra



Figura 4A instalación y recolección de individuos en trampas pitfall en café sin sombra.

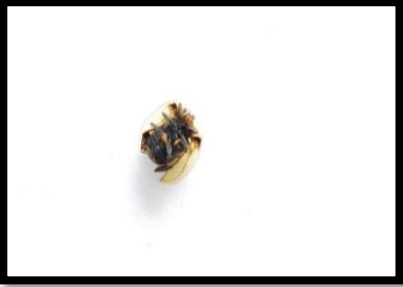
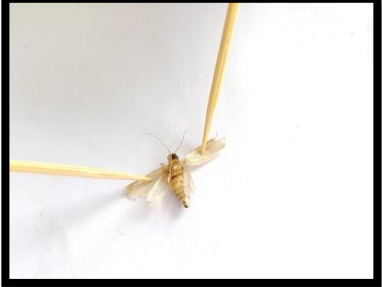






Figura 5A colectas de individuos por red entomofauna en café sin sombra.

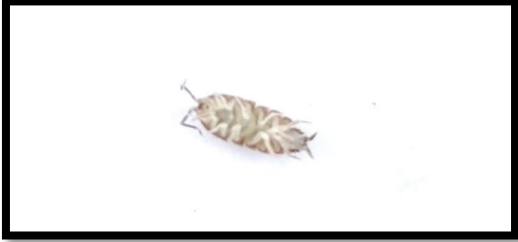






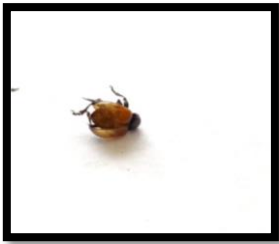


Figura 6A colectas de individuos, por recolección directa en café sin sombra.

Individuos recolectados en el cultivo de café bajo sombra

	
<p>Figura 1B <i>Deloyala guttata</i></p>	<p>Figura 2B 7 <i>Oecetis ochracea</i></p>
	
<p>Figura 3B <i>Vespa tropica</i></p>	<p>Figura 4B <i>Conocephalus brevipens</i></p>
	
<p>Figura 5B <i>Incisitermes minor</i></p>	<p>Figura 6B <i>Steatoda triangulosa</i></p>

Individuos recolectados en el cultivo de café sin sombra

 A photograph of a single, light-brown, segmented isopod (Porcellio scaber) on a white background.	 A photograph of three small, brown, segmented isopods (Porcellio laevis) on a white background.
<p>Figura 1C <i>Porcellio scaber</i></p>	<p>Figura 2C <i>Porcellio laevis</i></p>
 A photograph of a large, brown, segmented insect (Exocentrus adpersus) with long antennae and legs, on a white background.	 A photograph of a dark-colored, segmented insect (Hermetia illucens) with long legs and antennae, on a white background.
<p>Figura 3C <i>Exocentrus adpersus</i></p>	<p>Figura 4C <i>Hermetia illucens</i></p>
 A photograph of a small, brown ant (Camponotus castaneus) on a white background.	 A photograph of a larger, dark-colored ant (Camponotus americanus) on a white background.
<p>Figura 5C <i>Camponotus castaneus</i></p>	<p>Figura 6C <i>Camponotus americanus</i></p>
 A photograph of a honeybee (Apis cericana) on a white background.	 A photograph of a small, brown, segmented insect (Harmonia axyridi) on a white background.
<p>Figura 7C <i>Apis cericana</i></p>	<p>Figura 8C <i>Harmonia axyridi</i></p>