

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROPECUARIA



**EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES
DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS DE
SAN FRANCISCO DE CAJAS-IMBABURA**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Heidi Maoly Méndez Farinango

DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

Ibarra, 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS DE SAN FRANCISCO DE CAJAS-IMBABURA

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.



DIRECTOR

FIRMA

Ing. Magali Anabel Cañajero Antamba, PhD.



ASESORA

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005074784		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Méndez Farinango Heidi Maoly		
DIRECCIÓN:	San Pablo_Gualavi		
EMAIL:	hmmendezf@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0990640912

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas de San Francisco de Cajas-Imbabura
AUTOR (ES):	Méndez Farinango Heidi Maoly
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	20/05/2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de mayo de 2025

LA AUTORA:

Heidi Maoly Méndez Farinango

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Heidi Maoly Méndez Farinango, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 20 días del mes de mayo de 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Prado', is written on a light blue horizontal line.

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTORA DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 20 días del mes de mayo del 2025

Heidi Maoly Méndez Farinango: EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS DE SAN FRANCISCO DE CAJAS-IMBABURA / Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 20 días del mes de mayo del 2025, 71 páginas.

DIRECTORA: Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: “Evaluar la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas de San Francisco de Cajas-Imbabura.”

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la población de artrópodos y anélidos en cinco agroecosistemas de la Zona Andina.
- Comparar los grupos funcionales presentes en cada uno de los agroecosistemas.
- Caracterizar las prácticas de manejo empleados en los distintos agroecosistemas.



Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Directora de Trabajo de Grado



Heidi Maoly Méndez Farinango

Autora

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por brindarme la oportunidad de ser parte de su comunidad académica, permitiéndome crecer tanto en lo académico como en lo personal.

Agradezco sinceramente a la Fundación EkoRural por su invaluable apoyo en el financiamiento de esta investigación. Su compromiso con el impulso de la ciencia y la educación ha sido esencial para la realización de esta tesis.

Mi agradecimiento especial va para mi directora de tesis Ing. Julia Prado, PhD, por su incansable apoyo y su guía experta a lo largo de todo el proceso. Su paciencia, dedicación y aportes constructivos fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

Mi gratitud a la comunidad de San Francisco de Cajas, por permitirme realizar el muestreo en sus tierras. Su disposición y colaboración fueron esenciales para el desarrollo de mi investigación.

Y por último y no menos importante un agradecimiento especial a mi familia y amigos quienes me apoyaron incondicionalmente en la culminación de mis estudios.

DEDICATORIA

Con gratitud y amor, quiero dedicar esta tesis a mis padres Ramiro Méndez y Etelvina Farinango, por su fe y confianza en mí, por su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional que fueron fundamentales para mi formación académica y personal. Gracias por enseñarme el valor del trabajo y perseverancia. Gracias por ser mi refugio en los días de incertidumbre, por enseñarme a no rendirme y por recordarme con cada palabra de aliento que soy capaz de alcanzar mis metas.

A mi querida abuelita Juanita por su amor infinito, porque fue quien me crio con paciencia y dedicación. A mis hermanos, Lenin, Xavier, Mishell, Valeria, porque siempre han estado a mi lado con las palabras exactas en los momentos en que más los he necesitado.

A mi novio Lenin Cevallos, por ser mi apoyo constante, mi paz en el caos y mi alegría diaria. Gracias por caminar conmigo, por creer en mí y por estar siempre.

Me dedico este logro porque he trabajado con entrega y dedicación, porque he aprendido, crecido y me he fortalecido en el camino. Que esta tesis sea un recordatorio de que soy capaz de lograr lo que me proponga y que cada desafío superado es una victoria personal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5. Preguntas directrices	4
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Salud del suelo	5
2.2. Calidad del suelo.....	5
2.3. Agroecosistemas	5

2.3.1 Agroecosistema agroecológico	5
2.3.2 Agroecosistema convencional	6
2.3.3 Agroecosistema natural.....	6
2.3.4 Agroecosistema barbecho	6
2.3.5 Agroecosistema degradado	6
2.4. Definición de macro y meso invertebrados	6
2.4.1 Macro invertebrados	7
2.4.2 Meso invertebrados.....	7
2.5. Grupos funcionales de los insectos en los agroecosistemas	7
2.5.1 Depredador.....	7
2.5.2 Descomponedor	8
2.5.3 Fitófago	8
2.5.4 Fungívoro.....	9
2.5.5 Parasitoide.....	9
2.5.6 Polinizador	10
2.5.7 Hematófago.....	11
2.5.8 Arquitecto sub acuático.....	11
2.5.9 Ingeniero del suelo.....	12
2.6. Diversidad de especies.....	12
2.7. Métodos de evaluación de macro y meso invertebrado.....	12
2.7.1 Trampas Pitfall.....	13
2.7.2 Embudo Berlese-Tullgren.....	13
2.7.3 Monolitos.....	14

2.8. Marco legal	15
CAPÍTULO III	16
MARCO METODOLÓGICO.....	16
3.1. Descripción del área de estudio	16
3.2. Materiales.....	16
3.3. Métodos.....	17
3.3.1 Población y muestra.....	17
3.3.2 Unidad muestral	18
3.3.3 Análisis estadístico.....	18
3.4. Variables evaluadas	18
3.4.1 Indicadores de las prácticas de manejo	19
3.4.2 Número de artrópodos.....	19
3.4.3 Número de anélidos	19
3.4.4 Grupos Funcionales	20
3.5. Manejo específico del estudio.....	20
2.1.1 Selección e identificación de agroecosistemas	20
3.5.1 Elaboración de las trampas	23
3.5.1.1. Monolitos	23
3.5.1.2. Trampas Pitfall.....	23
3.5.2 Muestreo y recolección de macro y meso invertebrados	24
3.5.2.1. Trampas Pitfall.....	24
3.5.3 Conteo, identificación y clasificación de especímenes encontrados	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27

4.1. Indicadores de prácticas de manejo por agroecosistema	27
4.1.1 Descripción del agroecosistema agroecológico evaluado.....	28
4.1.2 Descripción del agroecosistema convencional evaluado.....	28
4.1.3 Descripción del agroecosistema barbecho evaluado.....	28
4.1.4 Descripción del agroecosistema natural evaluado	28
4.1.5 Descripción agroecosistema degradado evaluado	29
4.2. Número de artrópodos identificados por agroecosistema.....	29
4.2.1 Especímenes capturados por las trampas Pitfall	29
4.2.2 Especímenes capturados por los embudos Berlese	35
4.2.3 Especímenes capturados por los monolitos de suelo	40
4.3. Número de anélidos	41
4.4. Grupos funcionales por agroecosistema y tipo de trampa	41
4.5. Discusión.....	42
CAPITULO V.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.6. Conclusiones	46
4.7. Recomendaciones	46
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Coleoptero familia Carabidae.....	8
Figura 2	Coleoptera familia Scarabaeidae	8
Figura 3	Diptera familia Tipulidae.....	9
Figura 4	Collembola familia Isotomidae	9
Figura 5	Hymenoptera familia Rogadinae	10
Figura 6	Diptera familia Syrphidae.....	10
Figura 7	Diptera familia Calliphoridae	11
Figura 8	Trichoptera familia Brachycentridae	11
Figura 9	Hymenoptera familia Formicidae	12
Figura 10	Ubicación de trampas Pitfall.....	13
Figura 11	Instalación de embudos Berlese	13
Figura 12	Elaboración de monolito de suelo	14
Figura 13	Mapa de ubicación del área de estudio.....	16
Figura 14	Unidad muestral de la investigación.....	18
Figura 15	Agroecosistema agroecológico.....	20
Figura 16	Agroecosistema convencional	21
Figura 17	Agroecosistema barbecho.....	21
Figura 18	Agroecosistema natural	22
Figura 19	Agroecosistema degradado.....	22
Figura 20	Cuadrante de 20x20 cm	23
Figura 21	Trampa Pitfall	23
Figura 22	Instalación de embudos Berlese-Tullgren	24

Figura 23	Ubicación de trampas Pitfall por agroecosistema.....	24
Figura 24	Ubicación de monolitos en la parcela.....	25
Figura 25	Ubicación de las submuestras de suelo para el embudo Berlese.....	25
Figura 26	Conteo e identificación de insectos	26
Figura 27	Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema.....	30
Figura 28	Número de familias dentro de cada orden	31
Figura 29	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema agroecológico	32
Figura 30	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema convencional .	33
Figura 31	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema barbecho	33
Figura 32	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema natural.....	34
Figura 33	Número de especímenes por familias presentes en el Agroecosistema degradado	34
Figura 34	Número de especímenes por orden dentro de los diferentes agroecosistemas	35
Figura 35	Número de familias dentro de cada orden	36
Figura 36	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema agroecológico	38
Figura 37	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema convencional .	38
Figura 38	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema barbecho	39
Figura 39	Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema natural.....	39
Figura 40	Número de especímenes por familia presentes en el agroecosistema degradado.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación	17
Tabla 2	Comparación de diferentes agroecosistemas según características productivas y ecológicas	27
Tabla 3	Número de familias dentro de los diferentes agroecosistemas mediante Trampas Pitfall	32
Tabla 4	Número de especímenes por familia dentro de los diferentes agroecosistemas	37
Tabla 5	Número de especímenes dentro de cada agroecosistema mediante el uso de Monolitos de suelo	40
Tabla 6	Abundancia de grupos funcionales en diferentes agroecosistemas, trampas pitfall	41
Tabla 7	Abundancia de grupos funcionales en diferentes agroecosistemas, embudos Berlese	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Encuesta aplicada a los agricultores de los diferentes agroecosistemas.....	53
Anexo 2	Ubicación de trampas pitfall en el sistema convencional.....	54

EVALUACIÓN DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE GRUPOS FUNCIONALES DE MACRO Y MESO INVERTEBRADOS PRESENTES EN AGROECOSISTEMAS DE SAN FRANCISCO DE CAJAS-IMBABURA

Méndez Maoly:

Universidad Técnica del Norte

hmmendezf@utn.edu.ec

RESUMEN

La salud del suelo es influenciada por la biodiversidad edáfica de los agroecosistemas, destacando el papel de los macro y meso invertebrados como bioindicadores claves en el suelo. En el presente estudio se evaluó la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados en cinco agroecosistemas: agroecológico, convencional, barbecho, natural y degradado, ubicados en San Francisco de Cajas, Imbabura. Para realizar el muestreo de invertebrados se aplicaron tres diferentes técnicas de muestreo: trampas Pitfall, embudos Berlese-Tullgren y monolitos de suelo, los especímenes colectados fueron identificados y clasificados hasta nivel de familia. Los resultados evidenciaron que los cinco agroecosistemas muestran diferencias en biodiversidad, manejo del suelo, cultivos, y prácticas agrícolas. Por otro lado, el agroecosistema agroecológico con un total de 8 340 especímenes y el convencional con 3 753 especímenes presentaron mayor diversidad y abundancia, con predominio del orden Collembola y familias como Onychiuridae y Sminthuridae. En contraste, el sistema natural mostró menor presencia con solamente 24 especímenes. La mayor cantidad de lombrices se registró en los sistemas barbecho y agroecológico con 12 y 10 anélidos respectivamente. Además, se identificaron ocho grupos funcionales que corresponden a depredador, descomponedor, fitófago, fungívoro, ingeniero del suelo, parasitoide, polinizador y hematófago. El agroecosistema agroecológico destacó en abundancia y diversidad, mientras Collembola dominó todos los sistemas. Por otro lado, barbecho presentó mayor cantidad de anélidos.

Palabras clave: salud del suelo, bioindicadores, especímenes, orden, familia

EVALUATION OF THE ABUNDANCE AND DIVERSITY OF FUNCTIONAL GROUPS OF MACRO- AND MESO-INVERTEBRATES PRESENT IN AGROECOSYSTEMS OF SAN FRANCISCO DE CAJAS-IMBABURA.

Méndez Maoly:

Universidad Técnica del Norte

hmmendezf@utn.edu.ec

ABSTRACT

Soil health is influenced by the edaphic biodiversity of agroecosystems, highlighting the role of macro- and meso-invertebrates as key soil bioindicators. The present study evaluated the abundance and diversity of functional groups of macro- and meso-invertebrates in five agroecosystems: agroecological, conventional, fallow, natural and degraded, located in San Francisco de Cajas, Imbabura. Three different sampling techniques were applied for invertebrate sampling: Pitfall traps, Berlese-Tullgren funnels and soil monoliths, the collected specimens were identified and classified to family level. The results showed that the five agroecosystems show differences in biodiversity, soil management, crops, and agricultural practices. On the other hand, the agroecological agroecosystem with a total of 8 340 specimens and the conventional agroecosystem with 3 753 specimens showed greater diversity and abundance, with a predominance of the order Collembola and families such as Onychiuridae and Sminthuridae. In contrast, the natural system showed less presence with only 24 specimens. The highest number of earthworms was recorded in the fallow and agroecological systems with 12 and 10 annelids, respectively. In addition, eight functional groups were identified, corresponding to predator, decomposer, phytophagous, fungivore, soil engineer, parasitoid, pollinator and hematophagous. The agroecological agroecosystem stood out in abundance and diversity, while Collembola dominated all systems. On the other hand, fallow presented the highest number of annelids.

Key words: soil health, bioindicators, specimens, order, family.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La fauna del suelo posee diversidad de organismos que varían considerablemente en sus tamaños y presenta diversas estrategias para adaptarse especialmente en lo relacionado con su capacidad de desplazamiento y sus formas de alimentarse. Los artrópodos son invertebrados que poseen una simetría bilateral, este grupo está conformado por insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos. Se han identificado alrededor de 1 300 000 especies, de las cuales cerca de un millón corresponden a insectos. Desde una perspectiva ecológica, presentan una notable diversidad en su estructura y funcionamiento, lo que les ha permitido adaptarse a distintos tipos de alimentación y habitar una gran variedad de entornos (Cruz et al., 2019).

Por otro lado, los anélidos son invertebrados de cuerpo segmentado con forma alargada, presentes en diferentes hábitats, tanto acuáticos como terrestres. Este grupo incluye lombrices de tierra, sanguijuela y numerosos gusanos marinos, cuenta con más de 10 000 especies (Cartón, 2022).

Socarrás (2013) plantea que los artrópodos y lombrices son indicadores biológicos del estado del suelo y de la diversidad presente en los ecosistemas, ya que su presencia, abundancia o ausencia puede mostrar características específicas del suelo y su salud. La abundancia, diversidad y composición de las comunidades de macro y meso invertebrados están estrechamente relacionados con las condiciones del suelo, ya que estas cambian su abundancia, composición y riqueza en función a el grado de alteración que presenta el suelo. (Ramírez et al., 2019).

Además, la macro y meso fauna tienen un papel muy importante en la red trófica del suelo, que afecta directamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. Por ejemplo, las lombrices de tierra mejoran la estructura y porosidad del suelo, las termitas y hormigas ayudan con la infiltración del agua y la humificación (Tapia et al., 2016). Según Menta y Remelli (2020) una comunidad de fauna del suelo bien desarrollada y diversificada se encuentra generalmente en los suelos de buena calidad, es decir posee materia orgánica y no tiene perturbaciones.

El Consorcio para el Desarrollo Sostenible para la Ecorregión Andina (2024) menciona que, el uso cada vez más intensivo del suelo representa uno de los factores del cambio global que

contribuye a la degradación de los agroecosistemas, comprometiendo su sostenibilidad y provocando la pérdida de los servicios que estos ofrece. Por otro lado, Crespo et al. (2020) afirma que Las prácticas agrícolas de alta intensidad impactan a la fauna del suelo, alterando tanto su diversidad como su estructura.

Yagual (2014) evaluó la entomofauna en el cultivo del café en dos agroecosistemas (cultivo de café bajo sombra y sin sombra), donde implementó tres métodos de muestreo: trampas Pitfall, red entomofauna y recolección directa, se registraron 2 910 especímenes. En cuanto al tipo de muestreo, con las trampas Pitfall se logró capturar mayor número de insectos con 1 262.

Rodríguez et al. (2023) evaluó la mesofauna del suelo utilizando embudos Berlese, para implementar este método, se utilizaron cilindros metálicos con una altura de diez centímetros y cuatro centímetros de diámetro. Se extrajo un total de diez cilindros por hectárea, a través de esta metodología se lograron recolectar 150 individuos que pertenecen a familias como Entomobryidae y Poduridae en caso de las Collembolas, así como los Acaridae para los ácaros.

Por otro lado, Álvarez y Ramos (2024) también evaluaron la mesofauna de los suelos afectados por incendios en Colta, donde utilizaron monolitos de suelo de 10x10x10cm para el muestro. Se identificaron 325 individuos, distribuidos en ocho clases, 11 órdenes y 19 familias, donde la familia Geophilidae perteneciente al orden Chilopoda fue abundante con 155 especímenes, adicional se identificaron 13 lombrices.

1.2. Problema

La rápida desaparición de insectos hasta el 2017, indican una reducción de su población del 75%, esto se debe a el modelo de producción como el cambio en los usos de suelo, la agricultura, la deforestación (Hallmann et al., 2017). La mitad de los insectos está disminuyendo y un tercio se encuentra en peligro de extinción. La desaparición de los polinizadores, como las abejas, implica la reducción de la polinización que afecta el mantenimiento de la biodiversidad, la estabilidad de los ecosistemas, el equilibrio de los ecosistemas, el rendimiento agrícola, la disponibilidad de alimentos y la calidad de vida de las personas (Monteagudo, 2022).

El uso de la labranza en la agricultura convencional ha sido identificado como un factor que contribuye al desgaste del suelo y la disminución de la biodiversidad edáfica. Investigaciones han

observado que los suelos sometidos a una labranza intensiva tienden a perder una parte significativa de sus organismos, lo que afecta su estructura y capacidad para retener nutrientes y agua. Esto a largo plazo compromete la riqueza del suelo y reduce su capacidad de producción (López et al., 2021).

Por otro lado, la transformación de bosques en terrenos agrícolas también tiene un impacto considerable en la biodiversidad del suelo. En Ecuador, estudios han evidenciado que el cuidado de sistemas naturales en tierras de cultivo puede reducir hasta en un 50% la cantidad de organismos edáficos, afectando la estabilidad del suelo y su función en el ecosistema. Estas alteraciones influyen directamente en la productividad agrícola, ya que la ausencia de biodiversidad edáfica conlleva a una disminución en la calidad del suelo (Guarderas et al., 2024).

1.3. Justificación

El presente estudio permite evaluar la diversidad y abundancia de macro y meso invertebrados del suelo de sistemas agroecológicos y convencionales. Los insectos están implicados en la regulación y el apoyo de los servicios ecosistémicos, incluida la dispersión de semillas, la polinización, descomposición de materia orgánica, ciclo de nutrientes y la calidad de agua (Guardado, 2022). El suelo es importante y fundamental para la siembra, crecimiento y desarrollo de los cultivos agroecológicos y forestales, que necesitan ser estudiados desde un punto de vista de macro y meso fauna del que está compuesto, ya que aporta a la productividad continua de los cultivos (Chamorro, 2022).

Existen diferentes metodologías para el muestreo de fauna edáfica: embudos Berlese, trampas Pitfall y monolitos de suelo. Los embudos Berlese-Tullgren extraen principalmente los organismos que se encuentra en los primeros centímetros del suelo (meso invertebrados), las trampas pitfall son de las técnicas más aplicadas para el muestreo de artrópodos terrestres (macro invertebrados) de la superficie del suelo y los monolitos nos ayuda a contabilizar la diversidad y abundancia a través de un monolito nos permite un vistazo de la formación de las comunidades en una cantidad importante de suelo (Sandler, 2010).

Este estudio se realizó como parte del proyecto “Alimentos para todos”, apoyando a los agricultores de los Andes a ser pioneros en una agricultura y alimentación más regenerativas para una mayor salud humana, equidad social y restauración de los ecosistemas financiado por el

Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (IDRC) de Canadá. Esta investigación-acción es liderada por la Fundación EkoRural en colaboración con el Colectivo Agroecológico del Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, Universidad Técnica del Norte, FLACSO y la Universidad de Montreal. Con lo que se busca entender como monitorear la salud del suelo a través de la evaluación de la diversidad y abundancia de los grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en parcela agroecológicas en San Francisco de Cajas.

Por lo tanto, es importante realizar un estudio exhaustivo para identificar las especies de macro y meso invertebrados presentes en las parcelas agroecológicas. Este conocimiento permitirá proponer estrategias de un manejo adecuado que conserve y promueve la abundancia y diversidad de macro y meso invertebrados.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la abundancia y diversidad de grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en agroecosistemas de San Francisco de Cajas-Imbabura

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las prácticas de manejo empleados en los distintos agroecosistemas.
- Determinar la población de artrópodos y anélidos en cinco agroecosistemas de la Zona Andina.
- Comparar los grupos funcionales presentes en cada uno de los agroecosistemas.

1.5. Preguntas directrices

- ¿Existe diversidad taxonómica en las parcelas agroecológicas?
- ¿Las diferentes técnicas de muestreo permite identificar los índices de diversidad?
- ¿Qué practicas agroecológicas existen en las unidades experimentales?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Salud del suelo

La salud del suelo es fundamental para lograr obtener altos rendimientos y cosechar productos de buena calidad. Los suelos saludables se caracterizan por tener una gran biodiversidad edáfica en el sub suelo, siendo la materia orgánica un componente esencial (Houben y Brinks, 2020). Soria (2016) menciona que, la actividad y presencia de microorganismos son factores claves para la fertilidad del suelo. Estos grupos funcionales pueden acelerar o retrasar la recuperación de la calidad del suelo.

2.2. Calidad del suelo

La calidad y la salud del suelo es una definición distinta, ya que la calidad del suelo se relaciona directamente con su utilidad y un propósito específico. La calidad del suelo se mide a través de su capacidad para cumplir sus funciones adecuadas, como almacenar y reciclar agua y energía, lo que contribuye a la producción de plantas en un entorno saludable (Bautista et al., 2004).

2.3. Agroecosistemas

Los agroecosistemas son sistemas de producción agrícola en los que interactúan componentes vivos y no vivos, formando redes complejas que permiten obtener alimentos y otros productos agrícolas. Además de cumplir con fines productivos, estos sistemas buscan equilibrar la sostenibilidad ecológica y la conservación de la biodiversidad (Gortaire, 2017).

2.3.1 Agroecosistema agroecológico

Un agroecosistema agroecológico es un sistema de producción agrícola que integra el conocimiento ecológico con las prácticas agrícolas tradicionales, buscando un equilibrio entre la actividad humana y los procesos naturales del entorno. Este tipo de sistema promueve la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales y la autonomía de los agricultores, todo dentro de un enfoque que prioriza la salud del ecosistema, la equidad social y la resiliencia frente a factores externos (Gortaire, 2017).

2.3.2 Agroecosistema convencional

Es un sistema agrícola basado principalmente en el uso intensivo de insumos externos como fertilizantes químicos, pesticidas y maquinaria, con el objetivo de maximizar la producción en el menor tiempo posible. Este modelo prioriza el rendimiento económico a corto plazo, aunque con frecuencia lo hace a costa de la salud del suelo, la biodiversidad y el equilibrio ecológico. (Palacios, 2013).

2.3.3 Agroecosistema natural

Un área natural corresponde a una zona del territorio que alberga una notable variedad de especies vegetales y animales, propias de un ecosistema determinado. Su función principal es conservar el equilibrio ambiental y permitir el desarrollo continuo de los procesos ecológicos y evolutivos que no han sido alterados por la intervención humana (Tapia et al., 2016).

2.3.4 Agroecosistema barbecho

El barbecho es una práctica agrícola que consiste en dejar descansar una parcela de tierra durante uno o varios ciclos de cultivo, sin sembrarla, con el objetivo de permitir la recuperación de su fertilidad natural. Durante este período, el suelo puede regenerarse, reponer nutrientes, conservar la humedad y reducir la presencia de plagas y malezas (Tapia et al., 2016).

2.3.5 Agroecosistema degradado

Un agroecosistema degradado es un sistema agrícola que ha sufrido un deterioro significativo en su capacidad para mantener la producción, conservar los recursos naturales y sostener la biodiversidad. Este deterioro puede ser consecuencia del uso excesivo del suelo, prácticas agrícolas inadecuadas o factores climáticos, lo que lleva a una pérdida de fertilidad, erosión, compactación del suelo y disminución de la productividad. (Hidrobo et al., 2015).

2.4. Definición de macro y meso invertebrados

Los macro y meso invertebrados son organismos esenciales en los ecosistemas, ya que participan en procesos de desintegración y reutilización de nutrientes. Ambos grupos son indicadores importantes de la salud ambiental.

2.4.1 Macro invertebrados

Los macroinvertebrados son especímenes que miden más de dos milímetros de diámetro, lo que los hace visibles a simple vista. Pasan parte o toda su vida en el suelo, donde buscan alimento o refugio. Desempeñan un rol crucial en los procesos que influyen en la fertilidad del suelo, en su estructura y en la regulación de la disponibilidad de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas (Sánchez, 2019). Dentro de este grupo, hay especies clave para el funcionamiento del suelo, incluyendo a los conocidos como "ingenieros del suelo", que son las termitas, hormigas y lombrices. También hay otros organismos como algunos milpiés y escarabajos, que contribuyen a modificar la estructura del suelo y la distribución de los recursos (Tapia et al., 2016).

2.4.2 Meso invertebrados

La mesofauna está compuesta por organismos microscópicos que miden entre 0.2 mm y 2 mm de diámetro. Estos organismos habitan en la hojarasca o en el interior del suelo. Sirven como un indicador biológico de la calidad del suelo, ya que participan en la descomposición de la materia orgánica y en la aceleración y reciclaje de nutrientes. Muchos de los miembros de este grupo son sensibles a cambios naturales o provocados por el ser humano, lo que puede alterar su composición y abundancia, llevando a la pérdida de especies y diversidad, así como a la disminución de la estabilidad y fertilidad del suelo (Baldovino et al., 2022).

2.5. Grupos funcionales de los insectos en los agroecosistemas

La diversidad biológica de Ecuador, debido a su variada geografía y clima, permite una rica variedad de insectos con funciones claves en los ecosistemas. Estos insectos no solo mantienen el equilibrio ecológico, sino que también son fundamentales para la agricultura, la protección de la biodiversidad y el desarrollo general de los ecosistemas (Bedoya, 2023).

2.5.1 Depredador

Los insectos depredadores se alimentan de otros organismos, generalmente de insectos plaga, desempeñando un papel crucial en el control biológico de las poblaciones de estas especies. Estos insectos ayudan a regular las dinámicas de las comunidades en los agroecosistemas y los ecosistemas naturales, manteniendo el equilibrio poblacional de las especies que afectan negativamente a las plantas y cultivos. Su función como reguladores naturales contribuye a la

sostenibilidad de los sistemas agrícolas al reducir la necesidad de pesticidas químicos (Nájera y Souza, 2010).

Figura 1

Coleoptero familia Carabidae



2.5.2 Descomponedor

Su participación es clave en la descomposición de la materia orgánica, así como en la fragmentación y aireación del suelo. Estos insectos descomponen la hojarasca en pequeñas partículas, ya que no solo la utilizan como fuente de alimento, sino también como refugio, lugar para construir nidos, espacio para interactuar con otros organismos y como área de almacenamiento (Torres, 2018).

Figura 2

Coleoptera familia Scarabaeidae



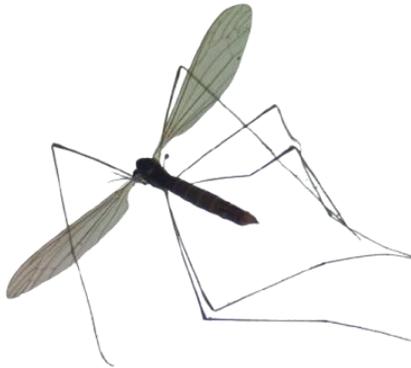
2.5.3 Fitófago

Los insectos fitófagos se alimentan de diversas partes de las plantas verdes, como raíces, tallos, hojas, flores y frutos, ya sea en su fase larval, adulta o en ambas. Estos insectos se encuentran en la mayoría de los órdenes, como Orthoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera

y Diptera, aunque hay variaciones significativas en el número de especies dentro de cada grupo. De hecho, todas las plantas verdes son susceptibles a ser atacadas por alguna especie de insecto fitófago (Bernays, 2009).

Figura 3

Diptera familia Tipulidae



2.5.4 Fungívoro

Un grupo funcional fungívoro está compuesto por organismos cuya principal fuente de alimento son los hongos. Estos organismos cumplen un papel fundamental en los ecosistemas, ya que contribuyen a la descomposición de la materia orgánica y al reciclaje de nutrientes en el suelo. Entre los fungívoros se encuentran insectos como los colémbolos, algunos ácaros y ciertas especies de escarabajos (Escobar et al., 2022).

Figura 4

Collembola familia Isotomidae



2.5.5 Parasitoide

Los parasitoides son organismos que se alimentan de una sola especie de huésped. En su fase inmadura, sus larvas se desarrollan alimentándose en el interior o sobre un solo insecto hospedero,

al cual terminan matando lentamente. Pueden atacar desde huevecillos, larvas, pupas y, en raras ocasiones, adultos. Una vez en la etapa adulta, los parasitoides viven de forma independiente y tienden a alimentarse de líquidos como el néctar, polen o residuos orgánicos de origen vegetal (Nájera y Souza, 2010).

Figura 5

Hymenoptera familia Rogadinae



2.5.6 Polinizador

Los polinizadores son animales que, al alimentarse de néctar o polen, trasladan de manera accidental el polen entre flores, lo que permite la reproducción de las plantas y la generación de frutos. Estos polinizadores son fundamentales para la polinización cruzada, siendo responsables directos de la formación de frutos en numerosas especies (Ashworth, 2009).

Figura 6

Diptera familia Syrphidae



2.5.7 Hematófago

El grupo funcional hematófago en insectos está compuesto por especies que se alimentan de sangre de vertebrados, cumpliendo un rol ecológico importante en la regulación de poblaciones y, en algunos casos, en la transmisión de patógenos. Estos insectos han desarrollado adaptaciones especializadas, como piezas bucales perforadoras y anticoagulantes en su saliva, que les permiten extraer sangre de sus hospedadores de manera eficiente (Escobar et al., 2022).

Figura 7

Diptera familia Calliphoridae



2.5.8 Arquitecto sub acuático

El grupo funcional subacuático está compuesto por organismos que desarrollan la totalidad o parte de su ciclo de vida en medios acuáticos, desempeñando un papel clave en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos (Springer, 2010).

Figura 8

Trichoptera familia Brachycentridae



2.5.9 Ingeniero del suelo

Estos organismos se clasifican principalmente según los cambios físicos que generan en el suelo. En su mayoría, los llamados ingenieros del suelo viven bajo tierra, donde son responsables de crear poros, mejorar la oxigenación y facilitar la infiltración de agua mediante las redes de túneles que excavan. Además, contribuyen a la descomposición de materia orgánica al interactuar con ciertos microorganismos. (Baldovino et al., 2022).

Figura 9

Hymenoptera familia Formicidae



2.6. Diversidad de especies

La biodiversidad en los suelos muestra la calidad, ya que si posee diversidad y abundancia de especies apoya a la estabilidad del suelo. Esto permite que el suelo cumpla funciones esenciales, como el reciclaje de nutrientes, la absorción de desechos orgánicos y el mantenimiento de su estructura (Laban et al., 2018).

2.7. Métodos de evaluación de macro y meso invertebrado

Para estudiar los insectos y otros invertebrados del suelo, se emplean distintas técnicas de muestreo que permiten su captura y análisis. Entre las más utilizadas se encuentran las trampas pitfall, los embudos Berlese y los monolitos de suelo, cada una adaptada a distintos objetivos y tipos de organismos.

2.7.1 Trampas Pitfall

Las trampas pitfall son de las técnicas más implementadas para el muestreo de artrópodos terrestres (macro invertebrados) de la superficie del suelo. (Lavelle et al., 2016). Son trampas de caída, el diseño de la trampa consiste en poner recipientes en un lugar estratégico, que este enterrado a nivel a la superficie del suelo. Estas trampas operan bajo el principio de que los artrópodos, al desplazarse sobre la superficie, caen en el contenedor. Los artrópodos mueren al entrar en contacto con la solución y luego se trasladan al laboratorio para su identificación. De esta forma, las trampas Pitfall permiten estimar la abundancia-actividad, considerando que la abundancia refleja las actividades de los artrópodos. Esto las hace útiles en estudios sobre la biodiversidad de la fauna del suelo en diferentes entornos, ya sean naturales o agrícolas (Droz et al., 2020).

Figura 10

Ubicación de trampas Pitfall



2.7.2 Embudo Berlese-Tullgren

Las trampas Berlese-Tullgren son utilizadas para la extracción de la meso fauna activa de las muestras de suelo u hojarasca. Consiste en que los organismos del suelo responden a la reducción de humedad que es causada por el aumento de temperatura en el suelo, esto hará que los organismos migren hacia abajo y caigan a un recipiente que previamente se colocó alcohol a 70% hasta la mitad del mismo, que está fijado al embudo (Lavelle et al., 2016).

Figura 11

Instalación de embudos Berlese



2.7.3 Monolitos

Comprender la vida biológica del suelo para la salud de los ecosistemas, es por ellos que contabilizar la diversidad y abundancia de macro invertebrados a través de un monolito de suelo nos permite tener un vistazo de la composición de las comunidades en un volumen considerable de suelo. Estos monolitos permiten examinar cómo los invertebrados interactúan dentro del suelo y cómo influyen en el ciclo de los nutrientes (Lavelle et al., 2016).

Figura 12

Elaboración de monolito de suelo



2.8. Marco legal

Esta investigación se vincula directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2, 12, 13 y 15. El ODS 2, "Hambre Cero", se relaciona con el impulso a sistemas agrícolas que preserven la biodiversidad del suelo, lo cual es esencial para mantener la fertilidad y mejorar la producción de alimentos. El ODS 12, "Producción y Consumo Responsables", se refleja en la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, como la reducción del uso de agroquímicos y el fortalecimiento del manejo ecológico del suelo. El ODS 13, "Acción por el Clima", se vincula a través del enfoque en suelos vivos y biodiversos que ayudan a mitigar los efectos del cambio climático. Finalmente, el ODS 15, "Vida de Ecosistemas Terrestres", se manifiesta en la valoración de los invertebrados del suelo como indicadores de salud ambiental y su importancia en la conservación y recuperación de agroecosistemas degradados.

La Constitución ecuatoriana otorga un reconocimiento sin precedentes a la naturaleza como sujeto de derechos. En sus artículos 71 al 74, establece que la naturaleza, o *Pachamama*, tiene derecho a que se respete su existencia y los procesos ecológicos esenciales que garantizan su regeneración. Esta disposición incluye la conservación del suelo y los organismos que lo habitan, como los macro y meso invertebrados, por su papel fundamental en los ciclos vitales del ecosistema. Además, el artículo 281 promueve la soberanía alimentaria mediante el incentivo de prácticas agrícolas sostenibles que aseguren la biodiversidad y el uso responsable de los recursos naturales.

La Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria fomenta la implementación de sistemas de producción agroecológicos, resaltando la importancia de la biodiversidad para garantizar una agricultura sostenible. Este cuerpo legal destaca el rol de la investigación y la conservación de especies relacionadas con los agroecosistemas, como los invertebrados del suelo, para mejorar la fertilidad y productividad agrícola de manera sostenible.

CAPÍTULO III

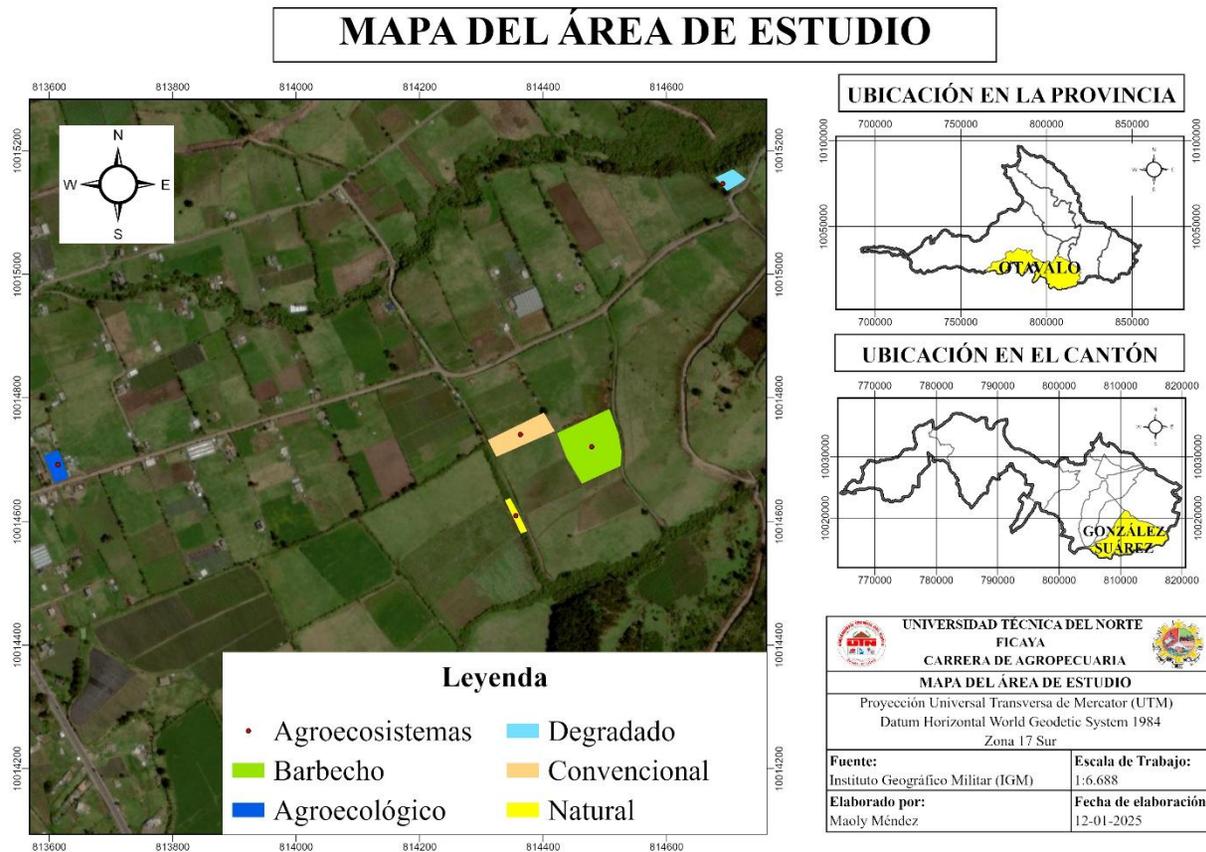
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se realizó en San Francisco de Cajas, que se encuentra ubicada en la parroquia de Gonzáles Suárez, cantón Otavalo en la provincia de Imbabura. Se encuentra a una altitud de 2694 m.s.n.m. con una latitud de 00°31'13" N y una longitud de 78°-25'-0" O, la temperatura varía entre 17 °C a 20 °C y la precipitación anual es de 1784 mm.

Figura 13

Mapa de ubicación del área de estudio



3.2. Materiales

A continuación, se describe en la Tabla 1 los diferentes materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.

Tabla 1*Materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Tarrinas desechables con tapa(1L)	Estereoscopio	Alcohol 70%	Pinzas entomológicas
Palos de pinchos	Celular	Detergente	Bandejas plásticas
Frascos de Vidrio	Computadora		Cajas Petri
Cinta de marcaje	Computador		Pala jardinera
Galones de agua desechable			Cuadro de 20x20cm
Cinta adhesiva			
Bombillas de luz			
Malla de 2mm			
Bolsas de plástico			
Libro de campo			

3.3. Métodos

La investigación experimental es de tipo descriptiva y cualitativa, con la que se buscó evaluar la diversidad y abundancia de los grupos funcionales de macro y meso invertebrados presentes en las parcelas agroecológicas en San Francisco de Cajas provincia de Imbabura.

3.3.1 Población y muestra

La comunidad de San Francisco de Cajas tiene una extensión territorial de 190 hectáreas, donde residen aproximadamente 110 familias. La población se dedica principalmente a actividades económicas como la agricultura, ganadería y el comercio (Inlago, 2016). Se identificó cinco agroecosistemas que corresponden a un agroecosistema agroecológico, un convencional, un barbecho, un ecosistema natural y un ecosistema degradado. Para la selección de estos agroecosistemas se consideraron criterios como el tipo de manejo, el estado del uso del suelo y las prácticas agrícolas.

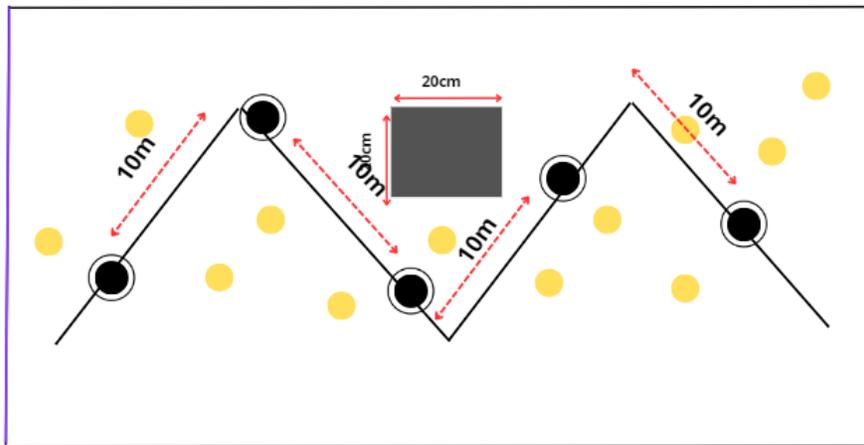
3.3.2 Unidad muestral

Se evaluaron cinco agroecosistemas en la comunidad de San Francisco de Cajas, donde en cada parcela de interés se implementó un transecto en zigzag. Para realizar el muestreo de invertebrados se establecieron tres técnicas de muestreo: trampas Pitfall, embudos Berlese y monolitos de suelo.

En la Figura 14, la línea en zigzag muestra un transecto descrito dentro de la parcela, donde los círculos con centro negro son las trampas Pitfall, los círculos amarillos son los sitios de muestreo para los embudos Berlese-Tullgren y el cuadrado es el sitio donde se estableció el monolito.

Figura 14

Unidad muestral de la investigación



3.3.3 Análisis estadístico

Los análisis se basaron en estadística descriptiva, con medidas, errores estándares, se realizaron gráficas de los agroecosistemas con respecto al número de insectos, familias y órdenes.

3.4. Variables evaluadas

Para la evaluación de la salud del suelo, se consideraron variables como indicadores de las prácticas de manejo, número de artrópodos, número de anélidos y los grupos funcionales que permiten analizar su calidad y funcionalidad.

3.4.1 Indicadores de las prácticas de manejo

A través de una encuesta realizada en la herramienta KoBoToolbox se caracterizaron las prácticas de manejo en los distintos agroecosistemas. Esta encuesta se la realizó a cinco agricultores propietarios de las parcelas de la comunidad San Francisco de Cajas, la cual abarcó preguntas sobre el conocimiento de plagas, agrobiodiversidad, el tipo de cultivos sembrados, manejo de hábitats, rotación de cultivos y aplicación de agroquímicos (Anexo 1).

3.4.2 Número de artrópodos

En cada parcela se colocó cinco trampas Pitfall distribuidas en zigzag cada diez metros, permanecieron activas durante 48 horas. Además, se tomaron 12 sub muestras de suelo a una profundidad de 10 cm para colocarlas en los embudos Berlese-Tullgren, durante 72 horas. Por otro lado, se utilizó un monolito de 20x20cm distribuidos en cada parcela (Lavelle et al., 2016).

Los artrópodos obtenidos por cada trampa fueron colocados en una caja Petri para luego identificarlos y clasificarlos bajo un estereoscopio con un aumento de 40X si es necesario. La identificación se realizó hasta el nivel de familia en el laboratorio de entomología de la Granja Experimental “La Paradera”, utilizando el libro de Estudio de Insectos de Charles y Norman.

La colecta de los artrópodos se realizó en diferentes agroecosistemas: agroecológico, convencional, barbecho, ecosistema natural y ecosistema degradado en la época de invierno (enero).

3.4.3 Número de anélidos

El número de anélidos fueron evaluadas mediante el uso de un monolito de 20x20x20 cm en cada agroecosistema. Para la extracción del monolito, se delimitó un área del cuadrante y se aisló cortando alrededor y se extrajo cuidadosamente. Luego, se dejó caer desde un metro sobre un plástico para desintegrarlo. Las lombrices se contaron manualmente durante cinco minutos, se clasificaron, fotografiaron y devolvieron al suelo para su identificación posterior (Lavelle et al., 2016). Además, la evaluación de cantidad de lombrices se realizó en la época de invierno (enero).

3.4.4 Grupos Funcionales

Se identificó la diversidad funcional de cada familia encontrada en los diferentes agroecosistemas (agroecológico, convencional, barbecho, natural y degradado) con los roles ecológicos que tiene cada una, basándose en las funciones que cumplen en el ecosistema. Esta clasificación nos permitió estudiar la biodiversidad desde un enfoque funcional dentro de los diferentes agroecosistemas (Escobar et al., 2022).

3.5. Manejo específico del estudio

Se detalla a continuación el procedimiento seguido en el estudio, describiendo cada etapa del manejo aplicado.

2.1.1 Selección e identificación de agroecosistemas

Para la selección de los agroecosistemas se realizó un recorrido por la comunidad. Se realizó la encuesta de las a propietarios de la parcela con el objetivo identificar cinco agroecosistemas (agroecológico, convencional, barbecho, ecosistema natural y ecosistema degradado).

El agroecosistema agroecológico fue seleccionado por su enfoque en las prácticas agrícolas sostenibles, como el uso de abonos orgánicos y rotación de cultivos. Se caracteriza por tener una diversidad de especies, incluyendo hortalizas, árboles ornamentales, barreras florales y cultivos como maíz, frejol y papas, con un área de 1 180.2 m². Enfocándose en cuidar el suelo y aprovechar eficientemente los recursos.

Figura 15

Agroecosistema agroecológico



Por su parte, el agroecosistema convencional con un área de 3 314.2 m², se caracterizó por el uso de agroquímicos (insecticidas, fungicidas) y el uso de monocultivos, típico de sistemas agrícolas intensivos. Su principal cultivo es el haba.

Figura 16

Agroecosistema convencional



Por otro lado, el sistema barbecho, con una extensión de 7 953.2 m², representa tierras en descanso durante diez años, sin actividades agrícola. La vegetación presente en este sistema es kikuyo y pinos.

Figura 17

Agroecosistema barbecho



El agroecosistema natural de 616.4 m², se escogió por su estado de conservación y presencia de flora nativa de la comunidad. En este ecosistema abunda los arbustos y árboles.

Figura 18

Agroecosistema natural



Finalmente, el sistema degradado, con un área de 893.8 m², muestra efectos del uso intensivo del suelo y la falta de prácticas sostenibles. Este sistema se caracterizó por la degradación de la calidad del suelo y su entorno natural.

Figura 19

Agroecosistema degradado



3.5.1 Elaboración de las trampas

A continuación, se describe el proceso de elaboración de monolitos de suelo, trampas pitfall y embudos Berlese, para la captura de organismos del suelo.

3.5.1.1. Monolitos. Para la elaboración del monolito de suelo se necesitó cuatro palos de 20 cm de largo para luego unirlos y formar un cuadrante.

Figura 20

Cuadrante de 20x20 cm



3.5.1.2. Trampas Pitfall. Para la elaboración de este método de muestro se necesitó: tarrinas de un litro con su tapa y palos de pinchos. En cada contenedor se puso una solución de detergente, con una proporción de dos cucharadas en tres litros. Los contenedores se instalan directamente en el suelo y deberá ser enterrados y nivelados a la misma altura del suelo. Por último, las tapas se colocaron las tapas sobre el contenedor para evitar inundaciones el tiempo de lluvias.

Figura 21

Trampa Pitfall



3.5.1.3. Embudos Berlese-Tullgren. En este método lo que se utilizó para su construcción fue galones de agua, malla de dos milímetros y frascos de vidrio. Se cortó la base del galón y luego se pegó con cinta la parte del extremo de la tapa del galón con el vidrio, de esta forma el embudo quedará de manera invertida y la trampa mortal estará en la base. Se coloca la malla de ocho centímetros de diámetro y cinco centímetros de altura, en la parte de la tapa del galón y el frasco de vidrio. Finalmente se instaló las bombillas de luz incandescentes, sobre el extremo superior del embudo construido.

Figura 22

Instalación de embudos Berlese-Tullgren



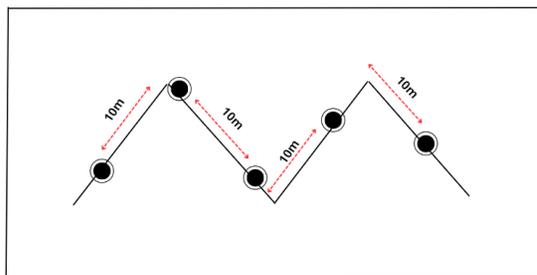
3.5.2 Muestreo y recolección de macro y meso invertebrados

A continuación, se describe el procedimiento realizado para el muestreo y la recolección de las trampas.

3.5.2.1. Trampas Pitfall. En cada agroecosistema se colocó cinco trampas Pitfall, por lo tanto, obtuvimos un total de 25 trampas en todo el muestreo. Los macro invertebrados fueron recolectados después de las 48 horas.

Figura 23

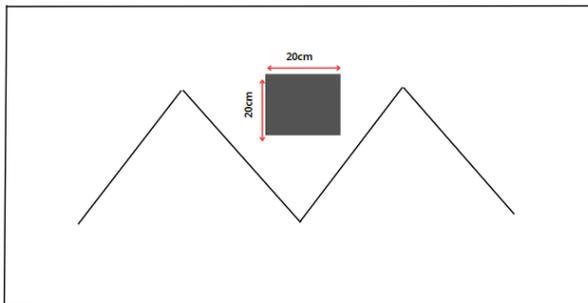
Ubicación de trampas Pitfall por agroecosistema.



3.5.2.2. Monolitos. En cada agroecosistema se realizó un monolito de 20x 20cm. Primero, se marcó la ubicación del monolito con el cuadrante, luego se embolsaron las hojas y hojarascas. A continuación, se aisló el monolito cavando unos centímetros fuera del contorno. Luego se extrajo el monolito del suelo y se dejó caer desde una altura de un metro sobre el plástico. Cuando el monolito se desintegro, se contó manualmente las lombrices durante cinco minutos.

Figura 24

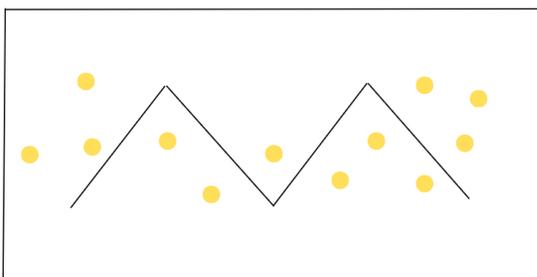
Ubicación de monolitos en la parcela.



3.5.2.3. Embudos Berlese-Tullgren. Se tomo 12 sub-muestras y se juntaron para hacer una muestra por cada agroecosistema, se obtuvo cinco embudos en todo el muestreo. Las submuestras fueron tomadas retirando y almacenando el primer centímetro de suelo (hojarascas) y a una profundidad de hasta diez centímetros. En el laboratorio, se coloca cada muestra (de 800 g de suelo) en un embudo separado. El frasco con alcohol de cada embudo fue etiquetado para su posterior identificación. Las trampas estuvieron activas por un periodo de 72 horas.

Figura 25

Ubicación de las submuestras de suelo para el embudo Berlese



3.5.3 Conteo, identificación y clasificación de especímenes encontrados

La identificación de macro y meso invertebrados encontrados en las parcelas se realizó en el laboratorio de entomología en la Granja la experimental La Pradera UTN. La identificación del material recolectado se realizó hasta nivel de familia de acuerdo a sus características morfológicas y taxonómicas (Ramírez et al., 2019). Con ayuda del libro titulado Introducción al estudio de los insectos, donde los autores proporcionan información actualizada sobre la taxonomía de los insectos (Charles y Norman, 2005).

Figura 26

Conteo e identificación de insectos



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describe los resultados de cada una de las variables obtenidas en la investigación que se llevó a cabo en los diferentes agroecosistemas de San Francisco de Cajas cantón Otavalo.

4.1. Indicadores de prácticas de manejo por agroecosistema

En la Tabla 2 se muestra las características productivas y ecológicas de cada agroecosistema evaluado.

Tabla 2

Comparación de diferentes agroecosistemas según características productivas y ecológicas

Parámetro	Agroecológico	Convencional	Barbecho	Natural	Degradado
Área (m ²)	1 180,2	3 314,4	7 953,2	616,4	893,8
Biodiversidad	Hortalizas, ornamentales, arboles de tilo, barreras florales, maíz, frejol, habas, papas.	Presencia de un árbol (Pino), habas.	Presencia de árboles (Pino) y kikuyo	Flora nativa de la comunidad (abundancia de arbustos y árboles)	Na
Tiempo de producción	Un año	Tres años	Diez años en descanso	No aplica	No aplica
Prácticas agrícolas	Uso de abonos orgánicos (compost, estiércol de animales)	Uso de agroquímicos (funguicidas, insecticidas)	No aplica	No aplica	No aplica
Preparación de suelo	Para el establecimiento del agroecosistema utilizaron maquinaria pesada. Pero para ya el manejo del cultivo solo utilizan azadón y trabajan de manera manual	Tractor (arada, rastrada y guachada)	No aplica	No aplica	No aplica
Método del cultivo	Asociación de cultivos y rotación de cultivos	Monocultivo	No aplica	No aplica	No aplica
Cultivos principales	Hortalizas, Maíz, Frejol, Habas, papas	Habas	No aplica	No aplica	No aplica
Cultivos sembrados anteriormente	Hortalizas	Papa	Cebada	No aplica	Bosque nativo
Sistemas de riego	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Manejo de residuos	Reincorporación al terreno	Quema de residuos	No aplica	No aplica	No aplica

4.1.1 Descripción del agroecosistema agroecológico evaluado

El agroecosistema agroecológico anteriormente fue un terreno donde hacían pastoreo de ganado vacuno (tres años), este lote fue donado para el grupo de mujeres Chakra Sisa. Para el establecimiento de este agroecosistema se utilizó un retroexcavadora para remover las piedras y el suelo. En este sistema, el manejo del suelo se realiza mediante la incorporación de abonos orgánicos, como el compost y estiércol animal, que son aplicados en el suelo directamente antes de la siembra. Además, se observa una alta biodiversidad, destacándose cultivos como hortalizas (zanahoria, col, brócoli, espinaca, cebolla larga, remolacha y lechuga), ornamentales, maíz, frejol, habas, papas, barreras florales y arboles de tilo. Finalmente, las prácticas agrícolas incluyen técnicas como asociación y rotación de cultivos.

4.1.2 Descripción del agroecosistema convencional evaluado

Este agroecosistema tiene un manejo de suelo que se caracteriza por el uso de técnicas intensivos, como la quema de residuos, que facilita la limpieza del terreno para las siguientes siembras. Los cultivos principales (haba) se producen bajo un esquema de monocultivo. Asimismo, la preparación del terreno se lleva a cabo con el uso de tractores (arada y rastra). Este sistema también incorpora productos químicos como insecticidas y fungicidas que son aplicados para proteger los cultivos de plagas y enfermedades.

4.1.3 Descripción del agroecosistema barbecho evaluado

El sistema barbecho se caracteriza por un manejo de suelo que consiste en mantenerlo sin cultivos, es decir en descanso, en este caso diez años. Durante este tiempo, la biodiversidad del área está representada por especies como pino y kikuyo. A diferencia de otros sistemas, no se lleva a cabo la preparación del suelo, ya que el terreno está en reposo. De igual manera, no se implementan prácticas agrícolas.

4.1.4 Descripción del agroecosistema natural evaluado

Este agroecosistema no realiza actividades de manejo del suelo, lo que permite que se mantenga en su estado original. La biodiversidad que se encuentra en esta área está conformada de flora nativa y abundancia de árboles, que son características propias de este entorno. Es importante mencionar que esta área corresponde a vegetación secundaria, ya que se trata de la limitación de

un terreno privado. Cabe destacar que no se realizan labores de preparación del terreno, ya que este sistema se desarrolla sin intervención humana. Además, no se aplican prácticas agrícolas.

4.1.5 Descripción agroecosistema degradado evaluado

El sistema degradado se encuentra en un estado de abandono, donde no se lleva a cabo un manejo de suelo adecuado. De igual forma, no se realizan labores culturales de preparación del terreno ni se aplican prácticas agrícolas. Este sistema no presenta cobertura vegetal ya que fue expuesto a una excavación que ha eliminado la vegetación. Esta área antes era parte del bosque de la localidad.

4.2. Número de artrópodos identificados por agroecosistema

En los resultados de monitoreo con los diferentes tipos de muestreo se encontraron 15 791 especímenes en las trampas pitfall con diez órdenes, 284 especímenes en los embudos Berlese con 15 órdenes y en los monolitos de suelo se identificaron ocho especímenes con dos órdenes.

4.2.1 Especímenes capturados por las trampas Pitfall

Se contabilizaron un total de 15 791 especímenes, distribuidos en los cinco agroecosistemas evaluados (agroecológico, barbecho, convencional, degradado y natural). El agroecológico presentó la mayor cantidad de especímenes con un total de 8 340, seguido por el convencional donde se obtuvo 3 753, el barbecho ocupa el tercer lugar con 3 067, en cuarto lugar, está el degradado con 390 en total y por último el natural obtuvo la menor cantidad de individuos con solamente 241 especímenes.

En términos de diversidad de órdenes, el agroecológico presentó la mayor diversidad de órdenes, con un total de diez, superando al convencional, que contó con ocho órdenes. Por otro lado, los agroecosistemas barbecho, degradado y natural mostraron menor diversidad con solamente siete órdenes cada uno. Con respecto a los órdenes presentes en este muestreo, el orden Collembola fue el más numeroso en todos los agroecosistemas estudiados, aunque se observaron diferencias en la cantidad de especímenes entre ellos.

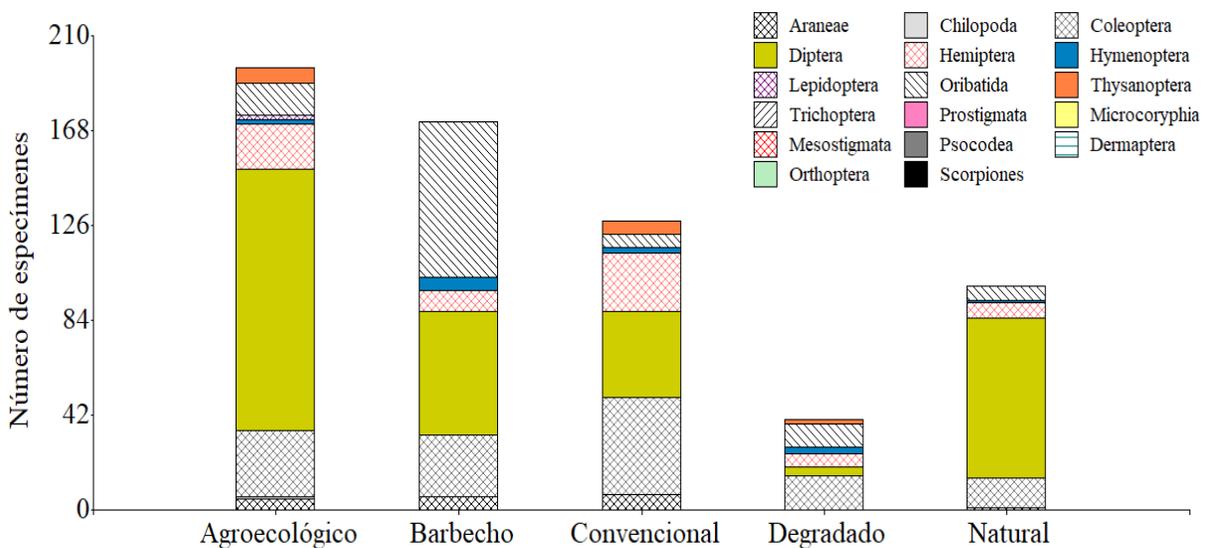
El agroecosistema agroecológico con 8 144 especímenes, convencional con 3 625 especímenes, barbecho con 2 895 especímenes, degradado con 320 especímenes y natural con 142 especímenes. Por lo que, Collembola es el orden que infiere entre los agroecosistemas.

En este contexto, la Figura 27 muestra que los órdenes Diptera, Coleoptera y Hemiptera se encuentran también entre los más abundantes en el diferente agroecosistema.

Además del orden Collembola, en el agroecosistema agroecológico, los órdenes más abundantes son Diptera, Coleoptera, y Hemiptera con 116, 29 y 20 individuos respectivamente, mientras que los demás órdenes presentan menos de 14 individuos. El convencional posee los órdenes, Coleoptera con 43, y Diptera con 38 especímenes y Hemiptera con 26 especímenes como los más numerosos. Así mismo, los demás órdenes tuvieron menos de siete individuos. En el ecosistema de barbecho presentó que el orden Oribatida registró un promedio de especímenes de 69, seguido por Diptera con 55 especímenes y Coleoptera con 27 especímenes, mientras que los demás órdenes tuvieron menos de diez especímenes dentro de ellos. Por otro lado, el agroecosistema degradado muestra que el orden Coleoptera (15) y Oribatida (10) son los más abundantes, siendo que los demás órdenes que tienen menos de seis especímenes. Finalmente, en el agroecosistema natural, el orden Diptera lidera con 71 especímenes, seguido por Coleoptera (13), mientras que los demás órdenes poseen menos de siete individuos.

Figura 27

Número de especímenes por orden dentro de cada agroecosistema

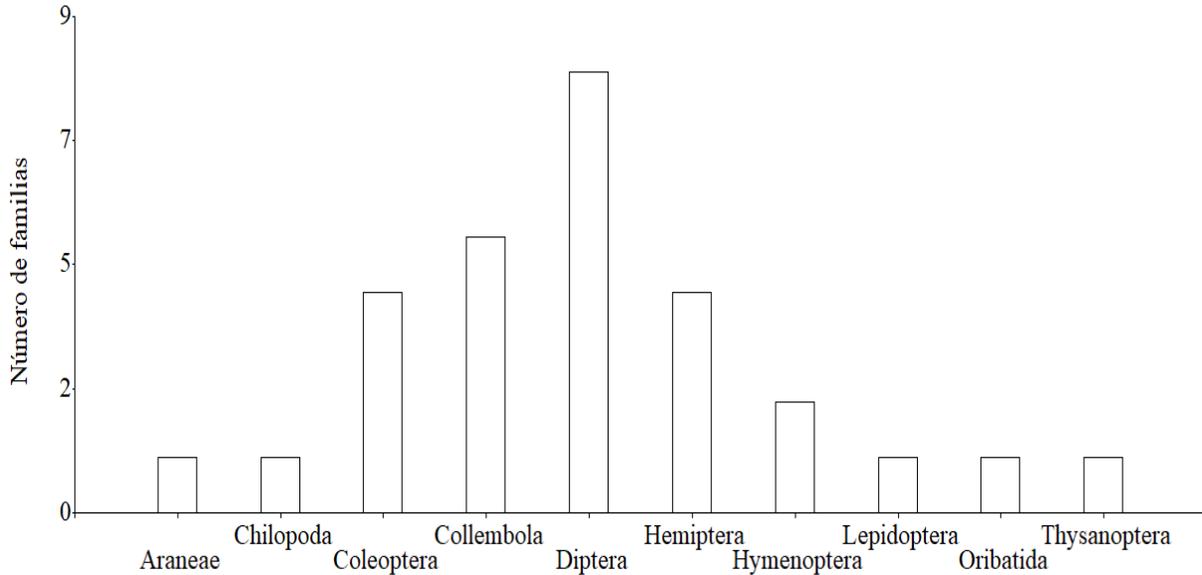


Por otro lado, en esta investigación se registraron 28 familias. El orden con mayor número de familias es el Diptera que representa un 29% del total de familias presentes en la localidad. En

segundo lugar, se encuentra el orden Collembola, que representa el 18% de las familias. Coleoptera y Hemiptera están presentes cada uno con un 14 %, Hymenoptera con un 7%. Finalmente, los órdenes Araneae, Chilopoda, Lepidoptera, Oribatida y Thysanoptera tienen una presencia más baja, cada uno de un 4% (Figura 28).

Figura 28

Número de familias dentro de cada orden

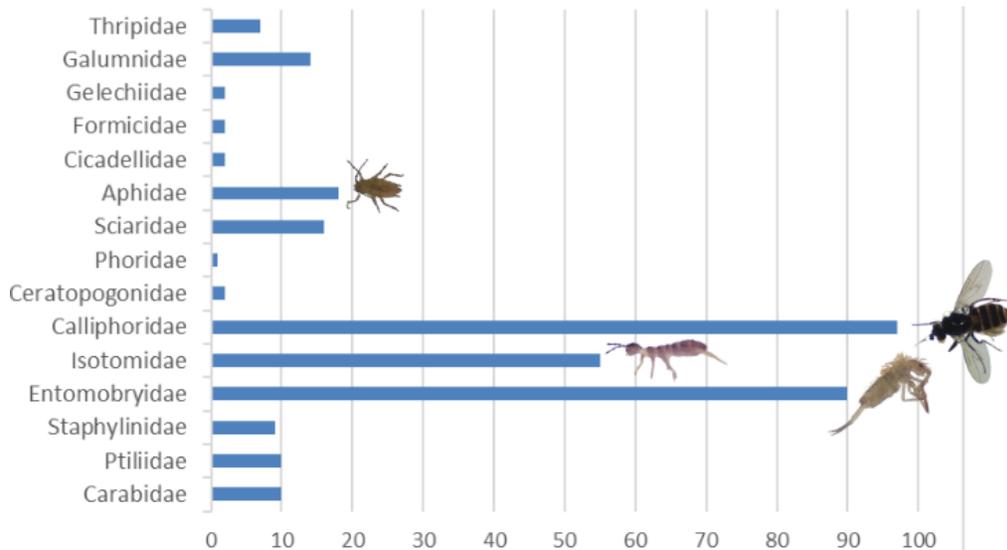


En la Tabla 3 se puede observar el número de familias por orden en cada agroecosistema. En el agroecosistema agroecológico se obtuvieron 19 familias, siendo este el que posee mayor diversidad, seguido por el natural donde se encontraron 18 familias. Sin embargo, los agroecosistemas barbecho y degradado presentaron el mismo número de familias (17). Por último, el agroecosistema convencional obtuvo una menor diversidad con 14 familias. Los órdenes Collembola, Coleoptera y Diptera presentaron una mayor cantidad de familias en el agroecosistema agroecológico, convencional, degradado y barbecho. Al contrario, los órdenes Diptera y Hemiptera son los que poseen un mayor número de familias dentro del agroecosistema degradado.

Tabla 3*Número de familias dentro de los diferentes agroecosistemas mediante Trampas Pitfall*

Orden	Agroecológico	Convencional	Barbecho	Degradado	Natural
Araneae	1	1	1	-	1
Chilopoda	1	-	-	-	-
Coleoptera	3	3	4	3	3
Collembola	4	4	5	5	3
Diptera	4	2	2	3	5
Hemiptera	2	1	2	2	4
Hymenoptera	1	1	2	2	1
Lepidoptera	1	-	-	-	-
Oribatida	1	1	1	1	1
Thysanoptera	1	1	-	1	-

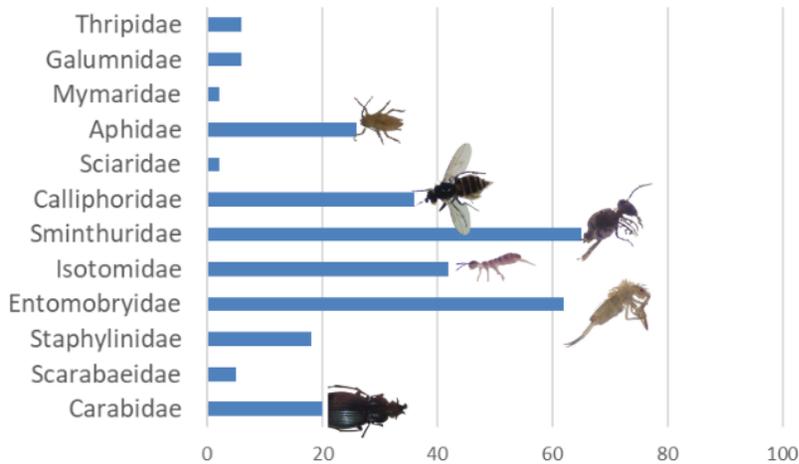
Con respecto al número de familias presentes en ellos diferentes agroecosistemas, la familia Onychiuridae domina el agroecosistema agroecológico con 6 041 especímenes, seguido por la familia Sminthuridae con 1 958 individuos respectivamente. Además de las familias antes mencionadas en la Figura 29 se puede observar que Calliphoridae también fue la familia más abundante con 97 individuos, seguido por Entomobryidae con 90 individuos e Isotomidae tienen 55 individuos, mientras que los demás ordenes tiene menos de 20 individuos dentro de ellos.

Figura 29*Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema agroecológico*

Por otro lado, el agroecosistema convencional posee también la familia Onychiuridae con 3 456 individuos seguido por Sminthuridae (65), Entomobryidae (62) e Isotomidae (42). Siendo las demás familias que poseen menos de 35 individuos, ver Figura 30.

Figura 30

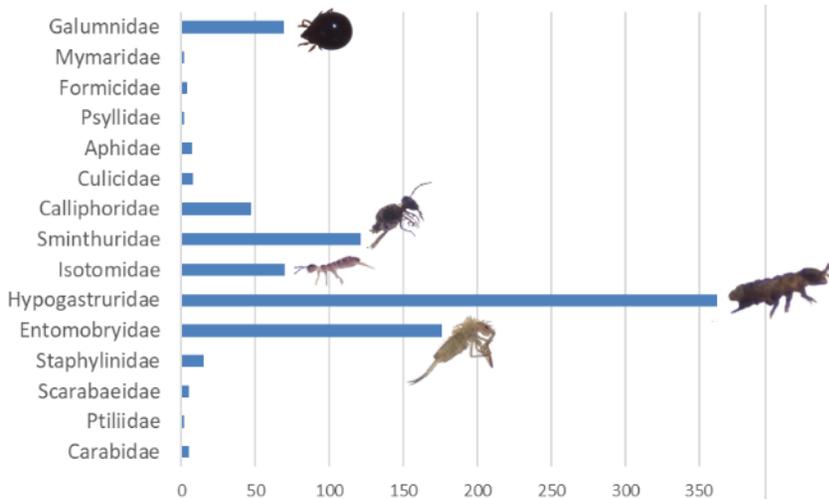
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema convencional



Así mismo en el ecosistema barbecho la familia más numerosa es Onychiuridae con 2 160 individuos seguido por la familia Hypogastruridae destaca con 362 individuos, Entomobryidae con 176, Sminthuridae con 121, Isotomidae y Galumnidae con aproximadamente 70 individuos cada una (Figura 31).

Figura 31

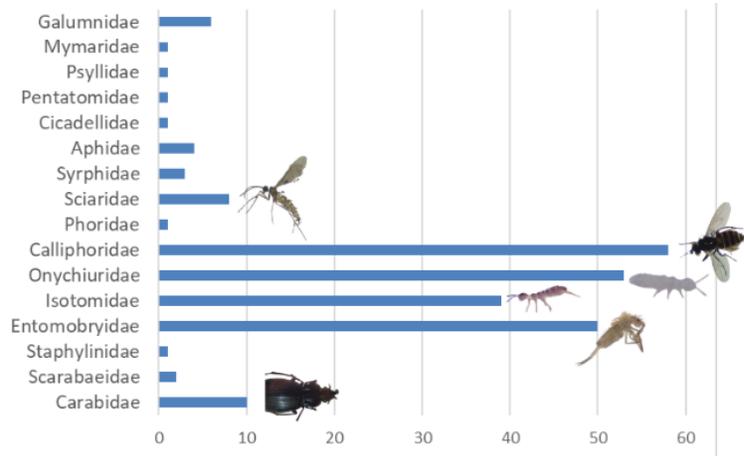
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema barbecho



Al contrario, la familia Calliphoridae que con 58, Onychiuridae con 53, Entomobryidae con 50, Isotomidae con 39 especímenes son las que dominan en el agroecosistema natural, mientras que las demás familias tienen menos de diez individuos como se muestra en la Figura 32

Figura 32

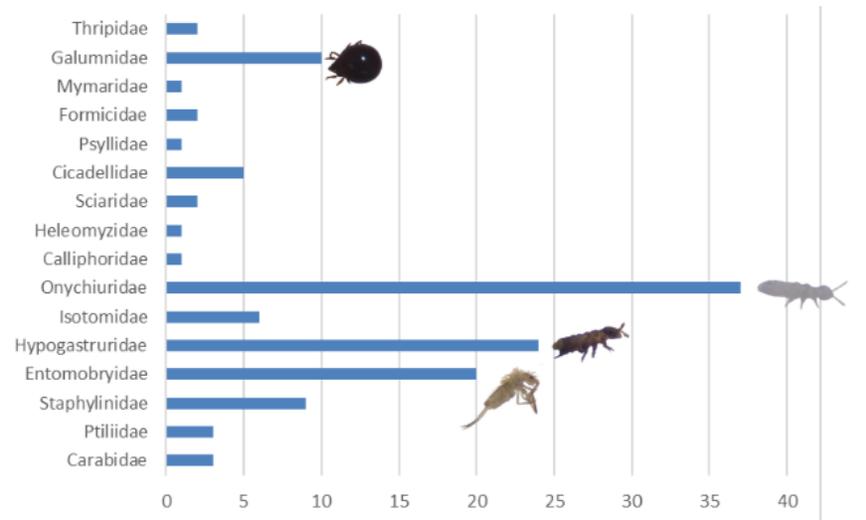
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema natural



La familia Sminthuridae domina con 263 individuos en el sistema degradado. También las familias con más de 20 individuos son: Onychiuridae, Hypogastruridae y Entomobryidae. Asimismo, las demás familias poseen menos de diez individuos, ver Figura 33

Figura 33

Número de especímenes por familias presentes en el Agroecosistema degradado



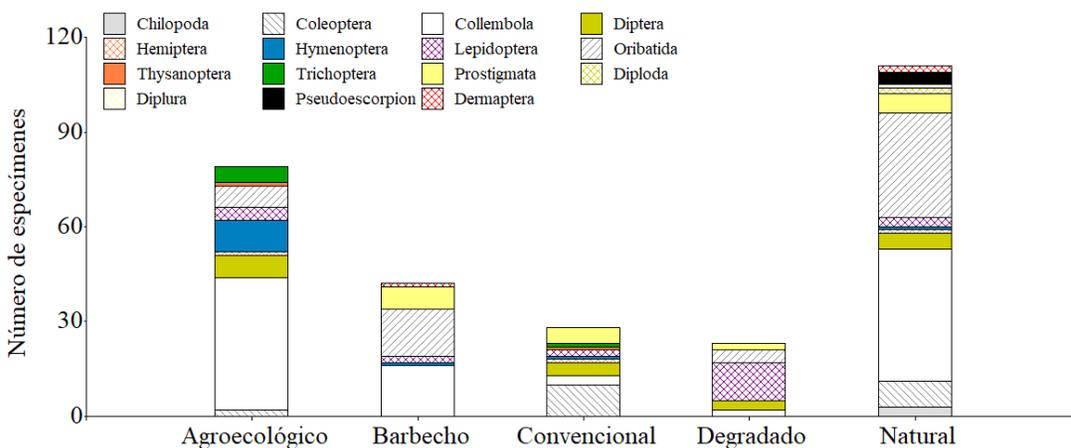
4.2.2 Especímenes capturados por los embudos Berlese

Por otro lado, en la técnica de Embudos Berlese se contabilizó un total de 284 especímenes, distribuidos en los cinco agroecosistemas evaluados (agroecológico, barbecho, convencional, degradado y natural). El agroecosistema natural presentó la mayor cantidad de especímenes con un total de 111, distribuidos en 13 órdenes, seguido por el agroecológico donde se contabilizó 80 individuos con nueve órdenes, el barbecho ocupa el tercer lugar con un total 42 especímenes y seis órdenes, en cuarto lugar, está el convencional con 28 especímenes con nueve órdenes. Por último, el degradado obtuvo la menor cantidad de especímenes con solamente 23 y cinco órdenes.

En la Figura 30 se observa que, en el sistema el natural los órdenes más relevantes son Collembola (42) y Oribatida (33), mientras que los demás órdenes presentan menos de 8 especímenes. El agroecológico también posee como orden más numeroso el orden Collembola con 42, seguido por Hymenoptera (10). Así mismo, los órdenes Collembola y Oribatida (15), siguen siendo dominantes dentro del barbecho. Al contrario, el convencional muestra que el orden Coleoptera (10) como el más abundante y Prostigmata (5), mostrando así que los demás órdenes tienen menos de cuatro especímenes. El agroecosistema degradado presenta la menor diversidad de órdenes, el orden Lepidóptera lidera con 12 especímenes. Oribatida, Collembola, Diptera y Prostigmata tuvieron menos de tres especímenes.

Figura 34

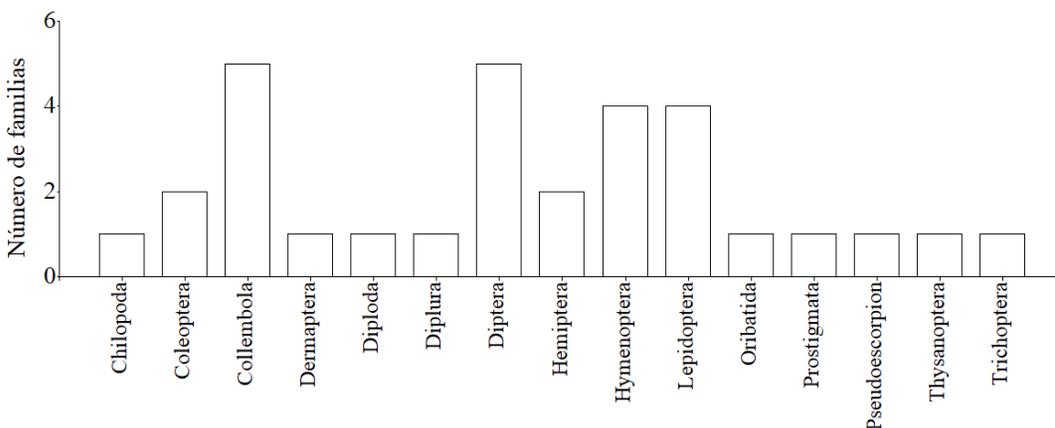
Número de especímenes por orden dentro de los diferentes agroecosistemas



Con respecto al número de familias, se registraron 32 familias en este tipo de muestreo. El orden con mayor número de familias es el Diptera que representa un 18.76% del total de familias presentes en la localidad. En segundo lugar, se encuentra el orden Collembola, que representa el 15.63 % de las familias. Hymenoptera y Lepidoptera están presentes cada uno con un 12.50 %, Hemiptera y Coleoptera con un 6.25 % cada uno. Así mismo los demás ordenes tienen una presencia más baja, cada uno de un 3.13 %, ver Figura 31.

Figura 35

Número de familias dentro de cada orden



Por otro lado, en la Tabla 4 se observa el número de familia por orden en los diferentes agroecosistemas. En el agroecosistema natural se obtuvo 18 familias, siendo este el que posee mayor diversidad de familias, seguido por el agroecológico donde se encontraron 17 familias. Sin embargo, el agroecosistema convencional presento 11 familias. Por último, los agroecosistemas Barbecho y degradado tuvieron menos de nueve familias siendo estos los agroecosistemas con menor diversidad.

El orden Collembola presentó una mayor cantidad de familias (5) en el agroecosistema agroecológico, seguido por el orden Hymenoptera que tuvo tres familias, mientras que los demás órdenes tuvieron entre dos y una familia. Dentro del agroecosistema convencional los órdenes Diptera y Lepidoptera tuvieron dos familias, siendo los demás ordenes lo que poseen solamente una familia. Así mismo, el barbecho también tiene al orden Collembola tuvo más familias (4), mientras que los demás solamente una. Por otra parte, en el degradado, el orden Lepidoptera

destacó con tres familias. Por último, el orden Collembola y Diptera tuvieron tres familias, destacando en el sistema natural.

Tabla 4

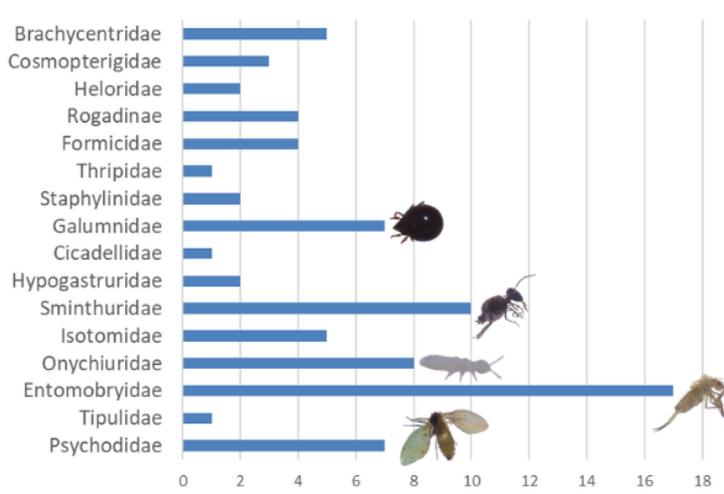
Número de especímenes por familia dentro de los diferentes agroecosistemas

Orden	Agroecológico	Convencional	Barbecho	Degradado	Natural
Chilopoda	-	-	-	-	1
Coleoptera	1	1	-	-	2
Collembola	5	1	4	1	3
Dermaptera	-	-	1	-	1
Diplopoda	-	-	-	-	1
Diplura	-	-	-	-	1
Diptera	2	2	-	1	3
Hemiptera	1	1	-	-	1
Hymenoptera	3	1	1	-	1
Lepidoptera	2	2	1	3	1
Oribatida	1	-	1	1	1
Prostigmata	-	1	1	1	1
Pseudoescorpiones	-	-	-	-	1
Thysanoptera	1	1	-	-	-
Trichoptera	1	1	-	-	-

En la Figura 36 observamos la distribución de las familias en la parcela agroecológica, las familias que predominan son Entomobryidae y Sminthuridae con 17 y 10 individuos respectivamente. Seguido por Onychiuridae (8) y Galumnidae (7). Mientras que las demás familias presentan menos de cinco individuos.

Figura 36

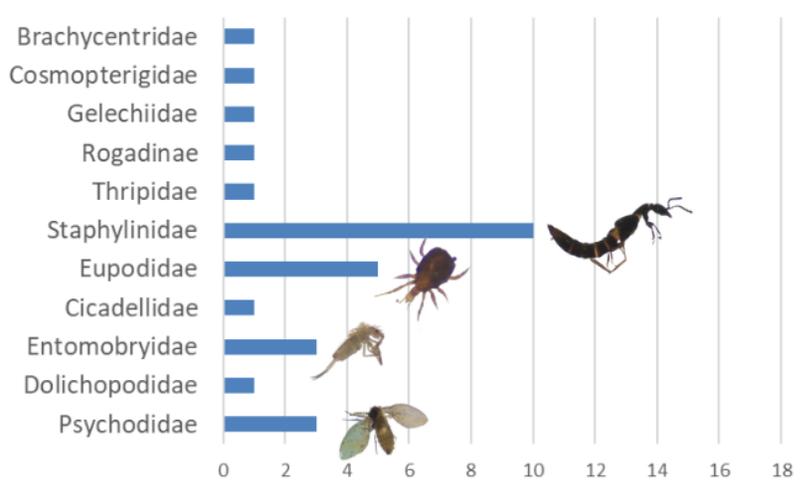
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema agroecológico



Por otro lado, en el sistema convencional los Staphylinidae destacan con diez individuos, Eupodidae con cinco, Entomobryidae y Psychodidae con tres individuos cada uno, ver Figura 37

Figura 37

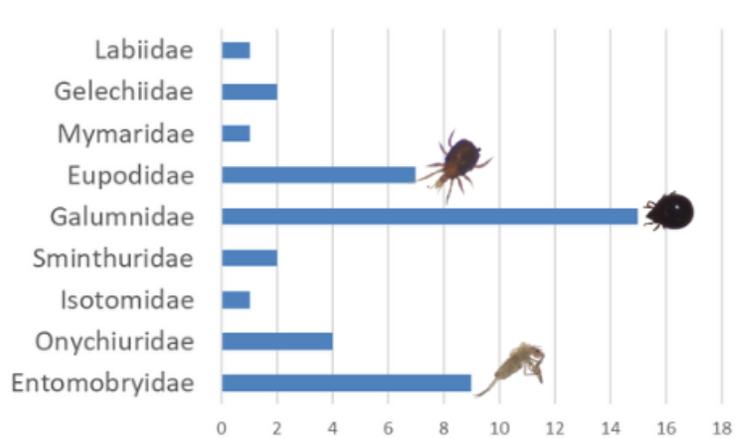
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema convencional



Por el contrario, en la Figura 38 se observa que en el barbecho la familia Galumnidae (15) fue el más numerosos. Seguido por Entomobryidae y Eupodidae con nueve y siete individuos respectivamente.

Figura 38

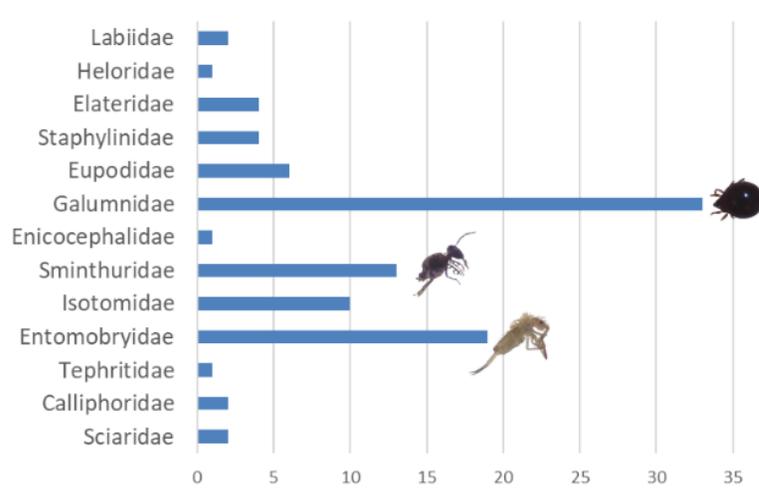
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema barbecho



El agroecosistema Natural tiene una alta presencia de los Galumnidae con 33 individuos, Entomobryidae con alrededor de unos 19 individuos. Siendo las demás familias las que poseen menos de 15 individuos (Figura 39).

Figura 39

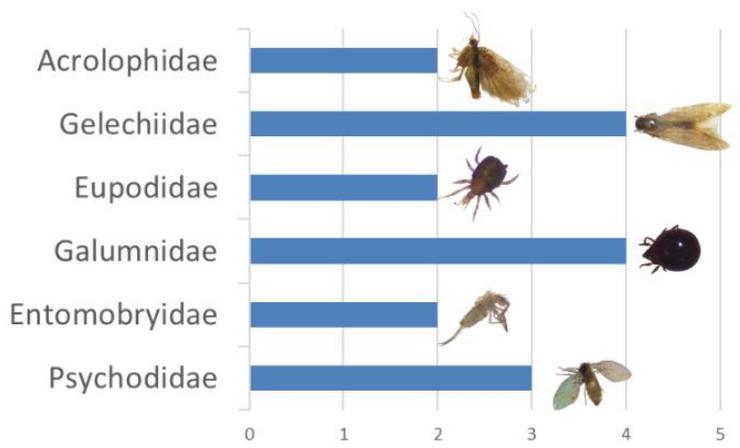
Número de especímenes por familias presentes en el agroecosistema natural



Por último, en el agroecosistema degradado se observó que existe las familias Gelechiidae y Galumnidae con cuatro individuos, seguido por Psychodidae (3). Mientras que las demás familias solamente poseen dos individuos, ver Figura 40.

Figura 40

Número de especímenes por familia presentes en el agroecosistema degradado



4.2.3 Especímenes capturados por los monolitos de suelo

En este método de muestreo se encontraron un total ocho especímenes de artrópodos. Donde todos los agroecosistemas agroecológico, convencional y barbecho tienen la presencia del orden Coleóptera con dos, uno y tres especímenes respectivamente. El orden Chilopoda se presenta en el agroecosistema natural con dos especímenes. Sin embargo, en el degradado no se encontró ningún espécimen, ver Tabla 5.

Tabla 5

Número de especímenes dentro de cada agroecosistema mediante el uso de Monolitos de suelo

Agroecosistema	Orden	Familia	Cantidad
Agroecológico	Coleoptera	Carabidae	2
Convencional	Coleoptera	Carabidae	1
Barbecho	Coleoptera	Carabidae	2
Barbecho	Coleoptera	Scarabaeidae	1
Natural	Chilopoda	No identificado	2
Degradado	-	-	-

4.3. Número de anélidos

Con respecto al número de anélidos, el agroecosistema barbecho tiene una alta abundancia con 12 lombrices, seguido por el agroecológico con 10 individuos. Por otra parte, los agroecosistemas convencional y natural presentan únicamente un solo individuo cada uno. A diferencia del agroecosistema degradado donde no se presentó ningún individuo.

4.4. Grupos funcionales por agroecosistema y tipo de trampa

En la evaluación de la entomofauna en trampas pitfall y embudos Berlese, se logró identificar nueve grupos funcionales (depredador, descomponedor, fitófago, fungívoro, ingeniero del suelo, parasitoide, arquitecto subacuático, polinizador y hematófago) que están distribuidos en los diferentes agroecosistemas.

La Tabla 6 revela cómo los diferentes sistemas agrícolas influyen en la presencia de grupos funcionales. Se observa que los descomponedores y fungívoros son los grupos más numerosos en todos los sistemas, con una marcada disminución en su abundancia en los ecosistemas naturales y degradados. En particular, el sistema agroecológico está asociado con organismos como depredadores, descomponedores, fungívoros, ingenieros del suelo y polinizadores. En contraste con el sistema convencional que están asociados a fitófagos y parasitoides. El barbecho muestra una mayor relación con ingenieros del suelo y parasitoides. El natural presenta una relación fuerte con hematófagos. Mientras que el degrado se asocia más con parasitoide e ingeniero del suelo.

Tabla 6

Abundancia de grupos funcionales en diferentes agroecosistemas, trampas pitfall

Grupos funcionales	Agroecológico	Convencional	Barbecho	Natural	Degradado
Depredador	52	38	27	27	3
Descomponedor	4 482	1 745	2 845	106	248
Fitófago	27	32	9	5	4
Fungívoro	3 738	2 914	1 150	65	127
Ingeniero del suelo	2	-	3	-	1
Parasitoide	-	2	3	1	1
Polinizador	28	15	16	11	5
Hematófago	11	7	16	26	1

La Tabla 7 Se observa que los descomponedores son el grupo más numeroso en todos los sistemas a elección del sistema degradado. El agroecosistema agroecológico está asociado principalmente con grupos funcionales como fungívoros, ingenieros del suelo, parasitoides y arquitectos subacuáticos. El convencional tiene una mayor relación con depredadores y arquitectos subacuático De manera similar, el agroecosistema barbecho se relacionan con depredadores. Por otro lado, el agroecosistema natural depredador y descomponedor. Finalmente, el sistema degradado muestra una relación más marcada con los fitófagos.

Tabla 7

Abundancia de grupos funcionales en diferentes agroecosistemas, embudos Berlese

Grupos funcionales	Agroecológico	Convencional	Barbecho	Natural	Degradado
Depredador	3	7	7	22	2
Descomponedor	29	14	20	69	8
Fitófago	6	4	2	3	12
Fungívoro	28	1	12	16	1
Ingeniero del suelo	3	-	-	-	-
Parasitoide	6	1	1	1	-
Arquitecto sub acuático	5	1	-	-	-

4.5. Discusión

Comparando los resultados obtenidos con los diferentes métodos de muestreo, se observó que las trampas pitfall capturaron una mayor cantidad de especímenes, mientras que los embudos Berlese mostraron una mayor diversidad de órdenes y familias. Esta diferencia está relacionada con la funcionalidad de cada método. Las trampas pitfall son particularmente efectivas para recolectar organismos que se mueven activamente en la superficie del suelo, como insectos y otros macroinvertebrados que están en búsqueda de alimento o refugio (Ceballos y Mischis, 2007). Por otro lado, los embudos Berlese están diseñados para extraer organismos que habitan en la parte inferior del suelo y la hojarasca. Es por ello que, la mayor diversidad observada en los embudos Berlese se debe a que estos permiten capturar una amplia gama de especies, que suelen encontrarse

en microhábitats protegidos en la hojarasca. Estos microhábitats albergan organismos más pequeños y menos móviles (Lavelle et al., 2016).

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Yagual (2024), donde evaluó la entomofauna asociada al cultivo de café en Santa Elena. En su investigación, las trampas pitfall representaron el 72% y 65% de las capturas en dos agroecosistemas de café, lo que resalta su eficacia para recolectar insectos con alta movilidad en la superficie del suelo.

Collembola fue el orden dominante en todos los agroecosistemas. Hallazgos que concuerdan con Castellanos et al. (2021), donde estos encontraron también que el orden Collembola fue en más abundante en su investigación. Esto indica que Collembola es un grupo resiliente que desempeña un papel crucial en la descomposición de materia orgánica, lo que a su vez apoya la salud del suelo y la retención de nutrientes (Mendoza., 2017).

El agroecosistema agroecológico fue el más abundante y diverso, siendo los órdenes Diptera, Coleoptera y Oribatida los que predominan. Este hallazgo puede atribuirse a las condiciones favorables que los sistemas brindan a la fauna edáfica, ya que proporciona un ambiente más diverso y menos perturbado, en comparación con los sistemas convencionales (Nicholls et al., 2015; Sáenz, 2021). Estos resultados son similares al de Tapia et al. (2016), en el cual evaluaron cinco sistemas de usos de suelos, mismo que describe que el sistema agroforestal tuvo mayor abundancia y diversidad de artrópodos (6 924). Sin embargo, los órdenes predominantes fueron Isopoda, Oligochaeta y Isopera.

El agroecosistema convencional a pesar de las perturbaciones tuvo el segundo lugar en la abundancia, esto se debe a que en el área de estudio se observó un pino como barrera natural (Anexo 2), lo que brinda a las Collembolas un hábitat adecuada para su supervivencia. Los árboles sirven como refugios para la fauna, reducen la temperatura del suelo, propician el establecimiento de otras especies, regeneran los nutrientes del suelo (Palacios, 2013).

Por otro lado, el agroecosistema natural muestra una menor abundancia y diversidad, esto se debe a que en esa área existe demasiada abundancia de árboles y arbustos. La presencia de una densa vegetación arbórea y arbustiva puede reducir la penetración de la luz solar, disminuyendo la temperatura del suelo y afectando la actividad de algunos artrópodos. Estudios previos han

demostrado que la densidad y tipo de cobertura vegetal afectan directamente a la composición de la fauna del suelo (Herrero y Zavala, 2015). Tapia et al. (2016) en su investigación también encontró que el sistema bosque fue el menos abundante.

Diptera fue el orden que representa un mayor número de familias con el 29%. Sin embargo, las familias con mayor número de insectos fue Onychiuridae y Sminthuridae. A diferencia de lo reportado por Martínez et al. (2024), quienes encontraron que el orden con mayor diversidad de familias fue Hymenoptera y las familias más abundantes fueron Formicidae y Psyllidae. Esto se debe a que el muestreo se realizó durante un año. Además, las condiciones climáticas son distintas ya que el estudio se realizó en Argentina.

Este estudio reflejó que el sistema agroecológico y barbecho tuvieron una mayor abundancia de lombrices. Coincidiendo con hallazgos de Brito et al. (2006), la cual estudio la diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional, donde la labranza de conservación que posee características similares al sistema agroecológico tuvo también una mayor abundancia de lombrices.

Sin embargo, mientras que Brito et al. (2006) identificaron tres familias de lombrices, en el presente estudio solo se registró una. Esta diferencia podría estar relacionada con las características del muestreo, ya que en este caso se utilizó un monolito de 25 × 25 cm y 30 cm de profundidad, lo que puede haber limitado la detección de una mayor diversidad de familias. Además, el muestreo se realizó en invierno y verano, estaciones que pueden influir en la actividad y distribución de las lombrices debido a variaciones en la humedad y temperatura del suelo.

Se observa que el sistema agroecológico está fuertemente relacionado con grupos funcionales beneficiosos como polinizadores, descomponedores e ingenieros del suelo. Esto coincide con estudios realizados por Altieri y Nicholls (2012), quienes señalan que los sistemas agroecológicos promueven la biodiversidad funcional al implementar prácticas agrícolas sostenibles que mejoran el hábitat y fomentan la presencia de organismos clave.

En contraste, el agroecosistema convencional muestra una mayor cercanía con grupos como los fitófagos y parasitoides. Esto puede estar relacionado con el uso intensivo de agroquímicos, que limitan la presencia de depredadores y favorecen la proliferación de herbívoros y sus parasitoides

(Letourneau et al., 2011). Dichos sistemas tienden a perder estabilidad ecológica debido a la interrupción de los controles biológicos naturales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.6. Conclusiones

De acuerdo con la caracterización descriptiva de los agroecosistemas, se identificó que en el agroecológico se implementan prácticas sostenibles como el uso de abonos orgánicos, la rotación, asociación de cultivos y reincorporación de residuos al suelo. Por el contrario, el convencional se caracterizó por el monocultivo, el uso de agroquímicos y la preparación del suelo con maquinaria. Mientras que, el barbecho presentó un terreno en descanso con cobertura vegetal uniforme y área de pastoreo. Además, en el ecosistema natural predominó la vegetación secundaria con abundante flora nativa y el degradado mostró ausencia de cobertura vegetal natural.

El agroecosistema agroecológico presentó una mayor abundancia y diversidad de especímenes con un total de 8 340, seguido por el convencional con 3 753, barbecho con 3 067, degradado con 390. Además, el agroecosistema natural mostró menor abundancia y diversidad con solamente 241 artrópodos. Los órdenes Collembola y Díptera estuvieron presentes en todos los agroecosistemas. Por otro lado, las familias Sminthuridae y Onychiuridae pertenecientes al orden Collembola dominaron los agroecosistemas evaluados en la comunidad de San Francisco de Cajas. Sin embargo, el agroecosistema barbecho mostró mayor abundancia de anélidos, con un total de 12 lombrices.

El estudio permitió identificar y caracterizar la entomofauna presente en distintos agroecosistemas, evidenciando la distribución de nueve grupos funcionales: depredador, descomponedor, fitófago, fungívoro, ingeniero del suelo, parasitoide, arquitecto subacuático, polinizador y hematófago.

4.7. Recomendaciones

Se recomienda realizar muestreos adicionales en distintas épocas del año (invierno y verano), ya que las poblaciones de invertebrados pueden variar significativamente según las estaciones, las condiciones climáticas y las actividades agrícolas.

Además, identificar las especies de los grupos más abundantes, de este modo se podrá obtener una visión más completa de la diversidad de grupos funcionales y entender mejor cómo estos responden a cambios estacionales y a las características de los agroecosistemas.

REFERENCIAS

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2012). Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. *ResearchGate*, 1-29. 10.1007/978-94-007-5449-2_1
- Ashworth, L., Quesada, M., Casas, A. y Aguilar, R. (2009). Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142(5), 1050-1057. 10.1016/j.biocon.2009.01.016
- Álvarez, K. y Ramos, H. (2024). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los suelos y mesofauna afectados por los incendios en los ecosistemas hebrazal del páramo Navag, cantón Colta* [Tesis de Pregrado, Escuela superior Politécnica del Chimborazo] Repositorio Institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12591/1/UPS-QT09836.pdf>
- Baldovino, A., Castellanos, L. y De Mello, R. (2022). Edaphic mesofauna, some studies done: A review. *INGE*, 18(2), 197-208. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.2.2022.16>
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Asociación Española De Ecología Terrestre*, 13(2), 90-97. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572/541>
- Bedoya, L. (2023). *Evaluación de tres géneros de arañas como potenciales bioindicadores en diferentes niveles de intervención en agroecosistemas, convencionales y agroecológicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica del Ecuador] Repositorio Institucional. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b224918a-87be-4a9c-ad3a-1ad21d735fd6/content>
- Bernays, E. (2009). Encyclopedia of insects. *ScienceDirect*, 798-800. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00210-1>
- Brito, H., Espinosa, D., Figueroa, B., Fragoso, C., y Patrón, J. (2006). Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. *Terra latinoamericana*, 24(1), 99-108. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311494012>
- Cartón, A. (2022). Qué son los anélidos: clasificación y ejemplos. *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-anelidos-clasificacion-y-ejemplos-2356.html>

- Castellanos Gonzales, L., Capacho Mogollón, A. y Castellanos Hernández, L. (2021). Abundancia y diversidad de la meso fauna del suelo en seis municipios de Norte de Santander, Colombia. *INGE CUC*, 17 (1). <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.22>
- Ceballos, A. y Mischis, C. (2007). Técnicas de muestreo de Fauna Edáfica para ser usadas en trabajos prácticos de campo. *Revista de Educación en Biología*, 10(2), 42-47. <file:///C:/Users/user32/Downloads/admin,+Journal+manager,+23357-66812-1-CE.pdf>
- CONDESAN. (2024). Ecuador resalta la problemática de degradación de la tierra y sensibiliza la necesidad del manejo sostenible del suelo como recurso esencial de la vida. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-anelidos-clasificacion-y-ejemplos-2356.html>
- Chamorro, Y. (2022). *Estructura de la Macro, Meso y Microfauna del Suelo y su Relación con Parámetros de Calidad del Suelo en Unidades Agrícolas del Norte de Colombia: Implicaciones Ecológicas* [Tesis de Maestría, Universidad de la Costa] Repositorio Institucional CUC. <https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/e9ee3c5e-59b4-4d6e-9228-4018f7662161>
- Charles, A. y Norman, J. (2005). Borror and Delong's Introduction to the Study of Insects, . *THOMSON BROOKS/COLE*
- Crespo, V., Kazakou, E., Roubik, D. W., & Cárdenas, R. E. (2020). The importance of insects on land and in water: A tropical view. *Current Opinion in Insect Science*, 40, 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.05.016>
- Cruz, R., Childe, R., Benamú, M., & De los Santos, P. (2019). Identificación de grupos funcionales de meso y macrofauna edáfica en usos tradicionales del suelo en River—Uruguay. *Congreso Argentino de Agroecología*. https://www.researchgate.net/publication/341201712_Identificacion_de_grupos_funcionales_de_meso_y_macrofauna_edafica_en_usos_tradicionales_del_suelo_en_River_-_Uruguay
- Droz, M., Ramos, J., Benítez, P., Zapata, L. y Díaz, B. (2020). Diseño y desarrollo de un sistema embebido para una trampa pitfall con data logger. *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 580-589. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/113243>

- Escobar, N., Castro, M., Baquero, Y., y Hoyos, D. (2022). Identificación de grupos funcionales de insectos asociados a sistemas de producción de agricultura familiar en la Provincia del Sumapaz, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 26(1), 41–54. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.3>
- Guarderas, P., Trávez, K., Pérez, A., Rosero, C., Ureta, J., Acosta, C., Brueck, S. y Buitrón S. (2024). La conversión de bosques nativos altera la diversidad de la biótica edáfica y la calidad del suelo en paisajes montañosos tropicales del norte de Ecuador. *Siembra*, 11(3). <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/5542>
- Gortaire, R. (2017). Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros y desafíos. *Antropología Cuadernos de Investigación* (17).file:///C:/Users/user32/Downloads/Dialnet-AgroecologiaEnElEcuadorProcesoHistoricoLogrosYDesa-7567032.pdf
- Guardado, W. (2022). *Macrofauna edáfica como indicador clave para identificar elementos de una agricultura y ganadería sostenible* [Tesis de Maestría, Universidad Zamorano] Repositorio Institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/items/6a91371b-5259-4f69-8365-818681c2999>
- Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. y Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Herrero, A. y Zavala, M. (Ed). (2015). *Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/bosques-biodiversidad-frente-al-cc_tcm30-70536.pdf
- Hidrobo, J., Costa, M., Prat, C., Trujillo, G., Moreno, J., y Ortega, C. (2015). *Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte Ecuador*. [Tesis de

- Pregrado, Universidad Central del Ecuador] Repositorio Institucional.
<https://doi.org/10.29166/siembra.v2i1.1444>
- Houben, S. y Brinks, H. (2020). Salud del suelo, Información Práctica. *Best4Soil*.
<https://www.best4soil.eu/assets/factsheets/16.pdf>
- Inlago, M. (2016). *Sistematización de la participación política y social de los miembros de la comunidad san Francisco de Cajás, provincia de Pichincha e Imbabura en los últimos cinco años* [Tesis de pregrado, Universidad Politecnica Salesiana] Repositorio universitario.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12591>
- Laban, P., Metternicht, G. y Davies, J. (2018). Biodiversidad de suelo y carbono orgánico en suelos: cómo mantener vivas las tierras áridas. *UICN, Gland, Suiza*, 8.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.03.es>
- Lavelle, P., Spain, A., Blouin, M., Brown, G., Decaëns, T., Grimaldi, M., Jiménez, J. J., McKey, D., Mathieu, J., Velasquez, E., & Zangerlé, A. (2016). Guía general de procedimientos para la determinación de salud del suelo. *Soil Science*, 181(3/4), 91-109.
<https://doi.org/10.1097/SS.0000000000000155>
- Letourneau, D., Armbrrecht, I., Salguer, B., Montoya, J., Jiménez, E., Constanza, M.,... y Trujillo, R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1), 9-21. <https://doi.org/10.1890/09-2026.1>
- López, J., Pérez, M., & Rivera, C. (2021). Impacto de la labranza en la biodiversidad edáfica y su efecto en la producción agrícola. *Revista de Agroecología*, 15(2), 78-89.
- Martínez, P., Zamar, M. y Alejo, G. (2024). Diversidad de artrópodos epigeos en un gradiente altitud y temporal en zonas áridas de Jujuy (República Argentina). *Ecología Austral*, 34, 189-2002. <https://doi.org/10.25260/EA.24.34.1.0.2259>
- Mendoza, L. (2017). *Relaciones entre la mesofauna y el contenido de materia orgánica del suelo en relictos de bosque altoandino en la reserva forestal distrital encenillales de Pasquilla y su corredor de restauración en localidad de Usme, Bogotá D.C.* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59598>

- Menta, C., & Remelli, S. (2020). Soil Health and Arthropods: From Complex System to Worthwhile Investigation. *Insects*, *11*(1), 54. <https://doi.org/10.3390/insects11010054>
- Monteagudo, A. (2022). El declive de los insectos. *Ecologista En Acción*, *111*.
<https://www.ecologistasenaccion.org/195168/el-declive-de-los-insectos/>
- Nájera, M. y Souza, B. (2010). *Insectos Benéficos. Guía para su identificación*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
[https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_\(2\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf)
- Nicholls, C., Altieri, M. y Vázquez, L. (2015). Agroecología: Principios para la conservación y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, *10*(1), 61-72.
<https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741/216161>
- Palacios, J. (2013). Biodiversidad de Collembola (Hexapoda:Entognatha) en Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*. <https://doi.org/10.7550/rmb.32713>
- Ramírez, P., Santos, B., Casanova, F., Lara, L., Tucuch, J., Escobedo, A., Villanueva, G., & Díaz, V. (2019). Diversidad de macro-invertebrados en sistemas silvopastoriles del sur de Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.*, *67*.
- Rodríguez, I., Chávez, L., Benítez, D., Torres, V. y Álvarez, F. (2023). Evaluación de indicadores de sostenibilidad en agro-ecosistemas ganaderos frágiles de la provincia de Granma, Cuba. *Poeyana. Revista Cubana de Zoología* (514).
<https://www.revistasgeotech.com/index.php/poey/article/view/478/600>
- Sáenz, M. (2020). Efecto del manejo del suelo viñedo sobre la abundancia y diversidad de artrópodos [Tesis de doctorado, Universidad de la Rioja] Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=282430>
- Sánchez, C. (2019). *Macroinvertebrados de suelo colonizadores de la necromasa en plantaciones de especies maderables y bosques secundarios de tierra firme, Iquitos-Peru* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio Institucional UNAP.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6808/Carol_Tesis_Doctorado_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sandler, R., Falco, L., Di Ciocco, C., Luca, R., & Coviella, C. (2010). Berlese-Tullgren funnel efficiency for soil arthropod extraction from typic argiudoll soils in Buenos Aires Province (Argentina). *Ciencia del Suelo*, 28, 1-7.
- Springer, M. (2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007
- Socarrás, A. (2013). *Mesofauna edáfica: Indicador biológico de la calidad del suelo*. 36(1).
- Soria, M. (2016). ¿Por qué son importantes los microorganismos del suelo?. *QuimicaViva*, 15(2), 3-10. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86347590002.pdf>
- Tapia, S., Teixeira, A., Velásquez, E., y Waldez, F. (2016). Macroinvertebrados del suelo y sus aportes a los servicios ecosistémicos, una visión de su importancia y comportamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 8, 260-267. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n0.2016.380>
- Torres, C. (2018). *Diversidad y densidad poblacional de insectos saprófagos en suelos de una plantación de Simarouba amara en el Ciefor-Puerto Almendra.Loreto-Peru*. [Tesis de Pregrado, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales] Repositorio Institucional UNAP. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5380/Clinton_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yagual, C. (2024). *Evaluación de entomofauna asociada al cultivo de café en dos agroecosistemas de la provincia de Santa Elena* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena] Repositorio Institucional. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12017>

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta aplicada a los agricultores de los diferentes agroecosistemas

Prácticas de manejo de las parcelas		
Datos generales	Que tipo de animales existen cerca de la parcela	Con que frecuencia y en que cantidad
Fecha yyyy-mm-dd	<input type="checkbox"/> Vacas <input type="checkbox"/> Cerdos <input type="checkbox"/> Ovejas <input type="checkbox"/> Cabras <input type="checkbox"/> Llamas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/> Ninguno	
Comunidad donde se realiza la encuesta	Que animal	Utiliza maquinaria para
<input type="radio"/> San Francisco de Cajas <input type="radio"/> La Esperanza <input type="radio"/> San Miguel de Moraspungo		<input type="checkbox"/> Preparación del suelo <input type="checkbox"/> Labores culturales <input type="checkbox"/> Cosecha <input type="checkbox"/> Ninguno
Tipo de agroecosistema a evaluar	Manejo del suelo	Que maquinas utiliza para la preparación del suelo
<input type="radio"/> Natural <input type="radio"/> Degradado <input type="radio"/> Convencional <input type="radio"/> Agroecológico <input type="radio"/> Barbecho(descanso)	De que forma prepara el terreno	<input type="checkbox"/> Arada <input type="checkbox"/> Rastrada <input type="checkbox"/> Surcadora <input type="checkbox"/> Cosechadoras <input type="checkbox"/> Sembradora <input type="checkbox"/> Trilladora <input type="checkbox"/> Subsclador <input type="checkbox"/> Motoguadaña <input type="checkbox"/> Bombas de motor <input type="checkbox"/> Bombas de mochila <input type="checkbox"/> Motosierra <input type="checkbox"/> Yunta <input type="checkbox"/> Motocultor <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Otros
Información de la parcela	Utiliza algún tipo de fertilizante o abono antes de sembrar	
Superficie de la parcela	<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No	
Tiempo que produce la parcela	Que tipo de fertilizante o abono	
	<input type="radio"/> Fertilizante químico <input type="radio"/> Fertilizante orgánico <input type="radio"/> Ninguno	
Como clasifica el tipo de cultivo en su parcela	Usa abonos orgánicos en su parcela	
<input type="radio"/> Monocultivo(Un solo cultivo) <input type="radio"/> Policultivo (Varios tipos de cultivos)	<input type="checkbox"/> Compost <input type="checkbox"/> Biol <input type="checkbox"/> Bocado <input type="checkbox"/> Humus <input type="checkbox"/> Estercol de animal <input type="checkbox"/> Ceniza <input type="checkbox"/> Abonos verdes <input type="checkbox"/> Harina de huesos <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Otros	
Existen animales en la parcela	Que abono	Que maquina
<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No		

Anexo 2

Ubicación de trampas pitfall en el sistema convencional



Nota: Los puntos amarillos son la ubicación de cada trampa y los números muestran la cantidad de individuos en cada trampa.